

# JUSTIFICACIÓN DE LA AYUDA CONCEDIDA BAJO EL PROGRAMA DE SUBVENCIONES I+D - CONVOCATORIA 2021 MOVILIDAD SOSTENIBLE

Nº de expediente: **IDMF/2021/0024**

La empresa Epic Power Converters S.L., con CIF B99349623, con domicilio en Calle F Oeste, nave 93, grupo Quejido, pol. Malpica – 50016 Zaragoza España, y actuando como administrador único, D. Rubén Gálvez Anguás con DNI 25195099-W, según escritura pública firmada ante Notario de Zaragoza D. Francisco de Asís Pizarro Moreno con fecha 22 de julio de 2014 y número de protocolo 655

## **HACE CONSTAR**

**Que la subvención concedida por el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE) del Ministerio de Transición Ecológica en el Programa de Ayudas a Proyectos Singulares en Materia de Movilidad Sostenible (MOVES PROYECTOS SINGULARES-I) con número de expediente PGE-MOVES-SING-2019-000070**

- No comparte los mismos objetivos que la subvención IDMF/2021/0024
  - La subvención concedida por el IDAE no tenía como objetivo el diseñar desde cero un convertidor DC/DC sino simplemente adaptar la tecnología preexistente de epic power a esta necesidad (unos 3 meses de trabajo)
  - La subvención se centraba en la integración de los convertidores DC/DC adaptados para demostrar su viabilidad en un cargador V2G.
- Que, en la subvención del Gobierno de Aragón IDMF/2021/0024, la participación de epic power se ciñe únicamente la participación a actuaciones y mejoras de diseño convertidor DC/DC, no teniendo nada que ver en la integración del sistema y en los demás elementos constitutivos del cargador (a diferencia de PGE-MOVES-SING-2019-000070).
- Que como consecuencia de PGE-MOVES-SING-2019-000070 se detectaron deficiencias en el diseño del convertidor DC/DC que requieren ser subsanadas y requieren de varios puntos de rediseño interno importantes, objeto de IDMF/2021/0024. En concreto, el convertidor objeto de IDMF/2021/0024:
  - Tiene más potencia



- Tiene un rango de tensiones diferente, extendido frente al convertidor usado en PGE-MOVES-SING-2019-000070
  - Tiene un tamaño más reducido por la inclusión de componentes magnéticos de tipo planar.
- Que en la memoria de solicitud de IDMF/2021/0024 se menciona explícitamente la pre-existencia de PGE-MOVES-SING-2019-000070 como acreditación de la capacidad técnica de epic power. Se menciona en dos ocasiones, página 18 y explícitamente, en la página 22 de la mencionada memoria. A continuación, se presenta un recorte del mencionado párrafo:

conerencia con su actividad, preve proxivamente la instalacion de cargadores de vehículo eléctrico. Dichas inversiones se están realizando con capital privado y son una muestra del compromiso con la sostenibilidad. Así mismo, EPIC está desarrollando en el seno de un proyecto Moves Singulares, del IDAE, citado en la tabla 3, una instalación piloto de cargador para pruebas, integrando energía solar, en instalación al cierre de esta memoria.

- Que el IDAE, en la fase de verificación de la ejecución de la subvención también requirió esta información durante la fase de subsanación, pero a la inversa. Este requerimiento se solventó aportando la memoria intermedia de IDMF/2021/0024. El proyecto se ha considerado resuelto positivamente por el mencionado organismo.

Y para contribuir a verificar los puntos anteriores y en aras de la transparencia, se adjunta como anexo a este mismo documento la MEMORIA TÉCNICA de ejecución de PGE-MOVES-SING-2019-000070, con contenidos técnicos completamente diferenciados sin ninguna repetición, ni de figuras, ni de tables ni de ningún otro contenido demostrando fehacientemente la independencia de ambas subvenciones entre sí.

Para que conste a los efectos oportunos, firmo y sello este documento en Zaragoza a 15 de diciembre de 2023,

Rubén Gálvez Anguas

DNI 25195099-W







## **ANEXO C. MODELO DE MEMORIA TÉCNICA ACREDITATIVA DE LA ADECUADA REALIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES, A APORTAR POR EL BENEFICIARIO.**

### **PROGRAMA DE AYUDAS A PROYECTOS SINGULARES EN MATERIA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE (MOVES Proyectos Singulares)**

#### **COFINANCIADAS CON FONDOS COMUNITARIOS FEDER.**

**N.º de Expediente:** PGE-MOVES-SING-2019-000070

**Nombre del Proyecto:**

DESARROLLO DE SISTEMAS DE CONVERSIÓN DC/DC BIDIRECCIONALES DE ALTA EFICIENCIA Y BAJO COSTE PARA TRANSFERENCIA DE ENERGÍA Y GESTIÓN DE CARGA V2G / V2H EN EDIFICIOS DE USO RESIDENCIAL, EMPRESARIAL Y/O INDUSTRIAL.





# MEMORIA TÉCNICA ACREDITATIVA DE LA ADECUADA REALIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES

## **MEMORIA TÉCNICA ACREDITATIVA DE LA ADECUADA REALIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES...2**

### **1 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO, SOLICITANTE Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA .....4**

#### **1.1 DATOS DEL EXPEDIENTE .....4**

#### **1.2 DATOS DE LA ENTIDAD BENEFICIARIA .....4**

#### **1.3 DATOS DEL TÉCNICO COMPETENTE QUE FIRMA EL CERTIFICADO FINAL DE LAS ACTUACIONES.....5**

### **2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTUACIONES REALIZADAS. ....6**

#### **2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTUACIONES .....6**

##### **• OBJETO DEL PROYECTO ..... 6**

##### **• FECHA DE INICIO Y FINALIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES ..... 7**

##### **• DETALLE GENERAL DE LAS ACTUACIONES REALIZADAS ..... 7**

##### **• GRADO DE CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO/ACTIVIDAD SUBVENCIONADA Y SITUACIÓN FINAL DEL MISMO. .... 9**

#### **2.2 DETALLE DE LAS INSTALACIONES, SISTEMAS, EQUIPOS O ELEMENTOS NUEVOS INSTALADOS .....12**

##### **2.2.1 ESTADO DEL ARTE Y DE LA TÉCNICA Y VALORACIÓN ACTUAL DEL MERCADO ..... 12**

##### **2.2.2 ARQUITECTURA DE LA INFRAESTRUCTURA IMPLEMENTADA..... 15**

##### **2.2.3 ETAPA DE POTENCIA ..... 16**

##### **2.2.4 ETAPA DE CONTROL ..... 18**

##### **..... 18**

##### **2.2.5 PRECARGA ..... 19**

##### **2.2.6 PUNTO DE CARGA ..... 20**

##### **2.2.7 ARMARIO ELÉCTRICO PRINCIPAL..... 21**

##### **2.2.8 CENTRO DE DATOS ..... 24**

##### **2.2.9 RESULTADOS ..... 26**

##### **2.2.10 CONCLUSIONES AL DESARROLLO TÉCNICO..... 27**





|  |           |
|--|-----------|
| <b>2.3 IMPACTO EN LA GENERACIÓN DE EMPLEO, DIRECTO E INDIRECTO. ....</b>                     | <b>28</b> |
| 2.3.1 EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE GÉNERO DE LA TECNOLOGÍA .....                                | 28        |
| <b>2.4 DETALLE Y JUSTIFICACIÓN DEL IMPACTO ENERGÉTICO Y MEDIOAMBIENTAL DEL PROYECTO.....</b> | <b>29</b> |
| <br><b>3 CERTIFICACIÓN FINAL DE LAS ACTUACIONES.....</b>                                     | <b>32</b> |
| <br><b>3 ANEXOS.....</b>   | <b>34</b> |
| <br>3.1. PROYECTO TÉCNICO .....  | 34        |
| 3.2. DOCUMENTOS JUSTIFICATIVOS DE LOS INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD .....                     | 35        |
| 3.3. DOCUMENTOS JUSTIFICATIVOS DEL PRESUPUESTO FINANCIABLE JUSTIFICADO .....                 | 36        |





## 1 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO, SOLICITANTE Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

### 1.1 Datos del Expediente

|  |  |
|--|--|
| • N.º de Expediente  | PGE-MOVES-SING-2019-000070   |
| • Nombre del proyecto  | DESARROLLO DE SISTEMAS DE CONVERSIÓN DC/DC BIDIRECCIONALES DE ALTA EFICIENCIA Y BAJO COSTE PARA TRANSFERENCIA DE ENERGÍA Y GESTIÓN DE CARGA V2G / V2H EN EDIFICIOS DE USO RESIDENCIAL, EMPRESARIAL Y/O INDUSTRIAL. |
| • Importe de la ayuda total concedida (€)  | 103.185,90 €   |
| • Puntuación obtenida  | 73,5   |
| • Fecha Resolución Favorable de ayuda  | 22 de septiembre de 2020   |
| • Ubicación exacta definitiva (dirección o en su defecto, coordenadas del emplazamiento) | C/ F Oeste, Grupo G. Quejido - Nave 93 , Zaragoza (Aragón)   |
| • Importe del anticipo concedido (€)   | 0 €  |

### 1.2 Datos de la Entidad Beneficiaria

|  |   |
|--|---|
| • Nombre del beneficiario  | EPIC POWER CONVERTERS, S.L.             |
| • N.I.F. solicitante   | B99349623                               |
| • N.I.F. de la entidad beneficiaria  | B99349623                               |
| • Actividad del Solicitante indicando, en su caso, sus competencias en movilidad | Fabricación de componentes electrónicos |
| • Actividad Industrial (CNAE) (en su caso)                                       | 26.1                                    |





|                      |          |
|----------------------|----------|
| • Municipio          | Zaragoza |
| • Provincia:         | Zaragoza |
| • Comunidad Autónoma | Aragón   |
| • Código Postal:     | 50016    |

### 1.3 Datos del Técnico Competente que firma el Certificado Final de las Actuaciones

|   |   |
|---|---|
| • Nombre y apellidos                              | Logan López Giménez   |
| • Titulación habilitante                          | Ingeniero Técnico en Ingeniería Industrial.<br>Especialidad Electrónica Industrial. |
| • N.º Colegiación                                 | 9180  |
| • D.N.I. / N.I.F. / N.I.E. del técnico competente | 25185089-C  |
| • Dirección postal                                | Calle Santa Nunila 25, 7ºC, 50016 Zaragoza  |
| • Email y teléfono                                | <a href="mailto:logan@epicpower.es">logan@epicpower.es</a><br>607 408 703           |



## 2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTUACIONES REALIZADAS.

Contempla la descripción y el alcance de la instalación REALIZADA, con las unidades de los equipos que se han instalado y los resultados energéticos previstos, y con la estimación de la reducción anual del consumo de energía que se obtendrá con las nuevas instalaciones.

### 2.1 Descripción general de las actuaciones

El presente proyecto se presenta a la cofinanciación por la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), en el marco del Programa Operativo de Crecimiento Sostenible 2014-2020 y dentro del Objetivo Temático 4, “Favorecer la transición a una economía baja en carbono en todos los sectores”, con el fin de conseguir una economía más limpia y sostenible.

#### • Objeto del proyecto

En este proyecto se desarrollará un cargador bidireccional de DC (DCFC, por sus siglas en inglés, *Direct Current Fast Charger*) de hasta 22 kW que integra la capacidad de energía solar y de energía eléctrica. La capacidad de flujo de energía bidireccional permite que el cargador realice una operación de vehículo a red (V2G) o de vehículo a otro sistema (V2X), que es una función crucial necesaria para integrar vehículos eléctricos (EV) en la red inteligente. Además, la energía solar fotovoltaica instalada de 4kW (4,6 kWp) se integran en el bus de DC interno del DCFC, compartiendo un inversor bidireccional con el cargador. Al coordinar la potencia en DC entre PV, EV y DCFC, se logra una óptima utilización del convertidor mientras se conserva el funcionamiento y el rendimiento del sistema completo. Al mismo tiempo, PV proporciona parte de la potencia de carga de los vehículos eléctricos a nivel local, reduciendo la potencia extraída de la red durante la carga rápida. Los paneles fotovoltaicos se integran en el bus DC por medio de tecnología de conversión propia de epic power. Todo ello se gestiona por medio de algoritmos generales de control de energía (EMS, por sus siglas en inglés, Energy Management System) que incorpora inteligencia artificial y que permite una estimación avanzada de las necesidades de consumo y generación de una nave industrial y las coordina con las necesidades de carga de un vehículo eléctrico.

De forma sumaria este proyecto ha conseguido:





1. Demostrar que con tecnología de conversión bidireccional de epic power se puede lograr un cargador V2G – V2X desde un bus DC de hasta 850V.
  - Cargar y descargar hasta 20kW a un coche con tecnología CHAdeMO
  - Cargar hasta 20kW a un coche con tecnología CCS
  - Cargar el coche CCS desde el coche CHAdeMO
2. Integrar 4 kW de paneles solares en el sistema de carga por medio de tecnología propia
3. Devolver energía a la red interna por medio de un inversor comercial desde el bus DC
4. Gestionar de manera inteligente y adaptativa por medio de una red neuronal el control de la energía del sistema.

El cargador es plenamente funcional en la fecha de cierre del proyecto y cumple el objetivo de demostrar que los convertidores bidireccionales DC/DC de epic power son una solución viable para poner en marcha un cargador V2G. Se ha llegado a un nivel TRL8. Se han llevado a cabo ya ventas preliminares de la tecnología para estos usos.

#### • Fecha de inicio y finalización de las actuaciones

Las actuaciones comenzaron formalmente el 22 de septiembre de 2020 y se han prolongado durante los 18 meses estipulados para el proyecto, con fecha de finalización del 22 de marzo de 2022.

#### • Detalle general de las actuaciones realizadas

En el apartado 2.2 de esta memoria y en los entregables adjuntos al proyecto se muestran los desarrollos llevados a cabo con un mayor nivel de detalle técnico acerca de los mismos.

Adicionalmente, en el apartado 3.2 se adjuntan todos los entregables desarrollados durante el proyecto (un total de 15), que suman un total de 254 páginas de material técnico.

De forma sumaria en este apartado se muestran dos fotografías de los sistemas implementados que se explican con detalle a lo largo de esta memoria (figuras 1 y 2).





*Fig. 1. Armario eléctrico contiene convertidores de epic power (elementos azules) y parte de potencia (lado izquierdo) y elementos constituyentes de los subsistemas de comunicación (lado derecho)*





*Fig. 2. Poste cargador con conectores CCS y CHAdeMO y vehículo Nissan Leaf conectado en DC*

- **Grado de cumplimiento del proyecto/actividad subvencionada y situación final del mismo.**

A modo de prueba irrefutable de demostración de que se han logrado los objetivos planteados en el proyecto se adjunta el siguiente enlace a un vídeo que muestra el proceso de descarga de un Nissan Leaf a la máxima potencia conseguida de 20kW.

<https://youtu.be/Ehqk6ekOegc>

En los objetivos originales del proyecto se indicaba un nivel de tensión del lado de alta de hasta 1000V. Este objetivo se ha visto reducido, en gran medida por las conclusiones del estudio de mercado encargado dentro de este mismo proyecto, a un valor final de 850V en el lado de alta. Esta ha sido la única modificación respecto las características funcionales originales del proyecto en su fase de solicitud.



Por otro lado, el objetivo original de potencia de diseño nominal de 10kW se ha visto superado, llegando hasta los 20kW de potencia de carga y descarga, de nuevo algo que se ha valorado como necesario tras el estudio de mercado.

La situación final del proyecto es un cargador TRL8, validado y certificado en un entorno real.

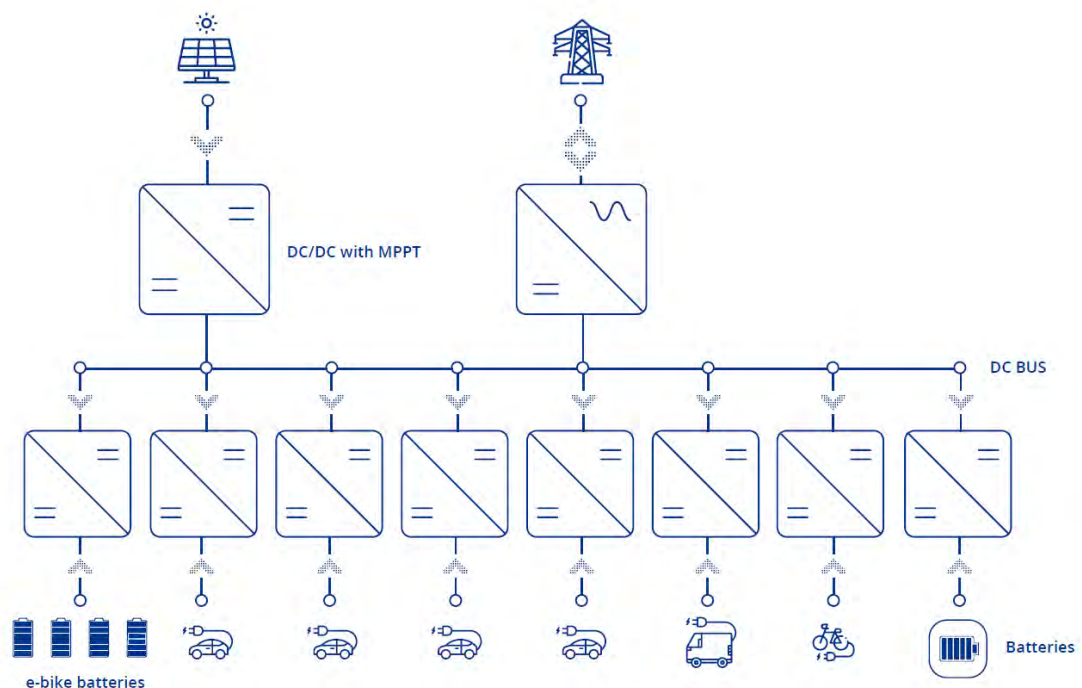
En la memoria de solicitud se incluyeron las tres primeras columnas de la siguiente tabla en la que se ha añadido una cuarta columna definiendo el grado de consecución de los indicadores (KPIs) originales.

| Indicadores  | KPIs  | Medida de éxito          | Grado de consecución  |
|--|---|--------------------------|---|
| Viabilidad tecnológica de un cargador de vehículo eléctrico V2G basado únicamente en conversión DC/DC  | KP1 = 1/0 (Sí / No)                               | KP1 = 1                  | 100%  |
| Viabilidad económica: costes del cargador, en situación de fabricación masiva en serie, no superior a 1.500€.  | KP2 : costes de fabricación p.u. del cargador (€) | KP2 <= 1.500 €           | 20% No se ha podido valorar el coste total en fabricación masiva pero por el momento el coste del convertidor se estima en 2.500€                                   |
| Cargador homologado conforme a las normativas adecuadas para su comercialización   | KP3: cargador homologado = 1/0 (Sí / No)          | KP3 = 1                  | 100%  |
| Aceptación preliminar del mercado en ferias del sector: Ventas del producto en 2021 con una facturación estimada de decenas de miles de euros el año de finalización del proyecto. | KP4: ventas en 2021 del cargador V2G              | KP4 = 10.000€ a 99.999 € | 50% A fecha de cierre de esta memoria se han tenido ventas de sistemas piloto por importe de 30.000€ y previsiones de órdenes de venta de hasta 50.000€ adicionales |



Se identifican tres líneas de trabajo futuras que consideramos relevantes tras la puesta en marcha del actual equipo:

1. Aumentar la tensión del lado de baterías desde los actuales 650V hasta 900V, incluso 1000V debido a las nuevas tendencias al alza en las tensiones de baterías de coches eléctricos, por ejemplo, los de la marca Porsche y los anunciados por BMW.
2. Aumentar la potencia unitaria del cargador bidireccional de 10kW a 22kW, un valor más adecuado para el sector. Actualmente se usan dos convertidores en paralelo para lograrlo.
3. Verificar la carga bidireccional en vehículos CCS cuando esta esté disponible. A fecha de cierre de esta memoria no se ha podido conseguir ningún vehículo comercial que permita esta transferencia.
4. Integrar baterías en el sistema completo y ampliar el número de puntos de carga bidireccional para poder llegar a un esquema como el que se muestra en la siguiente figura.



*Fig. 3. Esquema del sistema general a obtener como líneas de trabajo futuras del proyecto*



## 2.2 Detalle de las instalaciones, sistemas, equipos o elementos nuevos instalados

### 2.2.1 Estado del arte y de la técnica y valoración actual del mercado

El cargador rápido de DC (DCFC) es una parte crucial de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos (EV) para respaldar el desarrollo de la movilidad eléctrica en el mundo. Junto con los vehículos eléctricos, el despliegue de sistemas solares fotovoltaicos (PV) y de almacenamiento de energía (ESS) también se está impulsando y se considera parte de las ciudades sostenibles del futuro.

Tan solo entre 2019, 2020 y 2021, la base de datos de artículos técnicos del área, IEEE article database (IEEEXplore), muestra más de 400 referencias recientes relativas a las tecnologías V2G – V2x. Este dato muestra claramente, lo activa que es la investigación a nivel mundial sobre este tema y que existe un gran empuje e interés en producir avances en esta línea.

Resulta relevante para este proyecto la muy reciente publicación<sup>1</sup>. Ésta presenta un exhaustivo análisis del estado del arte sobre el control general de sistemas V2G – V2X, tanto en isla, como conectados a la red. También se muestra en general, como la gran mayoría de todos estos sistemas están en un estado TRL6-7. En este proyecto se ha alcanzado un nivel TRL8.

La mayor parte de estos sistemas no tienen aislamiento en alta frecuencia en su conversión DC/DC, así que se requiere de transformadores de baja frecuencia, muy voluminosos, pesados e intensivos en materiales. Se han presentado recientemente ejemplos de convertidores

---

<sup>1</sup>A. Verma, B. Singh, A. Chandra and K. Al-Haddad, "An Implementation of Solar PV Array Based Multifunctional EV Charger," in *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 56, no. 4, pp. 4166-4178, July-Aug. 2020.



aislados<sup>2</sup>, ninguno de ellos cercano al TRL9. En la referencia<sup>3</sup>, únicamente se consideran convertidores no aislados para cargadores embarcados (OBCs). Uno de los ejemplos más prometedores se muestra en la referencia<sup>4</sup>, con un todavía rango limitado de valores de tensión de batería de EV y en un demostrador de sólo 3 kW.

En resumen, el estado del arte reciente muestra muchas topologías no aisladas, con algunas excepciones. No se conocen en el mercado disponibilidad de convertidores V2G de los niveles de potencia previstos, que aúnen paneles solares y falta un importante camino a recorrer para poder seguir ampliando los proyectos existentes en esta línea.

La publicación de enero de 2021<sup>5</sup>, muestra un exhaustivo análisis socio-económico y técnico sobre la tecnología. En el apéndice A.2 se habla con detalle del cargador. En general se tratan cargadores unidireccionales y su medida de eficiencia, aunque se presentan algunas referencias a cargadores bidireccionales y la importancia de la misma en este caso, dado que la energía fluye dos veces a través del sistema electrónico. El mencionado informe presenta unas 14 referencias que hacen relación a los cargadores (de un total de 338). Se menciona el SiC (carburo de silicio), ampliamente incorporado desde hace tiempo por epic power y por supuesto en este proyecto y las topologías basadas en soft-switching<sup>6</sup>, de nuevo tradicionalmente trabajadas por epic

---

<sup>2</sup>I. Skouros, A. Bampoulas and A. Karlis, "A bidirectional dual active bridge converter for V2G applications based on DC microgrid," 2018 Thirteenth International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER), Monte-Carlo, 2018, pp. 1-9.

H. N. de Melo, J. P. F. Trovão, P. G. Pereirinha, H. M. Jorge and C. H. Antunes, "A Controllable Bidirectional Battery Charger for Electric Vehicles with Vehicle-to-Grid Capability," in *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 67, no. 1, pp. 114-123, Jan. 2018.

<sup>3</sup>G. B. Sahinler and G. Poyrazoglu, "V2G Applicable Electric Vehicle Chargers, Power Converters & Their Controllers: A Review," 2020 2nd Global Power, Energy and Communication Conference (GPECOM), Izmir, Turkey, 2020, pp. 59-64.

<sup>4</sup>C. Bai, B. Han, B. Kwon and M. Kim, "Highly Efficient Bidirectional Series-Resonant DC/DC Converter Over Wide Range of Battery Voltages," in *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 35, no. 4, pp. 3636-3650, April 2020.

<sup>5</sup>Laura Jones, Kathryn Lucas-Healey, Björn Sturmborg, Hugo Temby and Monirul Islam: "The A-Z of V2G. A comprehensive analysis of vehicle-to-grid technology worldwide". January 2021. *Battery Storage and Grid Integration Program. The Australian National University.*

<sup>6</sup>D. Das, N. Weise, K. Basu, R. Baranwal, and N. Mohan, "A Bidirectional Soft-Switched DAB-Based Single-Stage Three-Phase AC-DC Converter for V2G Application," *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, vol. 5, no. 1, pp.186-199, 2019.



power. Se incide en la necesidad de bajada de costes de los cargadores V2G, como paso previo necesario en la implantación de la tecnología algo que se ha conseguido parcialmente en este proyecto.

n análisis de mercado reciente realizado epic power muestra que el número de socios industriales en el campo es bastante limitado, como se puede ver en la figura 15.

El proyecto [NuVve](#) anteriormente utilizaba hardware proporcionado por la empresa portuguesa [MagnumCap](#), tiene su fundamento en Conversiones AC / DC, y en cualquier caso no aislados. Recientemente se ha anunciado un acuerdo de [colaboración](#) (marzo 2022) de esta empresa para usar la tecnología de la española [Power Electronics](#).

De hecho, esta empresa, Power Electronics, mostraba en la feria Power2Drive de mayo de 2022 una solución V2G, el NBw30, cuyo catálogo se presenta [aquí](#). El volumen es similar al nuestro, mejora la tensión hasta 1000V para el caso de CCS frente a los 500V de CHAdeMO (en nuestro caso 650V) pero no existe opción de descarga en CCS hasta la fecha.

La empresa holandesa [PRE-Electronics](#), también proveedor de tecnología ofrece soluciones bidireccionales, aisladas en alta frecuencia pero únicamente AC/DC (sin que exista conexión a un bus DC). Esta empresa no comercializa cargadores directamente y no conocemos el alcance de a qué empresas

La empresa española Wallbox, líder del mercado, ofrece el [Quasar](#) en su sitio web, iniciando las ventas a finales de 2021. Tiene un dimensionamiento más orientado al mercado residencial y el precio estimado según la marca es de unos 4.500€. Este convertidor es compacto pero no permite la integración directa de paneles solares y nuestra estimación es que únicamente permite conversión DC/AC bidireccional, aunque desconocemos la manera que lo hace internamente.

[Rhombus](#) publicaba en 2021 una actualización de que sus cargadores bidireccionales de 125 kW acaban de obtener la aprobación de fabricarse bajo los estándares UL. Por lo que podemos entender a través de sus hojas de datos y características, este tipo de cargadores no tienen aislamiento en HF.

[Ovo Energy](#) ofrece soluciones a nivel mayoritariamente residencial en UK. No obstante, su cargador bidireccional proviene de una empresa proveedora cuyo nombre conocemos pero que



por motivos de confidencialidad no podemos revelar en este momento. Comenzó a operar en España, pero no parece haber traído a nuestro país el proyecto piloto de V2G. Recientemente las operaciones de Ovo en España han sido absorbidas por la española HolaLuz.

La empresa ABB informa en su [web](#) que tendrá una solución disponible pronto.

En general los cargadores V2G empiezan a proliferar en el mercado y según nuestra propia experiencia de visitar la feria Power2Drive en Múnich en mayo de 2022, se puede afirmar que sólo 3 o 4 expositores mostraban cargadores con esta capacidad disponible y que nuestra tecnología generó mucho interés por el sector para poder ser integrada.

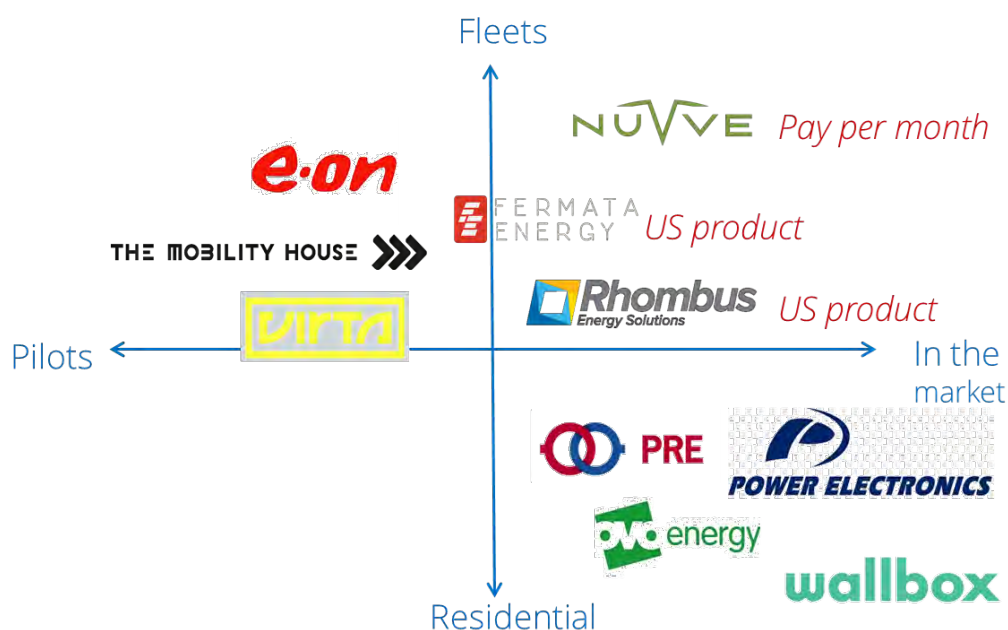


Figura 4. Relación de proveedores de cargadores V2G – V2X industrializados con TRL 8 y superior (Fuente: epic power, interna, revisión marzo 2022).

Desde la presentación de la idea en la feria EES 2022, la Nota de Aplicación AN-48 – Bidirectional EVSE con los resultados del proyecto ha sido enviada a más de 40 contactos. La nota incluye una referencia y los logos correspondientes.

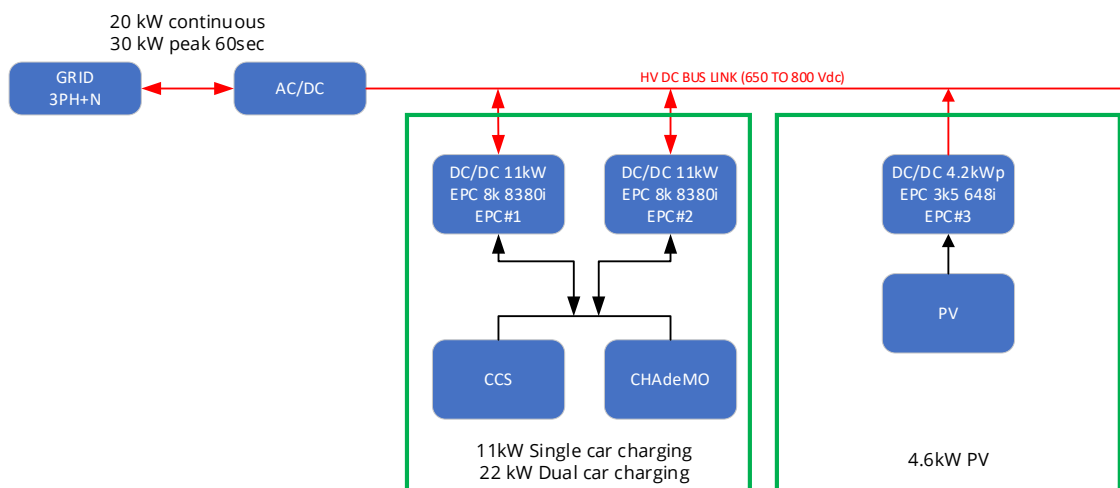
### 2.2.2 Arquitectura de la infraestructura implementada

Con el objetivo de conectar el EV, los paneles solares (PV) y el Sistema que permite devolver la energía a la red (frontend activo de Yaskawa) se ha implementado una red en DC en la nave de epic power. Esta red nos permitirá en el futuro integrar otros vectores energéticos como



celdas de hidrógeno o microgeneración eólica y la rápida integración de nuestra solución híbrida de baterías de plomo y LiFePO4 para añadir almacenamiento al proyecto.

La siguiente figura muestra el esquema de la arquitectura de la micro-red implementada.



*Fig. 5. Micro red en continúa implementada para el proyecto*

### 2.2.3 Etapa de potencia

Este proyecto nos ha dado la oportunidad de mejorar una de nuestras unidades EPC en stock: EPC 8k 8380i. Gracias a los esfuerzos de nuestro departamento de ingeniería en I+D, hemos sido capaces de entregar hasta 10 kW (como voltaje nominal) por unidad, utilizando 2 unidades (20 kW) para alimentar los vehículos eléctricos.

Otro EPC 3k5 648i (versión en stock) con un algoritmo MPPT integrado se ha usado para la generación de energía solar fotovoltaica, con una interfaz de 48V<sub>dc</sub> a 640 V<sub>dc</sub>. La conversión entre paneles fotovoltaicos y la micro red en DC se puede hacer, de forma alternativa, mediante un equipo de otro proveedor.

Las interconexiones con la red principal se han hecho a través de una interfaz Yaskawa D1000 bidireccional de 20 kW.

Gracias al aislamiento incorporado entre los lados de alta y baja tensión de nuestros convertidores DC/DC, la conexión con el lado de alta tensión en DC se puede compartir entre varios vehículos eléctricos y alimentarlos individualmente.



Además, nuestros convertidores DC/DC son fáciles de conectar en paralelo, tan solo se requiere realizar correctamente el cableado. Analizando la figura 2, los conectores K3 y K4 permiten paralelizar los convertidores 1 y 2 para alimentar un coche con hasta 20 kW (CCS o CHAdeMO).

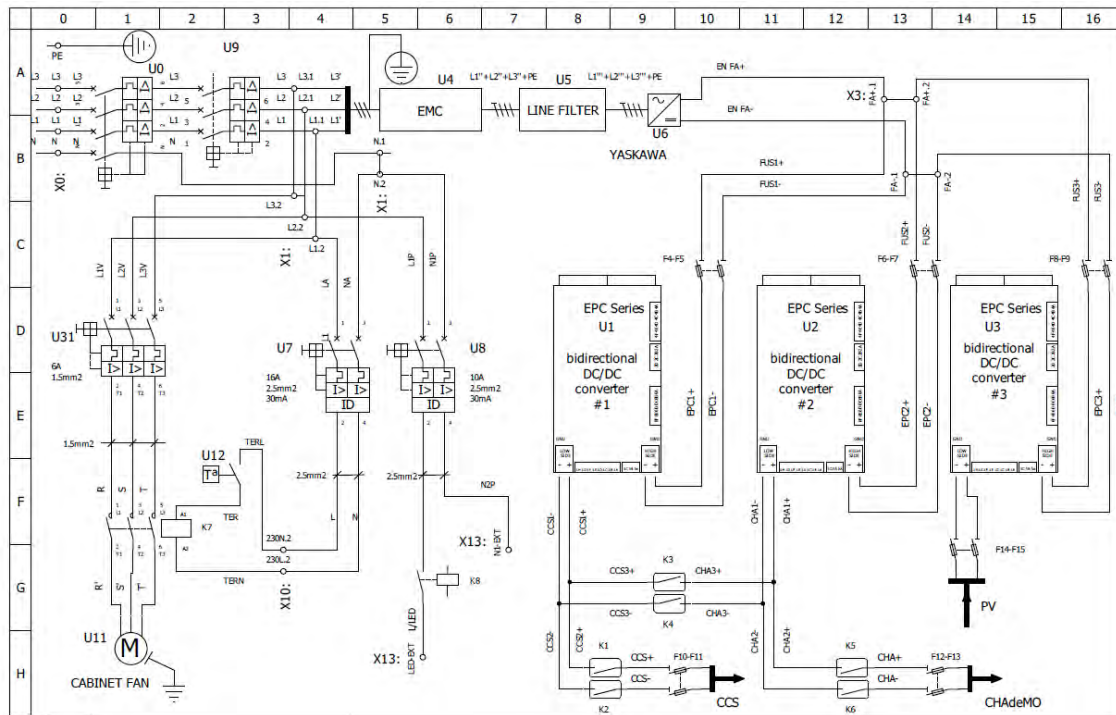


Fig. 6. Esquema de la etapa de potencia

Se debe tener en cuenta que el flujo es bidireccional y que, por lo tanto, los contactores usados deben de ser DC bidireccionales (por ejemplo, el modelo C310 de Schaltbau).



## 2.2.4 Etapa de control

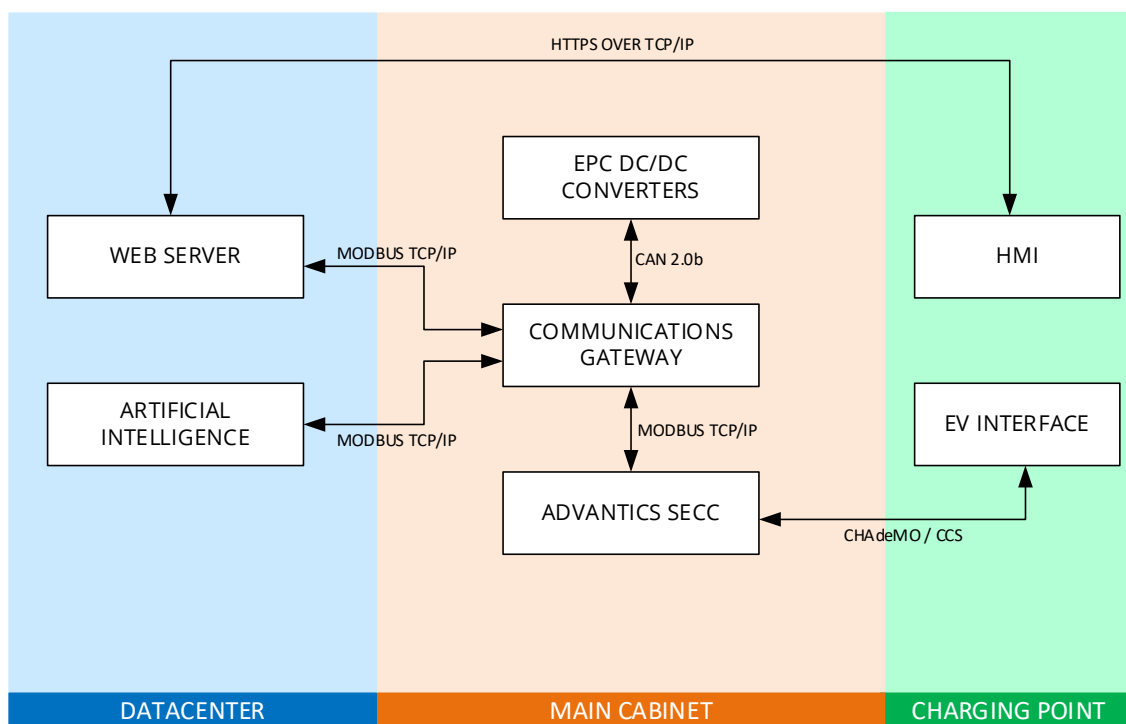


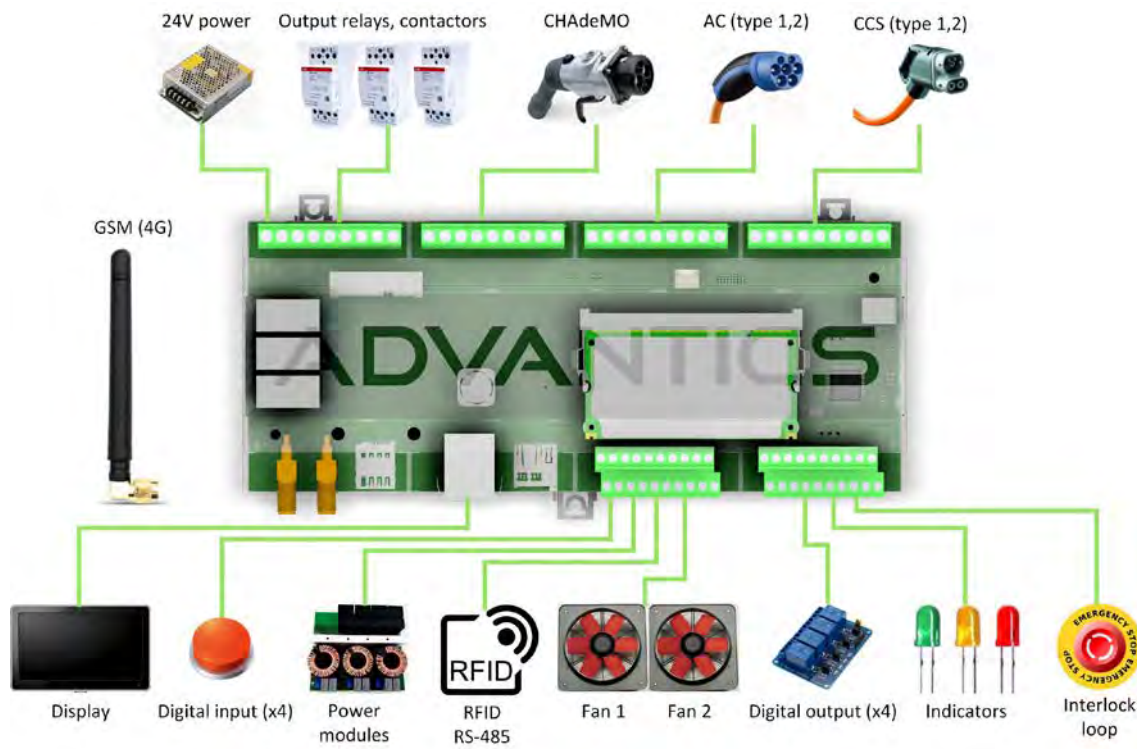
Fig. 7. Diagrama de la etapa de control

La integración de varios y diferentes componentes aumenta la complejidad del nivel de comunicación. Hemos tenido que tratar con 5 protocolos de comunicación diferentes:

- ModBus TCP/IP
- HTTP/HTTPS
- CAN 2.0b
- CHAdMO
- CCS

Se ha desarrollado en epic power una puerta de comunicación que no solo traduce entre protocolos, además implementa técnicas de control avanzado para manejar los convertidores EPC DC/DC en paralelo.





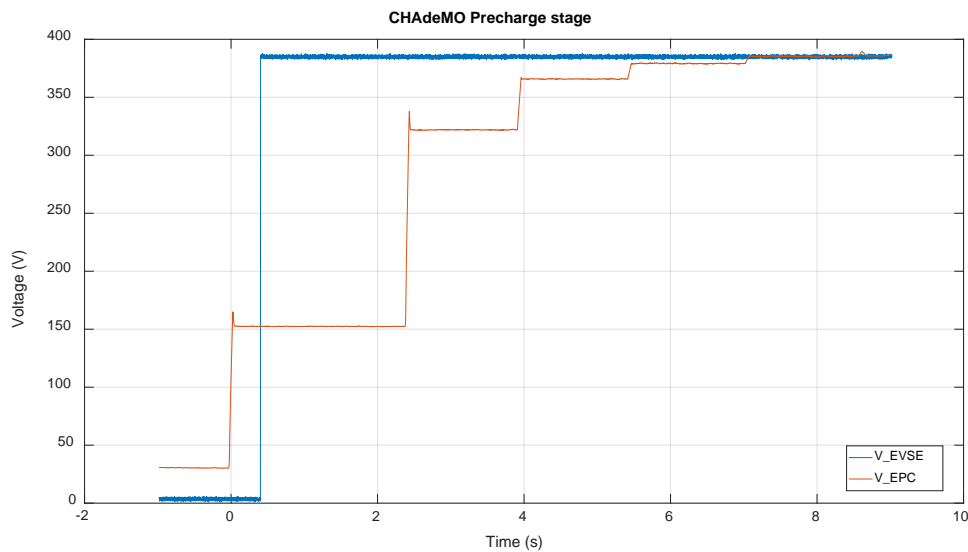
*Fig. 8. Diagrama de conexiones SECC de Advantics*

Advantics ha desarrollado una máquina de estados de fácil control mediante el CAN 2.0b bus, donde toda la información del coche se filtra y muestra; esto da la habilidad de controlar, no solo a través de scripts dentro del propio dispositivo, también desde scripts externos (como hemos hecho en este proyecto).

### 2.2.5 Precarga

El protocolo CHAdeMO no tiene ninguna etapa de precarga previa a la conexión directa del coche a los módulos de carga; en su lugar, se debe tener un resistor de precarga con un contactor bypass para limitar el influjo de corriente que fluye desde la batería del coche.





*Fig. 9. Estado de precarga de CHAdEMO*

Hemos diseñado un método de precarga que evita el uso de este resistor de precarga y que consiste en una lectura de la tensión de la batería antes de cerrar nuestro propio contactor, para luego mandar a nuestros convertidores EPC la orden de precargar el bus desde 0V hasta el nivel de la batería (con una desviación no superior a  $\pm 5\%$ ) y, finalmente, cerrar el contactor. Esta etapa se da entre los estados “listo para carga” y “cargando” del coche.

Se puede ver una etapa de precarga de una conexión CHAdEMO en la Fig. 9.

### 2.2.6 Punto de carga

En el punto de carga, una pantalla táctil Android IP65 anti-vandalismo se ha usado como HMI. Además, se ha desarrollado una APP Android para mostrar la página hospedada en nuestro servidor web.



*Fig. 10. CCS (left) and CHAdEMO (right) charging cables*



La interfaz del vehículo eléctrico es un puesto de carga con dos cables de carga. El CCS es un “Phoenix Contact CHARX T2G4CC” y el CHAdeMO es un “Sumitomo Electric SEVD-02E” (Fig. 10).

El cable de carga CCS permite entregar 200A @ 1000 V<sub>dc</sub> mientras que el de CHAdeMO entrega 125A @ 500 V<sub>dc</sub>.

La figura 11 muestra el estado del puesto de carga, que puede ser diseñado para satisfacer las necesidades del cliente.



*Fig. 11. Puesto de carga*

### 2.2.7 Armario eléctrico principal

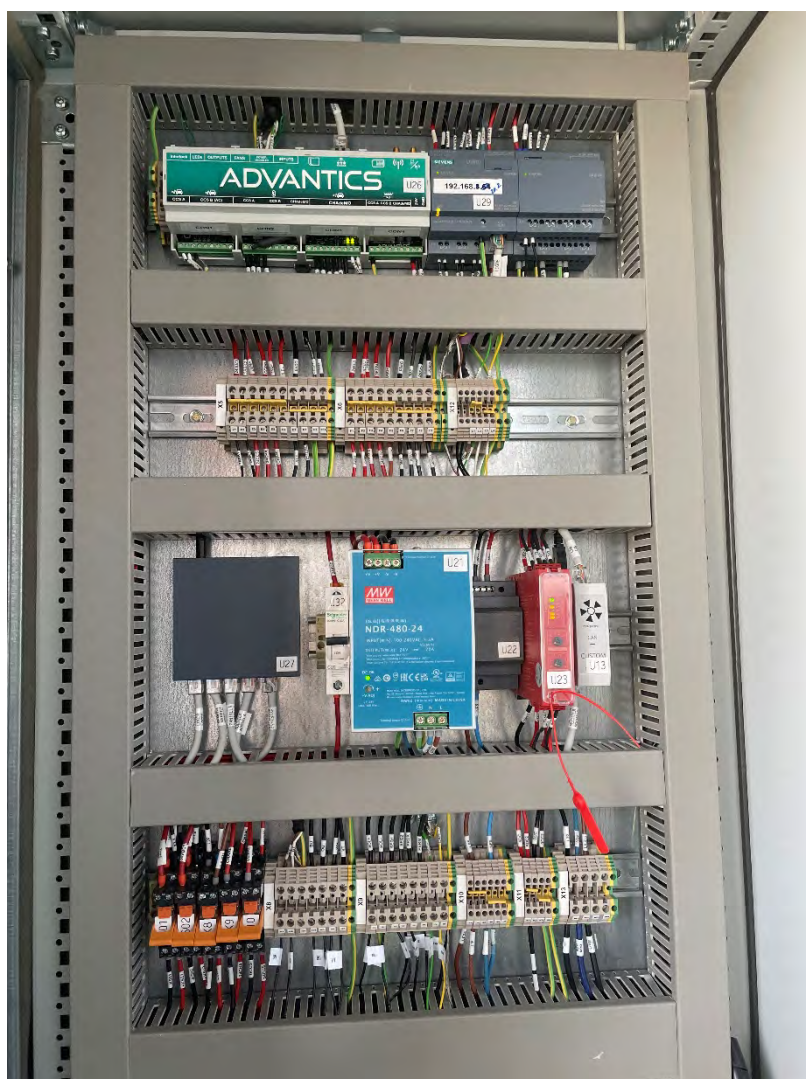
Las siguientes imágenes presentan la implementación actual de este proyecto piloto dentro de una amplia cabina eléctrica. El tamaño de conjunto puede ser optimizado y reducido, lo cual no era el objetivo de este proyecto piloto.





a)





b)

*Fig. 12. Cabina principal. (a) Estado de carga y (b) estado de control*

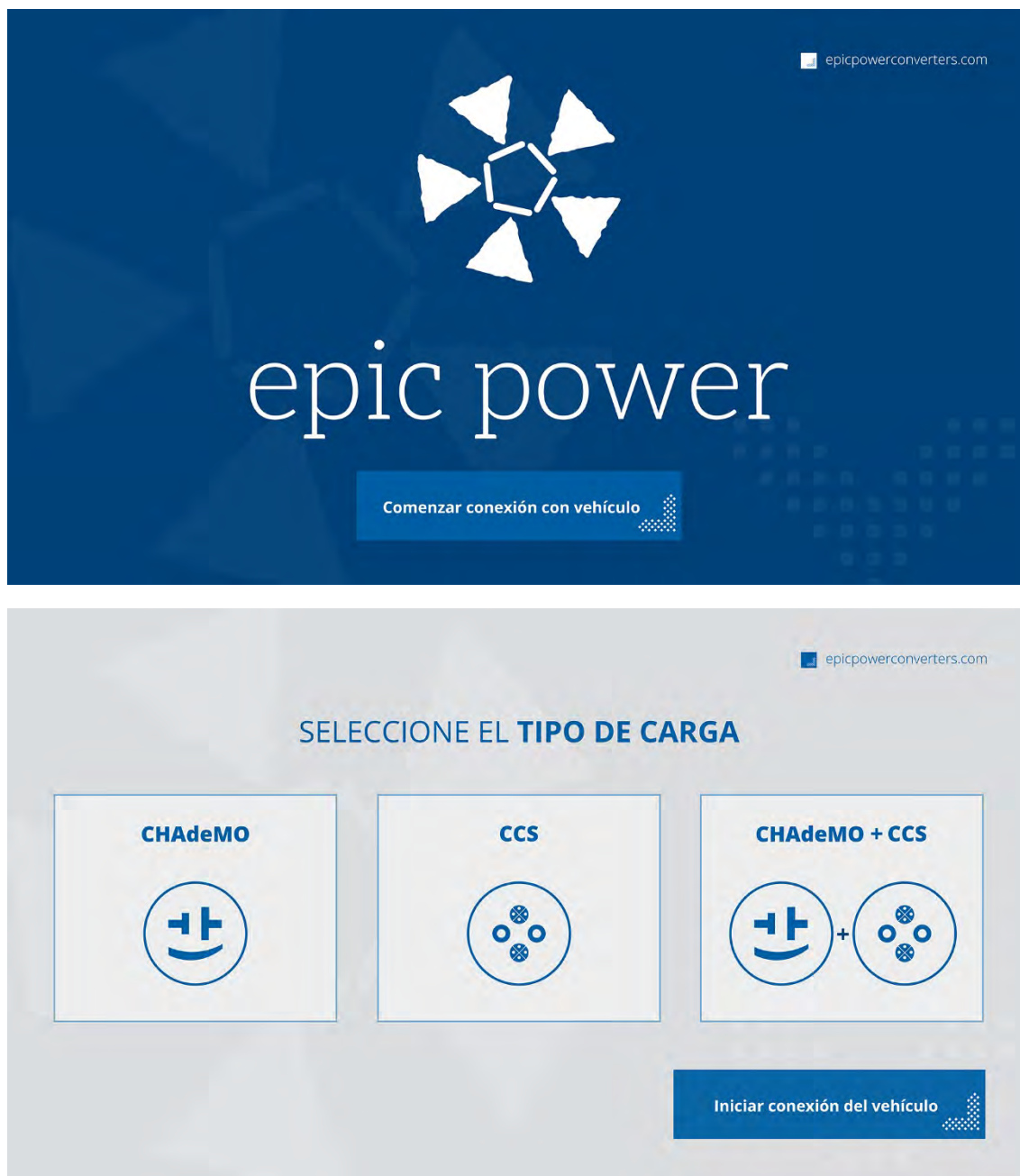
La puerta de comunicación desarrollada se ejecuta en un sistema Linux RTOS con capacidades de scripts en Python donde:

- Un servidor MODBUS TCP/IP se ha implementado como el punto principal de intercomunicación entre los dispositivos y el centro de datos donde todos los datos relevantes son recopilados y distribuidos.
- Un script de comunicación CAN para controlar los convertidores EPC DC/DC bidireccionales (uno, dos o en modo paralelo).
- Un script de tipo MODBUS TCP Client para la interoperabilidad obtenida de ADVANTICS SECC.



## 2.2.8 Centro de datos

### Servidor Web



*Fig. 13. Interfaz de usuario del punto de carga*

La interfaz del usuario del punto de carga se ha desarrollado mediante “Flutter Framework” y muestra los siguientes modos de operación:





- Carga CCS:  
Para carga/descarga de un vehículo CCS conectado con hasta 20 kW
- CHAdeMO Charging:  
Para carga/descarga de un vehículo CHAdeMO conectado con hasta 20 kW
- CCS+CHAdeMO Charging:  
Para carga/descarga de un vehículo CCS conectado con hasta 10 kW y para carga/descarga de un vehículo CHAdeMO conectado con hasta 10 kW.

Un soporte ha sido desarrollado con Django, encargado de traducir los registros MODBUS TCP desde las puertas de comunicaciones (de entrada y salida) y los registros de las sesiones de carga/descarga a la base de datos MySQL.

Esta interfaz (en conjunto con el dispositivo HMI) no ha sido protegido de primeras, pero está preparado para implementar NFC / QR / Bluetooth o cualquier otra tecnología para validar al usuario/coche si se requiere.

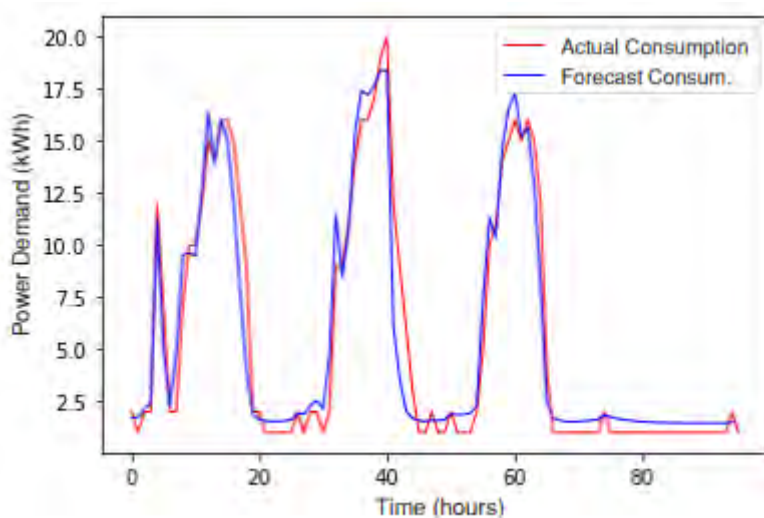
### Inteligencia artificial

Entre otros cambios, el objetivo principal era predecir la demanda de potencia de nuestro equipo para mitigar los altos picos que la mayoría de las compañías sufren debido a aires acondicionados, compresores, procesos de la línea de producción, etc.

Un algoritmo LSTM (Memoria a corto y largo plazo por sus siglas en inglés) se ha implementado y entrenado durante mas de un año de datos históricos almacenados en un vatímetro conectado directamente en las entradas principales de la red AC. Como resultado, en la figura 14 se muestra la precisión de predicción de consumos.

Una vez a la semana, este algoritmo se ve reentrenado con los nuevos datos. Con esto se logra un aumento de la precisión a futuro.





*Fig. 14. Predicción de consumo de potencia vs consumo real*

Llegando aún más lejos, otro algoritmo LSTM se implementa para predecir los esquemas de conexión/desconexión del coche eléctrico. Se utiliza también para predecir la generación un algoritmo desarrollado por la Universidad de Zaragoza para predecir la producción de energía fotovoltaica.

Utilizando estas predicciones, se toma decisiones de acuerdo con cuando se carga y descarga el coche eléctrico.

La premisa principal para estas decisiones se basa en que el coche eléctrico debe irse con, por lo menos, el mismo estado de carga con el que llegó y siempre por encima del 50%, tratando de usar siempre energía renovable para su carga. Estos parámetros deberán evolucionar con el tiempo.

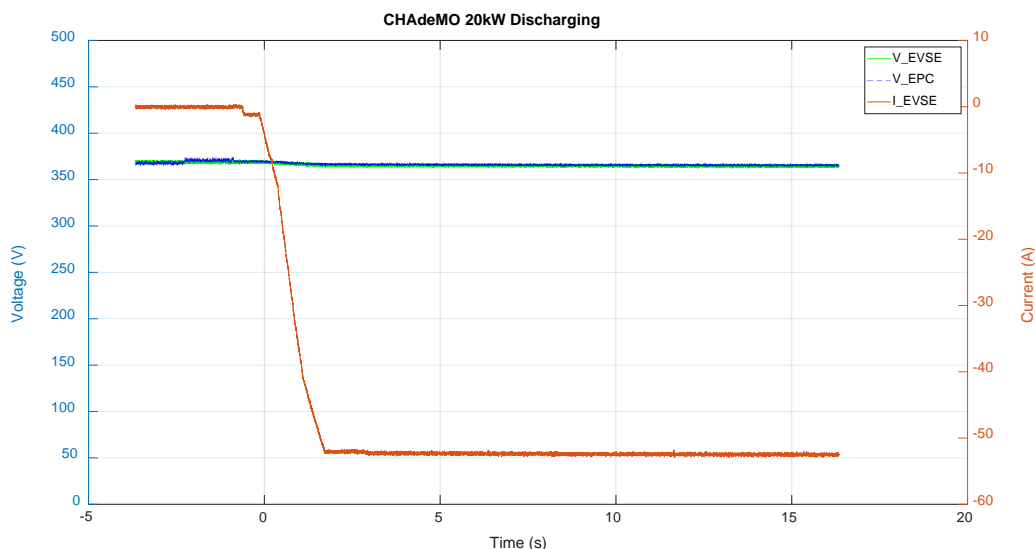
### 2.2.9 Resultados

Al tratarse de un proyecto en marcha, los resultados preliminares muestran como nuestro control lógico implementado e inteligencia artificial trabajan correctamente, sin embargo, se deben llevar a cabo más tests.

Las pruebas iniciales se hacen a través del CHAdeMO V2G, conectando un coche Nissan Leaf ya que no hay coches CCS actualmente que permitan descarga. De todas formas, estimamos hacer pruebas con CCS V2G para finales del año 2022 (el grupo Volkswagen ha anunciado tener coches con opción V2G para mediados de 2022).



En la figura 15 se muestra una descarga del Nissan Leaf eléctrico de 6 kWh y su inyección a la red DC.



*Fig. 15. Descarga de 20 kW del Nissan Leaf (V2G)*

Por el bien de la brevedad, no se añaden mas gráficas, pero estarán disponibles bajo demanda ([support@epicpower.es](mailto:support@epicpower.es)).

#### 2.2.10 Conclusiones al desarrollo técnico

Un proyecto piloto para demostrar el uso de nuestros convertidores bidireccionales DC/DC (serie EPC) se ha desarrollado e implementado en nuestras instalaciones.

Una interfaz de puerta de control se desarrolló como resultado de las interconexiones entre los dispositivos involucrados en el proyecto, expandiendo las posibilidades de comunicación de nuestros convertidores y dando a nuestros clientes una aproximación de como hacerlo, disponible bajo demanda.

Las pruebas iniciales han sido llevadas a cabo con el protocolo CHAdeMO V2G. Los experimentos y verificaciones con CCS V2G, con publicación de borradores esperados para mediados de 2022, deberían estar en marcha para finales de 2022.

Estamos en contacto con otros fabricantes SECC para integrar nuestros convertidores con sus dispositivos, instalando sus unidades en nuestra cabina para incrementar la capacidad.



## 2.3 Impacto en la generación de empleo, directo e indirecto.

El actual proyecto ha generado un puesto de trabajo de nueva creación que se ha convertido en un puesto permanente. Así mismo, los puestos de dos ingenieros de proyecto destinados al mismo se mantienen dentro de la empresa, estando uno de esos ingenieros realizando actualmente tareas comerciales para la puesta en marcha del modelo de negocio pre-establecido. Adicionalmente, se estima que al menos un cuarto de jornada de un comercial de nueva incorporación se está ocupando con tareas comerciales relacionadas con las tecnologías facilitadoras de V2G resultantes de este proyecto y se estima que este nivel de ocupación aumente en el futuro.

### 2.3.1 Evaluación del impacto de género de la tecnología

Durante el proyecto se ha llevado a cabo un breve estudio sobre el enfoque del género en este tipo de tecnología. Es aún cierto que existen sesgos de género en la aproximación a los EV <sup>7 8</sup>, siendo estas referencias muy interesantes al respecto. Incluso en los países nórdicos europeos, de mayor penetración de esta tecnología, existen diferencias de género entre el número de conductores y compradores de este tipo de vehículos. Se observan porcentajes inferiores en las experiencias al volante y también, aunque en menor medida, en su adquisición. Afirmar por tanto que el proyecto tiene exactamente el mismo impacto sobre hombres y mujeres sería simplista. El grupo de investigación citado en las notas al pie ha desarrollado diversos estudios que valoran incluso la tecnología V2G, detectando poco interés general, aunque este mayor por parte de hombres que de mujeres. Para tratar de salvar estas diferencias, se concluye que hay que ser muy cuidadoso con los medios y los modelos de comunicación de los posibles resultados del proyecto.

En este sentido, y a falta de un estudio más cercano a la sociedad española, se ha tratado de mantener una política de comunicación del proyecto que sea lo más neutra posible, o incluso

---

<sup>7</sup> Benjamin K. Sovacool, Johannes Kester, Lance Noel, Gerardo Zarazua de Rubens: "The demographics of decarbonizing transport: The influence of gender, education, occupation, age, and household size on electric mobility preferences in the Nordic region". Global Environmental Change, Volume 52, 2018, Pages 86-100.

<sup>8</sup> Sovacool, Benjamin & Kester, Johannes & Noel, Lance & Zarazua de Rubens, Gerardo. (2019). Are electric vehicles masculinized? Gender, identity, and environmental values in Nordic transport practices and vehicle-to-grid (V2G) preferences. Transportation Research Part D: Transport and Environment. 72. 187-





con una cierta polarización mostrando mujeres usuarias y manteniendo a nuestra CEO, Pilar Molina Gaudó como la referente a nivel comercial de esta tecnología.

## 2.4 Detalle y justificación del impacto energético y medioambiental del proyecto

Para las actuaciones ejecutadas, se estimará el impacto energético que el desarrollo del proyecto tiene en el ámbito de actuación sobre el que se aplica.

Si es posible, se facilitará el consumo de energía anual una vez ejecutadas las actuaciones y su comparativo con la situación previa (si procede) o con la solución convencional. Igualmente se estimará la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y la disminución de emisiones contaminantes. Se hará referencia a las condiciones respecto a las que se calcula el ahorro de energía y emisiones, debiendo referirse a valores anuales.

En el caso de disponer de auditorías o estudios energéticos relacionados, se adjuntarán.

### Cálculo de los diversos parámetros de impacto energético

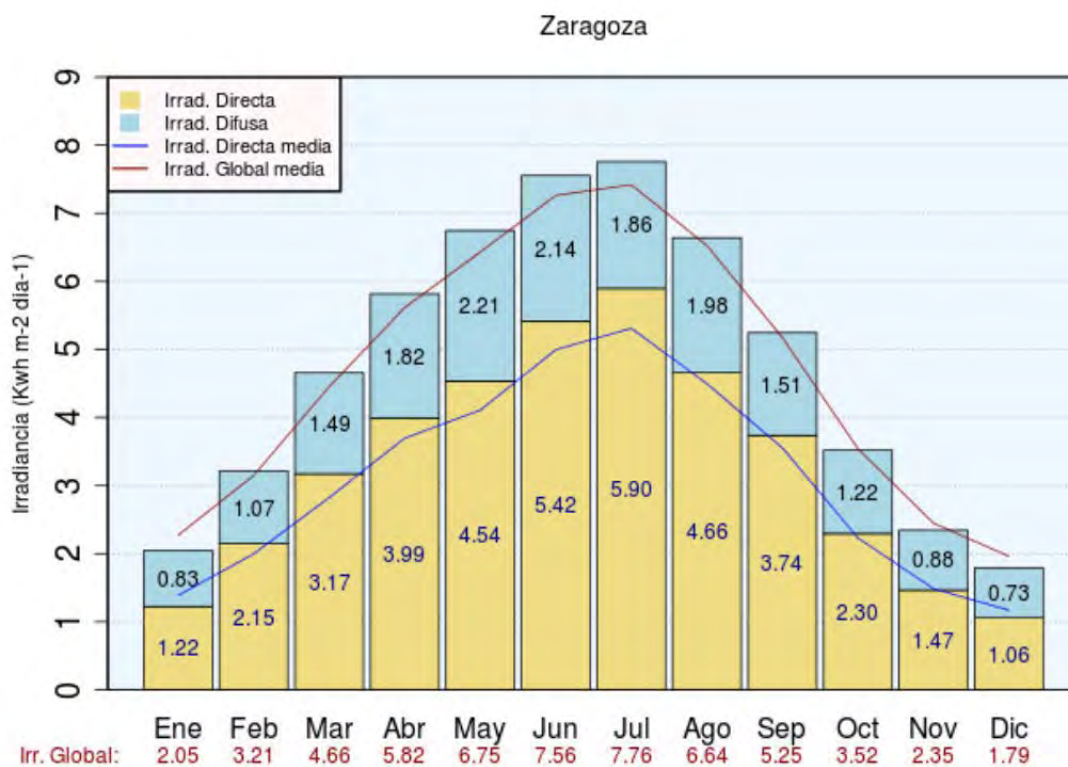
Considerando que el vehículo eléctrico presente en este proyecto tendrá un uso medio de 20.000 km/año y que su consumo medio es de 20 kWh/100 km, esto nos arroja una energía total de 4000 kWh/año

Considerando que el mix energético de Naturgy Iberia S.A. (comercializadora actual contratada por Epic Power) declarado es de 0,25 kg CO<sub>2</sub>/kWh ([https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoresemision\\_tcm30-479095.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoresemision_tcm30-479095.pdf)), esto supondría un total de 1000 kg/CO<sub>2</sub> por energía consumida para la recarga del vehículo eléctrico desde la red de suministro.

Además, la Orden IET 107/2014 refleja que los coeficientes de pérdidas para baja tensión son de entre el 14% y el 8% dependiendo del periodo horario en el que se demanda la energía. Considerando una media de 11%, esto equivaldría a una pérdida de 110 Kg/CO<sub>2</sub> por transporte; es decir, la recarga del vehículo eléctrico equivaldría a un total de 1110 Kg/CO<sub>2</sub> anuales.



Con la instalación fotovoltaica realizada en nuestras instalaciones de 4,2 kWp, considerando una media diaria de energía producida de aproximadamente 23 kWh/día (ver figura),



nos permite recargar el vehículo diariamente aportando esos 4000 kWh en menos de 174 días. No obstante, se considerará que un 25% del tiempo el vehículo no será posible recargarse en nuestras instalaciones, por lo que consideraremos a efectos de cálculo, que el ahorro de emisiones será del 75% sobre 1110 kg/CO<sub>2</sub> anuales; esto es, 832,50 kg.

#### Cálculos relativos a tep:

1 kWh equivale a 0,000086 tep (Fuente Instituto Enerxético de Galicia [http://www.inega.gal/informacion/diccionario\\_de\\_termos/unidades\\_de\\_conversion.html?idio=ma=es](http://www.inega.gal/informacion/diccionario_de_termos/unidades_de_conversion.html?idio=ma=es))

Las tep generadas por la recarga del vehículo eléctrico directamente de la distribuidora equivalen a:

$$4000 \text{ kWh} * 0.000086 \text{ tep/kWh} = 0,344 \text{ tep}$$

El ahorro obtenido mediante este proyecto es de un 75% sobre 4000 kWh:





$$3000 \text{ kWh} * 0.000086 \text{ tep/kWh} = 0,258 \text{ tep}$$

Por consiguiente, el ahorro en términos de tep obtenido equivale a un 75%

#### Calculos relativos a NOx

Considerando el empleo del vehículo en 20.000 km/anuales y que la norma Euro 6d, establece que los vehículos diésel no podrán superar los 168 mg/km de NOx, esto equivaldría a un total de 3,36 Kg de NOx/año.

Según el Observatorio de la Electricidad de WWF ([http://assets.wwf.es/downloads/oe\\_mayo\\_2009.pdf](http://assets.wwf.es/downloads/oe_mayo_2009.pdf)), el mix energético genera 0,284 g/kWh de NOx; considerando el consumo previsto de la red eléctrica esto supone un total de 284 g de NOx/año, reduciendo por tanto en un 91,55 % la emisión de gases NOx al medioambiente.

| <b>AHORRO ENERGÉTICO (tep/año)</b> | <b>% de AHORRO</b> |
|------------------------------------|--------------------|
| 0,258                              | 75                 |

| <b>REDUCCIÓN DE EMISIONES CO<sub>2</sub> (ton/año)</b> | <b>% de REDUCCIÓN</b> |
|--|-----------------------|
| 0,8325   | 75                    |

| <b>Emisión contaminante</b> | <b>Emisiones evitadas<br/>(Indicar unidades)</b> | <b>% de REDUCCIÓN</b> |
|-----------------------------|--|-----------------------|
| Nox                         | 3,076 kg   | 91,55                 |





### 3 CERTIFICACIÓN FINAL DE LAS ACTUACIONES

Se adjunta a este documento el certificado firmado en formato PDF



## JUSTIFICACIÓN DE LA AYUDA CONCEDIDA BAJO EL PROGRAMA DE AYUDAS A PROYECTOS SINGULARES EN MATERIA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE (MOVES PROYECTOS SINGULARES)

Nº de expediente: PGE-MOVES-SING-2019-000070

Don Logan López Giménez, con DNI DNI 25185089-C, ingeniero técnico industrial, colegiado con número 9180 del COGITIAR (Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Aragón), como técnico competente y como RESPONSABLE del proyecto concedido,

### CERTIFICA

Que las actuaciones realizadas y los resultados obtenidos, así como que han sido ejecutadas conforme a lo exigido por las bases reguladoras de la subvención, la convocatoria y la resolución de concesión.

Y para que conste a los efectos oportunos, firmo este documento en Zaragoza a 17 de junio de 2022,

Logan López Giménez

DNI 25185089-C

Colegiado GOGITIAR 9180





## 3 ANEXOS

### 3.1. PROYECTO TÉCNICO

el proyecto técnico definitivo de la instalación firmado por técnico titulado competente





# HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS

---

## Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

---

## Ingenieros

Nombre: JAVIER RUIZ DE LA CUADRA

Colegio: ARAGÓN Y LA RIOJA

Número colegiado/a: 2431

Firma colegiado/a:

Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:



PROYECTO DE  
INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO  
CON ACUMULACION SIN EXCEDENTES  
EN PUNTO DE RECARGA  
PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

ASOCIADO A  
PROYECTO PILOTO MOVES



Entidad peticionaria

EPIC POWER CONVERTERS. S.L.

Emplazamiento del proyecto

Calle F Oeste, grupo G. Quejido, nave 93  
Polígono Malpica - 50016 ZARAGOZA

Redactor del documento



**sQUADRA PROYECTOS I-D, S.L.**

JAVIER RUIZ DE LA CUADRA  
INGENIERO INDUSTRIAL,  
Col 2431 C.O.I.I.A.R

Fecha: Febrero de 2022

Referencia: 2022\_07 EPIC – I. CARGADOR



# MEMORIA

Entidad peticionaria

EPIC POWER CONVERTERS. S.L.

Emplazamiento del proyecto

Calle F Oeste, grupo G. Quejido, nave 93  
Polígono Malpica - 50016 ZARAGOZA

Redactor del documento

**sQUADRA PROYECTOS I-D, S.L.**



JAVIER RUIZ DE LA CUADRA  
INGENIERO INDUSTRIAL,  
Col 2431 C.O.I.I.A.R

Fecha: Febrero de 2022

Referencia: 2022\_07 EPIC – I. CARGADOR



## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. OBJETO, TITULAR Y EMPLAZAMIENTO</b>                            | <b>3</b>  |
| <b>2. ANTECEDENTES</b>   | <b>4</b>  |
| <b>3. NORMATIVA DE APLICACIÓN</b>                                    | <b>4</b>  |
| <b>4. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN SEGÚN REBT</b>                 | <b>5</b>  |
| 4.1.1 Clasificación Según riesgo de las dependencias de la industria | 5         |
| <b>5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN</b>                              | <b>6</b>  |
| 5.1 Características de la Instalación                                | 6         |
| 5.2 Instalación Fotovoltaica   | 6         |
| 5.2.1 Configuración del sistema                                      | 6         |
| 5.2.2 Estructura   | 6         |
| 5.2.3 Cableado   | 7         |
| 5.2.4 Protecciones   | 7         |
| 5.2.5 Tomas de tierra  | 7         |
| 5.3 Estación de carga  | 7         |
| 5.4 Características constructivas                                    | 7         |
| 5.5 Homologaciones   | 8         |
| 5.6 Plazas habilitadas para la recarga                               | 8         |
| 5.7 Tipos de conductores e identificación de los mismos              | 8         |
| 5.7.1 Tipos de conductores (CA)                                      | 8         |
| 5.7.2 Tipos de conductores (CC)                                      | 8         |
| 5.8 Canalizaciones fijas   | 9         |
| 5.8.1 Canalizaciones enterradas                                      | 9         |
| 5.8.2 Canalizaciones interiores                                      | 9         |
| 5.8.3 Canalizaciones móviles   | 9         |
| 5.9 Tomas de corriente   | 9         |
| 5.10 Luminarias  | 9         |
| 5.11 Aparatos de maniobra y protección                               | 9         |
| <b>6. PROGRAMA DE NECESIDADES</b>                                    | <b>10</b> |
| 6.1 Potencia prevista en alumbrado, fuerza motriz y otros usos       | 10        |
| 6.2 Potencia total máxima admisible                                  | 10        |
| 6.3 Potencia prevista para la recarga de vehículos eléctricos        | 10        |



|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>7.</b> | <b>CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>                | <b>10</b> |
| 7.1       | Tipología de la instalación                                       | 10        |
| 7.2       | Instalación de Enlace   | 11        |
| 7.3       | Caja general de Protección  | 11        |
| 7.4       | Equipos de medida   | 11        |
| 7.5       | Instalaciones receptoras de fuerza y alumbrado.                   | 11        |
| 7.5.1     | Cuadro general de distribución                                    | 11        |
| 7.5.2     | Cuadro general de distribución                                    | 11        |
| 7.5.3     | Líneas de distribución y sus canalizaciones                       | 11        |
| 7.5.3.1   | Canalizaciones en vía privada                                     | 12        |
| 7.5.3.2   | Canalizaciones interiores   | 12        |
| 7.5.3.3   | Conductores instalación en corriente alterna y corriente continua | 12        |
| 7.5.4     | Protección de generadores y receptores                            | 12        |
| 7.5.5     | Puesta a tierra   | 12        |
| 7.5.5.1   | Conductores de protección   | 13        |
| 7.5.5.2   | Derivaciones de las líneas principales de tierra                  | 13        |
| 7.5.6     | Equipos de compensación de energía reactiva                       | 13        |
| 7.5.7     | Sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicación   | 14        |
| 7.5.8     | Alumbrados especiales   | 14        |
| 7.5.9     | Líneas de comunicaciones  | 14        |
| <b>8.</b> | <b>CONCLUSIÓN</b>   | <b>14</b> |



## MEMORIA TECNICA

### 1. OBJETO, TITULAR Y EMPLAZAMIENTO

Constituye el objeto del presente documento el diseño y justificación de la instalación eléctrica necesaria para conectar un punto de recarga para vehículos eléctricos situados en vía privada. Dicho punto de recarga se clasifica dentro del grupo de "Instalaciones con fines Especiales. Infraestructura para la recarga de Vehículos Eléctricos" según la ITC-BT-52, con modo de carga "4" y con un esquema de conexión particular que se detallará más adelante en esta Memoria Técnica.

La instalación cuenta con un sistema de producción de energía eléctrica por placas solares fotovoltaicas conectadas al sistema a través del equipo de recarga (armario ESVE), pero también puede servir de estación de suministro a la instalación desde la batería del vehículo a la instalación eléctrica de la nave. La instalación no está prevista para el vertido a red de excedentes de energía.

Por este motivo se ha tipificado la instalación como un SISTEMA DE AUTOCONSUMO CON ACUMULACIÓN SIN EXCEDENTES EN PUNTO DE RECARGA DE VEHÍCULO ELÉCTRICO.

El presente proyecto tiene por objeto la especificación de las características técnicas y de ejecución que deberá cumplir la mencionada instalación.

El titular de la instalación es el siguiente:

| Situación del Establecimiento |   |
|-------------------------------|---|
| Denominación                  | EPIC POWER CONVERTERS, S.L.                                     |
| CIF                           | B99349623   |
| Razón social                  | C/F OESTE NAVE 93 - (GRUPO GREGORIO QUEJIDO)<br>50016, ZARAGOZA |

Se puede ver la ubicación del establecimiento de la instalación en el documento planos:

| Situación del Establecimiento |   |
|-------------------------------|---|
| Denominación                  | EPIC POWER  |
| Emplazamiento                 | C/F OESTE NAVE 93 - (GRUPO GREGORIO QUEJIDO)<br>50016, ZARAGOZA |



## 2. ANTECEDENTES

Epic Power ha sido seleccionado para ejecutar un Proyecto Singular de Innovación asociado al Programa MOVES consistente en el desarrollo de sistemas de conversión DC/DC Bidireccionales de alta eficiencia y bajo coste para transferencia de energía y gestión de carga V2G / V2H en edificios de uso residencial, empresarial y/o industrial.

El edificio dispone de suministro eléctrico con una tensión 230/400 V con una instalación interior que cuenta con un cuadro general de Baja Tensión y un Cuadro secundario en el almacén, en el que se va a realizar la conexión de los nuevos equipos instalados.

Parte de este proyecto incluye la instalación de un cargador de vehículo eléctrico en el exterior para realizar las pruebas necesarias para el desarrollo de los sistemas anteriormente citados.

Este punto de recarga permite la recarga simultánea de dos vehículos eléctricos con diferente tecnología: CCS y CHAdeMO, brindando 11 kW por vehículo cuando ambos están conectados o 22 kW cuando sólo hay uno de ellos.

Además, este punto de recarga tiene implementado el control bidireccional que permite extraer energía de las baterías del vehículo conectado para alimentar cargas en la infraestructura del edificio.

A efectos de su instalación eléctrica, se clasifica como estación de recarga con asistencia para su utilización (uso por personas adiestradas o cualificadas). El modo de carga se asimila al modo de carga 4, con algunas salvedades que no influyen en el dimensionamiento del sistema.

## 3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para el estudio y redacción de la presente Memoria Técnica se han tenido en cuenta los reglamentos y disposiciones que se enumeran en los siguientes puntos:

### Generales

- RD 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Norma UNE-EN 50575:2015 por la que se aprueba la normativa de cables de energía, control y comunicación para aplicaciones generales en construcciones sujetos a requisitos de reacción al fuego.
- RD 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- RD 314/1995, de 8 de noviembre de 1991, de Prevención de Riesgos Laborales.
- RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- P.G.O.U. y Ordenanzas Municipales
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores, en lo referente a sus modificaciones sobre el Real Decreto 900/2015.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica



- Ley 24/2013 en lo referente a su definición de autoconsumo y a la definición de las modalidades de autoconsumo, todo ello definido en su artículo 9.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014 de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1110/2007, en lo referente a los servicios auxiliares de producción, definidos en el artículo 3 de este Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

#### Baja tensión

- RD 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas complementarias.
  - RD 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el RD 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones complementarias del mismo.

#### Normativa Instalaciones de Recarga

- Requerimientos Seguridad e Instalación: Grupo IEC TC64
- Infraestructura de Recarga: Grupo IEC TC69.
- Comunicaciones VE y Red: ISO/IEC 15118, IEC 61851-24, ...
- Conectores Recarga: Grupo IEC SC23H

## 4. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN SEGÚN REBT

### 4.1.1 Clasificación Según riesgo de las dependencias de la industria

Atendiendo al REBT (RD 842/2002 de 2 agosto) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT, y en función de las dependencias de la Industria, esta instalación se deberá ajustar de forma general a las prescripciones emanadas de las Instrucciones ITC-BT-17,18,19,20,21,22,23,24.

#### Locales mojados (ITC-BT-30)

Según la ITC-BT-30, este local **ESTÁ** sujeto a esta clasificación.

Debido a la ubicación de la estación de recarga para vehículos eléctricos, se cumplirá con los requisitos técnicos de la ITC-BT-30.

La estación de recarga se considerará como un emplazamiento mojado ya que parte de la instalación estará a la intemperie y, por tanto, pueden aparecer, aunque sea sólo temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua.

Las canalizaciones eléctricas serán estancas con un grado de protección IPX4 y según se especifica en el punto 2.1.1 de la citada ITC, los conductores utilizados tendrán una tensión asignada de 0,6 / 1 kV.



### **Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para recarga de vehículos eléctricos (ITC-BT-52)**

Según la ITC-BT-52, este local **ESTÁ** sujeto a esta clasificación.

A efectos de su instalación eléctrica, esta estación de recarga para vehículos eléctricos situada en vía privada, con potencia mayor a 10 kW, modo de carga "4" se registrará por la ITC-BT-52 y por tanto cumplirá con las características de dicha instrucción.

Las instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo se considerarán como de uso **13A Generadores y convertidores**, según carta con referencia RE-150/2019 emitida por el Servicio de Energía Eléctrica del Gobierno de Aragón con fecha 01/10/2019. Para instalaciones de menos de 10 kWp, como es nuestro caso, se requerirá para el diligenciado de la instalación la redacción de una Memoria Técnica, que ha sido suscrita por técnico titulado competente de la empresa instaladora. Puesto que la instalación fotovoltaica forma parte de una instalación de autoconsumo

## **5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

### **5.1 Características de la Instalación**

El emplazamiento donde se pretende instalar el punto de recarga para vehículos eléctricos en vía privada, objeto del presente proyecto, está situado en la ubicación actual de la empresa. La ubicación propuesta se corresponde con las siguientes coordenadas:

- Latitud: 41.66534°
- Longitud: -0.80819°

### **5.2 Instalación Fotovoltáica**

Se trata de una instalación de solamente módulos fotovoltaicos y sus respectivas protecciones de corriente continua.

#### **5.2.1 Configuración del sistema**

La instalación consta de 12 módulos de 380W, por lo que suman un total de 4.56 kW pico.

#### **5.2.2 Estructura**

EL OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO ES LA DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA SOLUCIÓN EMPLEADA EN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA, PERO SE EXCLUYE EXPLICITAMENTE DEL OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO Y SU POSTERIOR CERTIFICADO FINAL DE OBRA A LA JUSTIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO POR LA INSTALACIÓN DE LA PLACAS SOLARES FOTOVOLTAICAS EN LA CUBIERTA.

El estudio de la sustentación estructural se ha realizado y certificado por el técnico que ha redactado la "Memoria Técnica de Instalación Fotovoltáica en baja tensión para EPIC POWER CONVERTERS, S.L.", redactada por el Ingeniero Técnico Industrial D. Isard Pisonero Ferré (colegiado 8259) en agosto de 2021 y de la que también ha certificado su dirección facultativa.

Por lo tanto, la descripción y solución constructiva empleada en la instalación fotovoltaica no es objeto del presente documento; sin embargo, se describe técnicamente y presupuestariamente a los efectos que sea necesario para el promotor del presente documento.



### 5.2.3 Cableado

Para la conexión a la red interior del cliente se usan los siguientes conductores:

- Cable solar de 6mm<sup>2</sup> desde los módulos hasta el inversor

|           | Longitud<br>(m) | Nº<br>Módulos | Isc (A) | 1,25 x Isc<br>(A) | Sección<br>(mm <sup>2</sup> ) | T <sub>3</sub> max | T <sub>3</sub> Cond | Resistivid<br>ad 20° | Resistivid<br>ad T <sub>3</sub><br>servicio | Caída de<br>Tensión | % ΔV  | Tensión<br>por String<br>(V) | Voc Panel<br>(V) | Panel<br>(W) |
|-----------|-----------------|---------------|---------|-------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---|---------------------|-------|------------------------------|------------------|--------------|
| String 1  | 6               | 1             | 11,47   | 14,338            | 6                             | 85                 | 45,0                | 0,0172               | 0,0189                                      | 0,54                | 1,30% | 41,62                        | 41,62            | 380          |
| String 2  | 6               | 1             | 11,47   | 14,338            | 6                             | 85                 | 45,0                | 0,0172               | 0,0189                                      | 0,54                | 1,30% | 41,62                        | 41,62            | 380          |
| String 3  | 6               | 1             | 11,47   | 14,338            | 6                             | 85                 | 45,0                | 0,0172               | 0,0189                                      | 0,54                | 1,30% | 41,62                        | 41,62            | 380          |
| String 4  | 6               | 1             | 11,47   | 14,338            | 6                             | 85                 | 45,0                | 0,0172               | 0,0189                                      | 0,54                | 1,30% | 41,62                        | 41,62            | 380          |
| String 5  | 6               | 1             | 11,47   | 14,338            | 6                             | 85                 | 45,0                | 0,0172               | 0,0189                                      | 0,54                | 1,30% | 41,62                        | 41,62            | 380          |
| String 6  | 6               | 1             | 11,47   | 14,338            | 6                             | 85                 | 45,0                | 0,0172               | 0,0189                                      | 0,54                | 1,30% | 41,62                        | 41,62            | 380          |
| String 7  | 6               | 1             | 11,47   | 14,338            | 6                             | 85                 | 45,0                | 0,0172               | 0,0189                                      | 0,54                | 1,30% | 41,62                        | 41,62            | 380          |
| String 8  | 6               | 1             | 11,47   | 14,338            | 6                             | 85                 | 45,0                | 0,0172               | 0,0189                                      | 0,54                | 1,30% | 41,62                        | 41,62            | 380          |
| String 9  | 6               | 1             | 11,47   | 14,338            | 6                             | 85                 | 45,0                | 0,0172               | 0,0189                                      | 0,54                | 1,30% | 41,62                        | 41,62            | 380          |
| String 10 | 6               | 1             | 11,47   | 14,338            | 6                             | 85                 | 45,0                | 0,0172               | 0,0189                                      | 0,54                | 1,30% | 41,62                        | 41,62            | 380          |
| String 11 | 6               | 1             | 11,47   | 14,338            | 6                             | 85                 | 45,0                | 0,0172               | 0,0189                                      | 0,54                | 1,30% | 41,62                        | 41,62            | 380          |
| String 12 | 6               | 1             | 11,47   | 14,338            | 6                             | 85                 | 45,0                | 0,0172               | 0,0189                                      | 0,54                | 1,30% | 41,62                        | 41,62            | 380          |

Con la expresión:  $\Delta V = 2L \cdot P \cdot \rho / V \cdot S$ , calculamos la caída de tensión, que en ningún caso es superior al 1,5% exigido.

### 5.2.4 Protecciones

En los cuadros de protección de corriente continua se usan:

- 24 Fusibles 10x38mm gPV ultrarápidos 1000V DC de 15A

### 5.2.5 Tomas de tierra

Se realizará un sistema unificado de tierra eléctrica, de prestaciones adecuadas, al cual se conectarán estructuras metálicas, masas y demás elementos (marco de los módulos, estructura de los mismos, cajas envolventes del inversor...), sirviendo además para proteger las personas frente a posibles choques eléctricos con masas metálicas. Por ello, se conectará el cable de la puesta a tierra a la borna general de la puesta a tierra de la instalación del usuario.

## 5.3 Estación de carga

El punto de recarga se ha fabricado íntegramente por Epic Power y dispone de una potencia total de 22 kW. Este punto de recarga consta de dos cables de conexión para dos vehículos con diferente sistema de carga: CCS y CHAdeMO.

La estación de recarga ofrecerá 22 kW a un vehículo o 11 kW a dos vehículos simultáneamente.

Además, esta estación de recarga tiene la posibilidad de extraer energía del vehículo hacia la infraestructura con las mismas potencias citadas anteriormente.

El modo de funcionamiento en funcionamiento de carga es similar a un modo 4 (IEC 61851-1) y tendrá un uso exclusivo para la conexión de vehículos eléctricos con objetivo de realizar una demostración del sistema innovador desarrollado en el margen del proyecto Moves Singulares.

El sistema estará dotado de Inteligencia Artificial que permitirá mitigar picos de consumo de las instalaciones de la nave así como controlar que el sistema sea inyección cero.

## 5.4 Características constructivas

El punto de carga dispondrá de una pantalla táctil donde indicará estado de carga/descarga, así como otros datos de utilidad para los ingenieros del proyecto.



Dentro del poste de carga contará con las protecciones descritas en la ITC-BT-52 frente a sobrecorrientes y contactos indirectos:

- Los dispositivos de protección diferencial serán de Clase A, y deberán de ser de alta inmunidad contra fugas a tierra, lo que garantizará una mayor continuidad del servicio, especialmente en redes y entornos contaminados.
- Los circuitos de carga, hasta el punto de conexión, deberán protegerse contra sobrecargas y cortocircuitos con dispositivos de corte omipolar (Curva C).
- La ITC-BT-52 indica que todos los circuitos deben estar protegidos contra sobretensiones temporales y transitorias. Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales estarán previstos para una máxima sobretensión entre fase y neutro de hasta 440V. Los dispositivos de protección contra sobretensiones temporales deben ser adecuados a la máxima sobretensión entre fase y neutro prevista.

## 5.5 Homologaciones

Todos los componentes utilizados en el prototipo de punto de carga cumplirán todos los estándares de calidad exigidos para este tipo de instalaciones, en términos de protecciones y en términos de compatibilidad electromagnética, marcado CE, normativas IEC y directivas europeas.

## 5.6 Plazas habilitadas para la recarga

Se habilitará un tramo de la zona verde presente en la fachada principal de la empresa para poder aparcarse el vehículo eléctrico, que será pintado y señalizado correctamente.

## 5.7 Tipos de conductores e identificación de los mismos

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento externo o por las marcas añadidas según la ITC-BT-19 punto 2.2.4:

- Azul claro: conductor neutro
- Amarillo-verde: conductor de tierra y protección
- Marrón, negro y gris: conductores activos o fases
- Rojo: conductor positivo corriente continua
- Negro: conductor negativo corriente continua

### 5.7.1 Tipos de conductores (CA)

Los conductores utilizados serán siempre aislados y del tipo RZ1-K(AS)(CPR Ccas1a, d1, a1) y la tensión nominal asignada no será inferior a 0,6/1kV. Los cables cumplirán con las características de la normativa europea armonizada EN 50575. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y el punto de carga sea menor del 5%.

### 5.7.2 Tipos de conductores (CC)

Los conductores utilizados serán siempre aislados y del tipo RZ1-K(AS)(CPR Ccas1a, d1, a1) y la tensión nominal asignada no será inferior a 0,6/1kV. Los cables cumplirán con las características



de la normativa europea armonizada EN 50575. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y el punto de carga sea menor del 5%.

## **5.8 Canalizaciones fijas**

---

### **5.8.1 Canalizaciones enterradas**

---

El conjunto de la instalación se ejecutará bajo tubo flexible de PE de doble pared, color rojo. Las características de dichos elementos serán conforme a la norma UNE-EN 50.086 2-1 y sus características mínimas se citan en el punto 1.2.1 de la ITC-BT-21, tabla 1.

### **5.8.2 Canalizaciones interiores**

---

La instalación interior se canalizará a través de tubos y/o canales protectores. Las características de dichos elementos serán conforme a la norma UNE-EN 50.086 2-1 y sus características mínimas se citan en el punto 1.2.1 de la ITC-BT-21, tabla 1.

### **5.8.3 Canalizaciones móviles**

---

No procede

## **5.9 Tomas de corriente**

---

El punto de carga dispone de dos mangueras de conexión para vehículo eléctrico CCS y CHAdeMO.

## **5.10 Luminarias**

---

La zona en la que se va a realizar la carga del vehículo eléctrico dispone de iluminación suficiente procedente de la fachada del edificio de EPIC Power. El sistema de encendido se comandará desde la instalación eléctrica interior.

## **5.11 Aparatos de maniobra y protección**

---

Los aparatos de maniobra y protección utilizados se detallan en el apartado de cálculos justificativos. Se encontrarán ubicados en el cuadro secundario de la instalación eléctrica de la nave de EPIC POWER, en el interior de la nave.



## 6. PROGRAMA DE NECESIDADES

### 6.1 Potencia prevista en alumbrado, fuerza motriz y otros usos

La potencia total prevista para la instalación son 22 kW y se corresponde con la suma de la potencia de diseño del punto de carga de VE.

La potencia instalada en la instalación fotovoltaica es de 4560 W

### 6.2 Potencia total máxima admisible

Dadas las características de la instalación, se considera la potencia total máxima admisible la de la potencia del punto de carga + 10%: 26 kW.

### 6.3 Potencia prevista para la recarga de vehículos eléctricos

La potencia total demandada por la instalación es la resultante de la aplicación de los factores de simultaneidad que se estiman en el funcionamiento normal de las instalaciones.

Punto de recarga para vehículos eléctricos: 22.000 W

Cargas adicionales: 0W

Total: 22.000 W

## 7. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 7.1 Tipología de la instalación

La instalación de recarga del vehículo eléctrico es similar a las tipificadas como Modo de recarga 4 *"conexión indirecta del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna usando un SAVE que incorpora un cargador externo en que la función de control piloto se extiende al equipo conectado permanentemente a la instalación de alimentación fija"*, pero el sistema está conectado a una red de corriente continua de origen renovable (instalación fotovoltaica existente), por lo que no se ajusta al modo de recarga 4 *"los esquemas de instalación descritos en este apartado no resultan aplicables para la conexión de las estaciones de recarga que se alimenten de una red de corriente continua o corriente alterna ferroviaria, o mediante una fuente de energía de origen renovable con posible almacenamiento de energía, en cuyo caso el diseñador de la instalación especificará el esquema eléctrico a utilizar"*.

En este caso, el sistema de instalación es similar al fijado como 4b por el reglamento *"instalación con circuito o circuitos adicionales para la recarga del vehículo eléctrico"*.

Este nuevo circuito se instala en el CUADRO SECUNDARIO DE ALMACÉN de la instalación eléctrica de EPIC Power y no dispondrá del contador secundario opcional.



## **7.2 Instalación de Enlace**

---

La instalación objeto del presente proyecto no cuenta con instalación de enlace, ya que se suministra desde un Cuadro Eléctrico, situado en el interior de la nave, muy próximo a la puerta de acceso, desde el que se suministra energía eléctrica al equipo de recarga y gestión de la energía del punto de recarga del vehículo eléctrico, situado en el interior de la nave.

El suministro eléctrico de la nave, y por lo tanto la instalación de enlace, no se va a ver alterado por la instalación del punto de recarga, ya que la instalación cuenta con potencia suficiente para cubrir la demanda. Además, el propietario tiene la intención de implementar un sistema de producción fotovoltaica que ayude a mejorar la eficiencia energética de la instalación.

## **7.3 Caja general de Protección**

---

Puesto que no se modifica la acometida y suministro a la instalación, no procede la modificación de la CGP.

## **7.4 Equipos de medida**

---

El sistema de carga incluirá un contador de medida con el fin de ser un sistema de inyección cero, aspecto que se detalla en la parte de innovación del proyecto, ya que el sistema está diseñado para que se pueda realizar un trasvase de energía en los dos sentidos, desde la instalación a la batería del vehículo, y en sentido contrario.

## **7.5 Instalaciones receptoras de fuerza y alumbrado.**

---

### **7.5.1 Cuadro general de distribución**

---

La justificación técnica de los cálculos para la solución empleada se realiza en el Anejo nº 1 de "Cálculos Justificativos" a la presente memoria

### **7.5.2 Cuadro general de distribución**

---

Se trata de un armario para distribución eléctrica donde se incorporarán todos los elementos de protección y aquellos necesarios para llevar a cabo el prototipo, que serán detallados en el esquema unifilar según los cálculos de los diferentes circuitos.

Este CGD, se instalará en el interior de la nave, junto a la puerta de acceso de vehículos. El sistema de alumbrado general y de emergencia de la nave darán servicio al armario eléctrico implementado.

### **7.5.3 Líneas de distribución y sus canalizaciones**

---

La instalación eléctrica en baja tensión consta de las canalizaciones descritas en los siguientes apartados.



#### **7.5.3.1 Canalizaciones en vía privada**

El conjunto de la instalación se ejecutará enterrada bajo tubo de PE flexible. Las características de dichos elementos serán conforme a la norma UNE-EN 50.086 2-1 y sus características mínimas se citan en el punto 1.2.1 de la ITC-BT-21, tabla 1.

#### **7.5.3.2 Canalizaciones interiores**

El conjunto de instalación se ejecutará en superficie sobre tubo o canal protector. Las características de dichos elementos serán conforme a la norma UNE-EN 50.086 2-1 y sus características mínimas se citan en el punto 1.2.1 de la ITC-BT-21, tabla 1.

#### **7.5.3.3 Conductores instalación en corriente alterna y corriente continua**

Se emplearán los siguientes conductores

|  |                |
|--|----------------|
| Denominación:                            | RZ1-K(AS)      |
| Conductor:                               | Cobre          |
| Norma constructiva:                      | UNE 21123-4    |
| Temperatura de servicio:                 | -40°C a 90 °C  |
| Tensión nominal de servicio:             | 0,6/1 kV       |
| Ensayo de no propagación de la llama:    | UNE EN 60332-1 |
| Ensayo de no propagación del incendio:   | UNE EN 60332-3 |
| Ensayo de reducida emisión de halógenos: | UNE EN 60754   |
| Aislamiento:                             | XLPE           |
| Cubierta:                                | PVC            |

#### **7.5.4 Protección de generadores y receptores**

Los fusibles, interruptores automáticos magnetotérmicos e interruptores diferenciales que se plasman en el esquema unifilar garantizan la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y contactos de la instalación eléctrica en baja tensión necesaria para alimentar el sistema de carga de vehículo eléctrico.

#### **7.5.5 Puesta a tierra**

Para la instalación de puesta a tierra se tendrá en cuenta lo indicado en la instrucción ITC-BT-24, por lo que se ha previsto la protección contra contactos indirectos con la puesta a tierra de las masas junto a dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales). Como sistema de instalación del neutro se adopta la puesta a tierra con esquema TT.

Para los esquemas TT, la instalación de puesta a tierra garantizará que la máxima resistencia de puesta a tierra a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación(estación de recarga, cuadros metálicos, etc.).

El punto de recarga dispondrá de un borne de puesta a tierra, conectado al circuito general de puesta a tierra de la instalación.

Se conectarán mediante conductores de protección todas las partes metálicas de la instalación, incluyendo las estaciones de recarga. Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán



mediante terminales que garantizan un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión, según se indica en ITC-BT-09 y la ITC-BT-10.

La puesta a tierra de la instalación se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución

Las masas de la instalación eléctrica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

#### 7.5.5.1 Conductores de protección

Son los que conectan las masas de la instalación al embarrado de puesta a tierra general con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Sus secciones serán iguales a las de los conductores de fase a que acompañan si la sección de éstos es inferior a 16 mm<sup>2</sup> tal como indica la tabla 2 de la ITC-BT-19.

El conductor de protección (CP) que une cada punto de recarga con el electrodo con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm<sup>2</sup> de cobre. Dicho conductor normalmente será incorporado en el mismo tubo por el que se han tendido los cables de alimentación del equipo de recarga.

Las secciones de los conductores de protección correspondiente sacada una de las líneas puede observarse en el esquema unifilar.

| SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE FASE<br>DE LA INSTALACIÓN   | SECCIÓN MÍNIMA DE LOS CONDUCTORES<br>DE PROTECCIÓN |
|---|--|
| $S_f \leq 16$   | $S_f$  |
| $16 < S_f \leq 35$  | 16   |
| $S_f > 35$  | $S_f/2$  |
| (*) Con un mínimo de: <ul style="list-style-type: none"><li>- 2,5 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la instalación de alimentación y tienen una protección mecánica.</li><li>- 4 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.</li></ul> |  |

#### 7.5.5.2 Derivaciones de las líneas principales de tierra

Las derivaciones de la línea principal de tierra y los conductores de protección serán de cobre, de las mismas secciones que los conductores activos e irán canalizados hasta los puntos de contacto con las masas junto con los conductores activos. Su aislamiento será de 450/750V y el color de la cubierta de dichos conductores será amarillo-verde. Todos los conductores utilizados cumplirán íntegramente con la normativa Construction Products Regulation (CPR) por la que se regulan los límites de resistencia al fuego de los materiales utilizados en la construcción.

#### 7.5.6 Equipos de compensación de energía reactiva

No se instalarán equipos de compensación de energía reactiva.



#### **7.5.7 Sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicación**

No se instalarán sistemas de señalización de alarma, control remoto y comunicación con central de alarmas externa.

#### **7.5.8 Alumbrados especiales**

No será necesaria la instalación de alumbrado o alumbrado de emergencia, puesto que los equipos existentes deberían ser necesarios para suministrar la iluminación suficiente (en modo normal y de emergencia) a los equipos existentes en el armario de control interior de la instalación.

En el caso que se comprobara que el alumbrado resulta insuficiente, se instalarán nuevos equipos para dotar la zona de la instalación de la iluminación necesaria.

#### **7.5.9 Líneas de comunicaciones**

Para la comunicación del armario principal con el punto de recarga será necesario mandar cables de comunicación entre PLC/dispositivo de monitorización y sensores.

El tipo de cable será el necesario para el proyecto, típicamente cableado de red Cat6 o cableado de señal de PLC (Profinet, etc.). Se ejecutarán en tubo enterrado de 32 mm. de diámetro que conectarán el punto de recarga con el equipo de control situado en el interior de la nave.

## **8. CONCLUSIÓN**

Se ha incluido el presupuesto de ejecución material y por contrata para llevar a cabo la instalación.

Por entenderse suficientemente descrita la actuación que se pretende, se somete a la consideración de EPIC POWER CONVERTERS,S.L. y de los técnicos del Departamento de Industria procede. En cualquier caso, el técnico que suscribe queda a disposición de la autoridad para su análisis, si así se considera.

Zaragoza, febrero de 2022

El Ingeniero Industrial  
Al servicio de Squadra Proyectos I-D, S.L.

Fdo.: Javier Ruiz de la Cuadra  
Col. 2431 C.O.I.I.A.R





sQUADRA PROYECTOS I-D  
P. INST. AUTOCONSUMO CON ACUMULACION SIN EXCEDEN  
2022\_07 PPTO EPIC

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

### CAPÍTULO 01 OBRA CIVIL

#### SUBCAPÍTULO 0101 OBRA CIVIL MECANICA

|                                     |   |      |      |  |  |       |       |       |                 |
|-------------------------------------|---|------|------|--|--|-------|-------|-------|-----------------|
| <b>E05AAP030</b>                    | <b>m. PERF.TUB.CIRC.CHS 273x12</b>  |      |      |  |  |       |       |       |                 |
| 0101.001                            | Protección de perfil tubular circular, tipo S355 J2H, de 120 mm de diámetro y 4 mm de espesor, para protección de impacto de vehículos, de 1 metro de altura, medido en verdadera magnitud, i/transporte, montaje, granallado e imprimación, según DB-SE-A.<br>Perfiles de protección |      |      |  |  |       |       |       |                 |
|                                     | PROTECCION  | 6.00 | 3.80 |  |  | 22.80 |       |       |                 |
|                                     | ARMARIOS  |      |      |  |  |       | 22.80 | 47.22 | 1,076.62        |
| <b>HAH020</b>                       | <b>Ud ANCLAJE QUÍMICO COMPUESTO POR RESINA Y VARILLA ROSCADA DE ACERO</b>   |      |      |  |  |       |       |       |                 |
| 0101.002                            | Anclaje químico compuesto por resina y varilla roscada de acero inoxidable A4-70, con tuerca y arandela, de 10 mm de diámetro y 165 mm de longitud, para fijación de elemento no estructural sobre hormigón.  |      |      |  |  |       |       |       |                 |
|                                     | PERFIL PROTECCION   | 1.00 | 6.00 |  |  | 6.00  | 6.00  | 9.46  | 56.76           |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO 0101 .....</b> |   |      |      |  |  |       |       |       | <b>1,133.38</b> |





sQUADRA PROYECTOS I-D  
P. INST. AUTOCONSUMO CON ACUMULACION SIN EXCEDEN  
2022\_07 PPTO EPIC

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código                                | Descripción   | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|---------------------------------------|---|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
| <b>SUBCAPÍTULO 0102 OBRA CIVIL BT</b> |   |      |          |         |        |           |          |        |             |
| <b>mU01BF070</b><br>0102.003          | <b>m SERRADO DE PAVIMENTO</b><br>Serrado de pavimento asfáltico o de hormigón mediante máquina cortadora.<br>ZANJA NUEVA<br>EJECUCIÓN   | 2.00 | 7.00     |         |        | 14.00     | 14.00    | 3.14   | 43.96       |
| <b>mU01BF040</b><br>0102.004          | <b>m3 DEM.COMPR.FIRME BASE HORMIGÓN</b><br>Levantado con compresor de firme con base de hormigón hidráulico, incluso retirada y carga de productos, medido sobre perfil, sin transporte.<br>ZANJA NUEVA<br>EJECUCIÓN  | 1.00 | 7.00     | 0.62    |        | 4.34      | 4.34     | 59.66  | 258.92      |
| <b>mU02BZ080</b><br>0102.005          | <b>m3 EXCAVACIÓN EN ZANJA EN ROCA</b><br>Excavación en zanja en roca (esto es, que exija el uso de explosivos) y a cualquier profundidad, incluso formación de caballeros y carga de productos sobrantes, medida sobre perfil, sin transporte.<br>ZANJA NUEVA<br>EJECUCIÓN  | 1.00 | 7.00     | 0.62    | 0.65   | 2.82      | 2.82     | 36.29  | 102.34      |
| <b>mU02ER020</b><br>0102.006          | <b>m3 RELLENO ZANJAS SUELO PRÉSTAMO</b><br>Relleno y compactación de zanjas por medios mecánicos, con suelos adecuados procedentes de préstamos, incluidos éstos, hasta una densidad según Pliego de Condiciones, medido sobre perfil.<br>ZANJA NUEVA<br>EJECUCION  | 1.00 | 7.00     | 0.62    | 0.34   | 1.48      | 1.48     | 30.93  | 45.78       |
| <b>P15AF1701</b><br>0102.007          | <b>ml CANALIZACIÓN BAJO CALZADA BT</b><br>Ejecución de banco de tubos para tendido de red de BT para acometida a parcela, formada por la instalación de dos tubos de 160 mm de diámetro en prisma de hormigón HM-20, en zanja de 0.80 m de profundidad, y 0.62 m de ancho, con recubrimiento inferior de 0,05 m y superior hasta rasante de hormigón, placa de señalización, terminada.<br>ZANJA NUEV<br>EJECUCION<br>RED DE BT | 1.00 | 7.00     |         |        | 7.00      | 7.00     | 94.20  | 659.40      |





sQUADRA PROYECTOS I-D  
P. INST. AUTOCONSUMO CON ACUMULACION SIN EXCEDEN  
**2022\_07 PPTO EPIC**

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código   | Descripción  | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto     |
|--|--|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-----------------|
| <b>mU18BA685_2 ud ARQUETA SENCILLA CON TAPA D400</b> |  |      |          |         |        |           |          |        |                 |
| 0102.008   | Ud de arqueta ejecutada in situ de fábrica de ladrillo de 1 pie de espesor sobre solera de hormigón HM-20 de 0,20 m de espesor, enfoscada interiormente, con forma piramidal, de dimensiones 0,70 x0,70 m, 1,0 m de prof.; incluida tapa con cerco normalizada de fundición D400, recibido de tubos de canalización de PVC y boquillas de PVC de acometida a las parcelas. |      |          |         |        |           |          |        |                 |
|  |  |      |          |         |        |           | 1.00     | 695.64 | 695.64          |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO 0102 .....</b>                  |  |      |          |         |        |           |          |        | <b>1,806.04</b> |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 01 OBRA CIVIL. ....</b>            |  |      |          |         |        |           |          |        | <b>2,939.42</b> |





sQUADRA PROYECTOS I-D  
P. INST. AUTOCONSUMO CON ACUMULACION SIN EXCEDEN  
2022\_07 PPTO EPIC

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

### CAPÍTULO 02 INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS

#### SUBCAPÍTULO 0201 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

#### SUBCAPÍTULO 020102 CUADROS ELÉCTRICOS

|                            |  |  |  |  |  |  |      |      |      |
|----------------------------|--|--|--|--|--|--|------|------|------|
| <b>0nota2</b><br>020102.00 | <b>ud NOTA:</b><br>NOTA:<br>Se instalará una protección magnetotérmica y diferencial en el Cuadro existente del Almacén.<br>La instalación eléctrica que suministra al ARMARIO ESVE se ejecutará conforme a lo indicado en la ITC BT 52 DE INFRAESTRUCTURAS PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELECTRICOS. |  |  |  |  |  |      |      |      |
|                            |  |  |  |  |  |  | 1.00 | 0.01 | 0.01 |

#### DEBZDME\_BCNd SUMINISTRO Y MONTAJE DE MECANISMOS EN CS EPIC POWER

|           |  |  |  |  |  |  |      |          |          |
|-----------|--|--|--|--|--|--|------|----------|----------|
| 020102.00 | Suministro y montaje de interruptor de 4X32A y poder de corte 6kA, con control magnetotérmico, instalado en el CS ALMACÉN de EPIC POWER para protección magnetotérmica y diferencial de 4x40 30mA SI instalado en el CS ALMACÉN DE EPIC POWER, incluso desconexiones y conexiones auxiliares a realizar y p.p. de medios auxiliares. Medida la unidad ejecutada. |  |  |  |  |  | 1.00 | 1,833.65 | 1,833.65 |
|-----------|--|--|--|--|--|--|------|----------|----------|

#### ESVE Ud ARMARIO ELÉCTRICO CON EQUIPOS ESVE

|           |  |  |  |  |  |  |      |           |           |
|-----------|--|--|--|--|--|--|------|-----------|-----------|
| 020102.00 | Armario de Medida, marca PINAZO modelo PNZ-T20/3 100/5 ERZ o similar, con los siguientes componentes:<br>- Armario de poliéster reforzada con fibra de vidrio, con IP-559 (UNE 20324)<br>- Panel de poliéster troquelado para un contador trifásico de energía reactiva e interruptor horario, regleta de comprobación y transformadores de intensidad.<br>- Regleta de comprobación según Norma ERZ580004<br>- Pantalla de seguridad de poliéster de separación entre contadores y transformadores<br>- Velo protector.<br>Incluso elementos de conexión. |  |  |  |  |  | 1.00 | 28,612.35 | 28,612.35 |
|-----------|--|--|--|--|--|--|------|-----------|-----------|

#### ARMCARGA Ud ARMARIO CARGADORES DOS TOMAS

|           |   |      |  |  |  |  |      |  |  |
|-----------|---|------|--|--|--|--|------|--|--|
| 020102.00 | Suministro e instalación de Armario de intemperie doble pared galvanizado IP65, doble pared termoaislada y autoventilada, con rejilla antiinsectos, para instalación de dos tomas de cargadores conectadas al armario ESVE de interior. Incluso elementos de conexión. Completamente instalado y en funcionamiento. Medida la unidad instalada y probada. |      |  |  |  |  |      |  |  |
|           | Armarios para CGBT  | 1.00 |  |  |  |  | 1.00 |  |  |
|           | GRFC  |      |  |  |  |  |      |  |  |





sQUADRA PROYECTOS I-D  
P. INST. AUTOCONSUMO CON ACUMULACION SIN EXCEDEN  
2022\_07 PPTO EPIC

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio   | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|----------|-------------|
|        |             |      |          |         |        |           | 1.00     | 8,267.20 | 8,267.20    |

**TOTAL SUBCAPÍTULO 020102 ..... 38,713.21**

### SUBCAPÍTULO 020103 LINEAS DE DISTRIBUCIÓN INTERIOR

#### DEBCRPB5G16ml CANAL Cu RV-K 0.6/1kV 5G16 (3F+N+TT)

|           |   |      |       |  |  |       |       |       |        |
|-----------|---|------|-------|--|--|-------|-------|-------|--------|
| 020103.00 | Circuito monofásico instalado con cable de cobre RV-K de sección (F+N+TT) 5G16 mm <sup>2</sup> (clase 5) de aislamiento 0,6/1kV. Construcción UNE 21123-2. Instalado en bandeja tipo rejiband. Incluso p.p. de cajas de derivación, regletas, soportes, pequeño material, etc. Medida la longitud instalada, conexionada y probada. |      |       |  |  |       |       |       |        |
|           | acometida ESVE  | 1.00 | 20.00 |  |  | 20.00 |       |       |        |
|           |   |      |       |  |  |       | 20.00 | 21.60 | 432.00 |

#### DEBCRPB5G04ml CANAL Cu RV-K 0,6/1kV 5G4 (3F+N+TT) PVC RIG BLIN 32mmm

|           |   |      |       |  |  |       |       |       |        |
|-----------|---|------|-------|--|--|-------|-------|-------|--------|
| 020103.00 | Circuito trifásico instalado con cable de cobre RV-K de sección (3F+N+TT) 5G4 mm <sup>2</sup> (clase 5) de aislamiento 0,6/1kV. Construcción UNE 21123-2. Instalado bajo tubo de PVC rígido blindado de 32mm de características mínimas 43211242-010 según norma UNE-EN 50086-2-1. En montaje superficial. Incluso p.p. de cajas de derivación, regletas, soportes, pequeño material, etc. Medida la longitud instalada, conexionada y probada. |      |       |  |  |       |       |       |        |
|           | CARGADOR 1  | 1.00 | 12.00 |  |  | 12.00 |       |       |        |
|           | CARGADOR 2  | 1.00 | 12.00 |  |  | 12.00 |       |       |        |
|           |   |      |       |  |  |       | 24.00 | 12.66 | 303.84 |

**TOTAL SUBCAPÍTULO 020103 ..... 735.84**

**TOTAL SUBCAPÍTULO 0201 ..... 39,449.05**





sQUADRA PROYECTOS I-D  
P. INST. AUTOCONSUMO CON ACUMULACION SIN EXCEDEN  
2022\_07 PPTO EPIC

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

### SUBCAPÍTULO 0205 INSTALACION PCI

DCIXMC5  
0205.007

**Ud EXTINTOR CO2 55B 5 Kg**

Suministro e instalación de extintor portátil manual, homologado conforme UNE 23.100, de anhídrido carbónico, de eficacia 55B y 5 Kg de peso. Dispondrá de dispositivo de interrupción de salida del agente extintor y boquilla con manguera direccional. Incluye soportes. Completamente instalado. Medida la unidad instalada.

1.00 108.00 108.00

**TOTAL SUBCAPÍTULO 0205 . . . . . 108.00**





sQUADRA PROYECTOS I-D  
P. INST. AUTOCONSUMO CON ACUMULACION SIN EXCEDEN  
2022\_07 PPTO EPIC

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

### SUBCAPÍTULO 0202 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

#### 020201 Ud INSTALACION FOTOVOLTAICA COMPLETA

0202.008

Instalación fotovoltaica completa, formada por 12 paneles fotovoltaicos JA SOLAR, de 380 Wp, conectados con 12 strings de un panel, colocados sobre estructura coplanar para tejado de fibrocemento para 12 paneles, cableado de Corriente Continua, con 12 cables rojo solar de 6mm<sup>2</sup>, 12 cable negro solar de 6mm<sup>2</sup>, cable de tierra de 6mm<sup>2</sup>, bajo tubo electroflex de 32 mm de diámetro, cuadro de corriente continua para 12 string independientes sin seccionador para 24 bornas, 24 portafusibles, 24 fusibles en caja estanca IP65, incluido mano de obra y pequeño material para su instalación.

1.00 3,478.78 3,478.78

**TOTAL SUBCAPÍTULO 0202 ..... 3,478.78**

**TOTAL CAPÍTULO 02 INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS. . . . 43,035.83**





sQUADRA PROYECTOS I-D  
P. INST. AUTOCONSUMO CON ACUMULACION SIN EXCEDEN  
2022\_07 PPTO EPIC

## MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

| Código | Descripción | Uds. | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|
|--------|-------------|------|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|-------------|

### CAPÍTULO 03 VARIOS

#### 0302 UD SEGURIDAD Y SALUD

03.001

Partida en concepto de medidas de seguridad y salud en la obra conforme a EBSyS.

1.00 479.53 479.53

#### 0301 UD OCA

03.002

Partida en concepto de honorarios de Organismo de Control para legalización de la instalación

1.00 650.00 650.00

**TOTAL CAPÍTULO 03 VARIOS. .... 1,129.53**

**TOTAL PRESUPUESTO 47,104.78**





sQUADRA PROYECTOS I-D

P. INST. AUTOCONSUMO CON ACUMULACION SIN EXCEDENTES EN PUNTO DE RECARGA PA  
2022\_07 PPTO EPIC

## RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

| Código                                   | Capítulo                               | Total €          |     |
|--|--|------------------|-----|
| 01                                       | OBRA CIVIL                             | 2,939.42         | 6%  |
|  | 0101 OBRA CIVIL MECANICA               | 1,133.38         |     |
|  | 0102 OBRA CIVIL BT                     | 1,806.04         |     |
| 02                                       | INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS         | 43,035.83        | 91% |
|  | 0201 INSTALACIÓN ELÉCTRICA             | 39,449.05        |     |
|  | 020102 CUADROS ELÉCTRICOS              | 38,713.21        |     |
|  | 020103 LINEAS DE DISTRIBUCIÓN INTERIOR | 735.84           |     |
|  | 0205 INSTALACION PCI                   | 108.00           |     |
|  | 0202 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA          | 3,478.78         |     |
| 03                                       | VARIOS                                 | 1,129.53         | 2%  |
| <b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b> |  | <b>47,104.78</b> |     |
| 21 % IVA de contrata                     |  | 9,892.00         |     |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>        |  | <b>56,996.78</b> |     |

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de

**CINCUENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS**

01 de febrero de 2022

EL PROMOTOR,

EL INGENIERO,

EPIC POWER CONVERTERS, S.L.

JAVIER RUIZ DE LA CUADRA al ser



# Anexo 1 - Cálculos

Entidad peticionaria

EPIC POWER CONVERTERS. S.L.

Emplazamiento del proyecto

Calle F Oeste, grupo G. Quejido, nave 93  
Polígono Malpica - 50016 ZARAGOZA

Redactor del documento



**sQUADRA PROYECTOS I-D, S.L.**

JAVIER RUIZ DE LA CUADRA  
INGENIERO INDUSTRIAL,  
Col 2431 C.O.I.I.A.R

Fecha: Febrero de 2022

Referencia: 2022\_07 EPIC – I. CARGADOR



## CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

### Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Senj} / 1000 \times U \times n \times R \times \cos j) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Senj} / 1000 \times U \times n \times R \times \cos j) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

$P_c$  = Potencia de Cálculo en Watios.

$L$  = Longitud de Cálculo en metros.

$e$  = Caída de tensión en Voltios.

$K$  = Conductividad.

$I$  = Intensidad en Amperios.

$U$  = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

$S$  = Sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

$\cos j$  = Coseno de  $\phi$ . Factor de potencia.

$R$  = Rendimiento. (Para líneas motor).

$n$  =  $N^\circ$  de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $\text{mW/m}$ .

### Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$

$$r = r_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$r$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$r_{20}$  = Resistividad del conductor a  $20^\circ\text{C}$ .

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmiosmm}^2/\text{m}$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

$T$  = Temperatura del conductor ( $^\circ\text{C}$ ).

$T_0$  = Temperatura ambiente ( $^\circ\text{C}$ ):

Cables enterrados =  $25^\circ\text{C}$

Cables al aire =  $40^\circ\text{C}$

$T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor ( $^\circ\text{C}$ ):

XLPE, EPR =  $90^\circ\text{C}$

PVC =  $70^\circ\text{C}$

Barras Blindadas =  $85^\circ\text{C}$

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).



### Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ( $1,45 I_n$  como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1,6 I_n$ ).

### Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos \varnothing = P / \sqrt{P^2 + Q^2}.$$

$$\tan \varnothing = Q / P.$$

$$Q_c = P_x (\tan \varnothing_1 - \tan \varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times w; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times w; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

$P$  = Potencia activa instalación (kW).

$Q$  = Potencia reactiva instalación (kVAr).

$Q_c$  = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\varnothing_1$  = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\varnothing_2$  = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

$U$  = Tensión compuesta (V).

$w = 2 \times \pi \times f$ ;  $f = 50$  Hz.

$C$  = Capacidad condensadores (F);  $cx1000000$  (μF).

### Fórmulas Resistencia Tierra

#### Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot r / P$$

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$r$ : Resistividad del terreno (Ohm · m)

$P$ : Perímetro de la placa (m)

#### Pica vertical

$$R_t = r / L$$

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$r$ : Resistividad del terreno (Ohm · m)

$L$ : Longitud de la pica (m)



#### Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot r / L$$

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$r$ : Resistividad del terreno (Ohm · m)

$L$ : Longitud del conductor (m)

#### Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2r + L_p/r + P/0,8r)$$

Siendo,

$R_t$ : Resistencia de tierra (Ohm)

$r$ : Resistividad del terreno (Ohm · m)

$L_c$ : Longitud total del conductor (m)

$L_p$ : Longitud total de las picas (m)

$P$ : Perímetro de las placas (m)

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

|            |         |
|------------|---------|
| CARGADORES | 22000 W |
| TOTAL....  | 22000 W |

- Potencia Instalada Fuerza (W): 22000

- Potencia Máxima Admisible (W)\_Cosfi 0.8: 0

- Potencia Máxima Admisible (W)\_Cosfi 1: 0

#### Cálculo de la Línea: CARGADORES

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 20 m; Cos j: 1;  $X_u$ (mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 22000 W.

- Potencia de cálculo: 22000 W.

$$I = 22000 / (1,732 \times 400) = 31.76 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.73

$$e(\text{parcial}) = 20 \times 22000 / (51.94 \times 400 \times 16) = 1.32 \text{ V.} = 0.33 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase A "si" [s].



Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

**Cuadro General de Mando y Protección**

| Denominación | P.Cálculo (W) | Dist.Cálculo (m) | Sección (mm <sup>2</sup> ) | I.Cálculo (A) | I.Adm. (A) | C.T.Par. c. (%) | C.T.Total l (%) | Dimensiones(m m)<br>Tubo,Canal,Band. |
|--------------|---------------|------------------|----------------------------|---------------|------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|
| CARGADORES   | 22000         | 20               | 4x16+TTx16Cu               | 31.76         | 72         | 0.33            | 0.33            | 40                                   |

Zaragoza, agosto de 2021

EL INGENIERO INDUSTRIAL  
Fdo.: Javier Ruiz de la Cuadra

Col. 2431 C.O.I.I.A.R.

Al servicio de sQUADRA PROYECTOS I-D, S.L.



## Anexo 2 - EBSS

Entidad peticionaria

EPIC POWER CONVERTERS. S.L.

Emplazamiento del proyecto

Calle F Oeste, grupo G. Quejido, nave 93  
Polígono Malpica - 50016 ZARAGOZA

Redactor del documento



**sQUADRA PROYECTOS I-D, S.L.**

JAVIER RUIZ DE LA CUADRA  
INGENIERO INDUSTRIAL,  
Col 2431 C.O.I.I.A.R

Fecha: Febrero de 2022

Referencia: 2022\_07 EPIC – I. CARGADOR



## **INDICE**

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA**
- 3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS**
- 4. MEDIDAS GENERALES PARA LA ELIMINACIÓN Y PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS**
- 5. BOTIQUIN**
- 6. TRABAJOS POSTERIORES**
- 7. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR**
- 8. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**
- 9. PLAN DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO**
- 10. OBLIGACIONES DE CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTAS**
- 11. OBLIGACIONES DE TRABAJADORES AUTONOMOS**
- 12. LIBRO DE INCIDENCIAS**
- 13. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**
- 14. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**
- 15. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS**
- 16. CONCLUSIÓN.**



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES, OBJETO Y JUSTIFICACIÓN

Se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud en cumplimiento de lo establecido por el RD 1627/97 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. El citado Decreto establece mecanismos específicos para la aplicación de la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales, la Directiva 92/57/92 y del RD 39/97 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Así mismo mediante el RD 1627/97 se procede a la transposición al Derecho español de la Directiva 95/57/CEE por la que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles.

El Estudio va dirigido a la eliminación de los riesgos laborales que pueden ser evitados y a la reducción y control de los que no pueden eliminarse totalmente con el fin de garantizar las mejores condiciones posibles de seguridad y salud para todo el personal que participe en la ejecución de las obras proyectadas.

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado R.D., el objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que se dan todos los supuestos siguientes:

- El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es inferior a 450.0759 euros.
- La duración estimada de la obra no es superior a 30 días empleando a más de 20 trabajadores simultáneamente.

Plazo de ejecución previsto = 15 días

Nº de trabajadores previsto que trabajen simultáneamente = 6

- El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 trabajadores-día (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra).

Nº de trabajadores-día = 90

- No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como no se da ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1.997 se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.



## 1.2 DATOS DEL PROYECTO DE OBRA

Se redacta el presente Proyecto a petición de:

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Titular</b>          | GROUNDFORCE   |
| <b>Domicilio Social</b> | Carretera de Arenal a Lluçmajor, KM 21.50<br>Lluçmajor (Islas Baleares) |
| <b>Situación</b>        | Aeropuerto de Bilbao  |

Se trata de unas obras ubicadas en:

|                  |                      |
|------------------|----------------------|
| <b>Situación</b> | AEROPUERTO DE BILBAO |
|------------------|----------------------|

Proyectista: Javier Ruiz de la Cuadra  
Ingeniero Industrial  
Colegiado nº: 2.431 C.O.I.I.A.R.

Coordinador de Seguridad y Salud en fase de proyecto: No precisa al no existir más de un proyectista.

## 2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).



### 3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS

#### 3.1.- RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE

No existen riesgos evitables completamente.

#### 3.2.- RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

##### INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Contactos eléctricos directos e indirectos.

Los derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga.

Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.

Mal comportamiento de las tomas de tierra.

Incendios por cortocircuito.

Caída de personal.

##### MOVIMIENTOS DE TIERRAS: DESBROCE, DESMONTE Y TERRAPLENADO

Caídas de personas a distinto nivel

Caídas de personas al mismo nivel

Deslizamiento de tierras y/o rocas

Desprendimientos de tierras y/o rocas

Pisadas sobre objetos

Choques contra objetos móviles

Golpes por objetos o herramientas

Proyección de fragmentos o partículas

Inhalación de polvo

Ruido

Exposición a contactos eléctricos

Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria y camiones

Problemas de circulación interna debidos al mal estado de las pistas de acceso

Riesgos a terceros, derivados de la intromisión descontrolada de los mismos

Atropellos y colisiones originados por maquinaria.

Vuelcos y deslizamientos de vehículos de obra.

Caídas en altura, de personas, materiales o vehículos.



Caídas al mismo nivel.  
Generación de polvo.  
Desprendimiento de taludes.

## **HORMIGONADO**

Caídas de personal al mismo nivel por falta de orden y limpieza.  
Caídas de personal al vacío.  
Caídas de materiales y/o herramientas.  
Golpes y atrapamientos.  
Pisadas sobre objetos punzantes.  
Rotura de encofrados.  
Electrocución.  
Se cumplirán las normas para vías de circulación interior de la obra.

## **ALBAÑILERÍA EN GENERAL**

Caídas de personas.  
Cortes y golpes por el manejo de objetos y herramientas manuales.  
Dermatitis por contacto con el cemento.  
Partículas en los ojos.  
Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos (cortando ladrillo).  
Electrocución.

## **FIRMES Y PAVIMENTOS**

Cuerpos extraños en los ojos  
Sobreesfuerzos  
Atropellos, colisiones y vuelcos  
Ruidos y vibraciones  
Ambiente pulvígeno  
Quemaduras  
Caídas al subir o bajar de máquinas  
Lesiones, pinchazos y cortes en pies  
Dermatosis por contacto con productos asfálticos  
Inhalación de sustancias tóxicas



## **SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL**

Caídas de operarios al mismo nivel  
Caídas de operarios a distinto nivel  
Caídas de objetos sobre operarios  
Choques o golpes contra objetos  
Fuentes fuertes vientos  
Cuerpos extraños en los ojos  
Caídas de materiales transportados  
Condiciones meteorológicas adversas  
Cortes en brazos y manos  
Pinchazos y cortes en pies  
Derrame de productos  
Golpes o cortes con herramientas

## **3.2.- PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES**

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

Vallas de limitación y protección  
Señales de tráfico  
Señales de seguridad  
Cinta de balizamiento  
Topes de desplazamiento de vehículos  
Balizamiento luminoso  
Extintores  
Interruptores diferenciales  
Tomas de tierra

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Casco de seguridad  
Guantes de uso general  
Guantes de goma  
Guantes de cuero  
Botas de seguridad  
Mono de trabajo



Gafas antipartículas  
Trajes de agua  
Mascarillas antipolvo  
Protectores auditivos  
Chalecos anti reflectantes  
Cinturones de seguridad

### **3.3.- PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS**

Se cumplirán las condiciones impuestas en el presente documento y evitarán interferencias o trabajos en las edificaciones colindantes; en cualquier caso, los propietarios de las naves anexas serán avisados de que se van a realizar trabajos en cubierta.

### **3.4.- RIESGOS LABORALES ESPECIALES**

Se realizarán trabajos de excavación de zanjas en las proximidades de un Centro de Transformación, por lo que podrán existir riesgos por la proximidad de líneas eléctrica de Alta Tensión.

Para los trabajos de excavación de zanjas se realizarán extremando las precauciones, y con las indicaciones de un operario al operador del vehículo excavadora, para evitar la interferencia con las posibles líneas de alta tensión.

## **4.- MEDIDAS GENERALES PARA LA ELIMINACION Y PREVENCION DE RIESGOS**

Estabilidad y solidez. Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo serán sólidos y estables teniendo en cuenta el número de trabajadores que los ocupen, las cargas máximas y su distribución y los factores externos que pudieran afectarles. Si los elementos no aseguran su estabilidad propia deberán adoptarse fijaciones apropiadas y seguras con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario.

Caída de objetos. Se establece como obligatorio el uso del casco para todos los trabajadores y personal de la obra así como para toda aquella persona que visite la misma si se estuvieran realizando transporte de materiales en altura. Los materiales, equipos y herramientas deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su caída, desplome o vuelco.

Factores atmosféricos: Al objeto de proteger a los trabajadores se suspenderán los trabajos cuando las inclemencias atmosféricas sean tales que puedan comprometer su seguridad y su salud.

Aparatos elevadores y accesorios de izado. Estarán a lo dispuesto en su normativa específica. No obstante, deberán ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que están destinados, instalarse y utilizarse correctamente, mantenerse en buen estado de funcionamiento y ser anejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada. Deberá colocarse en los propios aparatos y de manera visible la indicación de la carga máxima que admiten. Los aparatos elevadores y sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquéllos a los que están destinados.



Instalaciones, máquinas y equipos. Estarán a lo dispuesto en su normativa específica si bien deberán estar diseñados y contruidos, en la medida de lo posible, en función de los principios de la ergonomía. Así mismo deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento y utilizarse correctamente por personal adecuadamente capacitado.

Instalaciones de distribución de energía. Deberán mantenerse y verificarse con regularidad. Las existentes antes del comienzo de la obra deben localizarse, verificarse y señalizarse claramente. No se llevarán a cabo trabajos dentro del radio de 5 metros de cualquier tendido eléctrico aéreo; en su caso deberá procederse a dejar el tendido sin tensión. Se colocarán avisos o barreras para mantener a las personas y vehículos alejados de los tendidos eléctricos. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo un tendido eléctrico que no pueda dejarse sin tensión se utilizará señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura de modo que se garantice en todo momento el alejamiento adecuado.

Instalación eléctrica. Se estará a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico e Instrucciones MIE BT complementarias. Se adoptarán las protecciones pertinentes contra contactos directos e indirectos mediante las correspondientes protecciones diferenciales y de tierras. Así mismo se adoptarán las protecciones contra riesgo de incendio y explosión. Los dispositivos de protección deben ser acordes a las condiciones de suministro, potencia instalada y competencia de las personas que han de tener acceso a la instalación.

Derribos y demoliciones. Deberán llevarse a cabo bajo supervisión de persona competente y realizarse adoptando las precauciones, métodos y procedimientos apropiados.

Vías y salidas de emergencia. Deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. En caso de peligro, todos los lugares de trabajo podrán evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores. Las vías de salida específicas de emergencia quedarán señalizadas conforme al RD 485/97; la señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente para asegurar su duración durante toda la duración de la obra. Las vías de salida de emergencia así como sus accesos y puertas no deben quedar obstruidas en ningún momento por objeto alguno de forma que deben poder utilizarse sin trabas en cualquier momento. En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia deberán quedar equipadas con alumbrado de emergencia autónomo.

Detección y lucha contra incendios. Se contará con extintores móviles de polvo polivalente de 12 Kg de carga, adecuadamente señalizados y ubicados en las zonas de acopio de material, combustibles, servicios de personal y lugares de descanso así como en las diversas zonas de trabajo. En las proximidades de los cuadros eléctricos deberán disponerse extintores de CO2. No se considera preciso adoptar sistemas adicionales de detección ni tampoco de alarma en función de las condiciones particulares de la obra.

Ventilación. Las condiciones particulares de la obra hacen que no se requieran medidas concretas en relación con la ventilación; la disponibilidad de aire limpio en cantidad suficiente para los trabajadores queda asegurada en cualquier caso sin necesidad de adoptar ninguna medida específica.

Ruido. Se dispondrá de cascos auditivos en el desarrollo de trabajos que generen ruidos, así como en los casos en los que haya operativa aeroportuaria en las proximidades de la obra. Se facilitarán cascos de protección acústica para los trabajos.

Polvo, gases y vapores. No se requieren medidas de protección colectiva dadas las condiciones particulares de la obra. Para casos específicos se facilitarán a los trabajadores mascarillas para protección contra polvo; no se prevé que en la obra se produzcan riesgos de inhalación de gases ni vapores ni presencia en atmósferas peligrosos.

Iluminación. Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra tendrán, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener iluminación artificial adecuada y suficiente; se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color de la luz artificial no alterará no influirá en la percepción de las señales o paneles de señalización. Los puntos de luz estarán colocados de forma que no suponga riesgo alguno para los trabajadores. Los locales, los



lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

Temperatura. Será la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias los permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y de las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

Espacio de trabajo. Las dimensiones del puesto de trabajo permitirán que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

Primeros auxilios. Las condiciones de la obra hacen que no sea exigible la existencia de local específico de primeros auxilios. No obstante, se adoptarán las medidas pertinentes para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Así mismo se dispondrá en la propia obra de un botiquín adecuadamente dotado con los productos al uso (algodón, gasas, agua oxigenada, alcohol, yodo, mercurio-cromo, "tiritas", etc.). Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Se deberá disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

Servicios higiénicos. Los trabajadores deberán disponer en la propia obra de vestuarios, lavabos y retretes; los vestuarios contarán con taquillas y bancos. Serán utilizados por separado por hombres y mujeres. Se utilizarán los medios existentes de los que dispone el promotor.

Locales de descanso. Los trabajadores deberán poder disponer en la propia obra de un local con al menos una mesa y asientos con respaldo con capacidad para acoger a todos los trabajadores que simultáneamente estén presentes en el trabajo. Se utilizarán los medios existentes de los que dispone el promotor.

Locales de alojamiento. No se requieren.

Mujeres embarazadas y madres lactantes. Deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

Trabajadores minusválidos. Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso, a los trabajadores minusválidos. Acceso a la obra y perímetro de la misma. Estarán señalizados claramente visibles e identificables.

Agua potable y bebida. Los trabajadores deberán disponer en la obra de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

## 5. BOTIQUÍN

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.



## 6. TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del Artículo 6 del Real Decreto 1627/1.997 establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

| Reparación, conservación y mantenimiento  |  |  |
|---|--|--|
| Riesgos más frecuentes  | Medidas Preventivas  | Protecciones Individuales  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas al mismo nivel en suelos</li> <li>• Caídas por resbalones</li> <li>• Contactos eléctricos por accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos.</li> <li>• Fuego por combustibles, modificación de elementos de instalación eléctrica o por acumulación de desechos peligrosos</li> <li>• Impacto de elementos de la maquinaria, por desprendimientos de elementos constructivos, por deslizamiento de objetos, por roturas debidas a la presión del viento, por roturas por exceso de carga</li> <li>• Contactos eléctricos directos e indirectos</li> <li>• Contaminación por ruido</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer buena iluminación en la zona.</li> <li>• Seguir la operativa indicada por el promotor para realizar los trabajos de carga y descarga.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ropa de trabajo</li> <li>• Disponer de extintores.</li> </ul> |



## 7. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

## 8. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

## 9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo



largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

## 10. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

EL contratista localizará y listará los centros de Asistencia Sanitaria a los que asistirá en el caso de que se produzca un accidente de trabajo. Las direcciones y números de teléfono estarán en la obra a disposición de los trabajadores.

Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.

Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.



Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

## 11. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.

Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.

Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.

Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

## 12. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los



representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

### **13. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

### **14. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

### **15. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS**

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.



## 16. CONCLUSIÓN

Mediante el presente documento se considera haber dado cumplimiento a lo exigido por el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción. En cualquier caso, el ingeniero que suscribe se pone a disposición de las autoridades competentes para cualquier consulta, aclaración y/o modificación que se considere pertinente.

Zaragoza, febrero de 2022

El Ingeniero Industrial

Fdo.: Javier Ruiz de la Cuadra  
Colegiado N°: 2.431 C.O.I.I.A.R.  
Al servicio de sQUADRA PROYECTOS I-D, S.L.



# PLANOS

Entidad peticionaria

EPIC POWER CONVERTERS. S.L.

Emplazamiento del proyecto

Calle F Oeste, grupo G. Quejido, nave 93  
Polígono Malpica - 50016 ZARAGOZA

Redactor del documento



**sQUADRA PROYECTOS I-D, S.L.**

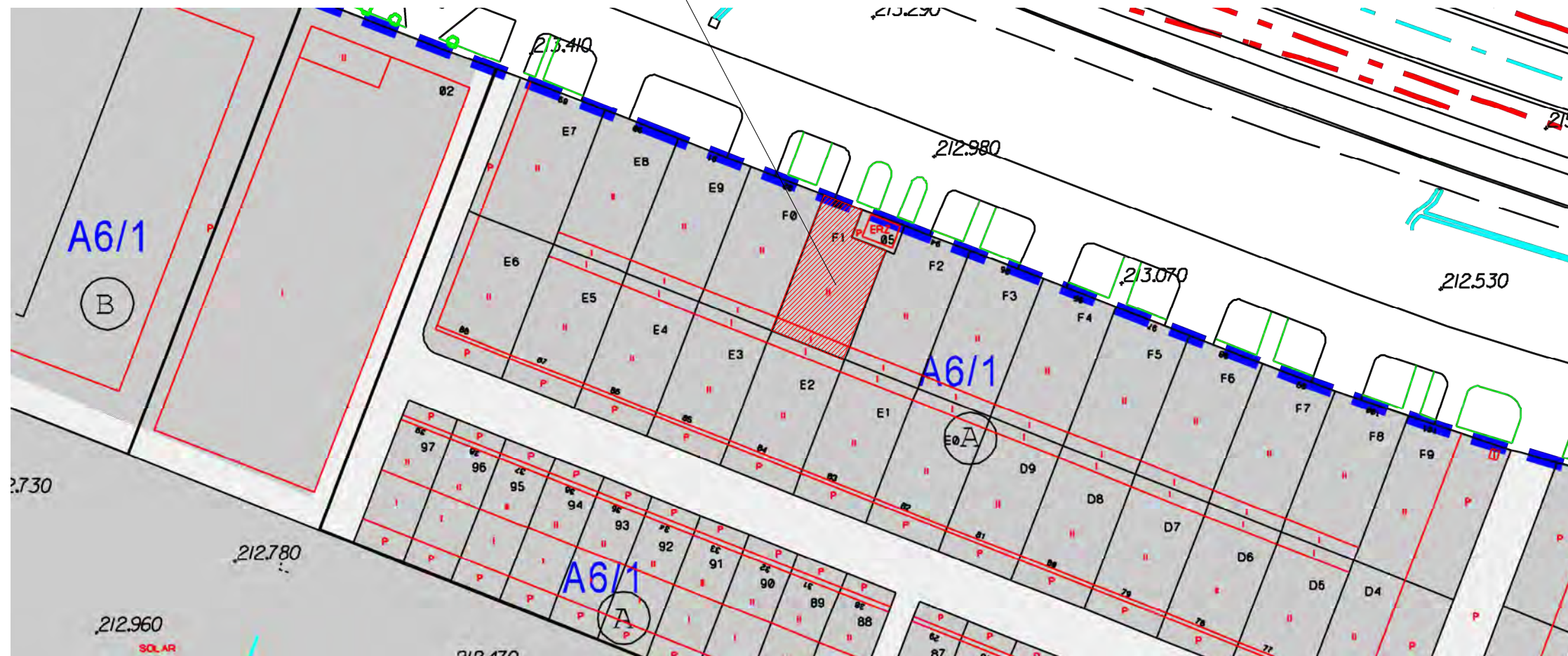
JAVIER RUIZ DE LA CUADRA  
INGENIERO INDUSTRIAL,  
Col 2431 C.O.I.I.A.R



Fecha: Febrero de 2022

Referencia: 2022\_07 EPIC – I. CARGADOR

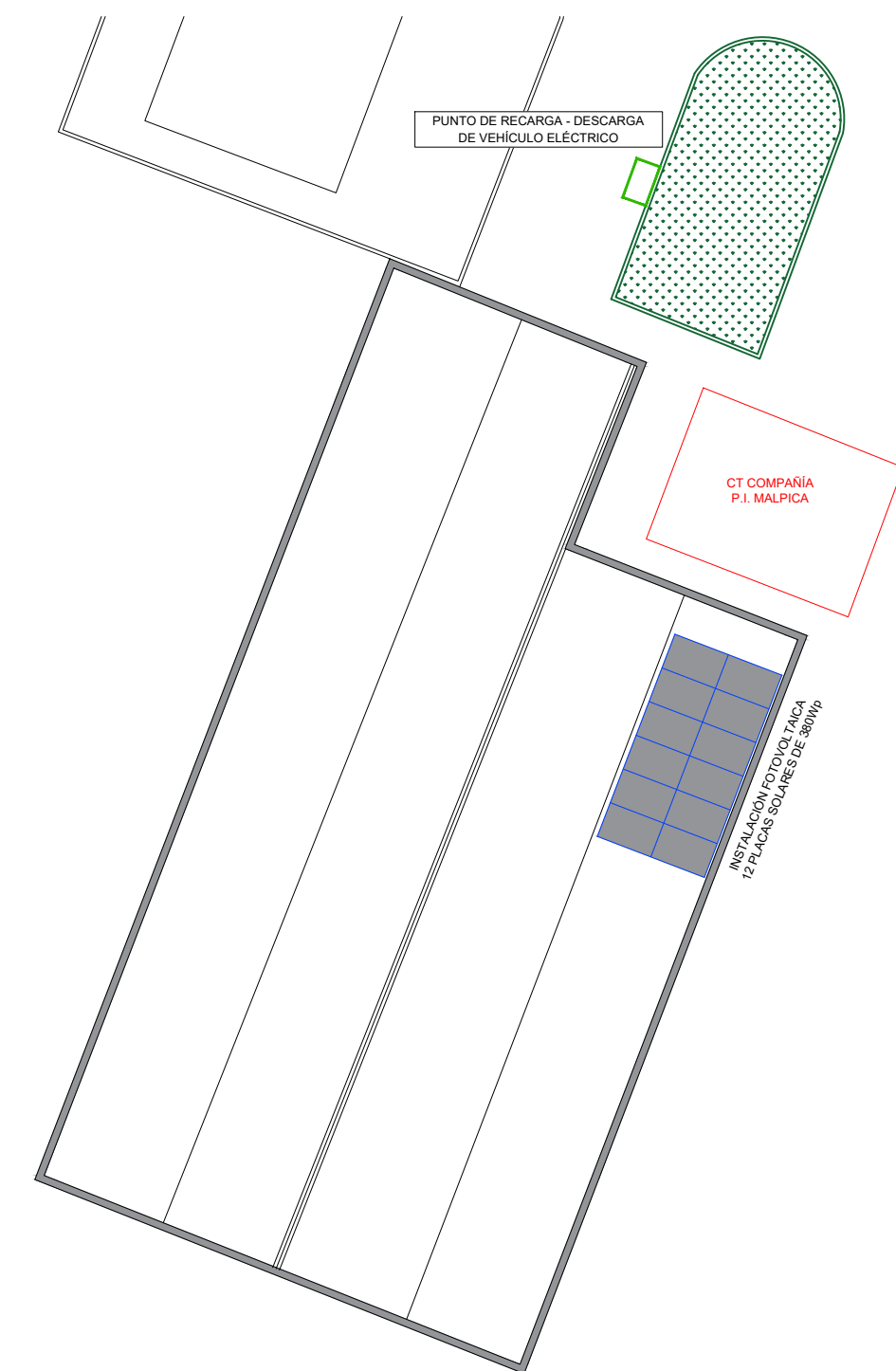
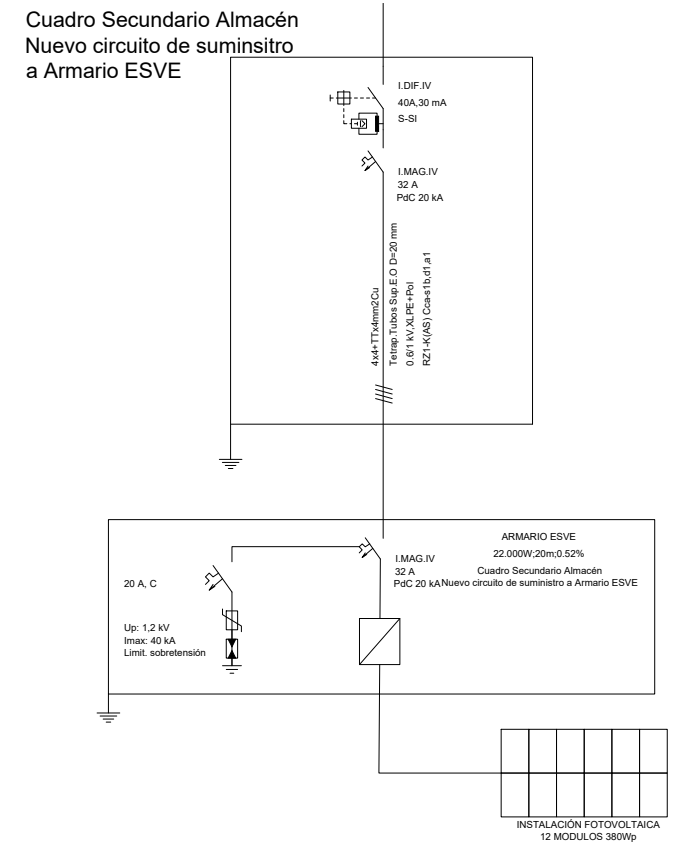
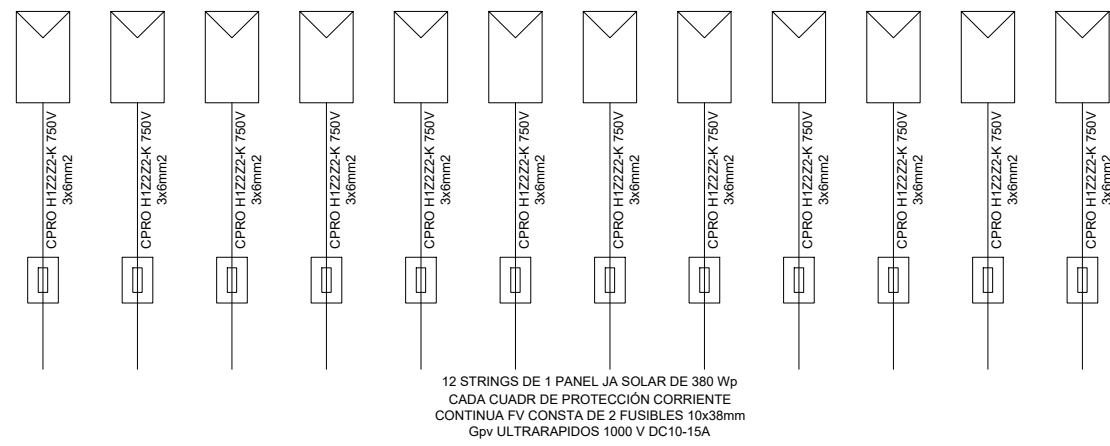


EPIC POWER  
P.I. MALPICA



|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| EL INGENIERO<br>                          |  | PROPIEDAD<br> epic power |  |
| Javier Ruiz de la Cuadra<br>Colegiado nº 2.431 del C.O.I.I.A.R.<br>sQUADRA PROYECTOS I-D, S.L.                                 |  |   |  |
| N° PLANO<br><div>01</div>  |  | ESCALA<br><b>A3: Varias</b><br>VERSIÓN<br><b>V0</b>   |  |
|  |  | FECHA:<br><b>NOV 2021</b><br>REF:<br><b>2022_07 PEBT</b>  |  |
| <p align="center"><b>P. INST. AUTOCONSUMO CON ACUMULACIÓN SIN EXCEDENTES EN PUNTO DE RECARGA PARA VEHICULOS ELECTRICOS</b></p> |  |   |  |
| <p align="center"><b>PLANTA GENERAL</b></p>  |  |   |  |
| EMPLAZAMIENTO<br><p align="center"><b>P.I. MALPICA C/ F - OESTE, NAVE 93<br/>(GREGORIO QUEJIDO) 50.016 - ZARAGOZA</b></p>      |  |   |  |





|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| EL INGENIERO       |  | PROPIEDAD  |  |
| Javier Ruiz de la Cuadra<br>Colegiado nº 2.431 del C.O.I.I.A.R.<br>sQUADRA PROYECTOS I.D., S.L.         |  |   |  |
| Nº PLANO<br><br><div>01</div>   |  | ESCALA:<br><b>A2: Varias</b><br>VERSIÓN<br><b>V0</b>  |  |
|   |  | FECHA:<br><b>Feb 2022</b><br>REF:<br><b>2022_07 PEBT</b>  |  |
| P. INST. AUTOCONSUMO CON ACUMULACIÓN SIN<br>EXCEDENTES EN PUNTO DE RECARGA PARA<br>VEHICULOS ELECTRICOS |  |   |  |
| <div>PLANTA GENERAL<br/>Y ESQUEMA UNIFILAR</div>  |  |   |  |
| EMPLAZAMIENTO<br>P.I. MALPICA C/ F - OESTE, NAVE 93<br>(GREGORIO QUEJIDO) 50.016 - ZARAGOZA             |  |   |  |





# HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS

## Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

## Ingenieros

Nombre: JAVIER RUIZ DE LA CUADRA

Colegio: ARAGÓN Y LA RIOJA

Número colegiado/a: 2431

Firma colegiado/a:

Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Colegio:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:



CERTIFICADO FINAL DE OBRA  
INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO  
CON ACUMULACION SIN EXCEDENTES  
EN PUNTO DE RECARGA  
PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

ASOCIADO A  
PROYECTO PILOTO MOVES



Entidad peticionaria

EPIC POWER CONVERTERS. S.L.

Emplazamiento del proyecto

Calle F Oeste, grupo G. Quejido, nave 93  
Polígono Malpica - 50016 ZARAGOZA

Redactor del documento



**sQUADRA PROYECTOS I-D, S.L.**

JAVIER RUIZ DE LA CUADRA  
INGENIERO INDUSTRIAL,  
Col 2431 C.O.I.I.A.R

Fecha: Marzo de 2022  
Referencia: 2022\_07 EPIC – I. CARGADOR



# CERTIFICADO

Entidad peticionaria

EPIC POWER CONVERTERS. S.L.

Emplazamiento del proyecto

Calle F Oeste, grupo G. Quejido, nave 93  
Polígono Malpica - 50016 ZARAGOZA

Redactor del documento



**sQUADRA PROYECTOS I-D, S.L.**

JAVIER RUIZ DE LA CUADRA  
INGENIERO INDUSTRIAL,  
Col 2431 C.O.I.I.A.R

Fecha: Marzo de 2022

Referencia: 2022\_07 EPIC – I. CARGADOR



**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE OBRA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>D./Dña.:</b>            | <b>JAVIER RUIZ DE LA CUADRA (Al servicio de sQUADRA PROYECTOS I-D, S.L.)</b> |
| <b>Título facultativo:</b> | <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>  |
| <b>Domicilio en:</b>       | <b>PASEO INDEPENDENCIA, 24-26, PLANTA 4, OFICINA 11 - ZARAGOZA</b>           |
| <b>Colegiado n°:</b>       | <b>2431 Colegio Oficial: COIAR</b>   |

En cumplimiento de lo preceptuado por el R.D. 2135/80 de Liberalización Industrial, O.M. de 19.12.1980 que lo desarrolla y Ley 21/1992, de Industria.

**CERTIFICA :**

|  |  |
|--|--|
| <b>Haber dirigido la instalación de:</b> | <b>INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO SON ACUMULACIÓN SIN EXCEDENTES EN PUNTO DE RECARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS</b> |
| <b>Titular:</b>                          | <b>EPIC POWER CONVERTERS, S.L.</b>   |
| <b>Dirección:</b>                        | <b>CALLE F OESTE, NAVE 93 (CRUPO GREGORIO QUEJIDA)<br/>50.016 - P.I. MALPICA (ZARAGOZA)</b>                    |

relativas al Proyecto redactado y presentado en la División Provincial de Industria y Energía

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| <b>Nº de expediente:</b>                     |                                     |
| <b>siendo realizada la instalación por :</b> | <b>MANUEL ANTONIO LOPEZ LORENZO</b> |
| <b>Nº Carnet:</b>                            | <b>09771930N</b>                    |
| <b>Nº DCE:</b>                               |                                     |

y que la misma se adapta al proyecto referido y satisface los requisitos que prescriben los Reglamentos y disposiciones vigentes que le afectan y en especial a lo dispuesto en el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Complementarias.

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Observaciones :</b> | <p>Instalación de recarga de vehículo eléctrico en modo de carga 4, pero con la posibilidad de utilizar la batería del vehículo como punto de recarga de la instalación en la que se encuentra conectada.</p> <p>La Instalación cuenta con placas solares para realizar la carga de las baterías. El punto de recarga se ha diseñado como un sistema de carga modo 4 según REBT ITC BT-52, pero que al contar con la posibilidad de utilizar la batería del vehículo como punto de suministro, no se ha diseñado como un sistema convencional de carga de vehículos.</p> <p>SE CONSIDERA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO CON ACUMULACIÓN SIN EXCEDENTES, ya que no se realizará vertido a la red de suministro.</p> |
|------------------------|--|

Y para que conste se extiende el presente Certificado, junto con el anexo correspondiente y esquema definitivo, en

**Zaragoza** , **01** de **MARZO** de 20 **22**

|               |   |
|---------------|---|
| <b>VISADO</b> | <b>Firma del Ingeniero/a Industrial</b> |
|               |   |



**TIPO DE INSTALACION:**

|                                     |              |                          |                      |                                     |         |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------|-------------------------------------|---------|
| <input type="checkbox"/>            | PUBLICO      | <input type="checkbox"/> | PUBLICA CONCURRENCIA | <input checked="" type="checkbox"/> | OTROS : |
| <input type="checkbox"/>            | LOCAL HUMEDO | <input type="checkbox"/> | LOCAL POLVORIENTO    |                                     |         |
| <input checked="" type="checkbox"/> | LOCAL MOJADO | <input type="checkbox"/> | PRIVADO              |                                     |         |

|                          |                               |                          |         |                          |          |                          |           |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------|--------------------------|----------|--------------------------|-----------|
| <input type="checkbox"/> | LOCAL CON RIESGO DE INCENDIO: | <input type="checkbox"/> | Clase I | <input type="checkbox"/> | Clase II | <input type="checkbox"/> | Clase III |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------|--------------------------|----------|--------------------------|-----------|

|  |  |  |   |     |  |                 |
|--|--|--|---|-----|--|-----------------|
| ORIGEN ALIMENTACION:                         | Instalación interior eléctrica existente                         |  |   |     |  |                 |
| TENSION:                                     | 400  |  |   |     |  | V               |
| POTENCIA INSTALADA:                          | 22.000   |  |   |     |  | W               |
| POTENCIA A CONTRATAR:                        | No se modifica   |  |   |     |  | W               |
| POTENCIA MAXIMA ADMISIBLE:                   | 22.170   |  |   |     |  | W               |
| ACOMETIDA:                                   |  |  |   |     |  | mm <sup>2</sup> |
| DISPOSITIVO GENERAL DE PROTECCION:           | Bases:   |  | A | c/c |  | A               |
| LINEA DE ENLACE O DERIVACION INDIVIDUAL:     | 5G16   |  |   |     |  | mm <sup>2</sup> |
| CANALIZACION:                                | Bandeja y Bajo Tubo  |  |   |     |  |                 |
| SITUACION DEL EQUIPO DE MEDIDA:              | Contador General de la nave.<br>Equipo medida electrónico (SAVE) |  |   |     |  |                 |
| ICPM/Int. Gral:                              |  |  |   |     |  |                 |
| PROTECCION DIFERENCIAL:                      | 4x40 A/ 30 mA (SI)   |  |   |     |  |                 |
| TIPO DE CONDUCTOR Inst. Interior:            | RZ1-K (AS) 5G16  |  |   |     |  |                 |
| CANALIZACIÓN INST. INTERIOR:                 | Bandeja y Tubo PVC Zero Halógenos                                |  |   |     |  |                 |
| RECEPTORES Y TIPO DE PUNTOS DE UTILIZACIÓN : | Según proyecto. No se ha modificado                              |  |   |     |  |                 |

|                                   |   |  |       |
|-----------------------------------|---|--|-------|
| PUESTA A TIERRA:                  | El edificio cuenta con una red de tierras y la nueva instalación se ha conectado a la red existente.. |  |       |
| Resistencia de la Toma de Tierra: |   |  | Ohms. |

|                                     |         |  |       |
|-------------------------------------|---------|--|-------|
| RESISTENCIA DE AISLAMIENTO:         |         |  |       |
| Entre conductores Activos :         | >99.000 |  | Ohms. |
| Entre conductores Activos y Tierra: | >99.000 |  | Ohms. |

Zaragoza , 01 de Marzo de 20 22

|        |                                  |
|--------|----------------------------------|
| VISADO | Firma del Ingeniero/a Industrial |
|        |                                  |



## INSTALACIONES ELÉCTRICAS BAJA TENSIÓN

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE OBRA

C0002

(Versión 2)

Nº EXPEDIENTE

## TITULAR DE LA INSTALACIÓN

NIF/NIE/Nº VAT B99349623

Nombre y apellidos / Razón social EPIC POWER CONVERTERS, S.L.

e-mail logan@epicpower.es

Teléfono

## EMPLAZAMIENTO Y DENOMINACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Calle/Plaza/Otros. AVDA. TENOR FLETA

Nº/Piso 18-20, LOCAL

Provincia ZARAGOZA

Localidad ZARAGOZA

Denominación EPIC POWER

Código Postal 50007

OBJETO DE LA DIRECCION DE OBRA: ☒ Nueva instalación ☐ Modificación de importancia ☐ Ampliación

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN

Uso de instalación (1) 13A INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO

Nº plazas de estacionamiento (caso uso de garajes) o Potencia instalada en todo el edificio en kW (si destino "viviendas")

Potencia ampliada (2) 0,00 kW

Potencia instalada (3) 4,56 kW

Potencia máxima admisible (4) kW

Fases Neutro  
Tensión 400 V 3 1☐ Tiene aprobadas técnicas de seguridad equivalentes (Art. 23 apartado 3.b) del Reglamento), o está autorizada la excepción del cumplimiento de determinadas prescripciones del Reglamento con medidas de seguridad alternativas (Art. 24 del Reglamento)

## RED DE DISTRIBUCION, LINEA GENERAL DE ALIMENTACION, DERIVACION INDIVIDUAL Y PROTECCIONES

Tipo (5) INTERIOR

Sección 5G16 mm<sup>2</sup> Cu

Interruptor General Automático o c/c 32 A

Interruptor Diferencial 40 A

Sensibilidad 30 (SI) mA

## MEDICIÓN AISLAMIENTO

Resistencia de aislamiento >99 K  $\Omega$ PUESTA A TIERRA Resistencia  $\Omega$ Línea enlace mm<sup>2</sup> Cu Línea principal 5G16 mm<sup>2</sup> Cu

Nº DE INSTALACIONES FINALES INDEPENDIENTES OBJETO DE ESTE CERTIFICADO DE DIRECCION DE OBRA

1 Uds

## EMPRESA INSTALADORA EN BAJA TENSIÓN QUE REALIZÓ LA INSTALACIÓN (Con la categoría y modalidades adecuadas)

Nombre y apellidos o Razón Social MANUEL ANTONIO LOPEZ LORENZO

NIF/NIE/Nº VAT 09771930N

## DIRECTOR DE OBRA

Nombre JAVIER RUIZ DE LA CUADRA (SQUADRA P. I-D, SL)

NIF/NIE 29119291A

Dirección Pº INDEPENDENCIA, 24-26, P4, OF 11

Provincia ZARAGOZA

Localidad ZARAGOZA

Código Postal 50004

Colegio Oficial COIAR

Nº de colegiado 2431

## VISADO

Por C. Oficial COIAR

Fecha de visado

Nº de visado

El técnico firmante con el título facultativo de INGENIERO INDUSTRIAL y cuyos datos constan anteriormente.

## CERTIFICA:

Que la referida instalación, ya terminada y realizada bajo mi dirección por el instalador autorizado en Baja Tensión referido anteriormente, se ajusta al proyecto específico registrado con este expediente, con las variaciones y datos principales que figuran en este impreso, además de las variaciones e informe indicados al dorso y cumple todos los requisitos exigidos en la reglamentación técnica aplicable a este tipo de instalaciones (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002), habiéndose efectuado con resultado satisfactorio las pruebas y reconocimientos que se especifican al dorso.

ZARAGOZA a 01 de MARZO de 2022

Fdo. El técnico titulado competente

- (1) Según Tabla 1 del Anexo II de la Orden de 5 de octubre de 2017, de regulación de determinados procedimientos administrativos en materia de seguridad industrial de las instalaciones eléctricas de baja tensión.
- (2) Mayor que 0 si se ha realizado una "Ampliación", mayor o igual a 0 si una "Modificación de importancia", e igual a 0 si una "Nueva instalación" o "Modificación".
- (3) La definida en la ITC-BT-01 "Terminología" del RD 842/2002, una vez realizada una "Nueva instalación", "Modificación de importancia", "Ampliación" o "Modificación".
- (4) La citada en la ITC-BT-41 del RD 2413/1973. Se cumplimentará en instalaciones anteriores al RD 842/2002 que no han tenido expedientes con este Reglamento.
- (5) Aérea, Subterránea, Interior.



# INSTALACIONES ELÉCTRICAS BAJA TENSIÓN

**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE OBRA**
**C0002**

(Versión 2)

N° EXPEDIENTE

**TITULAR DE LA INSTALACIÓN**

 NIF/NIE/N° VAT **B99349623**

 Nombre y apellidos / Razón social **EPIC POWER CONVERTERS, S.L.**

 e-mail **logan@epicpower.es**

Teléfono

**EMPLAZAMIENTO Y DENOMINACIÓN DE LA INSTALACIÓN**

 Calle/Plaza/Otros. **AVDA. TENOR FLETA**

 N°/Piso **18-20, LOCAL**

 Provincia **ZARAGOZA**

 Localidad **ZARAGOZA**

 Denominación **EPIC POWER**

 Código Postal **50007**
**OBJETO DE LA DIRECCION DE OBRA:** ☒ Nueva instalación ☐ Modificación de importancia ☐ Ampliación

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN**

 Uso de instalación (1) **16C RECARAG DE VEHICULO ELECTRICO PARA EL MODO DE CARGA 4**

N° plazas de estacionamiento (caso uso de garajes) o Potencia instalada en todo el edificio en kW (si destino "viviendas")

 Potencia ampliada (2) **0,00 kW**

 Potencia instalada (3) **22,00 kW**

 Potencia máxima admisible (4) **22,17 kW**

 Tensión **400 V**

 Fases **3**

 Neutro **1**
☐ Tiene aprobadas técnicas de seguridad equivalentes (Art. 23 apartado 3.b) del Reglamento), o está autorizada la excepción del cumplimiento de determinadas prescripciones del Reglamento con medidas de seguridad alternativas (Art. 24 del Reglamento)

**RED DE DISTRIBUCION, LINEA GENERAL DE ALIMENTACION, DERIVACION INDIVIDUAL Y PROTECCIONES**

 Tipo (5) **INTERIOR**

Sección

**5G16 mm<sup>2</sup> Cu**

 Interruptor General Automático o c/c **32 A**

 Interruptor Diferencial **40 A**

 Sensibilidad **30 SI mA**
**MEDICIÓN AISLAMIENTO**

Resistencia de aislamiento

**>99 K Ω**

PUESTA A TIERRA

 Resistencia **Ω**

Línea enlace

**mm<sup>2</sup> Cu**

Línea principal

**5G16 mm<sup>2</sup> Cu**

N° DE INSTALACIONES FINALES INDEPENDIENTES OBJETO DE ESTE CERTIFICADO DE DIRECCION DE OBRA

**1 Uds**
**EMPRESA INSTALADORA EN BAJA TENSIÓN QUE REALIZÓ LA INSTALACIÓN (Con la categoría y modalidades adecuadas)**

 Nombre y apellidos o Razón Social **MANUEL ANTONIO LOPEZ LORENZO**

 NIF/NIE/N° VAT **09771930N**
**DIRECTOR DE OBRA**

 Nombre **JAVIER RUIZ DE LA CUADRA (SQUADRA P. I-D, SL)**

 NIF/NIE **29119291A**

 Dirección **P° INDEPENDENCIA, 24-26, P4, OF 11**

 Provincia **ZARAGOZA**

 Localidad **ZARAGOZA**

 Código Postal **50004**

 Colegio Oficial **COIAR**

 N° de colegiado **2431**
**VISADO**

 Por C. Oficial **COIAR**

Fecha de visado

N° de visado

 El técnico firmante con el título facultativo de **INGENIERO INDUSTRIAL** y cuyos datos constan anteriormente.

**CERTIFICA:**

Que la referida instalación, ya terminada y realizada bajo mi dirección por el instalador autorizado en Baja Tensión referido anteriormente, se ajusta al proyecto específico registrado con este expediente, con las variaciones y datos principales que figuran en este impreso, además de las variaciones e informe indicados al dorso y cumple todos los requisitos exigidos en la reglamentación técnica aplicable a este tipo de instalaciones (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002), habiéndose efectuado con resultado satisfactorio las pruebas y reconocimientos que se especifican al dorso.

**ZARAGOZA** a **01** de **MARZO** de **2022**

Fdo. El técnico titulado competente

- (1) Según Tabla 1 del Anexo II de la Orden de 5 de octubre de 2017, de regulación de determinados procedimientos administrativos en materia de seguridad industrial de las instalaciones eléctricas de baja tensión.
- (2) Mayor que 0 si se ha realizado una "Ampliación", mayor o igual a 0 si una "Modificación de importancia", e igual a 0 si una "Nueva instalación" o "Modificación".
- (3) La definida en la ITC-BT-01 "Terminología" del RD 842/2002, una vez realizada una "Nueva instalación", "Modificación de importancia", "Ampliación" o "Modificación".
- (4) La citada en la ITC-BT-41 del RD 2413/1973. Se cumplimentará en instalaciones anteriores al RD 842/2002 que no han tenido expedientes con este Reglamento.
- (5) Aérea, Subterránea, Interior.



# PLANOS

Entidad peticionaria

EPIC POWER CONVERTERS. S.L.

Emplazamiento del proyecto

Calle F Oeste, grupo G. Quejido, nave 93  
Polígono Malpica - 50016 ZARAGOZA

Redactor del documento



**sQUADRA PROYECTOS I-D, S.L.**



JAVIER RUIZ DE LA CUADRA  
INGENIERO INDUSTRIAL,  
Col 2431 C.O.I.I.A.R

Fecha: Marzo de 2022

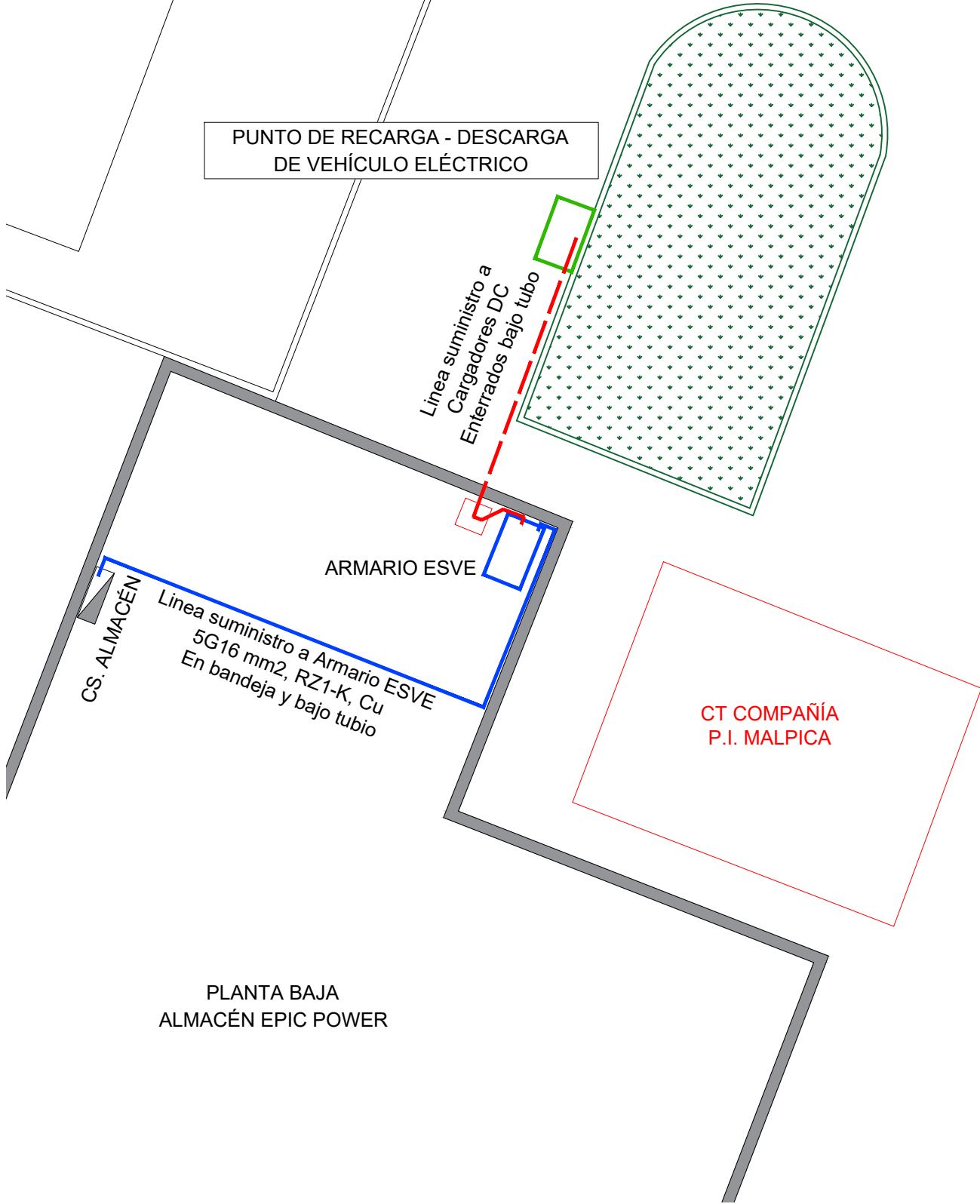
Referencia: 2022\_07 EPIC – I. CARGADOR



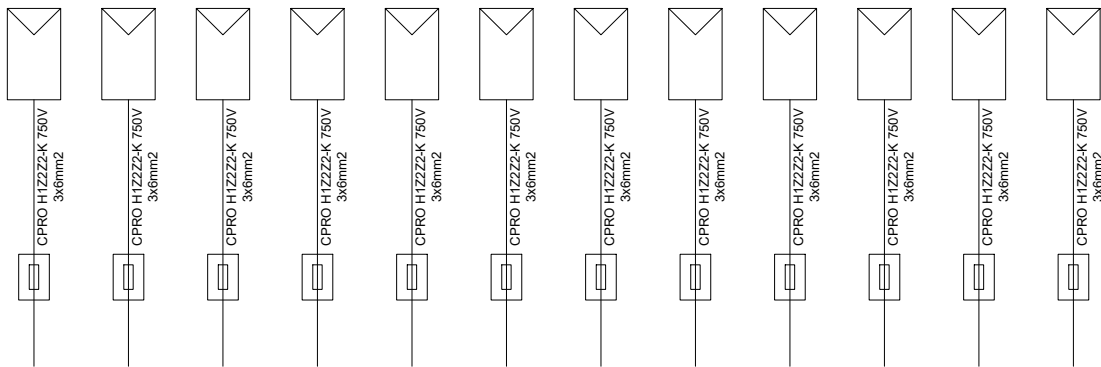
[illegible]

|  |                             |  |  |
|--|-----------------------------|--|--|
| EL INGENIERO<br>    |                             | PROPIEDAD<br> |  |
| Javier Ruiz de la Cuadra<br>Colegiado nº 2.431 del C.O.I.I.A.R.<br>sQUADRA PROYECTOS I-D, S.L.           |                             |  |  |
| Nº PLANO<br><br><div>01</div>  | ESCALA<br><b>A3: Varias</b> | FECHA:<br>NOV 2021   |  |
|  | VERSIÓN<br><b>V0</b>        | REF:<br>2022_07 PEBT   |  |
| CFO INST. AUTOCONSUMO CON ACUMULACIÓN SIN<br>EXCEDENTES EN PUNTO DE RECARGA PARA<br>VEHICULOS ELECTRICOS |                             |  |  |
| SITUACION Y EMPLAZAMIENTO  |                             |  |  |
| EMPLEAZAMIENTO<br>P.I. MALPICA C/ F - OESTE, NAVE 93<br>(GREGORIO QUEJIDO) 50.016 - ZARAGOZA             |                             |  |  |

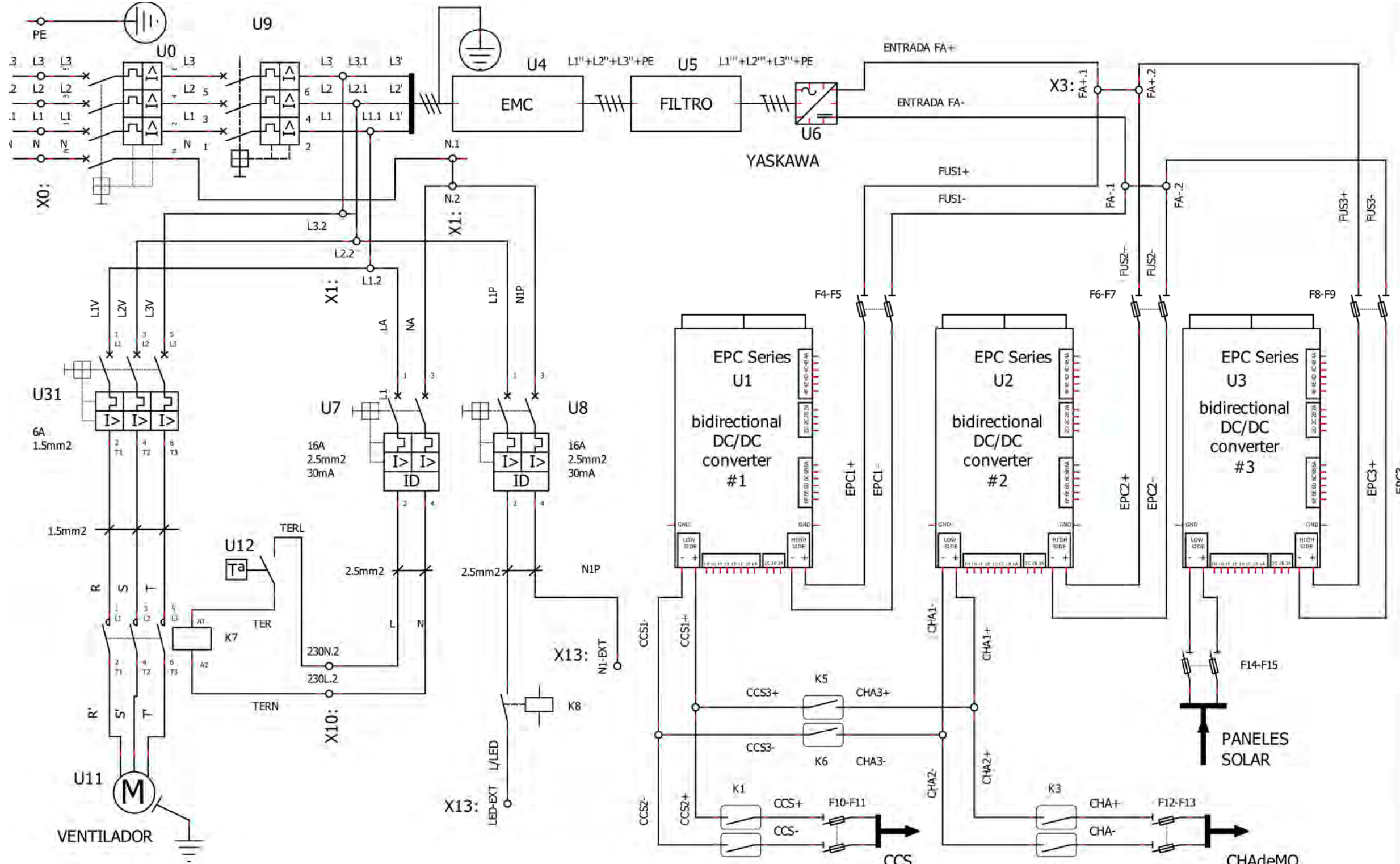




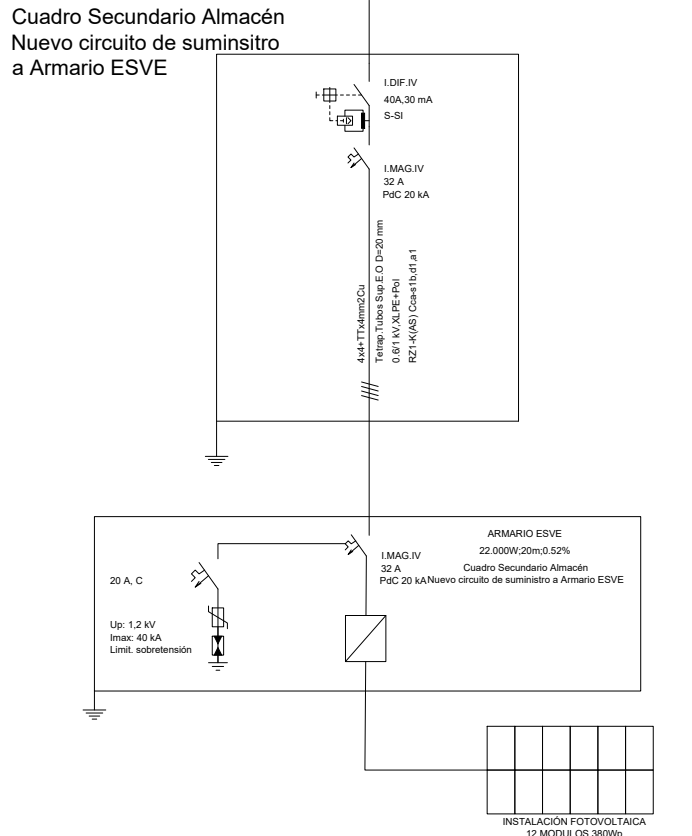
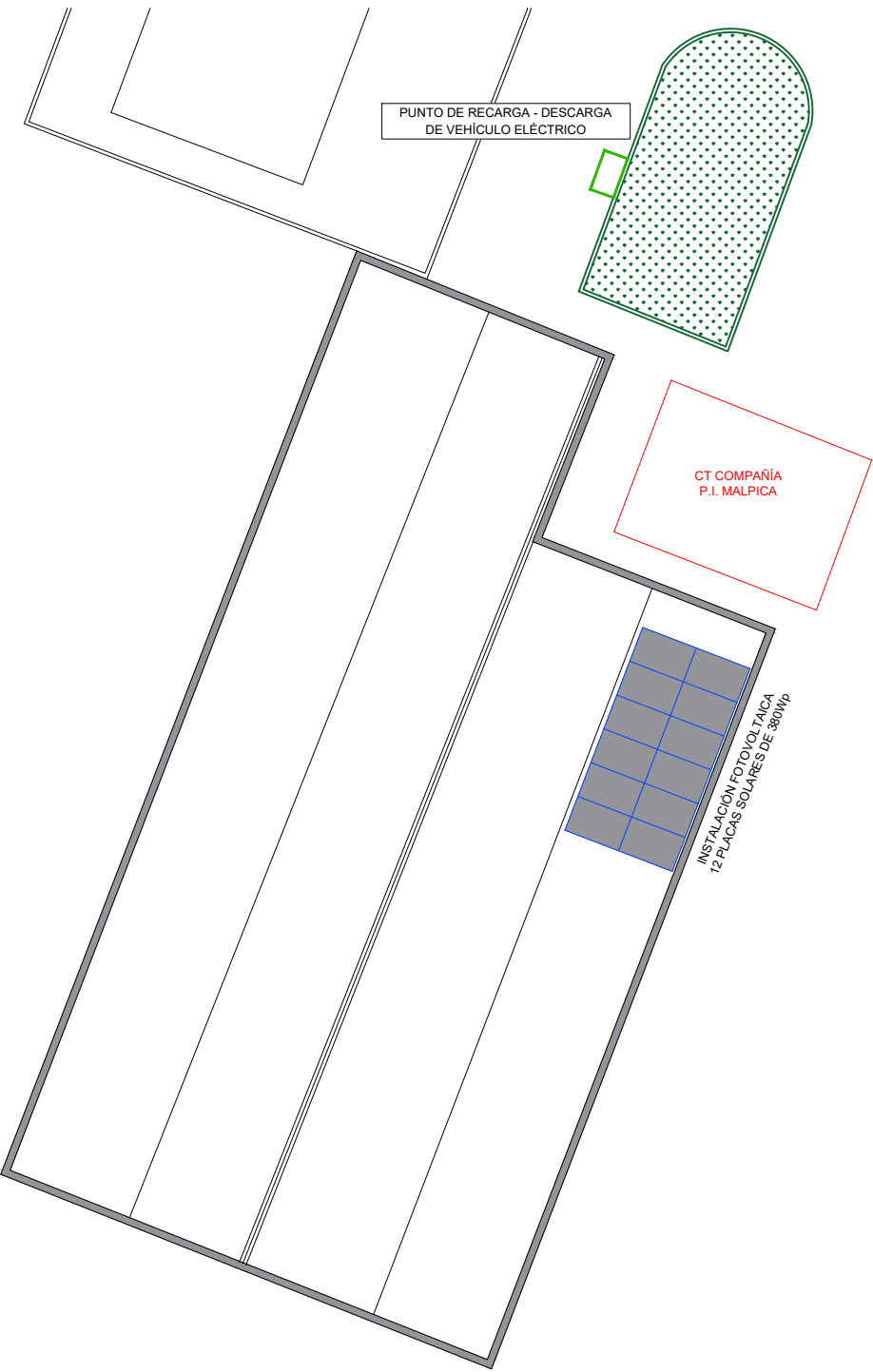
PLANTA BAJA  
ALMACÉN EPIC POWER



12 STRINGS DE 1 PANEL JA SOLAR DE 380 Wp  
CADA CUADRO DE PROTECCIÓN CORRIENTE  
CONTINUA FV CONSTA DE 2 FUSIBLES 10x38mm  
Gpv ULTRARAPIDOS 1000 V DC10-15A



PLANTA DE CUBIERTA  
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
E: 1/50







### 3.2. DOCUMENTOS JUSTIFICATIVOS DE LOS INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

A modo demostrativo de los indicadores de productividad de la financiación del proyecto se adjuntan a este documento los entregables mencionados en la memoria de solicitud del mismo como forma de garantizar la productividad del proyecto y el correcto desarrollo del mismo. Un total de 254 páginas de material técnico.

Se adjuntan en las siguientes páginas:

Entregable 3. Informe FTO (Freedom To Operate)

Entregable 4. Convertidor DC/DC

Entregable 5. Estudio de mercado

Entregable 5. Software interfaces para CHAdeMO y CCS

Entregable 7. Firmware de control de gestión

Entregable 8. Diseño mecánico de electrolinera

Entregable 9. Prototipo electrolinera con V2G

Entregable 10. Documentación y manuales de instalación y uso

Entregable 11. Resultados de test de compatibilidad

Entregable 12. Resultados de test de carga rápida

Entregable 13. Resultados de test de transferencia de carga entre vehículos

Entregable 15. Informe de difusión de la innovación

El entregable 14 corresponde al proyecto anterior del apartado 3.1



## **Entregable 3 versión 1.0**

### **Informe FTO**

#### **Paquete de Trabajo 0**

Project Management y coordinación

Actividad A3 Gestión de la propiedad industrial

Marzo 2022



## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se redacta lo requerido en el **Entregable 3** (Informe FTO) del **Paquete de Trabajo A3 Gestión de la propiedad industrial** cuyo objetivo es tener clara la estrategia de libertad para operar en el ámbito del trabajo de investigación a llevar a cabo en ese proyecto de innovación.

En cuanto a la estrategia de propiedad intelectual, la empresa EPIC POWER, no tiene en sus objetivos como empresa el llevar a cabo patentes internacionales. En el ámbito de trabajo en el que nos encontramos, la vigilancia tecnológica de las mismas sería inviable para una empresa de nuestro tamaño y el coste de llevarlas a cabo y sobre todo mantenerlas una vez aprobadas más allá de los 30 primeros meses, totalmente inabordables.

Así mismo y por los resultados encontrados en este informe, dudamos de la posibilidad de encontrar una temática sólida para patentar.

## 2. FTO PARA TECNOLOGÍA V2G

### **OBJETO Y ALCANCE DE LA BÚSQUEDA**

---

Las búsquedas realizadas se centran en dos partes importantes:

1. Búsqueda de patentes vivas relacionadas con la tecnología para conocer de forma general el estado del arte de la tecnología y datos importantes relativos a ella.
2. Búsqueda de artículos y otras informaciones públicas al comienzo del proyecto que permitan garantizar que todo lo implementado es previamente del dominio público.



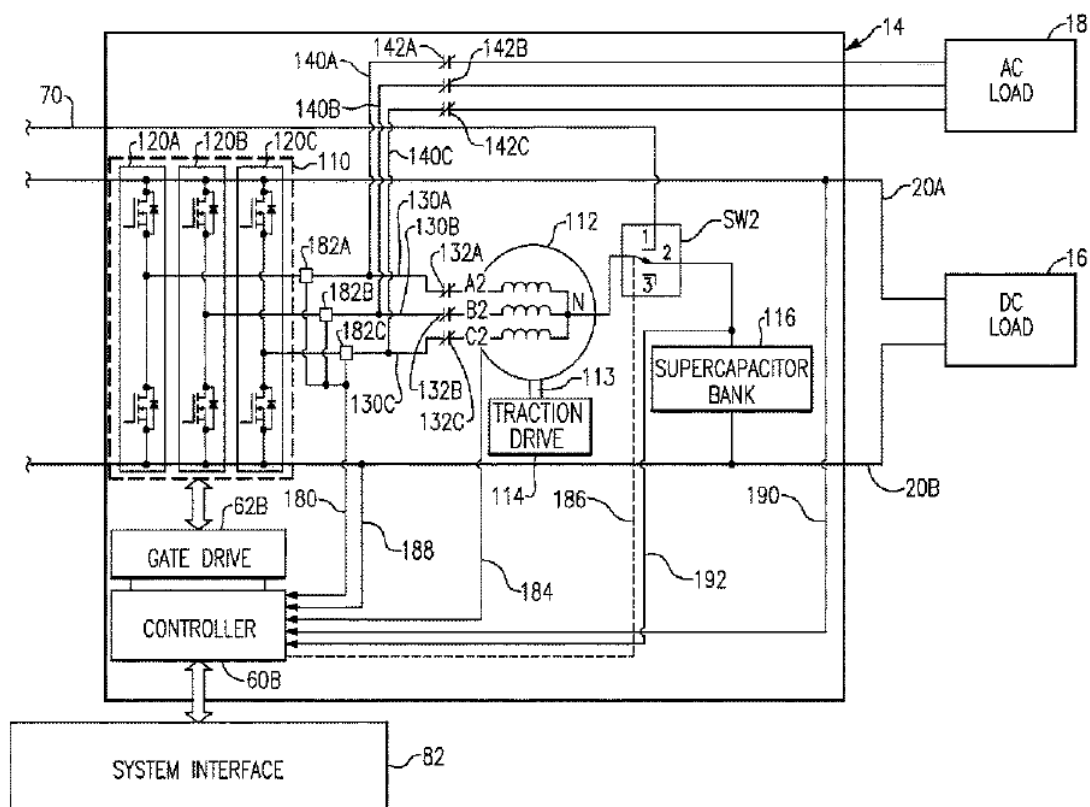
## RESULTADOS PATENTES

La búsqueda es muy grande, acotándose a las patentes globales. Tras éste análisis en el que se redujo el número de patentes a unas 23, que se adjuntan en el anexo 1 de este informe. Sin embargo, la mayor parte de las patentes vivas no hacen referencia al convertidor DC/DC, parte fundamental en este estudio, quedando únicamente las tres siguientes como relevantes en este aspecto. A continuación, se describen detalles de la novedad de las patentes y en qué medida NO afectan a los desarrollos llevados a cabo en este estudio. Se han tenido en mayor consideración las que tienen categoría B2.

### US10525833 (B2) TACTICAL VEHICLE TO GRID ELECTRIC POWER ARCHITECHTURE

Es una patente realmente de Hamilton Sundstrand Corporation.

La patente incluye la siguiente figura:



Esta patente se basa en un par de artículos de los autores que tienen una fecha previa a la de solicitud de la patente (2016). En ella se muestra una topología de conversión que es diferente a la que se utiliza en los convertidores DC/DC y DC/AC del proyecto de epic power. Además, esta



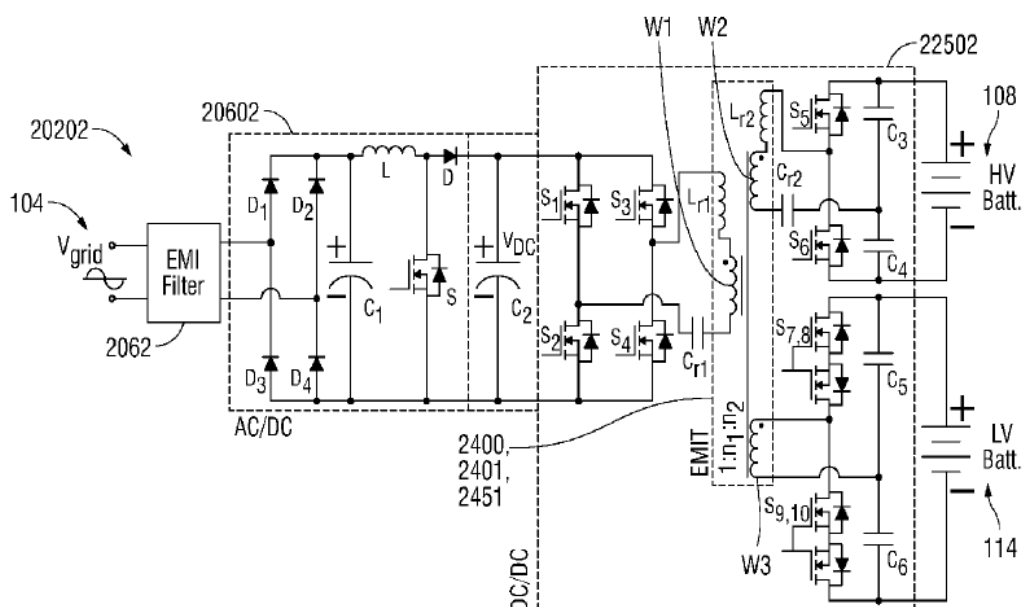
topología incluye un banco de supercondensadores (elemento 116 en la imagen) que no aparece en nuestro sistema.

En los claims se mencionan buck y boost modes del convertidor siendo este no aislado.

### **US2018222333 (A1). INTEGRATED DUAL-OUTPUT GRID-TO-VEHICLE (G2V) AND VEHICLE-TO-GRID (V2G) ONBOARD CHARGER FOR PLUG-IN ELECTRIC VEHICLES**

Es una patente de la Universidad de Maryland de 2018 que se encuentra en estado A1


La siguiente figura muestra un convertidor resonante aislado LLC, una topología ampliamente conocida en el mundo de la electrónica de potencia y obviamente, no parte de los claims en sí de la patente.



Utiliza una doble salida, algo que no es lo que se va a emplear en este caso, que es realmente en lo que se basan los claims de la patente, no tanto en la topología interna de los convertidores DC/DC.



La siguiente figura muestra un esquema de convertidor MULTINIVEL, que nada tiene que ver con el tipo de convertidor que se utiliza por epic power. A pesar de estar la patente en Koreano se ha buscado la traducción para verificar que no existe un problema con ella.

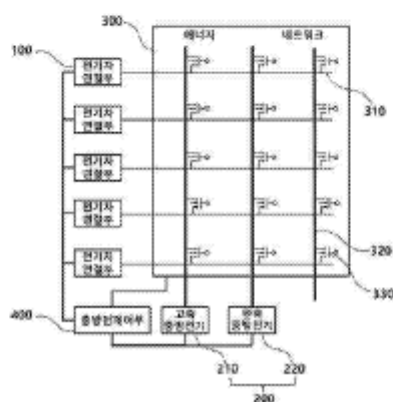
|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|    | <p>(19) 대한민국특허청(KR)</p> <p>(12) 등록특허공보(B1)</p> | <p>(45) 공고일자 2016년10월07일</p> <p>(11) 등록번호 10-1663086</p> <p>(24) 등록일자 2016년09월29일</p>  |  |
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)</p> <p>B60L 11/18 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류</p> <p>B60L 11/1824 (2013.01)</p> <p>B60L 11/1838 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-0075082</p> <p>(22) 출원일자 2016년06월16일</p> <p>심사청구일자 2016년06월16일</p> <p>(56) 선행기술조사문헌</p> <p>JP2010252520 A</p> <p>JP2011188588 A</p> <p>JP2013529052 A</p> <p>JP2013110870 A</p> |  | <p>(73) 특허권자</p> <p>목포대학교산학협력단</p> <p>전라남도 무안군 청계면 형산로 1666</p> <p>(72) 발명자</p> <p>박태식</p> <p>광주광역시 남구 효사랑길 14 포스코더샵아파트 108-606</p> <p>문세주</p> <p>광주광역시 남구 노대실로 49 송화마을휴먼시아6단지아파트 610-702</p> <p>곽노홍</p> <p>대전광역시 유성구 배움2로 42 515동 1202호 (판평동, 대덕테크노밸리5단지아파트)</p> <p>(74) 대리인</p> <p>유용희</p> |  |

심사관 : 송홍석

(54) 발명의 명칭 **비플루그리드용 전기차 충방전 시스템 및 방법**

(57) 조약

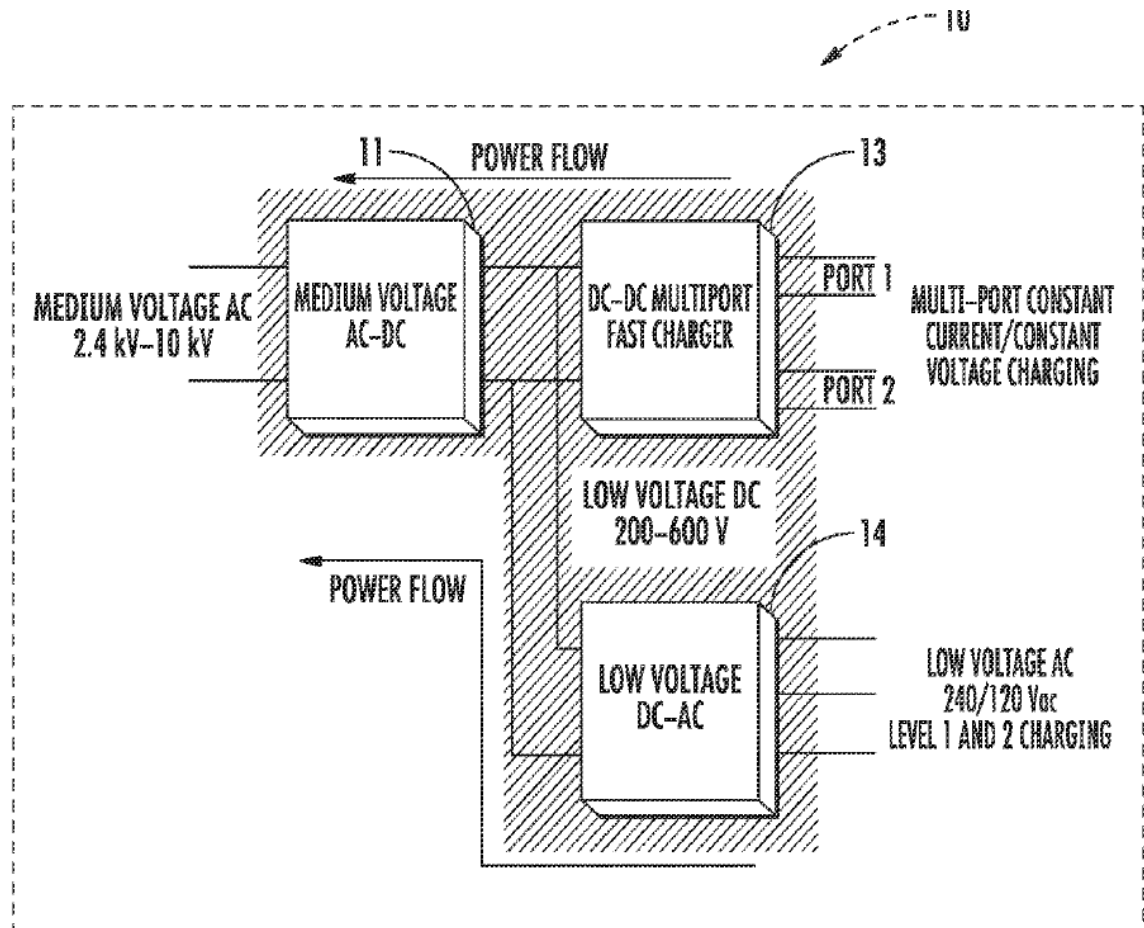
본 발명은 비클루트그리드용 전기차 충방전 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 재구성 가능한 양방향 전력 네트워크를 이용하여, 전기차보다 작은 수의 충방전기를 이용하여 다수의 전기차를 충전할 수 있고, 전기차간 충전이 가능한 비클루트그리드용 전기차 충방전 시스템 및 방법을 제공한다.

$$E_{\text{eff}}^{\text{eff}} = \frac{E_{\text{eff}}}{E_{\text{eff}}^{\text{eff}}} = 1$$




**US2015183330 (A1). MODULAR RECONFIGURABLE MEDIUM VOLTAGE TRANSFORMER FOR DATA CENTERS, VOLT/VAR CONTROL, AC AND DC CHARGING, AND VEHICLE-TO-GRID APPLICATIONS**

La siguiente figura muestra una estructura de conversión para diferentes aplicaciones, incluida la de V2G.



En los claims se menciona que el convertidor DC/DC que se incluye en el sistema general, únicamente es únicamente un convertidor REDUCTOR. Este no es el caso de nuestro sistema completo, muy diferente de la arquitectura general presentada en esta patente que es en lo que se centra esta patente, no realmente en el convertidor propiamente dicho.

### **RESULTADOS ARTÍCULOS**

Resulta relevante el siguiente artículo reciente:



Noel, L., Zarazua de Rubens, G., Kester, J., Sovacool, B.K. (2019). History, Definition, and Status of V2G. In: Vehicle-to-Grid. Energy, Climate and the Environment. Palgrave Macmillan, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-04864-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-04864-8_1)

Este artículo incluye una historia extendida y un estado del arte de los sistemas para V2G donde claramente se muestra la antigüedad de la idea, los precursores y las arquitecturas de sistema básicas que permiten discernir que la idea implementada no puede ser patentada ni infringe ninguna de las posibles patentes por ser parte del conocimiento público a este respecto.

Por otro lado, se ha realizado una búsqueda reciente en la base de datos del IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) en la que se ha buscado la combinación de “DC-DC converter” y “Vehicle-2-grid”. En esta búsqueda aparecen 47 artículos en revistas y 167 artículos en conferencias, siendo el primero de ellos de 2010.

De todos ellos resaltan:

- A. K. Verma, B. Singh and D. T. Shahani, "Grid to vehicle and vehicle to grid energy transfer using single-phase bidirectional AC-DC converter and bidirectional DC-DC converter," 2011 International Conference on Energy, Automation and Signal, 2011, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICEAS.2011.6147084.

En este artículo, que data del 2011, se sientan las bases de la arquitectura utilizada por el proyecto en el que estamos trabajando.

- B. S. Chaurasiya, N. Mishra and B. Singh, "A 50kW Bidirectional Fast EV Charger with G2V & V2G/V2V Capability and Wide Voltage Range," 2020 IEEE 5th International Conference on Computing Communication and Automation (ICCCA), 2020, pp. 652-657, doi: 10.1109/ICCCA49541.2020.9250857.

En este artículo se utiliza un convertidor con nuestra topología, la Dual-Active-Bridge, siendo exactamente la misma idea que la nuestra, tanto en rango de voltajes como en tipo de convertidor. En este sentido, todo lo que se está realizando en este proyecto se puede basar en esta y varias de las publicaciones que se han encontrado.

- C. M. M. Haque, P. Wolfs, S. Alahakoon, B. C. P. Sturmberg, M. Nadarajah and F. Zare, "DAB Converter With Q Capability for BESS&EV Applications to Allow V2H&V2G Services," in IEEE



Transactions on Industry Applications, vol. 58, no. 1, pp. 468-480, Jan.-Feb. 2022, doi: 10.1109/TIA.2021.3123139.

En este muy reciente artículo de REVISTA, publicado justo antes del cierre de este proyecto se puede ver la NOVEDAD intrínseca de nuestro proyecto ya que utilizamos precisamente esta topología, pero de forma INDUSTRIAL y con una potencia muy superior al prototipo presentado (decenas de W) en un set up que meramente era de TRL6.

## CONCLUSIONES

Tras el análisis de las patentes (en particular las activas) y tras las búsquedas de resultados de artículos PÚBLICOS al respecto de tecnologías de conversión para V2G se puede garantizar que el presente proyecto no infringe ninguna patente y se ha realizado teniendo en cuenta los resultados de publicaciones (sin patentes activas previas). Consideramos que se garantiza la FTO (Freedom To Operate).

Por el momento y por la política general de la empresa no se considera la idoneidad de tratar de patentar nada al respecto de las innovaciones presentadas.





## ANEXO 1.

### LISTADO DE PATENTES RELACIONADAS CON LA TEMÁTICA

23 resultados encontrados en la base de datos Worldwide para:

Vehicle-to-grid en el título

Mostrando las publicaciones seleccionadas

| Publicación       | Título                                   | Página |
|-------------------|--|--------|
| US2022072966 (A1) | VEHICLE WITH AC-TO-DC INVERTER SYSTEM... | 2      |
| EP3967547 (A2)    | ELECTRIC POWER MANAGEMENT APPARATUS A... | 3      |
| US2020276910 (A1) | HYBRID VEHICLE-TO-GRID AND MOBILITY S... | 4      |
| US2020070680 (A1) | VEHICLE-TO-GRID ENERGY FOR USE WITH H... | 5      |
| US2019366871 (A1) | ELECTRICITY MANAGEMENT DEVICE, ELECTR... | 6      |
| US2019047433 (A1) | TACTICAL VEHICLE TO GRID ELECTRIC POW... | 7      |
| KR101935388 (B1)  |  | 8      |
| KR20180128537 (A) | . V2...                                  | 9      |
| EP3505390 (A1)    | VEHICLE TO GRID MANAGEMENT SYSTEM        | 10     |
| US2018222333 (A1) | INTEGRATED DUAL-OUTPUT GRID-TO-VEHICL... | 11     |
| US2018099571 (A1) | DISPATCHING VEHICLE-TO-GRID ANCILLARY... | 12     |
| US2017072810 (A1) | SYSTEM AND METHOD FOR COOPERATIVELY O... | 13     |
| KR101663086 (B1)  |  | 14     |
| KR20160064563 (A) |  | 15     |
| KR20160055982 (A) |  | 16     |
| US2016140449 (A1) | FUZZY LINEAR PROGRAMMING METHOD FOR O... | 17     |
| KR20160025166 (A) | V2G                                      | 18     |
| US2015255985 (A1) | VEHICLE-TO-GRID SYSTEM WITH POWER LOS... | 19     |
| US2015255984 (A1) | VEHICLE-TO-GRID SYSTEM CONTROL BASED ... | 20     |
| US2015183330 (A1) | MODULAR RECONFIGURABLE MEDIUM VOLTAGE... | 21     |
| KR20140124974 (A) | ...                                      | 22     |
| KR20130063816 (A) | VEHICLE-TO-GRID SERVICE METHOD FOR AS... | 23     |
| US2007282495 (A1) | SYSTEM AND METHOD FOR ASSESSING VEHIC... | 24     |



(12) **Patent Application Publication**  
**Frank et al.**

(10) **Pub. No.: US 2022/0072966 A1**  
(43) **Pub. Date: Mar. 10, 2022**

- B60L 53/63* (2006.01)  
*H02J 7/00* (2006.01)  
*B60W 20/13* (2006.01)  
*B60L 1/00* (2006.01)

- (52) **U.S. Cl.**  
CPC ..... **B60L 53/14** (2019.02); **B60Y 2200/92**  
(2013.01); **H02J 3/32** (2013.01); **H02J 3/381**  
(2013.01); **B60L 58/12** (2019.02); **B60L 50/16**  
(2019.02); **B60L 55/00** (2019.02); **B60L 53/63**  
(2019.02); **H02J 7/00** (2013.01); **B60W 20/13**  
(2016.01); **B60L 1/006** (2013.01); **B60L**  
**2200/40** (2013.01); **B60L 2240/34** (2013.01);  
**B60L 2240/36** (2013.01); **B60L 2240/445**  
(2013.01); **B60L 2260/50** (2013.01); **Y02T**  
**10/7072** (2013.01); **Y02T 10/70** (2013.01);  
**Y02T 90/14** (2013.01); **Y04S 10/126** (2013.01);  
**Y02E 60/00** (2013.01); **Y02T 90/12** (2013.01);  
**Y02T 90/16** (2013.01); **Y10S 903/903**  
(2013.01); **Y10S 903/93** (2013.01); **B60L**  
**2210/30** (2013.01); **B60L 2210/40** (2013.01);  
**B60Y 2200/91** (2013.01); **B60L 53/22**  
(2019.02)

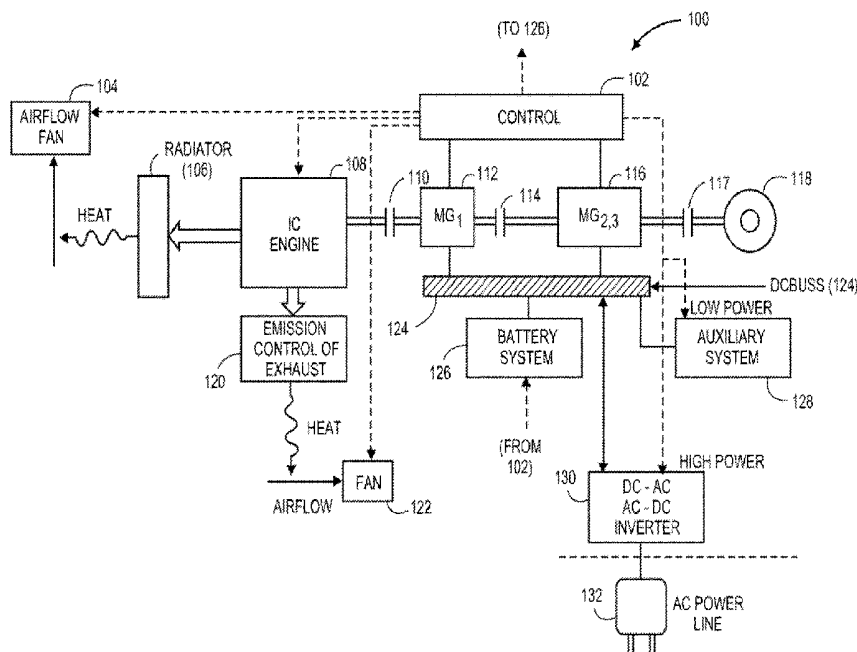
- (22) Filed: **Nov. 15, 2021**

(63) Continuation of application No. 16/673,047, filed on Nov. 4, 2019, now Pat. No. 11,173,795, which is a continuation of application No. 15/915,818, filed on Mar. 8, 2018, now Pat. No. 10,464,423, which is a continuation of application No. 15/356,612, filed on Nov. 20, 2016, now Pat. No. 9,914,361, which is a continuation of application No. 14/887,158, filed on Oct. 19, 2015, now Pat. No. 9,505,311, which is a continuation of application No. 14/304,955, filed on Jun. 15, 2014, now Pat. No. 9,193,273.

(51) **Int. Cl.**  
*B60L 53/14* (2006.01)  
*B60L 53/22* (2006.01)  
*H02J 3/32* (2006.01)  
*H02J 3/38* (2006.01)  
*B60L 58/12* (2006.01)  
*B60L 50/16* (2006.01)  
*B60L 55/00* (2006.01)

(57) **ABSTRACT**

Vehicles that are capable of connecting to the AC grid are described that comprise a prime mover and at least one motor generator. In one embodiment, a vehicle may be constructed as a plug-in hybrid system and using the powertrain under controller instruction to either place power on an AC power line (to service AC grids) or to draw power from the AC power line to add electrical energy to the batteries on the vehicle. In some aspects, vehicles may test whether the power needed to service the AC power line may be satisfied by the on-vehicle batteries or, if not, whether and how much power to extract from the prime mover. In some aspects, vehicles may have a thermal management system on board to dynamically supply desired heat dissipation for the powertrain, if the powertrain is using the prime mover to supply power to the AC grid.







(11) **EP 3 967 547 A2**

(12) **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

(43) Date of publication:  
**16.03.2022 Bulletin 2022/11**

(21) Application number: **21195616.4**

(22) Date of filing: **08.09.2021**

(51) International Patent Classification (IPC):  
**B60L 53/30** <sup>(2019.01)</sup> **B60L 55/00** <sup>(2019.01)</sup>  
**B60L 58/12** <sup>(2019.01)</sup> **B60L 58/14** <sup>(2019.01)</sup>  
**B60L 53/63** <sup>(2019.01)</sup> **B60L 53/66** <sup>(2019.01)</sup>

(52) Cooperative Patent Classification (CPC):  
**B60L 55/00; B60L 53/305; B60L 53/63;**  
**B60L 53/66; B60L 58/12; B60L 58/14**

(84) Designated Contracting States:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO**  
**PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Designated Extension States:  
**BA ME**  
Designated Validation States:  
**KH MA MD TN**

(30) Priority: **15.09.2020 JP 2020154803**

(71) Applicant: **HONDA MOTOR CO., LTD.**  
**Minato-ku**  
**Tokyo 107-8556 (JP)**

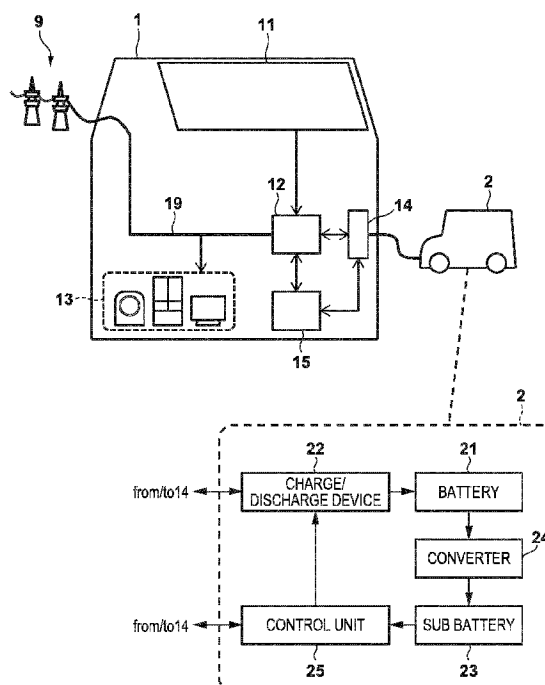
(72) Inventor: **OGAWA, Makoto**  
**Saitama, 351-0193 (JP)**

(74) Representative: **Weickmann & Weickmann**  
**PartmbB**  
**Postfach 860 820**  
**81635 München (DE)**

(54) **ELECTRIC POWER MANAGEMENT APPARATUS AND ELECTRIC POWER MANAGEMENT SYSTEM IN A VEHICLE-TO-GRID (V2G) DEMAND REQUEST CONTEXT**

(57) An electric power management apparatus that manages electric power in a facility configured to be electrically connectable to a vehicle including a battery, the electric power management apparatus comprising a calculation unit that calculates a degree of charging or discharging executable for the battery, an instruction unit that gives an instruction on the charging or discharging, an acquisition unit that acquires a degree of the charging or discharging that is actually being executed in response to the instruction of the instruction unit, and a stopping unit that stops the charging or discharging executed in response to the instruction of the instruction unit on the basis of a difference between the calculated degree and the acquired degree.

**FIG. 1**







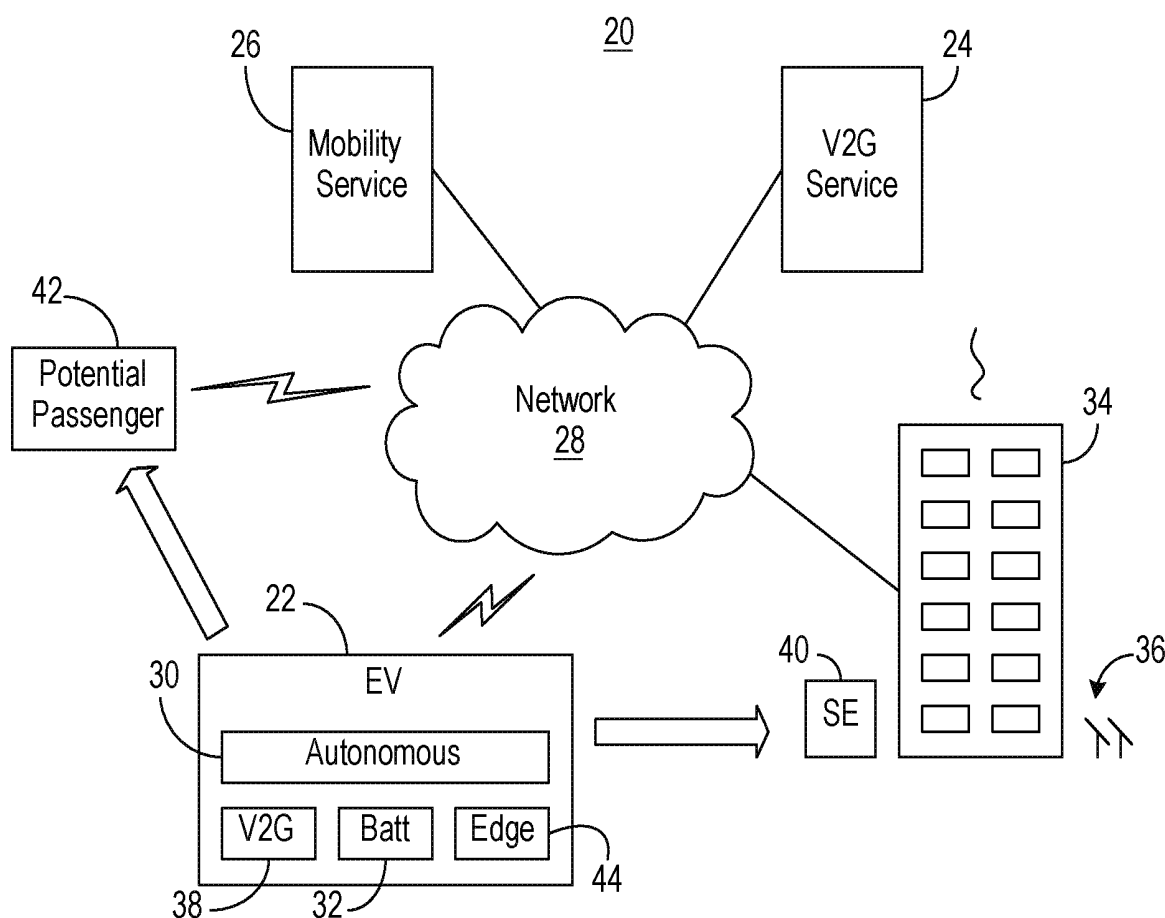
US 20200276910A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication****Harty et al.**(10) **Pub. No.: US 2020/0276910 A1**(43) **Pub. Date: Sep. 3, 2020**(54) **HYBRID VEHICLE-TO-GRID AND  
MOBILITY SERVICE REQUEST SYSTEM**(71) Applicant: **Honda Motor Co., Ltd.**, Tokyo (JP)(72) Inventors: **Ryan Douglas Roy Harty**, Long Beach, CA (US); **Jeremy Whaling**, Carson, CA (US); **Robert Uyeki**, Torrance, CA (US); **Sruthi Raju Nadimpalli**, Long Beach, CA (US)(21) Appl. No.: **16/673,131**(22) Filed: **Nov. 4, 2019****Related U.S. Application Data**

(60) Provisional application No. 62/811,717, filed on Feb. 28, 2019.

**Publication Classification**(51) **Int. Cl.**  
**B60L 55/00** (2006.01)  
**G06Q 50/30** (2006.01)  
**B60L 53/66** (2006.01)  
**B60L 53/63** (2006.01)(52) **U.S. Cl.**CPC ..... **B60L 55/00** (2019.02); **G06Q 50/30** (2013.01); **B60L 2240/60** (2013.01); **B60L 53/63** (2019.02); **B60L 53/665** (2019.02)(57) **ABSTRACT**

According to one aspect, a hybrid vehicle-to-grid and mobility service request system includes a receiving module, a transport module, a charging module, and a grant module. The receiving module receives a transport request and a vehicle-to-grid (V2G) request. The transport request is associated with transport from an origin to a destination using a vehicle. The V2G energy request is associated with providing charge from the vehicle to source equipment at a charging location. The transport module determines a first numerical value associated with remuneration for the transport. The charging module determines a second numerical value associated with remuneration for providing the charge. The grant module compares the first numerical value associated with the transport request to the second numerical value associated with the V2G energy request. The grant module grants the transport request or the V2G energy request based on the comparison.



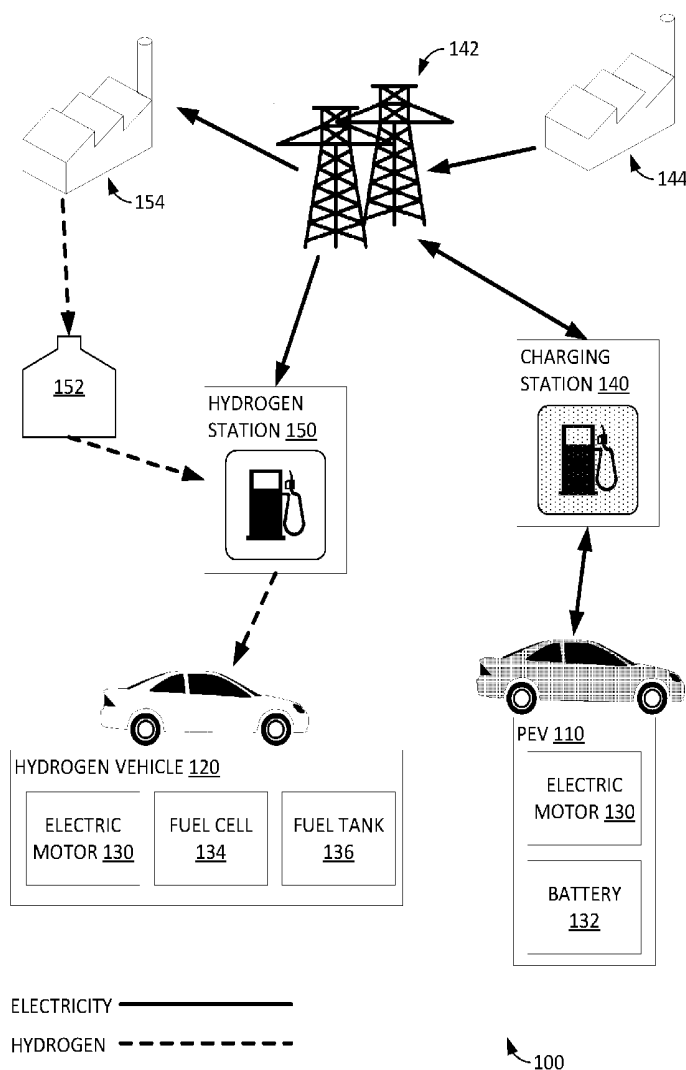




US 20200070680A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication**  
**Whaling et al.**(10) **Pub. No.: US 2020/0070680 A1**(43) **Pub. Date: Mar. 5, 2020**(54) **VEHICLE-TO-GRID ENERGY FOR USE  
WITH HYDROGEN GENERATION****B60L 58/30** (2006.01)**G06Q 30/02** (2006.01)(71) Applicant: **Honda Motor Co., Ltd.**, Tokyo (JP)(52) **U.S. Cl.**CPC ..... **B60L 53/64** (2019.02); **B60L 55/00**  
(2019.02); **B60L 2260/54** (2013.01); **B60L**  
**58/30** (2019.02); **G06Q 30/0201** (2013.01);  
**B60L 53/63** (2019.02)(72) Inventors: **Jeremy Whaling**, Carson, CA (US);  
**Robert M. Uyeki**, Torrance, CA (US);  
**Ryan Douglas Roy Harty**, Long  
Beach, CA (US); **Sruthi Raju**  
**Nadimpalli**, Long Beach, CA (US)(21) Appl. No.: **16/515,744**(22) Filed: **Jul. 18, 2019****Related U.S. Application Data**(60) Provisional application No. 62/724,750, filed on Aug.  
30, 2018.**Publication Classification**(51) **Int. Cl.****B60L 53/64** (2006.01)**B60L 55/00** (2006.01)**B60L 53/63** (2006.01)(57) **ABSTRACT**

A fleet management system includes a market component that monitors a hydrogen market and identifies one or more hydrogen parameters associated with the hydrogen market, an electric vehicle component that analyzes the hydrogen parameters and selectively instructs one or more electric vehicles to provide electricity for generating hydrogen based on the hydrogen parameters, and a hydrogen vehicle component that selectively instructs one or more hydrogen vehicles to obtain at least a portion of the hydrogen generated from the electricity provided by the electric vehicles. The fleet management system enables a fleet of vehicles using a plurality of fuel types to be effectively and efficiently managed. Moreover, the fleet management system allows a hydrogen economy to grow in an economical and pragmatic manner.







US 20190366871A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication**  
**BABA**(10) **Pub. No.: US 2019/0366871 A1**(43) **Pub. Date: Dec. 5, 2019**

(54) **ELECTRICITY MANAGEMENT DEVICE,  
ELECTRICITY MANAGEMENT METHOD,  
AND ELECTRICITY DISTRIBUTION  
SYSTEM INSIDE A HOUSE WITH  
ELECTRICITY GENERATING DEVICE,  
UTILITY GRID CONNECTION, AND  
ELECTRIC VEHICLE CONTAINING A  
RECHARGEABLE BATTERY IN A  
VEHICLE-TO-GRID CONNECTION WITH  
COUNTER DEVICE**

application No. PCT/JP2012/007413 on Nov. 19,  
2012.

(30) **Foreign Application Priority Data**

Nov. 22, 2011 (JP) ..... 2011-254883

**Publication Classification**

(51) **Int. Cl.**  
**B60L 58/12** (2019.01)

(52) **U.S. Cl.**  
CPC ..... **B60L 58/12** (2019.02)

(71) Applicant: **PANASONIC INTELLECTUAL  
PROPERTY MANAGEMENT CO.,  
LTD.**, Osaka (JP)

(72) Inventor: **Akira BABA**, Osaka (JP)

(21) Appl. No.: **16/546,003**

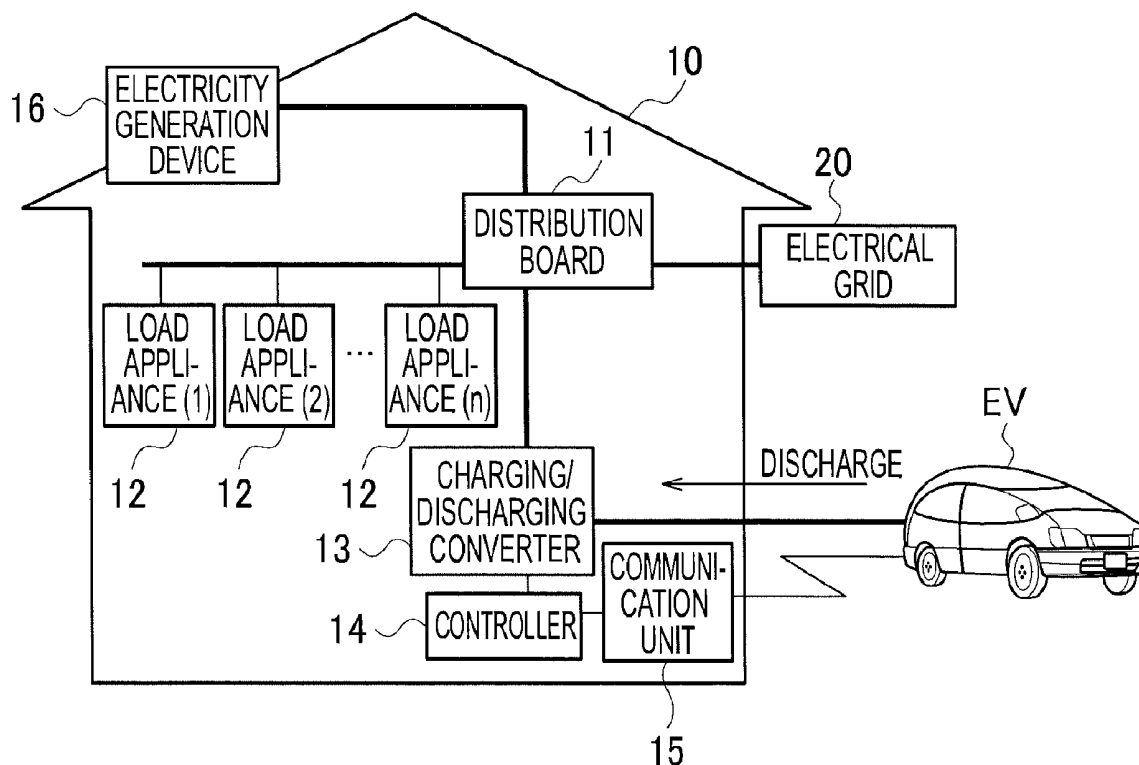
(22) Filed: **Aug. 20, 2019**

**Related U.S. Application Data**

(63) Continuation of application No. 14/359,899, filed on  
May 21, 2014, now Pat. No. 10,406,927, filed as

(57) **ABSTRACT**

A electricity management device increases a counter value as an electric vehicle is charged from grid power that is supplied from an electrical grid, retains the counter value when the electric vehicle is charged from electricity generated by an electricity generation device, and reduces the counter value as electricity in the electric vehicle is discharged to a distribution board.



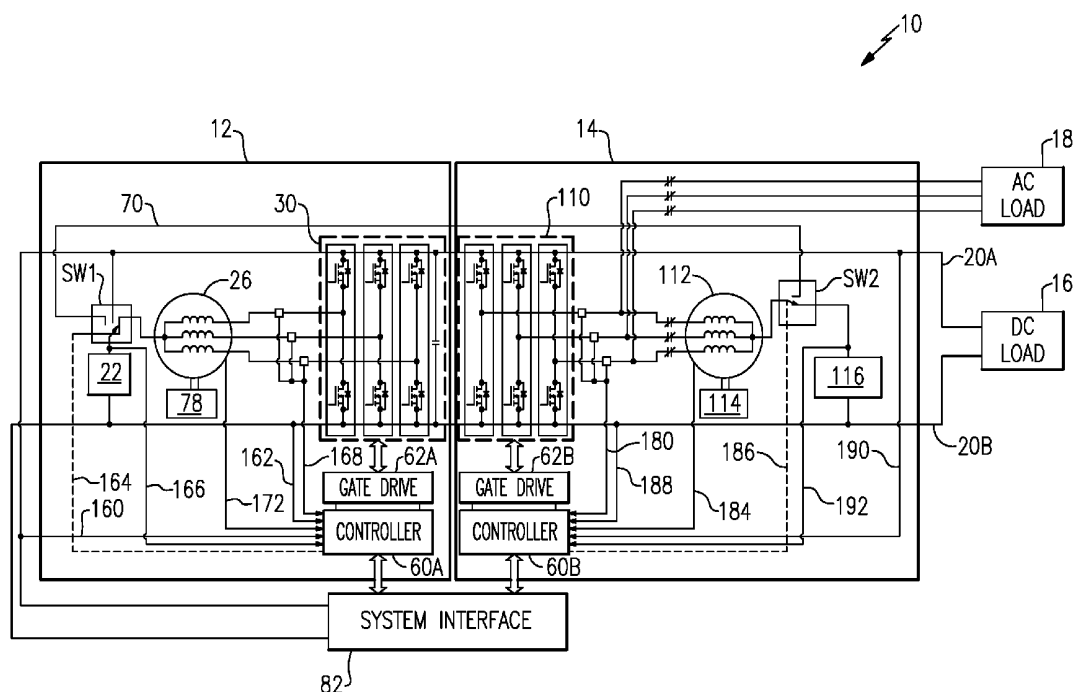




US 20190047433A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication****Rozman et al.**(10) **Pub. No.: US 2019/0047433 A1**(43) **Pub. Date: Feb. 14, 2019**(54) **TACTICAL VEHICLE TO GRID ELECTRIC  
POWER ARCHITECTURE**(71) Applicant: **Hamilton Sundstrand Corporation,**  
Charlotte, NC (US)(72) Inventors: **Gregory I. Rozman**, Rockford, IL  
(US); **Steven J. Moss**, Rockford, IL  
(US)(21) Appl. No.: **15/675,859**(22) Filed: **Aug. 14, 2017****Publication Classification**(51) **Int. Cl.**  
**B60L 11/18** (2006.01)  
**B60W 20/00** (2006.01)(52) **U.S. Cl.**CPC ..... **B60L 11/1842** (2013.01); **B60L 11/1846**  
(2013.01); **B60L 11/1861** (2013.01); **B60L**  
**2230/16** (2013.01); **B60L 2210/10** (2013.01);  
**B60L 2240/72** (2013.01); **B60W 20/00**  
(2013.01)(57) **ABSTRACT**

An example electrical power system of a vehicle includes a DC bus operable to power a DC load of the vehicle and a power grid external to the vehicle, a DC power generating system, a multifunctional traction drive system, and a controller. The DC power generating system includes a battery, and a first power converter operable in an active rectification mode, an inverter mode, and at least one DC-DC converter mode. The multifunctional traction drive system includes a second power converter operable to cooperate with the DC power generating system for operation in an inverter mode and at least one DC-DC converter mode. The controller is operable to select an output configuration of the battery and an operating mode of each of the first and second power converters according to a plurality of predefined system configurations.







(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월04일

(11) 등록번호 10-1935388

(24) 등록일자 2018년12월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06Q 50/06 (2012.01) G06Q 30/02 (2012.01)

G06Q 30/06 (2012.01)

(52) CPC특허분류

G06Q 50/06 (2013.01)

G06Q 30/0226 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0003620

(22) 출원일자 2018년01월11일

심사청구일자 2018년01월11일

(56) 선행기술조사문헌

KR101041535 B1\*

KR101132770 B1\*

KR101768223 B1\*

KR1020170087389 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 아이온커뮤니케이션즈

서울특별시 강남구 테헤란로10길 15 (역삼동)

(72) 발명자

백경석

서울특별시 강동구 고덕로 210 삼익그린아파트  
601동 110호

오재철

서울특별시 서초구 강남대로16길 34, 101호

(74) 대리인

배정일

전체 청구항 수 : 총 4 항

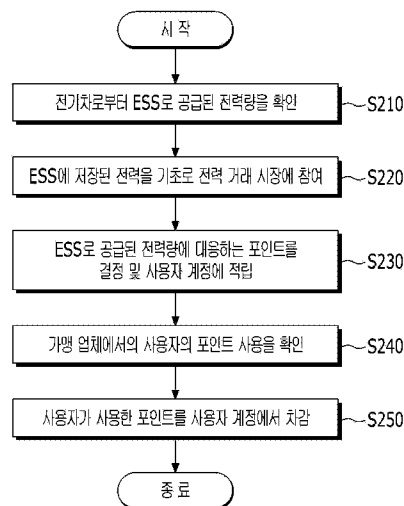
심사관 : 백양규

(54) 발명의 명칭 V 2 G 거래 활성화를 위한 포인트 시스템 구축 방법

(57) 요약

전기차로부터 ESS로 공급된 전력량을 확인하는 단계; 확인된 전력량에 대응하는 포인트를 전기차의 사용자 계정에 적립하는 단계; 및 전기차의 사용자가 적립된 포인트의 적어도 일부를 가맹 업체에서 사용한 경우, 사용자가 사용한 포인트를 사용자의 계정에서 차감하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 거래 중개 방법이 개시된다.

도면도 - 도2







(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0128537  
(43) 공개일자 2018년12월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06Q 50/30 (2012.01) B60L 11/18 (2006.01)  
H04W 4/00 (2018.01)  
(52) CPC특허분류  
G06Q 50/30 (2015.01)  
B60L 11/1809 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0063360  
(22) 출원일자 2017년05월23일  
심사청구일자 2017년05월23일

(71) 출원인  
주식회사 네모파트너즈엔씨  
서울특별시 중구 을지로 100, 2층(을지로2가)  
(72) 발명자  
윤석호  
서울특별시 강서구 강서로 266 135동 302호 (화곡동, 우장산아이파크이편한세상아파트)  
(74) 대리인  
특허법인 충무

전체 청구항 수 : 총 7 항

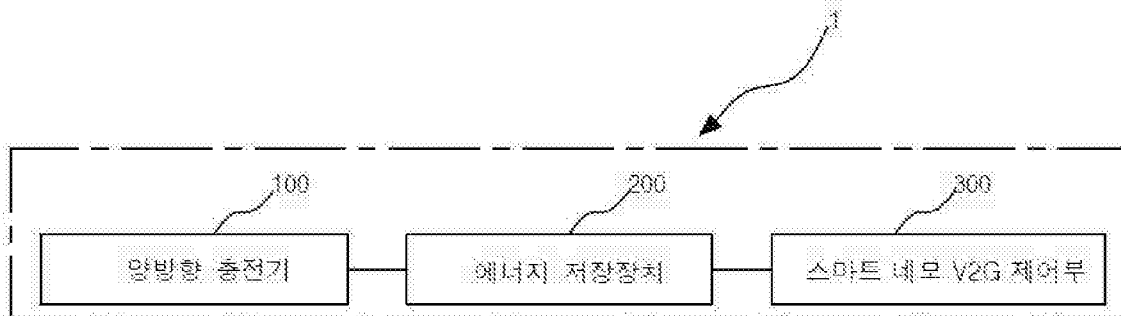
(54) 발명의 명칭 수송의사액 분석·경제성분석으로 이루어진 하이브리드형 스마트 네모V2G 제어부를 통한 전기차배터리용 실시간 V2G 서비스 활성화장치 및 방법

(57) 요약

본 발명에서는 아직 국내에서 V2G 시장에 참여하는 전기차 배터리 사용자의 참여의사에 관한 분석모델링이 미비한 상태이고, V2G 시장에 참여하는 사업자가 국내 전력시장 환경 하에서 V2G서비스 사업을 할려고 할 때, 경제성 분석이 어려워, 국내 V2G시장 활성화가 늦어지고, 관심이 점점 멀어지는 문제점을 개선하고자, 양방향 충전기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1







(12) **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

(43) Date of publication:  
**03.07.2019 Bulletin 2019/27**

(51) Int Cl.:  
**B60L 55/00 (2019.01) B60L 53/18 (2019.01)**

(21) Application number: **18215845.1**

(22) Date of filing: **24.12.2018**

(84) Designated Contracting States:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Designated Extension States:  
**BA ME**  
Designated Validation States:  
**KH MA MD TN**

(71) Applicant: **TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI  
KAISHA**  
**Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571 (JP)**

(72) Inventor: **KATANODA, Tomoya**  
**Toyota-Shi, Aichi-Ken, 471-8571 (JP)**

(74) Representative: **Cabinet Beau de Loménie**  
**158, rue de l'Université**  
**75340 Paris Cedex 07 (FR)**

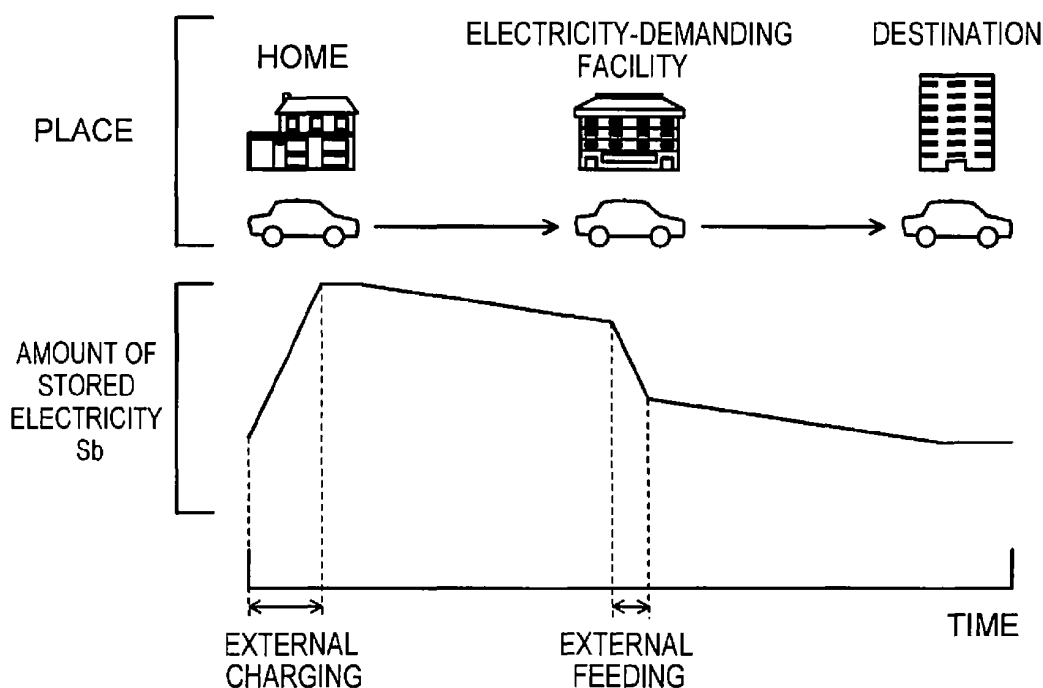
(30) Priority: **28.12.2017 JP 2017253441**

(54) **VEHICLE TO GRID MANAGEMENT SYSTEM**

(57) A vehicle (20) includes: a motor (32) providing driving force for the vehicle; an electricity storage device (36) configured to feed electricity to the motor (32) or be charged by the motor (32); and an electronic control unit (70) that controls the motor (32), wherein: the vehicle (20) is configured to perform an external charging of charging the electricity storage device (36) with electricity from an external power source and an external feeding

of feeding electricity from the electricity storage device (36) to an outside of the vehicle; and the electronic control unit (70) is configured to divide an amount of electricity stored in the electricity storage device (36) into an amount of stored electricity for traveling (Sbt) and an amount of stored electricity for feeding (Sbs), and to notify of at least information related to the amount of stored electricity for feeding (Sbs).

**FIG. 4**







US 2018022333A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication** (10) **Pub. No.: US 2018/0222333 A1**  
(43) **Pub. Date:** **Aug. 9, 2018**(54) **INTEGRATED DUAL-OUTPUT  
GRID-TO-VEHICLE (G2V) AND  
VEHICLE-TO-GRID (V2G) ONBOARD  
CHARGER FOR PLUG-IN ELECTRIC  
VEHICLES**(71) Applicant: **University of Maryland**, College Park,  
MD (US)(72) Inventors: **Alireza Khaligh**, Arlington, VA (US);  
**Yichao Tang**, Santa Clara, CA (US)(73) Assignee: **University of Maryland**, College Park,  
MD (US)(21) Appl. No.: **15/943,185**(22) Filed: **Apr. 2, 2018****Related U.S. Application Data**(62) Division of application No. 14/739,822, filed on Jun.  
15, 2015, now Pat. No. 9,931,951.(60) Provisional application No. 62/011,649, filed on Jun.  
13, 2014.**Publication Classification**(51) **Int. Cl.**

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| <b>B60L 11/18</b> | (2006.01) |
| <b>H02M 3/335</b> | (2006.01) |
| <b>H01F 3/14</b>  | (2006.01) |
| <b>H01F 38/08</b> | (2006.01) |
| <b>H02M 1/00</b>  | (2006.01) |
| <b>H02M 1/42</b>  | (2007.01) |
| <b>H01F 27/38</b> | (2006.01) |
| <b>H02M 3/158</b> | (2006.01) |

(52) **U.S. Cl.**

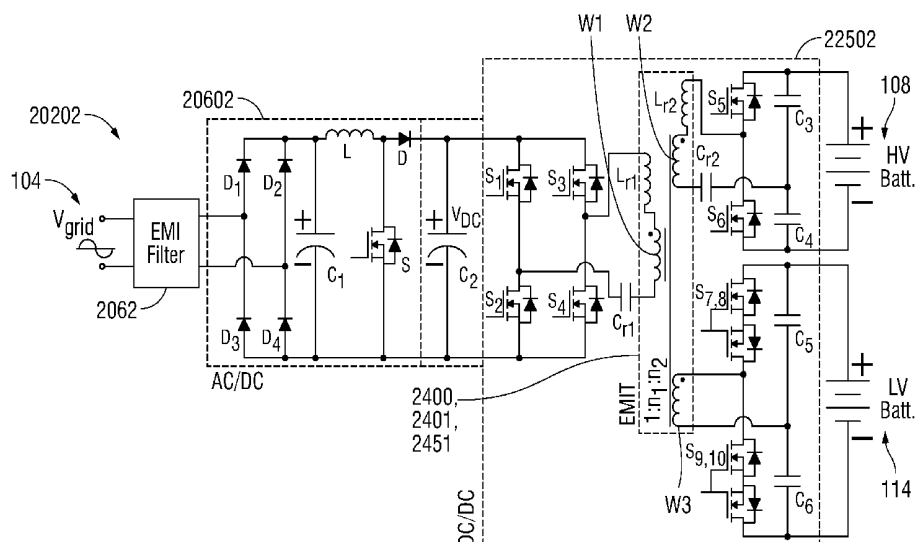
CPC ..... **B60L 11/1812** (2013.01); **Y02T 90/163**  
(2013.01); **B60L 11/1868** (2013.01); **H02M**  
**3/33592** (2013.01); **B60L 11/1816** (2013.01);

**H01F 3/14** (2013.01); **H02M 3/33561**  
(2013.01); **H01F 38/08** (2013.01); **H02M 1/00**  
(2013.01); **H02M 1/4208** (2013.01); **H02M**  
**1/4258** (2013.01); **H01F 27/38** (2013.01);  
**H02M 2003/1586** (2013.01); **H02M 2001/009**  
(2013.01); **H02M 2001/008** (2013.01); **H02M**  
**2001/007** (2013.01); **H02M 2001/0058**  
(2013.01); **B60L 2210/40** (2013.01); **B60L**  
**2210/30** (2013.01); **Y02E 60/721** (2013.01);  
**Y02T 10/7005** (2013.01); **Y02T 10/7066**  
(2013.01); **Y02T 10/7072** (2013.01); **Y02T**  
**10/7241** (2013.01); **Y02T 10/92** (2013.01);  
**Y02T 90/121** (2013.01); **Y02T 90/127**  
(2013.01); **Y02T 90/128** (2013.01); **Y02T 90/14**  
(2013.01); **Y04S 10/126** (2013.01); **B60L**  
**11/1842** (2013.01)

(57)

**ABSTRACT**

An integrated and isolated onboard charger for plug-in electric vehicles, includes an ac-dc converter and a dual-output dc-dc resonant converter, for both HV traction batteries and LV loads. In addition, the integrated and isolated onboard charger may be configured as unidirectional or bidirectional, and is capable of delivering power from HV traction batteries to the grid for vehicle-to-grid (V2G) applications. To increase the power density of the converter, the dual-output DC-DC resonant converter may combine magnetic components of resonant networks into a single three-winding electromagnetically integrated transformer (EMIT). The resonant converter may be configured as a half-bridge topology with split capacitors as the resonant network components to further reduce the size of converter. The integrated charger may be configured for various operating modes, including grid to vehicle (G2V), vehicle to grid (V2G) and high voltage to low voltage, HV-to-LV (H2L) charging.



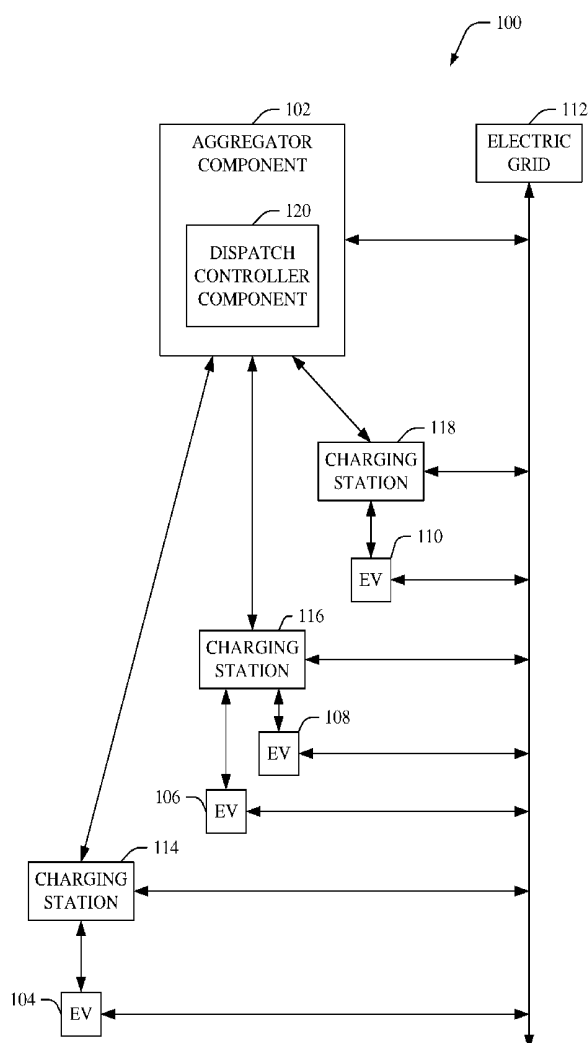




US 20180099571A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication**  
**Sortomme**(10) **Pub. No.: US 2018/0099571 A1**(43) **Pub. Date: Apr. 12, 2018**(54) **DISPATCHING VEHICLE-TO-GRID  
ANCILLARY SERVICES WITH DISCRETE  
SWITCHING**(52) **U.S. Cl.**  
CPC ..... **B60L 11/1809** (2013.01); **Y02E 60/721**  
(2013.01); **H02J 7/0027** (2013.01); **Y04S 30/12**  
(2013.01); **Y02T 90/168** (2013.01)(71) Applicant: **General Electric Technology GmbH,**  
Baden (CH)(72) Inventor: **Eric Sortomme**, Redmond, WA (US)(21) Appl. No.: **15/838,338**(22) Filed: **Dec. 11, 2017****Related U.S. Application Data**(63) Continuation of application No. 14/720,508, filed on  
May 22, 2015, now Pat. No. 9,845,016, which is a  
continuation of application No. 13/490,708, filed on  
Jun. 7, 2012, now Pat. No. 9,054,532.(60) Provisional application No. 61/606,071, filed on Mar.  
2, 2012.**Publication Classification**(51) **Int. Cl.**  
**B60L 11/18** (2006.01)(57) **ABSTRACT**

Techniques for controlling dispatch of electric vehicles (EVs) to perform vehicle-to-grid regulation of power of an electric grid are presented. An aggregator component can individually control transitioning respective EVs of a set of EVs between a charging state and a not-charging state. The aggregator component includes a dispatch controller component (DCC) that can employ a defined dispatch algorithm for EVs to facilitate enabling the DCC to perform unidirectional regulation. The DCC can switch EV charging stations on and off using remote switches to meet a system regulation signal. The DCC can use the dispatch algorithm to make determinations regarding which EV to switch using charging priorities, in accordance defined power regulation criterion (s). The aggregator component can reduce communication signals used to adjust dispatch by sending switching signals to only those EVs of the set of EVs that are changing their charging state at a given time.







US 20170072810A1

(19) **United States**

(12) **Patent Application Publication**  
**CUN**

(10) **Pub. No.: US 2017/0072810 A1**  
(43) **Pub. Date: Mar. 16, 2017**

(54) **SYSTEM AND METHOD FOR  
COOPERATIVELY OPERATING A SMART  
THERMOSTAT AND VEHICLE TO GRID  
AUTOMOBILE**

(52) **U.S. Cl.**  
CPC ..... **B60L 11/1842** (2013.01); **B60L 11/184**  
(2013.01); **B60L 11/1861** (2013.01); **B60H**  
**1/00257** (2013.01)

(71) Applicant: **Honda Motor Co., Ltd.**, Tokyo (JP)

(72) Inventor: **David W. CUN**, Fountain Valley, CA  
(US)

(21) Appl. No.: **14/854,280**

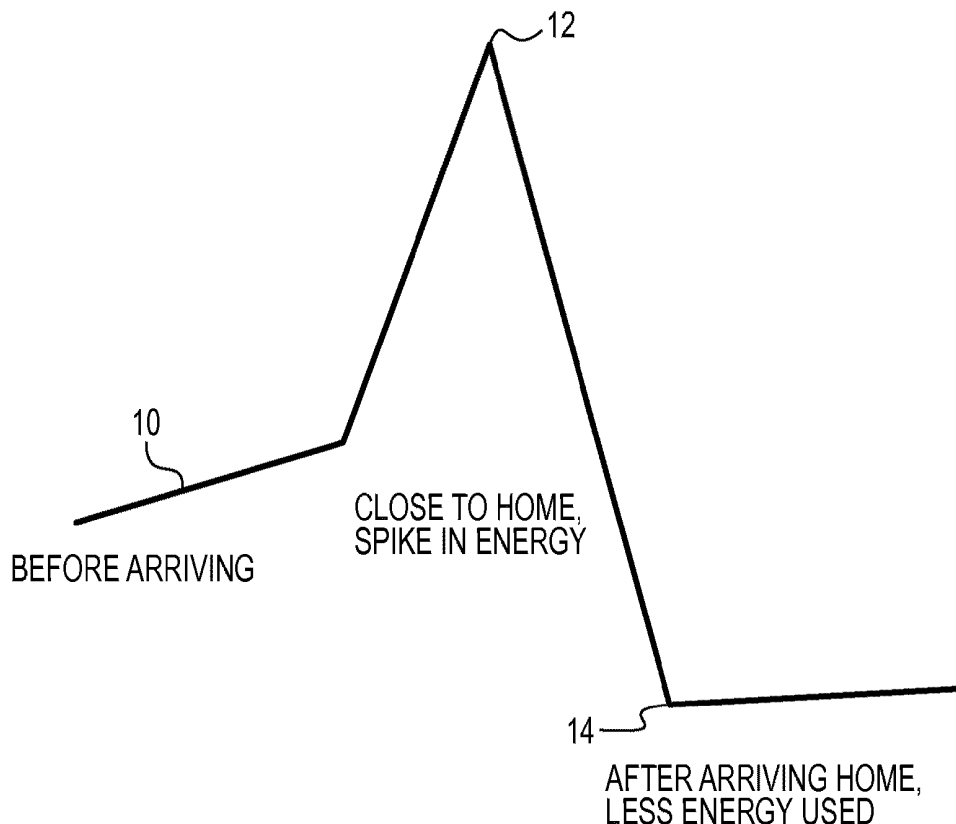
(22) Filed: **Sep. 15, 2015**

**Publication Classification**

(51) **Int. Cl.**  
**B60L 11/18** (2006.01)  
**B60H 1/00** (2006.01)

(57) **ABSTRACT**

A system and method of managing the operation of a remotely controllable control unit for an appliance in a building during peak power demand hours with an application on a mobile device further in communication with a vehicle having a rechargeable battery capable of providing power to a power grid is disclosed. The application determines a state-of-charge of the rechargeable battery in the vehicle, and determines a location of the vehicle and whether the vehicle is within a threshold distance to the building. The building is preconditioned using the appliance to a preferred state if the vehicle is within the threshold distance to the building. When the vehicle arrives at the building, it is electrically connected to the power grid to provide electricity from the rechargeable battery to the power grid to replace the power used during the preconditioning.







(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년10월07일  
(11) 등록번호 10-1663086  
(24) 등록일자 2016년09월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B60L 11/18 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
B60L 11/1824 (2013.01)  
B60L 11/1838 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-0075082  
(22) 출원일자 2016년06월16일  
심사청구일자 2016년06월16일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2010252520 A  
JP2011188588 A  
JP2013529052 A  
JP2013110870 A

(73) 특허권자  
목포대학교산학협력단  
전라남도 무안군 청계면 영산로 1666  
(72) 발명자  
박태식  
광주광역시 남구 효사랑길 14 포스코더샵아파트  
108-606  
문채주  
광주광역시 남구 노대실로 49 송화마을휴먼시아6  
단지아파트 610-702  
곽노홍  
대전광역시 유성구 배울2로 42 515동 1202호 (관  
평동, 대덕테크노밸리5단지아파트)  
(74) 대리인  
윤용희

전체 청구항 수 : 총 12 항

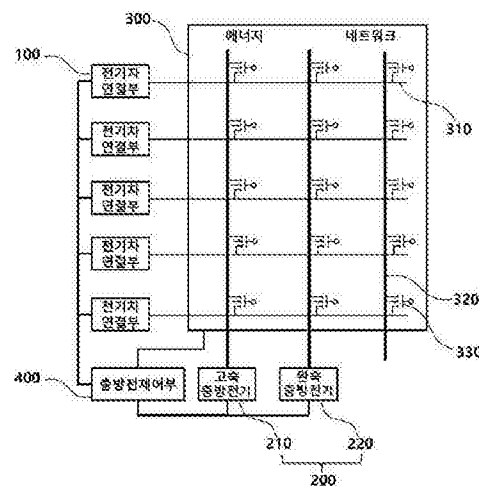
심사관 : 송홍석

(54) 발명의 명칭 비클투그리드용 전기차 충방전 시스템 및 방법


(57) 요약

본 발명은 비클투그리드용 전기차 충방전 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 재구성 가능한 양방향 전력 네트워크를 이용하여, 전기차보다 작은 수의 충방전기를 이용하여 다수의 전기차를 충전할 수 있고, 전기차간 충전이 가능한 비클투그리드용 전기차 충방전 시스템 및 방법을 제공한다.

배 도 - 도1





|  |  |
|--|--|
|  <b>(19) 대한민국특허청(KR)</b><br><b>(12) 공개특허공보(A)</b>                           | <b>(11) 공개번호</b> 10-2016-0064563<br><b>(43) 공개일자</b> 2016년06월08일   |
| <b>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)</b><br><i>G06Q 50/06</i> (2012.01)<br><b>(21) 출원번호</b> 10-2014-0168327<br><b>(22) 출원일자</b> 2014년11월28일<br><b>심사청구일자</b> 2014년11월28일 | <b>(71) 출원인</b><br><b>제주대학교 산학협력단</b><br>제주특별자치도 제주시 제주대학로 102 (아라일동, 제주대학교)<br><b>(72) 발명자</b><br><b>이정훈</b><br>제주특별자치도 제주시 노형12길 24, 202동 1106호 (노형동, 노형2차아파트)<br><b>박경린</b><br>제주특별자치도 제주시 금월길 46-2, 102동 401호 (아라일동, 프로빌B단지연립주택)<br><i>(뒷면에 계속)</i><br><b>(74) 대리인</b><br><b>특허법인 무한</b> |

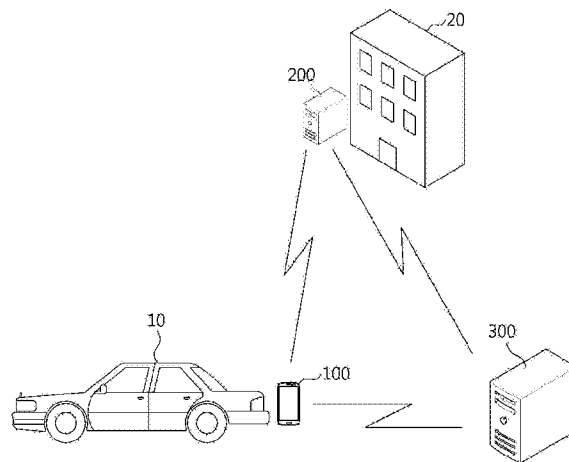
전체 청구항 수 : 총 16 항

**(54) 발명의 명칭 전기 자동차에서 그리드로의 전력 거래를 위한 전력 중개 시스템**

**(57) 요약**

전력 거래를 위한 전력 중개 시스템이 개시된다. 그 시스템은, 전기 자동차에 저장된 전력의 판매를 위한 판매자 단말로부터 전력 판매 정보를 수신하는 판매 정보 수신부와, 전력 구매자 측의 전력 수요 및 상기 전력 판매 정보에 기초하여 전력 거래 스케줄 정보를 생성하는 스케줄링부와, 상기 전력 거래 스케줄에 기초하여 상기 전기 자동차의 방문 스케줄 정보를 생성하는 거래 관리부를 포함하는 구매자 단말을 포함한다.

도 1







(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0055982  
(43) 공개일자 2016년05월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B60L 11/18 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-0150033  
(22) 출원일자 2014년10월31일  
심사청구일자 2014년10월31일

(71) 출원인  
제주대학교 산학협력단  
제주특별자치도 제주시 제주대학로 102 (아라일동, 제주대학교)  
(72) 발명자  
이정훈  
제주특별자치도 제주시 노형12길 24, 202동 1106호 (노형동, 노형2차아이파크)  
박경린  
제주특별자치도 제주시 금월길 46-2, 102동 401호 (아라일동, 프로빌B단지연립주택)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인 무한

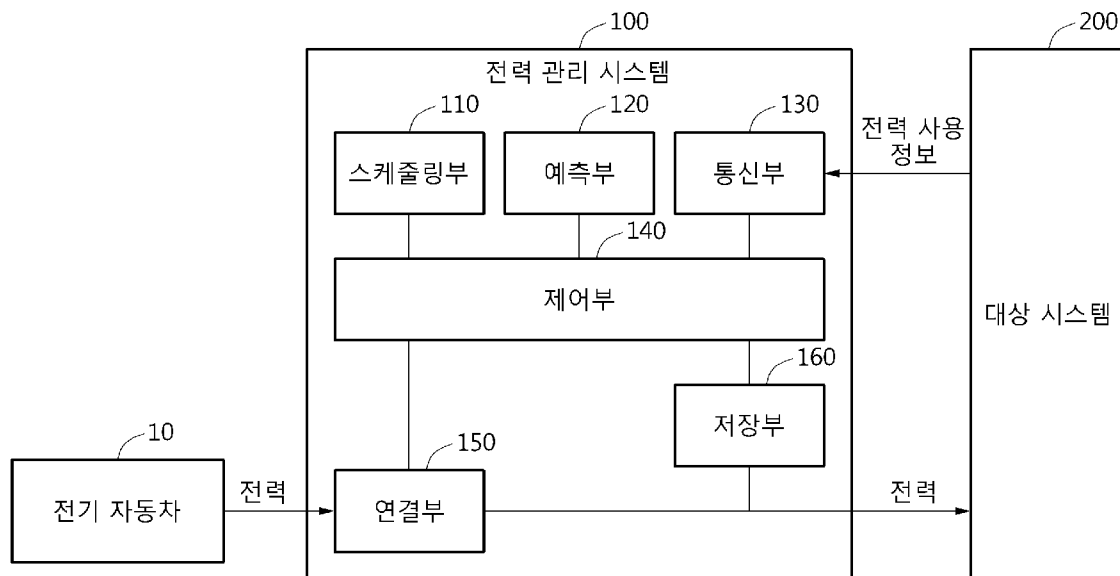
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 전기 자동차에서 그리드로의 전력 공급을 관리하는 전력 관리 시스템

(57) 요약

전기 자동차에서 그리드로의 전력 공급을 관리하는 전력 관리 시스템이 개시된다. 그 시스템은, 전력 관리 시스템에 의해 관리되는 대상 시스템의 전력 소비량을 예측하는 예측부와, 상기 전력 소비량 및 전기 자동차의 사용자로부터 수신한 입찰 정보에 기초하여, 상기 전기 자동차의 방문 시간을 조정하고, 상기 방문 시간 동안 상기 전기 자동차로부터 구입할 전력에 관한 스케줄 정보를 생성하는 스케줄링부와, 상기 스케줄 정보에 기초하여, 상기 전기 자동차에서 상기 전력 관리 시스템으로의 전력 판매를 위한, 상기 전력 관리 시스템과 상기 전기 자동차의 전기적 연결을 제어하는 제어부를 포함한다.

도 2



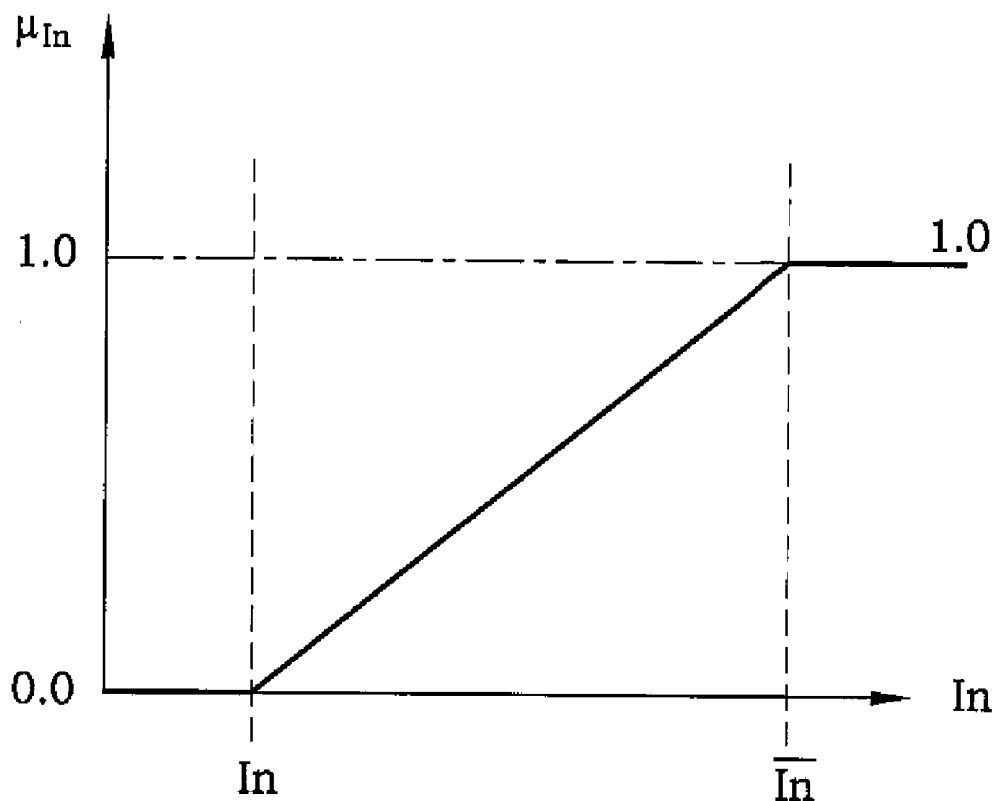





US 20160140449A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication**  
**ANSARI et al.**(10) **Pub. No.: US 2016/0140449 A1**(43) **Pub. Date: May 19, 2016**(54) **FUZZY LINEAR PROGRAMMING METHOD  
FOR OPTIMIZING CHARGING SCHEDULES  
IN UNIDIRECTIONAL VEHICLE-TO-GRID  
SYSTEMS**(52) **U.S. Cl.**  
CPC . *G06N 7/02* (2013.01); *G06N 5/022* (2013.01)(71) Applicant: **KING FAHD UNIVERSITY OF  
PETROLEUM AND MINERALS,**  
Dhahran (SA)(72) Inventors: **MUHAMMAD ABDUL HAFEEZ  
ANSARI, KARACHI (PK); ALI  
TALEB AL-AWAMI, DHAHRAN  
(SA); MOHAMMAD ALI ABIDO,  
DHAHRAN (SA)**(21) Appl. No.: **14/543,823**(22) Filed: **Nov. 17, 2014****Publication Classification**(51) **Int. Cl.**  
*G06N 7/02* (2006.01)  
*G06N 5/02* (2006.01)(57) **ABSTRACT**

The fuzzy linear programming method for optimizing charging schedules in unidirectional vehicle-to-grid systems is a computerized fuzzy linear programming method for an electric vehicle (EV) aggregator that coordinates the provision of ancillary services, such as regulation and spinning reserves, to electricity markets using unidirectional vehicle-to-grid (V2G). The fuzzy optimization incorporates uncertainties while maintaining the tractability of the problem size since, in fuzzy optimization, there is no need to represent each stochastic parameter by a number of scenarios. This allows for optimizing the charging of all EVs simultaneously, as well as taking market aspects into account, guaranteeing maximization of aggregator profits, and further considering electricity market uncertainties, such as ancillary service prices and ancillary service deployment signals.





|  |  |  |
|--|--|--|
|         | (19) 대한민국특허청(KR)<br>(12) 공개특허공보(A)                         | (11) 공개번호 10-2016-0025166<br>(43) 공개일자 2016년03월08일 |
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br>H02J 3/36 (2006.01) G06Q 50/06 (2012.01)<br>H02J 9/00 (2006.01) | (71) 출원인<br>임기돈<br>인천광역시 남구 인하로 124 ,204호(용현동, 건<br>용오피스텔) |  |
| (21) 출원번호 10-2014-0111969<br>(22) 출원일자 2014년08월27일<br>심사청구일자 2014년08월27일                 | (72) 발명자<br>임기돈<br>인천광역시 남구 인하로 124 ,204호(용현동, 건<br>용오피스텔) |  |

전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **운행중인 차량에 V2G기술 적용 방법**

(57) 요약

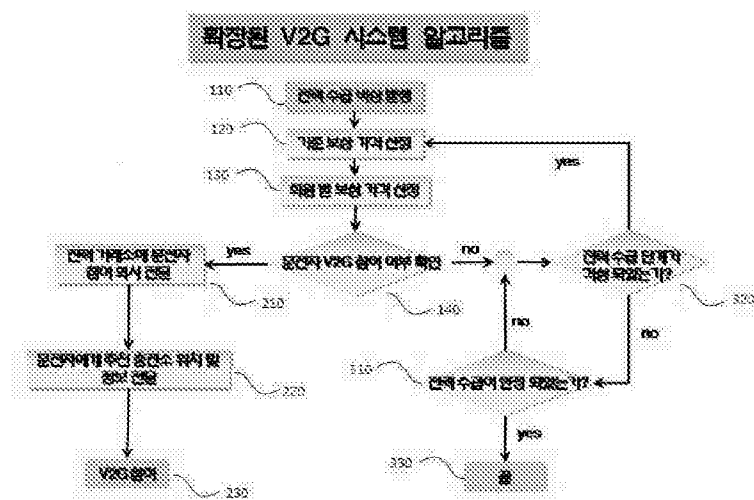
(가) 기술분야

전력 수급 비상시 V2G(Vehicle-To-Grid)기술을 운행중인 차량에 적용하는 시스템에 관한 것이다.

(나) 해결하고자 하는 과제

(뒷면에 계속)

도 1







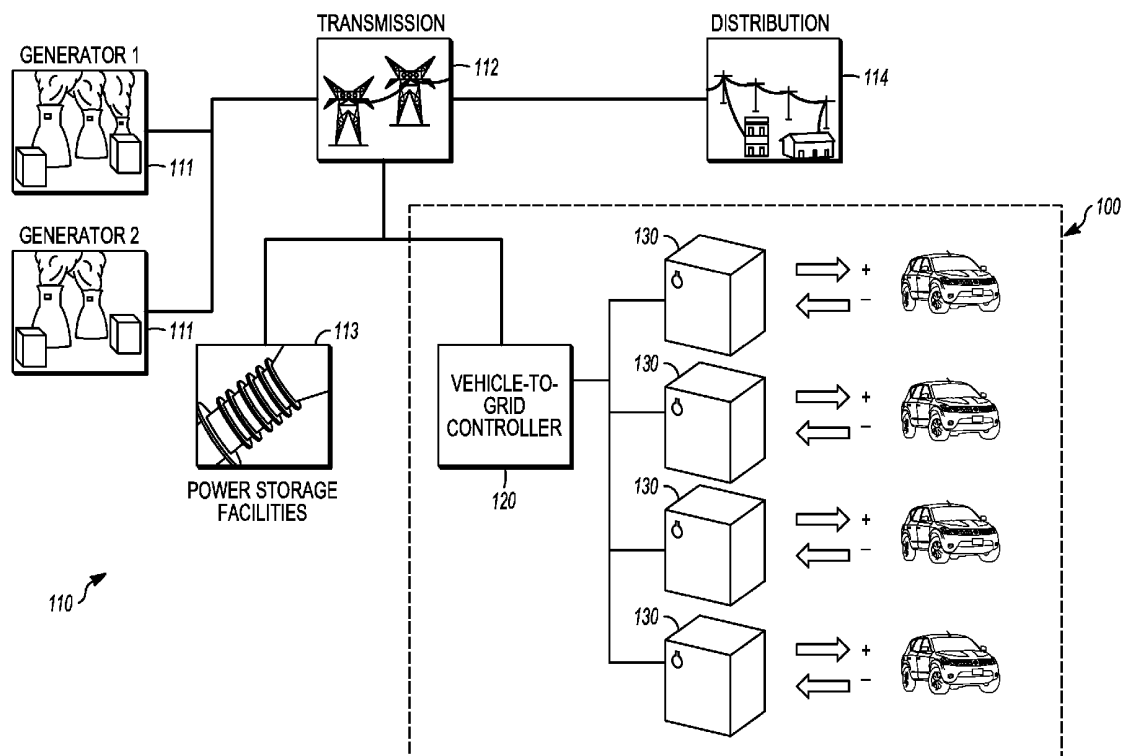
US 20150255985A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication**  
**Higashi**(10) **Pub. No.: US 2015/0255985 A1**(43) **Pub. Date: Sep. 10, 2015**(54) **VEHICLE-TO-GRID SYSTEM WITH POWER LOSS COMPENSATION**(52) **U.S. Cl.**CPC ... *H02J 4/00* (2013.01); *G05F 1/66* (2013.01);  
*G05B 15/02* (2013.01)(71) Applicant: **Nissan North America, Inc.**, Franklin, TN (US)(72) Inventor: **Kazuyuki Higashi**, Farmington Hills, MI (US)(73) Assignee: **Nissan North America, Inc.**, Franklin, TN (US)(21) Appl. No.: **14/197,755**(22) Filed: **Mar. 5, 2014****Publication Classification**(51) **Int. Cl.***H02J 4/00* (2006.01)*G05B 15/02* (2006.01)*G05F 1/66* (2006.01)

(57)

**ABSTRACT**

A vehicle-to-grid system connected to a power grid includes a first vehicle group of one or more vehicles connected to the power grid, a second vehicle group of one or more vehicles connected to the power grid, and a vehicle-to-grid controller. The vehicle-to-grid controller causes each vehicle from the second vehicle group to supply electrical power to the power grid at a nominal frequency and at an adjusted amplitude, and causes each vehicle from the first vehicle group to supply electrical power to the power grid at an adjusted frequency that is different than the nominal frequency and at a nominal amplitude that is different than the adjusted amplitude.



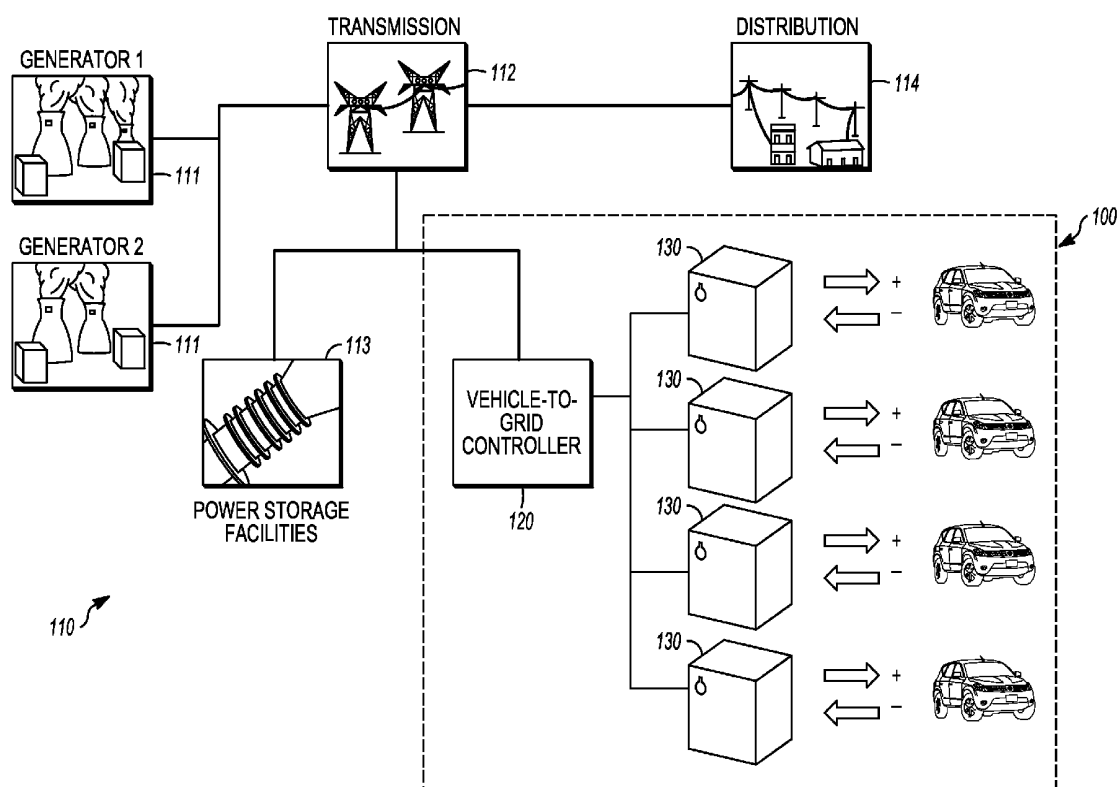




US 20150255984A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication**  
**Higashi**(10) **Pub. No.: US 2015/0255984 A1**(43) **Pub. Date: Sep. 10, 2015**(54) **VEHICLE-TO-GRID SYSTEM CONTROL  
BASED ON STATE OF HEALTH**(52) **U.S. Cl.**  
CPC ... *H02J 4/00* (2013.01); *G05F 1/66* (2013.01);  
*G05B 15/02* (2013.01)(71) Applicant: **Nissan North America, Inc.**, Franklin,  
TN (US)(72) Inventor: **Kazuyuki Higashi**, Farmington Hills,  
MI (US)(73) Assignee: **Nissan North America, Inc.**, Franklin,  
TN (US)(21) Appl. No.: **14/197,651**(22) Filed: **Mar. 5, 2014****Publication Classification**(51) **Int. Cl.**  
*H02J 4/00* (2006.01)  
*G05B 15/02* (2006.01)  
*G05F 1/66* (2006.01)(57) **ABSTRACT**

A vehicle-to-grid system for supplying electrical power to a power grid includes a group of vehicle charging systems and a vehicle-to-grid controller. Each vehicle charging system is associated with a respective vehicle and each vehicle charging system is operable to determine a state of health for a battery of the respective vehicle. The vehicle-to-grid controller is operable to receive state of health information for each respective vehicle from each vehicle charging system of the group of vehicle charging systems describing the state of health for the battery of the respective vehicle, and determine a maximum power supply value for the group of vehicle charging systems based in part on the state of health information for each respective vehicle.







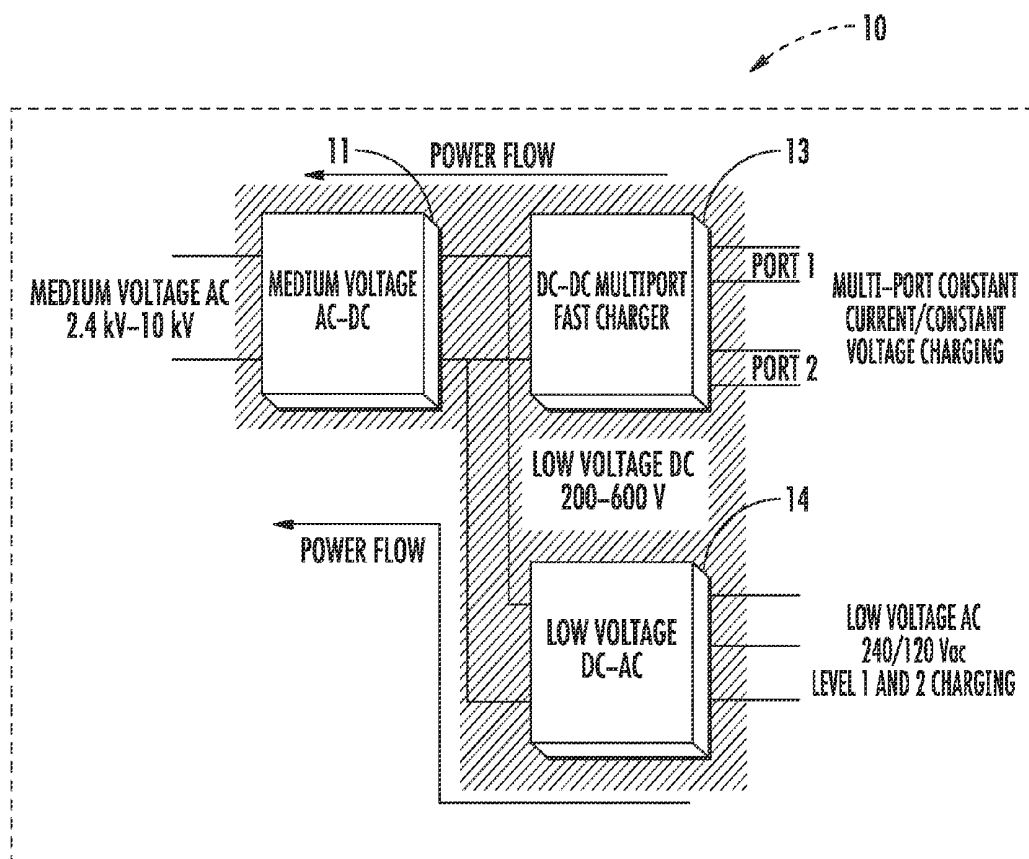
US 20150183330A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication**  
**Rajagopalan et al.**(10) **Pub. No.: US 2015/0183330 A1**(43) **Pub. Date: Jul. 2, 2015**(54) **MODULAR RECONFIGURABLE MEDIUM VOLTAGE TRANSFORMER FOR DATA CENTERS, VOLT/VAR CONTROL, AC AND DC CHARGING, AND VEHICLE-TO-GRID APPLICATIONS****Publication Classification**(51) **Int. Cl.****B60L 11/18** (2006.01)**H02J 3/00** (2006.01)(52) **U.S. Cl.**CPC ..... **B60L 11/1812** (2013.01); **H02J 3/00** (2013.01); **B60L 2230/16** (2013.01); **B60L 2210/10** (2013.01); **B60L 2210/30** (2013.01); **B60L 2210/40** (2013.01)(71) Applicant: **Electric Power Research Institute, Inc.**, Charlotte, NC (US)(72) Inventors: **Satish Rajagopalan**, Knoxville, TN (US); **Arindam Maitra**, Charlotte, NC (US); **Jih-Sheng Lai**, Blacksburg, VA (US); **Mark Duvall**, Palo Alto, CA (US); **Mark McGranaghan**, Knoxville, TN (US)(73) Assignee: **Electric Power Research Institute, Inc.**, Charlotte, NC (US)(21) Appl. No.: **14/143,081**(22) Filed: **Dec. 30, 2013**


(57)

**ABSTRACT**

A modular reconfigurable medium voltage transformer configured for data centers, VOLT/VAR control, AC and DC charging, and vehicle-to-grid applications is disclosed. The modular reconfigurable transformer includes a plurality of modules configured to be connected to or disconnected from each other to provide multiple transformer configurations. Each of the modules are configured for bi-directional or uni-directional power flow to allow the transformer to provide power from a power source to an application or from the application back to the power source





|  |   |
|--|---|
|  <b>(19) 대한민국특허청(KR)</b><br><b>(12) 공개특허공보(A)</b>   | <b>(11) 공개번호</b> 10-2014-0124974<br><b>(43) 공개일자</b> 2014년10월28일  |
| <b>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)</b><br><i>H02J 3/36</i> (2006.01) <i>H02J 7/00</i> (2006.01)<br><i>B60L 11/18</i> (2006.01)<br><b>(21) 출원번호</b> 10-2013-0042059<br><b>(22) 출원일자</b> 2013년04월17일<br><b>심사청구일자</b> 없음 | <b>(71) 출원인</b><br><b>주식회사 케이티</b><br>경기도 성남시 분당구 불정로 90(정자동)<br><b>(72) 발명자</b><br><b>정현철</b><br>서울 강남구 개포로110길 43, 104동 610호 (일원동, 개포한신아파트)<br><b>장성봉</b><br>경기 성남시 분당구 정자로 56, 109동 103호 (정자동, 상록마을라이프1단지아파트)<br><i>(뒷면에 계속)</i><br><b>(74) 대리인</b><br><b>특허법인충정</b> |

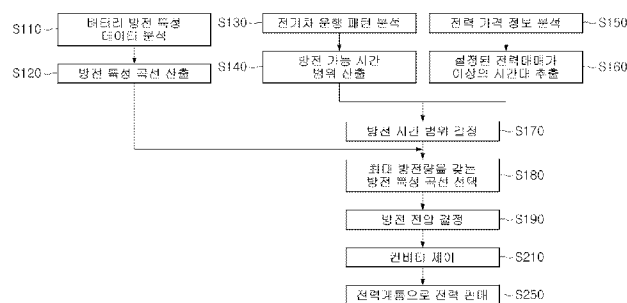
전체 청구항 수 : 총 11 항

**(54) 발명의 명칭** V 2 G 환경에서 전기차의 배터리 충방전 제어 시스템 및 전력거래를 위한 전기차의 배터리 충방전 최적 효율 제어 방법

**(57) 요약**

본 발명은 V2G 환경에서 전기차의 배터리 충방전 제어 시스템 및 전력거래를 위한 전기차의 배터리 충방전 최적 효율 제어 방법으로서, 전기차 배터리 충방전 시스템을 이용하여 전력 거래를 위한 배터리 충방전 제어 방법에 있어서, 전기차 배터리에 대한 기보유된 방전 특성 데이터를 기초로 방전 전류별 시간경과에 따른 총 방전량에 대한 각각의 방전 특성 곡선을 산출하는 방전 특성 판단 단계; 상기 방전 특성 곡선 및 전력 가격 정보에 기초하여 상기 배터리의 방전 시간 범위 및 방전 전압을 포함하는 방전 조건을 결정하는 방전 조건 결정 단계; 및 상기 전기차 배터리 충방전 시스템을 통해 상기 방전 조건에 따라 전력계통으로 상기 배터리를 방전하는 방전 수행 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력거래를 위한 전기차의 배터리 충방전 제어 방법과 이를 위한 전기차의 배터리 충방전 제어 시스템이며, 이와 같은 본 발명에 의하면 실시간 요금제(RTP) 환경에서 전기차의 배터리 방전 효율을 극대화시킴으로써 프로슈머로서의 수익을 극대화시킬 수 있는 동시에 사용자 개개인의 특성을 고려하여 전기차 이용의 효율성을 저해하지 않으면서 효과적으로 V2G 환경에서 에너지 저장장치로서 전기차 배터리의 이용이 가능해진다.

**배 록 도**







(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0063816  
(43) 공개일자 2013년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B60L 11/18 (2006.01) H02J 7/34 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0130390

(22) 출원일자 2011년12월07일

심사청구일자 2011년12월07일

(71) 출원인

한국전기연구원

경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)

(72) 발명자

강동주

경기도 의왕시 계원대학로 41, 1406호 (내손동, 뮤즈빌)

최상봉

경기도 성남시 분당구 돌마로486번길 7, 임광아파트 308-1004 (서현동, 효자촌)

(74) 대리인

특허법인명문

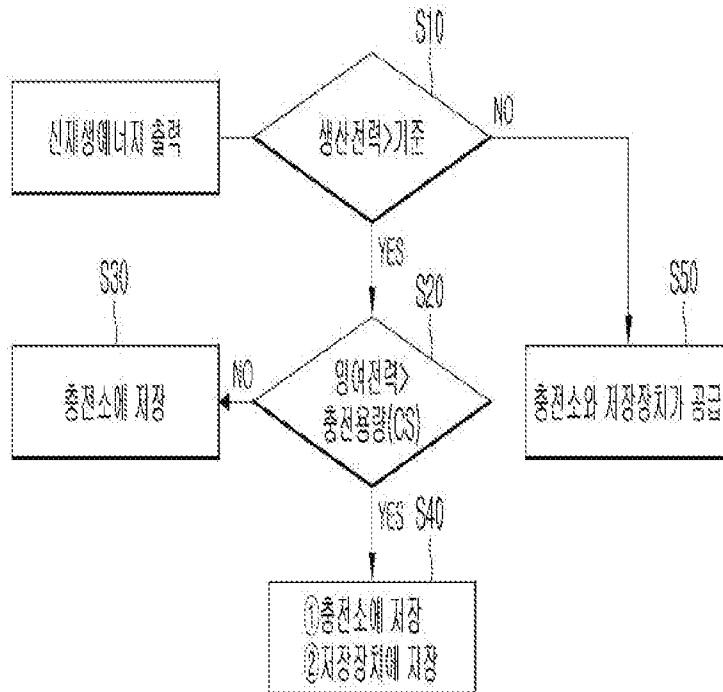
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 신재생에너지원, 보조 에너지 저장 장치 및 전기자동차 충전소를 연계한 V 2 G 서비스 방법

(57) 요약

본 발명은, 신재생에너지원, 보조 에너지 저장 장치, 전기자동차 충전소를 연계하여, 계통운영의 유연성과 안정도를 강화하고, 신재생에너지의 출력 변동성을 고려하여 시장가치에 기반한 충방전 우선순위가 결정되도록 하여 수익성 향상에도 기여할 수 있는 V2G 서비스 방법에 관한 것이다.

배 도 도



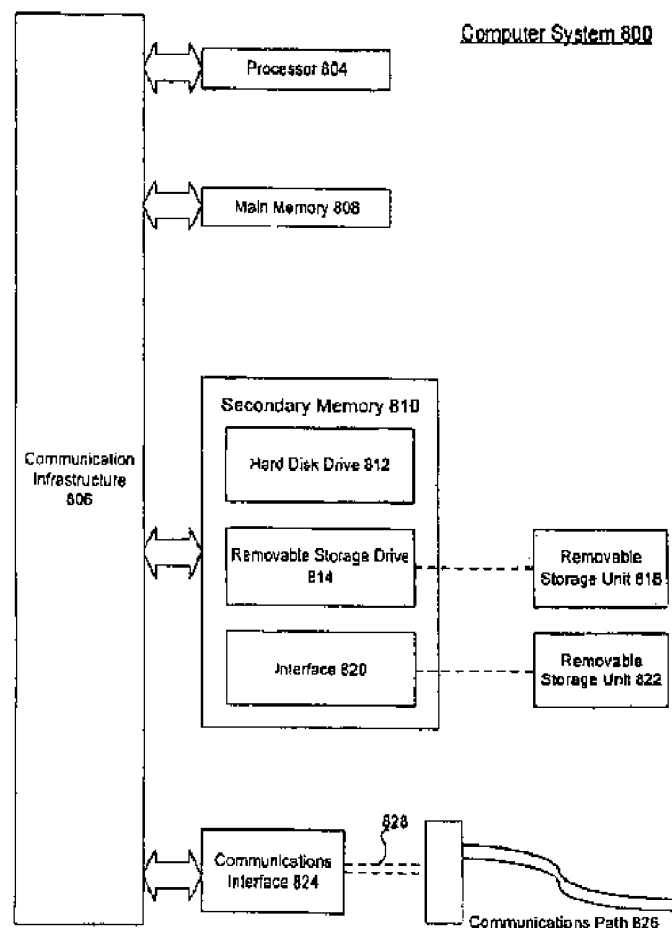




US 20070282495A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication** (10) **Pub. No.: US 2007/0282495 A1**  
(43) **Pub. Date: Dec. 6, 2007**(54) **SYSTEM AND METHOD FOR ASSESSING  
VEHICLE TO GRID (V2G) INTEGRATION**(75) Inventors: **Willett Kempton**, Newark, DE (US);  
**Jasna Tomic**, Newark, DE (US)Correspondence Address:  
**CONNOLLY BOVE LODGE & HUTZ LLP**  
**1875 EYE STREET, N.W.**  
**SUITE 1100**  
**WASHINGTON, DC 20036 (US)**(73) Assignee: **UNIVERSITY OF DELAWARE**, New-  
ark, DE (US)(21) Appl. No.: **11/742,882**(22) Filed: **May 1, 2007****Related U.S. Application Data**(60) Provisional application No. 60/747,050, filed on May  
11, 2006.**Publication Classification**(51) **Int. Cl.**  
**G06F 17/00** (2006.01)  
(52) **U.S. Cl.** ..... **701/22; 180/65.1**(57) **ABSTRACT**

A method for calculating power available for sale from an electric vehicle to an electric power market on a grid includes determining maximum DC power available from the electric vehicle; determining an electrical conversion efficiency related to a conversion of DC power from the electric vehicle to AC power; accounting for a time period in which the DC power is available from the electric vehicle; and calculating the power available for sale from the electric vehicle. A method of assessing economic value of a vehicle to grid arrangement includes calculating a total revenue amount due to providing one or more of peak power, spinning reserves, and regulation services; calculating a cost for each of producing energy, degradation due to wear, and annualized capitalization; summing the calculated costs; and determining the economic value of the vehicle to grid arrangement by comparing the summed calculated costs to the total revenue amount. A computer-implemented system for assessing economic value of a vehicle to grid arrangement includes a computer circuit configured to calculate a total revenue amount due to providing one or more of peak power, spinning reserves, and regulation services; calculate a cost for each of producing energy, degradation due to wear, and annualized capitalization; sum the calculated costs; and determine the economic value of the vehicle to grid arrangement by comparing the summed calculated costs to the total revenue amount.





ANEXO 2.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN RECIENTE con topología de convertidor similar a la utilizada y con resultados TRL5- TRL6



# DAB Converter With Q Capability for BESS/EV Applications to Allow V2H/V2G Services

Md. Mejbaul Haque , *Member, IEEE*, Peter Wolfs , *Senior Member, IEEE*, Sanath Alahakoon , *Member, IEEE*, Björn C. P. Sturmberg, Mithulananthan Nadarajah , *Senior Member, IEEE*, and Firuz Zare , *Fellow, IEEE*

**Abstract**—This paper presents a dual active bridge (DAB) converter with reactive power control capability (Q-capability) for a battery energy storage system (BESS) or an electric vehicle (EV) to deliver vehicle-to-home (V2H) and vehicle-to-grid (V2G) services. The DAB topology is preferable for EV charging systems due to its galvanic isolation and bidirectional power flow capabilities. However, this topology increases reactive current peak and loses zero voltage switching (ZVS) operation at light loads if it is not controlled with improved modulation strategies and proper Q control. This paper proposes a mixed modulation method and a reactive power optimization (RPO) algorithm based on power system load flow concepts. Due to the complexities associated with the analytical solution using time domain analysis, this paper develops detailed universal expressions of a DAB converter using the harmonic analysis method. Analytical identification of ZVS boundaries and DSP implementation of the RPO algorithm become easier with these universal expressions. Multiple modes analysis for different operational states is no longer required. Simulation results have been shown for different modulation strategies of the DAB converters. The theoretical analysis of modulation strategies, RPO algorithm and ZVS operation are validated by experimental results on a DAB prototype. Results show that the proposed control strategy reduces the reactive power and provide ZVS operation over a wide ranges of voltages.

**Index Terms**—BESS, DAB, EV, harmonic analysis, RPO, V2H, V2G, ZVS.

## I. INTRODUCTION

THE DAB is a useful power converter topology that can provide bidirectional power flow between the sources and

galvanic isolation [1]. Due to bidirectional power flow capabilities and other benefits, the DAB topology is gaining interest as an interfacing unit for BESS and EV charging applications [2]–[4]. The DAB topologies are modular in nature and able to parallel single power stage converter units to meet the need of higher power by dc charging station standards. The EV chargers based on DAB converter topologies are capable of providing a range of services including bidirectional power flow, i.e., V2G [4]. The DAB topology could be extended to a triple active bridge (TAB) to interface with Photovoltaic (PV), energy storage elements and the grid. The DAB converter is topologically simple, consisting of a primary and secondary active bridge. These two bridges are separated by a high-frequency (HF) transformer, and the active power exchange between the primary and secondary bridges is enabled by the leakage inductance [5], [6]. The traditional modulation method of the DAB converter is single phase shift (SPS) modulation [7], [8]. In this method, the switching phase legs are switched by complementary logic that limits the phase displacement of the switching phase legs of the primary and secondary bridges to be exactly 180°. This is also known as two-level modulation as the SPS method generates a two-level square wave output. The two-level modulation strategy is relatively easier to implement. However, this causes a high reactive current peak and loss of ZVS operation when there is a wide variation in the dc-link voltages and active power transfer level. This leads to a reduction in overall efficiency due to increased power losses [9]. Triple phase shift (TPS) modulation allows the switching phase legs of each bridge to be switched at any defined phase angle. As a result, TPS modulation produces quasi-square-wave voltages at the primary and secondary bridges of the DAB converter [10]. This is also called three-level modulation. Compared to the two-level, three-level modulation reduces the reactive component of the ac current even in the case of voltage mismatch and extends the ZVS area over a wide variation of operating conditions [11].

A generalized model of the DAB converter is very important to determine the ZVS boundaries. This is required to understand the ZVS behavior of the DAB converter over a wide range of voltage variations. However, the most common approach is to use a linear piecewise time-domain model to analyze the three-level modulated DAB converters. The time-domain approach requires the use of multiple piecewise time-domain equations of inductor current for different operating states to solve for ZVS boundaries [12], [13]. This method is quite complex and needs several simplifications throughout the solution

Manuscript received March 31, 2021; revised July 8, 2021; accepted September 23, 2021. Date of publication October 27, 2021; date of current version January 14, 2022. Paper 2020-IPCC-1632.R1, presented at the 2020 IEEE International Conference on Power Electronics, Smart Grid and Renewable Energy, Cochin, India, Jan. 2–4, and approved for publication in the IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS by the Industrial Power Converter Committee of the IEEE Industry Applications Society. (*Corresponding author: Md. Mejbaul Haque.*)

Md. Mejbaul Haque and Björn C. P. Sturmberg are with the School of Engineering, The Australian National University, Canberra, ACT 2614, Australia (e-mail: bjorn.sturmberg@anu.edu.au).

Md. Mejbaul Haque, Peter Wolfs and Sanath Alahakoon are with the School of Engineering and Technology, CQUniversity, Queensland, QLD 4701, Australia (e-mail: m.haque@cqu.edu.au; p.wolfs@cqu.edu.au; s.alahakoon@cqu.edu.au).

Mithulananthan Nadarajah is with the School of Information Technology and Electrical Engineering, University of Queensland, Australia (e-mail: mithulan@itee.uq.edu.au).

Firuz Zare is with the School of Electrical Engineering and Robotics, Queensland University of Technology, Brisbane, QLD 4000, Australia (e-mail: f.zare@uq.edu.au).

Color versions of one or more figures in this article are available at <https://doi.org/10.1109/TIA.2021.3123139>.

Digital Object Identifier 10.1109/TIA.2021.3123139



process [14]. The universality of the DAB converter model using the linear piecewise time-domain method is low. As a result, if the operating conditions, such as time intervals, amount of phase shifts and types of phase shift modulation change, the DAB converter model might change [7], [10].

This makes the implementation of control methods quite complex due to the changes in optimal operation states [15]. In addition, the analysis of three-level modulation using a piecewise linear time-domain approach requires a maximum of 12 modes of operation at any of the specified operating conditions. These 12 modes should be used for finding an exact analytical solution of ZVS boundaries for three-level modulation, which is quite challenging [16]. Several DAB converter topologies have been studied for reactive power minimization [11], [17]–[19]; however, these topologies involve a complex optimization process that requires a large burden of mathematical manipulation on the DSP.

The major contributions of this paper are as follows: 1) developing a universal model of a DAB converter using the harmonic analysis approach to achieve a single coherent solution for the ZVS boundaries across the entire operating range; 2) developing and implementing an reactive power optimization (RPO) algorithm based on power system concepts; 3) offering a mixed modulation method by using the RPO algorithm; 4) validation of theoretical analysis of the DAB converter with simulation and experimental results.

The proposed DAB converter topology and control strategies provide the following major benefits: 1) The proposed RPO algorithm based on power system concepts is easier to implement in the DSP and it does not require any complex manipulation; 2) The proposed RPO algorithm causes the DAB converter to operate in the mixed modulation method and aids it to achieve complete ZVS; 3) The generalized model of the DAB converter does not require multiple modes analysis at a specific operating point; 4) The generalized model of the DAB converter allows us to use a first harmonic approximation of real and reactive power, which simplifies the analysis; 5) The proposed RPO algorithm and modulation strategies are extendable for a multiport converter.

The rest of this paper is organized as follows. In Section II, the proposed DAB converter topology is elaborated. Section III discusses the power system equivalent models of the DAB converter. Section IV presents the universal model of the DAB converter using the harmonic analysis approach. ZVS analysis is discussed in Section V. The RPO algorithm based on power system concept and control strategies of the DAB converter are explained in Sections VI and VII. The key simulation and experimental results are thoroughly discussed in Sections VIII and IX, respectively. Finally, major conclusions and contributions are highlighted again in Section X.

## II. PROPOSED DAB CONVERTER TOPOLOGY

The proposed DAB converter topology and its connection to a single-phase dc–ac inverter are shown in Fig. 1. The bidirectional EV charger is highlighted in the dotted box. The bidirectional converter allows BESS/EV to provide V2H/V2G services as

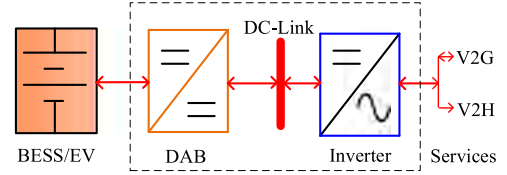


Fig. 1. BESS/EV connection via a bidirectional charger (dotted box).

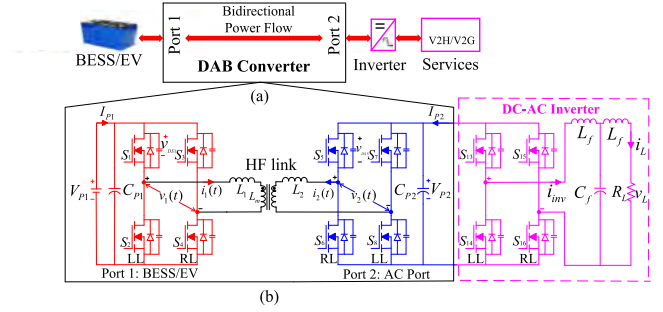


Fig. 2. Structure of the DAB converter for V2H or V2G applications: (a) block diagram with power flow directions and (b) detailed circuit diagram.

required. Fig. 2 shows the structure of the DAB converter for V2H or V2G applications. The block diagram and detailed circuit diagram are shown in Fig. 2(a) and (b), respectively. The proposed topology consists of a DAB converter and a four-quadrant bidirectional dc–ac inverter stage as highlighted by the dotted box (purple). As shown, the BESS/EV is connected to Port 1 and Port 2 is connected with the four-quadrant dc–ac inverter stage to establish a bidirectional ac port. In this topology,  $V_{P1}$  and  $V_{P2}$  are the dc-link voltages, and  $C_{P1}$  and  $C_{P2}$  are the dc-link capacitors of the DAB converter. The output currents of primary and secondary bridges are represented by  $I_{P1}$  and  $I_{P2}$ , respectively. The HF electrical quantities, i.e., the bridge voltages and currents, are represented by  $v_1(t)$ ,  $v_2(t)$ ,  $i_1(t)$ , and  $i_2(t)$ . The leakage inductors and magnetizing inductor are represented by  $L_1$  and  $L_2$  and  $L_m$ , respectively. Each port of the DAB converter consists of two phase legs, a left leg (LL) and a right leg (RL).  $C_{P2}$  is the dc-link capacitor connected between Port 2 and the inverter stage and this serves as the main element for energy exchange between the BESS/EV and home/grid through the single-phase inverter. The output current of the inverter is represented by  $i_{inv}$  and an LCL filter circuit is connected at the grid side to filter out any HF switching ripple on the load current  $i_L$ . For standalone operations, a linear resistive load  $R_L$  is connected. The instantaneous power of the topology is given by [4].

$$P_{P1}(t) = P_{P2}(t) \quad (1)$$

where  $P_{P1}(t)$  and  $P_{P2}(t)$  are instantaneous powers of Port 1 and Port 2 respectively. This paper focuses on the DAB converter topology and its analysis. The detailed analysis on the single-phase inverter is out of the scope of this paper.

## III. POWER SYSTEM MODEL OF DAB CONVERTER

A simple equivalent circuit model of the DAB converter can be viewed as a two-port network. It can be represented by



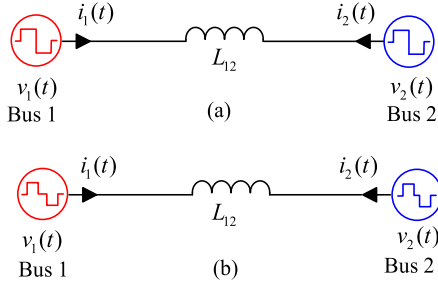


Fig. 3. Modeling of DAB converter. (a) DAB converter with two-level square wave sources. (b) DAB converter with three-level square wave sources [20].

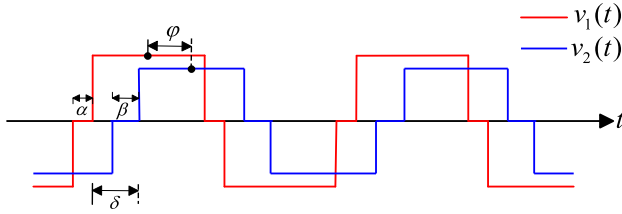


Fig. 4. Voltage waveforms across HF links of the primary- and secondary-side bridges of the DAB converter using three-level modulation.

a two-bus electrical system for the detailed analysis. As the voltage sources are HF square wave sources, they contain both fundamental and higher order harmonic components. A power flow will occur for each harmonic component. The harmonic analysis of these voltages is required to accurately represent the power transfer levels for each harmonic component. Fig. 3 shows the simplified equivalent models of the DAB converter, which is referred to as its primary side. This is seen as a two-bus power system network where the active bridges are replaced by HF square wave voltage sources. The equivalent model as shown in Fig. 3(b) is considered to develop the generalized model of the DAB converter. Using the two-port network theory, the time-domain relationship between the HF voltages and currents of the primary and secondary side bridges could be established as in the following equation:

$$\begin{bmatrix} i_1(t) \\ i_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_{11}(t) & y_{12}(t) \\ y_{21}(t) & y_{22}(t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1(t) \\ v_2(t) \end{bmatrix}. \quad (2)$$

The square matrix represents an admittance matrix of the two-port network. The relationship between voltages and currents could be formed in the phasor domain as expressed in the following equation [12]:

$$\begin{bmatrix} I_1^n \angle \theta_{i1}^n \\ I_2^n \angle \theta_{i2}^n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11}^n \angle \phi_{y11}^n & Y_{12}^n \angle \phi_{y12}^n \\ Y_{21}^n \angle \phi_{y21}^n & Y_{22}^n \angle \phi_{y22}^n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1^n \angle \theta_{v1}^n \\ V_2^n \angle \theta_{v2}^n \end{bmatrix}. \quad (3)$$

#### IV. UNIVERSAL MODEL OF THE DAB CONVERTER USING HARMONIC ANALYSIS

Fig. 4 shows the HF voltage waveforms  $v_1(t)$  and  $v_2(t)$  across the HF links of the primary- and secondary-side bridges, respectively, of the DAB converter. The DAB converter is assumed to be controlled by the TPS modulation method and the HF voltages are therefore three-level square waves. This

is also called the three-level modulation method. The phase difference  $\varphi$  between the centroid of the positive voltage pulses is controlled to regulate the active power flow between the bridges. The phase shift angles  $\alpha$  and  $\beta$  are used to control the duty ratio of the voltage waveform that controls the reactive power. From the trigonometric analysis, the equation for  $\varphi$  can be established as in the following equation:

$$\varphi = \delta + (\alpha - \beta) / 2. \quad (4)$$

This is a very significant expression and it is used to apply different modulation types in the DAB converters. For example, when  $\alpha = 0$  and  $\beta = 0$ , this would become SPS modulation. For the DPS modulation, either  $\alpha$  or  $\beta$  has to be zero. These phase angle variables are non-zero for the TPS modulation.

#### A. Analysis of HF Electrical Quantities of the DAB Converter

The square wave voltages can be easily expressed using Fourier Series analysis [21]. The HF voltages of the DAB converter could then be represented in phasor form as shown in the following equations:

$$V_1^n \angle \theta_{v1}^n = \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \frac{4V_1}{n\pi} \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \angle 0^\circ \quad (5)$$

$$V_2^n \angle \theta_{v2}^n = \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \frac{4V_2}{n\pi} \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \angle -n\varphi. \quad (6)$$

If the HF transformer is modeled using an inductance term  $L$ , the currents can be derived using (5) and (6), and can be expressed as shown in the following equations:

$$I_1^n \angle \theta_{i1}^n = \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \frac{4\sqrt{A^2 + B^2}}{n\pi\omega_s L} \angle \tan^{-1}\left(\frac{A}{B}\right) \quad (7)$$

$$I_2^n \angle \theta_{i2}^n = \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \frac{4\sqrt{D^2 + C^2}}{n\pi\omega_s L} \angle \tan^{-1}\left(\frac{C}{D}\right) \quad (8)$$

where the switching frequency  $\omega_s = n\omega = 2n\pi f_s$  and

$$A = -V_1 \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) + V_2 \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \cos(n\varphi)$$

$$B = V_2 \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \sin(n\varphi)$$

$$C = V_1 \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) - V_2 \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \cos(n\varphi)$$

$$D = -V_2 \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \sin(n\varphi).$$

The voltage and current expressions in (5)–(8) represent the generalized mathematical model of the DAB converter. This model applies to all modulation techniques under different operating conditions. The complex power of the DAB converter is



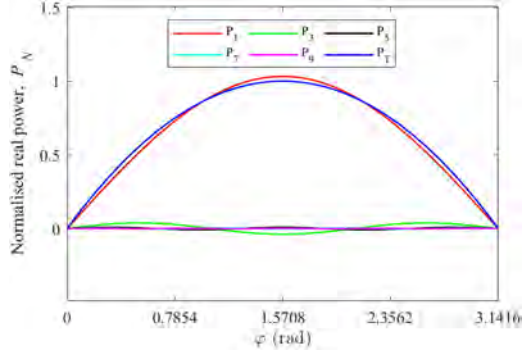


Fig. 5. Variation of normalized active power of the DAB converter with respect to phase shift  $\varphi$ .

expressed as shown in the following equation:

$$S = \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \frac{4V_1}{n\pi} \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \angle 0^\circ \times \sum_{m=1,3,\dots}^{\infty} \frac{4\sqrt{A^2+B^2}}{m\pi\omega_s L} \angle -\tan^{-1}\left(\frac{A}{B}\right) = \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \sum_{m=1,3,\dots}^{\infty} \frac{16V_1\sqrt{A^2+B^2}}{mn\pi^2\omega_s L} \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \angle -\tan^{-1}\left(\frac{A}{B}\right) = \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \sum_{m=1,3,\dots}^{\infty} \frac{16V_1\sqrt{A^2+B^2}}{mn\pi^2\omega_s L} \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{A}{B}\right)\right) = \frac{P}{Q} \quad (9)$$

$$P = P_{n=m} + P_{n \neq m} = \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \times \frac{8V_1V_2}{n^2\pi^2\omega_s L} \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \sin(n\varphi) \quad (10)$$

$$Q = Q_{n=m} + Q_{n \neq m} = \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \frac{8V_1}{n^2\pi^2\omega_s L} \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \times \left( V_1 \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) - V_2 \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \cos(n\varphi) \right) + \sum_{n \neq m=1,3,\dots}^{\infty} \frac{8V_1\sqrt{A^2+B^2}}{mn\pi^2\omega_s L} \cos\left(\frac{m\alpha}{2}\right). \quad (11)$$

As the voltages and currents of the DAB converter are a series of odd harmonics, the active and reactive power factor angles are changed with the harmonic number. According to the orthogonality properties of the sine and cosine functions, the active power is nonzero only for the same harmonic order of the voltages and currents and is zero for any other combinations of harmonic order such that  $P_{n \neq m}$  as derived in (10). However, the reactive power is nonzero for both the same and cross combinations between the harmonic order, which is shown in (11).

### B. Analytical Results of HF Electrical Quantities of the DAB Converter

Figs. 5–9 show the normalized real and reactive power of the DAB converter, which are normalized by  $\frac{V_1V_2f_sL}{8}$ . Fig. 5 shows

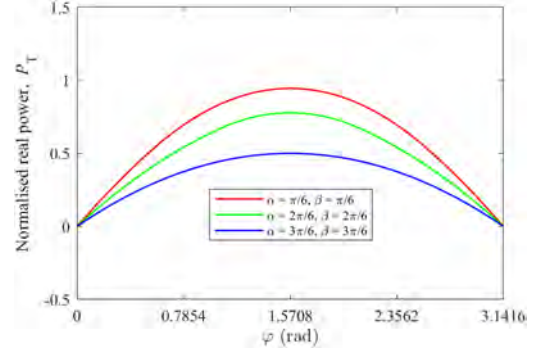


Fig. 6. Total normalized active power of the DAB converter for harmonic numbers up to  $n = 100$  with respect to phase shift  $\varphi$ .

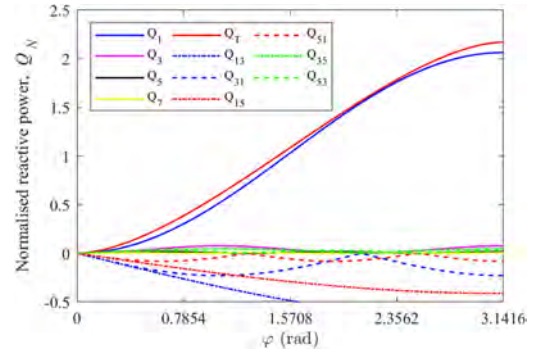


Fig. 7. Harmonic components of normalized reactive power of the DAB converter with respect to phase shift  $\varphi$ .

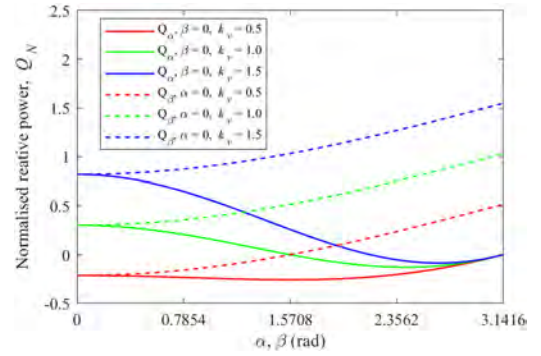


Fig. 8. Harmonic components of normalized reactive power of the DAB converter with respect to  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $k_v$ .

the total normalized active power variation with the phase angle  $\varphi$  when  $\alpha = 0$  and  $\beta = 0$ . It is seen that the fundamental component of the active power  $P_1$  closely follows the total active power  $P_T$  with only minor deviations. The fundamental component of the active power is dominant, and this is diminishing for higher-order harmonic components as seen in Fig. 5. The variation of the total active power  $P_T$  with the phase angle  $\varphi$  is presented for fixed inner phase shift angles  $\alpha$  and  $\beta$  as shown in Fig. 6. The normalized active power of the DAB converter reduces in magnitude as the inner phase shift angle increases toward  $\pi$  rad. The normalized reactive power  $Q_T$  as presented in Fig. 7, which shows that the fundamental component of the reactive power  $Q_1$  is almost equal to the total reactive power  $Q_T$ , but has little deviation in some phase angles.



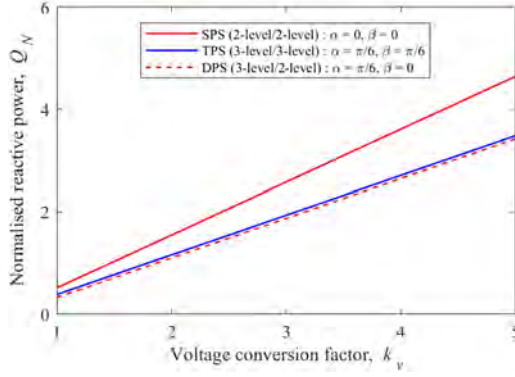


Fig. 9. Variation of normalized reactive power of a DAB converter with modulation methods and voltage conversion factor  $k_v$ .

The magnitudes of the reactive power for other harmonic components are small and their net contribution to total reactive power  $Q_T$  is small. Therefore, the active and reactive powers of the DAB converter could be analyzed using the first harmonic approximation method [10]. The variations of normalized reactive power with respect to the inner phase shift angles  $\alpha$  and  $\beta$  of the primary and secondary bridges and the voltage conversion factor  $k_v$  of the DAB converter are presented in Fig. 8. The ratio of the secondary side dc-link voltage  $V_{dc2}$  to the primary-side dc-link voltage  $V_{dc1}$  is defined as  $k_v$ . Fig. 8 shows that the reactive power of the DAB converter decreases when  $\beta = 0$  and the inner phase shift variable  $\alpha$  of the primary bridge and voltage conversion factor  $k_v$  increase.

However, the reactive power increases when  $\alpha = 0$ , and the inner phase shift variable  $\beta$  of the secondary bridge and voltage conversion factor  $k_v$  increase. The normalized fundamental reactive power component of the DAB converter with the variation of the voltage conversion factor  $k_v$  due to various modulation methods is presented in Fig. 9 when the phase shift between the primary and secondary bridge voltages is  $\varphi = \frac{\pi}{3}$ . Results show that SPS (two-level) modulation produces higher reactive power as the voltage conversion factor  $k_v$  increases in the operating region. The DPS and TPS modulation methods lower the reactive power flow in the DAB converter. The analysis reveals that the real and reactive power of the DAB converter can be expressed by the first-order harmonic component with negligible error. It is also realized that, while the utilization of the duty cycle enables the reactive power control, this reduces the active power transmission in the DAB converter. The reduction of the reactive power while maximizing the real power transmission in the DAB converter still requires further analysis regarding the modulation strategies and reactive power control.

## V. ZVS ANALYSIS OF DAB CONVERTER

For ZVS to occur, the HF link current should be sufficiently positive for a negative phase leg transition (positive to negative voltage transition) and this should be negative for a positive phase leg transition (negative to positive voltage transition) as shown in Fig. 10. In this example, the phase leg LL consists of  $S_1$  and  $S_2$ , and the phase leg RL consists of  $S_3$  and  $S_4$  and both operate under ZVS conditions. Considering the LL of the

primary-side bridge for illustration, the MOSFET  $S_1$  changes its switching state from a positive to negative with the positive HF link current (current flowing out of the bridge)  $i_1(t)$  as shown at point 1 in Fig. 10. Thus, the positive current will then flow through the antiparallel diode of the MOSFET  $S_2$  and causes MOSFET  $S_2$  to turn ON with ZVS. The antiparallel diode of MOSFET  $S_2$  then clamps to the negative dc rail voltage. Similarly, at point 2, the MOSFET  $S_2$  transitions from a negative to positive switching state with negative HF link current (current flowing into the bridge)  $i_1(t)$ . Therefore, the MOSFET  $S_2$  turns OFF with the negative HF current  $i_1(t)$  that causes the antiparallel diode of the MOSFET  $S_1$  to conduct and thus causes MOSFET  $S_2$  to turn ON with ZVS. The ZVS situation can be further explained by sketching the switching commutation sequence of the MOSFET and its antiparallel diodes as shown in Fig. 11. The commutation sequence as shown in Fig. 11 describes the switching behavior at just below point 2 in Fig. 10. A negative HF link current is flowing through the MOSFET  $S_2$  before causing negative to positive voltage transition. However, the negative HF link current  $i_{S2\text{OFF}}$  causes the MOSFET  $S_2$  to turn OFF and the device capacitance of MOSFET  $S_2$  is now charged by the negative HF link current  $i_{S2\text{OFF}}$  as shown in Fig. 11(b). The device capacitance of MOSFET  $S_2$  is charged enough to turn the antiparallel diode of the MOSFET  $S_1$  ON and then the antiparallel diode clamps at the positive dc rail voltage as shown in Fig. 11(c). So, the MOSFET  $S_1$  has zero turn ON voltage and thus achieved ZVS. For the hard switching (HS) operation, the HF link current  $i_1(t)$  commutates from the antiparallel diode of MOSFET  $S_2$  to MOSFET  $S_1$  as shown in Fig. 12. In this case, the device capacitance (drain to source) should quickly discharge when the MOSFETs turn ON. During the HS operation, the reverse recovery current of the antiparallel diode causes high switching losses in the diode and increases the current stress of the MOSFETs. The minimum current to maintain the ZVS can be calculated using the following equation

$$i_{\min} = \frac{2Q_{ds}}{T_d} \quad (12)$$

where

$Q_{ds}$  = total charge in the drain to source capacitor of the MOSFET

$T_d$  = dead time.

### A. Analytical Solutions to Identify ZVS Region Using Harmonic Analysis

To determine the generalized ZVS boundary conditions of the DAB converter, the phasor relationships between the HF bridge voltages and HF link currents can be established and expressed by the following equation:

$$\begin{bmatrix} I_1^n \angle \theta_{i1}^n \\ I_2^n \angle \theta_{i2}^n \end{bmatrix} = \frac{4V_2}{n\pi} \begin{bmatrix} Y_{11}^n \angle \phi_{y11}^n & Y_{12}^n \angle \phi_{y12}^n \\ Y_{21}^n \angle \phi_{y21}^n & Y_{22}^n \angle \phi_{y22}^n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} k_v \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \angle 0 \\ \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \angle -n\varphi \end{bmatrix}. \quad (13)$$

To find the ZVS boundary conditions of the bridge currents, it is better to represent the phasor form of the bridge currents in the time domain as presented in (14)–(15).



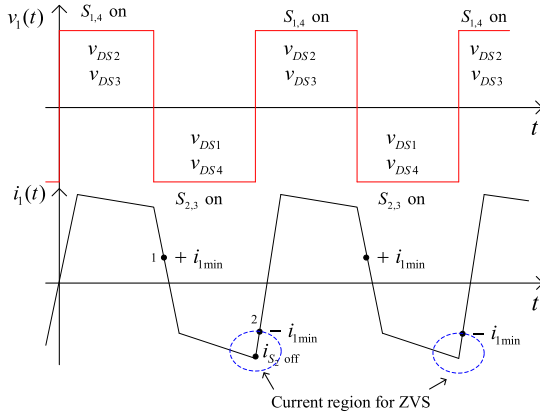


Fig. 10. Bridge voltage  $v_1(t)$  across the HF link, the switched voltages  $v_{DS1}$ ,  $v_{DS2}$ ,  $v_{DS3}$ , and  $v_{DS4}$  across the MOSFETs ( $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , and  $S_4$ ), and the HF link current  $i_1(t)$  of the primary-side bridge of the DAB converter.

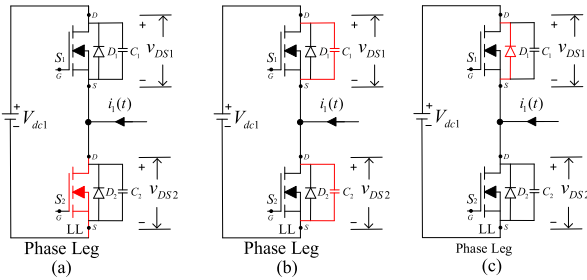


Fig. 11. Commutation sequence of the MOSFET and body diode of LL of the primary-side bridge under ZVS condition.

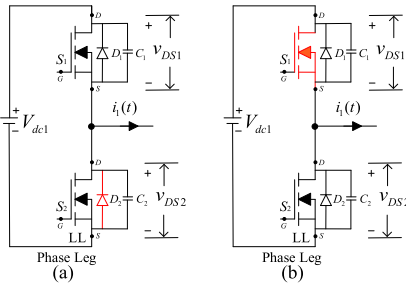


Fig. 12. Commutation sequence of the MOSFET and body diode of LL of the primary-side bridge under hard switched condition.

The current magnitude is somewhat adjustable by design, i.e., capacitances and dead times can be adjusted but only if the current sign is correct. The boundary conditions for achieving ZVS in the active switches of LLs and RLs of primary and secondary bridges of the DAB converter could be defined as in the following equation:

$$\text{LL } (S_{1,2}) : i_1 \left( \omega_s t = n\pi - \frac{n\alpha}{2} \right) \geq 0$$

$$\text{RL } (S_{3,4}) : i_1 \left( \omega_s t = \frac{n\alpha}{2} \right) \leq 0$$

$$\text{RL } (S_{5,6}) : i_2 \left( \omega_s t = n\pi + n\varphi - \frac{n\beta}{2} \right) \leq 0$$

$$\text{LL } (S_{7,8}) : i_2 \left( \omega_s t = n\varphi + \frac{n\beta}{2} \right) \geq 0. \quad (16)$$

ZVS is achieved when the boundary conditions are true. Applying these boundary conditions and some mathematical manipulation, the four distinct ZVS boundaries are determined for the four independent switching transitions of the phase legs and are expressed in the following equations:

$$k_v|_{S_{1,2}} \geq \frac{- \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{Y_{12}^n}{n} \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \sin\left(n\varphi + \frac{n\alpha}{2} - \phi_{y11}^n\right)}{\sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{Y_{11}^n}{n} \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \sin\left(\frac{n\alpha}{2} - \phi_{y11}^n\right)} \quad (17)$$

$$k_v|_{S_{3,4}} \geq \frac{\sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{Y_{12}^n}{n} \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \sin\left(n\varphi - \frac{n\alpha}{2} - \phi_{y12}^n\right)}{\sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{Y_{11}^n}{n} \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \sin\left(\frac{n\alpha}{2} + \phi_{y11}^n\right)} \quad (18)$$

$$k_v|_{S_{5,6}} \leq \frac{\sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{Y_{22}^n}{n} \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \sin\left(\frac{n\beta}{2} - \phi_{y22}^n\right)}{\sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{Y_{21}^n}{n} \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \sin\left(n\varphi - \frac{n\beta}{2} + \phi_{y21}^n\right)} \quad (19)$$

$$k_v|_{S_{7,8}} \leq \frac{- \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{Y_{22}^n}{n} \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \sin\left(\frac{n\beta}{2} + \phi_{y22}^n\right)}{\sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{Y_{21}^n}{n} \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \sin\left(n\varphi + \frac{n\beta}{2} + \phi_{y21}^n\right)} \quad (20)$$

This set of equations represents the exact analytical solution for ZVS boundary conditions of the phase legs of a DAB converter. The analytical solution provides the generalized relationship between the three-level modulation phase angle variables of  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\varphi$  and the dc-link voltage conversion factor  $k_v$  for any coupling network between the active bridges.

## B. Impacts of Different Modulation Strategies on ZVS Region

In this section, the analytical solution of the ZVS boundaries in (17)–(20) using the harmonic analysis approach is validated against a conventional piecewise linear time-domain analysis presented in [22] and [23]. For simplicity, the HF link is assumed to be of ideal inductance  $L_m$  and the turns ratio of the HF transformer is unity. In this case, the  $2 \times 2$  admittance matrix in (3) reduces to the following equation

$$Y_{11}^n \angle \phi_{y11}^n = Y_{22}^n \angle \phi_{y22}^n = \frac{1}{n\omega L} \angle -\frac{\pi}{2}$$

$$i_1(\omega_s t) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} i_1^n(n\omega_s t) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4V_2 k_v}{n\pi} \left[ Y_{11}^n \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \sin(\omega_s t + \phi_{y11}^n) + Y_{12}^n \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \sin(\omega_s t + \phi_{y12}^n - n\varphi) \right] \quad (14)$$

$$i_2(\omega_s t = n\omega t) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} i_2^n(n\omega_s t) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4V_2 k_v}{n\pi} \left[ Y_{21}^n \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \sin(\omega_s t + \phi_{y21}^n) + Y_{22}^n \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \sin(\omega_s t + \phi_{y22}^n - n\varphi) \right] \quad (15)$$



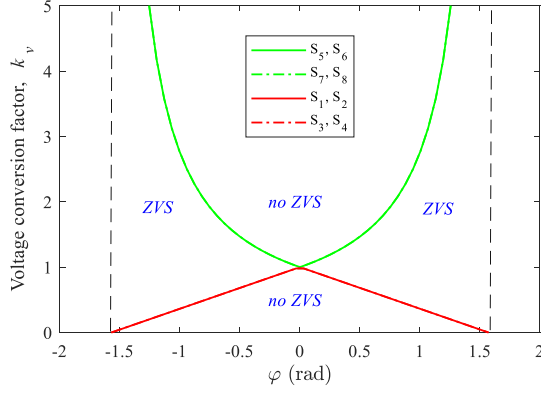


Fig. 13. ZVS region of the DAB converter when the inner phase shift angles  $\alpha = 0$  and  $\beta = 0$ .

$$Y_{12}^n \angle \phi_{y12}^n = Y_{21}^n \angle \phi_{y21}^n = \frac{1}{n\omega L} \angle \frac{\pi}{2} \quad (21)$$

and, using these values, the generalized form of ZVS boundaries can then be evaluated as given in the following equations:

$$k_v|_{S1, S2} \geq \frac{\sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{n^2} \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \cos\left(n\varphi + \frac{n\alpha}{2}\right)}{\sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{n^2} \cos^2\left(\frac{n\alpha}{2}\right)} \quad (22)$$

$$k_v|_{S3, S4} \geq \frac{\sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{n^2} \cos\left(\frac{n\beta}{2}\right) \cos\left(n\varphi - \frac{n\alpha}{2}\right)}{\sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{n^2} \cos^2\left(\frac{n\alpha}{2}\right)} \quad (23)$$

$$k_v|_{S5, S6} \leq \frac{\sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{n^2} \cos^2\left(\frac{n\beta}{2}\right)}{\sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{n^2} \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \cos\left(n\varphi - \frac{n\beta}{2}\right)} \quad (24)$$

$$k_v|_{S7, S8} \leq \frac{\sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{n^2} \cos^2\left(\frac{n\beta}{2}\right)}{\sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{1}{n^2} \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right) \cos\left(n\varphi + \frac{n\beta}{2}\right)} \quad (25)$$

**1) SPS Modulation Method:** The SPS modulation method produces two-level square wave voltages. For the two-level modulation method, the inner phase shift variables  $\alpha$  and  $\beta$  both reduce to zero and the phase angle  $\varphi$  is used to control the DAB converter. Substituting these phase variables with some manipulation, we achieve the ZVS boundary conditions for the phase legs of the primary- and secondary-side bridges that are the same as the solution that was achieved with two-level modulation using the piecewise linear time-domain analysis reported in [22] and [23]. Fig. 13 shows the voltage conversion ratio  $k_v$  against the phase angle  $\varphi$  to show how the ZVS region changes with the selected inner phase shift angles  $\alpha$ , and  $\beta$ . The operation of the phase angle  $\varphi$  is limited to  $\pm \frac{\pi}{2}$ . It shows that ZVS capability of the DAB converter is completely lost for low transmission power where the phase angle  $\varphi$  needs to be very small.

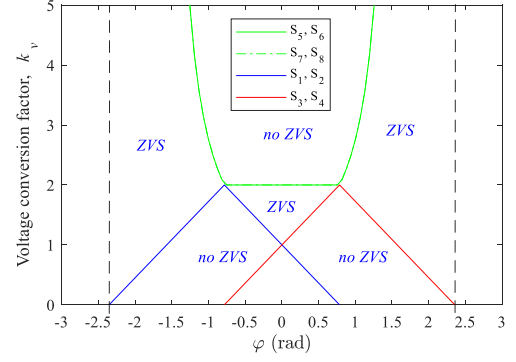


Fig. 14. ZVS region of the DAB converter when the inner phase shift angles  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  and  $\beta = 0$ .

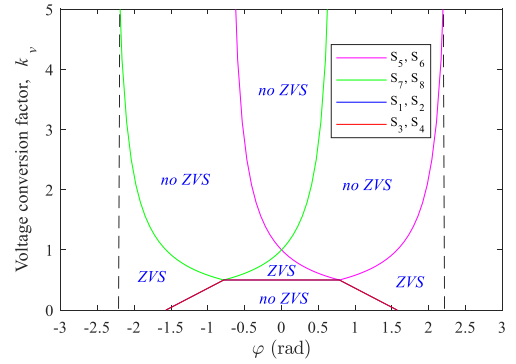


Fig. 15. ZVS region of the DAB converter when the inner phase shift angles  $\alpha = 0$  and  $\beta = \frac{\pi}{2}$ .

**2) DPS Modulation Method:** The DPS modulation method utilizes two degrees of control freedom, namely phase shift angle between the voltage sources  $\varphi$  and the inner phase angle variable being either  $\alpha$  or  $\beta$ . Fig. 14 shows the ZVS boundary of each switch of the primary and secondary bridge of the DAB converter when the primary bridge is operated with three-level modulation, whereas the secondary bridge is operated with two-level modulation. The ZVS region for the switches of the DAB converter changes when the primary bridge is operated with two-level modulation and the secondary bridge is operated with three-level modulation as depicted in Fig. 15. In both cases, this mixed modulation method (two-level/three-level or three-level/two-level) provides ZVS operation even for the very small transmission power that is centered about  $\varphi = 0$ . The mixed modulation overcomes the problem of having two-level modulation in both bridges. The results show that the ZVS region of each switch of the bridge subjected to three-level modulation diverges with respect to the phase angle variable  $\varphi$ . The ZVS boundary also moves away from the point where the voltage conversion ratio  $k_v$  is unity. The results show that having three-level modulation in one of the bridges improves the ZVS capability of the DAB converter, especially when this operates at small power levels.

**3) TPS Modulation Method:** The TPS modulation method utilizes all the available degrees of control freedom with phase shift angle  $\varphi$  and inner phase variables  $\alpha$  and  $\beta$ . For the inner phase variables, i.e.,  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  and  $\beta = \frac{\pi}{2}$ , the ZVS boundary



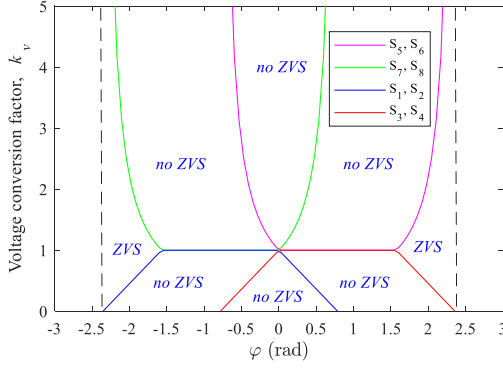


Fig. 16. ZVS region of the DAB converter when the inner phase shift angles  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  and  $\beta = \frac{\pi}{2}$ .

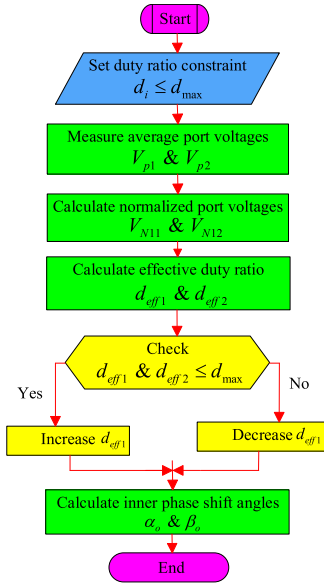


Fig. 17. RPO algorithm for DAB converter.

conditions are plotted in Fig. 16. The results show that having three-level modulation in both bridges by the same proportion (i.e.,  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  and  $\beta = \frac{\pi}{2}$ ) prevents the DAB converter from achieving ZVS operation for light load conditions (i.e., when  $|\varphi|$  is very small) for any variations in the voltage conversion factor  $k_v$  from unity. The analytical results in Figs. 13–16 reveal that DAB converter can continuously maintain ZVS operation over a wide variation of dc-link voltages and light load conditions if either one of the bridges is controlled with three-level modulation rather than controlling both with three-level modulation. However, in practice, the three-level modulation capability in both bridges increases the operational flexibility of the DAB converter.

## VI. RPO ALGORITHM

Fig. 17 shows an RPO algorithm based on generalized power system concepts. The reactive current causes the reactive power and additional conduction losses in the DAB converter. To transfer a given level of real power, the conduction losses should be first minimized. In practical cases, the minimum losses

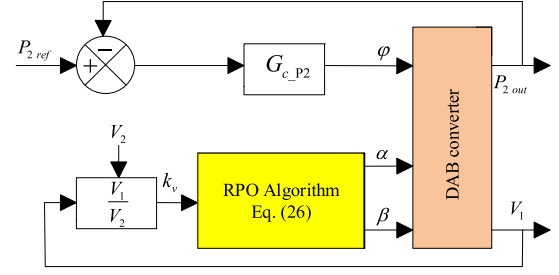


Fig. 18. Proposed control strategies for the DAB converter.

occur for minimum rms current flows in DAB converters. To have minimum losses in the DAB converter, fundamental voltages should match. The objective of the RPO algorithm is to determine the optimized phase variables  $\alpha_o$  and  $\beta_o$  to achieve the dynamic control of the duty cycle of the bridge voltages. These optimized phase variables reduce the mismatch of the dc-link voltages. The RPO algorithm matches the fundamental bridge voltages by adjusting the bridge waveform pulse widths (by controlling  $\alpha$  and  $\beta$ ). The RPO algorithm ensures minimum reactive power and maintains ZVS operation of the DAB converter while maximizing the transmission power through the HF link. It is revealed by the analytical solutions of the ZVS boundary that the proper choice of three-level modulation among the active bridges extends the ZVS region of the DAB converter. The three-level modulation method also reduces the reactive current peak. The duty cycles of the voltages of each bridge are used to control the reactive current peak. Similar to a generalized power system, the real power flows are adjusted via phase shift of the fundamental bridge voltages of the DAB converter and the reactive power flow is adjusted by controlling the voltage magnitude by tuning pulsewidths of the bridge voltages. The power system based RPO algorithm runs one bridge at two-level modulation and the other bridge adjusts the phase angle variable to reduce the pulse width to match the fundamental bridge voltage.

In the proposed RPO algorithm, the initial duty ratio  $d_i$  and the duty ratio constraint  $d_{max}$  are set. The initial duty  $d_i$  is chosen to be 0.75 that produces an ideal three-level square wave that has the lowest harmonic components. The average port voltages  $V_{P1}$  and  $V_{P2}$  are normalized by  $V_{P1}$ . These normalized port voltages  $V_{N11}$  and  $V_{N12}$  are multiplied with the initialized duty ratio  $d_i$  to represent effective duty ratios  $d_{eff1}$  and  $d_{eff2}$ . These effective duty ratios are used to determine the optimized phase variables in the following equation:

$$\begin{cases} \alpha_o = \pi (1 - d_{eff1}) \\ \beta_o = \pi [1 - (k_v \times d_{eff1})] \end{cases} \quad (26)$$

The RPO algorithm results in equal half cycle average voltages and ensures perfect matching of the fundamental voltage components.

## VII. CONTROL STRATEGIES OF DAB CONVERTER

The proposed control strategy of the DAB converter is shown in Fig. 18. The DAB converter is controlled by a PI controller and the RPO algorithm. The DAB is power controlled and the



TABLE I  
SIMULATION PARAMETERS OF DAB CONVERTER

| Parameters                         | Values             |
|------------------------------------|--------------------|
| Transformer nominal power          | 500 VA             |
| Leakage inductors, $L_{1\sim3}$    | 16 $\mu\text{H}$   |
| Magnetizing inductor, $L_m$        | 700 $\mu\text{H}$  |
| Winding resistance, $R_{dc}$       | 43.6 m $\Omega$    |
| DC-link capacitors, $C_{dc1\sim3}$ | 2200 $\mu\text{F}$ |
| Capacitor, ESR                     | 15 m $\Omega$      |
| Switching frequency, $f_{sw}$      | 20 kHz             |
| Duty cycle, $d_{eff1\sim3}$        | 0.5-1.0            |
| Input voltage                      | 20~40 V            |

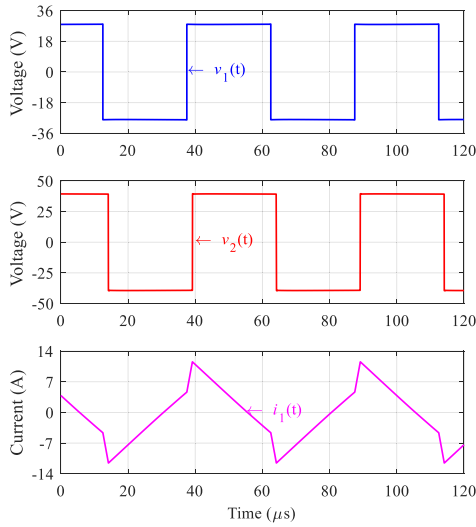


Fig. 19. Simulation results of voltages and current of the DAB converter using two-level modulation at  $V_1 = 28$  V and  $P_2 = -100$  W.

secondary bridge power  $P_2$  is controlled with a PI controller to regulate the phase variable to meet the power demand. The RPO algorithm provides  $\alpha_o$  and  $\beta_o$  that control the reactive current of the DAB converter to minimize the reactive power.

### VIII. SIMULATION RESULTS

The simulation models of the DAB converter are built in MATLAB/Simulink to examine its operation under different operating conditions with two-level and three-level modulation methods and the RPO algorithm. The secondary bridge of the DAB converter is connected to a 15  $\Omega$  resistive load. The DAB converter simulation parameters and their values are presented in Table I. These parameters are kept unchanged in the experimental demonstration of the DAB converter to compare the operational characteristics in both simulation and experimental domains. The simulation and experimental results of the DAB converter are presented here for the following two operating conditions: (i)  $V_1 = 28$  V and  $P_2 = -100$  W, and (ii)  $V_1 = 36$  V and  $P_2 = -100$  W and for different modulation methods.

Figs. 19 and 20 show the HF voltages and current of the DAB converter when operating with two-level modulation at 28 V and 36 V, respectively. It is observed that the current through the

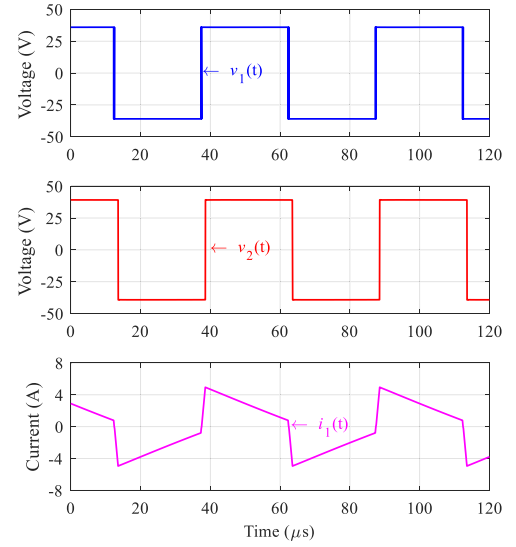


Fig. 20. Simulation results of voltages and current of the DAB converter using two-level modulation at  $V_1 = 36$  V and  $P_2 = -100$  W.

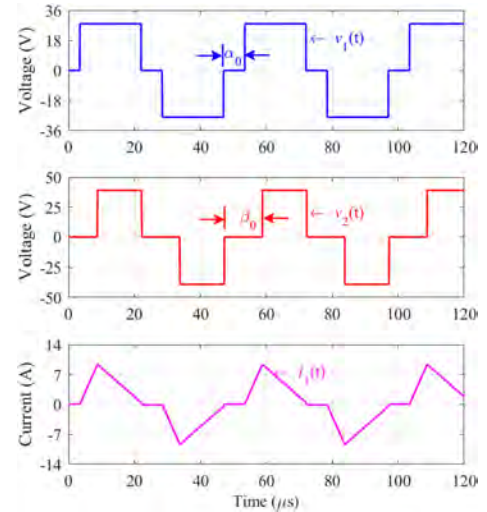


Fig. 21. Simulation results of voltages and current of the DAB converter using three-level modulation at  $V_1 = 28$  V and  $P_2 = -100$  W.

HF link of the DAB converter reduces if the half cycle average value of the HF link voltages is closely matched. However, due to the lack of degrees of control freedom, duty ratio control is not achieved for the two-level modulation cases and hence further reduction of reactive current peak is not achievable. All switches in the primary bridge completely lose ZVS operation. The HF bridge voltages and current of the DAB converter under three-level modulation are presented in Figs. 21 and 22, respectively. The results show that the voltages across the HF links of both primary- and secondary-side bridges of the DAB converter are three-level square wave. The results show that the reactive current peak of the DAB converter reduces for the three-level modulation case compared to the two-level modulation method as seen in Figs. 21 and 22. The ZVS operation is improved but LL of Port 1 still lost ZVS operation.



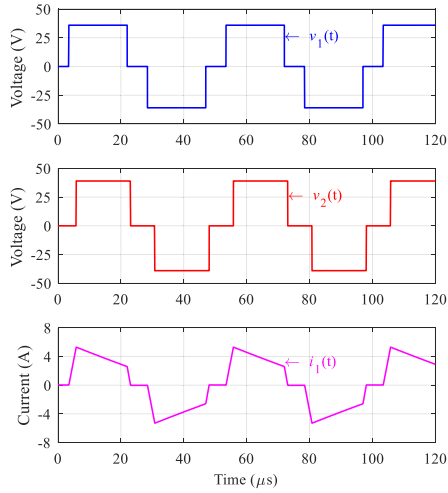


Fig. 22. Simulation results of voltages and current of the DAB converter using three-level modulation at  $V_1 = 36$  V and  $P_2 = -100$  W.

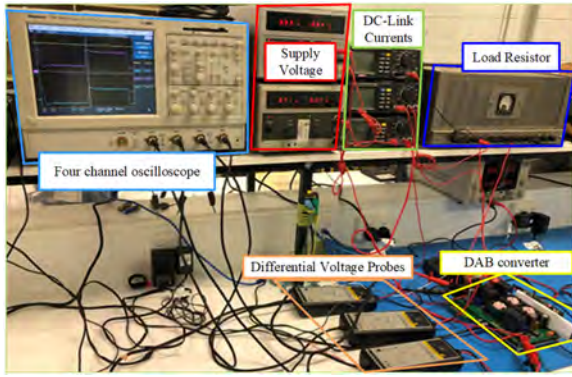


Fig. 23. Experimental setup of the DAB converter.

## IX. EXPERIMENTAL RESULTS

The experimental tests are carried out on a DAB converter prototype to verify the theoretical analysis, modulation strategies, RPO algorithm, and the ZVS operation. A 40 V, 400 W prototype of the DAB converter is built in the laboratory and tested under the same operating conditions as considered in the simulation. The experimental prototype is controlled by an F28377D DSP. The experimental photograph of the test system is shown in Fig. 23. The detailed specifications of DAB converter parameters are listed in Table II. The experimental results are shown in Figs. 24–27. As the difference in bridge voltages increases at  $V_1 = 28$  V, the current peak is higher at this operating voltage compared to  $V_1 = 36$  V for two-level modulation. The bridge voltage mismatch increases the reactive current as shown in Figs. 24 and 25.

However, for the same operating conditions, the reactive current reduces when the active bridges of the DAB converter are modulated with the three-level modulation method as shown in Figs. 26 and 27. The experimental results closely match with the simulation results. At every operating point, all switches of Port 1 lost the ZVS operation with two-level modulation while LL of Port 1 lost ZVS with three-level modulation, which are similar to the simulation results. Figs. 28 and 29 show the DAB

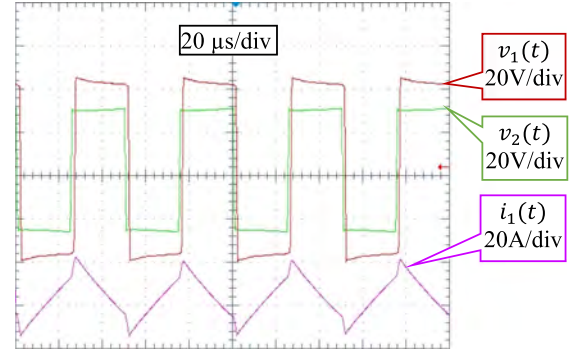


Fig. 24. Experimental results of voltages and current of the DAB converter using two-level modulation at  $V_1 = 28$  V and  $P_2 = -100$  W.

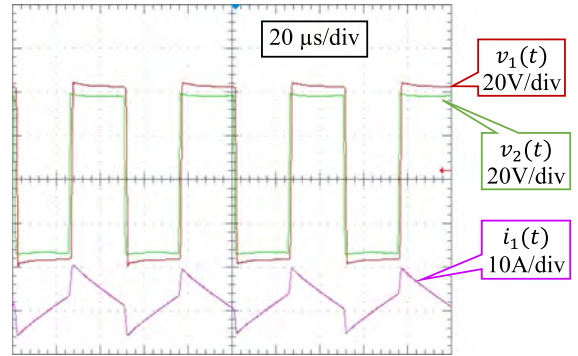


Fig. 25. Experimental results of voltages and current of the DAB converter using two-level modulation at  $V_1 = 36$  V and  $P_2 = -100$  W.

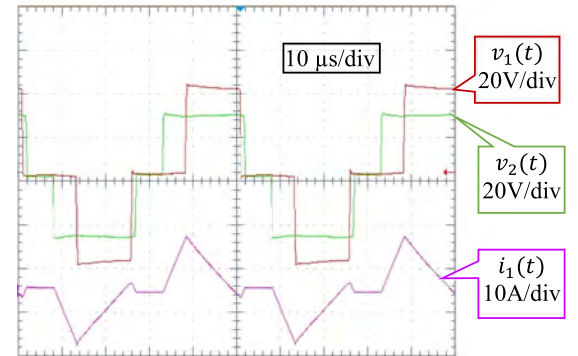


Fig. 26. Experimental results of voltages and current of the DAB converter using three-level modulation at  $V_1 = 28$  V and  $P_2 = -100$  W.

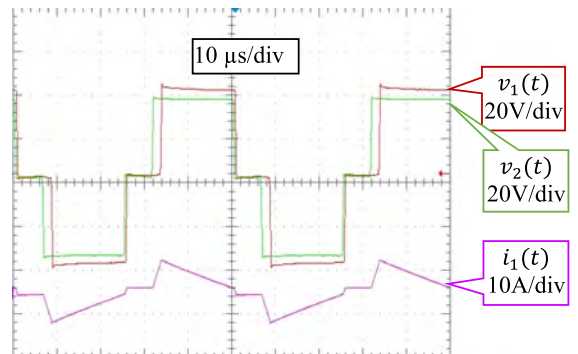


Fig. 27. Experimental results of voltages and current of the DAB converter using three-level modulation at  $V_1 = 36$  V and  $P_2 = -100$  W.



TABLE II  
PARAMETERS OF EXPERIMENTAL DAB CONVERTER SYSTEM

| Parameters                         | Values  |
|------------------------------------|---|
| Power MOSFETs                      | PSMN016 - 100PS   |
| Transformer specifications         | Core ETD 39<br>Material N87 (EPCOS TDK)<br>Number of turns (14:14)<br>Layer insulation (Kapton tape)<br>Litz wire (0.04 mm×180 strands×5) |
| Leakage inductors, $L_{1\sim3}$    | 16 $\mu$ H  |
| Magnetizing inductor, $L_m$        | 700 $\mu$ H   |
| DC-link capacitors, $C_{dc1\sim3}$ | 2200 $\mu$ F (electrolytic), 22 $\mu$ F (plastic)   |
| Switching frequency, $f_s$         | 20 kHz  |
| Load resistor, $R_L$               | 15 $\Omega$   |
| Duty cycle, $d_{eff1\sim3}$        | 0.5-1.0   |
| MOSFET Driver                      | Si8234  |
| Current Transducers                | CAS 15-NP, Ferrite toroids (3E5, 1:50)  |
| Voltage transducer                 | LM358D  |
| DSP Controller                     | F28377D   |

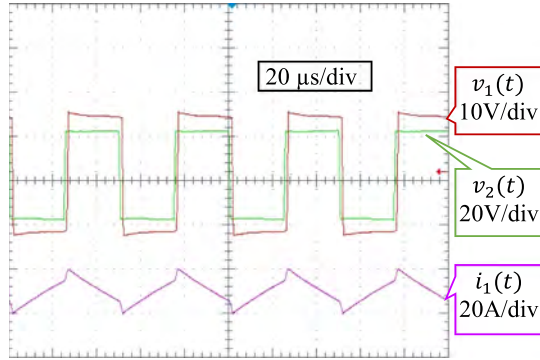


Fig. 28. Experimental results of voltages and current of the DAB converter using two-level modulation at  $V_1 = 20$  V and  $P_2 = -40$  W.

converter operation at low power using two-level modulation and three-level modulation with the RPO algorithm.

Fig. 28 shows that the DAB converter completely loses the ZVS operation and increases the reactive current peak. Fig. 29 shows the experimental results of the DAB converter using the three-level modulation with the RPO algorithm. For RPO, the Port 1 voltage maintains the full duty cycle, whereas Port 2 is operating at three-level modulation to optimize the losses. All switches achieve ZVS operation with the RPO algorithm as this guarantees one bridge to operate on maximum system voltage (full duty cycle). This means that the mixed modulation approach is achieved using the proposed RPO algorithm. The analytical solution in Fig. 14 also shows that using mixed modulation ZVS can be maintained over a wide voltage range including light load conditions. The proposed RPO algorithm is easy to implement in the DSP.

This significantly reduces the dc-link voltage mismatches and lowers the current peak that leads to a significant reduction in the reactive power of the DAB converter.

The transitory behavior of the BESS in response to the step change in reference power demand is shown in Fig. 30. In this test, BESS is connected to Port 2 while Port 1 supplies with a power source. The BESS is simulated by a fixed voltage source paralleled with a resistor that can sink or source power

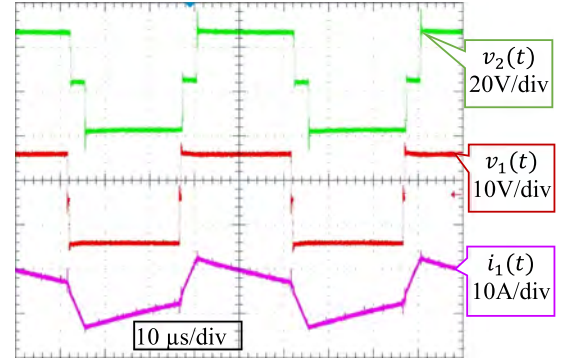


Fig. 29. Experimental results of voltages and current of the DAB converter using three-level modulation with RPO algorithm at  $V_1 = 20$  V and  $P_2 = -40$  W.

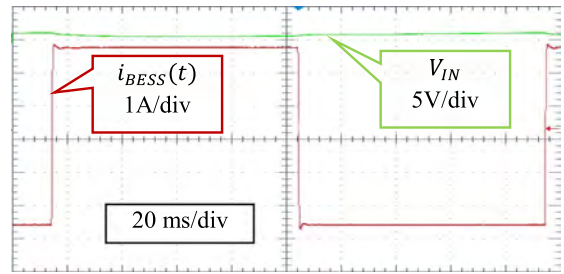


Fig. 30. Transitory behavior of Port 2 (BESS) in response to the step change in reference power demand from  $P_2 = -60$  W to  $+60$  W.

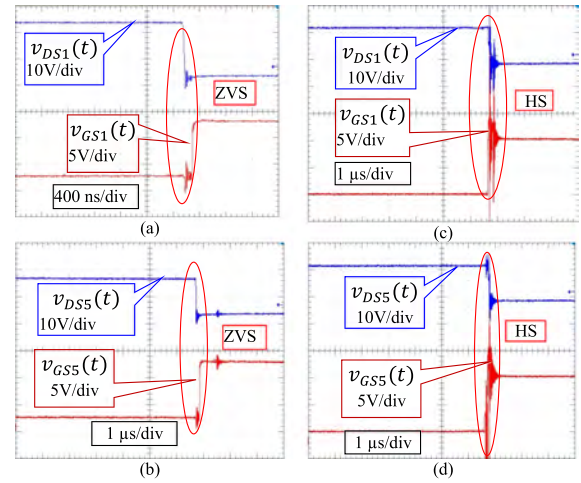


Fig. 31. Experimental ZVS waveforms of (a)  $S_1$  and (b)  $S_5$  with three-level modulation and RPO algorithm, and HS waveforms of (c)  $S_1$  and (d)  $S_5$  with two-level modulation.

or remain at zero power. The output power of BESS (Port 2) is set to transition from  $P_2 = -60$  W to  $+60$  W. As the voltage at Port 2 (BESS) is now fixed by the voltage source, the Port 2 current,  $i_{BESS}(t)$  is captured in the oscilloscope to observe the bidirectional transitory behavior of the Port 2 (BESS). The result shows that the power control system is well regulated and shows excellent dynamics performance. The experimental switching waveforms of switches  $S_1$  and  $S_5$  are illustrated in Fig. 31 to validate the theoretical analysis on ZVS operation for different modulation techniques. The switching situations of the DAB



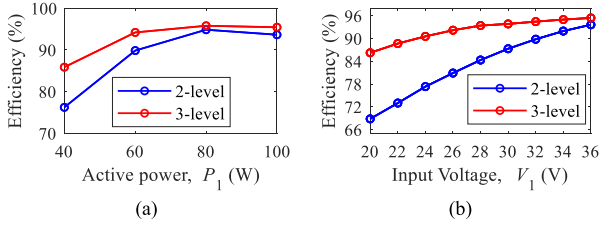


Fig. 32. (a) Experimental efficiency of the DAB converter with the variation of active power. (b) Experimental efficiency of the DAB converter with the variation of input voltage  $V_1$  for two-level and three-level modulation.

TABLE III  
EFFICIENCY COMPARISON OF DAB CONVERTER FOR THE PROPOSED METHOD AND REPORTED METHOD [7]

| Power rating (W) | Calculated efficiency (%) | Measured efficiency (%) | Reported efficiency (%) |
|------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 40               | 96.2                      | 87.1                    | 77.5                    |
| 100              | 94.5                      | 95.8                    | 81.3                    |

converter are tested in a lower transmission power region ( $P_1 = 40$  W) with the input voltage  $V_1 = 20$  V. All switches of DAB converter operate with ZVS when this is controlled with three-level modulation and the RPO algorithm. The drain to source voltage  $v_{DS}(t)$  and the gate to source voltage  $v_{GS}(t)$  across  $S_1$  and  $S_5$  are shown. With two-level modulation,  $S_1$  and  $S_5$  operate in the HS condition under the same operating condition as shown in Fig. 31. All other switches also operate in the HS condition and the experimental results agree with the simulation results at this operating point as shown in Figs. 28 and 29.

Fig. 32(a) and (b) illustrates the experimental efficiency of the proposed DAB converter operating under two-level and three-level modulation over a wide variation of real power  $P_1$  and input voltage  $V_1$ . Fig. 32(a) shows the experimental efficiency of the DAB converter with the variation of real power  $P_1$ . The three-level modulation with RPO algorithm significantly improves the level of efficiency of the DAB converter in the low power region. The efficiency of the converter with two-level modulation starts to drop for active power above 100 W, whereas three-level modulation with the RPO algorithm maintains higher efficiency in the higher power region. In those regions, the reactive power is reduced, and the DAB achieves favorable ZVS operation conditions due to the proposed three-level modulation and RPO algorithm. The maximum efficiency at 100 W is 95.8% which is higher than [7] and [15] at the same power level. Table III shows a comparison of calculated, measured, and reported efficiencies of the DAB converter at selected operating points. These results are in close agreement with the experimental waveform as shown in Fig. 32. The operation of the DAB converter at higher power regions can be further examined from Fig. 32(b) where the experimental efficiency is measured with the variation of input voltage  $V_1$  when the converter is operating at  $P_1 = -100$  W. The results show that the three-level modulation method and RPO algorithm effectively improve the DAB converter efficiency as the converter operates with mixed modulation that improves the ZVS operation at light load.

## X. CONCLUSION

In this paper, we propose a DAB converter with RPO algorithm for BESS/EV applications, which is capable of achieving ZVS over a wide voltage range. It can be easily extended to the multiport converter for multiple distributed energy resources (DER) integration. This paper develops the generalized model of the DAB converter using the harmonic analysis approach that can be used to accurately determine the ZVS boundaries under different modulation strategies. The harmonic analysis approach is superior to the piecewise linear time-domain analysis as the harmonic analysis approach eliminates the need for multiple mode analysis for different operating conditions. The proposed RPO algorithm based on power system concepts is capable to reduce the reactive current peak and aids to achieve ZVS operation. The simulation results are closely aligned with experimental results. The results show that three-level modulation with the power system based RPO algorithm reduces the reactive power and extends the ZVS operation, especially in the low voltages region. The controls are extendable for a multiport converter. The proposed DAB converter topology is suitable for an energy conversion system that deals with intermittent voltage levels, such as residential PV-BESS systems, EVs, and railway industry applications.

## REFERENCES

- [1] M. M. Haque, P. Wolfs, and S. Alahakoon, "Dual active bridge and matrix converter based three-port converter topology for grid interactive PV-battery system," in *Proc. Australas. Univ. PowerEng. Conf.*, 2017, pp. 1–6.
- [2] D. Das, N. Weise, K. Basu, R. Baranwal, and N. Mohan, "A bidirectional soft-switched DAB-based single-stage three-phase AC–DC converter for V2G application," *IEEE Trans. Transport. Electrification*, vol. 5, no. 1, pp. 186–199, Mar. 2019.
- [3] N. D. Dao, D. Lee, and Q. D. Phan, "High-efficiency SiC-based isolated three-port dc-dc converters for hybrid charging stations," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 35, no. 10, pp. 10455–10465, Oct. 2020.
- [4] Z. Wang, Y. Zhang, S. You, H. Xiao, and M. Cheng, "An integrated power conversion system for electric traction and V2G operation in electric vehicles with a small film capacitor," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 35, no. 5, pp. 5066–5077, May 2020.
- [5] M. M. Haque, P. Wolfs, and S. Alahakoon, "Three-port converter with decoupled power control strategies for residential PV-battery system," in *Proc. IEEE Int. Conf. Ind. Electron. Sustain. Energy Syst.*, 2018, pp. 180–185.
- [6] M. M. Haque, P. Wolfs, and S. Alahakoon, "Small signal modeling and control of isolated three port DC-DC converter for PV-battery system," in *Proc. IEEE R10 Humanitarian Technol. Conf.*, 2017, pp. 263–266.
- [7] S. Haochen, H. Wen, and C. Jie, "Reactive power reduction method based on harmonics analysis for dual active bridge converters with 3-level modulated phase-shift control," in *Proc. IEEE Int. Conf. Power Electron. Drives Energy Syst.*, 2016, pp. 1–6.
- [8] B. Zhao, Q. Song, W. Liu, and Y. Sun, "Overview of dual-active-bridge isolated bidirectional dc-dc converter for high-frequency-link power-conversion system," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 29, no. 8, pp. 4091–4106, Aug. 2014.
- [9] D. S. Sha, Y. X. Xu, J. K. Zhang, and Y. Yan, "Current-fed hybrid dual active bridge dc-dc converter for a fuel cell power conditioning system with reduced input current ripple," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 64, no. 8, pp. 6628–6638, Aug. 2017.
- [10] B. Zhao, Q. Song, W. Liu, G. Liu, and Y. Zhao, "Universal high frequency link characterization and practical fundamental optimal strategy for dual active bridge dc-dc converter under PWM plus phase shift control," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 30, no. 12, pp. 6488–6494, Dec. 2015.
- [11] H. Wen, "Reactive power loss optimization method for bi-directional isolated dc-dc converters," in *Proc. Int. Power Electron. Conf.*, 2014, pp. 702–706.



- [12] J. Riedel, D. G. Holmes, C. Teixeira, and B. P. McGrath, "Harmonic-based determination of soft switching boundaries for 3-level modulated single-phase dual active bridge converters," in *Proc. IEEE Energy. Convers. Congr. Expo.*, 2015, pp. 1505–1512.
- [13] A. Tong, L. Hang, G. Li, X. Jiang, and S. Gao, "Modeling and analysis of a dual-active-bridge-isolated bidirectional dc-dc converter to minimize RMS current with whole operating range," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 33, no. 6, pp. 5302–5316, Jun. 2018.
- [14] M. Yaqoob, K. H. Loo, and Y. M. Lai, "A four-degrees-of-freedom modulation strategy for dual-active-bridge series-resonant converter designed for total loss minimization," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 34, no. 2, pp. 1065–1081, Feb. 2019.
- [15] H. Shi, H. Wen, J. Chen, Y. Hu, L. Jiang, and G. Chen, "Minimum reactive power scheme of dual active bridge dc-dc converter with three level modulated phase shift control," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 53, no. 6, pp. 5573–5586, Dec. 2017.
- [16] F. Krisker and J. W. Kolar, "Closed form solution for minimum conduction loss modulation of DAB converters," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 27, no. 1, pp. 174–188, Jan. 2012.
- [17] S. Hazra and S. Bhattacharya, "Minimizing reactive current of a high gain dual active bridge converter for supercapacitor based energy storage system integration," in *Proc. IEEE Energy Convers. Congr. Expo.*, 2018, pp. 1407–1414.
- [18] S. Shao, M. Jiang, W. Ye, Y. Li, J. Zhang, and K. Sheng, "Optimal phase-shift control to minimize reactive power for a dual active bridge dc-dc converter," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 34, no. 10, pp. 10193–10205, Oct. 2019.
- [19] Y. A. Harrye, K. H. Ahmed, and A. A. Aboushady, "Reactive power minimization of dual active bridge dc-dc converter with triple phase shift control using neural network," in *Proc. Int. Conf. Renewable Energy Res. Appl.*, 2014, pp. 566–571.
- [20] M. M. Haque, P. Wolfs, and S. Alahakoon, "Multi-port converter with improved modulation and control strategies for PV and energy storage systems," in *Proc. IEEE Ind. Appl. Soc. Annu. Meeting*, 2019, pp. 1–7.
- [21] M. M. Haque, P. Wolfs, and S. Alahakoon, "Harmonic based analysis of DAB converters for ZVS operation and reactive power minimization," in *Proc. IEEE Int. Conf. Power Electron., Smart Grid Renewable Energy*, 2020, pp. 1–6.
- [22] H. Tao, A. Kotsopoulos, J. L. Duarte, and M. A. M. Hendrix, "Transformer coupled multiport ZVS bidirectional dc-dc converter with wide input range," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 23, no. 2, pp. 771–781, Mar. 2008.
- [23] R. W. A. A. D. Doncker, D. M. Divan, and M. H. Kheraluwala, "A three-phase soft-switched high power density dc/dc converter for high power applications," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 27, no. 1, pp. 63–73, Jan./Feb. 1991.



**Md. Mejbaul Haque** (Member, IEEE) received the B.Sc. degree in electrical and electronic engineering (EEE) from the Rajshahi University of Engineering and Technology, Rajshahi, Bangladesh, in 2010, the M.Sc. degree in EEE from the Khulna University of Engineering and Technology (KUET), Khulna, Bangladesh, in 2013, and the M.Eng. and Ph.D. degrees in electrical power engineering from Central Queensland University, Rockhampton, QLD, Australia, in 2016 and 2020, respectively.

In 2010, he joined as a Lecturer in EEE Department of KUET, Bangladesh, where since 2013, he has been an Assistant Professor. He has authored or co-authored more than 33 technical articles, including book chapters, journals, and conference papers in electrical engineering. His research interests include power quality, power electronics, renewable energy technologies, and smart grid.



**Peter J. Wolfs** (Member, IEEE) received the Ph.D. degree from the University of Queensland, Brisbane, QLD, Australia, in 1992.

He is currently with the School of Engineering and Technology at Central Queensland University. His research interests include power electronics applications for solar energy, smart grid technology especially distributed renewable resources and energy storage impacts on system capacity and power quality.

Prof. Wolfs is a Fellow of Engineers Australia and a registered Professional Engineer in the State of

Queensland.



electric systems.

**Sanath Alahakoon** received the Ph.D. degree in digital motion control from the Electrical Machines and Power Electronic Group, The Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden, in 2000.

He is currently a Senior Lecturer in Electrical Engineering with the School of Engineering and Technology, Central Queensland University, Rockhampton, QLD, Australia. His research interests include machines and drives, digital control, estimation and identification, nonlinear control, instrumentation, automation, renewable energy, microgrids, and hybrid



for rental properties from inception to acquisition.

Dr. Sturmberg was the recipient of Innovation Fellowship from the Myer Foundation.

**Bjorn Sturmberg** received the Ph.D. degree in theoretical physics from the University of Sydney, Sydney, NSW, Australia.

He is currently a Research Leader with the Battery Storage and Grid Integration Program, The Australian National University, Canberra, ACT, Australia, where he works on research, development, demonstration, and commercialization of low carbon electricity and transport systems. His background includes implementing Australia's first solar + storage apartment microgrid and leading a startup that makes solar work



storage systems.

**Nadarajah Mithulananthan** (Senior Member, IEEE) received the Ph.D. degree in electrical and computer engineering from the University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada, in 2002.

He is currently an Associate Professor with The University of Queensland (UQ), Brisbane, QLD, Australia. He is also the Director of Research Training and the Postgraduate Coordinator with the School of Information Technology and Electrical Engineering, UQ. His main research interests include grid integration of renewable energy and energy



**Firuz Zare** (Fellow, IEEE) received the Ph.D. degree in power electronics from the Queensland University of Technology, Brisbane, QLD, Australia, in 2002.

He is currently a Power Electronics Professor and the Head of School of Electrical Engineering and Robotics, Queensland University of Technology. He has authored or coauthored four books, more than 280 journal and conference papers, five patents, and more than 40 technical reports.

Prof Zare was the recipient of several awards such as an Australian Future Fellowship, John Madsen Medal, Symposium Fellowship, and Early Career Excellence Research Award.



## **Entregable 4 versión 1.0**

### Convertidor DC/DC

#### **Paquete de Trabajo 1**

Desarrollo hw, sw & fm

Actividad A4 Desarrollo de etapa de potencia de alta eficiencia

Mayo 2021



## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se redacta lo requerido en el **Entregable 4** (Convertidor DC/DC) del **Paquete de Trabajo 1** (Desarrollo hw, sw & fm) cuyo objetivo es el de realizar una descripción técnica del nuevo DC/DC optimizado para 10 kW, orientado a bajo coste y de alta eficiencia.

De manera más específica, los objetivos del entregable son los siguientes:

- Realizar una descripción técnica de los módulos que conforman el convertidor.
- Describir y mostrar las pruebas realizadas al prototipo.

Por confidencialidad, se ha restringido el grado de detalle de ciertos aspectos del convertidor diseñado.

## 2. ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA

Con el objetivo de dimensionar el convertidor, es necesaria la definición de las variables de trabajo del mismo.

### DEFINICIÓN DEL CONVERTIDOR

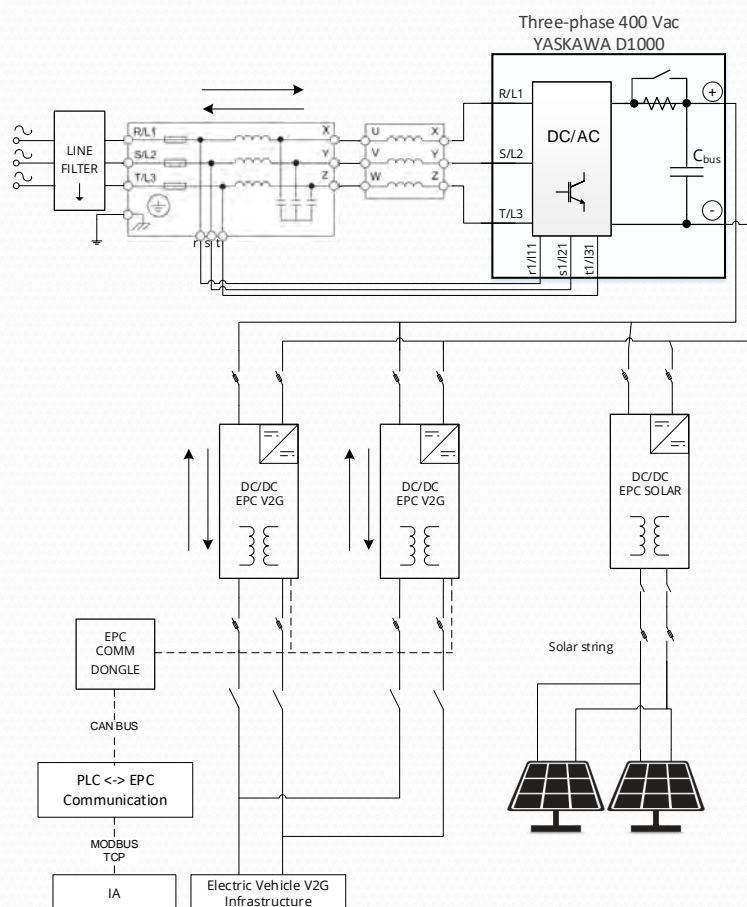


FIG. 1 DIAGRAMA DE INTERCONEXIÓN



El convertidor se encargará de gestionar la carga y descarga del vehículo eléctrico en tensión continua conectado a una microrred de continua en la instalación.

Un ejemplo de la aplicación completa se puede ver en la Fig. 1, a partir del cual podemos obtener una definición de las variables necesarias para el dimensionamiento:

- Rangos de tensión en el lado de baja tensión
  - o Corresponde a la parte en la que se conectan los vehículos eléctricos; estos rangos de tensión vienen definidos principalmente por las normas CCS y/o CHAdeMO: de 150 a 500 Vcc.
- Rangos de tensión en el lado de alta tensión
  - o Este puerto se conecta al bus generado por la microrred y cuyas tensiones estandarizadas están entre los 600 y los 800 Vcc.
- Potencia nominal de trabajo
  - o La potencia nominal se ha definido como 10 kW por la aplicación.
- Potencia máxima de trabajo
  - o El equipo será capaz de dar una sobrepotencia de un 10%, esto es 11 kWp
- Rizado de tensión máximo permitido
  - o El rizado de tensión viene fijado por la propia normativa de vehículos eléctricos y es del  $\pm 5\%$
- Rizado de corriente máximo permitido
  - o El rizado típico de corriente máximo en equipos de potencia es del 10%

## **DESCRIPCIÓN DEL CONVERTIDOR**

---

La topología del convertidor seleccionada es la utilizada en la versión de potencia inferior, por su ya probada fiabilidad, fabricada por la empresa: Dual Active Bridge Series Resonant Converter (DAB-SRC).

Es una topología que deriva de la Dual Active Bridge (DAB). Consiste en ocho transistores electrónicos de potencia, cuatro en el lado de alta tensión y otros cuatro en el lado de baja tensión. Además, se añade un condensador y una bobina para formar el tanque resonante. Este tipo de topología es empleada en conversiones de alta potencia donde las fluctuaciones de tensión entre un lado y el otro son muy altas.



Al incorporar un componente resonante, la forma de onda de la corriente es cuasi-senoidal, lo que permite reducir efectos de emisiones EMI e incrementar la capacidad del convertidor en conmutaciones suaves.

No obstante, se debe tener en cuenta que el tipo de control y las técnicas de modulación para controlar este tipo de topología son muy complejas.

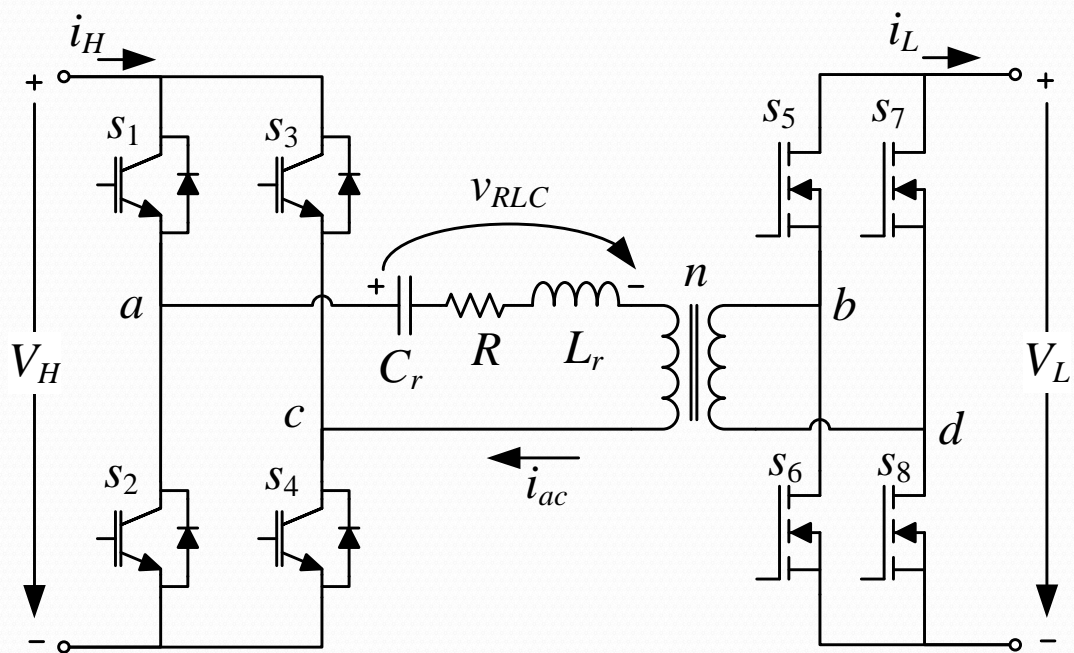


FIG. 2 TOPOLOGÍA DEL CONVERTIDOR DC/DC

## DIAGRAMA DE BLOQUES

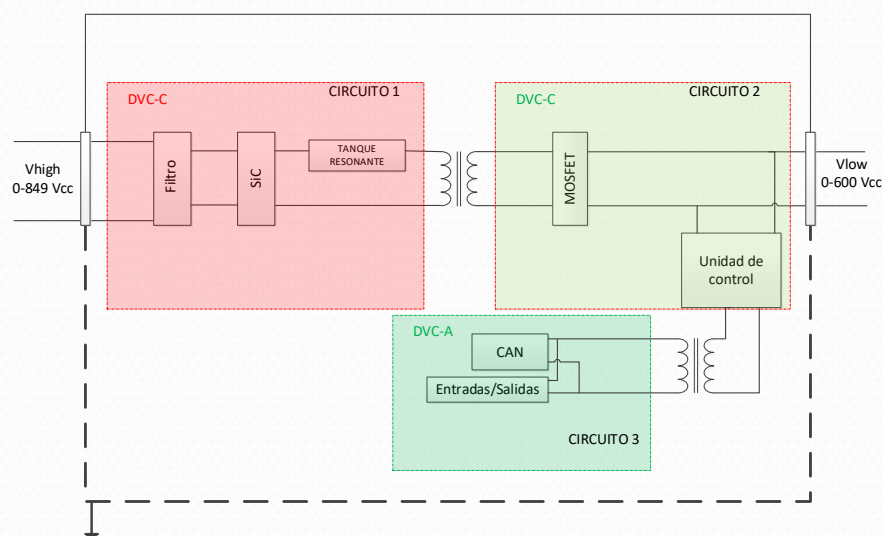


FIG. 3 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CONVERTIDOR

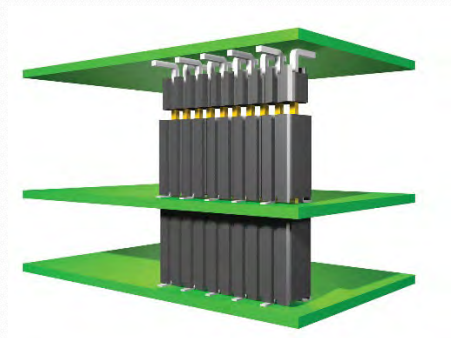


El convertidor consiste en tres bloques bien diferenciados:

1. Circuito 1 correspondiente al lado de alta tensión y el tanque resonante
2. Circuito 2 correspondiente al lado de baja tensión y la unidad de control.
3. Circuito 3 correspondiente a entradas, salidas y comunicaciones.

### 3. ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA

La disposición del equipo se ha realizado siguiendo la forma tipo “sándwich”, es decir, una placa encima de otra minimizando por consiguiente el tamaño final del equipo.



**FIG. 4 EJEMPLO DE INTERCONEXIÓN DE PLACAS**

#### DISEÑO DEL SISTEMA

---

El proceso de fabricación del sistema consta de varios pasos:

- Diseño de esquemáticos
- Fabricación de PCBs
- Diseño de componentes magnéticos
- Fabricación de componentes magnéticos
- Análisis del convertidor
- Programación del software
- Pruebas y validaciones



## ESQUEMÁTICOS DEL SISTEMA

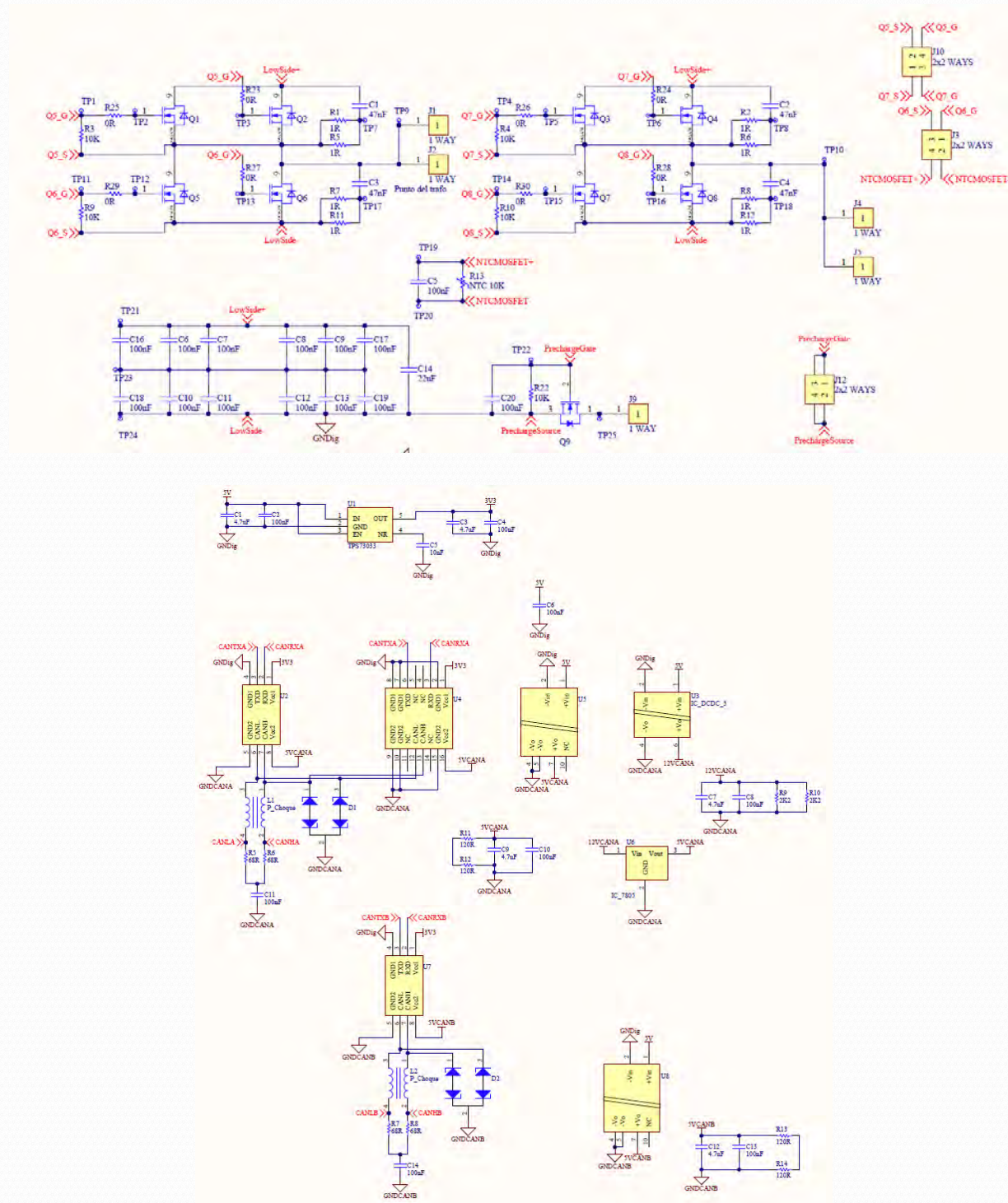


FIG. 5 ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA



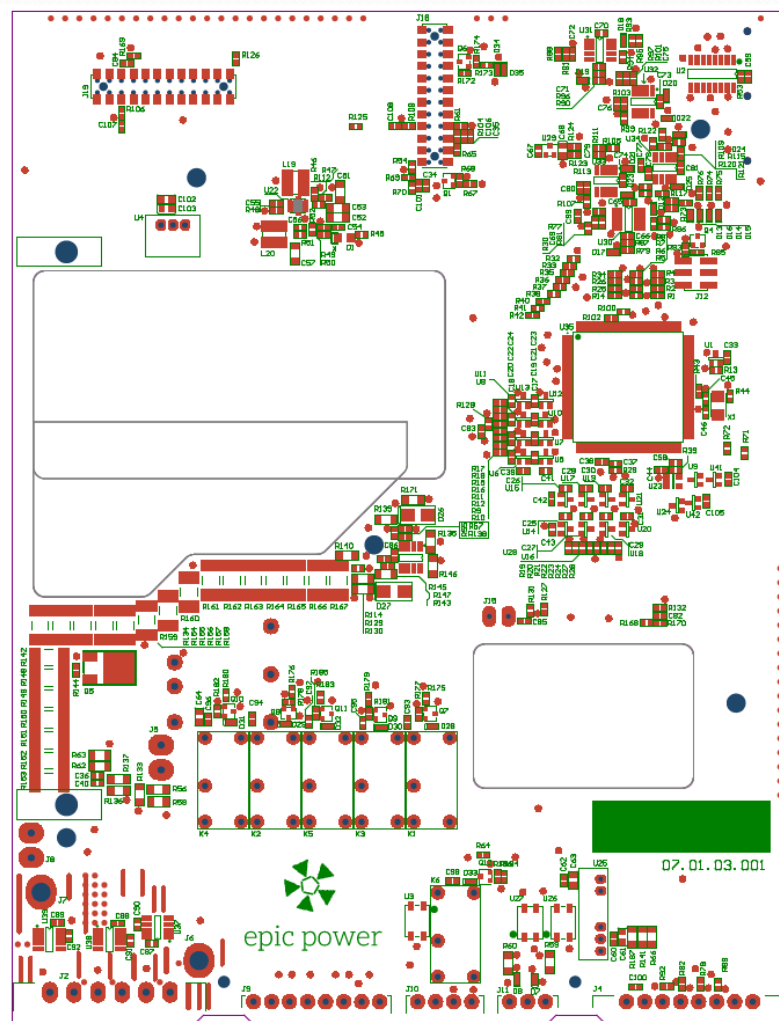


FIG. 6 EJEMPLO DE PCB DISEÑADA PARA EL CONVERTIDOR

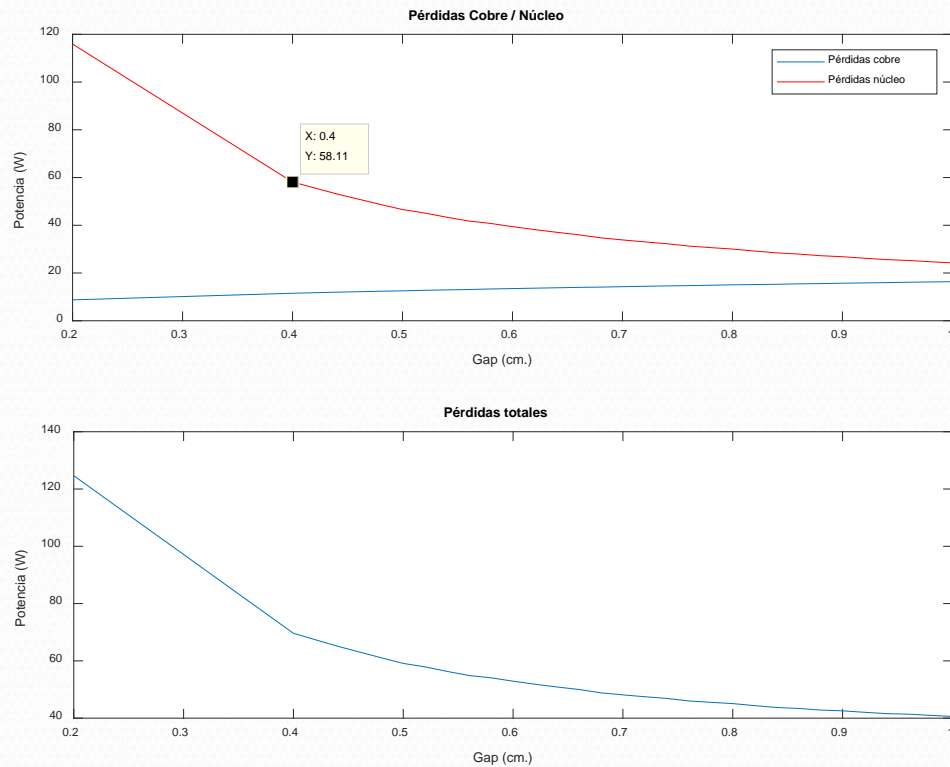
### DISEÑO DE COMPONENTES MAGNÉTICOS

El diseño de los componentes magnéticos se realiza mediante algoritmos matemáticos. Estos algoritmos realizan barridos con parámetros definidos y arrojan el resultado óptimo para el diseño.

Los parámetros que definen los magnéticos son las corrientes de funcionamiento y tensiones de trabajo principalmente.

Para las bobinas de resonancia, el algoritmo nos muestra una comparación de pérdidas frente a gap en columna central:





**FIG. 7 RESULTADOS DE LOS ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN MAGNÉTICA**

Se observa que el núcleo tiene pérdidas notablemente superiores en comparación con el cobre. Sería lógico el aumento del gap para minimizar éstas. Sin embargo, las ecuaciones empleadas para el cálculo de pérdidas se desvían mucho en cuanto el gap aumenta de 0.6 cm. (dato obtenido por medidas experimentales anteriores). Un gap óptimo suele ser de 0,4 cm.



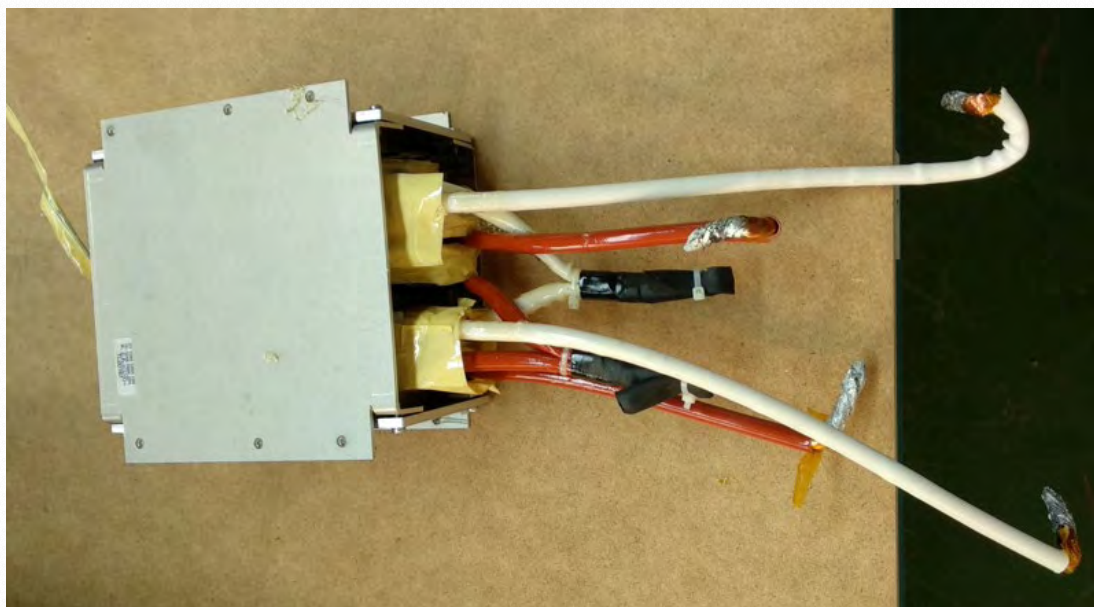
**FIG. 8 MODELO 3D DE MAGNÉTICO INTEGRADO**



Como novedad en este convertidor, se integrará el transformador junto con la bobina de resonancia (Fig. 8), lo que conllevará un ahorro de espacio y coste, al compartir núcleos de ferrita para el manejo del flujo magnético.

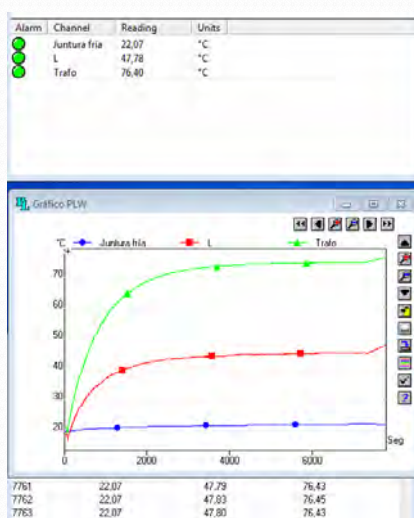
Tras varias iteraciones de algoritmos se obtiene el óptimo en cuanto a relación de transformación y a inductancia (los cuales se han eliminado de este documento por motivos de confidencialidad).

## RESULTADO DEL PROTOTIPO DE MAGNÉTICO



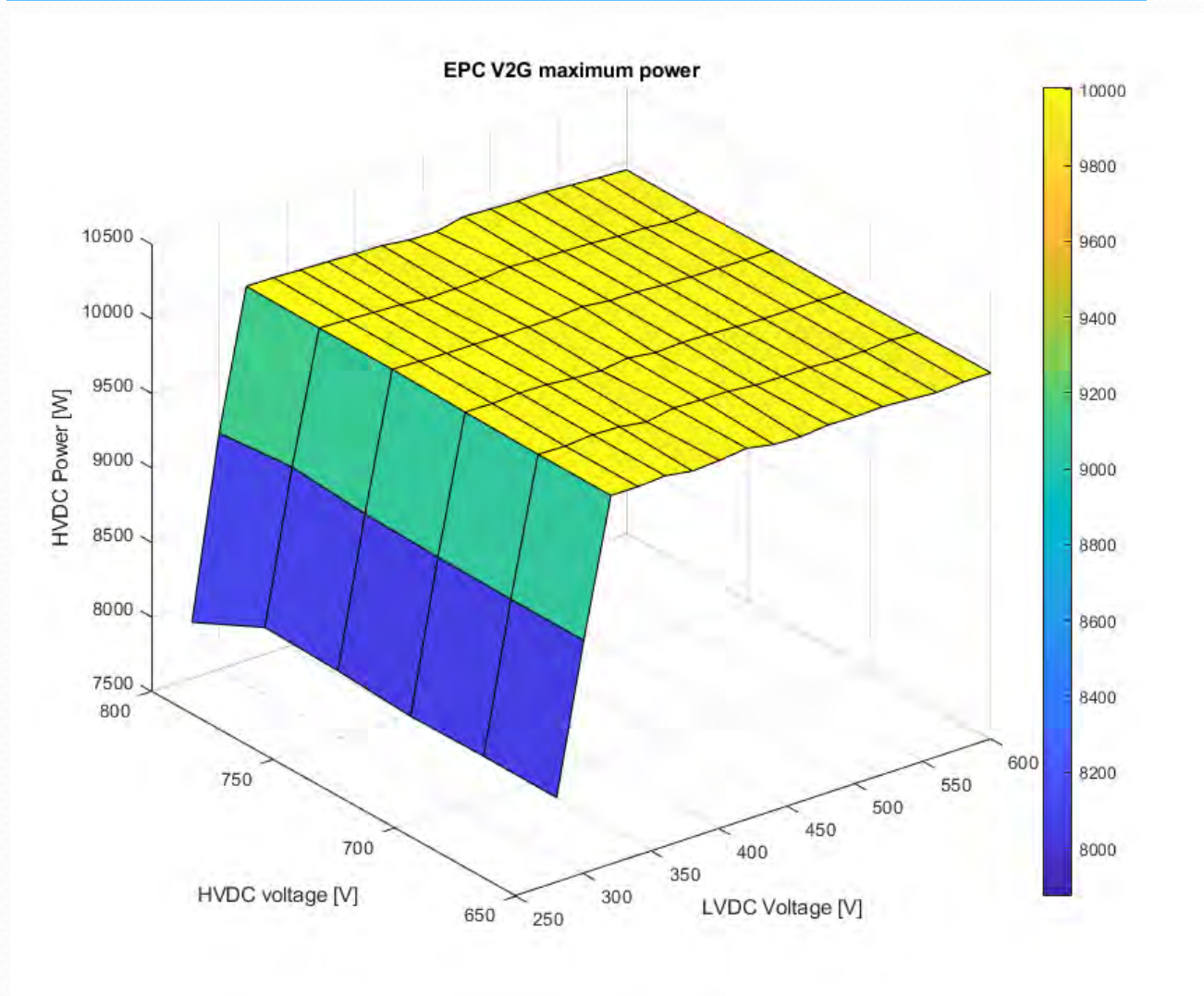
**FIG. 9 FOTOGRAFÍA DE PROTOTIPO DE MAGNÉTICO INTEGRADO**

Se puede observar en la Fig. 8 uno de los prototipos realizados sobre el que se realizan ensayos térmicos para validar su funcionamiento.



**FIG. 10 RESULTADOS DE ENSAYOS TÉRMICOS MAGNÉTICOS**





**FIG. 11 BARRIDO DE POTENCIA EN TODO EL RANGO DE TENSIONES**

Se ha realizado un barrido de tensiones (Fig. 11) en el lado de baja y lado de alta para comprobar la potencia máxima alcanzable del equipo en todo su rango de tensiones y, como se puede comprobar, a excepción de las tensiones más bajas (280 a 300Vcc), el equipo es capaz de entregar 10 kW.

### PROGRAMACIÓN DEL SOFTWARE

Mediante el empleo de Matlab con Simulink, se ha procedido a realizar una primera evaluación del software de control del convertidor.



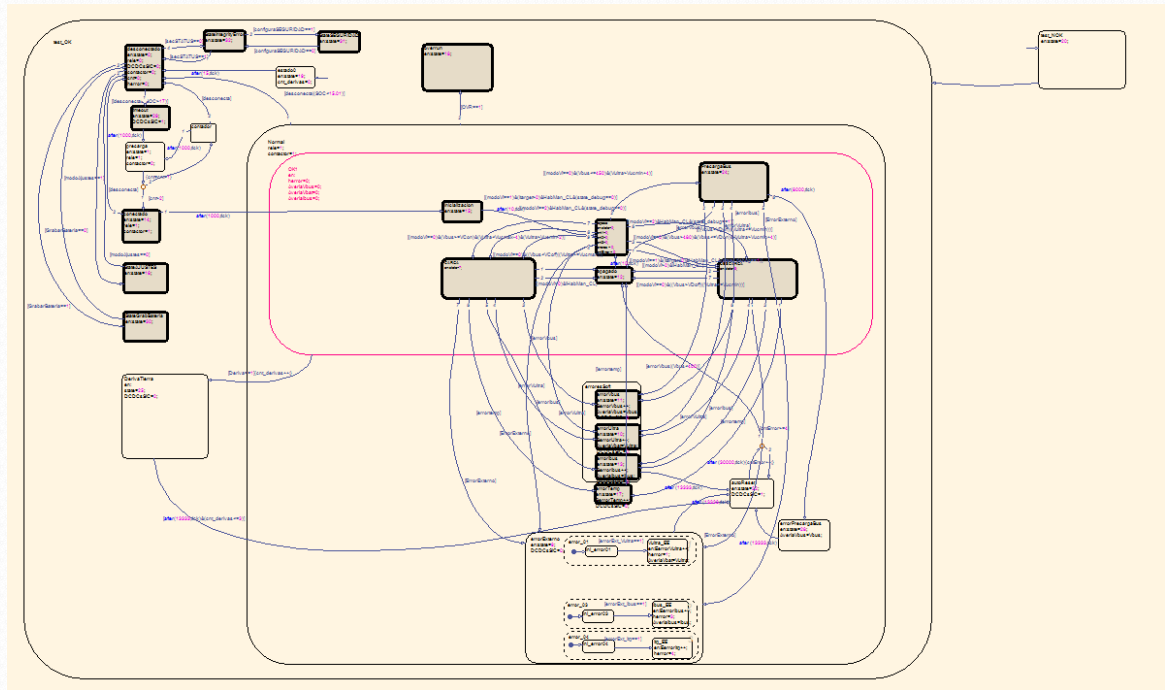


FIG. 12 MÁQUINA DE ESTADOS DEL SOFTWARE

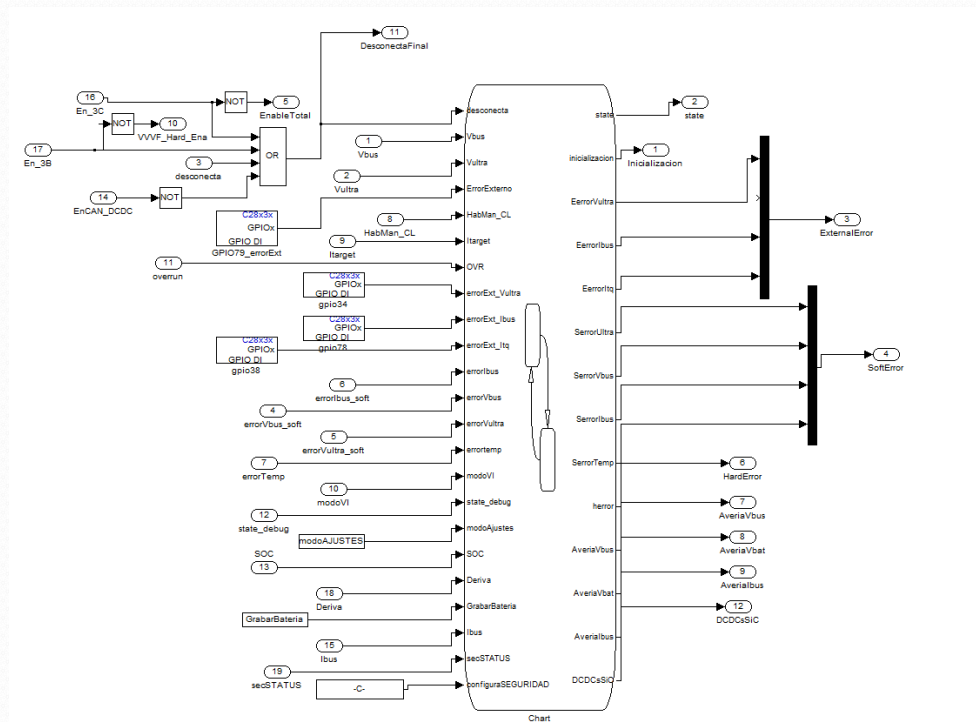
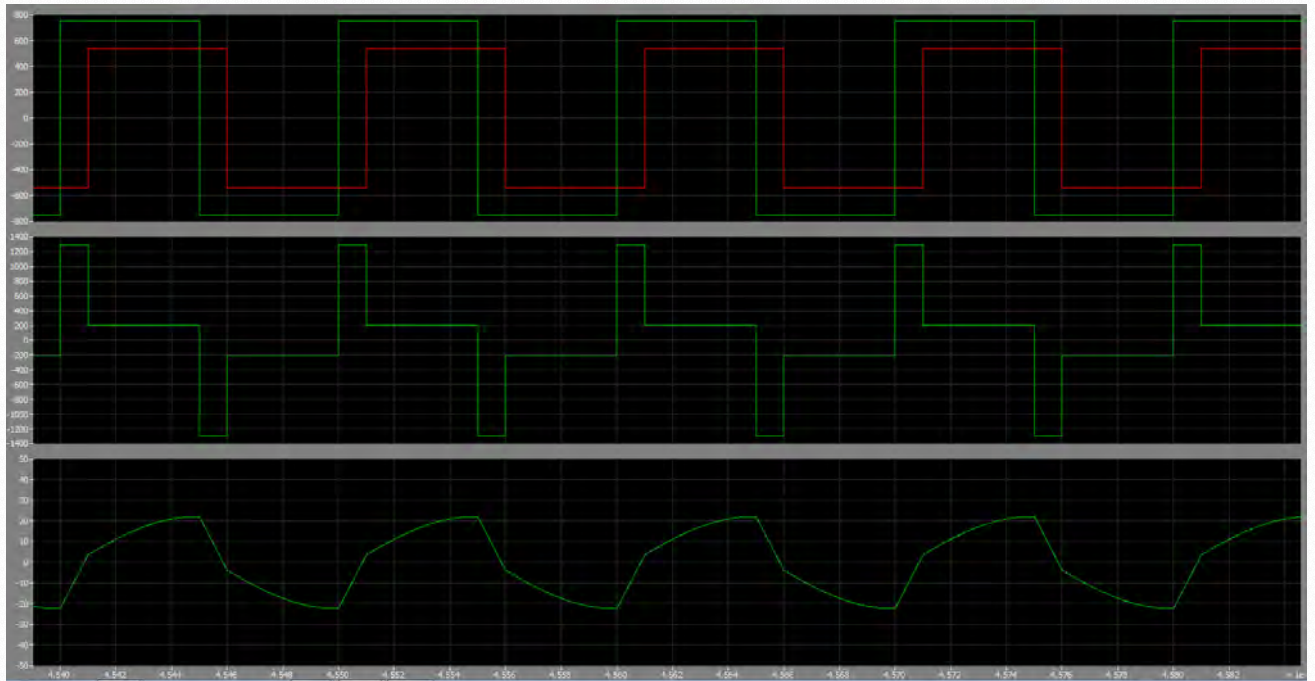


FIG. 13 IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL EN SOFTWARE





**FIG. 14 RESULTADOS SIMULACIÓN DE CONTROL**

Los resultados de las simulaciones, tras bastantes iteraciones, son satisfactorias, por lo que se procede a realizar la programación del control en código C de Texas Instruments.

## PRUEBAS Y VALIDACIONES

Una vez mandadas a fabricar las PCBs, se procede a su montaje con el fin de validar el prototipo.

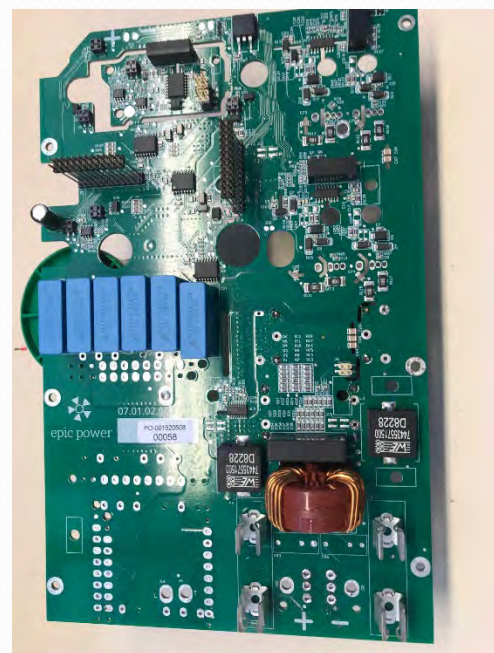
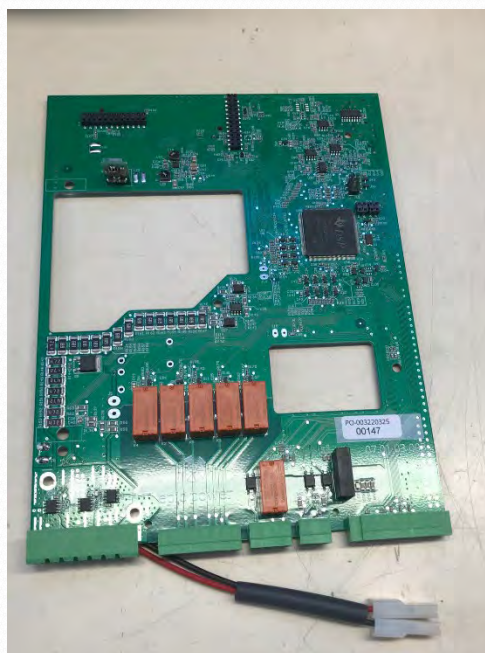




FIG. 15 PCBs FABRICADAS

## PRUEBAS FUNCIONALES

Se realizan pruebas de conmutaciones, transferencias de carga, comprobaciones de lazos de tensión, test térmicos, etc.

Los resultados de los mismos son satisfactorios

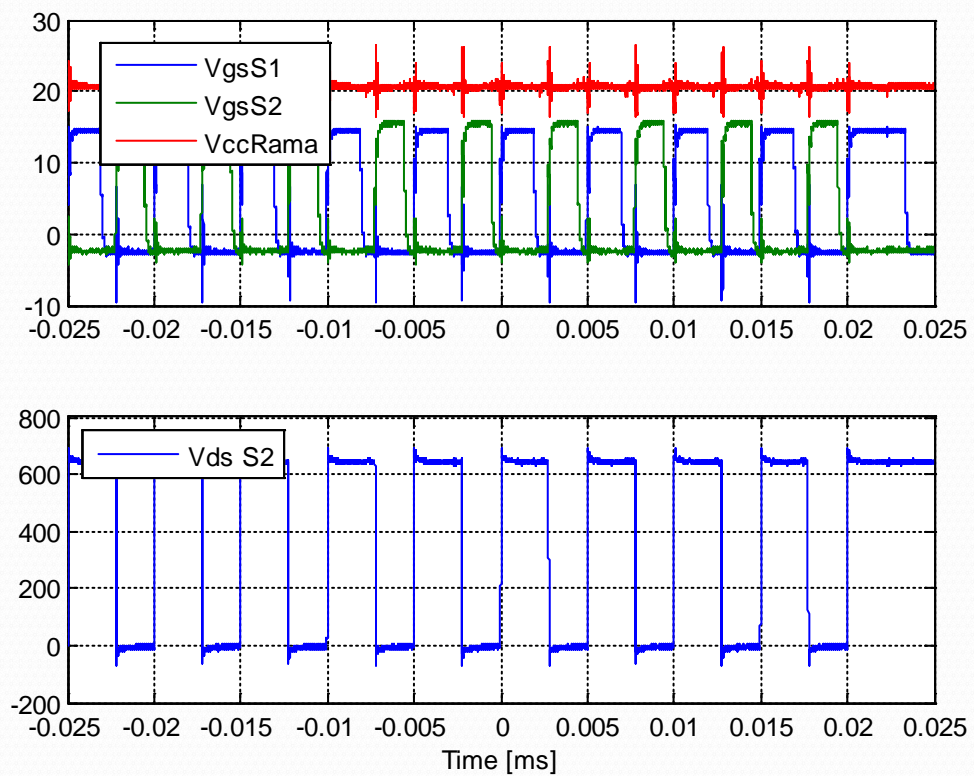
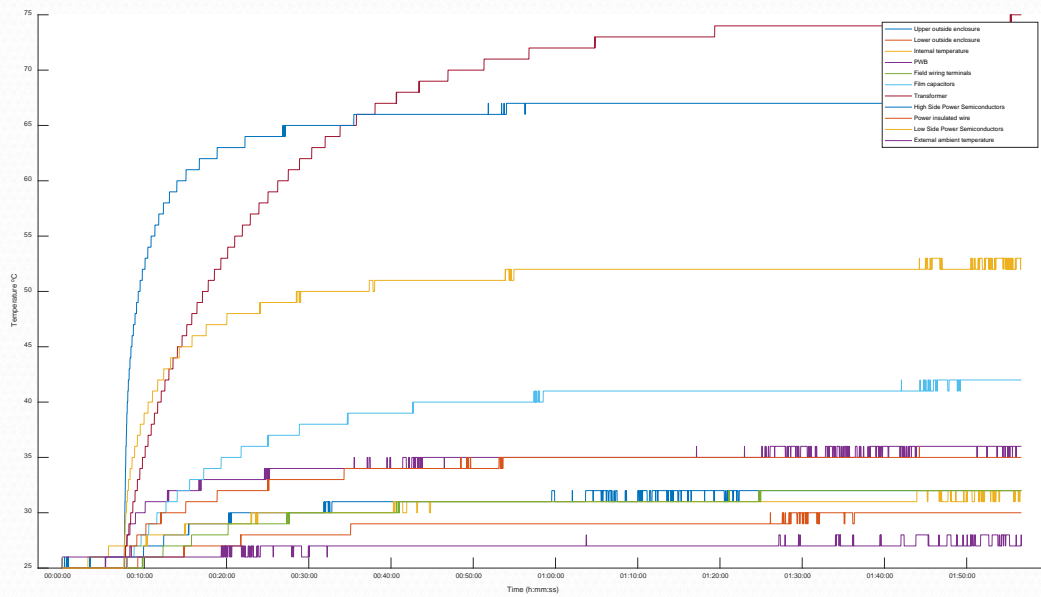


FIG. 16 PRUEBAS DE CONMUTACIONES





**FIG. 17 ENSAYO TÉRMICO**

## 4. CONCLUSIONES

El convertidor en desarrollo en este proyecto es completamente funcional y transfiere energía entre los dos puertos de forma bidireccional conforme a lo esperado.

El hardware ha sido llevado a cabo utilizando transistores de Carburo de Silicio y se han seleccionado todos sus componentes tratando de optimizar el coste de los mismos.

El software de control de la electrónica de potencia ha sido integrado como firmware del sistema y funciona correctamente, aunque, como en todos los casos, está siendo sujeto a constantes cambios.

El sistema ha sido probado utilizando pruebas de potencia y se ha verificado, cosa fundamental en la electrónica de potencia, las pruebas térmicas



## **Entregable 5 versión 1.0**

### Estudio de mercado

#### **Paquete de Trabajo 1**

Desarrollo hw, sw & fm

Actividad A4 Desarrollo de etapa de potencia de alta eficiencia

Mayo 2021



**Estaciones de  
recarga para  
vehículos  
eléctricos en  
modo 4 de  
pequeña potencia  
(15-50kW).  
Análisis de  
mercado. Enfoque  
desde las  
necesidades de  
un fabricante**





# Índice

- 1. CONTEXTUALIZACIÓN ..... 1**
  - 1.1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA ..... 1**
  - 1.2. DEFINICIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO ..... 1**
  - 1.3. RELEVANCIA Y DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO ..... 4**
- 2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA..... 5**
  - 2.1. COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA ..... 5**
  - 2.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS SEGMENTOS DE MERCADO ..... 7**
- 3. ANÁLISIS DEL MERCADO ..... 8**
  - 3.1. TAMAÑO DEL MERCADO ..... 8**
  - 3.2. ESTRUCTURA DEL MERCADO..... 10**
    - 3.2.1. FABRICANTES ..... 10
    - 3.2.2. COMPRADORES ..... 13
    - 3.2.3. OTRAS APLICACIONES (BASADAS EN SOLUCIONES V2X) ..... 17
  - 3.3. SEGMENTACIÓN..... 18**
    - 3.3.1. GEOGRÁFICA..... 18
    - 3.3.2. USUARIO FINAL ..... 19
- 4. ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA..... 22**
  - 4.1. ANÁLISIS DEL PRODUCTO..... 22**
    - 4.1.1. PRODUCTO: CARGADORES DE VEHÍCULO ELÉCTRICO EN MODO 4 PARA BAJA POTENCIA (ENTRE 15 Y 50 kW) ..... 22
    - 4.1.2. PRODUCTO: CONVERTIDORES DC/DC (ENTRE 15 Y 50 kW) ..... 26
  - 4.2. ANÁLISIS DEL PRECIO..... 30**
  - 4.3. ANÁLISIS DE LOS PROVEEDORES ..... 33**
- 5. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO..... 35**
- 6. REFERENCIAS..... 36**



# 1. Contextualización

## 1.1. Presentación de la empresa

Energy On Site + es una startup de la Universidad de Zaragoza cuya actividad principal es el desarrollo de estaciones de carga para vehículo eléctrico (VE), el control en tiempo real mediante software especializado y la gestión integral con posibilidad de energía fotovoltaica.

Energy On Site + ofrece servicios *ad hoc*, soluciones de gestión y control de carga, tanto individuales como colectivas, así como soluciones combinadas con energías renovables.

## 1.2. Definición del objeto de estudio

El objeto de este estudio es el análisis del mercado de los cargadores eléctricos en modo 4 y los convertidores de potencia en corriente continua (DC – *direct current*, de sus siglas en inglés) con aplicación en la fabricación de este tipo de cargadores. Para ello, se estudia la demanda de ambos productos, la evolución y proyección de los mercados, su segmentación, y las principales empresas que compiten en dichos mercados. Dentro de los cargadores de corriente continua en modo 4, el estudio se centra en los de baja potencia (15-50 kW) y los convertidores DC/DC asociados.

En la actualidad, existen cuatro modos de carga:

- Modo 1: Carga lenta en corriente alterna (AC – *alternating current*, de sus siglas en inglés), monofásica o trifásica, con una intensidad máxima de 16 A por fase (de 3,7 a 11 kW).
- Modo 2: Carga lenta en corriente alterna, monofásica o trifásica, con una intensidad máxima de 32 A por fase (de 3,7 a 22 kW).
- Modo 3: Carga lenta o semirrápida en corriente alterna, monofásica o trifásica, con una corriente máxima de 32 A por fase (ampliable a 64 A).
- Modo 4: Carga rápida en corriente continua, con una corriente máxima de 400 A.

En la Figura 1 se muestra un esquema de los modos de carga:

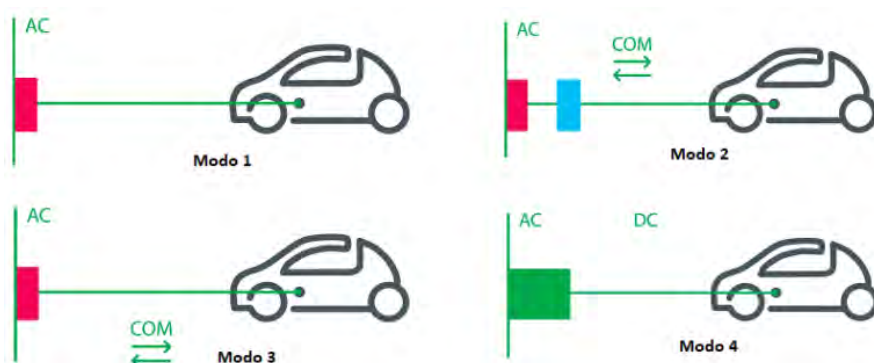


Figura 1. Esquema Modos de carga VE

Las principales ventajas del modo de carga 3 en comparación con el modo 4 son económicas y técnicas. Al ser un modo en carga lenta o semi-rápida, el desarrollo de los cargadores asociados es, a la vez, más barato y compacto. En particular, algunos productos, como los expuestos a continuación, destacan por su pequeño tamaño.



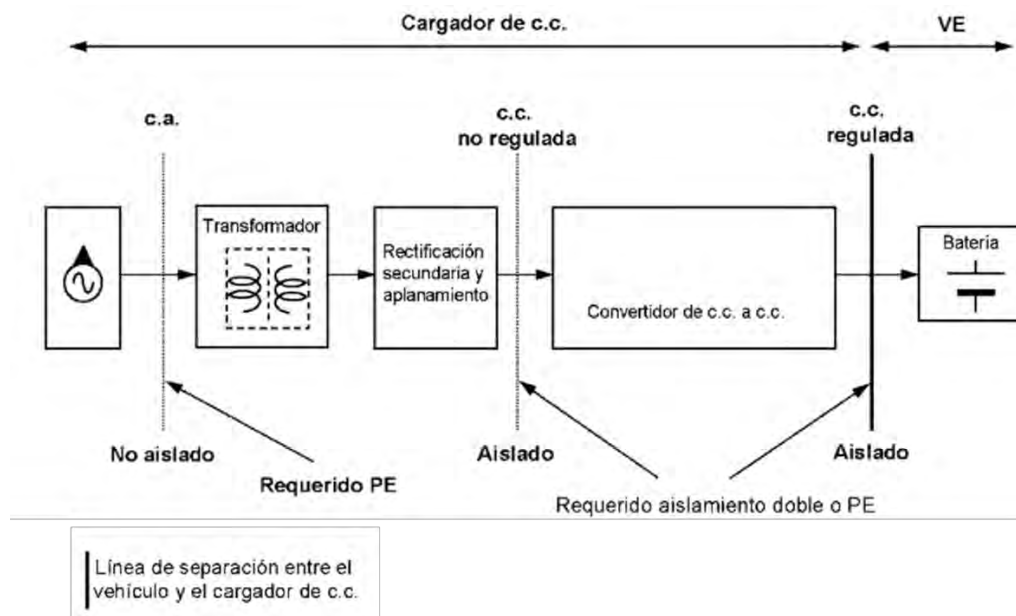


**Figura 2. Cargadores compactos AC de Tesla (izq.) y EOS+ (dcha.)**

El modo de carga 4 no está destinado para viviendas unifamiliares o garajes comunitarios, sino que su uso está mayormente reservado para electrolineras u otras estaciones de recarga, ya que resulta esencial para la conducción de alto kilometraje, largas distancias y grandes flotas. El conector para estos cargadores es específico y permite la comunicación entre el vehículo y el punto de recarga. Actualmente, coexisten en el mercado dos conectores:

- Combo 2 (CCS2): es el estándar europeo, una “extensión” del conector Tipo 2 o mennekes, lo que facilita dos modos de recarga (modo 3 AC y modo 4 DC) sobre una misma toma en el vehículo.
- CHAdeMO: es el estándar japonés, que ha sido adoptado por algunos fabricantes en Europa.

Los sistemas de carga de VE en DC presentan una mayor complejidad, siendo la conexión del vehículo a la red eléctrica de forma indirecta a través de cargador externo, a diferencia de la conexión directa de los cargadores en modo 3. En la Figura 3 se observa un diagrama típico correspondiente a una estación de recarga de VE en continua, con circuito DC en el lado de salida y AC en la alimentación desde la red de suministro. Ambas, estación y red de suministro, han de estar separadas eléctricamente con, al menos, aislamiento básico según la norma UNE-EN 61851-23.



**Figura 3. Esquema simplificado de un sistema aislado de carga continua.**



En esta figura se puede observar el papel fundamental del conversor DC/DC, que suministra energía para la recarga de la batería en la forma que esta demanda: variando tensión y corriente según los parámetros exigidos por el VE en cada momento.

En la Tabla 1 se resumen los tipos de carga que pueden tener lugar con cargadores DC, y su relación con el modo de carga y la potencia.

Tabla 1. Tipos de carga en función del modo de carga y la potencia

| Tipo de Carga | Modo de carga | Potencia de carga (kW) |
|---------------|---------------|------------------------|
| Semi-rápida   | Modo 3 o 4    | 15 -40                 |
| Rápida        | Modo 4        | 40-100                 |
| Ultrarrápida  | Modo 4        | > 100                  |

Hoy en día, la velocidad de carga viene limitada por las baterías de los vehículos. Los primeros modelos de VE adecuados para carga en DC permitían cargar hasta 50 kW; los nuevos vehículos del mercado pueden aceptar hasta 270 kW. En paralelo a este incremento de potencia, los cargadores también han ido aumentando su capacidad, llegando en la actualidad hasta potencias de salida de 350 kW.

La principal ventaja de los cargadores DC en Modo 4 en comparación con los modos de carga 2 y 3 es la reducción del tiempo de recarga. Un cargador en corriente alterna de 7,2 kW de potencia nominal puede cargar el 80 % del vehículo en tres horas y media. Mediante la carga en modo 4, el 80 % de un vehículo puede llegar a tardar tan solo veinte minutos en recargarse, en el caso de cargadores de 72 kW (datos promedio para una batería de 40 kWh, que puede variar sensiblemente en función del estado de la batería, del suministro eléctrico y de la temperatura ambiente, partiendo de una carga mínima del 20 %).

Los cargadores DC que se encuentran en el mercado varían básicamente en función de la potencia y del sistema de aislamiento eléctrico utilizado, lo cual influye enormemente en el volumen y peso. Así, se pueden encontrar diversos cargadores rápidos de menos de 65 kW, siendo estos en la mayoría de los casos equipos que no destacan especialmente por su carácter compacto, como se verá en el apartado 4. En este sentido, merece la pena destacar una línea de desarrollo: los cargadores DC compactos, con potencias que oscilan entre 15-50 kW. Estos aunan las ventajas de los cargadores AC (menor tamaño y coste) a la vez que ofrecen rapidez en la carga, principal ventaja de los equipos DC.

Los fabricantes de cargadores DC trabajan en el desarrollo de cargadores cada vez más potentes y compactos para satisfacer las necesidades de un mercado en continua y rápida expansión.



### 1.3. Relevancia y delimitación geográfica del estudio

La aplicación de este estudio puede considerarse que tiene un carácter global. El documento *IEEE Standard Technical Specifications of a DC Quick Charger for Use with Electric Vehicles*, de la *IEEE Standards Association*, detalla los requisitos técnicos que deben reunir los cargadores en corriente continua. Estos requisitos de circuito, comunicación y carga de la normativa IEEE (A.5, A.6 y A.7, respectivamente) son aplicables a todos los países, al tratarse de un documento de normativa internacional. Aunque la regulación del voltaje de salida del cargador es diferente en Japón, tal y como viene indicado en el apartado A.15, no se considera una variación relevante.

En el documento *Automotive Industry Standard, Electric Vehicle Conductive DC Charging System* de la AIS (*Automotive Industry Standard*), el apartado 6.4.3 detalla las funciones que presentan los cargadores DC, por lo que también se tiene en cuenta a lo largo del estudio. En una perspectiva más nacional se encuentra la adaptación de la Norma Internacional IEC 61851-23 en la Unión Europea, y más concretamente, la Norma española en la parte 23: Estación de carga en corriente continua para VE.

Este estudio tiene especial relevancia a la hora de mostrar el mercado existente en aquellos cargadores que integren las características de la recarga rápida del VE (tiempo de recarga, potencia) junto con una cierta compacidad, asemejándose a los cargadores en modo 3. Se espera que este tipo de cargadores tengan gran aceptación en espacios de vía pública o entornos empresariales que requieran ciertas condiciones en cuanto a espacio y especificaciones técnicas de los cargadores. Sirva como ejemplo compañías de alquiler de VE o compañías de VTC, donde el tiempo de repostaje es crítico para la consecución del trabajo, pero el espacio disponible así como el coste de los equipos son críticos para la viabilidad del proyecto empresarial.

En apartados sucesivos se ahondará más en profundidad en la demanda, sus características, su comportamiento y sus segmentos.



## 2. Análisis de la demanda

---

En esta sección se pretende mostrar una visión general de la demanda existente en el mercado centrada en el diseño y fabricación de convertidores DC/DC bidireccionales aislados, principal producto de EPIC POWER, prestando especial atención a su aplicación en el sector de los cargadores de vehículo eléctrico. En el siguiente apartado, se hará un análisis más exhaustivo centrado en los cargadores en modo 4 y los conversores DC/DC asociados a este tipo de cargadores.

El primer paso para analizar la demanda desde la perspectiva adecuada es definir quién será el público objetivo del estudio y el modelo de negocio para este tipo de productos, así como los aspectos que gobernarán el comportamiento de la demanda. Una vez definido el enfoque del análisis, el siguiente paso se centrará en la identificación y la evaluación de los diferentes segmentos del mercado existentes.

### 2.1. Comportamiento de la demanda

El público objetivo de este estudio son los desarrolladores de convertidores DC-DC. Dada la versatilidad de estos productos, además de la aplicación en carga rápida, estos equipos tienen otra serie de aplicaciones que, aunque no son objeto del presente estudio, se nombran a continuación:

- Plantas de energía solar: reducción de costos y aumento de la confiabilidad de los suministros de energía del seguidor solar.
- Alimentación de baterías o paneles solares para ascensores.
- Cargadores de baterías.
- Estacion de trenes: alimentación de estaciones remotas desde la línea aérea.
- Suministración de energía a los variadores desde fuentes de bajo voltaje para alimentar motores.
- Soluciones de ahorro de energía y suavizado de picos para ascensores y grúas.
- Irrigación con energía solar para evitar los problemas de golpes de ariete.
- Barcos híbridos: barcos de propulsión eléctrica. Generación, almacenaje y utilización de energía eólica.
- Unidades de frenado regenerativo.
- Trenes y tranvías: empleo de dispositivos de almacenamiento de energía para aumentar la eficiencia y la autonomía.
- AGV y lanzaderas: soluciones bidireccionales para trabajar con baterías y supercondensadores.
- Electrolizadores para procesos químicos (desde tratamientos galvánicos hasta ciclado de baterías de plomo).

En base al enfoque de este estudio, es importante destacar que la demanda de estos productos es principalmente B2B (Business to Business), siendo productos de alta durabilidad, normalmente utilizados como componentes de otro producto final. Este hecho delimitará el enfoque del análisis, ya que la evolución de la demanda y el mercado asociado vendrán apalancados por la evolución esperada de los productos finales.

En este sentido, la demanda vendrá determinada por los siguientes aspectos:

- **Oferta:** La oferta delimita la cantidad de este tipo de sistemas presentes en el mercado y a su vez, está influenciada por diferentes factores:
  - o Precio: tal y como se analizará en apartados posteriores, el precio de estos sistemas estará condicionado por la evolución de precios del producto final.
  - o Precio de otros productos. En la actualidad, el coste del producto final (en este caso cargador DC) oscila en un intervalo similar para diferentes fabricantes y su evolución influirá directamente en los precios de los componentes.



- Costes de producción, que puede ser un handicap para los sistemas con elevada personalización, puesto que siempre serán superiores a los obtenidos para grandes fabricantes con mayores volúmenes de producción.
- Disponibilidad de recursos críticos que condicionarán a proveedores.
- Expectativas de los consumidores: tal y como se verá en el siguiente apartado, el mercado del vehículo eléctrico es un sector en auge. Sin embargo, todavía existen ciertos factores que ralentizan su completo despliegue. Entre ellos está el tiempo de carga en comparación con los vehículos tradicionales. En este sentido, los cargadores DC se presentan como la solución a dicha limitación, por lo que hay una clara tendencia hacia el aumento de su presencia en el mercado.
- Precio de bienes sustitutivos: aunque existen otro tipo de cargadores más extendidos y de menor coste, no pueden considerarse sustitutivos completos, ya que presentan limitaciones y, en este sentido, la tendencia del mercado y la evolución de la demanda es clara.
- Cantidad de consumidores potenciales/tamaño de mercado. En este punto, resulta de interés analizar tres magnitudes características:
  - TAM (Mercado total, de sus siglas en inglés “*Total Addressable Market*”). Desde un punto de vista amplio, cualquier fabricante de cargador de vehículo eléctrico en corriente continua podría ser cliente potencial.
  - SAM (Mercado disponible al que se le puede servir, de sus siglas en inglés “*Served Available Market*”). Esta magnitud vendría delimitada por el rango de potencias de los convertidores (15-50 kW) que podría aumentarse por su carácter modular y por el hecho de que muchos fabricantes de cargadores tienen en su catálogo sus propios convertidores.
  - SOM (Mercado que se puede conseguir, de sus siglas en inglés “*Serviceable Obtainable Market*”), que sería la cuota real a la que se puede aspirar teniendo en cuenta las relaciones comerciales existentes y el posicionamiento en el sector. Considerando que una de las características principales del producto estrella del cliente son los convertidores compactos de peso reducido, podría establecerse que su mercado objetivo vendrá definido por el volumen de fabricantes de cargadores ultracompactos que no se dediquen a la fabricación de componentes. En el apartado de análisis de producto se muestran algunas empresas que cumplen estas características.



## 2.2. Identificación y evaluación de los segmentos de mercado

Como se acaba de comentar, los usos que se hacen de las etapas de potencia (y en concreto, los convertidores DC-DC) son múltiples, pudiendo dar lugar a una gama de equipos en distintas industrias, y que en muchos casos suponen productos con una gran viabilidad de tamaños, potencias y características. Además, cabe destacar que el mercado de este tipo de sistemas es un **mercado** claramente **en expansión**.

Además, para poder evaluar el mercado es importante tener en cuenta que este se caracteriza por tener una **demanda derivada**, esto es, la demanda de convertidores DC/DC para cargadores no evoluciona de forma independiente sino que viene impulsada por la demanda de cargadores en modo 4, por lo que ambas dependerán de la evolución del mercado de vehículo eléctrico y las necesidades de los consumidores en el sector de la movilidad eléctrica.

En el caso de este estudio, donde el mercado objetivo son los fabricantes de puntos de recarga en corriente continua, las etapas de potencia son requeridas para ensamblar las estaciones de carga de vehículos eléctricos en Modo 4 (o carga rápida). Este tipo de cargadores requiere una potencia limitada (15-50 kW). Sin embargo, cada vez más las empresas intentan combinar y fabricar equipos compactos pero potentes.

En este sector, pueden diferenciarse dos grandes segmentos de mercado, clasificados según el tamaño y relevancia:

- Grandes empresas (multinacionales o no) de fabricación de cargadores y suministro de equipos eléctricos y electrónicos. Estas empresas pueden fabricar sus propios productos pero también aseguran el suministro de convertidores a través de varios fabricantes.
- Pequeñas empresas (y start-up) con un negocio específico centrado en la fabricación de cargadores de vehículo eléctrico que, a priori, tendrán una demanda más específica de componentes.



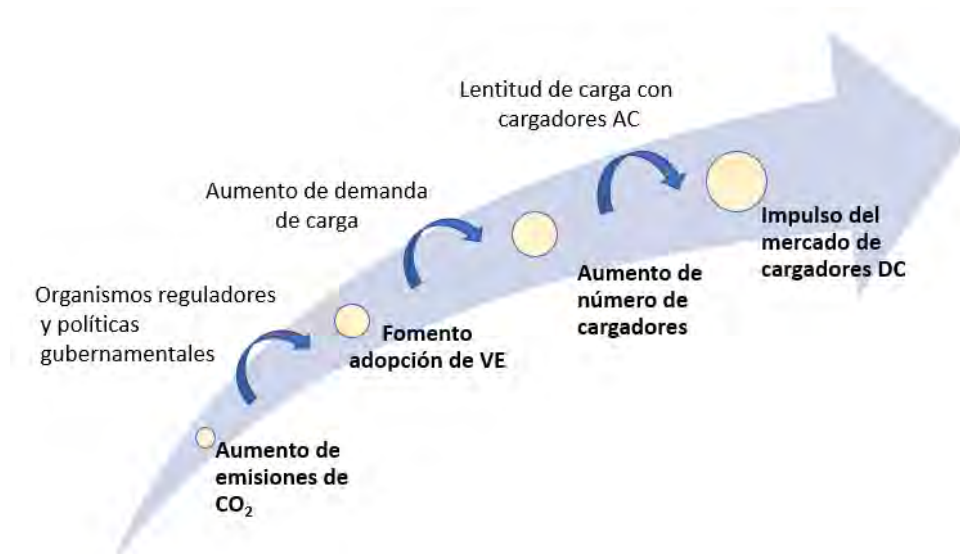
### 3. Análisis del mercado

La evolución del mercado de cargadores eléctricos se encuentra íntimamente ligada a la que presenta, a su vez, el mercado de los vehículos eléctricos. Además, el desarrollo de ambos mercados está influenciado por una serie de factores comunes, entre los que se encuentran los aspectos regulatorios, tecnológicos (baterías de coche y cargadores), incentivos, precios de la recarga, precio y oferta de vehículos, etc. La relación entre los VE y cargadores es además interdependiente, ya que el aumento de VE debe ir acompañado de un aumento de la infraestructura de recarga. No obstante, estas infraestructuras no son rentables si no existe una flota VE suficiente.

#### 3.1. Tamaño del mercado

El mercado de cargadores en continua se ubica dentro del mercado global de cargadores eléctricos, cuya cifra de negocio fue de alrededor de 40 billones de dólares en 2019. Su tasa de crecimiento CAGR (del inglés *Compound annual growth rate*) prevista en el periodo 2020-2027 es del 23.2 %, alcanzando los 101.0 billones de dólares en 2027<sup>1</sup>. Los principales factores que favorecen el desarrollo de este mercado global de cargadores de VE es la electrificación del vehículo, el aumento de ventas de VE (y por tanto el aumento de la demanda de infraestructura de carga), y el creciente número de políticas gubernamentales e incentivos a la movilidad eléctrica, que contribuye también a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Además, la lentitud de carga en el caso de cargadores AC favorece la transición hacia cargadores cada vez más rápidos, como es el caso de los DC.

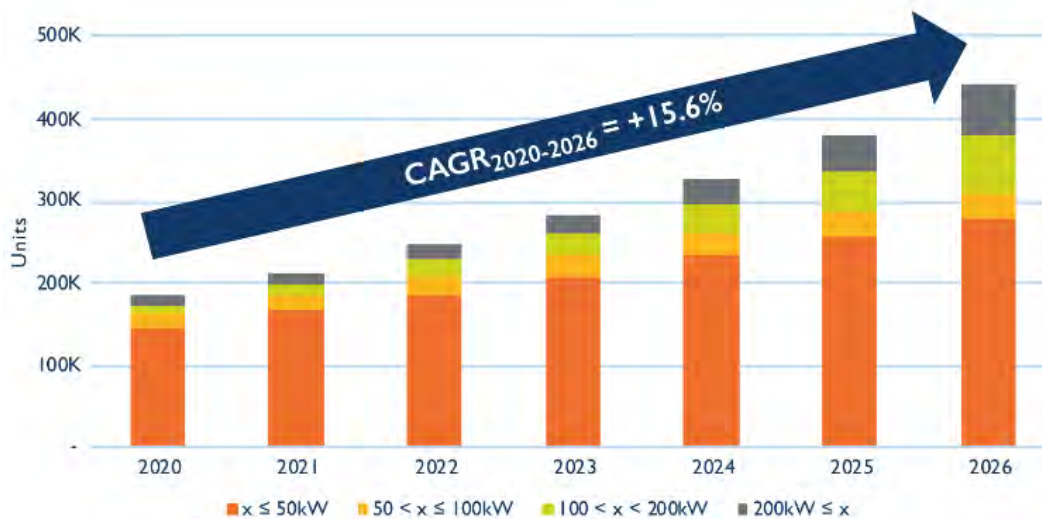


**Figura 4. Factores que impulsan el mercado de cargadores DC**

Atendiendo al tipo de conector, el mercado de cargadores rápidos DC puede dividirse en un sistema de carga combinado (CCS), CHAdeMO y Tesla Supercharger. El segmento CHAdeMO, con potencias de carga que oscilan entre los 40-60 kW y superiores, es el que alcanza una mayor cuota de mercado.

En términos de potencia, merece la pena destacar que el 75 % de los cargadores rápidos instalados tienen potencias inferiores a los 50 kW. Sin embargo, a medida que mejora la tecnología, se prevé un crecimiento del mercado de cargadores con mayor potencia. En la Figura 5 se observa la previsión de crecimiento en unidades de cargadores eléctricos, clasificados en función de su potencia, para el periodo 2020-2026<sup>2</sup>.





**Figura 5. Previsión de crecimiento del número de cargadores DC en el periodo 2020-2026<sup>2</sup>**

Los avances tecnológicos permitirán lanzar al mercado vehículos eléctricos capaces de manejar alta potencia y suministro de corriente a las baterías, por lo que se prevé una demanda creciente de infraestructura de carga rápida. Sin embargo, los cargadores con potencias inferiores a los 50 kW son predominantes en el mercado actualmente y continuarán siéndolo en el futuro. Esto es debido, en parte, a que los equipos de 50 kW son adecuados para cargadores independientes tanto de baja potencia como de alta si se acoplan de forma modular. Sin embargo, en cargadores de alta potencia, el número de módulos se incrementa más allá de los niveles óptimos, por lo que los fabricantes de módulos de carga buscan mejorar la densidad de potencia de sus productos, así como su eficiencia, y aumentar su potencia nominal a 50 kW, haciéndolos así mas adecuados para cargadores de alta potencia.

En cuanto a la tendencia esperada de cara al futuro, se prevé el desarrollo de sistemas con potencias de hasta 350 kW para acelerar el proceso de recarga y permitir la carga en aplicaciones de gran movilidad. Además, se observa un auge en el desarrollo de módulos de 50 kW como alternativa a las soluciones de carga en corriente alterna para aplicaciones de menor escala. Por tanto, puede estimarse que el mercado evolucionará con dos tendencias opuestas, aunque los cargadores de DC con potencia nominal inferior o igual a 50 kW seguirán siendo la corriente principal en los próximos años. El mayor crecimiento del mercado se observará para los cargadores con potencias entre 100 y 200 kW, el rango de potencia adecuado para una amplia cartera de vehículos eléctricos. En este sentido, se espera un gran impulso para los cargadores con una potencia superior a 200 kW, que alcanzará el 14 % de participación de mercado en 2026. En este segmento se incluye la última generación de Supercargadores Tesla con una potencia nominal de 250 kW y los cargadores de 350 kW fabricados e implementados por un número creciente de empresas.

El volumen de mercado de cargadores DC alcanzará los 18,5 billones de dólares en 2026, con una tasa CAGR de 18.5 %<sup>2</sup>. Además, según otro estudio<sup>3</sup>, la previsión de crecimiento global para los cargadores DC de pared (tipo Wallbox) en el periodo 2018-2022 es del 66.93 % CAGR.



## 3.2. Estructura del mercado

El desarrollo y crecimiento del vehículo eléctrico tiene un impacto directo en aquellas industrias dedicadas a la fabricación de componentes para la automoción. Se puede esperar, por tanto, un impacto positivo en industrias o fabricantes de componentes y dispositivos electrónicos, baterías, o soluciones en cuanto a conectividad.

En el caso de los convertidores DC-DC aplicados a automoción, el sector se puede dividir en dos tipos, diferenciados entre sí:

- On-board, de pequeña potencia que resultan indispensables para garantizar la seguridad y la fiabilidad de los sistemas electrónicos a bordo, pero que no se consideran dentro del alcance de este estudio.
- Off-board, elementos indispensables en los cargadores de vehículo eléctrico que son objeto del presente análisis.

En los siguientes apartados se describen los principales actores existentes en el mercado, clasificándolos como fabricantes y compradores. Para esta clasificación se ha tenido en cuenta el punto de vista de los fabricantes de etapas de potencia, para los que su principal comprador serían las empresas que se dedican a la fabricación de cargadores eléctricos DC y que, por tanto, requieren integrar un conversor DC-DC en sus equipos.

Además, se ha añadido un tercer apartado, incluyendo otras aplicaciones que, a pesar de no tener un mercado consolidado en este momento, se prevé que crezcan en un futuro cercano.

### 3.2.1. Fabricantes

Los fabricantes de etapas DC-DC pueden dedicarse también, en algunos casos, a la fabricación de los propios cargadores de continua (por ejemplo, la compañía ABB realiza las etapas convertidoras que luego utiliza para fabricar también sus cargadores). Por esta razón, algunas de las compañías pueden tener un rol doble, siendo tanto fabricantes como compradores.

A continuación, se muestran los principales fabricantes de convertidores, indicando la tipología de empresa, su mercado, y los principales productos que desarrollan.

#### Siemens

Siemens puede considerarse como la mayor empresa de fabricación industrial de Europa. Opera en todo el mundo, con sus principales sedes en Europa, en mercados muy diversos como la energía, construcción, salud, movilidad, entre otros.



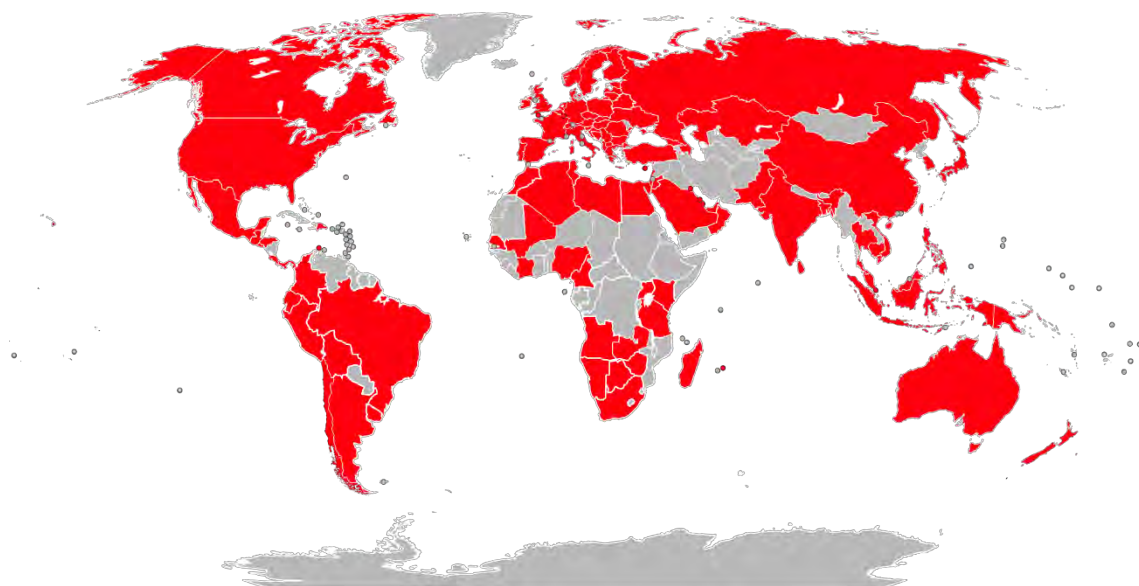


**Figura 6. Presencia de Siemens Global en la geografía mundial<sup>4</sup>**

En el sector de la movilidad y, concretamente en el ámbito de recarga de vehículos eléctricos, Siemens ofrece múltiples soluciones para la recarga de vehículos en modo AC y DC bajo el nombre de Sicharge. Además, dentro de las estaciones de recarga rápidas DC, Siemens fabrica sus propios convertidores DC-DC que forman parte de estos cargadores, comercializándolos también de forma independiente. En el apartado de análisis de la competencia se muestra la gama de productos que ofrece para su aplicación en la fabricación de cargadores de vehículos DC.

## **ABB**

ABB es una multinacional tecnológica con sede en Zúrich, Suiza, especializada en robótica, generación de energía eléctrica, automatización, equipamientos industriales y otras tecnologías de ingeniería, y que opera en más de 100 países.



**Figura 7. Presencia de ABB en el mundo**

ABB opera en el sector de la movilidad eléctrica, siendo fabricante tanto de cargadores eléctricos AC y DC como de convertidores DC-DC, los cuales comercializa de forma independiente y que además están integrados sus cargadores.

## **Schneider Electric**

Schneider Electric es una compañía europea que opera a nivel internacional en el sector de la electricidad y que cuenta con oficinas repartidas por toda la geografía mundial. Durante los últimos años ha reforzado su posición en aplicaciones de software, suministro crítico de energía y redes inteligentes.

En el sector del vehículo eléctrico, Schneider ofrece una completa gama de soluciones para la recarga de VE en modo AC y DC, comercializando sus productos con la marca EVLINK.





**Figura 8. Distribución de Schneider por el mundo y porcentaje de ingresos por zona geográfica en el año 2020**

### TDK Lambda

TDK Lambda es una compañía multinacional de origen japonés que ofrece servicios de diseño, fabricación, venta y mantenimiento de fuentes de alimentación conmutadas y periféricos. Entre sus productos se encuentran convertidores DC-DC con una potencia máxima de 11 kW.

### Zekalabs

Zekalabs es una compañía búlgara con sede en Sofía que ofrece soluciones tecnológicas de conversión de energía segura, confiable, eficiente y sostenible. Tiene alrededor de 20 empleados y una facturación anual aproximada de 4 millones de euros. La empresa posee un amplio catálogo de convertidores AC-DC y DC-DC para distintas aplicaciones con potencias elevadas, empleando tecnología de carburo de silicio.

### Traco Power

Traco Power es una multinacional de origen suizo especializada en la fabricación de componentes de alimentación eléctrica con aplicación en distintos sectores, como el industrial, transporte y transporte ferroviario, salud, automatización y control, energía y redes inteligentes. Tiene alrededor de 120 empleados en Suiza, Alemania, Francia, Irlanda y Estados Unidos. Traco Power es especialista en la fabricación de convertidores de potencia DC-DC. No obstante, su aplicación para cargadores eléctricos es limitada, ya que fabrica convertidores DC aislados o sin aislamiento, para potencias máximas de 2,5 kW.



### Bell Fuse Inc

Bell Fuse es un grupo multinacional de origen estadounidense dedicado al diseño, fabricación y venta de productos utilizados en redes, telecomunicaciones, transmisión de datos de alta velocidad, aeroespacial comercial, militar, transporte y electrónica de consumo. En el sector de la movilidad, Bel Power solutions ofrece una gama de productos de conversión de energía a bordo en vehículos híbridos y eléctricos. Concretamente ofrece convertidores DC-DC con posible aplicación para cargadores DC-DC con una potencia de 15 kW.

### Layer Electronic

Layer electronic es una empresa italiana de 26 trabajadores dedicada a la fabricación de SAI industriales, convertidores de frecuencia, inversores, estabilizadores de tensión y otros componentes eléctricos. Posee una amplia gama de convertidores de frecuencia (serie Aton) con amplio rango de potencia y grandes posibilidades de aplicabilidad.

### SAPA Placencia

Sapa Placencia es una empresa española cuya actividad ha estado siempre ligada al servicio del ejército español, en el desarrollo de sistemas de propulsión, unidades de potencia y generadores de energía, y defensa antiaérea. En 2019, comienza la construcción de una planta de producción en Michigan (EEUU). Dentro de su gama de productos, destaca un convertidor DC/DC bidireccional 700/28Vdc, basado en semiconductores de SiC y diseñado en base a módulos paralelizables de 3.4 kW lo que permite también su adecuado escalado hasta potencias de 17 kW.

### Tame Power

Tame Power es una compañía francesa fundada en 1973 especializada en electrónica de potencia. La compañía fabrica productos para diversas aplicaciones y ofrece soluciones en la conversión de energía DC-DC y su distribución. Tiene aproximadamente 80 trabajadores, con plantas de fabricación en Francia y Marruecos y una facturación aproximada de 80 millones de € en 2019.

### Danfoss

El grupo Danfoss es una multinacional de origen danés que opera en sectores diversos y fabrica equipos de control de fluidos, bombas, sellos, fabricación de válvulas, clima y energía. En el año 2014 adquirió la compañía finlandesa Vacon, dedicada al accionamiento de motores eléctricos y fabricación de inversores para producir energía a partir de fuentes renovables. Dentro de sus productos fabrica convertidores DC-DC con una potencia de 30 kW, con aplicabilidad para su integración en cargadores eléctricos DC.

## 3.2.2. Compradores

En este apartado se muestra una relación de empresas que fabrican cargadores DC para vehículos eléctricos. No aparecen en este apartado las empresas Siemens y ABB, que fabrican a su vez convertidores, y que han sido ya nombradas en el apartado 3.2.1.



## Ingeteam

Ingeteam es un grupo empresarial de origen español especializado en la conversión de energía eléctrica que ofrece soluciones en los sectores de generación eólica, fotovoltaica, hidroeléctrica, y fósil, además de otros sectores como la industria de la transformación de metales, naval o la red de energía eléctrica. En el sector de la electrónica de potencia desarrolla inversores, convertidores de frecuencia, controladores y protecciones. El Grupo Ingeteam opera en todo el mundo y cuenta con establecimiento permanente en 24 países, empleando a más de 4.000 personas. En el año 2019 facturó 676 millones de euros.

En el sector de la movilidad Ingeteam ofrece soluciones de carga en modo rápido (AC y DC) y ultrarrápido, con cargadores de hasta 400 kW bajo la marca Ingerev.

## Circutor

Circutor es una compañía de origen español con sede en Villandecans (Barcelona) y con centros de producción con varias fábricas distribuidas en España y la República Checa. Entre otros sectores, Circutor ofrece soluciones en los sectores de recarga inteligente de vehículos eléctricos y energías renovables. En cuanto a la oferta de cargadores rápidos dispone de dos series de productos: Raption y RVE.

## Power electronics

Power Electronics es una empresa española con presencia en los cinco continentes, dedicada a la fabricación de inversores solares, arrancadores electrónicos, variadores de velocidad y convertidores para la conexión a red de sistemas de almacenamiento energético basados en baterías. Cuenta con 28 delegaciones y puntos de venta en más de 100 países.

En el sector de la movilidad eléctrica ofrece infraestructura de carga mediante soluciones de llave en mano modulares y flexibles (NB Station), así como otras soluciones de carga en el exterior (NBi dispenser).

## DBT

DBT es un grupo empresarial francés creado en 1992 que abarca 3 áreas de negocio gestionadas por 3 filiales: ingeniería, recarga de vehículos eléctricos y acciones formativas para instalaciones. La filial dedicada a la recarga de vehículos eléctricos (DBT-CEV) puede considerarse como una de las compañías pioneras en ofrecer soluciones para la recarga de vehículos eléctricos, ofreciendo una gama completa de infraestructura de recarga. En cuanto a soluciones de carga rápida DC, dispone de un cargador de 26 kW en formato pedestal o de pared.

## Ecotap

Ecotap es una compañía ubicada en Boxtel (Países bajos) con alrededor de 40 trabajadores y especializada en la fabricación de cargadores para vehículos eléctricos, ofreciendo una completa gama de cargadores, tanto AC como DC, en múltiples formatos. Ofrece también soluciones de carga simultánea para varios vehículos. En cuanto a los cargadores DC, dispone de cargadores de 15, 30 y 60 kW. La facturación de la compañía en 2019 alcanzó aproximadamente los 5 millones de dólares.



## **Efacec**

Efacec Power Solutions es la compañía portuguesa más grande en el sector de la energía, la ingeniería y la movilidad, con varias empresas subsidiarias de fuerte presencia en diferentes mercados internacionales. El grupo Efacec puede considerarse como líder mundial en el mercado de infraestructura de carga rápida para vehículos eléctricos. Durante el año 2020, la compañía ha llevado a cabo grandes acuerdos para suministrar estaciones de recarga ultrarrápida a países como Luxemburgo (mediante el consorcio LUXX - 88 puntos de recarga ultrarrápida), Bélgica (15 cargadores ultrarrápidos) o Canadá (90 cargadores ultrarrápidos)<sup>5</sup>.

## **GH Everdrive**

GH Everdrive es una división de GH group dedicada a la recarga de vehículos eléctricos, con presencia en varios países como España, Alemania, Francia, EE. UU., India, China, Brasil o México. En su catálogo se encuentran soluciones de carga rápida AC y DC, ofreciendo gran flexibilidad al cliente en el diseño y apariencia del cargador.

## **VE Box**

EVBox es una empresa de equipos de suministro de VE con sede en Amsterdam y perteneciente al grupo de capital francés ENGIE. En 2018 adquirió la compañía Evtronic, dedicada a la fabricación de cargadores eléctricos, con el objetivo de escalar su I+D y expandirse internacionalmente. Actualmente, provee estaciones de recarga de vehículos eléctricos y software de gestión de carga a nivel mundial, con más de 120.000 puntos de recarga instalados en más de 70 países. La compañía cuenta con 13 oficinas repartidas por Europa y Estados Unidos. En cuanto a las soluciones de recarga rápida dispone del cargador EVBox Troniq 50, con 50 kW de potencia de salida.

## **Blink**

BlinkCharging es una empresa líder en equipos de carga de vehículos eléctricos (VE) que cuenta con más de 23.000 estaciones de carga, muchas de las cuales son estaciones de carga de VE conectadas en red. La principal línea de productos y servicios de Blink Charging incluye su red de carga Blink VE ("Blink Network"), equipos de carga VE y servicios de carga VE. Blink Network utiliza software patentado basado en la nube, que opera, mantiene y rastrea las estaciones de carga de vehículos eléctricos conectadas a la red y los datos de carga asociados.

## **Rectifier Technologies**

Rectifier Technologies es una empresa de origen australiano con oficinas en Australia, Malasia y Singapur, dedicada a la fabricación y desarrollo de productos de conversión de alta energía. En su portfolio incluye un cargador DC bidireccional con una potencia de salida de 11 kW. La facturación en 2020 fue de alrededor de 16,7 millones de dólares, de los que el 65 % provienen del área de negocio dedicada cargadores de vehículos eléctricos, cargadores de baterías y fuentes de alimentación para vehículos eléctricos.



### Titrium

Titrium Charging es una empresa formada en 2001 en Brisbane (Australia) dedicada al diseño y fabricación de tecnología patentada para crear cargadores rápidos DC avanzados. En otoño de 2020, Tritium presentó su plataforma Modular Scalable Charging (MSC), la primera en habilitar redes de carga de vehículos eléctricos escalables en cualquier parte del mundo. La plataforma de hardware brinda a los clientes la flexibilidad de aumentar el nivel de potencia de su cargador a medida que avanzan las capacidades de carga de los vehículos eléctricos, comenzando en 25 kW y aumentando a 350 kW y más.

### Setec Power

Compañía fundada en China en el año 2004 dedicaba al diseño, fabricación, investigación, desarrollo y producción de cargadores de VE, y fuentes de alimentación DC. En cuanto a cargadores DC, la empresa dispone de un amplio catálogo con potencias de salida en el intervalo desde los 10 hasta los 300 kW, ofreciendo además un cargador portátil de 50 kW de potencia.

### Compleo

Compleo Charging es una compañía del grupo EBG, líder en Europa en recarga de vehículos eléctricos. En abril de 2021 se fusiona con Wallbe, una compañía alemana dedicada a la movilidad eléctrica, tanto carga de vehículos como gestión de la movilidad. Alcanzan así los 390 empleados y establece oficinas en Suecia. Las estaciones de carga DC de Compleo son las primeras que cumplen con la ley de calibración alemana (Eichrecht). En su catálogo, oferta cargadores de 24 y 50 kW de potencia salida.

### Garo

Garo AB es una empresa con sede en Suecia y subsidiarias en Irlanda, Finlandia, Noruega y Polonia, que opera en el sector de la industria de instalaciones eléctricas, ofreciendo una amplia gama de productos eléctricos. En la sección de cargadores incluye cargadores DC con potencias que varían de 50 a 150 kW.

### Chargevite

Chargevite es una empresa española que ofrece soluciones innovadoras de carga de vehículos y software de gestión para facilitar la transición del sector del automóvil a un modelo sostenible y renovable. Dispone de estaciones de recarga AC y DC, destacando los modelos de cargador DC compactos, con una potencia de salida de 50 kW.



### 3.2.3. Otras aplicaciones (basadas en soluciones V2X)

Si bien es cierto que este estudio está centrado en los cargadores modo 4, merece la pena destacar la aplicación de sistemas bidireccionales en soluciones V2X. Este tipo de sistemas aprovechan la bidireccionalidad del flujo para utilizarlo tanto como punto de recarga como para extraer energía del vehículo para diferentes aplicaciones: inyección a red (V2G), uso en edificios (V2H), en empresas (V2B) o incluso otros vehículos (V2V). A pesar de atractivo de estas soluciones, el mercado actual está poco desarrollado puesto que es necesario vencer una serie de barreras tecnológicas.

De todas las soluciones V2X, la tendencia parece indicar que las primeras en salir al mercado de una forma más sólida serán las orientadas a transmisión a red (V2G) o a edificios (V2H). Al margen de Tesla, en diciembre de 2020, el proveedor australiano Jet Charge lanzó su solución V2G al mercado, con conector CHAdeMO y compatible con el vehículo Nissan LEAF ZE. Ese mismo año, la empresa norteamericana Nuvve sacó a mercado estaciones de carga bidireccionales con vertido a red (V2G) con conectores CCS1 (combo). Recientemente, también en Estados Unidos, Wallbox lanzó su producto Wallbox Quasar orientado a V2H.

Por su parte, otros proveedores como ABB tienen previsto lanzar estaciones de recarga compatibles con V2G en próximas fechas. Además, es importante resaltar que grandes compañías del sector eléctrico como Eon, Endesa Enel, OvoEnergy o Engie, también están impulsando el desarrollo de soluciones V2G mediante colaboraciones con fabricantes tanto de cargadores como de vehículos (en concreto, Nissan, Mitsubishi, Honda y Renault) y/o ingenierías especializadas.



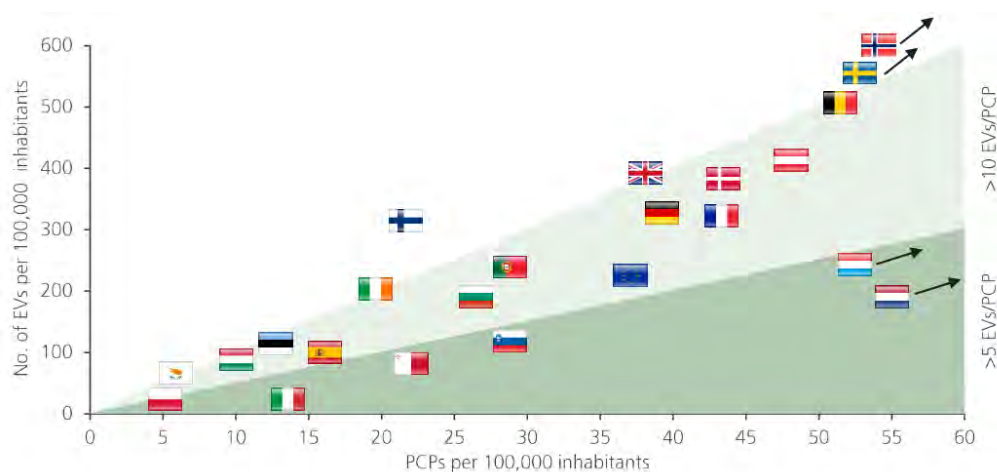
### 3.3. Segmentación

#### 3.3.1. Geográfica

La tendencia de mercado es clara y augura un crecimiento en el sector de los cargadores para movilidad eléctrica. La región Asia-Pacífico, con un volumen de mercado de 20 billones de dólares en el año 2019<sup>6</sup>, es la que se prevé que domine este mercado. China, impulsado por las medidas gubernamentales para el desarrollo e implementación de infraestructura de carga en el país, será el país que liderará este mercado. No obstante, Japón y Corea del Sur también prevén experimentar crecimientos notables.

En términos de crecimiento, Europa es la segunda región más grande respecto al volumen de mercado, esperando también un mayor crecimiento. A este respecto, merece la pena destacar el papel de las políticas europeas y su propósito de instalar estaciones de recarga cada 100 km en las autovías nacionales, lo que impactaría de forma directa en el mercado de cargadores rápidos.

Un factor fundamental en la implantación de infraestructura de recarga en los distintos países es el grado de adopción de la transición al vehículo eléctrico. Los países europeos que encabezan el número de vehículos eléctricos son Francia, Alemania, Países bajos, Reino Unido y Noruega. Existe una clara diferencia en la implantación del vehículo eléctrico en los distintos países, que transcurre de un modo desigual. Además, también existe una notable disparidad en la ratio entre vehículos eléctricos y relación puntos de recarga de carácter público (PCP – *public charging points*, de sus siglas en inglés) y VE. Dentro de los países que lideran la transición al vehículo eléctrico, los Países Bajos tienen la ratio más baja de todos mientras que Noruega tiene una relación inversa muy notable (muchos VE y pocos cargadores PCP).

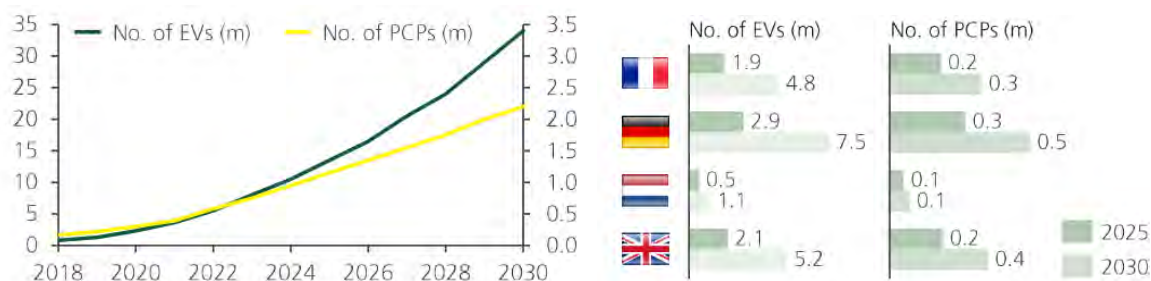


**Figura 9. Número de vehículos eléctricos vs. número de cargadores públicos<sup>7</sup>**

En base a las políticas actuales de la EU y los estándares de emisiones de CO<sub>2</sub>, se prevé que la cuota de mercado en ventas de VE aumente al 19 % en 2025 y alcance el 33 % en 2030. Esto suponen unas ventas de 13,5 y 34 millones de vehículos, respectivamente.

Asimismo, está previsto que el número de vehículos eléctricos crezca en el periodo 2020-2030 a un CAGR aproximado del 30 %, siendo este valor del 22 % para el caso de los PCP. En este periodo, por tanto, se producirá un aumento de la ratio VE: PCP, que pasará del 7.4 actual a superar los 15 vehículos eléctricos por cargador público en 2030.

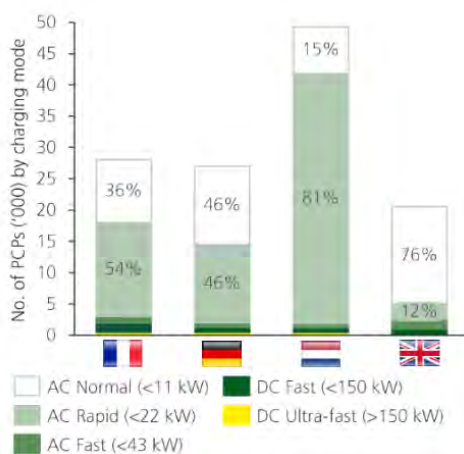




**Figura 10. Previsión de crecimiento del número de vehículos eléctricos y cargadores públicos**

Se espera que los mercados en los distintos países evolucionen en coherencia con los datos aportados. Sin embargo, en Italia y España se espera su crecimiento algo mayor que el esperado en el resto de países europeos puesto que su situación de partida es peor que en otros países.

En cuanto a la tipología de cargadores públicos hay un predominio de cargadores AC en modo normal (<11 kW) y semirrápidos (<22 kW). Sin embargo, hay un déficit de infraestructura de recarga rápida en autopistas y autopistas, dificultando la posibilidad de realizar la carga de forma ágil y poder así realizar grandes trayectos evitando largas esperas mientras se lleva a cabo la recarga. En definitiva, hay suficiente infraestructura a nivel cuantitativo pero deficitaria en cuanto a cargadores rápidos.

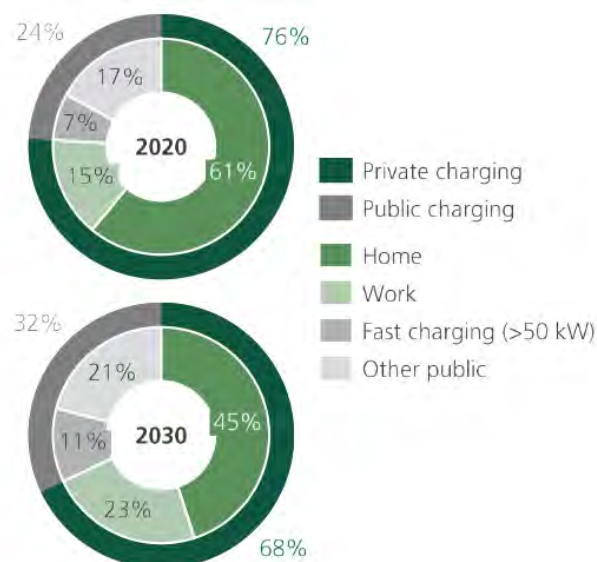


**Figura 11. Tipología de infraestructura de carga predominante por país<sup>7</sup>**

### 3.3.2. Usuario final

Una vez definida la estructura de mercado con los diferentes actores, es importante conocer dónde se realizan de forma mayoritaria las cargas de vehículos. En este sentido, hay un predominio importante de carga de vehículos en el ámbito privado, que tiene lugar en los hogares y centros de trabajo, y que supone aproximadamente el 76 % de las cargas de los vehículos. Por otro lado, el 24 % tiene lugar en el ámbito público (gasolineras, parkings públicos, etc.). Respecto a la evolución esperada, aunque se prevé que este porcentaje alcance el 32 % en 2030, en el futuro cercano la gran mayoría de las recargas eléctricas seguirá llevándose a cabo en el ámbito privado. Por ello, el desarrollo de cargadores rápidos pero compactos puede ser de gran interés en el sector doméstico y otros sectores privados con pequeñas flotas de vehículos.





**Figura 12. Distribución de la tipología de carga actual y proyección a 2030<sup>7</sup>**

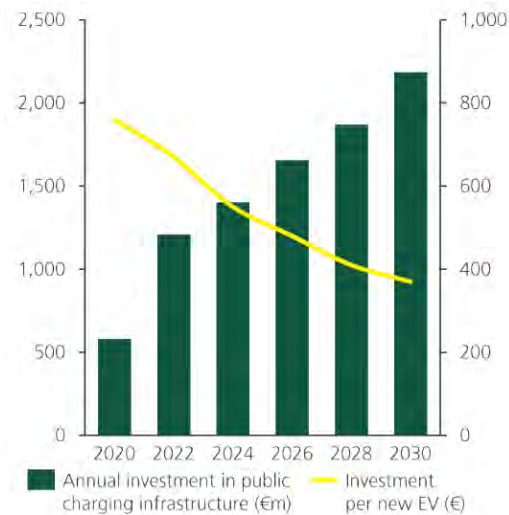
Las inversiones asociadas a este sector van en paralelo a las características del mismo, con un predominio en la recarga de vehículos eléctricos en el ámbito privado en comparación con el público. Así, la inversión total prevista para el periodo 2020-2030, rondará los 60 billones de euros, de los cuales aproximadamente tres cuartas partes corresponden a infraestructura de recarga situadas en hogares, centros de trabajo u otros espacios privados (inversión privada).



**Figura 13. Volumen de mercado en infraestructuras de carga<sup>7</sup>**

El mercado de los PCP en Europa moverá cerca de 15 billones de euros hasta 2030. La previsión de inversión anual en la UE en infraestructura de recarga pública alcanzará el billón de euros en 2022, lo que supone solo el 1 % de la inversión en transporte e infraestructura. En 2030 este valor está previsto que supere los 2 billones de euros, suponiendo entonces el 2 % de la inversión en transporte e infraestructura. En este periodo 2020-2030, la relación entre inversión pública por nuevo vehículo eléctrico disminuye, desde los 800 € actuales a los 400 € por nuevo vehículo eléctrico e 2030.





**Figura 14. Evolución de inversión en infraestructuras de carga<sup>7</sup>**

Desde un punto de vista demográfico, a nivel de España, la Unión Española de Entidades Aseguradoras y Reaseguradoras (UNESPA) hizo recientemente una publicación analizando el perfil de usuario de vehículo eléctrico<sup>8</sup>. En particular, en España, los vehículos eléctricos representan un 1.8 % del parque de turismos.

Por edad:

- 2.08 % de conductores de entre 51 a 65 años se mueven en un coche híbrido o eléctrico
- Menores de 30 años y mayores de 65 son quienes presentan menos predisposición a conducir un vehículo híbrido a eléctrico.

Por sexos:

- 73.75 % de los conductores habituales de vehículo eléctrico son hombres

Por renta per cápita:

- Las provincias y ciudades con un mayor PIB per cápita presentan un mayor porcentaje de prevalencia de vehículo eléctrico. Además, la existencia de grandes núcleos urbanos también favorece el aumento de este porcentaje.



## 4. Análisis de la competencia

### 4.1. Análisis del producto

En este punto, se van a analizar las principales características de productos disponibles en el mercado abordando dos enfoques. En primer lugar, se van a analizar las principales empresas dedicadas a la fabricación de cargadores de vehículo eléctrico en modo 4 para baja potencia (entre 15 y 50 kW). En segundo lugar, dado que el producto principal de EPIC Power son los convertidores DC/DC, el análisis de la competencia se ha centrado en los principales fabricantes de este tipo de componentes acotando la búsqueda a aquellos que proveen soluciones en el rango de potencia de 15 a 50 kW aproximadamente, con aplicación en la fabricación de cargadores de vehículo eléctrico.

Cabe destacar que se ha encontrado un gran número de referencias de convertidores en el rango de decenas de vatios, que han quedado fuera del alcance del estudio por no considerarse dentro del nicho del cliente. Igualmente, se han dejado fuera del alcance los fabricantes de convertidores para grandes instalaciones que alcanzan potencias superiores al MW en algunas referencias.

#### 4.1.1. Producto: Cargadores de vehículo eléctrico en modo 4 para baja potencia (entre 15 y 50 kW)

La siguiente tabla, resume las características de los cargadores de corriente continua disponibles en el catálogo de los principales fabricantes del sector dentro de las potencias de estudio detallados en el apartado anterior.

**Tabla 2. Listado de los principales cargadores de modo 4 a baja potencia disponibles en el mercado (donde N/A- no disponible).**

| FABRICANTE | Modelo           | Tomas        | Potencia máxima, kW | Masa, kg | Link  |
|------------|------------------|--------------|---------------------|----------|---|
| CIRCUTOR   | RAPTION 150      | CCS          | 150                 | 380      | <a href="http://circutor.com/docs/FT_Raption-150_ES.pdf">http://circutor.com/docs/FT_Raption-150_ES.pdf</a>                               |
|            |                  | CHAdEMO      | 50                  |          |   |
|            | RAPTION 100      | CCS          | 100                 | 230      | <a href="http://circutor.com/docs/FT_Raption-100_ES.pdf">http://circutor.com/docs/FT_Raption-100_ES.pdf</a>                               |
|            |                  | CHAdEMO      | 50                  |          |   |
|            | RAPTION 50       | CCS, CHAdEMO | 50                  | 230      | <a href="http://circutor.com/docs/FT_Raption-50_ES.pdf">http://circutor.com/docs/FT_Raption-50_ES.pdf</a>                                 |
|            | RAPTION 22       | CCS, CHAdEMO | 22                  | 215      | <a href="http://circutor.com/docs/FT_RVE-Raption-22_ES.pdf">http://circutor.com/docs/FT_RVE-Raption-22_ES.pdf</a>                         |
|            | RVE-QPC series   | CCS, CHAdEMO | 50                  | 445      | <a href="http://circutor.com/docs/FT_RVE-QPC_SP.pdf">http://circutor.com/docs/FT_RVE-QPC_SP.pdf</a>                                       |
|            | RVE-QP           | CHAdEMO      | 50                  | 250      | <a href="http://circutor.com/docs/FT_V_RVE-QP_SP.pdf">http://circutor.com/docs/FT_V_RVE-QP_SP.pdf</a>                                     |
| ABB        | Terra DC Wallbox | CCS, CHAdEMO | 24                  | 60       | <a href="https://new.abb.com/ev-charging/es/terra-dc-cargador-de-pared">https://new.abb.com/ev-charging/es/terra-dc-cargador-de-pared</a> |



|                       |                                 |                 |    |     |   |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------|----|-----|---|
|                       | Terra 54                        | CCS,<br>CHAdeMO | 50 | 350 | <a href="https://new.abb.com/ev-charging/es/products/cargador-de-coches/dc-(y-ac)-cargadores-rapidos">https://new.abb.com/ev-charging/es/products/cargador-de-coches/dc-(y-ac)-cargadores-rapidos</a>   |
| SIEMENS               | Wallbox<br>VersiCharge<br>Ultra | CCS,<br>CHAdeMO | 50 | 165 | <a href="https://new.siemens.com/es/es/productos/energia/digital-grids/cargador-coche.html">https://new.siemens.com/es/es/productos/energia/digital-grids/cargador-coche.html</a>   |
| POWER<br>ELECTRONICS  | NB 50<br>STATION                | CCS,<br>CHAdeMO | 60 | N/A | <a href="https://power-electronics.com/wp-content/uploads/2021/02/NB_chargers_Brochure_080221-1.pdf">https://power-electronics.com/wp-content/uploads/2021/02/NB_chargers_Brochure_080221-1.pdf</a>   |
|                       | NBi<br>DISPENSER                | CCS,<br>CHAdeMO | 50 | N/A | <a href="https://power-electronics.com/wp-content/uploads/2021/02/NB_chargers_Brochure_080221-1.pdf">https://power-electronics.com/wp-content/uploads/2021/02/NB_chargers_Brochure_080221-1.pdf</a>   |
| INGETEA               | INGEREV<br>RAPID 50             | CCS,<br>CHAdeMO | 50 | 620 | <a href="https://www.ingeteam.com/Portals/0/Catalogo/Producto/Documento/PRD_3530_Archivo_ingerev-rapid50-es.pdf">https://www.ingeteam.com/Portals/0/Catalogo/Producto/Documento/PRD_3530_Archivo_ingerev-rapid50-es.pdf</a>   |
| SCHNEIDER<br>ELECTRIC | EVLink<br>EVD1S24T0H            | CHAdeMO         | 24 | 66  | <a href="https://www.se.com/es/es/product/EVD1S24T0H/fast-charging-station%2C-evlink%2C-dc-fast-charger%2C-24-kw%2C-chademo-connector%2C-wall-mount/?range=60852-carga-r%C3%A1pida&amp;node=14880996535-fast-charging-station&amp;selected-node-id=14880996535&amp;filter=business-5-residencial-y-peque%C3%B1o-terciario&amp;parent-subcategory-id=80408">https://www.se.com/es/es/product/EVD1S24T0H/fast-charging-station%2C-evlink%2C-dc-fast-charger%2C-24-kw%2C-chademo-connector%2C-wall-mount/?range=60852-carga-r%C3%A1pida&amp;node=14880996535-fast-charging-station&amp;selected-node-id=14880996535&amp;filter=business-5-residencial-y-peque%C3%B1o-terciario&amp;parent-subcategory-id=80408</a> |
|                       | EVLink<br>EVD1S24T0B            | CCS             | 24 | 66  | <a href="https://www.se.com/es/es/product/EVD1S24T0B/fast-charging-station%2C-evlink%2C-dc-fast-charger%2C-24-kw%2C-sae-ccs-connector%2C-wall-mount/?range=60852-carga-r%C3%A1pida&amp;selected-node-id=14880996535&amp;filter=business-4-distribuci%C3%B3n-el%C3%A9ctrica-en-baja-tensi%C3%B3n&amp;parent-subcategory-id=80408">https://www.se.com/es/es/product/EVD1S24T0B/fast-charging-station%2C-evlink%2C-dc-fast-charger%2C-24-kw%2C-sae-ccs-connector%2C-wall-mount/?range=60852-carga-r%C3%A1pida&amp;selected-node-id=14880996535&amp;filter=business-4-distribuci%C3%B3n-el%C3%A9ctrica-en-baja-tensi%C3%B3n&amp;parent-subcategory-id=80408</a>   |
|                       | EVLink<br>EVD1S24TH             | CCS,<br>CHAdeMO | 24 | 85  | <a href="https://www.se.com/es/es/product/EVD1S24TH/fast-charging-station%2C-evlink%2C-dc-fast-charger%2C-24-kw%2C-sae-ccs---chademo-connectors%2C-wall-mount/?range=60852-carga-r%C3%A1pida&amp;selected-node-id=14880996535&amp;filter=business-4-distribuci%C3%B3n-el%C3%A9ctrica-en-baja-tensi%C3%B3n&amp;parent-subcategory-id=80408">https://www.se.com/es/es/product/EVD1S24TH/fast-charging-station%2C-evlink%2C-dc-fast-charger%2C-24-kw%2C-sae-ccs---chademo-connectors%2C-wall-mount/?range=60852-carga-r%C3%A1pida&amp;selected-node-id=14880996535&amp;filter=business-4-distribuci%C3%B3n-el%C3%A9ctrica-en-baja-tensi%C3%B3n&amp;parent-subcategory-id=80408</a>                                 |
| DBT                   | Tiny -<br>Wallbox               | CCS,<br>CHAdeMO | 26 | 60  | <a href="https://www.dbt.fr/en/our-products/wallbox-dc/">https://www.dbt.fr/en/our-products/wallbox-dc/</a>   |
|                       | Tiny –<br>Pole-mounted          | CCS,<br>CHAdeMO | 26 | 90  | <a href="https://www.dbt.fr/en/our-products/wallbox-dc/">https://www.dbt.fr/en/our-products/wallbox-dc/</a>   |
| ECOTAP                | DC15                            | CHAdeMO         | 15 | 57  | <a href="https://www.ecotap.nl/wp-content/uploads/2020/01/DC15-specs.pdf">https://www.ecotap.nl/wp-content/uploads/2020/01/DC15-specs.pdf</a>   |



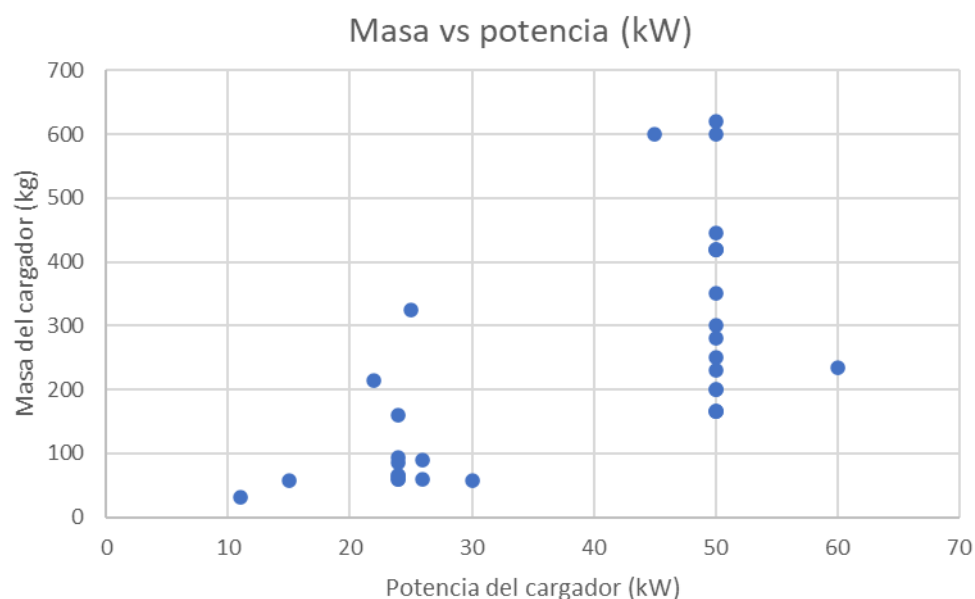
|                        |   |              |    |     |   |
|------------------------|---|--------------|----|-----|---|
|                        | DC30  | CHAdeMO      | 30 | 57  | <a href="https://www.ecotap.nl/wp-content/uploads/2020/01/DC30-specs.pdf">https://www.ecotap.nl/wp-content/uploads/2020/01/DC30-specs.pdf</a>   |
|                        | DC60  | CCS, CHAdeMO | 60 | 235 | <a href="https://www.ecotap.nl/wp-content/uploads/2020/01/DC60-specs.pdf">https://www.ecotap.nl/wp-content/uploads/2020/01/DC60-specs.pdf</a>   |
| EFACEC                 | QC45  | CCS, CHAdeMO | 45 | 600 | <a href="https://electricmobility.efacec.com/ev-qc45-quick-charger/">https://electricmobility.efacec.com/ev-qc45-quick-charger/</a>   |
|                        | QC24S   | CCS          | 24 | 60  | <a href="https://electricmobility.efacec.com/ev-qc24s-quick-charger/">https://electricmobility.efacec.com/ev-qc24s-quick-charger/</a>   |
|                        | QC20  | CCS, CHAdeMO | 25 | 325 | <a href="https://electricmobility.efacec.com/ev-qc20-quick-charger/">https://electricmobility.efacec.com/ev-qc20-quick-charger/</a>   |
| GH EVERDRIVE           | EVERFLASH 500                                     | CHAdeMO      | 50 | 420 | <a href="http://www.gheverdrive.com/wp-content/uploads/2011/05/DATASHEET%20EVERFLASH%20CHADEMO.pdf">http://www.gheverdrive.com/wp-content/uploads/2011/05/DATASHEET%20EVERFLASH%20CHADEMO.pdf</a>   |
|                        | EVERFLASH 501                                     | CCS          | 50 | 420 | <a href="http://www.gheverdrive.com/wp-content/uploads/2011/05/DATASHEET%20EVERFLASH%20CCS.pdf">http://www.gheverdrive.com/wp-content/uploads/2011/05/DATASHEET%20EVERFLASH%20CCS.pdf</a>   |
|                        | EVERFLASH 502                                     | CCS, CHAdeMO | 50 | 420 | <a href="http://www.gheverdrive.com/everflash-duo/">http://www.gheverdrive.com/everflash-duo/</a>   |
| EVBOX                  | Troniq 50   | CCS, CHAdeMO | 50 | N/A | <a href="https://evbox.com/es-es/productos/evbox-troniq-50">https://evbox.com/es-es/productos/evbox-troniq-50</a>   |
| BLINK                  | Blink DCFC 50kW                                   | CCS, CHAdeMO | 50 | 165 | <a href="https://blinkcharging.com/wp-content/uploads/2021/02/3.3_Download_DCFC_SpecSheet.pdf">https://blinkcharging.com/wp-content/uploads/2021/02/3.3_Download_DCFC_SpecSheet.pdf</a>   |
| RECTIFIER TECHNOLOGIES | HIGHBURY DC Bi-Directional<br>( <i>en breve</i> ) | CCS, CHAdeMO | 11 | 32  | <a href="https://www.rectifiertechnologies.com/wp-content/uploads/2021/01/985-1106-03-Highbury-DC-Bi-Directional-Brochure.pdf">https://www.rectifiertechnologies.com/wp-content/uploads/2021/01/985-1106-03-Highbury-DC-Bi-Directional-Brochure.pdf</a> |
| TRITIUM                | RT50  | CCS, CHAdeMO | 50 | 165 | <a href="https://www.tritiumcharging.com/wp-content/uploads/2020/11/Tritium-RT50-DC-Fast-Charger-Brochure.pdf">https://www.tritiumcharging.com/wp-content/uploads/2020/11/Tritium-RT50-DC-Fast-Charger-Brochure.pdf</a>                                 |
| SETEC POWER            | DC fast-charging station                          | CCS, CHAdeMO | 50 | N/A | <a href="http://www.setec-power.com/ccs-chademo-ev-charger-station/">http://www.setec-power.com/ccs-chademo-ev-charger-station/</a>   |
| COMPLEO                | cito 240  | CCS, CHAdeMO | 24 | 160 | <a href="https://www.compleo-cs.com/en/charging-solutions/dc-charging-stations/compleo-cito-240">https://www.compleo-cs.com/en/charging-solutions/dc-charging-stations/compleo-cito-240</a>   |
|                        | cito 50   | CCS, CHAdeMO | 50 | 300 | <a href="https://www.compleo-cs.com/en/charging-solutions/dc-charging-stations/compleo-cito-500">https://www.compleo-cs.com/en/charging-solutions/dc-charging-stations/compleo-cito-500</a>   |



|      |             |                 |    |     |   |
|------|-------------|-----------------|----|-----|---|
| GARO | QC 50kW     | CCS,<br>CHAdeMO | 50 | 600 | <a href="http://www.garo.se/en/ev-charger/charging-station-dc/charging-station-cars-qc/quick-charg-50kw-rfid-chaccs">http://www.garo.se/en/ev-charger/charging-station-dc/charging-station-cars-qc/quick-charg-50kw-rfid-chaccs</a>       |
|      | DC Althea   | CCS,<br>CHAdeMO | 50 | 280 | <a href="http://www.garo.se/en/ev-charger/charging-station-dc/chargingstations-dc-althea/chargingst-dc-ccs-cha-4-5m-2m">http://www.garo.se/en/ev-charger/charging-station-dc/chargingstations-dc-althea/chargingst-dc-ccs-cha-4-5m-2m</a> |
|      | ATLE double | CCS,<br>CHAdeMO | 24 | 93  | <a href="http://www.garo.se/en/ev-charger/charging-station-dc/chargingstations-atle/chargingst-dc-24-ccs-chademo">http://www.garo.se/en/ev-charger/charging-station-dc/chargingstations-atle/chargingst-dc-24-ccs-chademo</a>             |

Tal y como puede extraerse de la tabla anterior, existen múltiples soluciones comerciales en el sector de los cargadores de corriente continua en potencias inferiores a 50 kW. Merece la pena prestar especial atención al caso de Rectifier Technologies, que tiene previsto lanzar en breve un cargador DC/DC bidireccional y ultracompacto (<32 kg) lo que supone un salto cualitativo en comparación con el resto de las referencias.

La siguiente gráfica analiza la relación entre las principales propiedades de los cargadores encontrados. En particular cabe destacar que, dentro del intervalo de potencia de estudio, las opciones comerciales se aglutinan en dos potencias concretas: 24 y 50 kW. Sin embargo, no puede establecerse una relación concreta entre potencia y masa del sistema puesto que existe una gran dispersión en los resultados, especialmente para cargadores de 50 kW donde las opciones comerciales van desde 165 a 620 kg.



**Figura 15. Relación entre masa y potencia del cargador.**



#### 4.1.2. Producto: Convertidores DC/DC (entre 15 y 50 kW)

En este apartado, se analizarán los productos disponibles en el mercado que podrían presentarse como competencia al principal producto del cliente.

En este sentido, es importante destacar que, al igual que se planteó en el apartado anterior, no se incluirán en esta sección los convertidores con potencias fuera del rango de interés. En particular, existe un gran número de referencias en el mercado de convertidores DC/DC con potencias de unas decenas o centenas de vatios como:

- Mornsun (<https://www.mornsun-power.com/>)
- Victron Electronics ([www.victronenergy.com.es](http://www.victronenergy.com.es))
- Recon Power (<https://recom-power.com/en/index.html?0>)
- Vicor (<http://www.vicorpower.com/>)
- Azimud ([www.azimutonroad.es](http://www.azimutonroad.es))
- Mastervolt (<https://www.mastervolt.com/products/dc-dc-converters/>)
- ST Microelectronics (<https://www.st.com/>)
- ON Semiconductor (<https://www.onsemi.com/>)
- Texas Instruments (<https://www.ti.com/>)
- Infineon (<https://www.infineon.com/>)

Sin embargo, estas empresas no se han considerado en la comparativa por no ser competencia directa del catálogo de EPIC Power. Del mismo modo, se han dejado fuera del estudio las referencias de cientos o miles de kW como las de Supsonik (<https://www.supsonik.com/>), puesto que van orientadas a otro tipo de soluciones tecnológicas donde el peso del sistema no es un factor limitante.

Además, se han tenido en cuenta los requerimientos técnicos del estándar IEEE en cuanto a los voltajes e intensidades máximas de los sistemas analizados, esto es: voltaje de 50 V a 500 V e intensidad hasta 125 A o menos.

Por tanto, la siguiente tabla recoge las referencias de los principales fabricantes que se encuentran dentro del rango objetivo de este estudio.

**Tabla 3. Listado de los principales convertidores DC/DC bidireccionales a baja potencia disponibles en el mercado (las características técnicas detalladas de cada modelo pueden consultarse en el link)**

| FABRICANTE | Modelo                              | Potencia,<br>kW | Masa,<br>kg | Link  |
|------------|-------------------------------------|-----------------|-------------|---|
| ABB        | Serie DCS550- S01<br>(puente único) | 9               | 11          | <a href="https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3ADW000378R&amp;LanguageCode=en&amp;DocumentPartId=&amp;Action=Launch">https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3ADW000378R&amp;LanguageCode=en&amp;DocumentPartId=&amp;Action=Launch</a> |
|            |                                     | 21              |             |   |
|            |                                     | 30              |             |   |
|            |                                     | 42              |             |   |
|            | Serie DCS550- S02<br>(puente doble) | 10              | 11          |   |
|            |                                     | 21              |             |   |
|            |                                     | 31              |             |   |
|            |                                     | 42              |             |   |
|            |                                     | 12              | 11          |   |



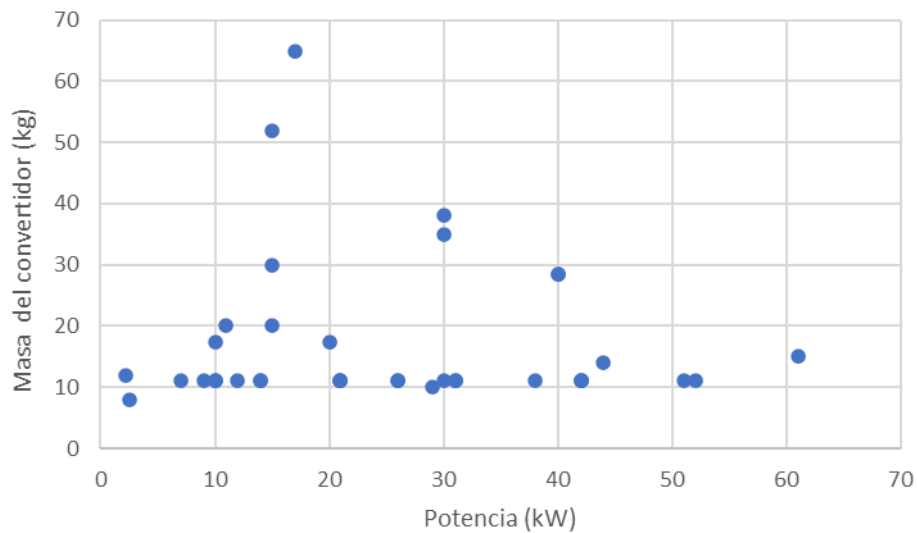
|             |                                      |              |             |   |
|-------------|--------------------------------------|--------------|-------------|---|
|             | Serie DCS880 - S01<br>(puente único) | 26           |             | <a href="https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3ADW000465R&amp;LanguageCode=es&amp;DocumentPartId=&amp;Action=Launch">https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3ADW000465R&amp;LanguageCode=es&amp;DocumentPartId=&amp;Action=Launch</a>   |
|             |                                      | 38           |             |   |
|             |                                      | 52           |             |   |
|             | Serie DCS880 - S02<br>(puente doble) | 10           | 11          |   |
|             |                                      | 21           |             |   |
|             |                                      | 31           |             |   |
|             |                                      | 42           |             |   |
| SIEMENS     | SINAMICS DC MASTER                   | 29           | 10          | <a href="https://support.industry.siemens.com/cs/document/109745909/catalog-d-23-1-sinamics-dcm-dc-converter-control-module?dti=0&amp;pnid=13297&amp;lc=en-WW">https://support.industry.siemens.com/cs/document/109745909/catalog-d-23-1-sinamics-dcm-dc-converter-control-module?dti=0&amp;pnid=13297&amp;lc=en-WW</a> |
|             |                                      | 44           | 14          |   |
|             |                                      | 61           | 15          |   |
|             |                                      | 102          |             |   |
|             |                                      | 136          |             |   |
|             | SINAMICS DCP                         | 30           | 38          |   |
| TRACO POWER | TSC Series                           | hasta 2.2 kW | hasta 12 kg | <a href="https://www.tracopower.com/sites/default/files/products/datasheets/tsc_datasheet.pdf">https://www.tracopower.com/sites/default/files/products/datasheets/tsc_datasheet.pdf</a>   |
| TDK LAMBDA  | EZA11kW Series                       | 11           | 20          | <a href="https://www.emea.lambda.tdk.com/uk/KB/EZA11kW-Datasheet.pdf">https://www.emea.lambda.tdk.com/uk/KB/EZA11kW-Datasheet.pdf</a>   |
|             | EZA2500 Series                       | 2,496        | 8           | <a href="https://www.emea.lambda.tdk.com/uk/KB/EZA-Datasheet.pdf">https://www.emea.lambda.tdk.com/uk/KB/EZA-Datasheet.pdf</a>   |
| ZEKA LABS   | RedPrime DC-DC Converter             | 40           | 28,5        | <a href="https://www.zekalabs.com/products/non-isolated-high-power-converters/dc-dc-converter-40kw-750v">https://www.zekalabs.com/products/non-isolated-high-power-converters/dc-dc-converter-40kw-750v</a>   |
|             |                                      | 40           | 28,5        | <a href="https://www.zekalabs.com/products/non-isolated-high-power-converters/dc-dc-converter-40kw-450v">https://www.zekalabs.com/products/non-isolated-high-power-converters/dc-dc-converter-40kw-450v</a>   |
|             | TinoPrime Isolated DC-DC Converter   | 20           | 17,4        | <a href="https://www.zekalabs.com/products/isolated-power-converters/dc-dc-isolated-converter-20kw-500a">https://www.zekalabs.com/products/isolated-power-converters/dc-dc-isolated-converter-20kw-500a</a>   |
|             |                                      | 10           | 17,4        | <a href="https://www.zekalabs.com/products/isolated-power-converters/dc-dc-isolated-converter-10kw-500a">https://www.zekalabs.com/products/isolated-power-converters/dc-dc-isolated-converter-10kw-500a</a>   |
|             |                                      | 15           | 20          | <a href="https://www.zekalabs.com/products/isolated-power-converters/dc-dc-isolated-converter-15kw-450v">https://www.zekalabs.com/products/isolated-power-converters/dc-dc-isolated-converter-15kw-450v</a>   |
|             |                                      |              |             |   |



|                          |                              |      |     |   |
|--------------------------|------------------------------|------|-----|---|
| <b>BELL COMPONENTS</b>   | 700DNC150-56-C               | 15   | 52  | <a href="https://belfuse.com/resources/datasheets/powersolutions/ds-bps-700dnc-bnc150-56-xg-series.pdf">https://belfuse.com/resources/datasheets/powersolutions/ds-bps-700dnc-bnc150-56-xg-series.pdf</a>             |
|                          | 700DNC150-56-8               | 15   | 30  |   |
| <b>LAYER ELECTRONICS</b> | Serie ATON trifásica- GCA534 | 12,5 | 150 | <a href="https://www.layer.it/main/media/2018/11/At-on-esp.pdf">https://www.layer.it/main/media/2018/11/At-on-esp.pdf</a>   |
|                          | Serie ATON trifásica- GCA536 | 20   | 170 |   |
|                          | Serie ATON trifásica- GCA537 | 25   | 180 |   |
|                          | Serie ATON trifásica- GCA538 | 33   | 200 |   |
|                          | Serie ATON trifásica- GCA540 | 40   | 220 |   |
|                          | Serie ATON trifásica- GCA542 | 50   | 250 |   |
| <b>SAPA</b>              | Convertidor DC/DC CN-170     | 17   | 65  | <a href="https://sapa.es/que-hacemos/convertidor-dc-dc-cn-170/">https://sapa.es/que-hacemos/convertidor-dc-dc-cn-170/</a>   |
| <b>TAME POWER</b>        | CONVY E 7                    | 7    | 11  | <a href="https://www.tame-power.com/sites/default/files/tame-power/pdf/products/TAME-POWER CONVY E 80K 3.pdf">https://www.tame-power.com/sites/default/files/tame-power/pdf/products/TAME-POWER CONVY E 80K 3.pdf</a> |
|                          | CONVY L14-L                  | 14   |     |   |
|                          | ConvY L26                    | 26   |     |   |
|                          | CONVY L52                    | 51   |     |   |
|                          | CONVY L14-H                  | 14   |     |   |
| <b>VACON</b>             | NXP DC/DC                    | 30   | 35  | <a href="https://www.danfoss.com/es-es/products/dds/low-voltage-drives/vacon-drives/vacon-nxp-air-cooled/">https://www.danfoss.com/es-es/products/dds/low-voltage-drives/vacon-drives/vacon-nxp-air-cooled/</a>       |

Teniendo en cuenta que el peso y las dimensiones de los convertidores pueden suponer un importante hándicap en el diseño de las aplicaciones de uso, la siguiente gráfica representa la relación entre la masa y la potencia del convertidor. Para dicho análisis se han dejado fuera del rango las soluciones de Layer Electronics al tener un tamaño mucho mayor que otras soluciones similares de otros proveedores.





**Figura 16. Relación entre masa y potencia del convertidor**

Tal y como puede observarse en la gráfica anterior, no puede establecerse una relación clara entre la masa y la potencia del sistema, pero sí que se observa que una masa de 10 kg parece ser el límite tecnológico actual para los convertidores más compactos en el intervalo de estudio observado, ya que ningún fabricante en el rango de 15-50 kW suministra sistemas con peso inferior a 10 kg. En este rango, las soluciones ofertadas por ABB y Tame Power son las que, en general, muestran unas características más compactas.

Por otra parte, cabe destacar la empresa SAPA (<https://sapa.es/>) que, a pesar de que en su web solo incluye datos para un convertidor, es una empresa con alto componente I+D que ofrece soluciones personalizadas en lugar de tener un catálogo comercial como el resto de las empresas. Algo similar ocurre con la empresa Cinergia (<https://www.cinergia.coop/>) y la norteamericana Alencon Power (<https://alenconsystems.com/ev-charging/>), de las que tampoco se ha encontrado catálogo comercial pero que también ofrecen soluciones personalizadas de altas prestaciones.

Por ello, sería importante hacer un seguimiento de este tipo de empresas puesto que podrían suponer una competencia directa adicional a las soluciones comerciales debido a su nivel de especialización y personalización.



## 4.2. Análisis del precio

A la hora de analizar el precio de estos sistemas es importante tener en cuenta el efecto de la disponibilidad de soluciones en el mismo. Este hecho hace que sea complicado extrapolar los costes de las soluciones ampliamente disponibles en el mercado a las soluciones personalizadas o que no son de producción en masa.

Desde el punto de vista de los cargadores de vehículo eléctrico, el precio para estas potencias es del orden de 25.000 a 40.000 €, en función del fabricante y las prestaciones (por ejemplo, depende de la potencia máxima o de si disponen un tipo de conector o ambos). La siguiente tabla muestra el precio de alguno de los cargadores analizados en la sección 4.1.1.

**Tabla 4. Coste de alguno de los cargadores analizados en el presente estudio**

| FABRICANTE         | Modelo            | Potencia, kW | Coste € |
|--------------------|-------------------|--------------|---------|
| CIRCUTOR           | RAPTION 22        | 22           | 31.181  |
| ABB                | TERRA 54          | 50           | 27.000  |
| INGETEA            | INGEREV RAPID 50  | 50           | 26.945  |
| SCHNEIDER ELECTRIC | EVLink EVD1S24T0H | 24           | 24.600  |
|                    | EVLink EVD1S24T0B | 24           | 24.000  |
|                    | EVLink EVD1S24THB | 24           | 34.000  |
| ECOTAP             | DC15              | 15           | 9.990   |
|                    | DC30              | 30           | 9.990   |
|                    | DC60              | 60           | 31.850  |
| EFACEC             | QC45              | 45           | 26.727  |
| GARO               | DC ALTEA          | 50           | 41.330  |

Sin embargo, el análisis de costes del convertidor DC/DC no es tan sencillo. En particular, existe un gran número de referencias para potencias muy bajas, del orden de unas decenas de vatios hasta 400 W aproximadamente, donde los precios oscilan alrededor de 10 € para sistemas de 10 W hasta unos 150-200 € para convertidores de 200-300 W en el caso de los más económicos. Un coste que puede multiplicarse por 2-3 veces en función del fabricante, ascendiendo hasta los 3.500 € en caso de sistemas ultra-compactos como los de Murata o 5.000 € en caso de convertidores aislados como es el caso de los convertidores de 600 W aislados de Vicor.

Sin embargo, estos precios no pueden considerarse como referencia para el objeto de este estudio puesto que están orientados a equipos de mucha menor potencia.

Centrando el estudio en convertidores del rango de potencias seleccionado, la siguiente tabla muestra el coste de referencia de alguno de los convertidores analizados en el punto 4.1.2.



Tabla 5. Coste de alguno de los convertidores DC/DC analizados en el presente estudio

| FABRICANTE | Modelo                            | Potencia, kW | Coste € |
|------------|-----------------------------------|--------------|---------|
| ABB        | Serie DCS880 - S01 (puente único) | 12           | 2.000   |
|            |                                   | 26           | 2.430   |
|            |                                   | 38           | 2.600   |
|            |                                   | 52           | 2.650   |
|            | Serie DCS880 - S02 (puente doble) | 10           | 2.760   |
|            |                                   | 21           | 2.900   |
|            |                                   | 31           | 3.180   |
|            |                                   | 42           | 3.350   |
| SIEMENS    | SINAMICS DC MASTER                | 29           | 5.013   |
|            | SINAMICS DCP                      | 30           | 9.744   |
| TDK LAMBDA | EZA11KW Series                    | 11           | 11.419  |
|            | EZA2500 Series                    | 2,496        | 3.516   |
| VACON      | NXP DC/DC                         | 30           | 5.179   |

Si bien es cierto que hay alguna referencia cuyo precio se aleja del promedio, podría considerarse que este tipo de equipos se encuentran en el rango de 2.000-4.000 € independientemente de la potencia tal y como puede observarse en la Figura 17.

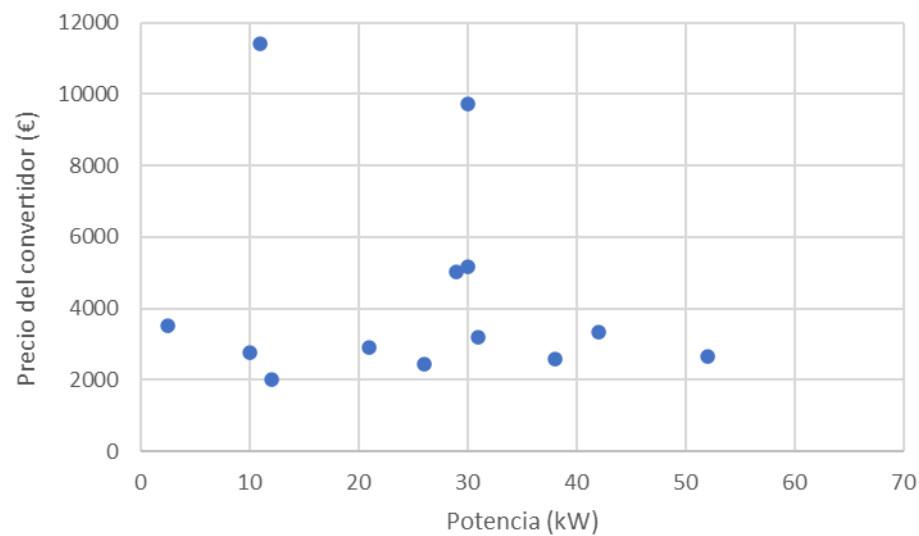


Figura 17. Relación entre precio y potencia del convertidor



Por lo tanto, podría concluirse que el precio de referencia de mercado sería 3.500 € aproximadamente (alrededor del 10-14 % del coste del cargador de vehículo en corriente continua). No obstante, en el caso de convertidores con prestaciones avanzadas, por ejemplo, en términos de compactidad o aislamiento, los costes de mercado serían algo superiores (del orden de 5.000 €, 15-20 % del total), dejando más margen de maniobra al fabricante.



### 4.3. Análisis de los proveedores

Teniendo en cuenta la tipología de producto objeto del presente estudio de mercado y, en particular, lo referente al convertidor DC/DC, los proveedores clave serán en gran parte distribuidores de material eléctrico y electrónico. A modo de ejemplo, algunos distribuidores especializados a nivel nacional son Electroson, Kolbi o Norwatt, mientras que Farnell, Mouser o RS Online lo son a nivel extranjero.

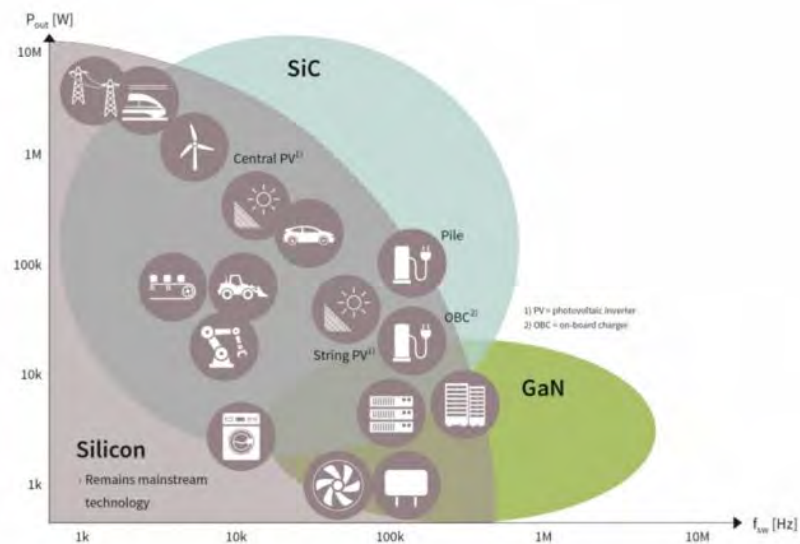
En este punto, cabe destacar que el mayor incremento de valor del producto final se debe a la especialización y *know-how* del fabricante, por lo que los componentes individuales no son tan críticos como si se analizase desde el punto de vista del cargador de vehículo. En esta segunda perspectiva, los convertidores DC/DC sí que serían un elemento crítico.

Los posibles proveedores se analizan bajo cuatro criterios principales.

- Rendimiento, es importante que la calidad y la fiabilidad del componente esté acorde a las prestaciones requeridas en el producto final. En este punto, puesto que el peso del sistema es una barrera tecnológica para varias aplicaciones, sería importante intentar minimizar los pesos y dimensiones de los componentes individuales sin reducir sus prestaciones.
- Económico: tal y como se ha visto en el apartado de precios, el precio estándar de un convertidor está en torno a 3.000 €, por lo que el precio de cada componente condicionará el margen. A priori, puesto que el mayor valor añadido se da en la fabricación del convertidor en sí mismo, no se ha detectado ningún elemento crítico en cuanto al precio.
- Capacidad de adaptación: al igual que ocurre con el criterio de rendimiento, los proveedores de componentes deberían estar alineados con las perspectivas de futuro para el desarrollo del convertidor, esto es, intentar desarrollar elementos lo más compactos y con el menor peso posible.
- Legales: como los componentes y el producto final pertenecen a la misma industria, los aspectos legales no deberían ser críticos, aunque en el caso de realizar importaciones y exportaciones tendrá que asegurarse del cumplimiento de normativas y homologaciones en diferentes países (marcado CE, certificados de libre venta, registros por países...).

Finalmente, además de los criterios mencionados, es importante tener en cuenta la criticidad de ciertos materiales, como los basados en semiconductores como el Si (silicio), SiC (carburo de silicio) y GaN (nitruro de galio) que componen los elementos básicos de la industria electrónica de potencia. La siguiente figura, muestra los semiconductores más utilizados en la electrónica de potencia según el tipo de aplicación, siendo el carburo de silicio el que marca la transición hacia convertidores DC/DC con aplicación a cargadores eléctricos de media potencia.





**Figura 18. Uso de semiconductores por tipo de aplicación (extraída de <sup>9)</sup>)**

La escasez de estos materiales y la dependencia de economías no europeas pueden dar lugar a crisis de abastecimiento, como la ocurrida en 2021, y ser un condicionante en términos de precio y disponibilidad de componentes que son imprescindibles para la fabricación de convertidores DC/DC.



## 5. Conclusiones del estudio

---

El mercado de los cargadores eléctricos experimentará una tasa de crecimiento del 23.2 % en el periodo 2020-2027, ligado al aumento de las ventas de VE, que a su vez esta impulsada por las políticas e incentivos hacia la movilidad eléctrica. La disminución del tiempo de recarga es uno de los factores clave para favorecer la movilidad eléctrica, para lo que cual se requiere una infraestructura de recarga rápida tanto pública como privada.

Impulsado por esta tendencia al alza, el mercado de cargadores rápidos experimentará un crecimiento del 15.6 % CAGR en el periodo 2020-2026, siendo los cargadores con potencias que oscilan entre los 100 y 200 kW los que se prevé que experimenten una mayor tasa de crecimiento. Sin embargo, los cargadores con potencias menores o iguales a 50 kW que actualmente son predominantes, seguirán manteniendo ese papel en el futuro.

En términos geográficos, la región Asia-Pacífico es la que experimentará un mayor crecimiento, seguido de Europa, con un claro liderazgo de los países nórdicos, Francia y Países Bajos.

Tras analizar la estructura de mercado global de cargadores de vehículo eléctrico, se observa que son muchos los actores que intervienen, incluyendo desde grandes multinacionales, hasta medianas y pequeñas empresas o incluso, microempresas. En cuanto a los convertidores DC-DC con aplicación en cargadores, el mercado está también diversificado y con una previsión de crecimiento asociada a la evolución de la demanda del sector de la movilidad eléctrica.

Desde una perspectiva tecnológica, la evolución de necesidades del sector marca una serie de retos que las empresas deberán resolver para asegurarse su posicionamiento respecto a la competencia. Entre estos retos destaca la necesidad de conseguir elementos cada vez más compactos y ligeros a un precio competitivo.



## 6. Referencias

---

1. <https://www.fortunebusinessinsights.com/electric-vehicle-ev-charging-stations-market-102058> [Acceso: 14 mayo 2021]
2. DC Charging for Plug-in Electric Vehicles 2021 report, Yole Développement, 2021
3. Global DC Wallbox Charger Market 2018-2022
4. <https://new.siemens.com/global/en/company/about.html> [Acceso: 14 mayo 2021]
5. [https://www.efacec.pt/en/wp-content/uploads/2021/04/Efacec\\_RC2020\\_EN\\_16.04.2020.pdf](https://www.efacec.pt/en/wp-content/uploads/2021/04/Efacec_RC2020_EN_16.04.2020.pdf) [Acceso: 14 mayo 2021]
6. <https://www.fortunebusinessinsights.com/electric-vehicle-ev-charging-stations-market-102058> [Acceso: 14 de mayo de 2021]
7. Proventis Partners (2020) VE Charging Infrastructure in Europe Market insights
8. <https://www.unespa.es/notasdeprensa/coches-hibridos-electricos-2019-espana/> [Acceso: 6 mayo 2021]
9. <https://www.secartys.org/es/electronica-de-potencia-y-movilidad-electrica/> [Acceso 3 de Mayo de 2021]



## **Entregable 6 versión 1.0**

Software interfaces para CHAdeMO y CCS

### **Paquete de Trabajo 1**

Desarrollo hw, sw & fm

Actividad A5 Desarrollo de interfaces para protocolos estándar de comunicación con las baterías del mercado

Marzo 2021



## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se redacta lo requerido en el **Entregable 6** (Software interfaces para CHAdeMO y CCS) del **Paquete de Trabajo 1** (Desarrollo hw, sw & fm) cuyo objetivo es el de realizar una descripción del desarrollo software realizado para la comunicación con los protocolos del vehículo eléctrico.

De manera más específica, los objetivos del entregable son los siguientes:

- Detallar la solución de la implementación del stack de los protocolos CHAdeMO y CCS.
- Describir la implementación de la solución de comunicación junto con el stack para realizar la carga y descarga del vehículo eléctrico conectado.

Por confidencialidad, se ha restringido el grado de detalle de ciertos aspectos del software implementado.

## 2. ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA

### INTERFAZ DE COMUNICACIÓN

---



**FIG. 1 INTERFAZ DE COMUNICACIÓN Y CONTROL**

Tras una revisión del mercado respecto a la pila o stack de comunicación de vehículo eléctrico, se llega a la conclusión de que es necesario el apoyo de un dispositivo que lo tenga previamente implementado ya que, de otra forma, todas las actualizaciones correspondientes a la normativa así como posibles fallos en el stack, deberían tener seguimiento activo por nuestra empresa.

Además, para tener acceso a todos los detalles técnicos tanto de CCS como de CHAdeMO, es necesario formar parte de cada uno de los consorcios, lo que conlleva en una incursión de gastos anuales que, a priori, no compensan económicamente frente a la solución adoptada.

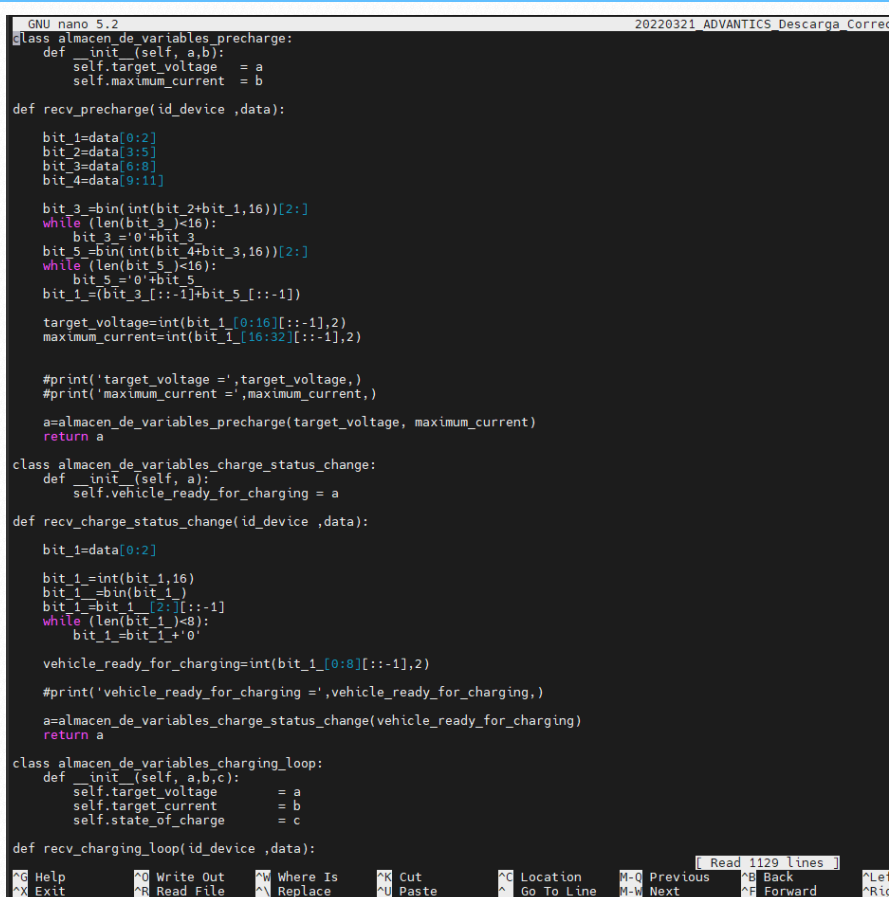


Finalmente, debido a la complejidad de la pila y las pruebas necesarias para su validación, implementarlo en la empresa, cambiaría los tiempos de desarrollo del proyecto en inasumibles.

La interfaz (Fig. 1) que se ha decidido utilizar en este proyecto es la fabricada por Advanced Instruments and Control Systems (ADVANTICS) ya que tenían implementado el protocolo V2G para CHAdeMO y están en pruebas con el CCS bidireccional, a la espera de que se publique definitivamente el documento técnico final.

No obstante, es necesaria la implementación en la interfaz de toda la parte de control y comunicación con los convertidores de potencia, así como la interfaz del usuario; esto se detallará más adelante.

## ENTORNO DE PROGRAMACIÓN



```
GNU nano 5.2.2 20220321 ADVANTICS Descarga Corrección
class almacen_de_variables_precharge:
    def __init__(self, a,b):
        self.target_voltage = a
        self.maximum_current = b

    def recv_precharge(id_device ,data):
        bit_1=data[0:2]
        bit_2=data[3:5]
        bit_3=data[6:8]
        bit_4=data[9:11]

        bit_3=bin(int(bit_2+bit_1,16))[2:]
        while (len(bit_3)<16):
            bit_3='0'+bit_3
        bit_5=bin(int(bit_4+bit_3,16))[2:]
        while (len(bit_5)<16):
            bit_5='0'+bit_5
        bit_1=(bit_3[::-1]+bit_5[::-1])

        target_voltage=int(bit_1[0:16][::-1],2)
        maximum_current=int(bit_1[16:32][::-1],2)

        #print('target_voltage =',target_voltage,)
        #print('maximum_current =',maximum_current,)

        a=almacen_de_variables_precharge(target_voltage, maximum_current)
        return a

class almacen_de_variables_charge_status_change:
    def __init__(self, a):
        self.vehicle_ready_for_charging = a

    def recv_charge_status_change(id_device ,data):
        bit_1=data[0:2]

        bit_1=bin(int(bit_1,16))
        bit_1=bin(int(bit_1))
        bit_1=bit_1[2:][::-1]
        while (len(bit_1)<8):
            bit_1=bit_1+'0'

        vehicle_ready_for_charging=int(bit_1[0:8][::-1],2)

        #print('vehicle_ready_for_charging =',vehicle_ready_for_charging,)

        a=almacen_de_variables_charge_status_change(vehicle_ready_for_charging)
        return a

class almacen_de_variables_charging_loop:
    def __init__(self, a,b,c):
        self.target_voltage = a
        self.target_current = b
        self.state_of_charge = c

    def recv_charging_loop(id_device ,data):
        #print('Recv charging loop')
        #print('target_voltage =',self.target_voltage,)
        #print('target_current =',self.target_current,)
        #print('state_of_charge =',self.state_of_charge,)
        #print('data =',data,)
        #print('data[0:2] =',data[0:2],)
        #print('data[3:5] =',data[3:5],)
        #print('data[6:8] =',data[6:8],)
        #print('data[9:11] =',data[9:11],)
        #print('data[12:14] =',data[12:14],)
        #print('data[15:17] =',data[15:17],)
        #print('data[18:20] =',data[18:20],)
        #print('data[21:23] =',data[21:23],)
        #print('data[24:26] =',data[24:26],)
        #print('data[27:29] =',data[27:29],)
        #print('data[30:32] =',data[30:32],)
        #print('data[33:35] =',data[33:35],)
        #print('data[36:38] =',data[36:38],)
        #print('data[39:41] =',data[39:41],)
        #print('data[42:44] =',data[42:44],)
        #print('data[45:47] =',data[45:47],)
        #print('data[48:50] =',data[48:50],)
        #print('data[51:53] =',data[51:53],)
        #print('data[54:56] =',data[54:56],)
        #print('data[57:59] =',data[57:59],)
        #print('data[60:62] =',data[60:62],)
        #print('data[63:65] =',data[63:65],)
        #print('data[66:68] =',data[66:68],)
        #print('data[69:71] =',data[69:71],)
        #print('data[72:74] =',data[72:74],)
        #print('data[75:77] =',data[75:77],)
        #print('data[78:80] =',data[78:80],)
        #print('data[81:83] =',data[81:83],)
        #print('data[84:86] =',data[84:86],)
        #print('data[87:89] =',data[87:89],)
        #print('data[90:92] =',data[90:92],)
        #print('data[93:95] =',data[93:95],)
        #print('data[96:98] =',data[96:98],)
        #print('data[99:101] =',data[99:101],)
        #print('data[102:104] =',data[102:104],)
        #print('data[105:107] =',data[105:107],)
        #print('data[108:110] =',data[108:110],)
        #print('data[111:113] =',data[111:113],)
        #print('data[114:116] =',data[114:116],)
        #print('data[117:119] =',data[117:119],)
        #print('data[120:122] =',data[120:122],)
        #print('data[123:125] =',data[123:125],)
        #print('data[126:128] =',data[126:128],)
        #print('data[129:131] =',data[129:131],)
        #print('data[132:134] =',data[132:134],)
        #print('data[135:137] =',data[135:137],)
        #print('data[138:140] =',data[138:140],)
        #print('data[141:143] =',data[141:143],)
        #print('data[144:146] =',data[144:146],)
        #print('data[147:149] =',data[147:149],)
        #print('data[150:152] =',data[150:152],)
        #print('data[153:155] =',data[153:155],)
        #print('data[156:158] =',data[156:158],)
        #print('data[159:161] =',data[159:161],)
        #print('data[162:164] =',data[162:164],)
        #print('data[165:167] =',data[165:167],)
        #print('data[168:170] =',data[168:170],)
        #print('data[171:173] =',data[171:173],)
        #print('data[174:176] =',data[174:176],)
        #print('data[177:179] =',data[177:179],)
        #print('data[180:182] =',data[180:182],)
        #print('data[183:185] =',data[183:185],)
        #print('data[186:188] =',data[186:188],)
        #print('data[189:191] =',data[189:191],)
        #print('data[192:194] =',data[192:194],)
        #print('data[195:197] =',data[195:197],)
        #print('data[198:200] =',data[198:200],)
        #print('data[201:203] =',data[201:203],)
        #print('data[204:206] =',data[204:206],)
        #print('data[207:209] =',data[207:209],)
        #print('data[210:212] =',data[210:212],)
        #print('data[213:215] =',data[213:215],)
        #print('data[216:218] =',data[216:218],)
        #print('data[219:221] =',data[219:221],)
        #print('data[222:224] =',data[222:224],)
        #print('data[225:227] =',data[225:227],)
        #print('data[228:230] =',data[228:230],)
        #print('data[231:233] =',data[231:233],)
        #print('data[234:236] =',data[234:236],)
        #print('data[237:239] =',data[237:239],)
        #print('data[240:242] =',data[240:242],)
        #print('data[243:245] =',data[243:245],)
        #print('data[246:248] =',data[246:248],)
        #print('data[249:251] =',data[249:251],)
        #print('data[252:254] =',data[252:254],)
        #print('data[255:257] =',data[255:257],)
        #print('data[258:260] =',data[258:260],)
        #print('data[261:263] =',data[261:263],)
        #print('data[264:266] =',data[264:266],)
        #print('data[267:269] =',data[267:269],)
        #print('data[270:272] =',data[270:272],)
        #print('data[273:275] =',data[273:275],)
        #print('data[276:278] =',data[276:278],)
        #print('data[279:281] =',data[279:281],)
        #print('data[282:284] =',data[282:284],)
        #print('data[285:287] =',data[285:287],)
        #print('data[288:290] =',data[288:290],)
        #print('data[291:293] =',data[291:293],)
        #print('data[294:296] =',data[294:296],)
        #print('data[297:299] =',data[297:299],)
        #print('data[300:302] =',data[300:302],)
        #print('data[303:305] =',data[303:305],)
        #print('data[306:308] =',data[306:308],)
        #print('data[309:311] =',data[309:311],)
        #print('data[312:314] =',data[312:314],)
        #print('data[315:317] =',data[315:317],)
        #print('data[318:320] =',data[318:320],)
        #print('data[321:323] =',data[321:323],)
        #print('data[324:326] =',data[324:326],)
        #print('data[327:329] =',data[327:329],)
        #print('data[330:332] =',data[330:332],)
        #print('data[333:335] =',data[333:335],)
        #print('data[336:338] =',data[336:338],)
        #print('data[339:341] =',data[339:341],)
        #print('data[342:344] =',data[342:344],)
        #print('data[345:347] =',data[345:347],)
        #print('data[348:350] =',data[348:350],)
        #print('data[351:353] =',data[351:353],)
        #print('data[354:356] =',data[354:356],)
        #print('data[357:359] =',data[357:359],)
        #print('data[360:362] =',data[360:362],)
        #print('data[363:365] =',data[363:365],)
        #print('data[366:368] =',data[366:368],)
        #print('data[369:371] =',data[369:371],)
        #print('data[372:374] =',data[372:374],)
        #print('data[375:377] =',data[375:377],)
        #print('data[378:380] =',data[378:380],)
        #print('data[381:383] =',data[381:383],)
        #print('data[384:386] =',data[384:386],)
        #print('data[387:389] =',data[387:389],)
        #print('data[390:392] =',data[390:392],)
        #print('data[393:395] =',data[393:395],)
        #print('data[396:398] =',data[396:398],)
        #print('data[399:401] =',data[399:401],)
        #print('data[402:404] =',data[402:404],)
        #print('data[405:407] =',data[405:407],)
        #print('data[408:410] =',data[408:410],)
        #print('data[411:413] =',data[411:413],)
        #print('data[414:416] =',data[414:416],)
        #print('data[417:419] =',data[417:419],)
        #print('data[420:422] =',data[420:422],)
        #print('data[423:425] =',data[423:425],)
        #print('data[426:428] =',data[426:428],)
        #print('data[429:431] =',data[429:431],)
        #print('data[432:434] =',data[432:434],)
        #print('data[435:437] =',data[435:437],)
        #print('data[438:440] =',data[438:440],)
        #print('data[441:443] =',data[441:443],)
        #print('data[444:446] =',data[444:446],)
        #print('data[447:449] =',data[447:449],)
        #print('data[450:452] =',data[450:452],)
        #print('data[453:455] =',data[453:455],)
        #print('data[456:458] =',data[456:458],)
        #print('data[459:461] =',data[459:461],)
        #print('data[462:464] =',data[462:464],)
        #print('data[465:467] =',data[465:467],)
        #print('data[468:470] =',data[468:470],)
        #print('data[471:473] =',data[471:473],)
        #print('data[474:476] =',data[474:476],)
        #print('data[477:479] =',data[477:479],)
        #print('data[480:482] =',data[480:482],)
        #print('data[483:485] =',data[483:485],)
        #print('data[486:488] =',data[486:488],)
        #print('data[489:491] =',data[489:491],)
        #print('data[492:494] =',data[492:494],)
        #print('data[495:497] =',data[495:497],)
        #print('data[498:500] =',data[498:500],)
        #print('data[501:503] =',data[501:503],)
        #print('data[504:506] =',data[504:506],)
        #print('data[507:509] =',data[507:509],)
        #print('data[510:512] =',data[510:512],)
        #print('data[513:515] =',data[513:515],)
        #print('data[516:518] =',data[516:518],)
        #print('data[519:521] =',data[519:521],)
        #print('data[522:524] =',data[522:524],)
        #print('data[525:527] =',data[525:527],)
        #print('data[528:530] =',data[528:530],)
        #print('data[531:533] =',data[531:533],)
        #print('data[534:536] =',data[534:536],)
        #print('data[537:539] =',data[537:539],)
        #print('data[540:542] =',data[540:542],)
        #print('data[543:545] =',data[543:545],)
        #print('data[546:548] =',data[546:548],)
        #print('data[549:551] =',data[549:551],)
        #print('data[552:554] =',data[552:554],)
        #print('data[555:557] =',data[555:557],)
        #print('data[558:560] =',data[558:560],)
        #print('data[561:563] =',data[561:563],)
        #print('data[564:566] =',data[564:566],)
        #print('data[567:569] =',data[567:569],)
        #print('data[570:572] =',data[570:572],)
        #print('data[573:575] =',data[573:575],)
        #print('data[576:578] =',data[576:578],)
        #print('data[579:581] =',data[579:581],)
        #print('data[582:584] =',data[582:584],)
        #print('data[585:587] =',data[585:587],)
        #print('data[588:590] =',data[588:590],)
        #print('data[591:593] =',data[591:593],)
        #print('data[594:596] =',data[594:596],)
        #print('data[597:599] =',data[597:599],)
        #print('data[600:602] =',data[600:602],)
        #print('data[603:605] =',data[603:605],)
        #print('data[606:608] =',data[606:608],)
        #print('data[609:611] =',data[609:611],)
        #print('data[612:614] =',data[612:614],)
        #print('data[615:617] =',data[615:617],)
        #print('data[618:620] =',data[618:620],)
        #print('data[621:623] =',data[621:623],)
        #print('data[624:626] =',data[624:626],)
        #print('data[627:629] =',data[627:629],)
        #print('data[630:632] =',data[630:632],)
        #print('data[633:635] =',data[633:635],)
        #print('data[636:638] =',data[636:638],)
        #print('data[639:641] =',data[639:641],)
        #print('data[642:644] =',data[642:644],)
        #print('data[645:647] =',data[645:647],)
        #print('data[648:650] =',data[648:650],)
        #print('data[651:653] =',data[651:653],)
        #print('data[654:656] =',data[654:656],)
        #print('data[657:659] =',data[657:659],)
        #print('data[660:662] =',data[660:662],)
        #print('data[663:665] =',data[663:665],)
        #print('data[666:668] =',data[666:668],)
        #print('data[669:671] =',data[669:671],)
        #print('data[672:674] =',data[672:674],)
        #print('data[675:677] =',data[675:677],)
        #print('data[678:680] =',data[678:680],)
        #print('data[681:683] =',data[681:683],)
        #print('data[684:686] =',data[684:686],)
        #print('data[687:689] =',data[687:689],)
        #print('data[690:692] =',data[690:692],)
        #print('data[693:695] =',data[693:695],)
        #print('data[696:698] =',data[696:698],)
        #print('data[699:701] =',data[699:701],)
        #print('data[702:704] =',data[702:704],)
        #print('data[705:707] =',data[705:707],)
        #print('data[708:710] =',data[708:710],)
        #print('data[711:713] =',data[711:713],)
        #print('data[714:716] =',data[714:716],)
        #print('data[717:719] =',data[717:719],)
        #print('data[720:722] =',data[720:722],)
        #print('data[723:725] =',data[723:725],)
        #print('data[726:728] =',data[726:728],)
        #print('data[729:731] =',data[729:731],)
        #print('data[732:734] =',data[732:734],)
        #print('data[735:737] =',data[735:737],)
        #print('data[738:740] =',data[738:740],)
        #print('data[741:743] =',data[741:743],)
        #print('data[744:746] =',data[744:746],)
        #print('data[747:749] =',data[747:749],)
        #print('data[750:752] =',data[750:752],)
        #print('data[753:755] =',data[753:755],)
        #print('data[756:758] =',data[756:758],)
        #print('data[759:761] =',data[759:761],)
        #print('data[762:764] =',data[762:764],)
        #print('data[765:767] =',data[765:767],)
        #print('data[768:770] =',data[768:770],)
        #print('data[771:773] =',data[771:773],)
        #print('data[774:776] =',data[774:776],)
        #print('data[777:779] =',data[777:779],)
        #print('data[780:782] =',data[780:782],)
        #print('data[783:785] =',data[783:785],)
        #print('data[786:788] =',data[786:788],)
        #print('data[789:791] =',data[789:791],)
        #print('data[792:794] =',data[792:794],)
        #print('data[795:797] =',data[795:797],)
        #print('data[798:800] =',data[798:800],)
        #print('data[801:803] =',data[801:803],)
        #print('data[804:806] =',data[804:806],)
        #print('data[807:809] =',data[807:809],)
        #print('data[810:812] =',data[810:812],)
        #print('data[813:815] =',data[813:815],)
        #print('data[816:818] =',data[816:818],)
        #print('data[819:821] =',data[819:821],)
        #print('data[822:824] =',data[822:824],)
        #print('data[825:827] =',data[825:827],)
        #print('data[828:830] =',data[828:830],)
        #print('data[831:833] =',data[831:833],)
        #print('data[834:836] =',data[834:836],)
        #print('data[837:839] =',data[837:839],)
        #print('data[840:842] =',data[840:842],)
        #print('data[843:845] =',data[843:845],)
        #print('data[846:848] =',data[846:848],)
        #print('data[849:851] =',data[849:851],)
        #print('data[852:854] =',data[852:854],)
        #print('data[855:857] =',data[855:857],)
        #print('data[858:860] =',data[858:860],)
        #print('data[861:863] =',data[861:863],)
        #print('data[864:866] =',data[864:866],)
        #print('data[867:869] =',data[867:869],)
        #print('data[870:872] =',data[870:872],)
        #print('data[873:875] =',data[873:875],)
        #print('data[876:878] =',data[876:878],)
        #print('data[879:881] =',data[879:881],)
        #print('data[882:884] =',data[882:884],)
        #print('data[885:887] =',data[885:887],)
        #print('data[888:890] =',data[888:890],)
        #print('data[891:893] =',data[891:893],)
        #print('data[894:896] =',data[894:896],)
        #print('data[897:899] =',data[897:899],)
        #print('data[900:902] =',data[900:902],)
        #print('data[903:905] =',data[903:905],)
        #print('data[906:908] =',data[906:908],)
        #print('data[909:911] =',data[909:911],)
        #print('data[912:914] =',data[912:914],)
        #print('data[915:917] =',data[915:917],)
        #print('data[918:920] =',data[918:920],)
        #print('data[921:923] =',data[921:923],)
        #print('data[924:926] =',data[924:926],)
        #print('data[927:929] =',data[927:929],)
        #print('data[930:932] =',data[930:932],)
        #print('data[933:935] =',data[933:935],)
        #print('data[936:938] =',data[936:938],)
        #print('data[939:941] =',data[939:941],)
        #print('data[942:944] =',data[942:944],)
        #print('data[945:947] =',data[945:947],)
        #print('data[948:950] =',data[948:950],)
        #print('data[951:953] =',data[951:953],)
        #print('data[954:956] =',data[954:956],)
        #print('data[957:959] =',data[957:959],)
        #print('data[960:962] =',data[960:962],)
        #print('data[963:965] =',data[963:965],)
        #print('data[966:968] =',data[966:968],)
        #print('data[969:971] =',data[969:971],)
        #print('data[972:974] =',data[972:974],)
        #print('data[975:977] =',data[975:977],)
        #print('data[978:980] =',data[978:980],)
        #print('data[981:983] =',data[981:983],)
        #print('data[984:986] =',data[984:986],)
        #print('data[987:989] =',data[987:989],)
        #print('data[990:992] =',data[990:992],)
        #print('data[993:995] =',data[993:995],)
        #print('data[996:998] =',data[996:998],)
        #print('data[999:1001] =',data[999:1001],)
        #print('data[1002:1004] =',data[1002:1004],)
        #print('data[1005:1007] =',data[1005:1007],)
        #print('data[1008:1010] =',data[1008:1010],)
        #print('data[1011:1013] =',data[1011:1013],)
        #print('data[1014:1016] =',data[1014:1016],)
        #print('data[1017:1019] =',data[1017:1019],)
        #print('data[1020:1022] =',data[1020:1022],)
        #print('data[1023:1025] =',data[1023:1025],)
        #print('data[1026:1028] =',data[1026:1028],)
        #print('data[1029:1031] =',data[1029:1031],)
        #print('data[1032:1034] =',data[1032:1034],)
        #print('data[1035:1037] =',data[1035:1037],)
        #print('data[1038:1040] =',data[1038:1040],)
        #print('data[1041:1043] =',data[1041:1043],)
        #print('data[1044:1046] =',data[1044:1046],)
        #print('data[1047:1049] =',data[1047:1049],)
        #print('data[1050:1052] =',data[1050:1052],)
        #print('data[1053:1055] =',data[1053:1055],)
        #print('data[1056:1058] =',data[1056:1058],)
        #print('data[1059:1061] =',data[1059:1061],)
        #print('data[1062:1064] =',data[1062:1064],)
        #print('data[1065:1067] =',data[1065:1067],)
        #print('data[1068:1070] =',data[1068:1070],)
        #print('data[1071:1073] =',data[1071:1073],)
        #print('data[1074:1076] =',data[1074:1076],)
        #print('data[1077:1079] =',data[1077:1079],)
        #print('data[1080:1082] =',data[1080:1082],)
        #print('data[1083:1085] =',data[1083:1085],)
        #print('data[1086:1088] =',data[1086:1088],)
        #print('data[1089:1091] =',data[1089:1091],)
        #print('data[1092:1094] =',data[1092:1094],)
        #print('data[1095:1097] =',data[1095:1097],)
        #print('data[1098:1100] =',data[1098:1100],)
        #print('data[1101:1103] =',data[1101:1103],)
        #print('data[1104:1106] =',data[1104:1106],)
        #print('data[1107:1109] =',data[1107:1109],)
        #print('data[1110:1112] =',data[1110:1112],)
        #print('data[1113:1115] =',data[1113:1115],)
        #print('data[1116:1118] =',data[1116:1118],)
        #print('data[1119:1121] =',data[1119:1121],)
        #print('data[1122:1124] =',data[1122:1124],)
        #print('data[1125:1127] =',data[1125:1127],)
        #print('data[1128:1130] =',data[1128:1130],)
        #print('data[1131:1133] =',data[1131:1133],)
        #print('data[1134:1136] =',data[1134:1136],)
        #print('data[1137:1139] =',data[1137:1139],)
        #print('data[1140:1142] =',data[1140:1142],)
        #print('data[1143:1145] =',data[1143:1145],)
        #print('data[1146:1148] =',data[1146:1148],)
        #print('data[1149:1151] =',data[1149:1151],)
        #print('data[1152:1154] =',data[1152:1154],)
        #print('data[1155:1157] =',data[1155:1157],)
        #print('data[1158:1160] =',data[1158:1160],)
        #print('data[1161:1163] =',data[1161:1163],)
        #print('data[1164:1166] =',data[1164:1166],)
        #print('data[1167:1169] =',data[1167:1169],)
        #print('data[1170:1172] =',data[1170:1172],)
        #print('data[1173:1175] =',data[1173:1175],)
        #print('data[1176:1178] =',data[1176:1178],)
        #print('data[1179:1181] =',data[1179:1181],)
        #print('data[1182:1184] =',data[1182:1184],)
        #print('data[1185:1187] =',data[1185:1187],)
        #print('data[1188:1190] =',data[1188:1190],)
        #print('data[1191:1193] =',data[1191:1193],)
        #print('data[1194:1196] =',data[1194:1196],)
        #print('data[1197:1199] =',data[1197:1199],)
        #print('data[1200:1202] =',data[1200:1202],)
        #print('data[1203:1205] =',data[120
```



Gracias a esto, mediante el uso de contenedores Docker, podemos lanzar nuestras aplicaciones de forma aislada sin interferir en las del stack.

Se ha optado por utilizar el lenguaje de programación Python ya que su simplicidad, portabilidad y gran comunidad permite el desarrollo rápido de los algoritmos necesarios para el control.

## INTERCONEXIÓN DE DISPOSITIVOS

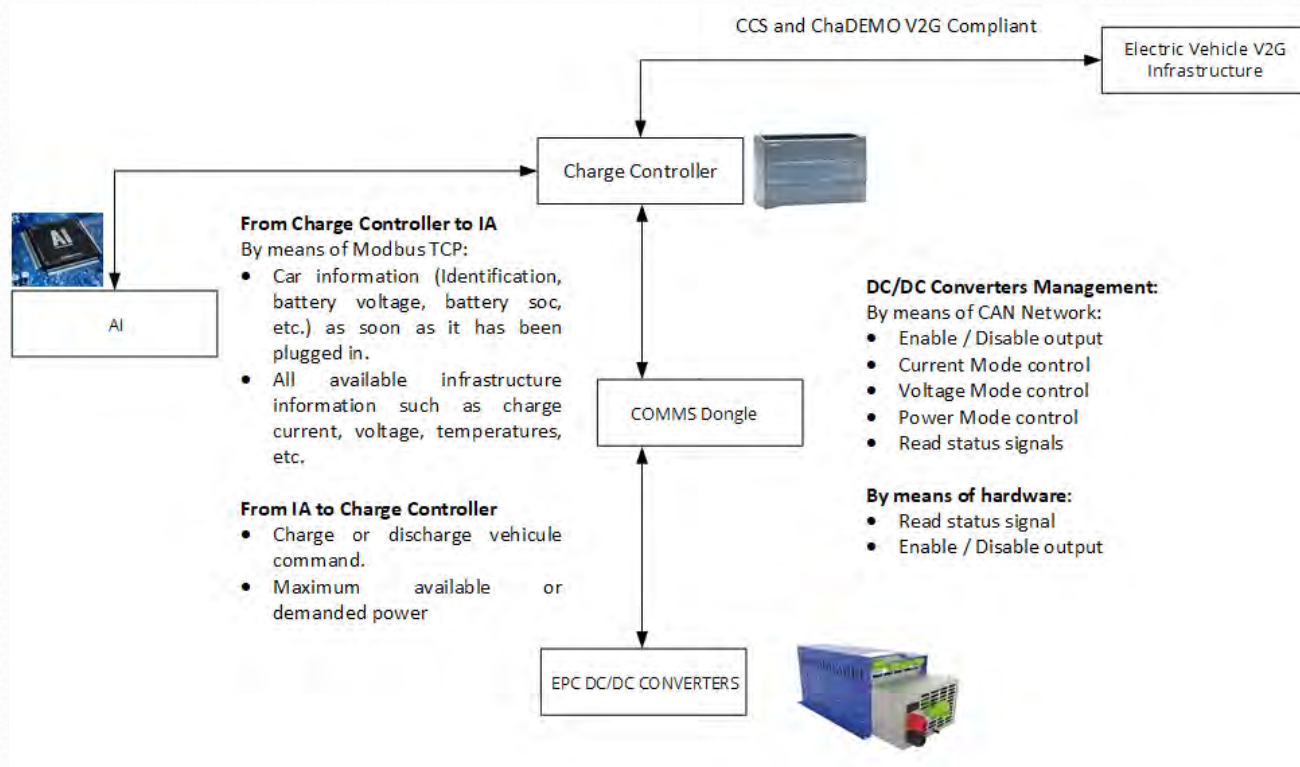


FIG. 3 INTERCONEXIÓN DE DISPOSITIVOS DEL SISTEMA

En la Fig. 3 se puede observar los diferentes dispositivos que entran en el ciclo de carga/descarga del vehículo eléctrico.

El dispositivo identificado como charge controller, corresponde a la interfaz de Advantics donde será necesario programar los siguientes algoritmos:

- Cliente ModBUS TCP
  - En él se enviarán los diferentes datos necesarios para que el algoritmo de Machine Learning pueda ir aprendiendo con el tiempo y pueda tomar sus propias decisiones de gestión de potencia.



- Además se encargará de comandar los contactores de conexión de los dispositivos con el poste de carga.
- Servidor ModBUS TCP
  - Será el encargado de recibir peticiones por parte de la Inteligencia Artificial respecto a potencias, sentido de flujo de energía, habilitaciones, etc.
  - Este algoritmo se encargará
- Comunicación MODBus RTU:
  - Este algoritmo se encarga de leer los medidores de aislamiento y el estado del Frontend AC/DC
- Comunicación con la interfaz Advantics por CAN
  - La interfaz Advantics tiene un puerto de comunicación interno CAN donde está simplificada la comunicación con el vehículo eléctrico; no obstante es necesario enviar y recibir ciertos mensajes para que la carga/descarga se realice correctamente.

El dispositivo COMMS Dongle, es un interfaz diseñado por Epic donde se programará también en Linux embebido mediante el uso de Python los siguientes algoritmos:

- Servidor ModBUS TCP
  - Este algoritmo tendrá registros de lectura donde estarán los datos obtenidos por los convertidores, tanto a modo individual como paralelizado así como registros de escritura para ser comandado por la interfaz Advantics.
- Comunicación CAN de control de los convertidores de potencia
  - Mediante este algoritmo se comandarán los convertidores definiéndoles el modo de trabajo, potencias, corrientes, tensiones, etc.

### 3. ALGORITMOS IMPLEMENTADOS

No publicados por confidencialidad. Disponibles bajo petición.

### 4. CONCLUSIONES

Se han desarrollado todos los algoritmos necesarios para gestionar la interconexión de todos los dispositivos disponibles en el sistema mediante diferentes protocolos de comunicación: ModBUS TCP, ModBUS RTU y CAN.

La integración entre ellos ha sido laboriosa, pero una vez todos los algoritmos están en ejecución, se comunican perfectamente entre ellos y se pueden realizar peticiones externas mediante



ModBUS TCP a la interfaz de carga/descarga de vehículo eléctrico; de esta manera, el software del control de gestión que incluye la IA con Machine Learning, podrá hacer las gestiones necesarias para la gestión eficiente del sistema.



## **Entregable 7 versión 1.0**

### Firmware control de gestión

#### **Paquete de Trabajo 1**

Desarrollo hw, sw & fm

Actividad A6 Desarrollo de unidad de control de gestión de la carga (Machine Learning)

Julio 2021



## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se redacta lo requerido en el **Entregable 7** (Firmware control de gestión) del **Paquete de Trabajo 1** (Desarrollo hw, sw & fm) cuyo objetivo es el de realizar una descripción del desarrollo software realizado para crear una inteligencia artificial mediante el uso de técnicas de Machine Learning.

De manera más específica, los objetivos del entregable son los siguientes:

- Describir el tipo de algoritmo de Machine Learning elegido para la aplicación.
- Describir la implementación el algoritmo elegido, así como la evaluación de sus resultados.

## 2. MACHINE LEARNING

El software de Inteligencia Artificial que se va a implementar en este proyecto debe decidir cuando cargar o descargar un vehículo eléctrico conectado al poste de carga.

Para ello, es necesario conocer el consumo futuro que va a tener las instalaciones del edificio que está controlando así como predecir cuando llega un vehículo, con qué estado de batería se espera su llegada y cuando va a partir.

Además, tendrá que tener en cuenta la generación solar con el fin de recargar el vehículo en los momentos de mayor generación.

Teniendo todo esto en cuenta, se elegirá consecuentemente el algoritmo de predicción mediante Machine Learning más adecuado.

### ALGORITMOS DE PREDICCIÓN

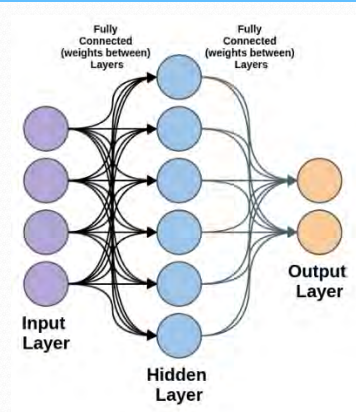


FIG. 1 EJEMPLO DE INTERFAZ NEURONAL

Las redes neuronales para el pronóstico de series de tiempo tienen múltiples aplicaciones y son muy comunes dentro del mundo del machine learning. Para definir el modelo que se usará en este



proyecto, se dividen éstas en dos tipos de pronósticos posibles a realizar: de un solo paso temporal y de múltiples pasos temporales.

Las series temporales con pronóstico de un solo paso de tiempo se utilizan para predecir qué es lo que ocurrirá en el momento siguiente al que se está, por ejemplo, una posible aplicación podría ser la apertura de una presa que depende del caudal de un río. Siguiendo el ejemplo, la presa podría predecir que caudal va a haber en el río la siguiente media hora y dependiendo de si va a ser elevado o pequeño, abrirse o cerrarse. En resumen, este tipo de predicciones sirven para momentos cercanos al actual, no se pueden hacer predicciones de más de un paso.

Las series temporales con pronóstico de múltiples pasos temporales se utilizan para hacer predicciones de varios momentos en el tiempo, por ejemplo, una predicción horaria del clima en una ciudad. Dentro de este tipo de pronósticos hay dos maneras de hacerlo: con un disparo único y con un modelo autorregresivo.

Con un disparo único todas las predicciones se hacen a la vez, es decir, teniendo en cuenta el tiempo pasado, se pronostica al mismo tiempo todas las predicciones futuras. Con un modelo autorregresivo se hace la predicción del momento siguiente y ésta se toma como válida para realizar la siguiente predicción, es decir, es un modelo de un solo paso temporal que se repite “n” momentos que se quieran predecir en el futuro, tomando como válidas las predicciones que se han ido realizando.

El modelo de red más utilizado para resolver problemas en machine learning es el perceptrón multicapa o MLP (multilayer perceptron). Esto es así porque al MLP se le considera un aproximador universal, es decir, componiéndose de tres capas (entrada, capa intermedia y salida) el perceptrón puede dar solución a cualquier problema numérico simplemente aumentando el número de neuronas de la capa intermedia. Sin embargo, hay ciertos modelos que necesitan de un número casi infinito de neuronas en la capa intermedia para que el perceptrón de la respuesta requerida, lo cual es muy poco funcional a nivel de cómputo. Por ello se recurre a las redes neuronales profundas o Deep learning.

El concepto de Deep learning, aprendizaje profundo, se encuentra dentro del machine learning y se acuña a las redes que se componen de más de una capa de neuronas ocultas. Esto es sumamente útil ya que permite reducir en gran medida el número de parámetros de la red ahorrando mucho tiempo de cómputo en el entrenamiento, sobre todo.



Por ello, en este proyecto se utilizará el modelo de predicción de un paso ya que con conocer el valor del consumo a 30 minutos vista es suficiente.

### 3. IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO

#### CÓDIGO DE LA RED NEURONAL

---

En este punto se explican por bloques las decisiones más importantes y relevantes que se han tomado para poder completar el algoritmo predictor.

El código se ha dividido por funciones que agrupan las tareas necesarias para poder llevar a cabo el modelo de la red, el entrenamiento y la predicción. A continuación, se nombran por orden, incluyendo los paquetes utilizados, haciendo una breve descripción de cada una de ellas.

##### 1. Importación de Paquetes

Se importan las librerías utilizadas a lo largo del algoritmo. Las más importantes se detallan a continuación:

- Pandas: Se utiliza para poder leer y escribir archivos CSV.
- Numpy: Su función es la del tratamiento de datos, en este caso matrices y tensores, de manera sencilla.
- Matplotlib: Se encarga de proporcionar gráficas con comandos simples.
- DateTime: Se utiliza para acceder a los datos horarios del terminal que está corriendo el código.
- InfluxDB\_Client: Su función es la de poder acceder al servidor InfluxDB para utilizar los datos almacenados allí.
- Keras: Es la librería encargada de simplificar todos los comandos relacionados con la inteligencia artificial.
- Tensorflow: Se encarga de conectar el código escrito, con la tarjeta gráfica del ordenador para procesar más eficientemente las iteraciones del entrenamiento.
- Requests y SSL: Se utilizan para poder realizar llamadas Api.
- JSON: Su función es la de poder acceder a los json que devuelven las llamadas a las Api.

##### 2. Función Principal



Se utiliza para importar los datos históricos de las variables escogidas y ejecutar las funciones que diseñarán, entrenarán y simularán la red. Con los datos importados se realizará el primer entrenamiento de la red neuronal.

Estos datos se componen de distintas variables: potencia consumida, horario de trabajo, hora, día, mes, día de la semana, temperatura máxima y mínima del día, presión máxima y mínima del día, hora a la que se ha producido la presión y temperatura máxima y mínima, horas que ha dado el sol y precipitaciones.

En esta función se eliminan las variables que no se han considerado importantes y se separan en tres conjuntos de datos: los datos del entrenamiento, los datos de validación, y los datos de test.

A estos datos se les aplica un escalado para que en todos los casos los valores estén en un rango de cero a uno. Se realiza el escalado para que la red no sobredimensione o ignore los pesos por el valor de sus variables.

### 3. Matriz de Correlación

Como ayuda para saber que variables objetivo escoger (feature extraction) se realiza la matriz de correlación, la cual indica que relación tienen unas variables con otras. En este caso se toman las variables que más relación tienen con la variable a predecir, que es el consumo de potencia.

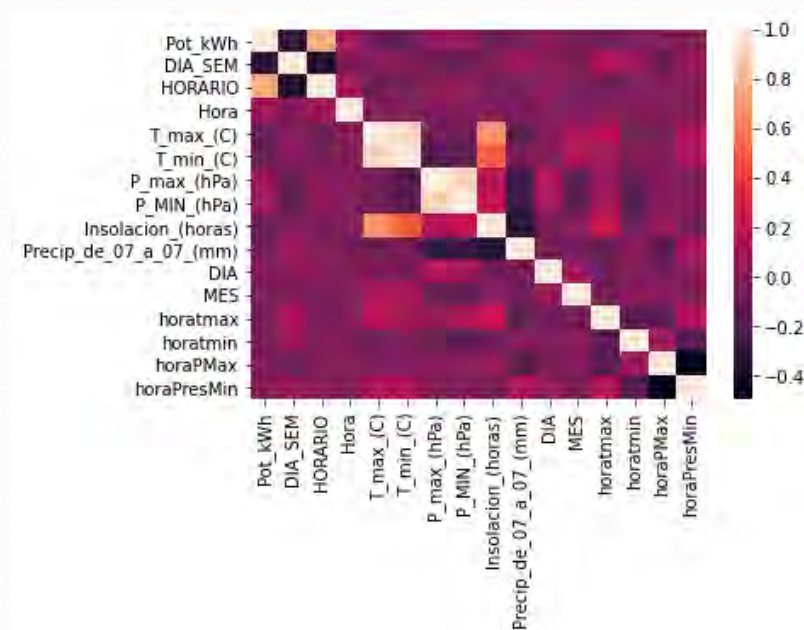


FIG. 2 MATRIZ DE CORRELACIÓN



Las variables escogidas para realizar el modelo son: día de la semana, horario, hora, temperatura máxima y mínima, y presión máxima y mínima. Estas variables tienen un intervalo de recogida de datos horario. Se ha decidido escoger como variable la temperatura y presión, máxima y mínima, con intervalo diario, ya que, al realizar la matriz de correlación con la temperatura y presión, con intervalo horario, se ve que la correlación es menor.

#### 4. **Tratamiento de Datos:**

Se estructuran los datos de manera que se pueda realizar el entrenamiento de la manera diseñada.

Concretamente, se preparan los datos para que con los dos días anteriores (48 horas), se haga una predicción de la hora siguiente. Por ello la capa de entrada de la red neuronal deberá tener un total de 384 neuronas que equivalen a las ocho variables utilizadas por cada hora de los dos días tomados. Esto se realiza con los tres conjuntos de datos preparados en el bloque anterior.

#### 5. **Modelo de Red Neuronal**

Se diseña el modelo de la red neuronal.

Se propone un diseño de una capa de entrada con 384 neuronas, tres capas ocultas de 192, 96 y 48 neuronas y una capa de salida con una neurona.

Cada capa tiene un índice de eliminación de neurona (dropout) del 20%, de manera aleatoria.

Se ha diseñado la red de esa manera para darle la forma triangular recomendada por la mayoría de la literatura consultada.

El dropout es una técnica que se implementa para impedir que la red neuronal aprenda los valores objetivos y de esta manera no haga las predicciones de la fase de test de manera correcta.

Todas las capas están formadas por neuronas LSTM exceptuando la última capa que es Densa. Se usa la neurona LSTM ya que es la más utilizada y la que mejores resultados da en la literatura consultada.

La función de activación elegida es la tangente hiperbólica. Se utiliza ésta ya que da los mejores resultados en el menor tiempo posible.

Se inicializan los pesos de manera que las varianzas de las salidas de las neuronas de cada capa sean iguales a las varianzas de sus entradas, así como las varianzas de los gradientes. Esto se



requiere así para que ninguna neurona se sobreexceda en el valor de sus pesos o viceversa. Se consigue con la función HeNormal.

## **6. Compilación y Entrenamiento**

Como optimizador se utiliza Adam, es decir, estimación de momento adaptativo.

Éste combina las ideas de los optimizadores Momentum y RMSProp.

Momentum mantiene una media móvil de los gradientes obtenidos en cada epoch y RMSProp aplica una media móvil con decaimiento exponencial de los cuadrados de los gradientes previos.

Para evaluar la perdida se usa la diferencia de cuadrados de la media del error, métrica más utilizada para ver el error entre iteraciones.

Como entrenamiento se realizan 30 iteraciones utilizando los datos de entrenamiento tratados anteriormente.

Se realizan tan pocas iteraciones ya que se comprueba durante el desarrollo del proyecto que, con un número bajo de epochs ya se consigue el objetivo de minimizar el loss de los datos de validación.

Para quedarnos con este mínimo, se utiliza una callback para que guarde el modelo de la mejor iteración del entrenamiento.

## **7. Carga de Pesos y Evaluación**

Tras acabar el entrenamiento se carga el modelo óptimo guardado anteriormente y se utiliza para evaluarlo con los datos de test que no se han utilizado ni en el entrenamiento ni en la evaluación del modelo.

Con la evaluación se ve cómo de buena es la red neuronal diseñada.

## **8. Test**

Una vez evaluado el rendimiento del modelo, se comprueba gráficamente los resultados realizando las predicciones de un rango temporal.



## EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN

Con el fin de evaluar la correcta implementación del algoritmo, se grafican resultados de varias predicciones para comparar la predicción frente al valor real que debería obtenerse.

Se realizan varias predicciones teniendo en cuenta diferentes variables para verificar la precisión frente a éstas.

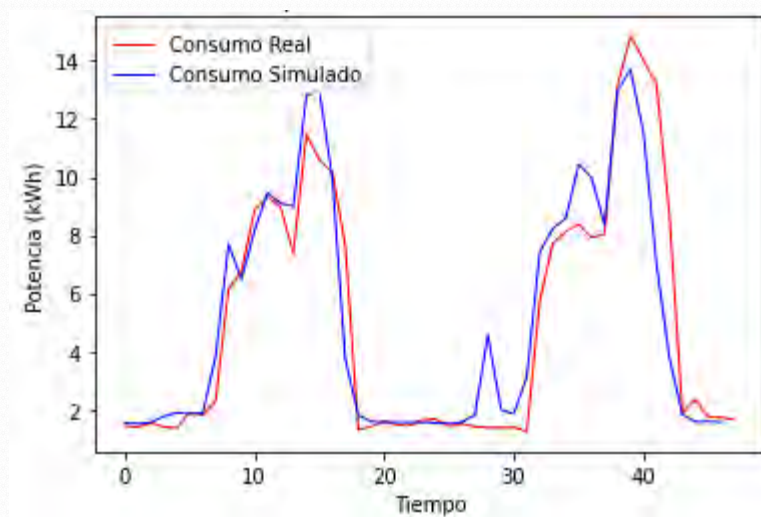


FIG. 3 MODELO TEST SIN PRESIÓN Y SIN ESCALADO

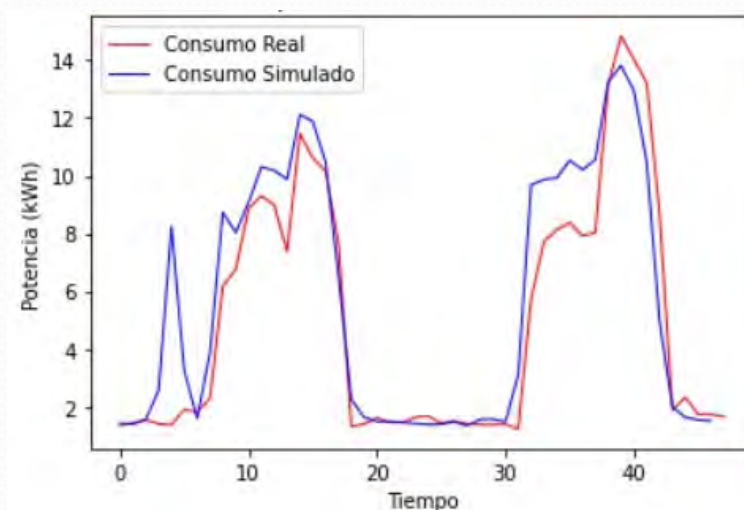
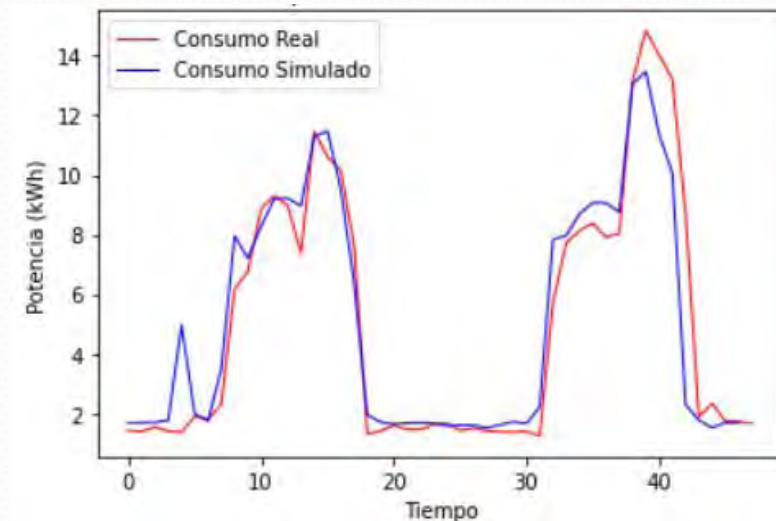


FIG. 4 MODELO TEST CON PRESIÓN Y CON ESCALADO

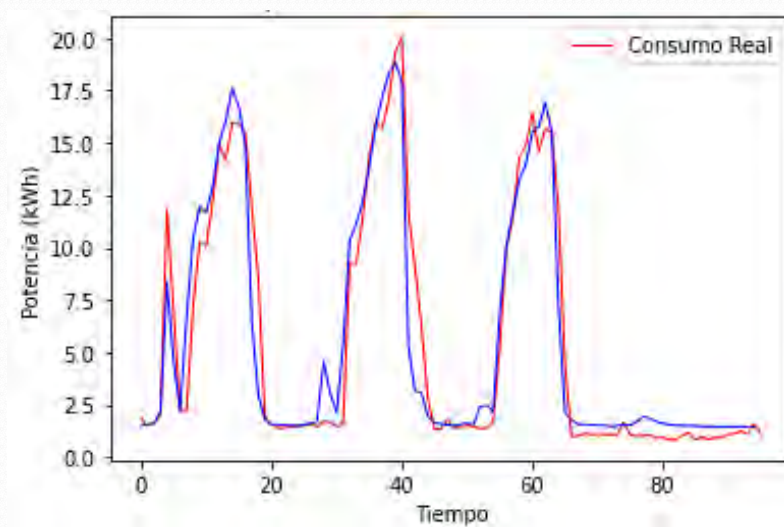




**FIG. 5 MODELO TEST CON PRESIÓN Y SIN ESCALADO**

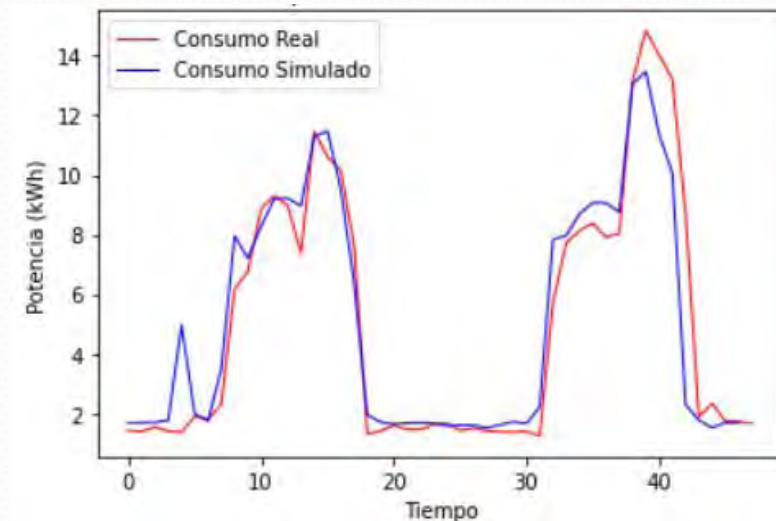
Viendo las Fig. 3, Fig. 4 y Fig. 5, podemos ver diferentes resultados para el mismo modelo e iteraciones, cambiando la variable de la presión y realizando el escalado de datos o no.

Como se puede apreciar, el modelo sin escalado da unos resultados más acordes con el consumo real. También se ve que añadir la presión atmosférica como variable afina el modelo de predicción.



**FIG. 6 MODELO TEST SIN INSOLACIÓN**

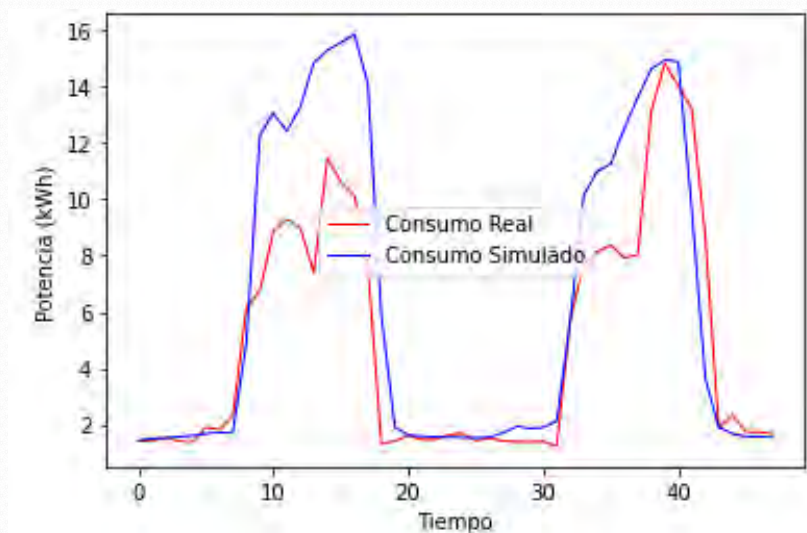




**FIG. 7 MODELO TEST CON INSOLACIÓN**

En Fig. 6 y Fig. 7, podemos ver dos modelos que solo se diferencian en la variable de la insolación. Se ve que al añadir la variable de insolación el modelo pierde precisión por lo que esta variable no se ha añadido al modelo final.

En la matriz de correlación las variables presión e insolación van en orden de más a menos relación con la potencia, por lo que la presión será la variable límite de la matriz, todas las variables que tengan un mayor índice de correlación se han introducido en el algoritmo final, como ya se ha comentado en apartados anteriores.



**FIG. 8 MODELO FINAL AUTORREGRESIVO**



Como resultado final se puede ver la predicción en la Fig. 8, con el modelo autorregresivo de dos días.

Como era esperable el modelo no se ajusta de manera tan buena a los datos reales, sin embargo, no hay que perder de vista que usa para predecir los valores futuros las estimaciones anteriores, por lo que si a lo largo de la predicción hay un valor que es más errático de lo normal, la predicción a partir de ese valor será peor.

## 4. PROPUESTAS DE MEJORA

Una acción posible para mejorar el algoritmo predictor podría ser la mayor toma de datos ante acciones que requieran el consumo de potencia, tales como poner el aire acondicionado, ensayos en el área de producción, uso de maquinaria, etc.

Una nave digitalizada que pudiera almacenar datos de cuando se encienden y se apagan los mayores consumidores de potencia podría utilizar la información para hacer la predicción mucho más fina.

Otra acción posible podría ser la de instalar un dispositivo que permitiera medir los datos climáticos para, de esta manera, no tener que consultar a los portales web utilizados, los cuales dan unos datos que, aunque pueden ser válidos, no corresponden con la localización exacta deseada sino con la estación de medida más cercana, Valdespartera o Aeropuerto en este caso.

También hay que destacar que depender de portales externos hace que el dispositivo sea poco robusto, ya que en el momento en que al servidor anfitrión se le cae la conexión o tiene que hacer mantenimiento, el programa da un error y se hace nula la predicción.

## 5. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado toda la parte de Machine Learning necesaria para tener una previsión futura del consumo eléctrico de las instalaciones y poder actuar en consecuencia.

Los pesos se han obtenido mediante aprendizaje automático de valores pasados y se irán actualizando los pesos de manera semanal con los valores reales con el fin de ir reevaluando los pesos de las diferentes partes de la red neuronal.

Los datos correspondientes a valores climáticos se realizan mediante consulta por Internet a la api de la AEMET y de la web Open Weather; estos datos se almacenan en un servidor InfluxDB en el datacenter de Epic Power.



## **Entregable 8 versión 1.0**

Diseño mecánico de electrolinera

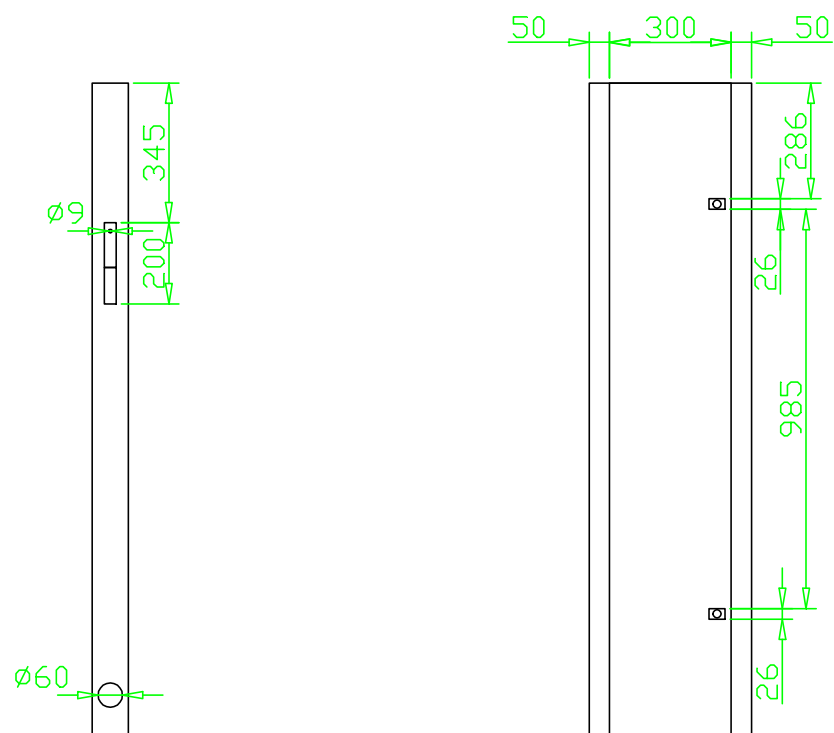
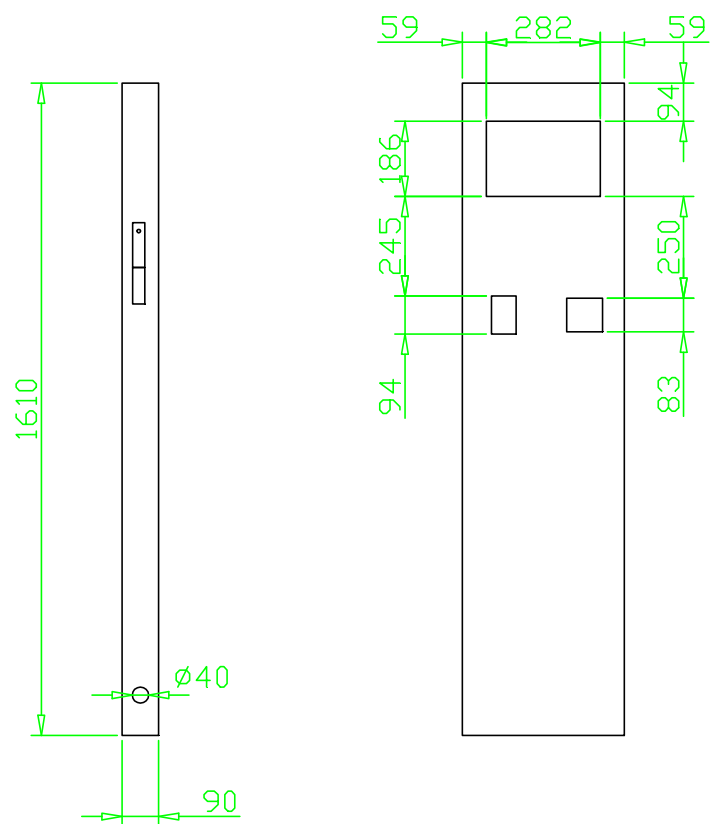
### **Paquete de Trabajo 2**


Diseño mecánico

Actividad A7 Diseño mecánico

Julio 2021





|  |            |          |  |  |             |
|--|------------|----------|--|--|-------------|
|  | Nombre     | Fecha    |  epic power |  |             |
| Dibujado   | Dibujado   | 30/07/21 |  |  |             |
| Comprobado   | Comprobado | 30/07/21 |  |  |             |
| Aprobado I   |            |          | Título<br>Diseño mecánico Electrolinera  |  |             |
| Material   |            |          |  |  |             |
| Salvo indicación contraria<br>cotas en milímetros<br>ángulos en grados |            |          | A4   |  |             |
|  |            |          |  |  |             |
|  |            |          | Escala   |  | Hoja 1 de 1 |



## **Entregable 9 versión 1.0**

Prototipo electrolinera con V2G

### **Paquete de Trabajo 3**

Prototipado

Actividad A8 Ensamblaje de elementos del prototipo

Noviembre 2021 – Marzo 2022



## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se redacta lo requerido en el **Entregable 9** (Prototipo Electrolinera con V2G) del **Paquete de Trabajo 3** (Prototipado) cuyo objetivo es el de describir cada uno de los elementos involucrados en la electrolinera.

De manera más específica, los objetivos del entregable son los siguientes:

- Describir los diferentes elementos que involucran la electrolinera
- Definir los esquemáticos eléctricos necesarios para la conexión de los diferentes dispositivos.
- Mostrar el prototipo del armario eléctrico montado

## 2. ELEMENTOS DE LA ELECTROLINERA

### ELEMENTOS DE CONTROL

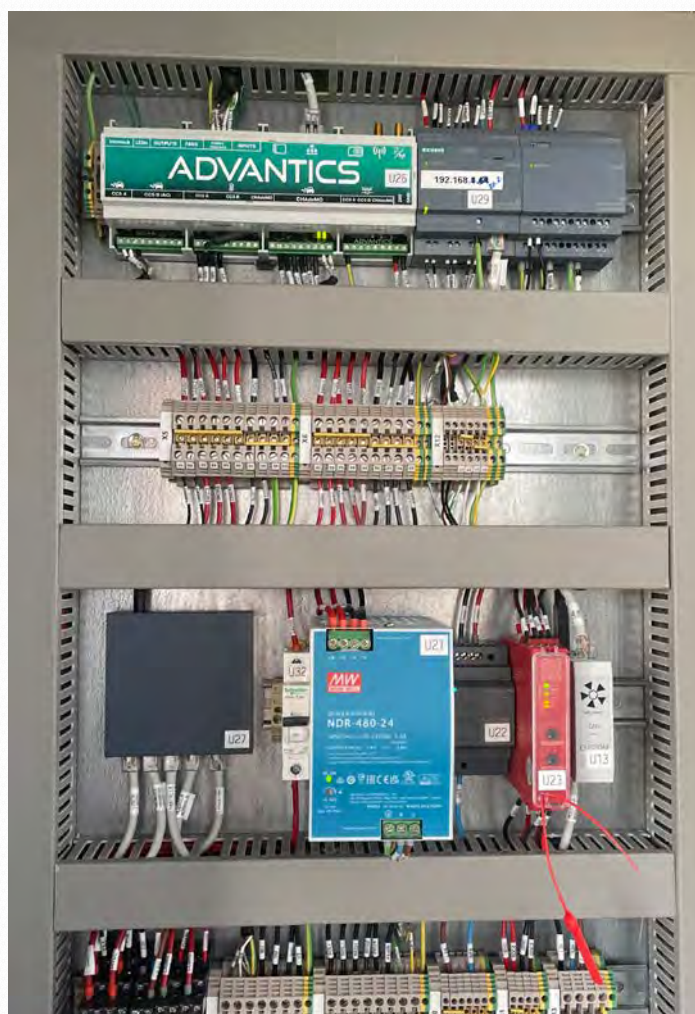


FIG. 1 IMAGEN DEL ARMARIO DE CONTROL



Como se puede observar en la Fig. 1, la parte de control se ha separado de la de potencia tanto por seguridad como para evitar interferencias electromagnéticas.

Los diferentes elementos que la forman son:

- U26: Controlador ADVANTICS de VE
- U29: PLC Siemens Logo, encargado de gestionar salidas y entradas mediante ModBUS TCP.
- U27: Switch ethernet para las comunicaciones
- U21 y U22: Fuentes de alimentación
- U23: Dispositivo de seguridad para parada de emergencia y rearme
- U13: Mochila de comunicaciones de Epic Power.
- El resto de los componentes está formado por bornas, relés, etc. típicos de cuadros eléctricos y distribución.





**FIG. 2 IMAGEN DEL ARMARIO DE POTENCIA**

En la parte superior del armario de potencia (Fig. 2), está instalado el Inversor AC/DC Bidireccional que se encarga de darnos conexión bidireccional a la red eléctrica.



Los equipos azules, U1 y U2 son los convertidores para transferir energía desde y hacia el vehículo eléctrico, mientras que el equipo azul U3 es el encargado de realizar el MPPT de las placas solares y su gestión.

A continuación, se pueden observar en amarillo los medidores de aislamiento (U18 a U20) requeridos por la normativa del vehículo eléctrico y finalmente los contactores K1 a K6 que permiten paralelizar y/o desconectar la manguera de carga del vehículo eléctrico ubicado en el poste exterior.

### 3. ESQUEMAS ELÉCTRICOS

En este apartado se muestran varios esquemas eléctricos (a modo de ejemplo) referentes al montaje del armario tanto de control como de potencia.

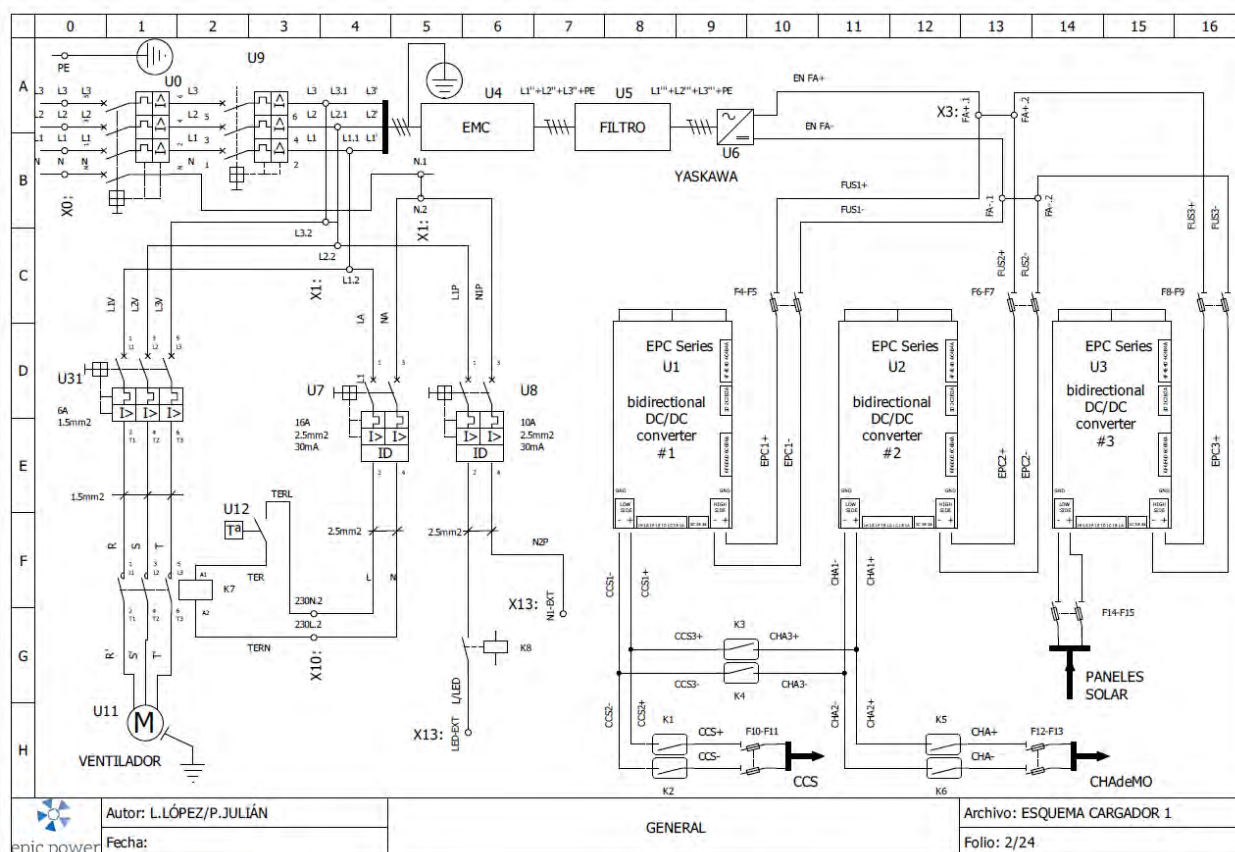
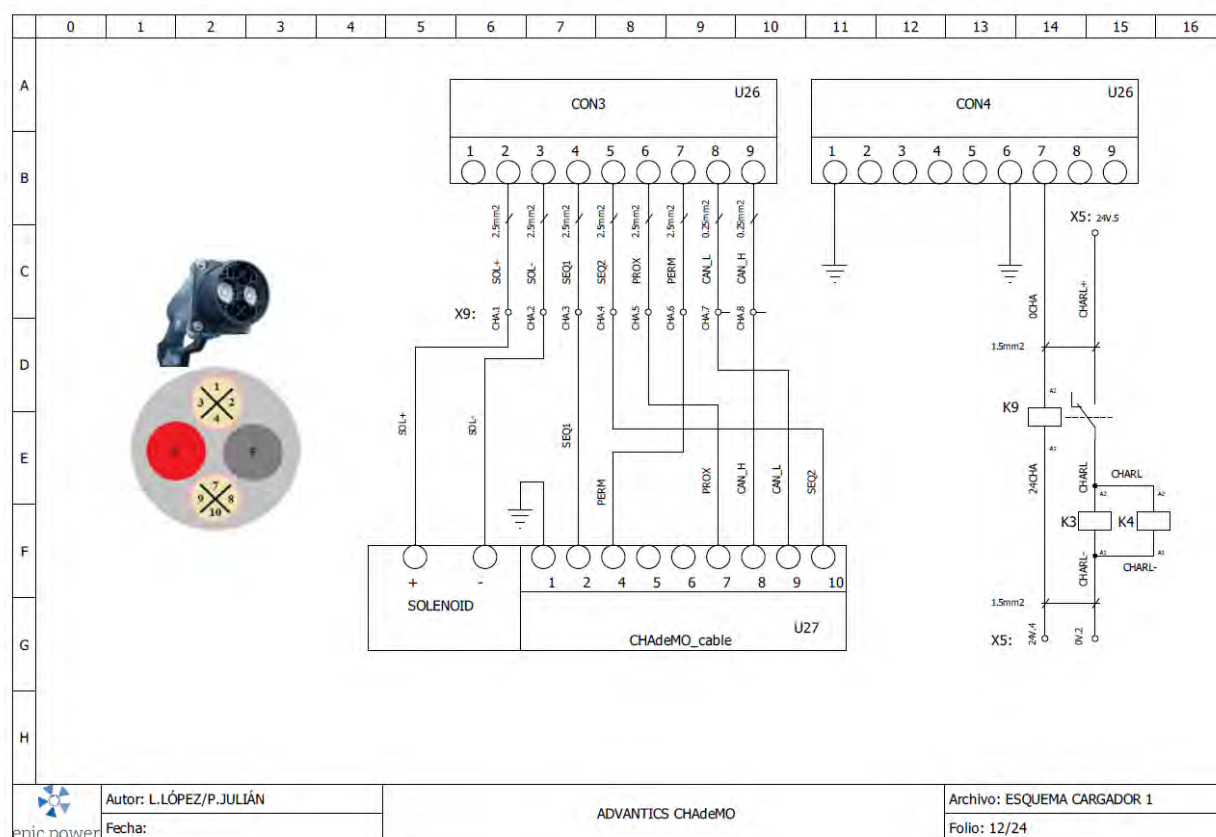


FIG. 3 ESQUEMA ELÉCTRICO GLOBAL





**FIG. 4 ESQUEMA ELÉCTRICO CONEXIÓN CHAdeMO**

## 4. CONCLUSIONES

Se ha generado toda la documentación necesaria para la construcción del prototipo. Junto con esta documentación se ha procedido a realizar la obra necesaria junto con el montaje de toda la aparamente resultando en una electrolinera funcional.

En Fig. 5, 6 y 7 se puede ver el resultado final de la misma.





FIG. 5 FOTOGRAFÍA ARMARIO ELÉCTRICO DE CONTROL CERRADO





FIG. 6 FOTOGRAFÍA ARMARIO ELÉCTRICO DE CONTROL (DCHA) Y POTENCIA (IZDA)





FIG. 7 FOTOGRAFÍA POSTE DE CARGA EXTERIOR DUAL (CCS Y CHADEMO)



## **Entregable 10 versión 1.0**

Documentación y manuales de instalación y uso

### **Paquete de Trabajo 3**

Prototipado

Actividad A9 Redacción de manuales de instalación y uso

Noviembre 2021



## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se redacta lo requerido en el **Entregable 10** (Documentación y manuales de instalación y uso) del **Paquete de Trabajo 3** (Prototipado) cuyo objetivo es el de generar la documentación necesaria para replicar la electrolinera así como los manuales necesarios para su instalación y posterior uso.

De manera más específica, los objetivos del entregable son los siguientes:

- Presentar los esquemas eléctricos del proyecto
- Generar el manual de instalación.
- Generar el manual de uso para el usuario final.

## 2. ESQUEMAS ELÉCTRICOS

Ver Anexo 1

## 3. MANUAL DE INSTALACIÓN

Ver Anexo 2

## 4. MANUAL DE USO

Ver Anexo 3

## 5. CONCLUSIONES


Se ha generado toda la documentación requerida en el entregable.



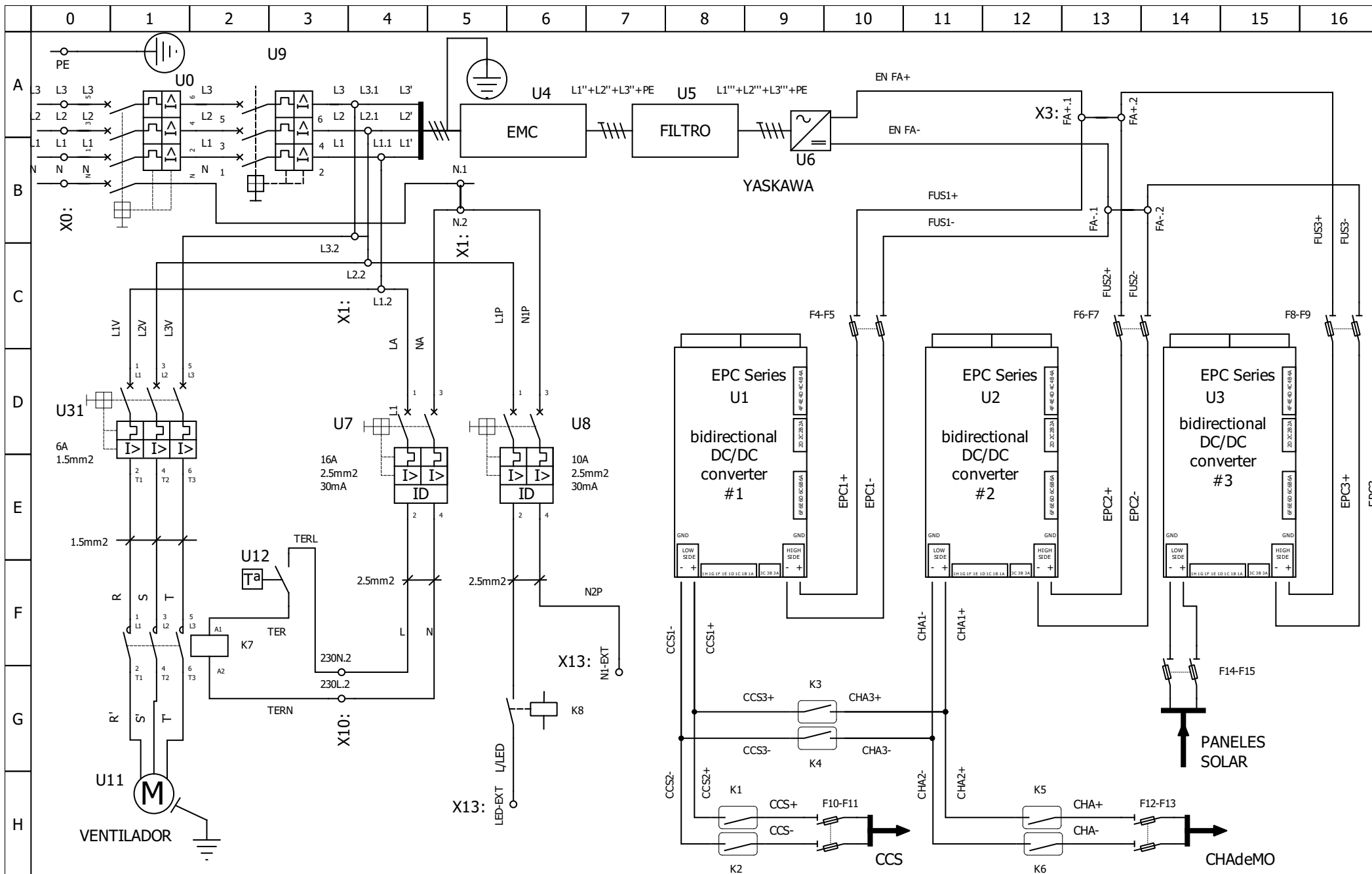
## ANEXO 1

---

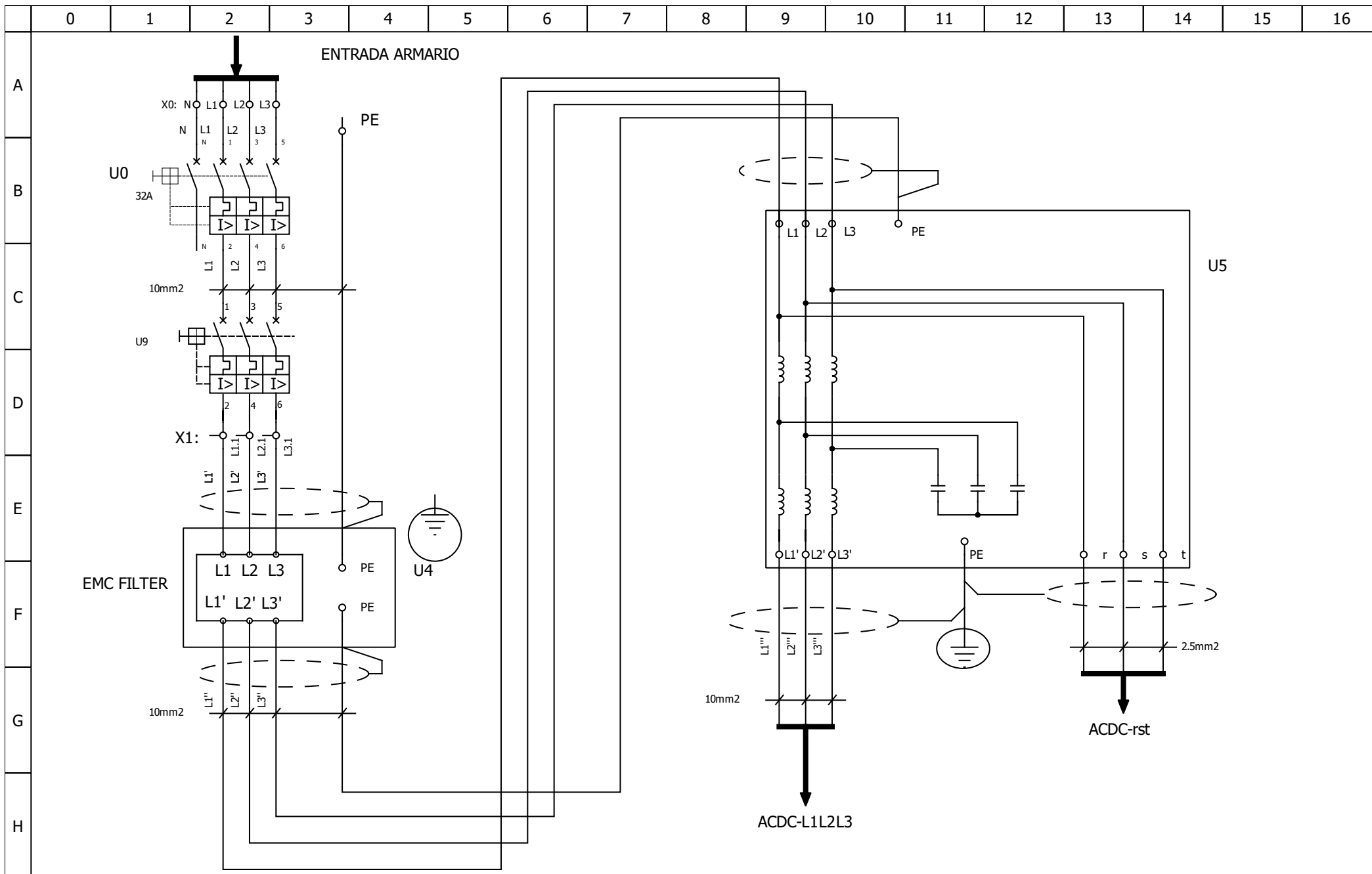


|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
|   | 0   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| A |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| B | <div><div><div><div>epic power</div></div></div><div><div>Epic Power Converters S.L.<br/>C/F Oeste Nave 93<br/>50.016 - Zaragoza<br/>España<br/>Tel. +34 976 249 580</div><div>Estos esquemáticos están protegidos por derechos de autor<br/>Modificaciones permitidas sólo por Epic Power Converters S.L.</div></div></div>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| C | <div><div><div><div><div>Cliente:</div><div>Epic Power Converters S.L.</div></div><div><div>Descripción:</div><div>Documentación</div></div><div><div>Proyecto:</div><div>Cargador vehículo eléctrico</div></div><div><div>Esquemático:</div><div></div></div><div><div>Revisión:</div><div></div></div></div></div><div><div><div>Código colores cableado</div><div><div>Positivo:</div><div>Rojo</div></div><div><div>Negativo:</div><div>Negro</div></div><div><div>Control</div><div>Negro</div></div><div><div>PE</div><div>Amarillo/Verde</div></div></div></div></div> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| D |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| E |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| F |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| G |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| H |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |

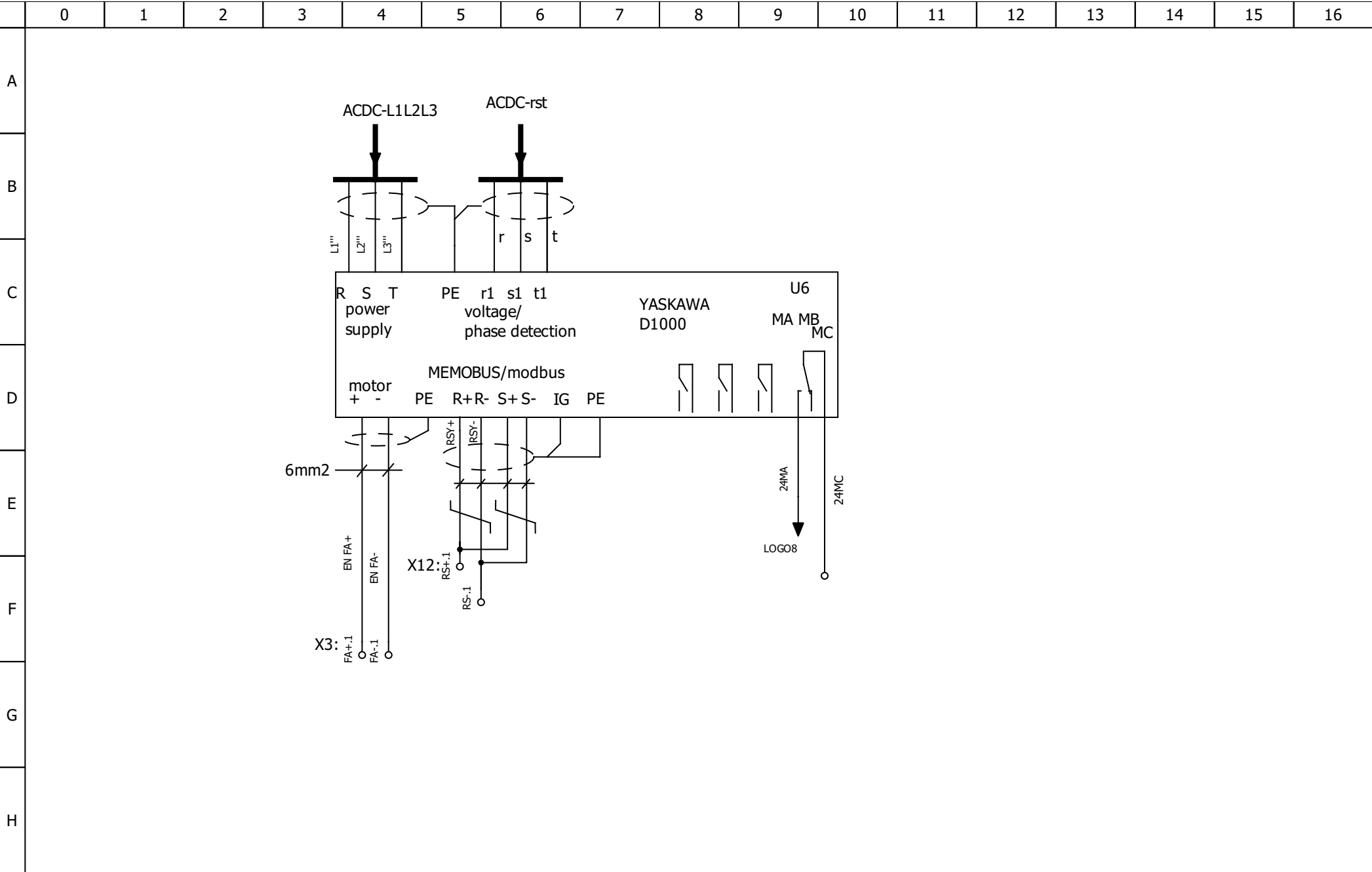




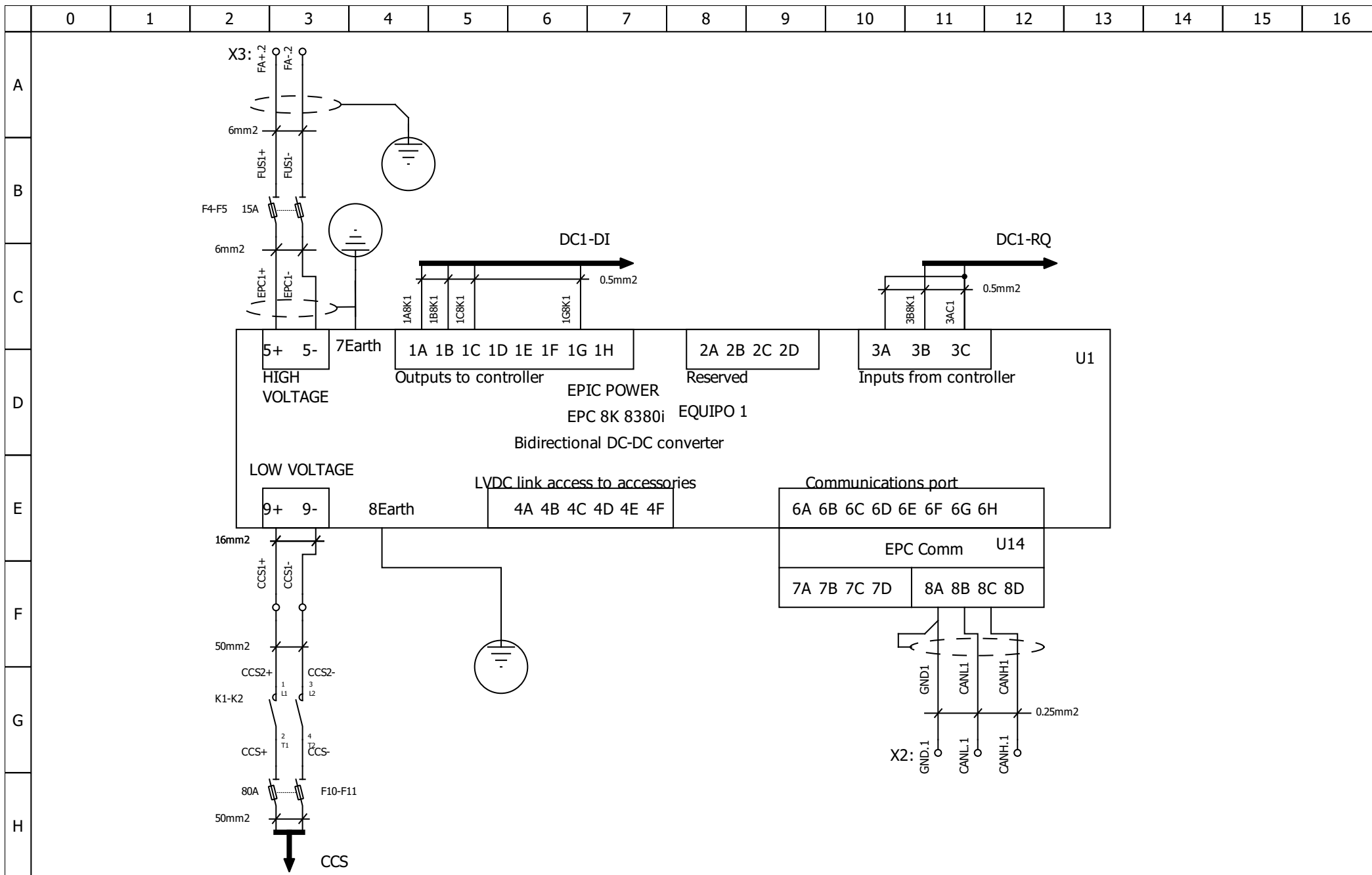




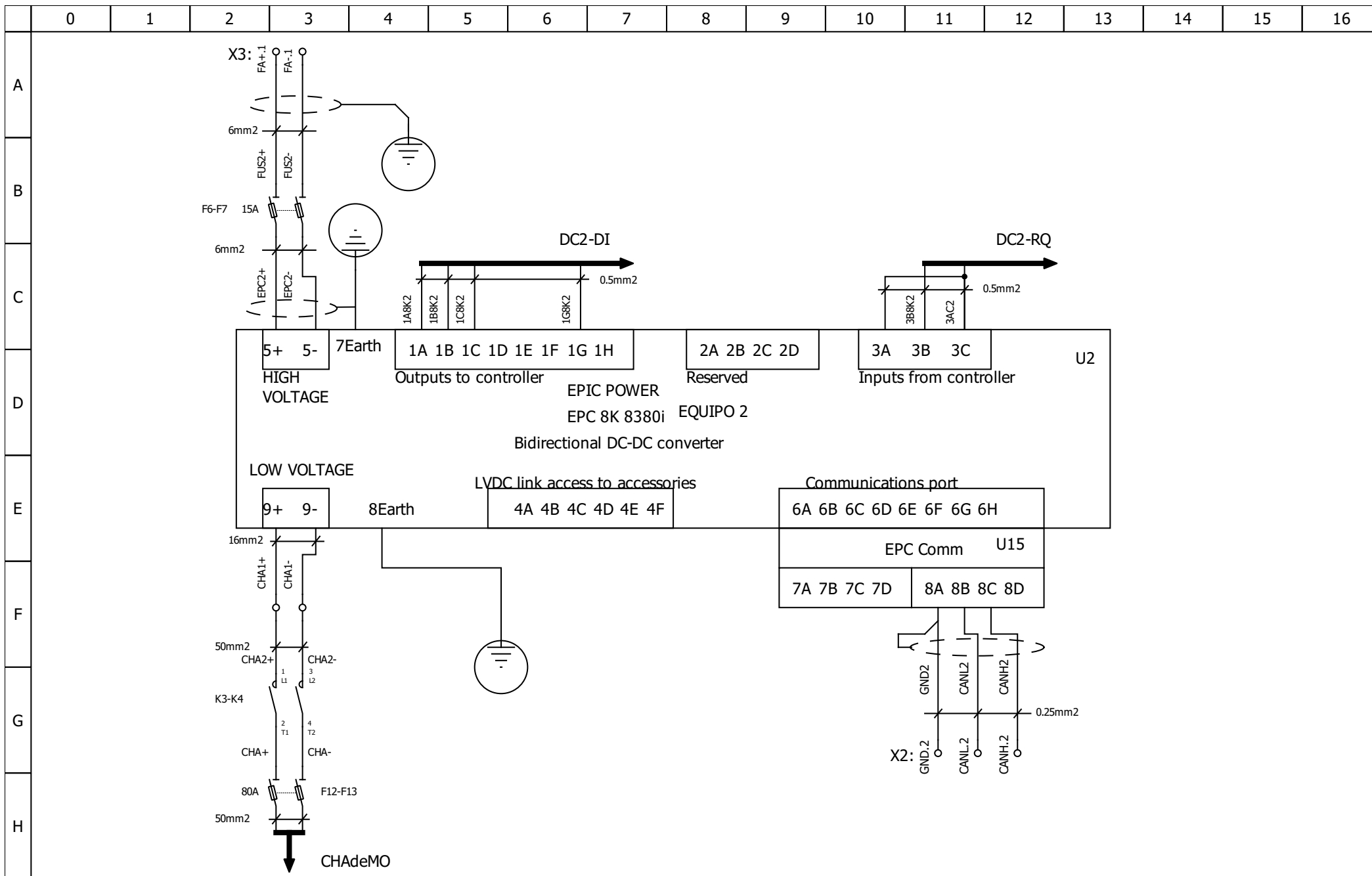




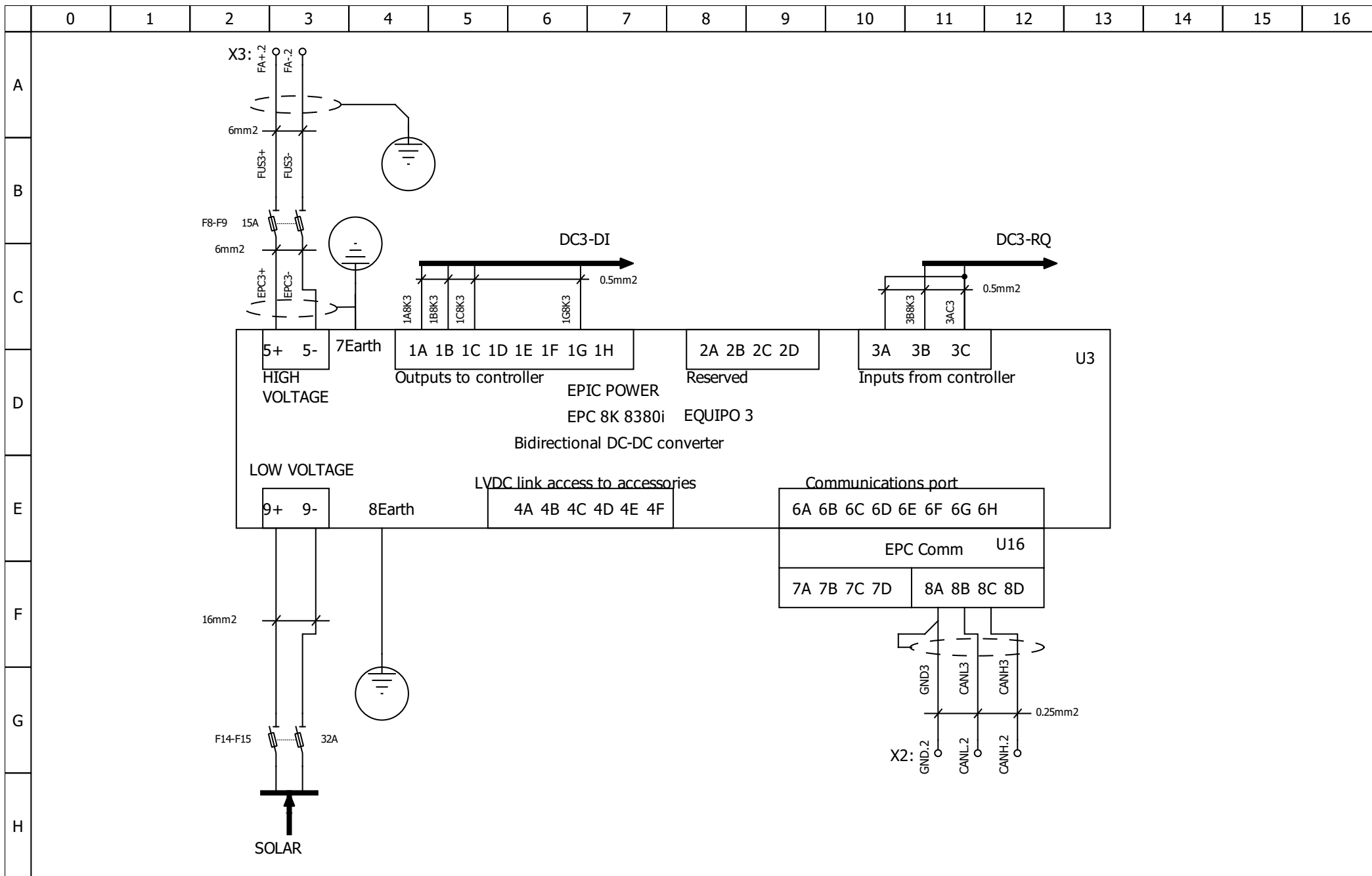




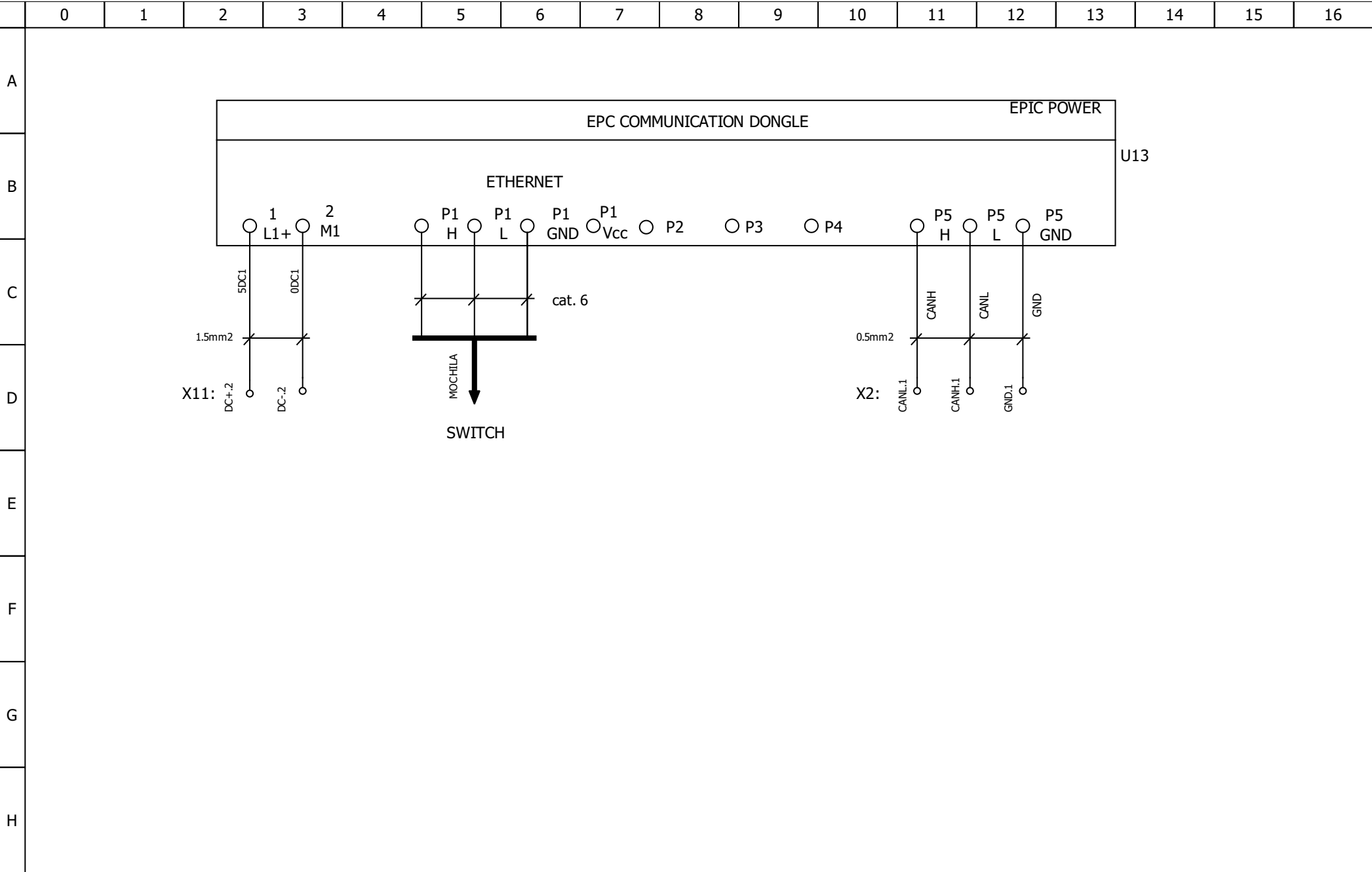




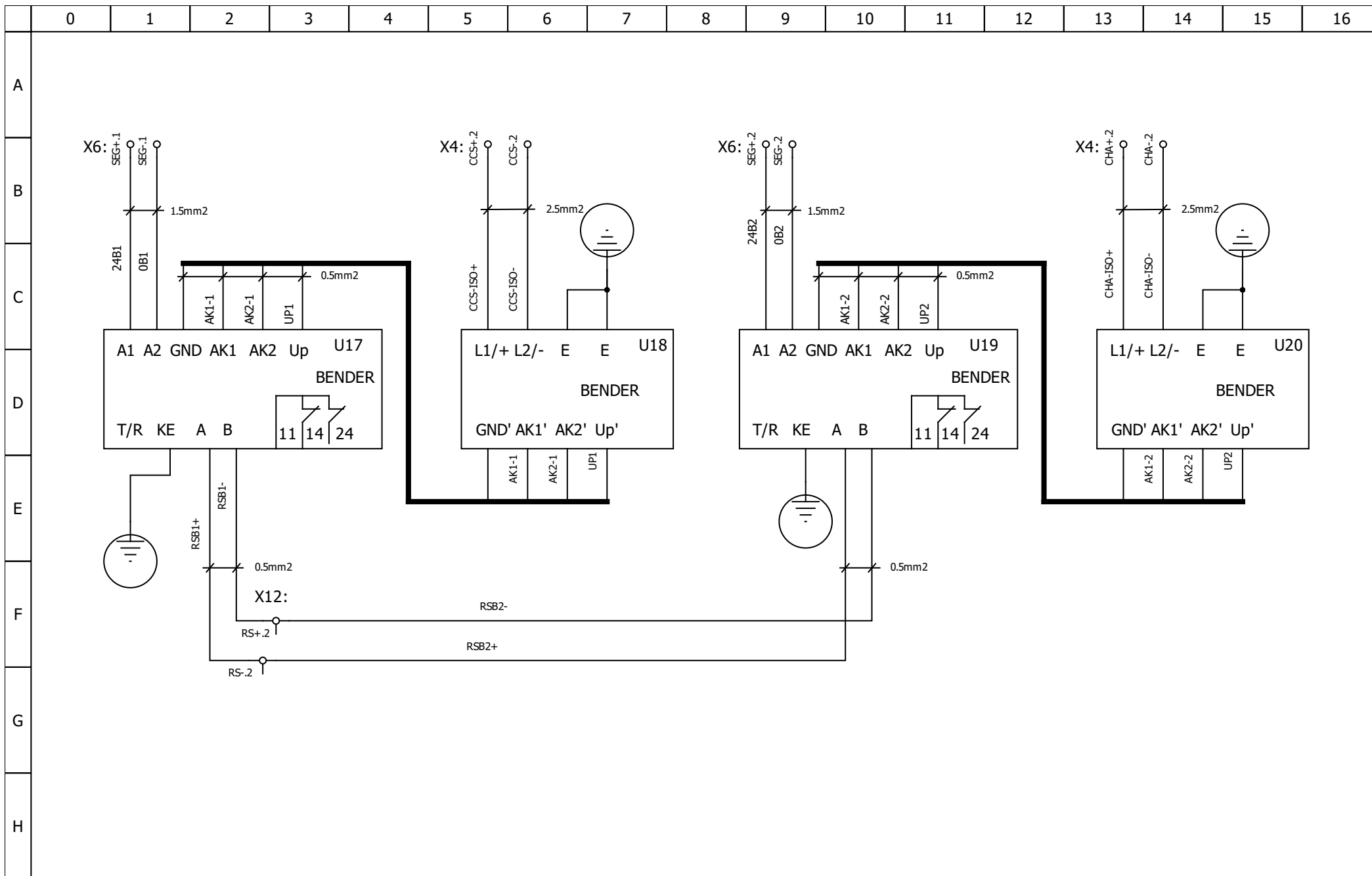




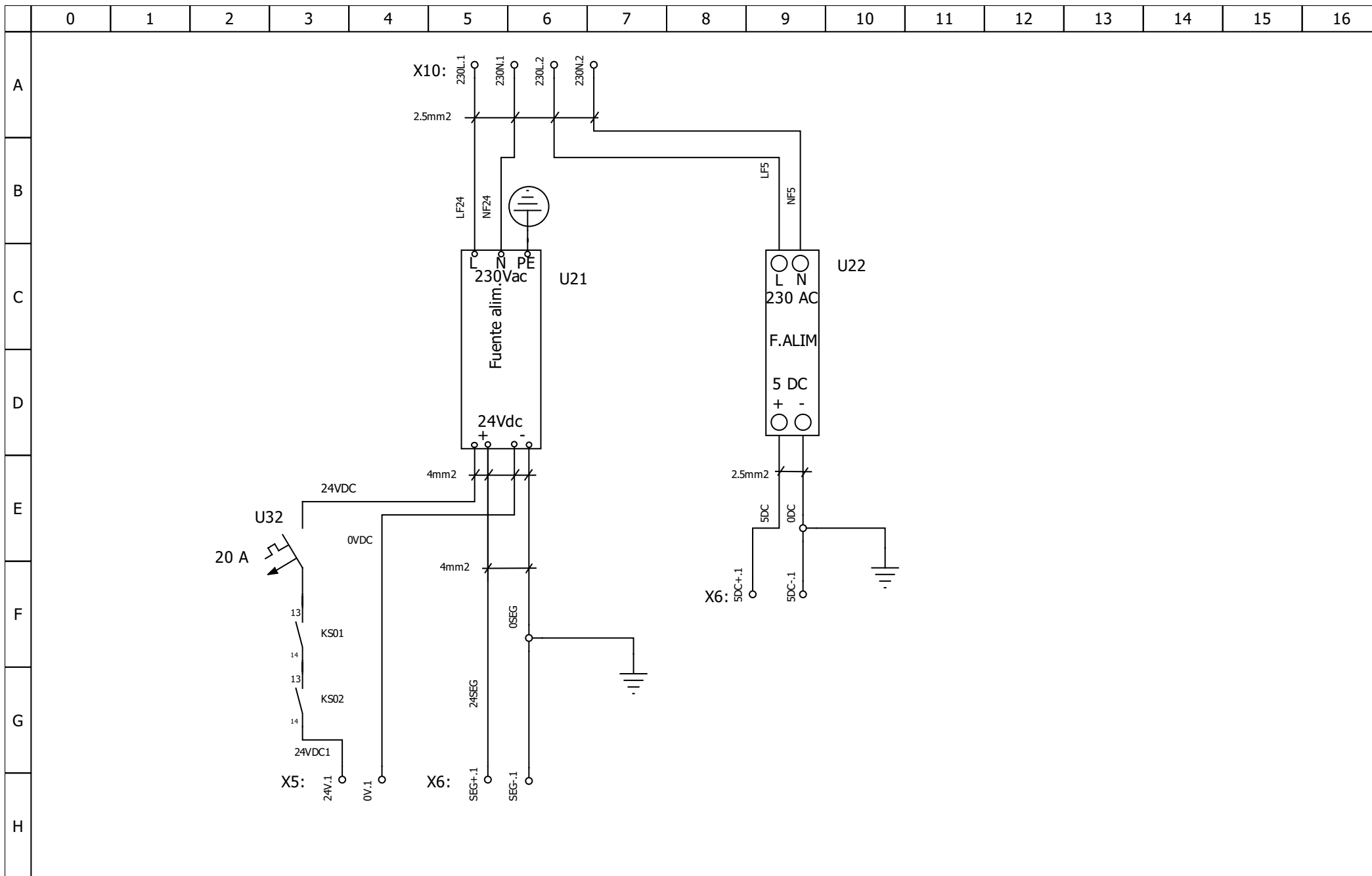




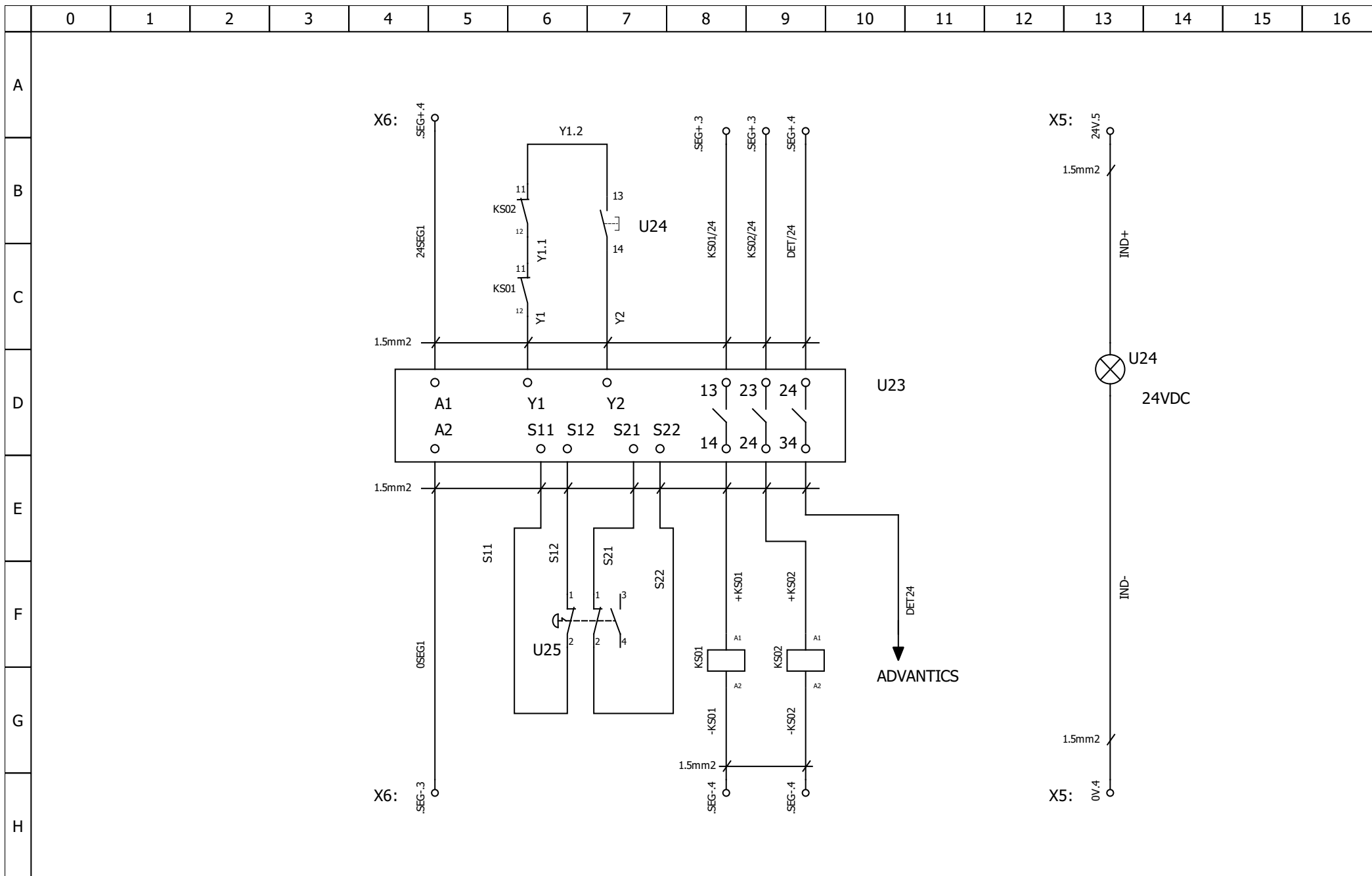




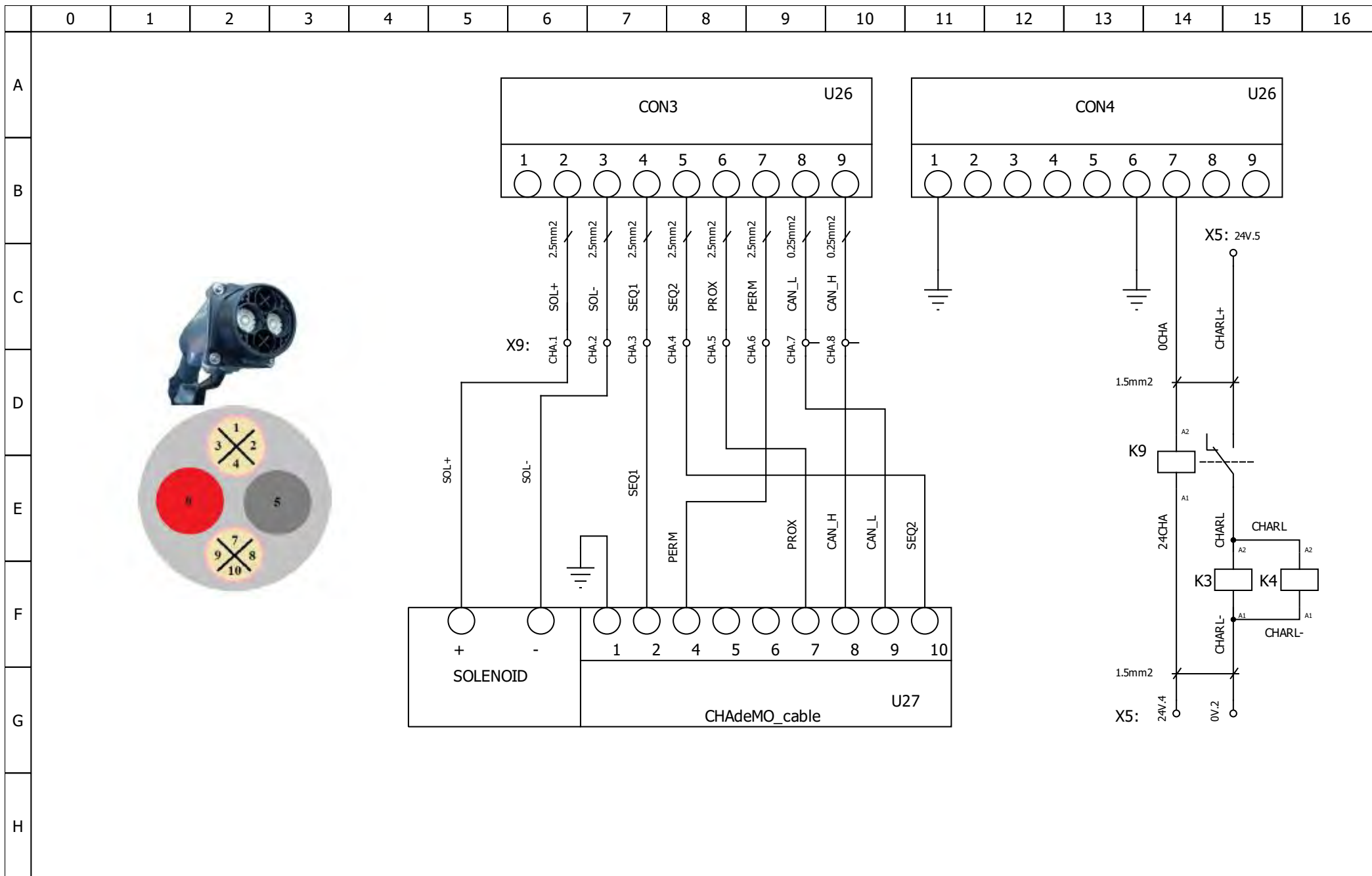




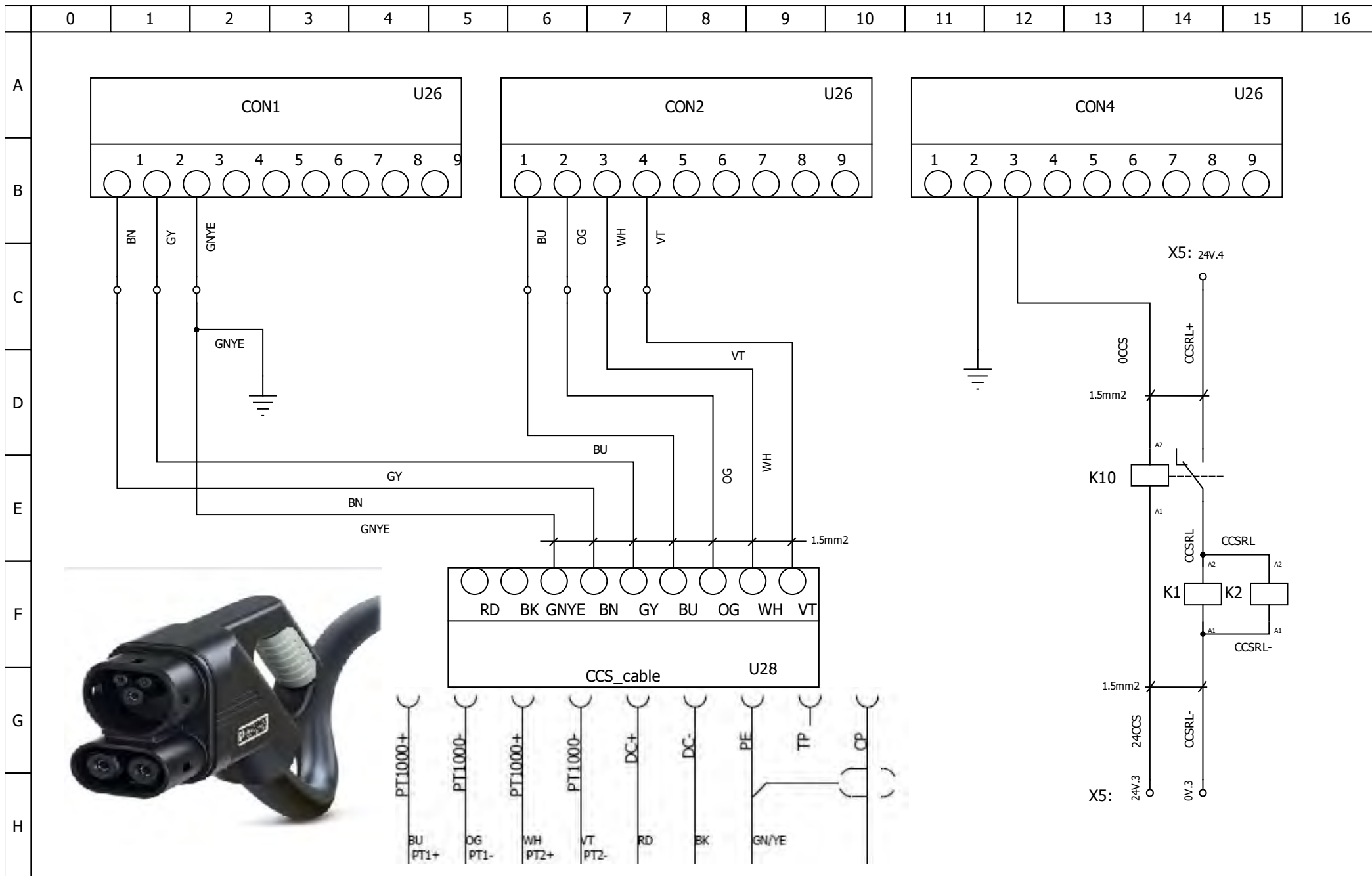




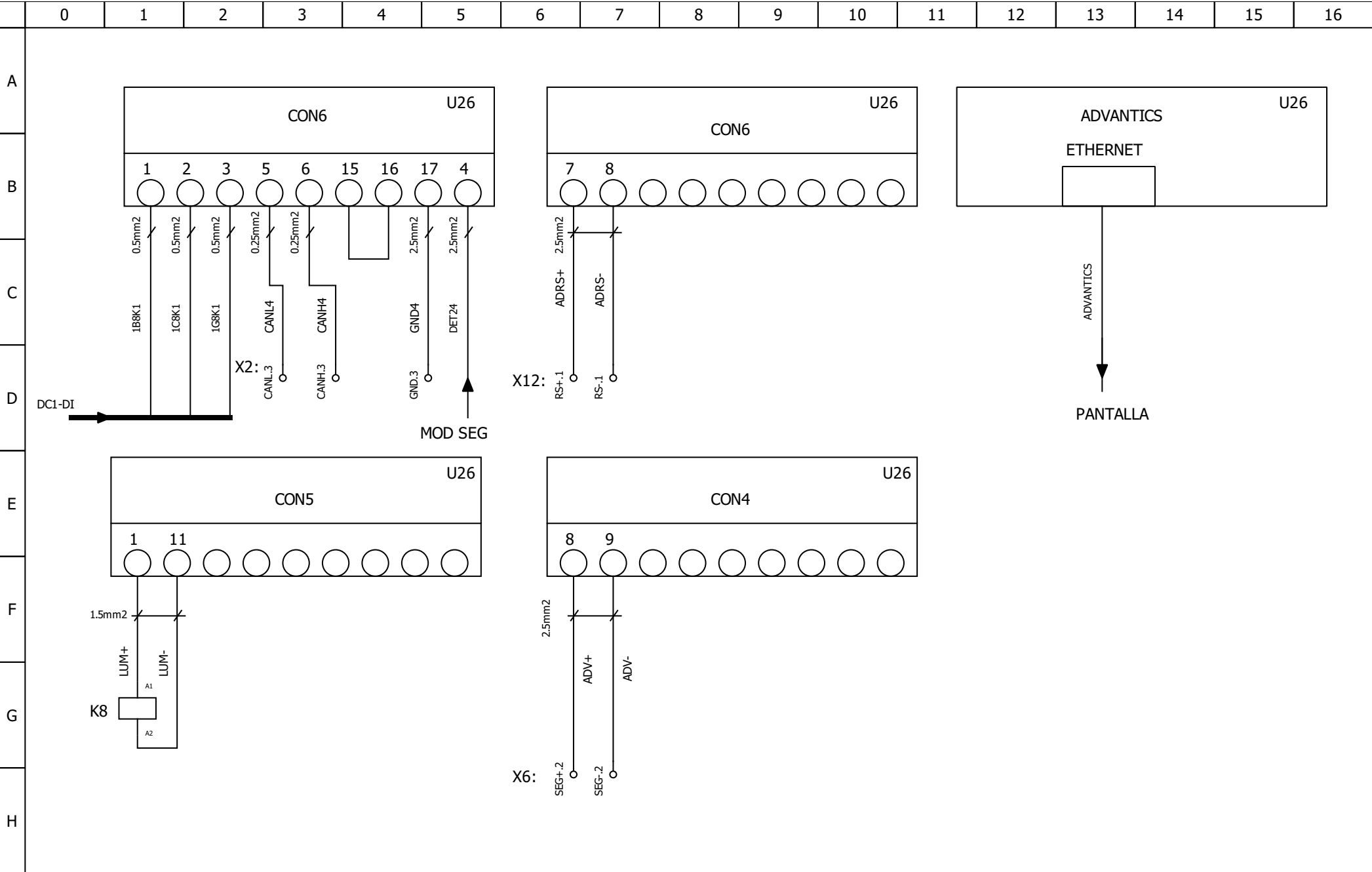








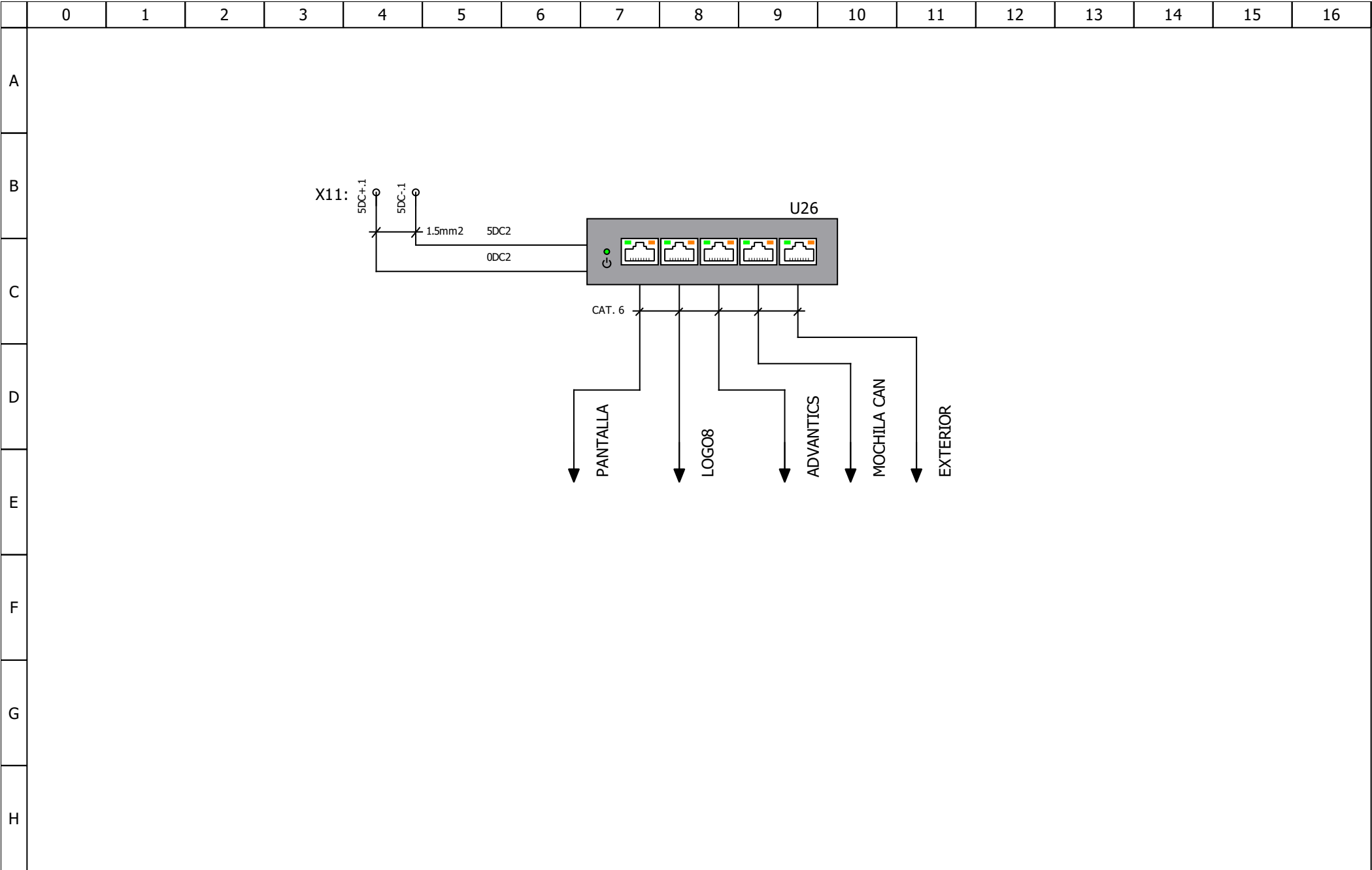




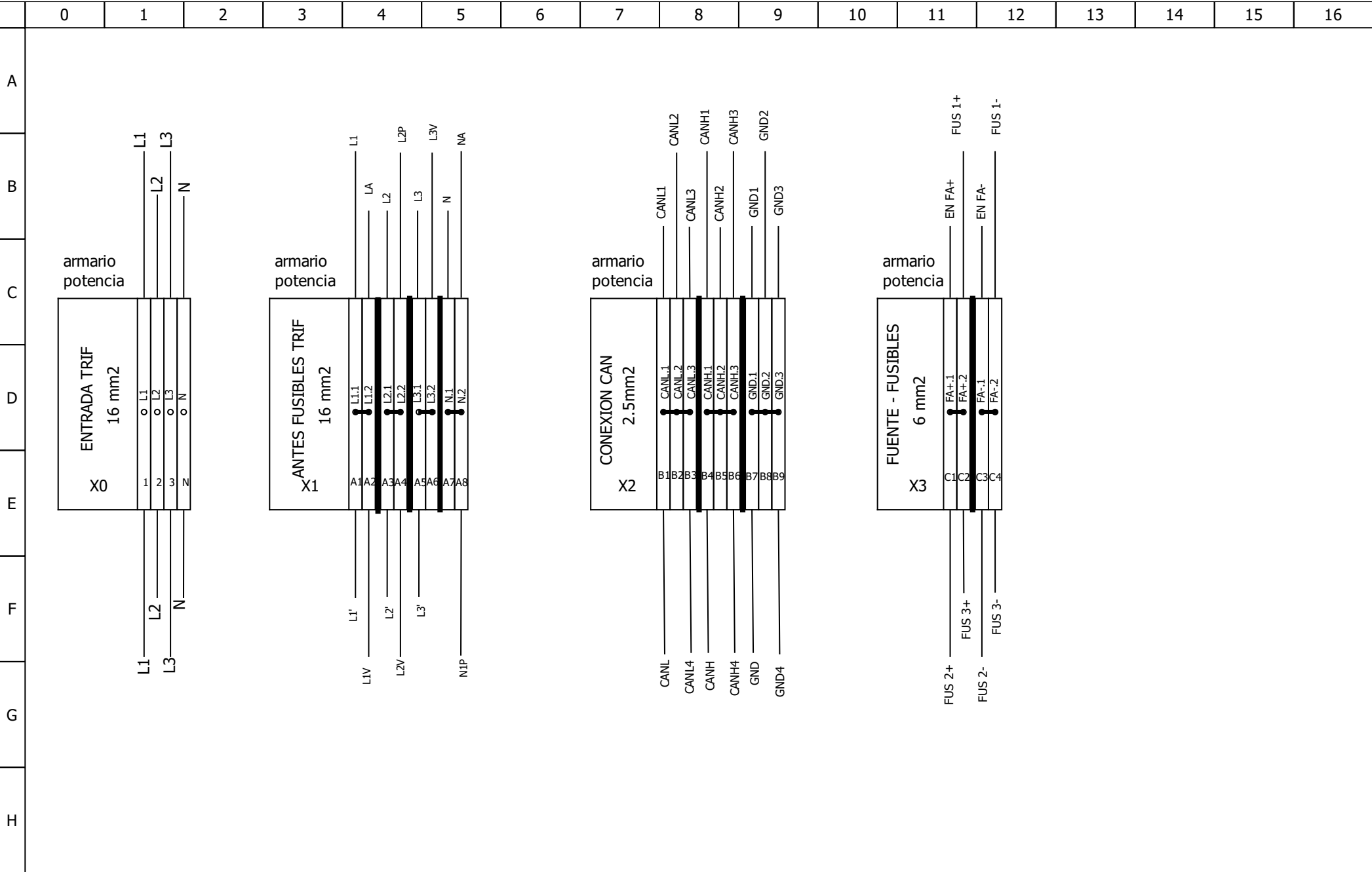




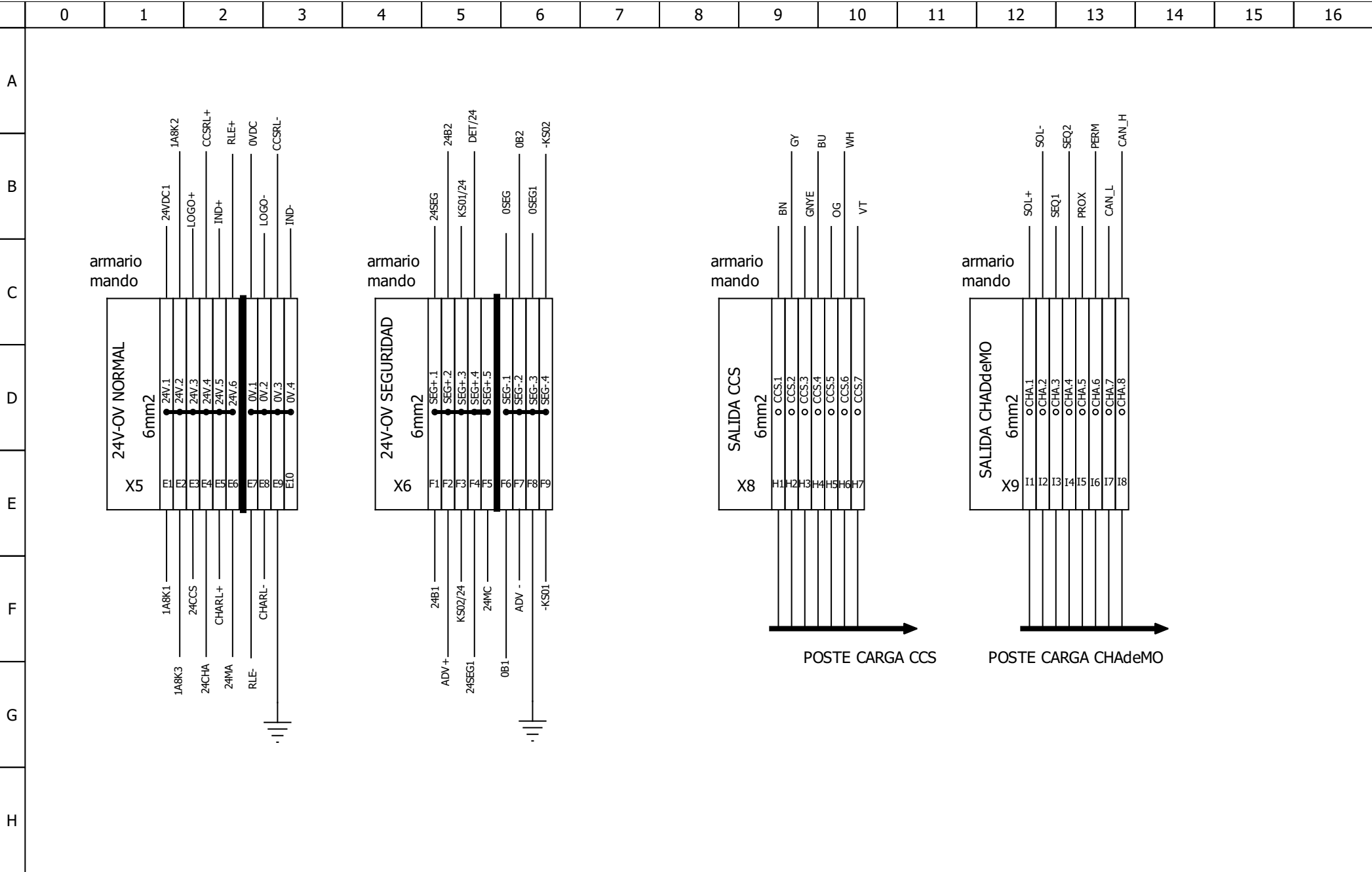




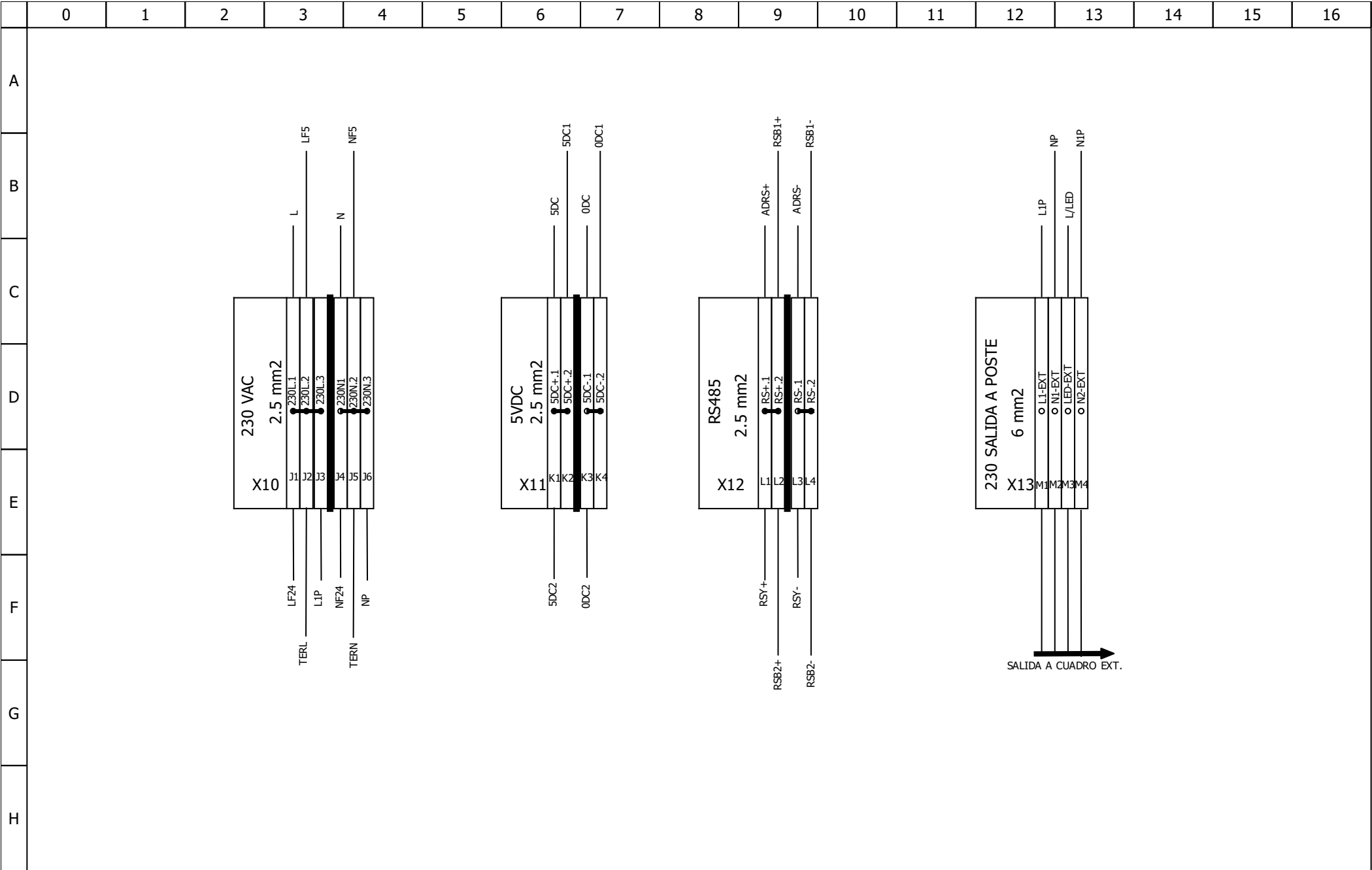















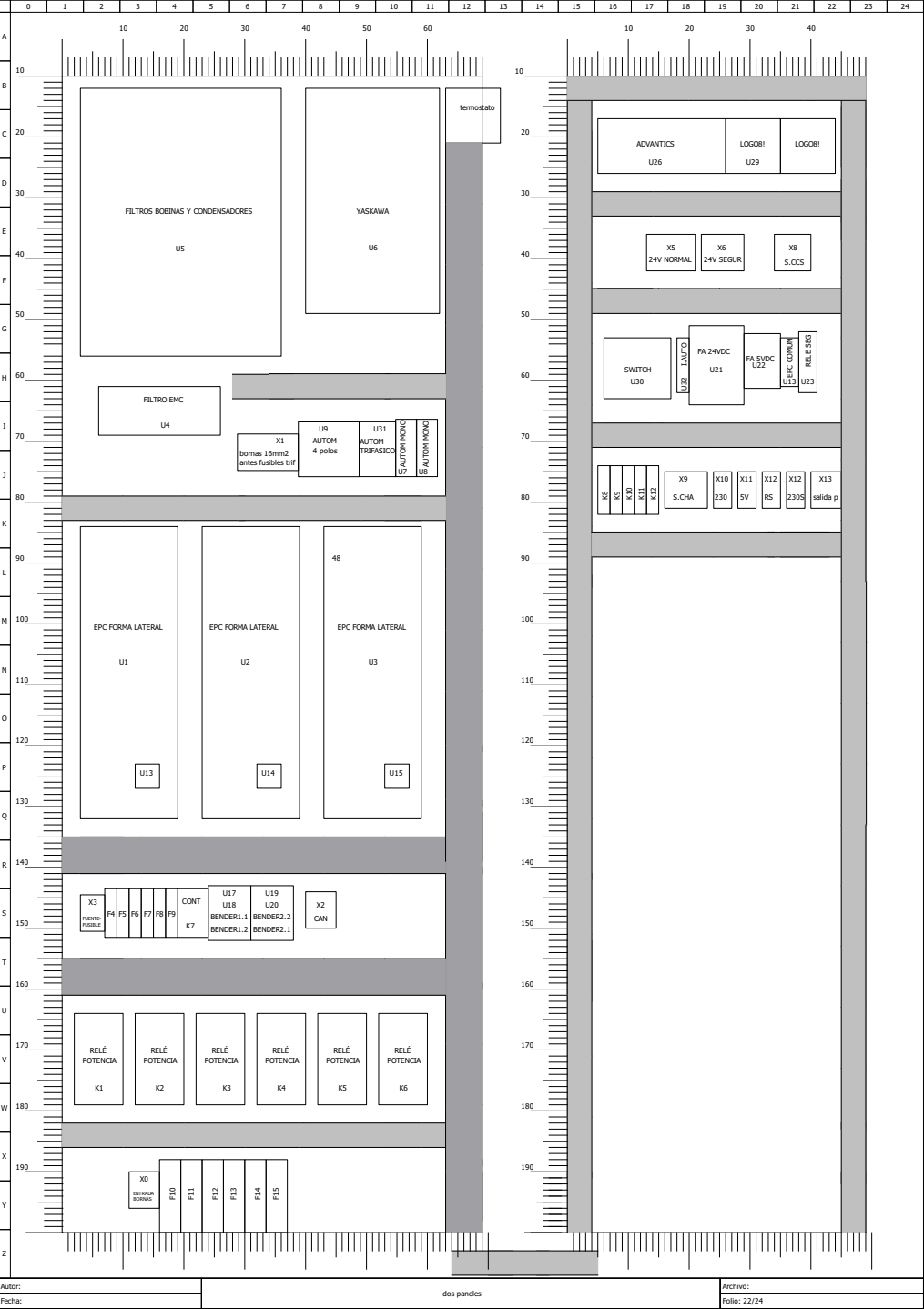


|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|---|------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---------|----|----|
|   | 0          | 1                                      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9       | 10 | 11 |
| A |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | REFERENCIA | NOMBRE                                 |   |   |   |   |   |   |   | PÁGINAS |    |    |
|   | U0         | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO ENTRADA 4P 32 A |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U1         | EPC 8K #1                              |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
| B |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U2         | EPC 8K #2                              |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U3         | EPC 8K #3                              |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U4         | EMC FILTER                             |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
| C |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U5         | FILTRO                                 |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U6         | VARIADOR DE FRECUENCIA YASKAWA D1000   |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U7         | INTERRUPTOR AUTOMATICO 16A MONOFASICO  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
| D |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U8         | INTERRUPTOR AUTOMATICO 16A MONOFASICO  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U9         | INTERRUPTOR DIFERENCIAL 40A 30mA       |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
| E |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U10        | INTERRUPTOR DIFERENCIAL 40A 30mA       |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U11        | VENTILADOR TRIFÁSICO SCHNEIDER         |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U12        | TERMOSTATO                             |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
| F |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U13        | MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPC            |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U14        | MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPC            |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U15        | MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPC            |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
| G |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U16        | MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPIC POWER     |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U17        | BENDER isoCHA425HV                     |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
| H |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U18        | BENDER AGH420-1                        |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U19        | BENDER isoCHA425HV                     |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U20        | BENDER AGH420-1                        |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
| I |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U21        | FA MEANWELL NDR-480-24                 |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U22        | FA MEANWELL HDR-60-5                   |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
| J |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U23        | RELÉ SEGURIDAD SCHNEIDER XPSUAF13AP    |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U24        | CUERPO PULSADOR CONTACTO NO CON LED    |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U25        | SETA EMERGENCIA SCHNEIDER ZB4BS844     |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
| K |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U26        | ADVANTICS MCP-25                       |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U27        | MANGUERA CHAdeMO                       |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U28        | MANGUERA CCS                           |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
| L |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   | U29        | LOGO 8 24VDC-RELAY                     |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |
|   |            |  |   |   |   |   |   |   |   |         |    |    |

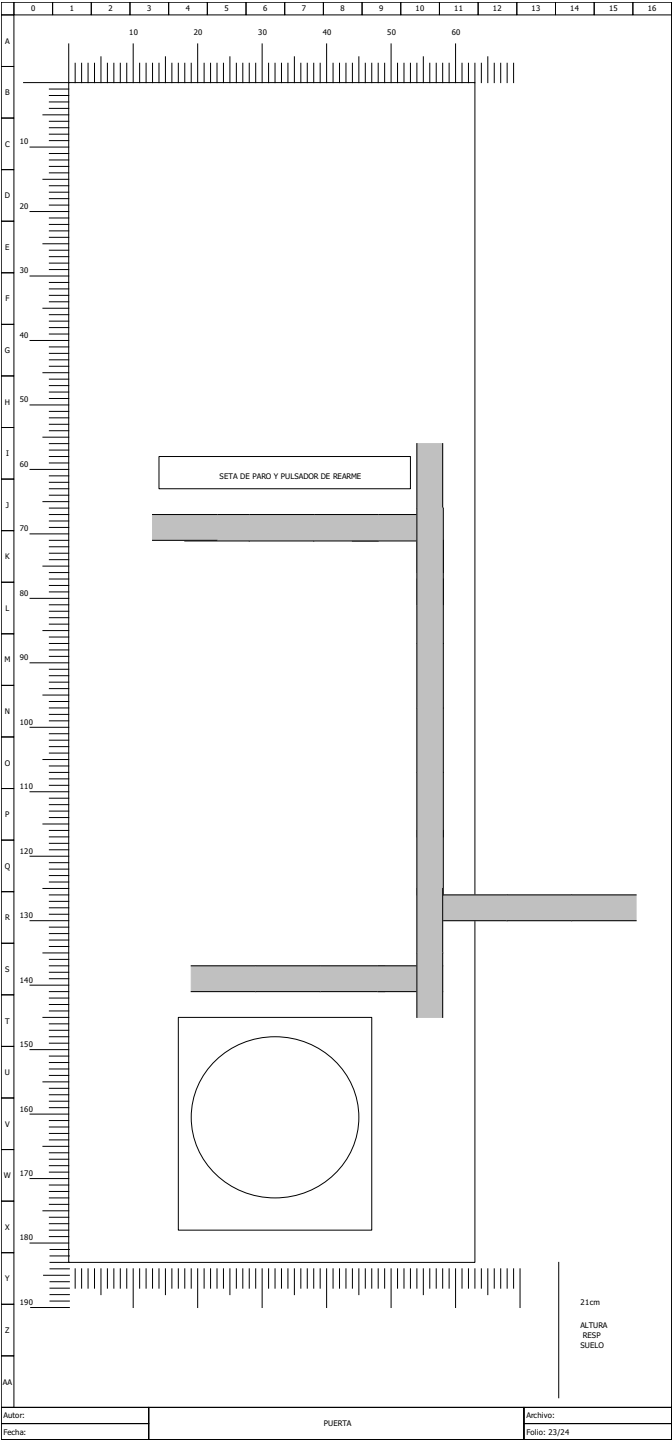


|  | 0  | 1                                   | 2                           | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11  |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|--|--|-------------------------------------|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|---|-------------------------|--------------|-----------------------------|---------|--------------|---------------------|--|--|-----|------------------------------|--|--|---|-----|-------------------------------------|--|---|----|------------------------|---|----|------------------------|---|----|-------------------------|---|----|------------------------|---|---|--|--|--|---|----|-------------------------|----|----|-----------------------|---|----|-------------------------|---|----|------------------------|---|---|----|------------------------|---|-----|-------------------------|---|-----|-------------------------|---|-----|-------------------------|---|---|-----|------------------------|---|---|-------------------|----------------------------|--|-----------|------------|--|----|---------------------|--|----------|--------------|--|---|-------------------|--------------|--|---|-------------|--------------------|--|-------------|--------------------|--|-----------|------------|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|
| A  | <table><tr><th>REFERENCIA</th><th>NOMBRE</th><th>UNIDADES</th><th>PÁGINAS</th></tr><tr><td>U30</td><td>REPARTIDOR ETHERNET</td><td></td><td></td></tr><tr><td>U31</td><td>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 3P 6A</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>U32</td><td>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MONOPOLO 20A</td><td></td></tr><tr><td rowspan="4">C</td><td>X0</td><td>BORNA 16mm2 WEIDMULLER</td><td>4</td></tr><tr><td>X1</td><td>BORNA 16mm2 WEIDMULLER</td><td>8</td></tr><tr><td>X2</td><td>BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER</td><td>9</td></tr><tr><td>X3</td><td>BORNA 6 mm2 WEIDMULLER</td><td>4</td></tr><tr><td>D</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td rowspan="4">E</td><td>X5</td><td>BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER</td><td>10</td></tr><tr><td>X6</td><td>BORNA 6mm2 WEIDMULLER</td><td>8</td></tr><tr><td>X7</td><td>BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER</td><td>6</td></tr><tr><td>X8</td><td>BORNA 6 mm2 WEIDMULLER</td><td>7</td></tr><tr><td rowspan="4">F</td><td>X9</td><td>BORNA 6 mm2 WEIDMULLER</td><td>8</td></tr><tr><td>X10</td><td>BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER</td><td>6</td></tr><tr><td>X11</td><td>BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER</td><td>4</td></tr><tr><td>X12</td><td>BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER</td><td>4</td></tr><tr><td>G</td><td>X13</td><td>BORNA 6 mm2 WEIDMULLER</td><td>4</td></tr><tr><td rowspan="4">H</td><td>K1-K2-K3-K4-K5-K6</td><td>CONTACTOR C310A/150 24I-V1</td><td></td></tr><tr><td>K7-K9-K10</td><td>RELE 24VDC</td><td></td></tr><tr><td>K8</td><td>CONTACTOR 3P 230VAC</td><td></td></tr><tr><td>F1-F2-F3</td><td>FUSIBLES 30A</td><td></td></tr><tr><td>I</td><td>F4-F5-F6-F7-F8-F9</td><td>FUSIBLES 15A</td><td></td></tr><tr><td rowspan="4">J</td><td>F10-F11-F12</td><td>FUSIBLES 80A 22x58</td><td></td></tr><tr><td>F13-F14-F15</td><td>FUSIBLES 80A 22x58</td><td></td></tr><tr><td>KS01-KS02</td><td>RELE 24VDC</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td rowspan="4">K</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>L</td><td></td><td></td><td></td></tr></table> |                                     |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   | REFERENCIA              | NOMBRE       | UNIDADES                    | PÁGINAS | U30          | REPARTIDOR ETHERNET |  |  | U31 | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 3P 6A |  |  | B | U32 | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MONOPOLO 20A |  | C | X0 | BORNA 16mm2 WEIDMULLER | 4 | X1 | BORNA 16mm2 WEIDMULLER | 8 | X2 | BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER | 9 | X3 | BORNA 6 mm2 WEIDMULLER | 4 | D |  |  |  | E | X5 | BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER | 10 | X6 | BORNA 6mm2 WEIDMULLER | 8 | X7 | BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER | 6 | X8 | BORNA 6 mm2 WEIDMULLER | 7 | F | X9 | BORNA 6 mm2 WEIDMULLER | 8 | X10 | BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER | 6 | X11 | BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER | 4 | X12 | BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER | 4 | G | X13 | BORNA 6 mm2 WEIDMULLER | 4 | H | K1-K2-K3-K4-K5-K6 | CONTACTOR C310A/150 24I-V1 |  | K7-K9-K10 | RELE 24VDC |  | K8 | CONTACTOR 3P 230VAC |  | F1-F2-F3 | FUSIBLES 30A |  | I | F4-F5-F6-F7-F8-F9 | FUSIBLES 15A |  | J | F10-F11-F12 | FUSIBLES 80A 22x58 |  | F13-F14-F15 | FUSIBLES 80A 22x58 |  | KS01-KS02 | RELE 24VDC |  |  |  |  | K |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | L |  |  |  |
| REFERENCIA   | NOMBRE   | UNIDADES                            | PÁGINAS                     |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| U30  | REPARTIDOR ETHERNET  |                                     |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| U31  | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 3P 6A   |                                     |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| B  | U32  | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MONOPOLO 20A |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| C  | X0   | BORNA 16mm2 WEIDMULLER              | 4                           |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | X1   | BORNA 16mm2 WEIDMULLER              | 8                           |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | X2   | BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER             | 9                           |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | X3   | BORNA 6 mm2 WEIDMULLER              | 4                           |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| D  |  |                                     |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| E  | X5   | BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER             | 10                          |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | X6   | BORNA 6mm2 WEIDMULLER               | 8                           |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | X7   | BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER             | 6                           |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | X8   | BORNA 6 mm2 WEIDMULLER              | 7                           |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| F  | X9   | BORNA 6 mm2 WEIDMULLER              | 8                           |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | X10  | BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER             | 6                           |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | X11  | BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER             | 4                           |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | X12  | BORNA 2.5mm2 WEIDMULLER             | 4                           |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| G  | X13  | BORNA 6 mm2 WEIDMULLER              | 4                           |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| H  | K1-K2-K3-K4-K5-K6  | CONTACTOR C310A/150 24I-V1          |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | K7-K9-K10  | RELE 24VDC                          |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | K8   | CONTACTOR 3P 230VAC                 |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | F1-F2-F3   | FUSIBLES 30A                        |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| I  | F4-F5-F6-F7-F8-F9  | FUSIBLES 15A                        |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| J  | F10-F11-F12  | FUSIBLES 80A 22x58                  |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | F13-F14-F15  | FUSIBLES 80A 22x58                  |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | KS01-KS02  | RELE 24VDC                          |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  |  |                                     |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| K  |  |                                     |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  |  |                                     |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  |  |                                     |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  |  |                                     |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| L  |  |                                     |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
| <table><tr><td rowspan="2"></td><td>Autor: L.LÓPEZ/P.JULIÁN</td><td rowspan="2">MATERIAL 2/2</td><td>Archivo: ESQUEMA CARGADOR 1</td></tr><tr><td>Fecha:</td><td>Folio: 21/24</td></tr></table> |  |                                     |                             |   |   |   |   |   |   |   |    |  | Autor: L.LÓPEZ/P.JULIÁN | MATERIAL 2/2 | Archivo: ESQUEMA CARGADOR 1 | Fecha:  | Folio: 21/24 |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|   | Autor: L.LÓPEZ/P.JULIÁN  | MATERIAL 2/2                        | Archivo: ESQUEMA CARGADOR 1 |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |
|  | Fecha:   |                                     | Folio: 21/24                |   |   |   |   |   |   |   |    |   |                         |              |                             |         |              |                     |  |  |     |                              |  |  |   |     |                                     |  |   |    |                        |   |    |                        |   |    |                         |   |    |                        |   |   |  |  |  |   |    |                         |    |    |                       |   |    |                         |   |    |                        |   |   |    |                        |   |     |                         |   |     |                         |   |     |                         |   |   |     |                        |   |   |                   |                            |  |           |            |  |    |                     |  |          |              |  |   |                   |              |  |   |             |                    |  |             |                    |  |           |            |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |  |

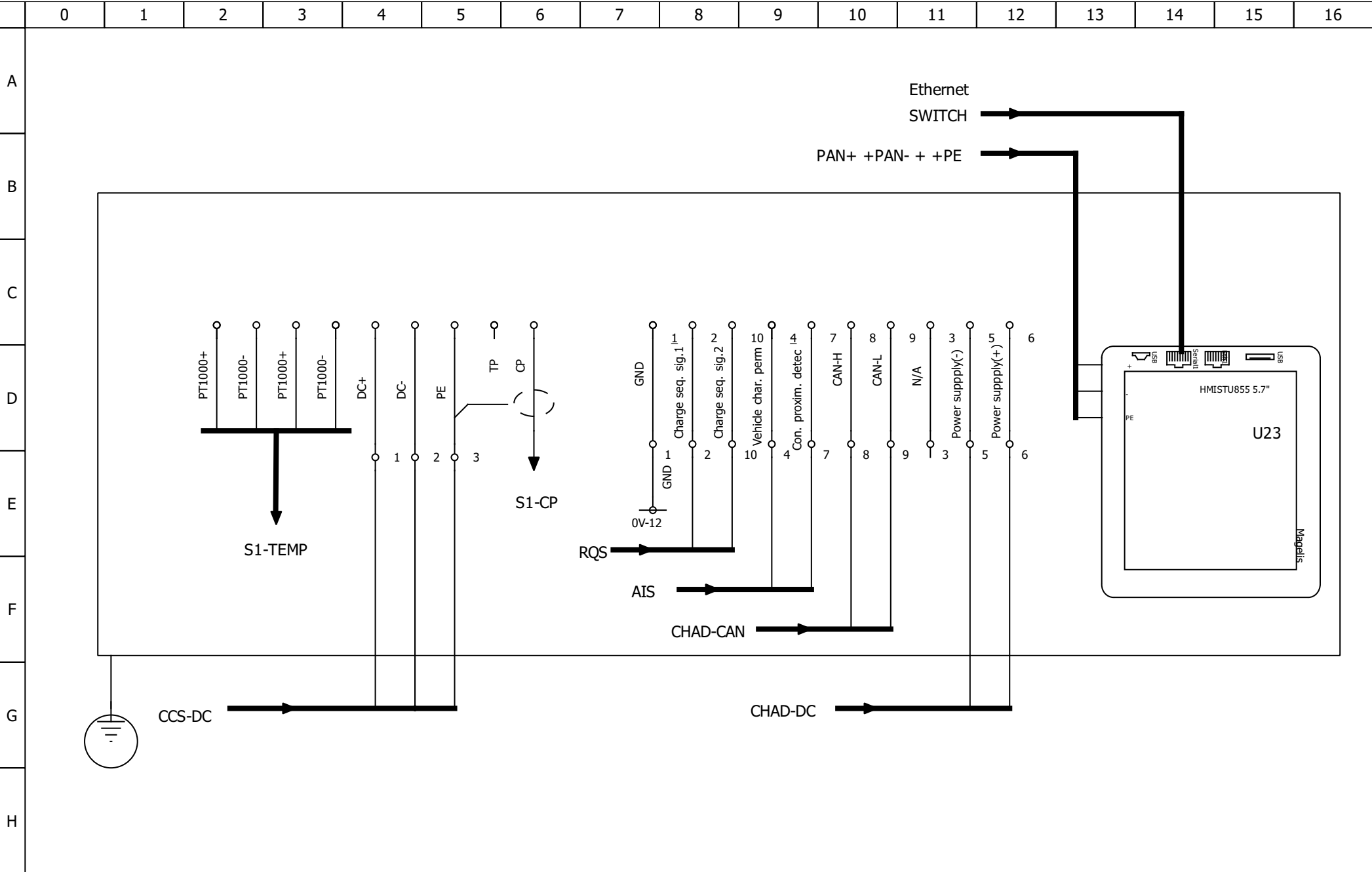




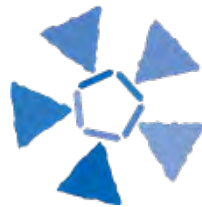












epic power

Epic Power Converters S.L.  
C/F Oeste Nave 93  
50.016 - Zaragoza  
España  
Tel. +34 976 249 580

Estos esquemáticos estan protegidos por derechos de autor  
Modificaciones permitidas sólo por Epic Power Converters S.L.

**Cliente:** Epic Power Converters S.L.  
**Descripción:** Documentación  
**Proyecto:** Poste exterior de carga vehículo eléctrico  
**Esquemático:**  
**Revisión:**

**Código colores cableado**

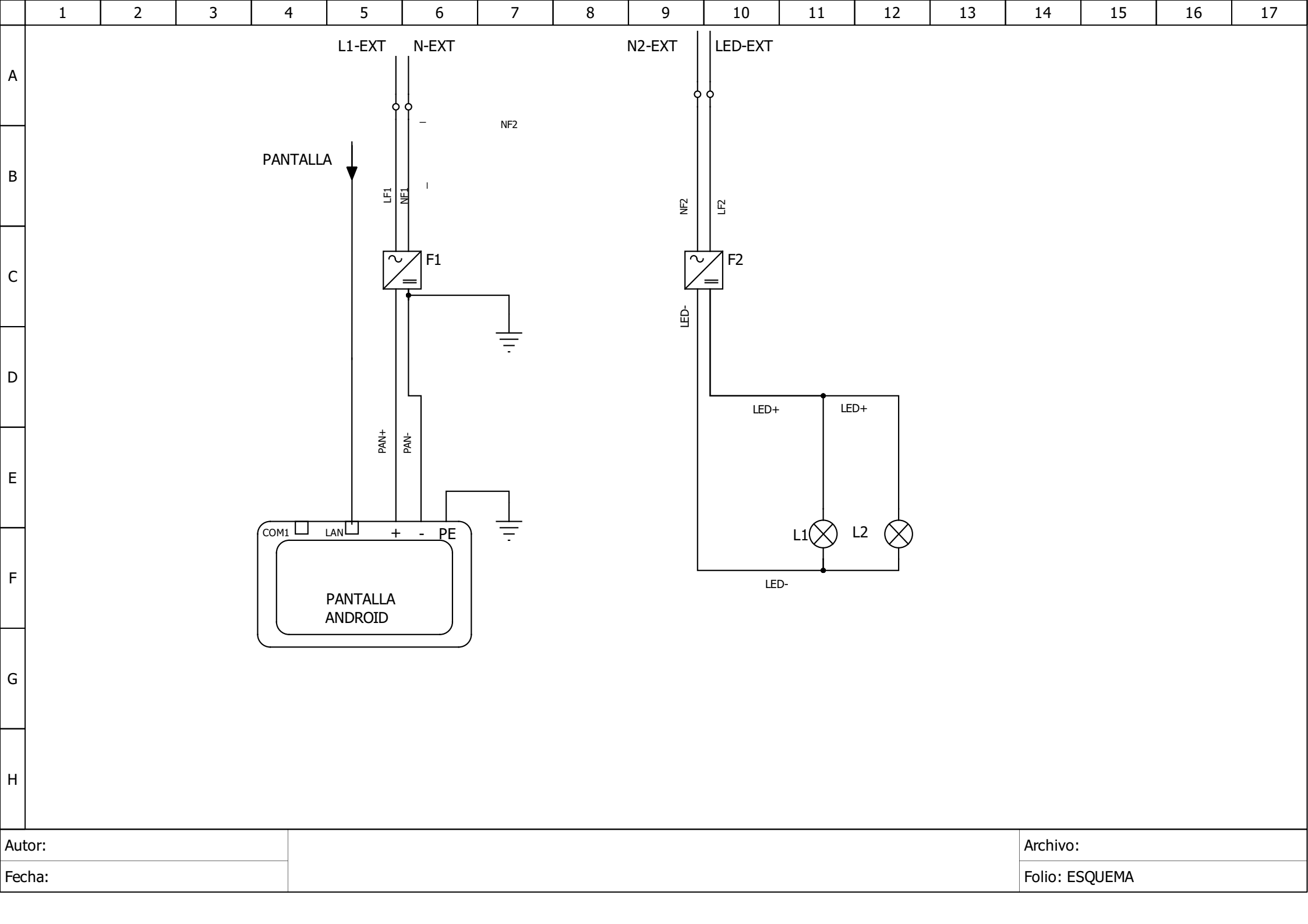
Positivo: Rojo  
Negativo: Negro  
Control Negro  
PE Amarillo/Verde

**Especificaciones eléctricas**

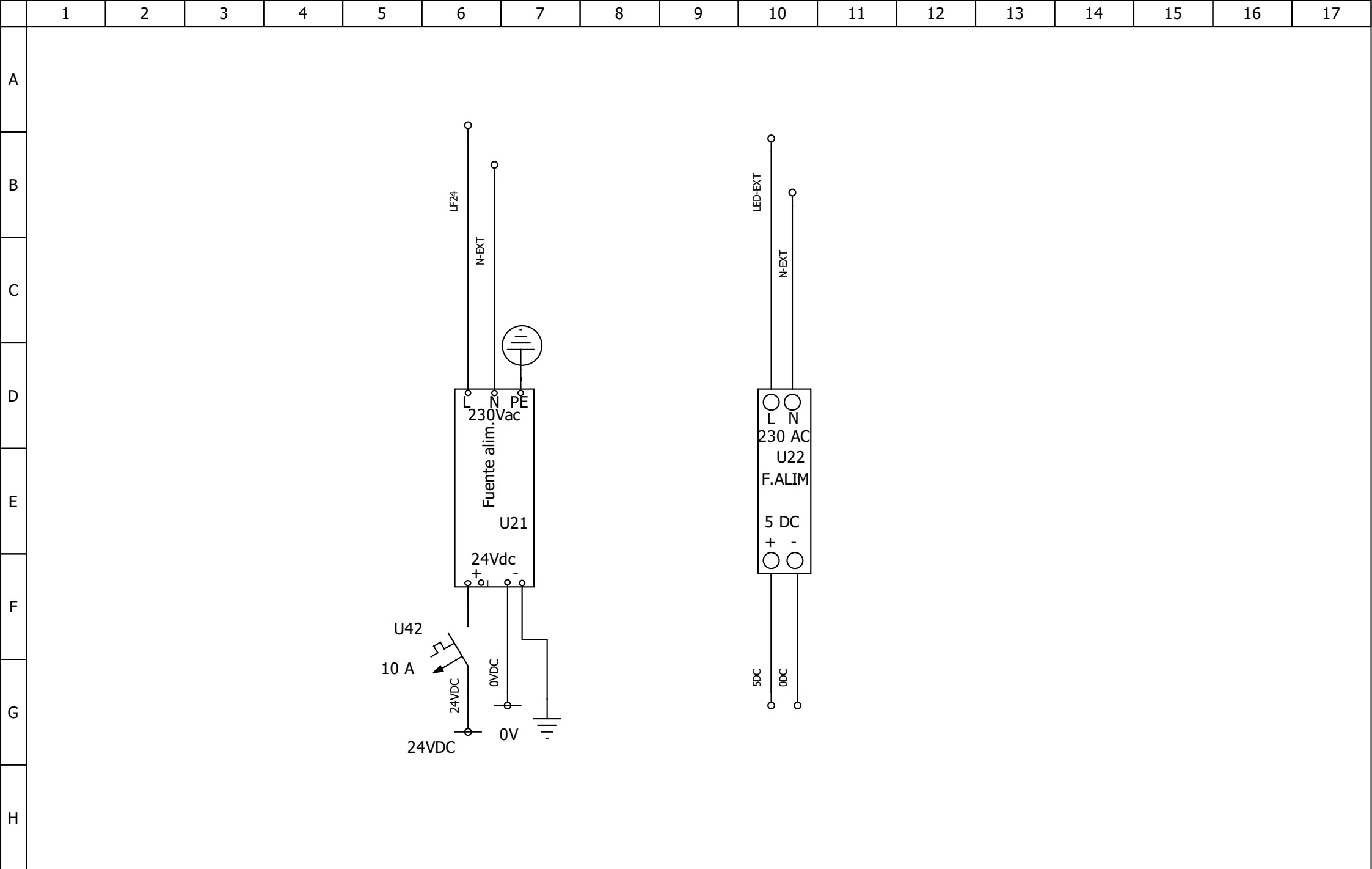
**Especificaciones cableado**





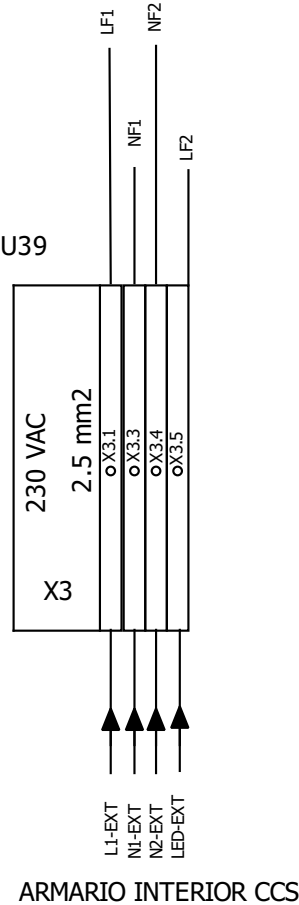
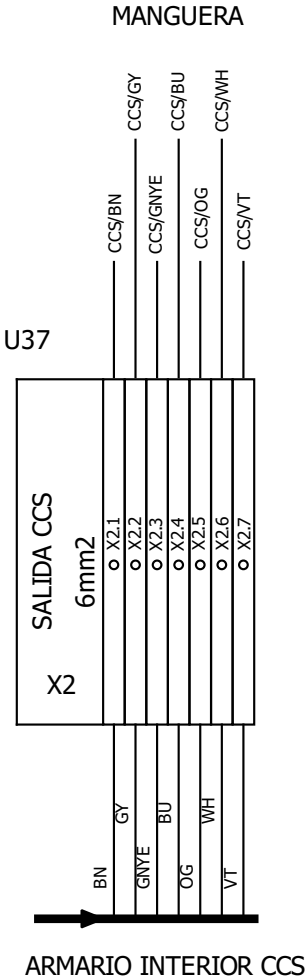
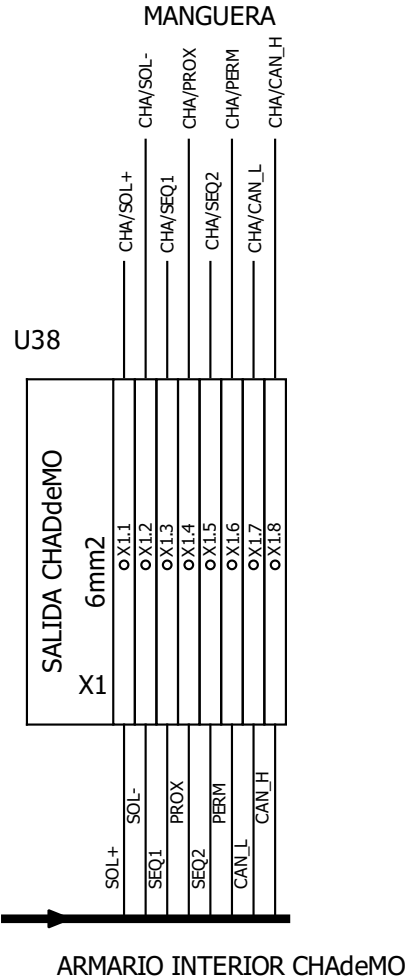




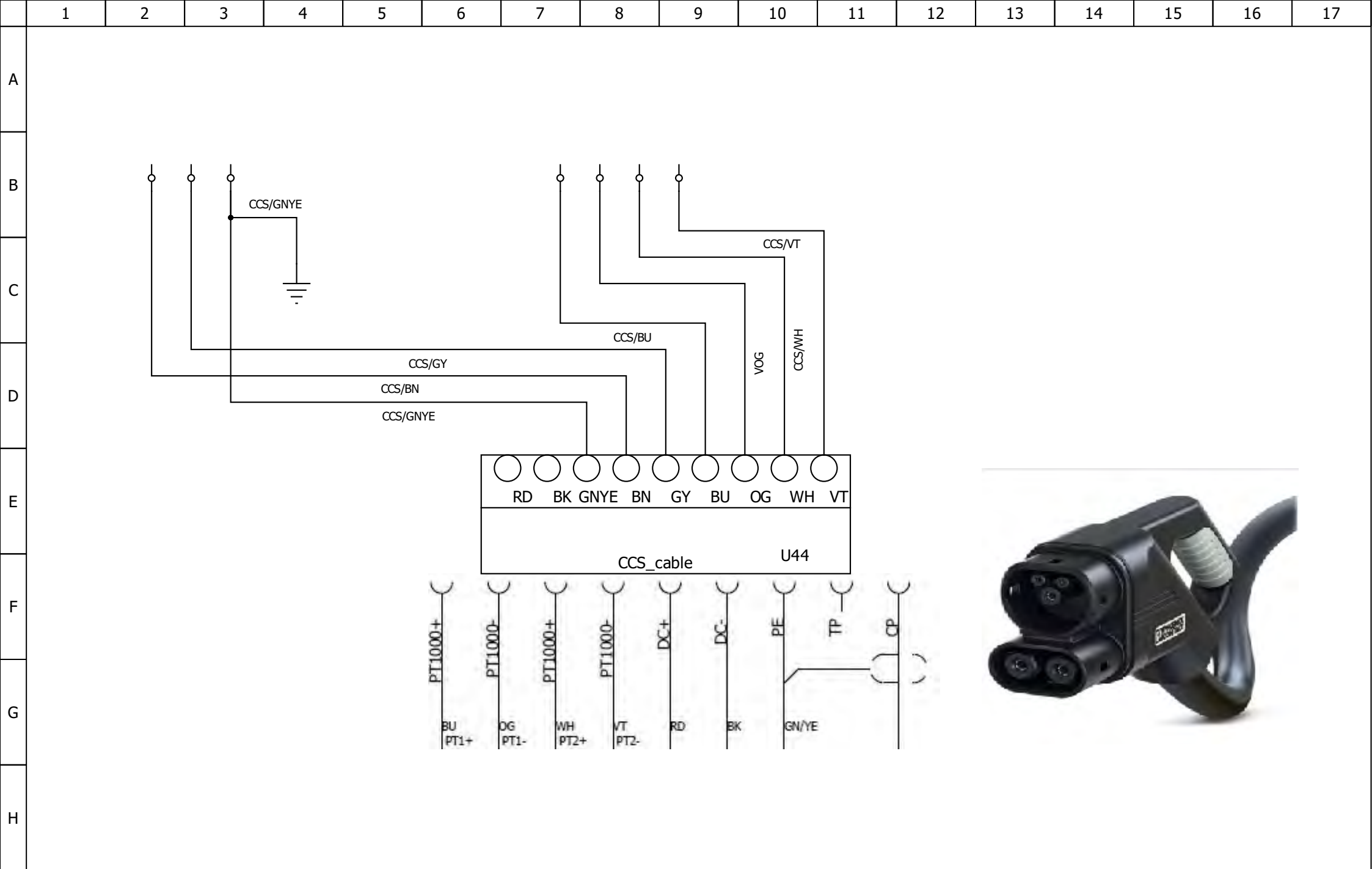




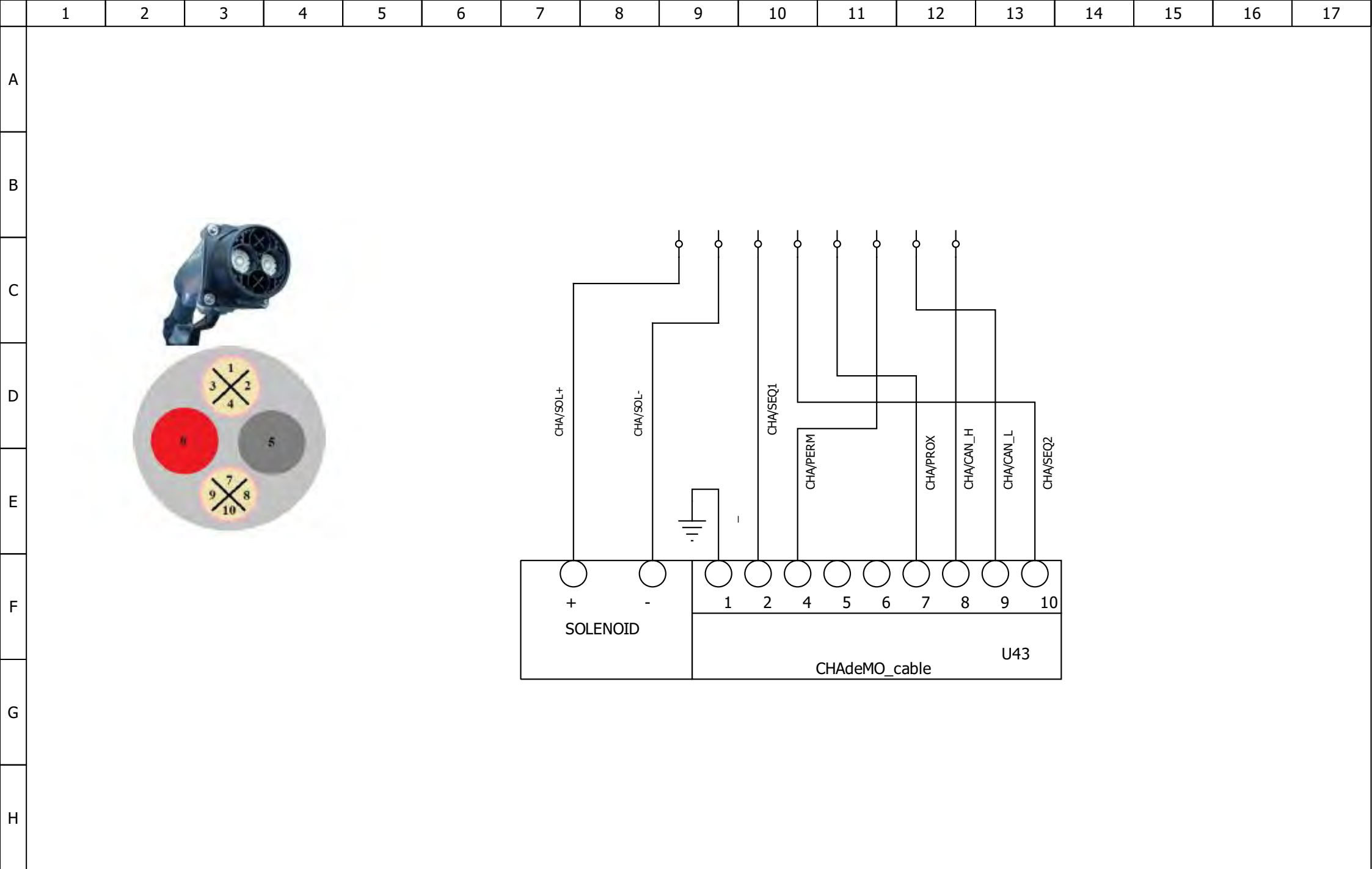
|        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14             | 15 | 16 | 17 |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----------------|----|----|----|
| A      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |                |    |    |    |
| B      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |                |    |    |    |
| C      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |                |    |    |    |
| D      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |                |    |    |    |
| E      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |                |    |    |    |
| F      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |                |    |    |    |
| G      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |                |    |    |    |
| H      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |                |    |    |    |
| Autor: |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | Archivo:       |    |    |    |
| Fecha: |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | Folio: BORNERO |    |    |    |



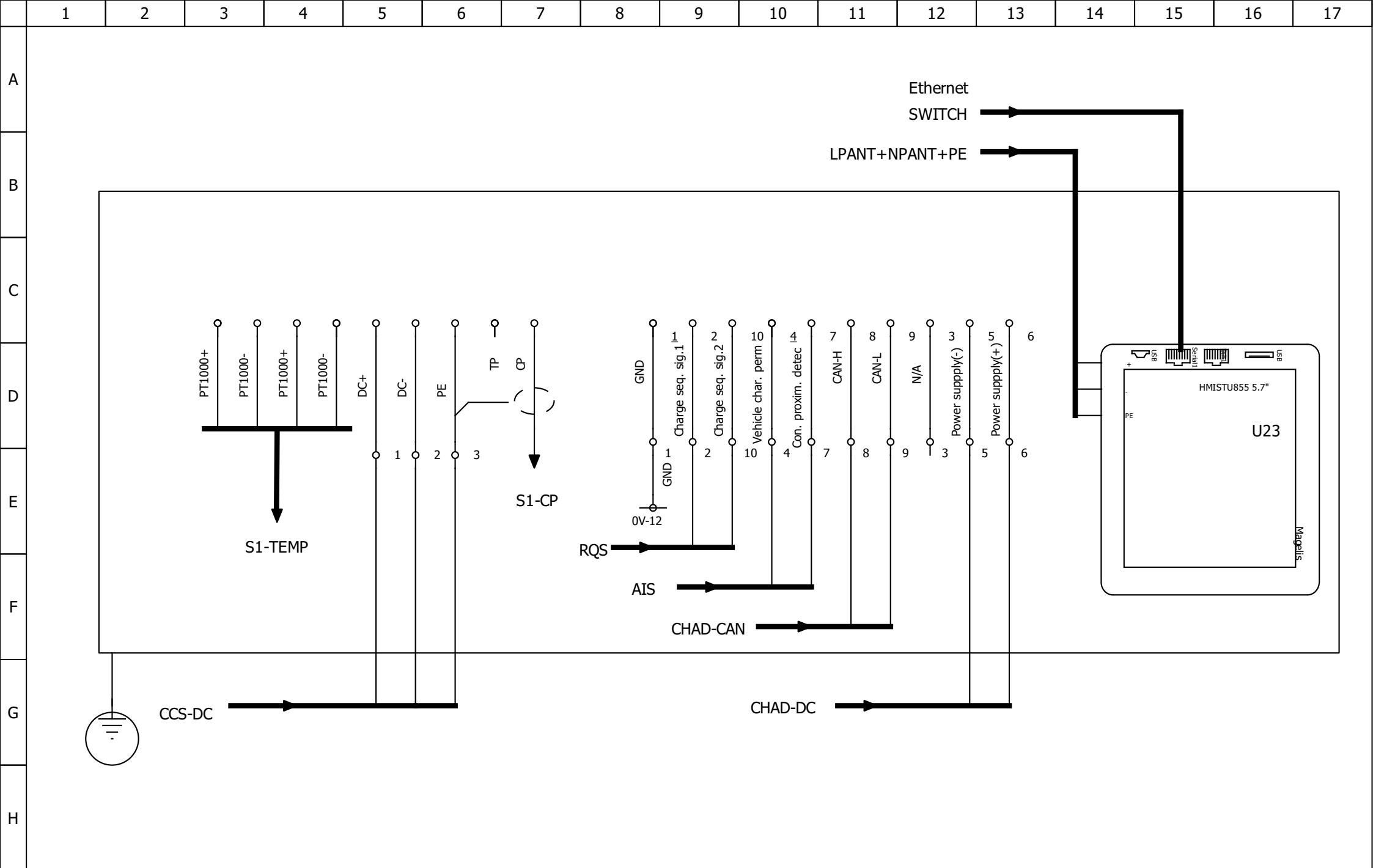















|            | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |                                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
|------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---------------------------------------|---------|---------|----|-------------------------------------|--|----|-----------|--|----|-----------|--|----|-----------|--|----|------------|--|----|--------|--|----|--------------------------------------|--|----|------------|--|----|---------------------|--|----|---------------------------------------|--|-----|-------------------------|--|-----|-------------------------|--|-----|-------------------------|--|-----|----------------|--|-----|----------------|--|-----|----------------|--|-----|------------------------------------|--|-----|--------------------|--|-----|-----------------|--|-----|--------------------|--|-----|-----------------|--|-----|----------------------------------|--|-----|-------------------------------------|--|-----|--------------------------|--|-----|------------------|--|-----|--------------------|--|-----|---------------------|--|-----|-----------------------------|--|-----|-----------------------------|--|-----|-----------------------------|--|
| A          | <table><tr><th>REFERENCIA</th><th>NOMBRE</th><th>PÁGINAS</th></tr><tr><td>U0</td><td>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO ENTRADA 32 A</td><td></td></tr><tr><td>U1</td><td>EPC 8K #1</td><td></td></tr><tr><td>U2</td><td>EPC 8K #2</td><td></td></tr><tr><td>U3</td><td>EPC 8K #3</td><td></td></tr><tr><td>U4</td><td>EMC FILTER</td><td></td></tr><tr><td>U5</td><td>FILTRO</td><td></td></tr><tr><td>U6</td><td>VARIADOR DE FRECUENCIA YASKAWA D1000</td><td></td></tr><tr><td>U7</td><td>TERMOSTATO</td><td></td></tr><tr><td>U8</td><td>CONTACTOR TRIFÁSICO</td><td></td></tr><tr><td>U9</td><td>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 16A MONOFÁSICO</td><td></td></tr><tr><td>U10</td><td>RELÉ CORRIENTE CONTINUA</td><td></td></tr><tr><td>U11</td><td>RELÉ CORRIENTE CONTINUA</td><td></td></tr><tr><td>U12</td><td>RELÉ CORRIENTE CONTINUA</td><td></td></tr><tr><td>U13</td><td>2 FUSIBLES 15A</td><td></td></tr><tr><td>U14</td><td>2 FUSIBLES 15A</td><td></td></tr><tr><td>U15</td><td>2 FUSIBLES 15A</td><td></td></tr><tr><td>U16</td><td>MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPIC POWER</td><td></td></tr><tr><td>U17</td><td>BENDER isoCHA425HV</td><td></td></tr><tr><td>U18</td><td>BENDER AGH420-1</td><td></td></tr><tr><td>U19</td><td>BENDER isoCHA425HV</td><td></td></tr><tr><td>U20</td><td>BENDER AGH420-1</td><td></td></tr><tr><td>U21</td><td>FUENTE ALIMENTACIÓN 230VAC-24VDC</td><td></td></tr><tr><td>U22</td><td>FUENTE DE ALIMENTACIÓN 230 VAC-5VDC</td><td></td></tr><tr><td>U23</td><td>PANTALLA TACTIL ETHERNET</td><td></td></tr><tr><td>U24</td><td>ADVANTICS MCP-25</td><td></td></tr><tr><td>U25</td><td>LOGO 8 24VDC-RELAY</td><td></td></tr><tr><td>U26</td><td>REPARTIDOR ETHERNET</td><td></td></tr><tr><td>U27</td><td>MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPC</td><td></td></tr><tr><td>U28</td><td>MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPC</td><td></td></tr><tr><td>U29</td><td>MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPC</td><td></td></tr></table> |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | REFERENCIA                            | NOMBRE  | PÁGINAS | U0 | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO ENTRADA 32 A |  | U1 | EPC 8K #1 |  | U2 | EPC 8K #2 |  | U3 | EPC 8K #3 |  | U4 | EMC FILTER |  | U5 | FILTRO |  | U6 | VARIADOR DE FRECUENCIA YASKAWA D1000 |  | U7 | TERMOSTATO |  | U8 | CONTACTOR TRIFÁSICO |  | U9 | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 16A MONOFÁSICO |  | U10 | RELÉ CORRIENTE CONTINUA |  | U11 | RELÉ CORRIENTE CONTINUA |  | U12 | RELÉ CORRIENTE CONTINUA |  | U13 | 2 FUSIBLES 15A |  | U14 | 2 FUSIBLES 15A |  | U15 | 2 FUSIBLES 15A |  | U16 | MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPIC POWER |  | U17 | BENDER isoCHA425HV |  | U18 | BENDER AGH420-1 |  | U19 | BENDER isoCHA425HV |  | U20 | BENDER AGH420-1 |  | U21 | FUENTE ALIMENTACIÓN 230VAC-24VDC |  | U22 | FUENTE DE ALIMENTACIÓN 230 VAC-5VDC |  | U23 | PANTALLA TACTIL ETHERNET |  | U24 | ADVANTICS MCP-25 |  | U25 | LOGO 8 24VDC-RELAY |  | U26 | REPARTIDOR ETHERNET |  | U27 | MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPC |  | U28 | MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPC |  | U29 | MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPC |  |
| REFERENCIA |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | NOMBRE                                | PÁGINAS |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U0         |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO ENTRADA 32 A   |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U1         |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | EPC 8K #1                             |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U2         |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | EPC 8K #2                             |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U3         |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | EPC 8K #3                             |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U4         |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | EMC FILTER                            |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U5         |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | FILTRO                                |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U6         |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | VARIADOR DE FRECUENCIA YASKAWA D1000  |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U7         |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | TERMOSTATO                            |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U8         |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | CONTACTOR TRIFÁSICO                   |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U9         |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 16A MONOFÁSICO |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U10        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | RELÉ CORRIENTE CONTINUA               |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U11        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | RELÉ CORRIENTE CONTINUA               |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U12        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | RELÉ CORRIENTE CONTINUA               |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U13        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 2 FUSIBLES 15A                        |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U14        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 2 FUSIBLES 15A                        |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U15        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 2 FUSIBLES 15A                        |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U16        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPIC POWER    |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U17        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | BENDER isoCHA425HV                    |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U18        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | BENDER AGH420-1                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U19        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | BENDER isoCHA425HV                    |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U20        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | BENDER AGH420-1                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U21        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | FUENTE ALIMENTACIÓN 230VAC-24VDC      |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U22        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | FUENTE DE ALIMENTACIÓN 230 VAC-5VDC   |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U23        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | PANTALLA TACTIL ETHERNET              |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U24        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | ADVANTICS MCP-25                      |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U25        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | LOGO 8 24VDC-RELAY                    |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U26        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | REPARTIDOR ETHERNET                   |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U27        |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPC           |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U28        | MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPC  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |                                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| U29        | MOCHILA DE COMUNICACIÓN EPC  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |                                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| B          |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |                                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| C          |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |                                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| D          |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |                                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| E          |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |                                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| F          |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |                                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| G          |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |                                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| H          |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |                                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| I          |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |                                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| J          |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |                                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| K          |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |                                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |
| L          |  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |                                       |         |         |    |                                     |  |    |           |  |    |           |  |    |           |  |    |            |  |    |        |  |    |                                      |  |    |            |  |    |                     |  |    |                                       |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                         |  |     |                |  |     |                |  |     |                |  |     |                                    |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                    |  |     |                 |  |     |                                  |  |     |                                     |  |     |                          |  |     |                  |  |     |                    |  |     |                     |  |     |                             |  |     |                             |  |     |                             |  |



epic power

Autor: L.LÓPEZ/P.JULIÁN

Fecha:

Archivo: ESQUEMA POSTE EXTERIOR 1

Folio: 8/9







## ANEXO 2

---



# Manual de Uso

## Prototipo Electrolinera V2G







---

Manual de uso

# Prototipo electrolinera V2G

---



Version 1.00 es

Noviembre 2021

Epic Power Converters S.L.





## 1. PRÓLOGO

Versión del documento: 1.00

Idioma: Español

Fecha: Noviembre 2021

### 1.1. SOBRE ESTE MANUAL

Este manual está protegido por los derechos de autor a Epic Power Converters S.L. Todos los derechos reservados.

Este manual está sujeto a modificaciones sin previo aviso.

Este manual le ofrece la información necesaria acerca del manejo del prototipo de electrolinera V2G.

Si tiene alguna duda respecto a algún procedimiento, póngase en contacto inmediatamente con el equipo de soporte de Epic Power Converters.





# Índice

---

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| <b>1. PRÓLOGO.....</b>           | <b>4</b> |
| 1.1. SOBRE ESTE MANUAL.....      | 4        |
| <b>3. INTRODUCCIÓN.....</b>      | <b>6</b> |
| <b>4. POSTE DE CARGA.....</b>    | <b>6</b> |
| <b>5. PUESTA EN MARCHA .....</b> | <b>7</b> |



### 3. INTRODUCCIÓN

La electrolinera V2G objeto del presente manual, es un prototipo de cargador/descargador de vehículo eléctrico con doble manguera y doble protocolo: CCS y CHAdeMO.

El propósito de la misma, es el de demostrar la posibilidad de cargar y descargar el vehículo eléctrico de una forma sencilla mediante el uso de un convertidor de potencia continua-continua diseñado específicamente para tal fin.

Además, esta electrolinera dispone de una Inteligencia Artificial la cual puede predecir, entre otras cosas, consumos futuros de la instalación con el fin de adecuar y modular la carga/descarga del vehículo.

### 4. POSTE DE CARGA

El poste de carga exterior posee dos mangueras de conexión, la de la izquierda corresponde al protocolo CCS y la de la derecha al CHAdeMO. Deberá conectar al vehículo la que sea compatible con el mismo.



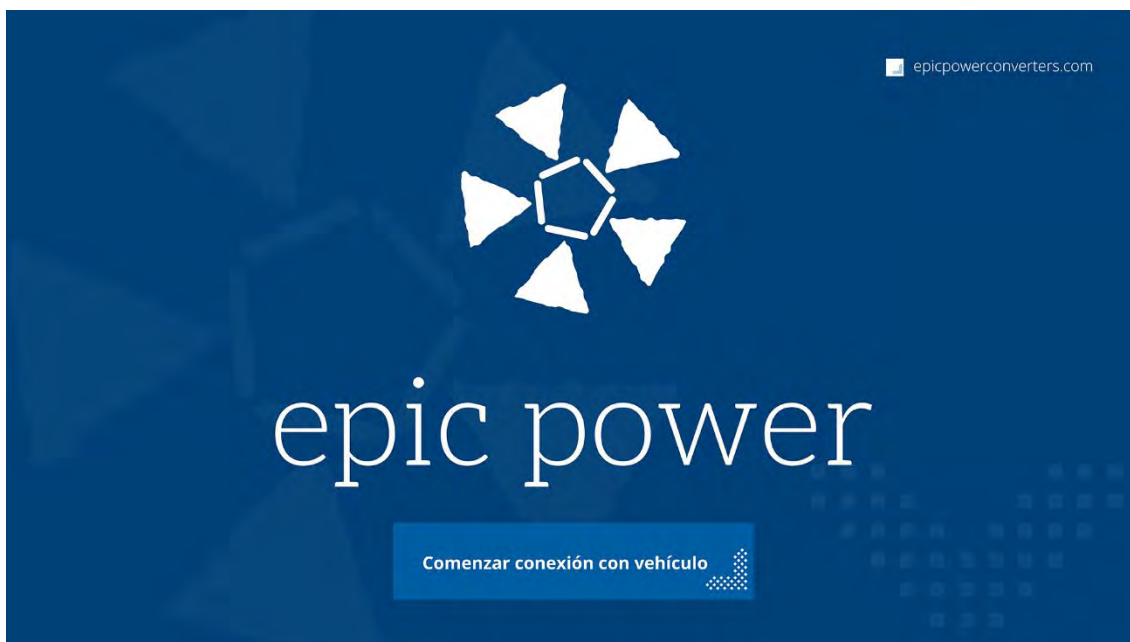
Ambos elementos estarán unidos por una zanja con tubos diferenciados para potencia y control (según normativa vigente y proyecto asociado).





## 5. PUESTA EN MARCHA

Desde la pantalla principal, se debe poner en marcha el sistema pulsando sobre **“Comenzar conexión con vehículo”**

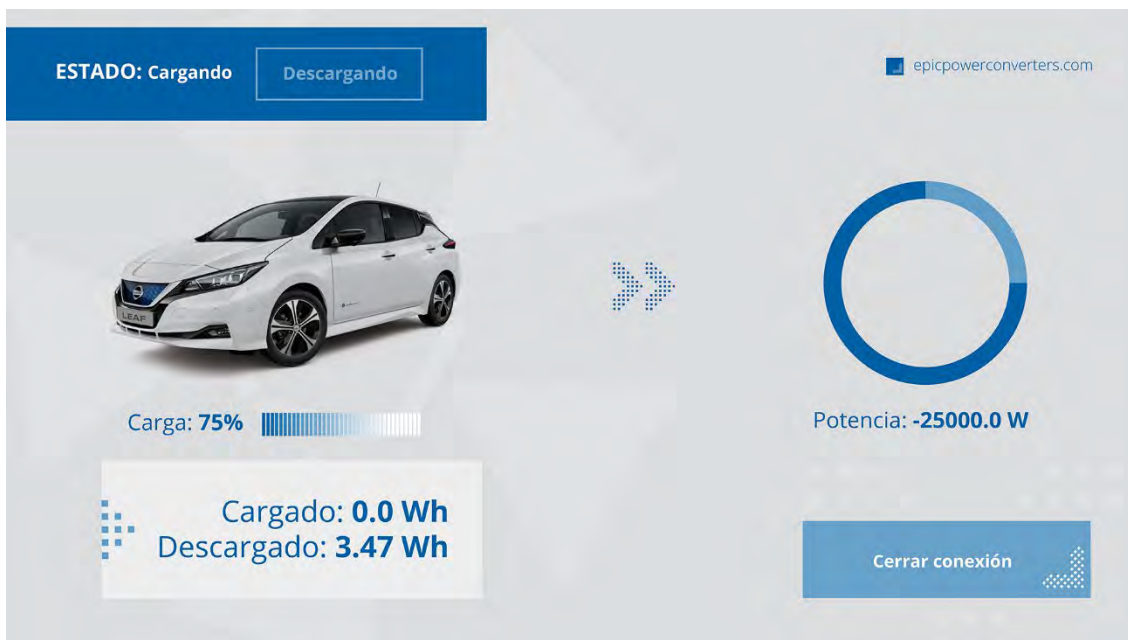




A continuación, seleccionar si quiere cargar CCS, CHAdeMO o ambos para inicializar la carga/descarga del vehículo y pulsar sobre **“Iniciar conexión con el vehículo”**



La pantalla mostrará la información del estado de carga/descarga del vehículo.



Para finalizar la carga/descarga, pulsar sobre **“Cerrar conexión”** y esperar a que el sistema libere el conector del vehículo.





epic power

---

## EPIC POWER CONVERTERS S.L.

C/F Oeste Nave 93 (Grupo Quejido)  
Polígono Malpica – 50.016 – Zaragoza  
+34 976 249 580  
[support@epicpower.es](mailto:support@epicpower.es)  
[www.epicpower.es](http://www.epicpower.es)

---



## ANEXO 3

---



Manual de Uso

# Prototipo Electrolinera V2G







---

Manual de uso

# Prototipo electrolinera V2G

---



Version 1.00 es

Noviembre 2021

Epic Power Converters S.L.





## 1. PRÓLOGO

Versión del documento: 1.00

Idioma: Español

Fecha: Noviembre 2021

### 1.1. SOBRE ESTE MANUAL

Este manual está protegido por los derechos de autor a Epic Power Converters S.L. Todos los derechos reservados.

Este manual está sujeto a modificaciones sin previo aviso.

Este manual le ofrece la información necesaria acerca del manejo del prototipo de electrolinera V2G.

Si tiene alguna duda respecto a algún procedimiento, póngase en contacto inmediatamente con el equipo de soporte de Epic Power Converters.





# Índice

---

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| <b>1. PRÓLOGO.....</b>           | <b>4</b> |
| 1.1. SOBRE ESTE MANUAL.....      | 4        |
| <b>3. INTRODUCCIÓN.....</b>      | <b>6</b> |
| <b>4. POSTE DE CARGA.....</b>    | <b>6</b> |
| <b>5. PUESTA EN MARCHA .....</b> | <b>7</b> |



### 3. INTRODUCCIÓN

La electrolinera V2G objeto del presente manual, es un prototipo de cargador/descargador de vehículo eléctrico con doble manguera y doble protocolo: CCS y CHAdeMO.

El propósito de la misma, es el de demostrar la posibilidad de cargar y descargar el vehículo eléctrico de una forma sencilla mediante el uso de un convertidor de potencia continua-continua diseñado específicamente para tal fin.

Además, esta electrolinera dispone de una Inteligencia Artificial la cual puede predecir, entre otras cosas, consumos futuros de la instalación con el fin de adecuar y modular la carga/descarga del vehículo.

### 4. POSTE DE CARGA

El poste de carga exterior posee dos mangueras de conexión, la de la izquierda corresponde al protocolo CCS y la de la derecha al CHAdeMO. Deberá conectar al vehículo la que sea compatible con el mismo.



Ambos elementos estarán unidos por una zanja con tubos diferenciados para potencia y control (según normativa vigente y proyecto asociado).





## 5. PUESTA EN MARCHA

Desde la pantalla principal, se debe poner en marcha el sistema pulsando sobre **“Comenzar conexión con vehículo”**





A continuación, seleccionar si quiere cargar CCS, CHAdeMO o ambos para inicializar la carga/descarga del vehículo y pulsar sobre **"Iniciar conexión con el vehículo"**



La pantalla mostrará la información del estado de carga/descarga del vehículo.







Para finalizar la carga/descarga, pulsar sobre **"Cerrar conexión"** y esperar a que el sistema libere el conector del vehículo.





epic power

---

## EPIC POWER CONVERTERS S.L.

C/F Oeste Nave 93 (Grupo Quejido)  
Polígono Malpica – 50.016 – Zaragoza  
+34 976 249 580  
[support@epicpower.es](mailto:support@epicpower.es)  
[www.epicpower.es](http://www.epicpower.es)

---



## **Entregable 11 versión 1.0**

### Resultados de test de compatibilidad

#### **Paquete de Trabajo 4**

Test de pruebas

Actividad A11 Test de compatibilidad

Enero 2022



## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se redacta lo requerido en el **Entregable 11** (Resultados de test de compatibilidad) del **Paquete de Trabajo 4** (Desarrollo hw, sw & fm) cuyo objetivo es el mostrar la compatibilidad del cargador V2G con los dos tipos de estándar CHAdeMO y CCS.

De manera más específica, los objetivos del entregable son los siguientes:

- Realizar una conexión con un vehículo CCS y CHAdeMO para verificar la comunicación

## 2. RESULTADOS DE PRUEBAS

### CONEXIÓN VEHÍCULO CHAdeMO



**FIG. 1 NISSAN LEAF CONECTADO AL POSTE DE CARGA**

Al conectar el vehículo, la controladora se queda pendiente de que el usuario pulse sobre iniciar carga/descarga (Fig. 2)



| TIMESTAMP | MESSAGE  |
|-----------|--|
| 157.502   | Advantics_Controller_Status(<br>State: Waiting_For_PEV<br>)  |
| 132.574   | Sequence_Control(<br>Start_Charge_Authorisation: Allowed,<br>CHAdeMO_Start_Button: Not_Pressed,<br>CCS_Authorisation_Done: Not_Done,<br>CCS_Authorisation_Valid: Invalid,<br>Charge_Parameters_Done: Not_Done,<br>User_Stop_Button: Not_Pressed<br>) |

**FIG. 2 COMUNICACIONES. PENDIENTE DE PULSAR BOTÓN DE INICIAR CARGA**

Una vez, que se pulsa el botón de comenzar la carga / descarga (descarga en el ejemplo), se inicializan todos los mensajes necesarios con el vehículo y se comienza a descargar a la corriente definida por la controladora (En este caso 2.6 Amperios)



| TIMESTAMP | MESSAGE  |
|-----------|--|
| 39.850    | Advantics_Controller_Status(<br>State: Charging<br>)   |
| 8.176     | Charge_Session_Finished(<br>State: Clean_Stop<br>)   |
| 14.194    | Charge_Status_Change(<br>Vehicle_Ready_for_Charging: Charge_Started<br>)   |
| 39.825    | Charging_Loop(<br>Target_Voltage: 410.0 Volts,<br>Target_Current: -120.0 Amps,<br>State_of_Charge: 78 %<br>)   |
| 8.126     | Emergency_Stop(<br>Origin: EVSE<br>)   |
| 13.921    | Insulation_Test(<br>Test_Voltage: 0.0 Volts<br>)   |
| 12.459    | New_Charge_Session(<br>Communication_Protocol: CHAdeMO_v1.0-v1.1-v1.2,<br>Plug_and_pins: CHAdeMO,<br>EV_Maximum_Voltage: 435.0 Volts,<br>EV_Maximum_Current: 0.0 Amps,<br>Battery_Capacity: 56 kWh,<br>State_of_Charge: 78 %<br>)            |
| 12.391    | Power_Modules_Limits(<br>Maximum_Voltage: 500.0 Volts,<br>Maximum_Current: -32.0 Amps,<br>Reserved: 0<br>)   |
| 39.737    | Power_Modules_Status(<br>Present_Voltage: 381.1 Volts,<br>Present_Current: -2.6 Amps,<br>Power_Modules_Temperature: 25 °C,<br>Enclosure_Temperature: 25 °C,<br>System_Enable: Allowed,<br>Insulation_Resistance: 256 kohms<br>)              |
| 14.186    | Precharge(<br>Target_Voltage: 0.0 Volts,<br>Maximum_Current: 0.0 Amps<br>)   |
| 12.392    | Sequence_Control(<br>Start_Charge_Authorisation: Allowed,<br>CHAdeMO_Start_Button: Pressed,<br>CCS_Authorisation_Done: Not_Done,<br>CCS_Authorisation_Valid: Invalid,<br>Charge_Parameters_Done: Done,<br>User_Stop_Button: Not_Pressed<br>) |

FIG. 3 COMUNICACIONES. DESCARGA V2G EN FUNCIONAMIENTO A 2,6 AMP



## CONEXIÓN VEHÍCULO CCS

---



**FIG. 4 PEUGEOT E-208 CONECTADO AL POSTE DE CARGA**

Al conectar el vehículo durante las pruebas, la autenticación CCS se ha deshabilitado por lo que la controladora realiza todas las negociaciones necesarias con el vehículo y comienza a cargarlo según sus requerimientos (Fig. 2)



```

4. 192.168.20.3
Re-attach Fullscreen Stay on top Duplicate Hide toolbar Close
Received: 1386, Discarded: 421, Errors: 0
TIMESTAMP MESSAGE
58.003 ADM_CS_SECC_Inputs(
    Digital_Input1: 0,
    Digital_Input2: 0,
    Digital_Input3: 0,
    Digital_Input4: 0,
    Reserved: 0,
    CPU_Temperature: -46 °C,
    Pistol_PTC1: 42 °C,
    Pistol_PTC2: 42 °C
)
58.523 Advantics_Controller_Status(
    State: Charging
)
10.434 Charge_Session_Finished(
    State: Clean_Stop
)
37.294 Charge_Status_Change(
    Vehicle_Ready_for_Charging: Charge_Started
)
58.524 Charging_Loop(
    Target_Voltage: 453.0 Volts,
    Target_Current: 10.0 Amps,
    State_of_Charge: 90 %
)
34.072 Insulation_Test(
    Test_Voltage: 0.0 Volts
)
31.841 New_Charge_Session(
    Communication_Protocol: CCS_DIN_70121_2012_v2,
    Plug_and_pins: CCS_DC_Extended,
    EV_Maximum_Voltage: 480.0 Volts,
    EV_Maximum_Current: 250.0 Amps,
    Battery_Capacity: 50 kWh,
    State_of_Charge: 89 %
)
31.763 Power_Modules_Limits(
    Maximum_Voltage: 500.0 Volts,
    Maximum_Current: 10.0 Amps,
    Reserved: 0
)
58.499 Power_Modules_Status(
    Present_Voltage: 438.20000000000005 Volts,
    Present_Current: 10.0 Amps,
    Power_Modules_Temperature: 25 °C,
    Enclosure_Temperature: 25 °C,
    System_Enable: Allowed,
    Insulation_Resistance: 256 kohms
)
37.283 Precharge(
    Target_Voltage: 436.0 Volts,
    Maximum_Current: 0.0 Amps
)
31.767 Sequence_Control(
    Start_Charge_Authorisation: Allowed,
    CHADEMO_Start_Button: Pressed,
    CCS_Authorisation_Done: Done,
    CCS_Authorisation_Valid: Valid,
    Charge_Parameters_Done: Done,
    User_Stop_Button: Not_Pressed
)

```

FIG. 5 VEHÍCULO CCS CARGANDO A 10 AH



### 3. CONCLUSIONES

Se puede concluir que se ha implementado correctamente la comunicación con ambos protocolos, CCS y CHAdeMO.

Además, en el protocolo CHAdeMO se ha verificado el funcionamiento tanto en modo carga como descarga, siendo los resultados satisfactorios.

Quedará pendiente la implementación de la descarga del protocolo CCS, que se desarrollará tan pronto como se publique el estándar del mismo (el cual está en desarrollo).



## **Entregable 12 versión 1.0**

### Resultados test de carga rápida

#### **Paquete de Trabajo 4**

Test de pruebas

Actividad A11 Test de compatibilidad

Febrero 2022



## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se redacta lo requerido en el **Entregable 12** (Resultados de test de carga rápida) del **Paquete de Trabajo 4** (Desarrollo hw, sw & fm) cuyo objetivo es el mostrar la compatibilidad del cargador V2G en modo carga rápida.

De manera más específica, los objetivos del entregable son los siguientes:

- Realizar una conexión con un vehículo CCS y realizar una carga de 20 A
- Realizar una conexión con un vehículo CHAdeMO y realizar una carga y descarga de 20 A.

## 2. RESULTADOS DE PRUEBAS

### CONEXIÓN VEHÍCULO CCS

---



**FIG. 1 PEUGEOT E-208 (CCS) CONECTADO AL POSTE DE CARGA**

El estado inicial una vez conectado el vehículo, tenía un estado de carga (SOC) del 91% como se puede ver en el mensaje Charging\_Loop de la Fig. 2. Se puede observar además, que el mensaje Power Modules Status indica una carga de 20 Amp a 439,4 V de tensión de batería; esto es, aproximadamente 8,8 kW.







```

Received: 51352, Discarded: 17817, Errors: 0
11:53:20.750 [INFO]
1280.655 ADM_CS_SECC_Input{
    Digital_Input1: 0,
    Digital_Input2: 0,
    Digital_Input3: 0,
    Digital_Input4: 0,
    Reserved: 0,
    CPU_Temperature: 40 °C,
    Pistol_PTC1: 44 °C,
    Pistol_PTC2: 44 °C
}
1281.083 Advantics_Controller_Status{
    State: Charging
}
2.863 Charge_Session_Finished{
    State: Clean_Stop
}
37.062 Charge_Status_Change{
    Vehicle_Ready_for_Charging: Charge_Started
}
1281.005 Charging_Loop{
    Target_Voltage: 453.0 Volts,
    Target_Current: 3.0 Amps,
    State_of_Charge: 100 %
}
34.540 Insulation_Test{
    Test_Voltage: 0.0 Volts
}
32.250 New_Charge_Session{
    Communication_Protocol: CCS_DIN_70121_2012_v2,
    Plug_and_pump: CCS_DC_Extended,
    EV_Maximum_Voltage: 480.0 Volts,
    EV_Maximum_Current: 250.0 Amps,
    Battery_Capacity: 50 kWh,
    State_of_Charge: 91 %
}
32.192 Power_Modules_Limits{
    Maximum_Voltage: 500.0 Volts,
    Maximum_Current: 20.0 Amps,
    Reserved: 0
}
1281.015 Power_Modules_Status{
    Present_Voltage: 441.90000000000003 Volts,
    Present_Current: 3.0 Amps,
    Power_Modules_Temperature: 25 °C,
    Enclosure_Temperature: 25 °C,
    System_Enable: Allowed,
    Insulation_Resistance: 256 kohms
}
37.880 Precharge{
    Target_Voltage: 437.0 Volts,
    Maximum_Current: 0.0 Amps
}
32.194 Sequence_Control{
    Start_Charge_Authorisation: Allowed,
    CHADEMO_Start_Button: Pressed,
    CCS_Authorisation_Done: Done,
    CCS_Authorisation_Valid: Valid,
    Charge_Parameters_Done: Done,
    User_Stop_Button: Not_Pressed
}
1: Quit, 2: Filter, 0: Play/Pause, r: Reset

```

FIG. 3 CCS CARGA RÁPIDA COMPLETA





**FIG. 4 NISSAN LEAF CONECTADO AL POSTE DE CARGA**

El estado inicial una vez conectado el vehículo, tenía un estado de carga (SOC) del 61% como se puede ver en el mensaje Charging\_Loop de la Fig. 5. Se puede observar además, que el mensaje Power Modules Status indica una carga de 20 Amp a 365,4 V de tensión de batería; esto es, aproximadamente 7,3 kW.



```

received: 10929, Discarded: 7280, Errors: 0
TIMESTAMP MESSAGE
337.925 Advantics_Controller_Status(
    State: Charging
)
319.016 Charge_Status_Change(
    Vehicle_Ready_for_Charging: Charge_Started
)
337.914 Charging_Loop(
    Target_Voltage: 410.0 Volts,
    Target_Current: -20.0 Amps,
    State_of_Charge: 61 %
)
318.633 Insulation_Test(
    Test_Voltage: 0.0 Volts
)
317.343 New_Charge_Session(
    Communication_Protocol: CHAdeMO_v1.0-v1.1-v1.2,
    Plug_and_play: CHAdeMO,
    EV_Maximum_Voltage: 435.0 Volts,
    EV_Maximum_Current: 0.0 Amps,
    Battery_Capacity: 56 kWh,
    State_of_Charge: 61 %
)
317.229 Power_Modules_Limits(
    Maximum_Voltage: 500.0 Volts,
    Maximum_Current: 20.0 Amps,
    Reserved: 0
)
337.933 Power_Modules_Status(
    Present_Voltage: 365.40000000000003 Volts,
    Present_Current: 20.0 Amps,
    Power_Modules_Temperature: 25 °C,
    Enclosure_Temperature: 25 °C,
    System_Enable: Allowed,
    Insulation_Resistance: 256 kOhms
)
319.015 Precharge(
    Target_Voltage: 0.0 Volts,
    Maximum_Current: 0.0 Amps
)
317.232 Sequence_Control(
    Start_Charge_Authorisation: Allowed,
    CHAdeMO_Start_Button: Pressed,
    CCS_Authorisation_Done: Not_Done,
    CCS_Authorisation_Valid: Invalid,
    Charge_Parameters_Done: Done,
    User_Stop_Button: Not_Pressed
)

```

**FIG. 5 VEHÍCULO CHAdeMO CARGANDO A 20 AH**

Tras aproximadamente 12 minutos, el estado de carga del vehículo subió al 63%, como se puede observar en la Fig. 6



```

Received: 55114, Discarded: 30469, Errors: 0
TIMESTAMP MESSAGE
1125.961 Advantics_Controller_Status(
        State: Charging
    )
319.016 Charge_Status_Change(
        Vehicle_Ready_for_Charging: Charge_Started
    )
1125.923 Charging_Loop(
        Target_Voltage: 410.0 Volts,
        Target_Current: -20.0 Amps,
        State_of_Charge: 63 %
    )
318.633 Insulation_Test(
        Test_Voltage: 0.0 Volts
    )
317.343 New_Charge_Session(
        Communication_Protocol: CHAdeMO_v1.0-v1.1-v1.2,
        Plug_and_pins: CHAdeMO,
        EV_Maximum_Voltage: 435.0 Volts,
        EV_Maximum_Current: 0.0 Amps,
        Battery_Capacity: 56 kWh,
        State_of_Charge: 61 %
    )
317.229 Power_Modules_Limits(
        Maximum_Voltage: 500.0 Volts,
        Maximum_Current: 20.0 Amps,
        Reserved: 0
    )
1125.865 Power_Modules_Status(
        Present_Voltage: 370.3 Volts,
        Present_Current: 20.0 Amps,
        Power_Modules_Temperature: 25 °C,
        Enclosure_Temperature: 25 °C,
        System_Enable: Allowed,
        Insulation_Resistance: 256 kOhms
    )
319.015 Precharge(
        Target_Voltage: 0.0 Volts,
        Maximum_Current: 0.0 Amps
    )
317.232 Sequence_Control(
        Start_Charge_Authorisation: Allowed,
        CHAdeMO_Start_Button: Pressed,
        CCS_Authorisation_Done: Not_Done,
        CCS_Authorisation_Valid: Invalid,
        Charge_Parameters_Done: Done,
        User_Stop_Button: Not_Pressed
    )

```

**FIG. 6 VEHÍCULO CHADEMO CARGANDO A 20 AH TRAS 12 MINUTOS**

Tras la prueba de carga rápida, se procede a realizar una descarga rápida limitando la potencia de los convertidores a 10 kW (la corriente de descarga se ajusta automáticamente a la tensión de las baterías del vehículo). Se observa que el estado de carga de la batería inicial es del 63% en la Fig. 7.



```

8. 192.168.20.3
Re-attach Fullscreen Stay on top Duplicate
Received: 5097, Discarded: 3187, Errors: 0
TIMESTAMP MESSAGE
141.741 Advantics_Controller_Status(
    State: Charging
)
123.244 Charge_Status_Change(
    Vehicle_Ready_for_Charging: Charge_Started
)
141.842 Charging_Loop(
    Target_Voltage: 410.0 Volts,
    Target_Current: -40.0 Amps,
    State_of_Charge: 63 %
)
122.802 Insulation_Test(
    Test_Voltage: 0.0 Volts
)
141.748 New_Charge_Session(
    Communication_Protocol: CHAdeMO_v1.0-v1.1-v1.2,
    Plug_and_pins: CHAdeMO,
    EV_Maximum_Voltage: 435.0 Volts,
    EV_Maximum_Current: 0.0 Amps,
    Battery_Capacity: 56 kWh,
    State_of_Charge: 63 %
)
121.232 Power_Modules_Limits(
    Maximum_Voltage: 500.0 Volts,
    Maximum_Current: -32.0 Amps,
    Reserved: 0
)
141.828 Power_Modules_Status(
    Present_Voltage: 366.1 Volts,
    Present_Current: -27.3 Amps,
    Power_Modules_Temperature: 25 °C,
    Enclosure_Temperature: 25 °C,
    System_Enable: Allowed,
    Insulation_Resistance: 256 kOhms
)
123.242 Precharge(
    Target_Voltage: 0.0 Volts,
    Maximum_Current: 0.0 Amps
)
121.234 Sequence_Control(
    Start_Charge_Authorisation: Allowed,
    CHAdeMO_Start_Button: Pressed,
    CCS_Authorisation_Done: Not_Done,
    CCS_Authorisation_Valid: Invalid,
    Charge_Parameters_Done: Done,
    User_Stop_Button: Not_Pressed
)
q: Quit, f: Filter, p: Play/Pause, r: Reset

```

FIG. 7 VEHÍCULO CHAdeMO DESCARGANDO A 10 kWh. INICIO DE CONEXIÓN

Tras aproximadamente 6 minutos, el vehículo se ha descargado al 61% (Ver Fig. 8).



```

8.192.168.20.3
Re-attach Fullscreen Stay on top Duplicate
Received: 21954, Discarded: 10245, Errors: 0
TIMESTAMP MESSAGE
416.072 Advantics_Controller_Status(
        State: Charging
    )
123.244 Charge_Status_Change(
        Vehicle_Ready_for_Charging: Charge_Started
    )
416.076 Charging_Loop(
        Target_Voltage: 410.0 Volts,
        Target_Current: -40.0 Amps,
        State_of_Charge: 61 %
    )
122.802 Insulation_Test(
        Test_Voltage: 0.0 Volts
    )
416.098 New_Charge_Session(
        Communication_Protocol: CHAdeMO_v1.0-v1.1-v1.2,
        Plug_and_pins: CHAdeMO,
        EV_Maximum_Voltage: 435.0 Volts,
        EV_Maximum_Current: 0.0 Amps,
        Battery_Capacity: 56 kWh,
        State_of_Charge: 63 %
    )
121.232 Power_Modules_Limits(
        Maximum_Voltage: 500.0 Volts,
        Maximum_Current: -32.0 Amps,
        Reserved: 0
    )
415.989 Power_Modules_Status(
        Present_Voltage: 362.6 Volts,
        Present_Current: -27.6 Amps,
        Power_Modules_Temperature: 25 °C,
        Enclosure_Temperature: 25 °C,
        System_Enable: Allowed,
        Insulation_Resistance: 256 kOhms
    )
123.242 Precharge(
        Target_Voltage: 0.0 Volts,
        Maximum_Current: 0.0 Amps
    )
121.234 Sequence_Control(
        Start_Charge_Authorisation: Allowed,
        CHAdeMO_Start_Button: Pressed,
        CCS_Authorisation_Done: Not_Done,
        CCS_Authorisation_Valid: Invalid,
        Charge_Parameters_Done: Done,
        User_Stop_Button: Not_Pressed
    )
q: Quit, f: Filter, p: Play/Pause, r: Reset

```

FIG. 8 VEHÍCULO CHAdeMO DESCARGANDO A 10 kWh. TRAS 6 MINUTOS

### 3. CONCLUSIONES

Se ha verificado experimentalmente tanto la carga rápida en CCS y CHAdeMO como la descarga rápida en CHAdeMO de forma satisfactoria.



## **Entregable 13 versión 1.0**

Resultados test de transferencia de carga  
entre vehículos

### **Paquete de Trabajo 4**

Test de pruebas

Actividad A11 Test de compatibilidad

Marzo 2022



## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se redacta lo requerido en el **Entregable 13** (Resultados de test de transferencia de carga entre) del **Paquete de Trabajo 4** (Desarrollo hw, sw & fm) cuyo objetivo es el de mostrar la viabilidad del cargador para transferir carga entre un vehículo CHAdeMO y CCS.

De manera más específica, los objetivos del entregable son los siguientes:

- Realizar una conexión con un vehículo CHAdeMO bidireccional y empezar a descargarlo a 10 kW
- Realizar una conexión con un vehículo CCS y empezar a cargarlo a 10 kW..

## 2. RESULTADOS DE PRUEBAS

### CONEXIÓN DE VEHÍCULOS



**FIG. 1 PEUGEOT E-208 (CCS) Y NISSAN LEAF (CHAdeMO) CONECTADOS AL POSTE DE CARGA**

La secuencia realizada para las pruebas es la de iniciar la conexión CHAdeMO, por lo que el algoritmo principal empieza a descargar el vehículo a las instalaciones (Fig. 2).



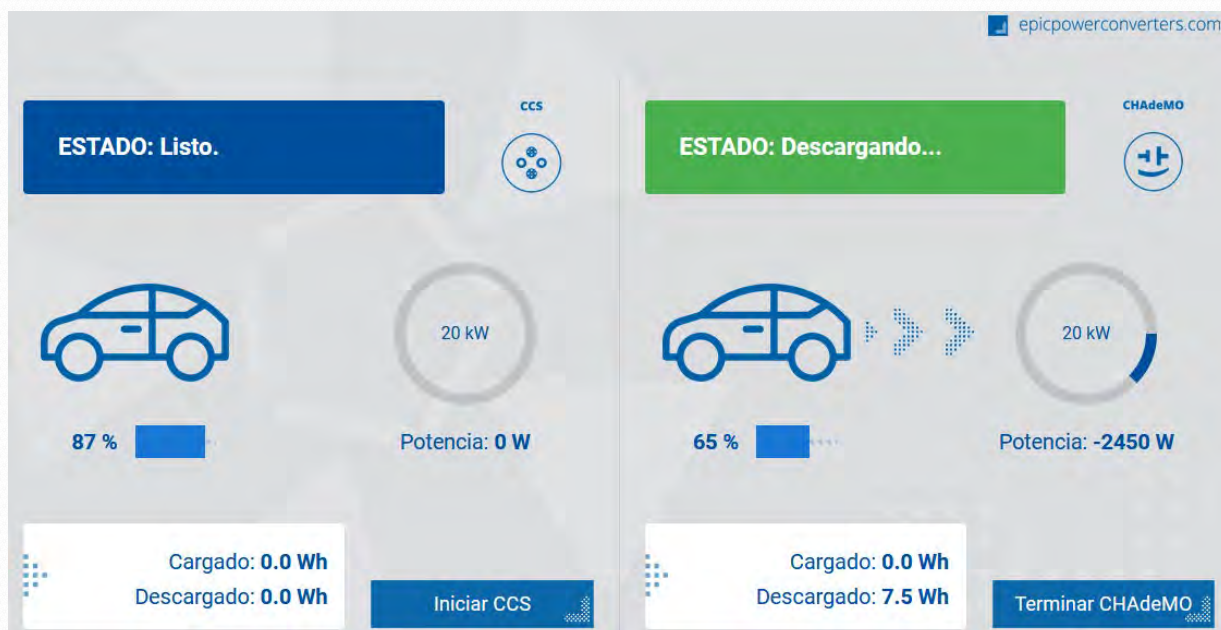


FIG. 2 INICIO CONEXIÓN NISSAN LEAF (CHAdeMO)

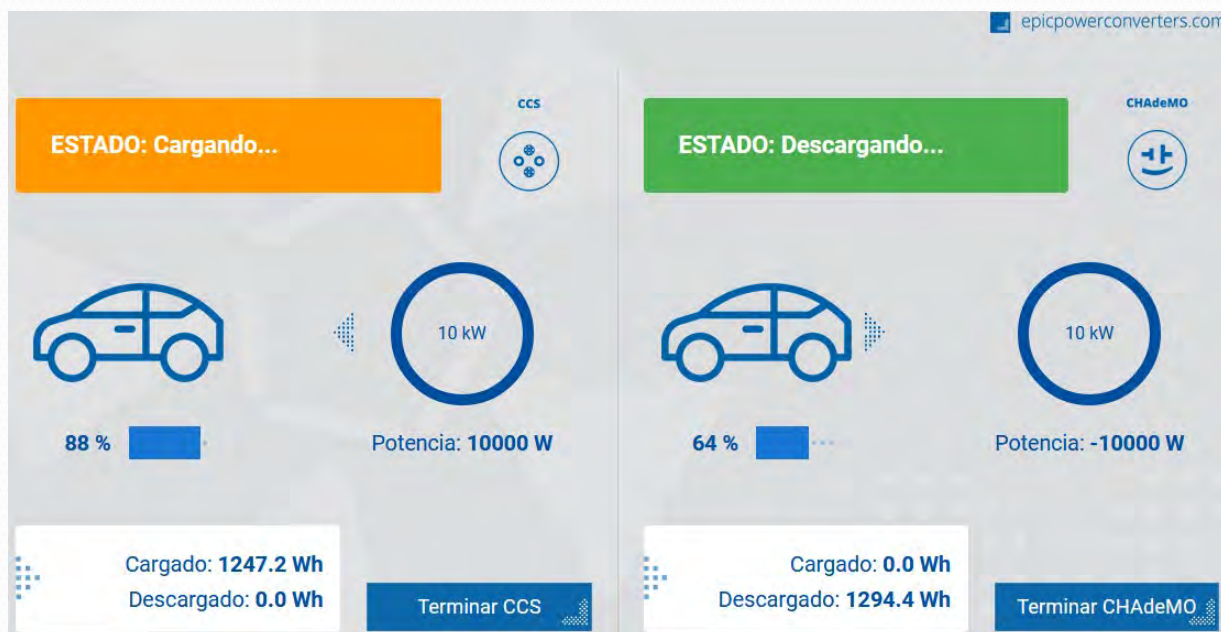
Posteriormente, iniciamos la conexión del vehículo CCS; en ese momento el algoritmo detecta que tenemos ambos vehículos conectados y procede a descargar a máxima potencia el vehículo CHAdeMO, entregando esa energía al bus compartido DC y posteriormente el vehículo CCS se configura a carga máxima potencia, extrayendo la energía del bus DC sin intervenir para nada la red de alimentación eléctrica (Fig. 3).



FIG. 3 ESTADO DE CARGA Y DESCARGA DE AMBOS VEHÍCULOS SIMULTÁNEAMENTE (INICIO DE ENSAYO)



Se dejan ambos vehículos durante un tiempo para comprobar que los estados de batería disminuyen (en el vehículo CHAdeMO) y aumentan (en el vehículo CCS) (Fig. 4).



**FIG. 4 ESTADO DE CARGA Y DESCARGA DE AMBOS VEHÍCULOS SIMULTÁNEAMENTE (MITAD DE ENSAYO)**

Además se monitoriza la red eléctrica y no se observa aumento de consumo, por lo que se puede asegurar que la energía utilizada para cargar el vehículo CCS es la extraída de las baterías del vehículo CHAdeMO.

### 3. CONCLUSIONES

Se ha verificado experimentalmente la transferencia de carga entre vehículos satisfactoriamente extrayendo para ello 10 kW del vehículo Nissan Leaf y cargando a 10 kW el vehículo Peugeot e-208.



## **Entregable 15 versión 1.0**

### Informe de difusión de la innovación

#### **Paquete de Trabajo 6**

Actividad A15 Difusión de la innovación

Mayo 2022



## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se redacta lo requerido en el **Entregable 15** Difusión de la innovación del proyecto del **Paquete de Trabajo 6** orientado exclusivamente a este tema.

De manera general se han llevado a cabo acciones de difusión en los siguientes medios:

- Página web de la empresa
- Página web específica de la empresa para movilidad eléctrica
  - o Versiones en español y en inglés
- Difusión en LinkedIn
- Difusión en prensa local
- Participación en ferias internacionales, una actividad que se ha visto reducida en su impacto
- Difusión masiva de una nota de aplicación técnica AN-48 a diferentes contactos, generalmente realizados en ferias.

Por supuesto además se han cumplido con las obligaciones de marcado de los diferentes elementos adquiridos por el proyecto y de los resultados del mismo, así como la obligación de disponer de un cartel informativo en la empresa.

## 2. DIFUSIÓN WEB

### DIFUSIÓN A TRAVÉS DE LA PÁGINA WEB DE LA EMPRESA

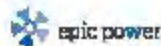
En las figuras que se muestran a continuación se muestra una impresión de la página web en su parte correspondiente a la descripción general de la empresa. En esta parte de la web se hace un listado exhaustivo de las ayudas recibidas por diferentes organismos públicos.

Por motivos de posicionamiento, la empresa cuenta con dos páginas web diferentes [www.epicpower.es](http://www.epicpower.es) y [www.epicpower.com](http://www.epicpower.com)

En ambas versiones se han incluido las referencias al proyecto correspondientes.

En las figuras 3 y 4 se muestran las páginas web específicas de movilidad eléctrica. En ambas dos se han adjuntado las correspondientes referencias al proyecto.





[Inicio](#) » [Sobre nuestra empresa](#)

## Sobre nuestra empresa

Epic Power es una empresa que **diseña y fabrica convertidores bidireccionales DC/DC**.



Fundada en 2012 como Spin-off de la Universidad de Zaragoza, España, nuestro conocimiento en Electrónica de Potencia ofrece a nuestros clientes la manera más rápida de incorporar los últimos avances en investigación como productos funcionales.

- Actividad
- Distribuidores
- Premios
- Equipo
- Proyectos

**Epic Power**  
Electrónica de potencia a  
la vanguardia en el  
conocimiento  
Continuamos...

### Actividad

Somos expertos en integrar dispositivos de Carburo de Silicio para una mejor eficiencia. Las estrategias de control que están más allá del estado-del-arte permiten una aplicación mejorada de nuestros sistemas. La mejor conectividad de su clase.

Nuestras raíces de investigación y la constante relación con universidades nos permiten ofrecer Inteligencia Artificial integrada como parte intrínseca de nuestros convertidores para una gestión mejorada de las baterías. Como fabricantes ofrecemos productos robustos, de coste ajustado y de fácil instalación.

### Nuestra visión

Industria líder convertidores DC/DC que están más allá del estado del arte

### Para nosotros es muy importante

Conocimiento + Innovación +  
Servicio al cliente + Transparencia +  
Realidad + Calidad.



## ¿Qué hacemos?

Como expertos en electrónica de potencia

Diseñamos y fabricamos convertidores bidireccionales DC/DC para distintos propósitos. Ofrecemos soporte en integración y personalización.

En el mercado de elevadores/ascensores

Ofrecemos productos específicos para recuperar la energía generada y baterías inteligentes, evitando así los consumos por picos de potencia y permitiendo

<https://epicpower.es/empresa/>

1/5

FIG. 1 PÁGINA WEB DE EMPRESA EN [WWW.EPICPOWER.ES](http://WWW.EPICPOWER.ES) (VERSIÓN ESPAÑOL)




[Home](#) » [About our company](#)

## About our company

**epic power** is a company that **designs and manufactures bidirectional DC/DC converters**.



Founded in 2012 as a spin-off company of the University of Zaragoza, Spain, our knowledge-based power electronics offer our customers the fastest way to incorporate the latest research topics as functional products.

- [Activity](#)
- [Distributors](#)
- [Awards](#)
- [Team](#)
- [Projects](#)

### Epic Power

Knowledge-based power electronics

[Read more](#)

## Activity

We are experts in integrating **Silicon Carbide devices for best efficiency**. Control strategies that are beyond the state-of-the-art allow for enhanced applicability of our systems. **Best-in-class connectivity**.

Our research roots and constant relationship with Universities are allowing us to offer embedded Artificial Intelligence as an intrinsic part of our converters for improved battery management. **As manufacturers we offer robust, cost-contained, easy-to-install products.**

## Our vision

Create DC/DC converters that are beyond the state-of-the-art.

## For us is very important

Knowledge + innovation + customer support + transparency + flexibility + quality



## What we do?

### As power electronic experts

We design and manufacture bidirectional DC/DC converters for different purposes. We offer support in integration and customization. We are active in automation, intralogistics, marine, elevator, hydrogen

### in the elevator market

We offer specific products for recovering energy and as intelligent power supplies, thus avoiding peak power consumption and enabling elevators to become solar ones. We also offer special evacuation energy supplies.

<https://epicpowerconverters.com/company/>

1/5

FIG. 2 PÁGINA WEB DE EMPRESA EN [WWW.EPICPOWERCONVERTERS.ES](http://WWW.EPICPOWERCONVERTERS.ES) (VERSIÓN INGLÉS)





[Home](#) » [Industrias](#) » [Electro Movilidad](#)

## Electro Movilidad ■

Los convertidores bidireccionales DC/DC son la piedra angular de las tecnologías de vehículos V2G, V2H, V2V. Permitir que los vehículos eléctricos devuelvan la energía a la red cuando están aparcados y cargando aumentará la resiliencia de la red, permitirá una mejor explotación de los recursos/fuentes de energía renovable y disminuirá el coste de propiedad/inmovilizado para los propietarios de vehículos eléctricos - lo cual generará nuevas oportunidades comerciales y claras ventajas para los usuarios de estos vehículos, consumidores y gestores de flotas de vehículos eléctricos.

[Más información](#)

Con nuestros sistemas, cualquier proveedor de soluciones de carga de vehículos eléctricos puede integrar fácilmente estaciones y puntos de carga bidireccionales para V2x. Con nuestras extensiones para comunicaciones, los convertidores se pueden controlar con protocolos de carga combinada (CCS) y ChargeMo.

## Facilidad de integración

Ofrecemos convertidores bidireccionales D<sup>C</sup>/D<sup>C</sup> altamente eficientes, de bajo coste y mejorados para aplicaciones V2x en sectores industriales, residenciales o en gestión de flotas de vehículos eléctricos.

Nuestros convertidores cuentan con:

- **Aislamiento.** Aislamiento. Nuestros convertidores tienen una topología aislada en alta frecuencia y por lo tanto no se necesitan transformadores voluminosos y pesados.
- **Conexión solar directa** con reguladores de Punto de Máxima Potencia (MPPT) integrados.
- **Paralelización sencilla** de nuevos canales.
- **Integración adicional** con Sistemas de Almacenamiento de Energía (ESS) (Back-up externo).

El uso de nuestra tecnología DC/DC permite conexión directa entre dos coches y/o carga de emergencia. Nuestros convertidores DC/DC también pueden ser usados como cargadores de baterías de respaldo, reduciendo así el número de componentes. También ofrecemos soluciones para instalaciones externas a la red.

<https://epicpower.es/Industrias/electro-movilidad/>

1/3

FIG. 3 PÁGINA WEB DE MOVILIDAD ELÉCTRICA EN [WWW.EPICPOWER.ES](http://WWW.EPICPOWER.ES)





Home » Industries » Electro Mobility

## Electro Mobility

Bidirectional DC/DC converters are the corner stone of V2G – Vehicle to Grid, V2H – Vehicle to Home and V2V – Vehicle to Vehicle technologies. Enabling EVs to return energy to the grid when parked and charging, will increase grid resilience, allow for better exploitation of renewable sources, and lower the cost of ownership for EV owners – leading to new business opportunities and clear advantages for EV users, consumers and EV fleet managers.

With our systems any EV charging solution provider can easily integrate V2x bidirectional charging points and stations. With our communication add-ons, the converters can be controlled with either ChargeMo and CCS protocols.



## Easy to integrate

We are offering improved DC/DC bidirectional highly-efficient low-cost converters for V2X applications in residential, industrial or EV fleet management infrastructure. Our converters feature:

- Isolation: Our converters are isolated topologies, therefore, no bulky transformers are required.
- Direct solar string connection with embedded MPPT
- Easy parallelization of new channels
- Additional EES integration (external back-up)

## Easy to integrate

Using our DC/DC technology enables direct connection between two cars and/or emergency charging. Our DC/DC converters can also be used as back-up battery chargers, reducing the number of components. We also offer solutions for off-grid installations.

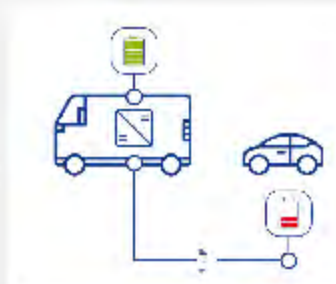


FIG. 4 PÁGINA WEB DE MOVILIDAD ELÉCTRICA EN [WWW.EPICPOWERCONVERTERS.COM](http://WWW.EPICPOWERCONVERTERS.COM) (VERSIÓN INGLÉS)



## DIFUSIÓN POR MEDIO DE LA RED SOCIAL LINKEDIN

Desde el comienzo del proyecto hemos tratado de estar activos en las redes sociales al respecto de las cuestiones relativas al mismo. Se hicieron diferentes post que se muestran en las siguientes figuras. Los post fueron adicionalmente comapartidos por el personal de la empresa.

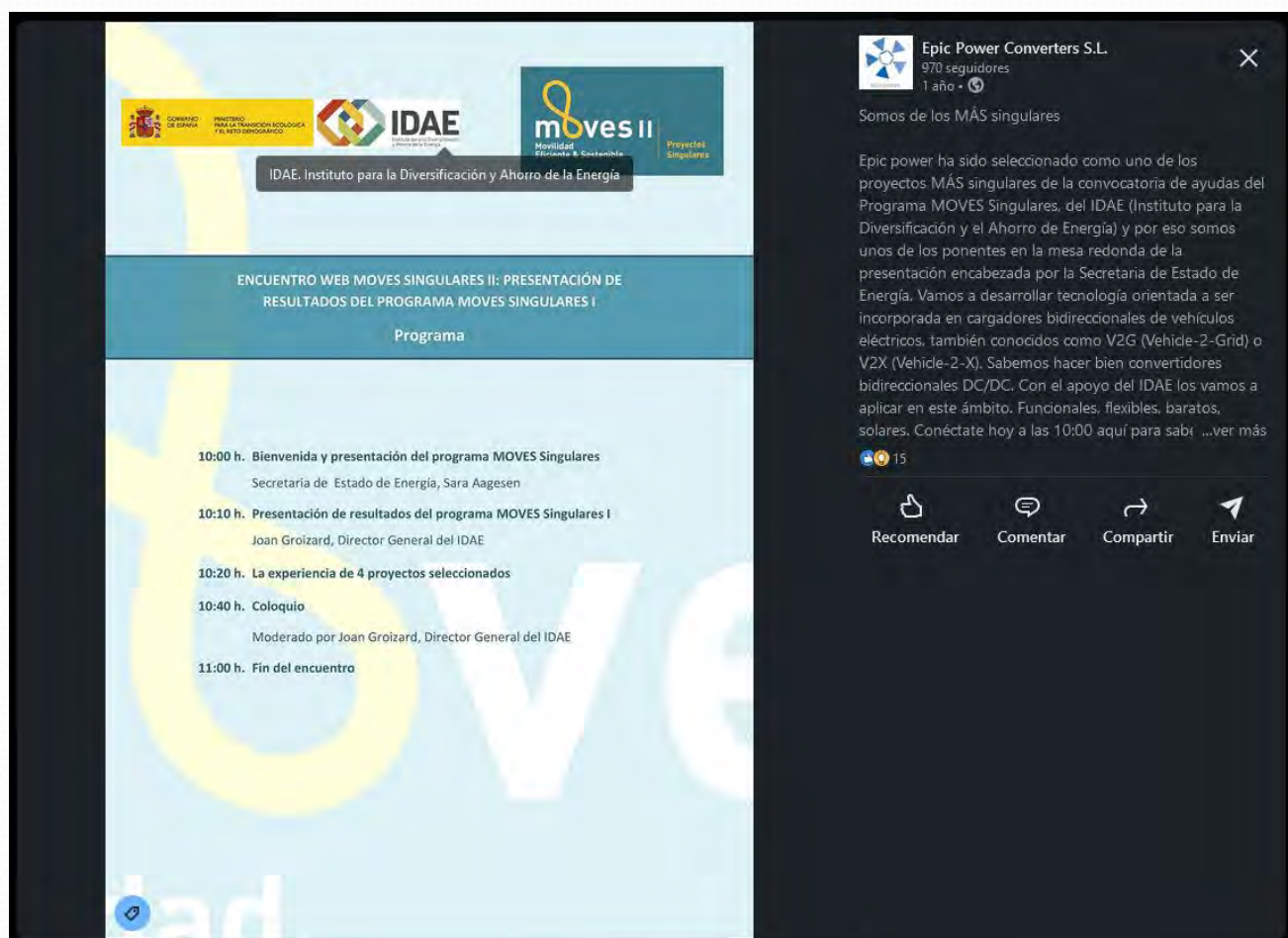


FIG. 5 POST EN LINKEDIN EN ESPAÑOL



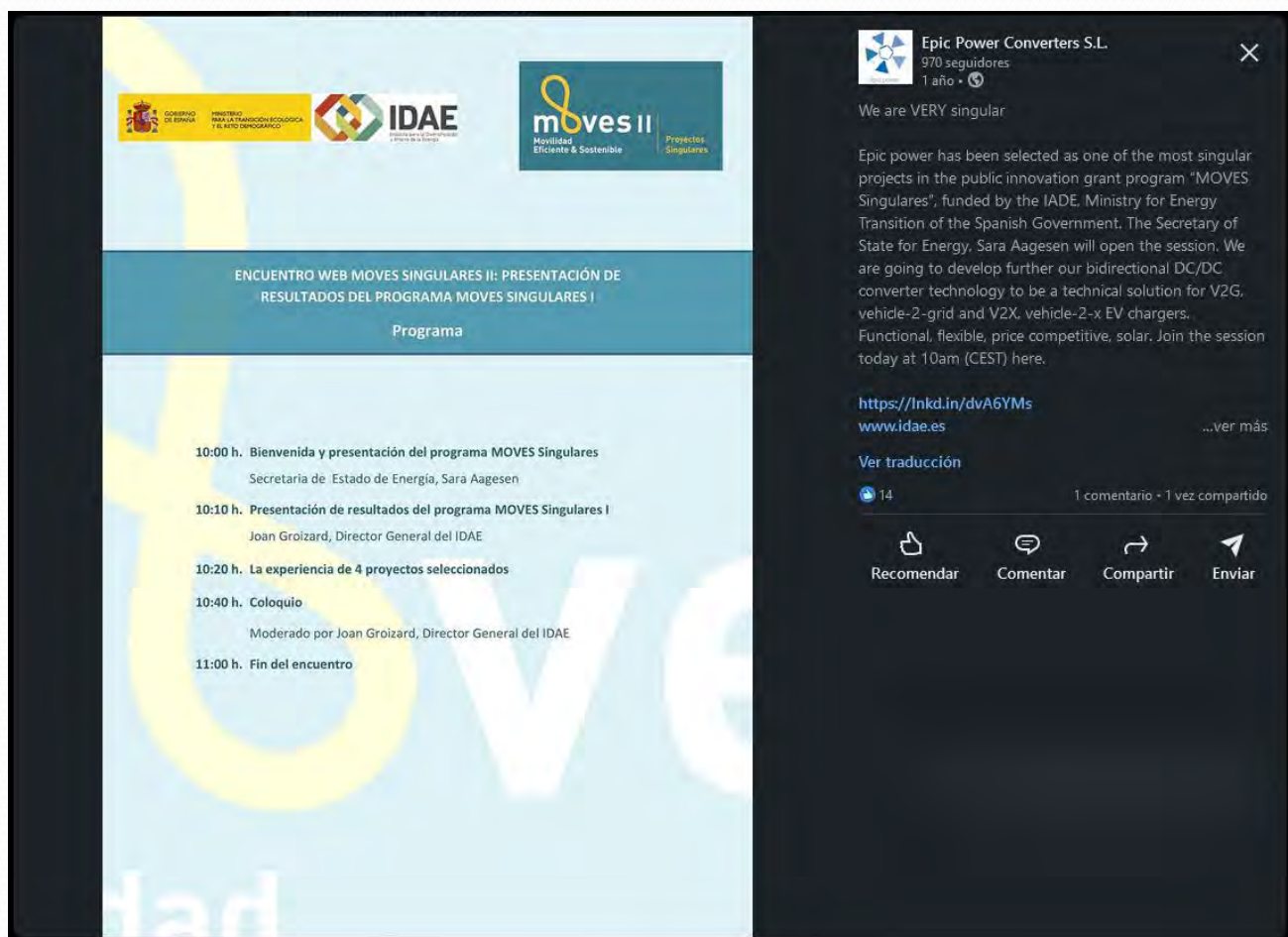


FIG. 6 POST EN LINKEDIN EN INGLÉS

Al cierre de esta memoria está previsto el gran lanzamiento de los resultados del proyecto en LinkedIn con la difusión masiva de la nota de aplicación AN – 48 Bidirectional EV charging. Al ser una empresa puramente B2B para nuestros clientes resulta muy importante poder tener la confianza en las capacidades técnicas de epic power. Por ese motivo, el contenido de valor técnico es altamente apreciado. De ahí que hasta haber recopilado toda la información y poder realmente estar en disposición de aceptar pedidos de este producto no se ha hecho el lanzamiento formal del mismo en redes.

### 3. DIFUSIÓN EN PRENSA LOCAL

En la siguiente figura se adjunta una copia de un artículo aparecido en prensa el 10/12/2020 en el periódico Heraldo de Aragón. Apareció tanto en prensa escrita como en prensa digital y se hace mención a las ayudas



## Una electromovilidad "excelente" con sello aragonés

La empresa zaragozana Epic Power desarrolla uno de los tres proyectos estrella destacados por el Ministerio de Transición Ecológica en la convocatoria Moves Singulares

NOTICIA ACTUALIZADA A LAS 02:00  
LUIS R. MENÉNDEZ



Imagen de archivo de parte del equipo de Epic Power. | [Ariana Navarro](#)

La empresa zaragozana Epic Power, fabricante de convertidores de potencia de alta eficiencia, triunfa en el campo de la movilidad eléctrica con honores. Su iniciativa para desarrollar un sistema de recarga de vehículos eléctricos basado en convertidores DDC (que transforman corriente continua de un nivel de tensión alto) ha sido considerada por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) dependiente del Ministerio de Transición Ecológica, como uno de los tres proyectos excelentes de la primera convocatoria Moves Singulares, recientemente resuelta.

Epic Power trabajará hasta marzo de 2022, aunque pretende realizar pruebas piloto con anterioridad, en un sistema de recarga bidireccional entre un vehículo eléctrico y la red que espera perfeccionar en este tiempo y para el que contará con una ayuda de 103.185,90 euros aportada por el IDAE en el marco del paquete de 25 proyectos que contará con subvención parcial incluido en el programa Moves Singulares, cuyo objetivo es impulsar la movilidad eficiente y sostenible.



### LO MÁS LEÍDO

Para qué sirve el fiscal y sus efectos secundarios, según un experto  
EL PASO, LA RISA

Nuevo choque familiar en Zaragoza: sequestro y cómo se solucionó  
A 30

Consulta el horóscopo de hoy martes, 14 de junio de 2022  
PROMOCIONES ECONÓMICAS

Más con un millón de años en los plásticos de la Pirineo de Alfrén  
A 30 LA ARAGONIA

"Salí de casa a los 17 años y vine a trabajar a Zaragoza en un exilio, pero en esta ciudad me he encontrado a mi familia"  
SALUDANDO A LOS 17

TE PUEDE INTERESAR

<https://www.heraldo.es/noticias/aragon/2020/10/12/una-electromovilidad-excelente-con-sello-aragones-1399676.html>

1/3

FIG.7 ARTÍCULO HERALDO ARAGÓN 10/12/2020



## 4. DIFUSIÓN EN FERIAS INTERNACIONALES

Durante estos años la celebración de ferias se ha visto muy limitada. De hecho, la feria SPS Drives 2021 en noviembre de 2021 se canceló escasamente días antes de su comienzo.

Durante este periodo la única feria a la que hemos podido asistir a sido la feria ENERGY STORAGE EUROPE 2022 dentro de la feria Intersolar Europe.

En la figura se puede ver una fotografía del stand de epic power durante esta feria.



**FIG. 6 STAND FERIA EES 2022**

Durante la feria se realizaron más de 350 nuevos contactos, de los cuáles al menos 30 mostraron un interés específico por la carga bidireccional de vehículos eléctricos. A casi todos ellos (un total de 27) se les ha enviado la nota de aplicación técnica. Tras la feria en mayo se han mantenido dos reuniones técnicas posteriores con esta temática.



## 5. NOTA DE APLICACIÓN AN-48 BIDIRECTIONAL EV CHARGING

Una de las maneras más relevantes para una empresa B2B de difundir y comercializar su actividad es por medio de notas técnicas, o notas de aplicación. Ese es el caso de nuestra nota AN48 que a continuación se adjunta como referencia adicional a la difusión que se va a realizar de este proyecto.

La nota se encuentra disponible en nuestra página de descargas (tanto en la web en español como en inglés) y está disponible en el siguiente enlace:

En las siguientes figuras se muestra la primera y la última página de la nota de aplicación.

Consideramos que esta acción de difusión va a ser la que más repercusión va a tener a nivel internacional y nacional por distintos motivos. Se verificará el número de descargas pasados unos meses.





Epic Power Converters, S.L.  
CIF: B99349623

Calle F/Oeste Nave 93, Gregorio Quejido - 50016 Zaragoza (Spain)  
info@epicpower.es - www.epicpower.es

**Author**  
logan@epicpower.es

**AN048**  
Bidirectional EVSE

**Version**  
V1.3  
March, 2022

## Application Note AN048

# Bidirectional EVSE

### Introduction

The increasing electrification of the automotive industry is leading to an extensive development of power electronics linked to electric vehicles. The similarity of features with a conventional combustion car is essential for end users; therefore, the autonomy and charging time of electric vehicles are a hot topic for stakeholders and many R+D efforts worldwide are undergoing.

Regarding charging station connection technologies, there are currently different types of connectors where CCS and CHAdeMO standards are the most prevalent for high power DC charging.

It is essential for EVSEs (Electric Vehicle Supply Equipment) not only to achieve high power delivering (that will reduce the EV charging time) but also to implement bidirectional capabilities in order to draw energy from the connected EV when the infrastructure needs to mitigate high power peak demands. This is commonly known as V2X (Vehicle-to-X), with particularizations such as V2G (Vehicle-to-Grid) or V2V (Vehicle-to-Vehicle) among others.

EVs are commonly parked outside a factory, company, commercial parking lots, homes, etc. for a relatively long period time (between 2 to 8 hours). Bidirectional EVSEs with a central neural machine-learning algorithm bring the possibility to smooth and undersize the overall demand from the utility power grid and therefore, the required infrastructure, among other benefits.

Epic Power has developed a Pilot Project, with support from the Ministry for the Ecological Transition and the Demographic Challenge under grant number PGE-MOVES-SING-2019-000070. This project demonstrates how to integrate our isolated DC/DC bidirectional converters (EPC) in a 20 kW EVSE that is capable of charging and/or discharging two vehicles at the same time (CCS and CHAdeMO one each). For this purpose, a small DC micro-grid has been created with a PV string supplying up to 4.6 kWp in a sunny day. PV panels are connected to the DC grid by means of another EPC converter with MPPT capability.



Epic Power Converters, S.L.  
CIF: B99349623

Calle F/Oeste, Nave 93 info@epicpower.es  
Grupo Quejido - Pol. Malpica www.epicpower.es  
50016 - Zaragoza (Spain)

FIG. 9 PRIMERA PÁGINA DE LA NOTA DE APLICACIÓN AN048 BIDIRECTIONAL EVSE



A gateway interface was developed as a result of interconnecting all devices involved in the project expanding the communication possibilities of our converters and giving our customers an approach on how to do it, available under request.

Initial tests have been carried out with CHAdeMO V2G protocol. Experiments and verification with CCS V2G, expected to be draft published by mid 2022, should be underway by the end of 2022.

We are in conversations with other SECC manufacturers for integrating our converters with their devices by installing their units in our cabinet increasing the EV capacity in our facilities.



This project has received funding from the IDAE Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (Institute for the Diversification and Saving of Energy) under grant number PGE -MOVES - SING - 2019 - 000070

Ministerio para la Transición Ecológica (Ministry for the Ecological Transition and the Demographic Challenge)



Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)  
Una manera de hacer Europa



Epic Power Converters, S.L.  
CIF: B99349623

Calle F Oeste, Nave 93 info@epicpower.es  
Grupo Quejido - Pol. Malpica www.epicpower.es  
50016 - Zaragoza (Spain)

FIG. 10 ÚLTIMA PÁGINA DE LA NOTA DE APLICACIÓN AN048 BIDIRECTIONAL EVSE



## 6. CONCLUSIONES

La difusión de este proyecto y de los resultados del mismo no ha hecho más que comenzar. Este es una muestra de las acciones iniciales realizadas al cierre de este entregable. Sin embargo, esperamos poder alcanzar nuestros objetivos de comercialización de esta solución durante los próximos 18 meses y se seguirán utilizando las plataformas aquí mencionadas y por supuesto, se seguirá utilizando los materiales generados.





### 3.3.DOCUMENTOS JUSTIFICATIVOS DEL PRESUPUESTO FINANCIABLE JUSTIFICADO