



Universidad de  
Oviedo



# **ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN.**

## **MÁSTER UNIVERSITARIO EN TELECOMUNICACIONES**

**ÁREA DE TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER N°202009**

**SISTEMA INTELIGENTE DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA DE CARÁCTER DOMÉSTICO**

**D. MIRA JUAN, VÍCTOR  
TUTOR: D. GONZÁLEZ AYESTARÁN, RAFAEL  
TUTOR EMPRESA: D. ÁLVAREZ PRIETO, JOSÉ FERMÍN**

**FECHA: (Julio 2020)**



## RESUMEN

En este trabajo se pretende dar una solución de abastecimiento energético ante el incremento de vehículos eléctricos que existe en la actualidad, así como en un periodo corto de tiempo, donde se pretende sustituir por completo al coche térmico. Es por ello, que se precisa diseñar centros de carga que puedan adaptarse a las necesidades de los usuarios y que su manejo, sea lo más sencillo posible, con las herramientas más utilizadas en el día a día como son las tablets o smartphones.

Además del diseño e implementación de un centro de carga, se pretende desarrollar también una aplicación que permita tanto al dueño del centro de carga como al instalador del mismo, configurar los parámetros necesarios para permitir la carga de vehículos eléctricos. Dicha aplicación limitará sus opciones de uso en función del usuario que vaya a utilizarla para prevenir posibles problemas de modificación de parámetros que impidan un correcto funcionamiento de la misma. Esta aplicación irá directamente ligada con el centro de carga por lo que se podrá identificar qué persona está registrada en el centro de carga y, por lo tanto, que usuarios pueden hacer uso del mismo.

Se pretende realizar un análisis de todo lo que rodea a los coches eléctricos, ya sean normativas, conectores, tipos de centro de carga, etc. Además, al ser un proyecto real, se han de cumplir los plazos estimados en el mismo para la puesta en marcha de un primer prototipo en verano de este mismo año. Cabe destacar la intervención clave de la empresa Efibat, la cual tuvo la idea de desarrollar este proyecto.



## ABSTRACT

This work aims to provide an energy supply solution to the increase of electric vehicles that currently exists, as well as in a short period of time, where the intention is to completely replace the thermal car. Therefore, it is necessary to design charging centers that can be adapted to the needs of users and that its operation is as simple as possible, with the most used tools in everyday life such as tablets or smartphones.

In addition to the design and implementation of a charging center, we also intend to develop an application that allows both the owner of the charging center and the installer of it, to configure the necessary parameters to allow the charging of electric vehicles. This application will limit its use options depending on the user who is going to use it to prevent possible problems in modifying parameters that prevent it from working properly. This application will be directly linked to the charging center so that it will be possible to identify which person is registered at the charging center and, therefore, which users can make use of it.

The aim is to carry out an analysis of everything that surrounds electric cars, whether they are regulations, connectors, types of charge center, etc. Furthermore, as it is a real project, the estimated deadlines for the launch of a first prototype in the summer of this year must be met. The key intervention of the company Efibat, which had the idea of developing this project, should be highlighted.



# ÍNDICE

<b>1.- Introducción .....</b>	<b>7</b>
1.1.- Contexto y motivación.....	7
1.2.- Estado actual de los vehículos .....	8
1.3.- Escenarios de implantación de centros de carga.....	11
<b>2.- Objetivos .....</b>	<b>13</b>
2.1.- Principales productos comerciales presentes en el mercado .....	13
<b>3.- Metodología .....</b>	<b>18</b>
3.1.- Sistemas de carga.....	18
3.2.- Normativa .....	22
3.3.- Tipos de conectores .....	26
3.3.1.- Conectores de carga AC.....	26
3.3.2.- Conectores de carga DC.....	29
3.4.- Configuración de los conectores de carga .....	32
<b>4.- Diseño del centro de carga .....</b>	<b>36</b>
4.1.- Requisitos del sistema de carga .....	36
4.1.1.- Condición de funcionamiento e instalación.....	36
4.1.2.- Capacidad de carga del sistema .....	38
4.1.3.- Especificación de la electrónica que formará el sistema.....	39
4.1.4.- Especificación de interacción entre el usuario y otros sistemas .....	40
4.1.5.- Especificación de envoltorio y montaje interno de electrónica .....	41
4.2.- Descripción de componentes .....	41
<b>5.- Conclusiones y líneas futuras.....</b>	<b>43</b>
<b>6.- Bibliografía .....</b>	<b>44</b>



# Índice de figuras

- Figura. 1 Emisiones de CO<sub>2</sub> en función del tipo de coche. Fuente: [1]
- Figura. 2 Estructura interna de los motores del Toyota Prius. Fuente: [2]
- Figura. 3 Tesla Model S. Fuente: [3]
- Figura. 4 BMW i3. Fuente: [4]
- Figura. 5 Mitsubishi Outlander PHEV. Fuente: [5]
- Figura. 6 Centro de carga serie eHOME. Fuente: [6]
- Figura. 7 Centro de carga Simon para entornos de interiores. Fuente: [7]
- Figura. 8 Centro de carga EVlink Wallbox. Fuente: [8]
- Figura. 9 Tesla Wall Connector. Fuente: [9]
- Figura. 10 Centro de carga INGEREV® GARAGE. Fuente: [10]
- Figura. 11 Esquema de carga vehículo eléctrico con corriente alterna
- Figura. 12 Esquema de carga vehículo eléctrico con corriente continua
- Figura. 13 Esquema de la carga inductiva de un vehículo eléctrico
- Figura. 14 Conector tipo 1. Fuente: [11] [12]
- Figura. 15 Conector Tipo 2 o mennekes. Fuente [11] [13]
- Figura. 16 Conector Scame. Fuente: [14]
- Figura. 17 Conector GB/T. Fuente: [11] [15]
- Figura. 18 Conector GB/T. Fuente: [16] [17]
- Figura. 19 Conector GB/T. Fuente: [16] [17]
- Figura. 20 Conector CHAdeMO. Fuente: [18] [17]
- Figura. 21 Conector GB/T. Fuente: [16] [17]
- Figura. 22 Caso A de conexión según la norma IEC 61851-1
- Figura. 23 Caso B de conexión según la norma IEC 61851-1. Fuente: [19]
- Figura. 24 Caso C de conexión según la norma IEC 61851-1. Fuente: [19]
- Figura. 25 Modo de carga 1 tal y como se describe en la norma IEC 61851-1. Fuente: [19]
- Figura. 26 Modo de carga 2 tal y como se describe en la norma IEC 61851-1
- Figura. 27 Modo de carga 3 tal y como se describe en la norma IEC 61851-1. Fuente: [19]
- Figura. 28 Modo de carga 4 tal y como se describe en la norma IEC 61851-1. Fuente: [19]
- Figura. 29 Ejemplo de estructura para sostener el centro de carga
- Figura. 30 Ejemplo de instalación exterior montado sobre pared



# Índice de tablas

Tabla 1 Red mundial de normalización. Fuente: [20]



# 1.- INTRODUCCIÓN

## 1.1.- Contexto y motivación

La preocupación actual por los problemas medioambientales que trae consigo el cambio climático, ha propiciado que se busquen diferentes soluciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Una de las principales causas de estos gases proviene del tráfico rodado de las grandes ciudades o núcleos urbanos y, por lo tanto, por este motivo se produce un empeoramiento de la calidad del aire. Esto puede llegar a provocar diferentes enfermedades crónicas tanto respiratorias como cardiovasculares en la población. Tal y como se muestra en la figura.1, una solución para reducir notablemente las emisiones de CO<sub>2</sub> en el tráfico rodado sería utilizar el vehículo eléctrico frente a los vehículos más contaminantes como son los vehículos térmicos.

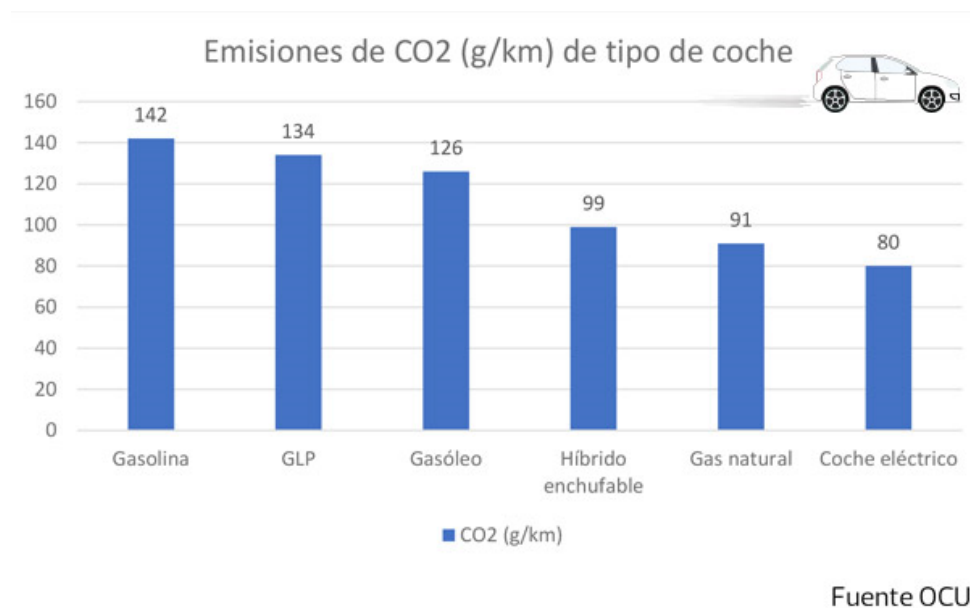


Figura. 1 Emisiones de CO<sub>2</sub> en función del tipo de coche. Fuente: [1]

Como consecuencia de esto y para reducir la cantidad de emisiones, las grandes compañías automovilísticas que dominan el mercado, están promoviendo cada vez más la sustitución de vehículos térmicos por vehículos eléctricos.



El gobierno de España, tiene como misión la de reducir los niveles de GEI entre un 80 y un 95% para llegar a cumplir con los requisitos impuestos por la UE para la descarbonización en el año 2050. Por lo tanto, desde hace aproximadamente 10 años se está invirtiendo mucho capital en el desarrollo de este tipo de vehículos.

Para poder abastecer a tal cantidad de vehículos eléctricos, es necesario instalar suficientes puntos de recarga. Cada vez será más habitual la aparición de puntos de carga rápida en autopistas o autovías, o incluso la instalación de puntos de carga en hogares y supermercados o parkings. Detrás de estos puntos de recarga se encuentra un hardware y un software que permite adaptar la potencia eléctrica contratada a una potencia adecuada para la carga de vehículos eléctricos. Además, se busca facilitar en la medida de lo posible la experiencia del usuario a la hora de recargar su vehículo, es decir, permitir al mismo poder interactuar con el punto de carga de la forma más sencilla posible a través de un smartphone o una tablet.

Desde Efibat, se están enfocando todos sus esfuerzos para dar una solución fiable e innovadora a este cambio que ha empezado a producirse. Efibat es un reconocido fabricante, integrador y desarrollador de productos dentro del ámbito de la energía y cuenta con la motivación y capacidad técnica para desarrollar la componente ideológica y tecnológica de puntos de carga.

## 1.2.- Estado actual de los vehículos

En la actualidad, cada vez más, existen numerosas empresas que quieren adaptarse al futuro con el desarrollo de vehículos 100% eléctricos. Existen tres tipos de tecnologías alternativas a los vehículos térmicos disponibles en el mercado actualmente.

En primer lugar, se encuentran los vehículos híbridos ligeros, cuyo principal motor es el de combustión, el cual se utiliza para mover el vehículo. Mientras que la batería eléctrica que llevan incorporada, no es enchufable, sino que se va cargando mediante la energía cinética obtenida en las frenadas o desaceleraciones. La principal función del motor eléctrico es la de ayudar al motor de combustión en momentos puntuales como en el arranque o en las aceleraciones. Un ejemplo de vehículo de este tipo sería el Toyota Prius.



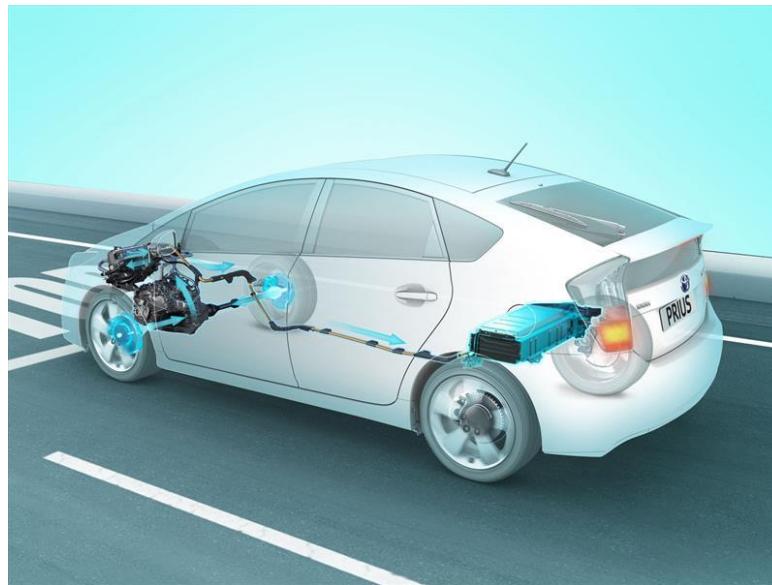


Figura. 2 Estructura interna de los motores del Toyota Prius. Fuente: [2]

En segundo lugar, estarían los vehículos híbridos enchufables o PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle), cuyo principal motor seguiría siendo el de combustión, pero al disponer de una batería enchufable, permite una mayor autonomía mediante el modo eléctrico. Esto supone una gran ventaja con respecto a los vehículos híbridos ligeros ya que en el modo eléctrico no se estaría emitiendo emisiones contaminantes. Un ejemplo de este tipo es el Toyota Prius generación 4+.

Y, por último, se encontrarían los vehículos eléctricos o con baterías eléctricas (BEV). Cuya principal característica es que su motor principal es eléctrico y por lo tanto es necesario la carga de las baterías de manera externa. A continuación, se destacan una serie de vehículos eléctricos con sus correspondientes características:

- Tesla Model S 2019: es el primer vehículo en disponer de gran capacidad para recorrer distancias largas [20] [21].
  - Precio: 87.800 € - 104.700 €
  - Autonomía (en km): 610 km
  - Velocidad máxima (km/h): 261 km/h
  - Consumo eléctrico (kWh/100 km): 16.4 kWh
  - Capacidad de la batería: 100 kWh
  - Carga: 145 kW en DC, 20 kWh AC Tipo 2



Figura. 3 Tesla Model S. Fuente: [3]

- BMW i3: es el primer vehículo eléctrico orientado a la sostenibilidad, por lo que los materiales por los que está compuesto son materiales ligeros [20] [4]. Además, cabe destacar que este fue el vehículo seleccionado para realizar pruebas de carga con el centro de carga diseñado.
  - Precio: desde 39.900 €
  - Autonomía (en km): 260 km
  - Velocidad máxima (km/h): 160 km/h
  - Consumo eléctrico (kWh/100 km): 16.2-16.8 kWh
  - Capacidad de la batería: 33 kWh
  - Carga: 50 kW en DC CCS, 3.7 kWh AC Tipo 2



Figura. 4 BMW i3. Fuente: [4]



- Mitsubishi Outlander PHEV: es el primer híbrido enchufable que apareció en el mercado. El vehículo dispone de dos motores, uno eléctrico y otro de combustión, que funcionan de forma paralela [20] [22].
  - Precio: desde 39.000 €
  - Autonomía (en km): 54km usando el motor eléctrico, 800 km en total
  - Velocidad máxima (km/h): 120 km/h usando el motor eléctrico, con una limitación electrónica a 170 km/h.
  - Consumo eléctrico (kWh/100 km): 5.8 kWh
  - Capacidad de la batería: 13.8 kWh
  - Carga: 50 kW CHAdeMO, 3.7 kWh AC Tipo 1



Figura. 5 Mitsubishi Outlander PHEV. Fuente: [5]

## 1.3.- Escenarios de implantación de centros de carga

Como bien se detalla en el título de este proyecto, el centro de carga va dirigido principalmente hacia clientes particulares. Por este motivo, el diseño estético y la forma de operar con el centro de carga son fundamentales que sean lo más sencillas posibles. De esta manera, las condiciones de funcionamiento del centro de carga se centran principalmente en un escenario de interiores y exteriores. En función del escenario escogido se podrá elegir entre dos tipos de envolvente, una especialmente para escenarios exteriores donde sea resistente a los agentes meteorológicos y otra envolvente especial para escenarios de interiores.



Otro aspecto importante a destacar, es el tipo de instalación que se puede realizar en la vivienda. En este sentido, se permite un acoplamiento del centro de carga en la pared o en caso de no querer realizar perforaciones en la misma, se da la opción de poder instalar el centro de carga sobre una estructura vertical, la cual permita una sujeción de pie. De esta forma se permite mayor libertad de instalación del centro de carga, lo cual supone una ventaja para escenarios exteriores en los cuales, en la mayoría de las ocasiones, no se disponen de paredes para realizar la fijación del centro de carga.



## 2.- OBJETIVOS

El principal objetivo de este proyecto es dar una solución a la recarga de vehículos eléctricos para poder cumplir con los objetivos de descarbonización en España, implantados por la Unión Europea. Como consecuencia de esto, se pretende potenciar el uso del vehículo eléctrico para dejar de lado, de la forma más rápida posible, el uso de vehículos que funcionan con combustión interna.

Este proyecto también presenta una oportunidad de negocio a la hora de introducir en el mercado un producto competitivo y de calidad, para plantar cara a los principales fabricantes de cargadores de vehículos eléctricos. Cada fabricante tiene su propia forma de diseñar toda la electrónica, pero una cosa segura es que cada componente del centro de carga sigue siempre un patrón fijo: un equipo compuesto principalmente de los componentes justos y exclusivamente necesarios para poder cargar el vehículo. Para poder destacar en el mercado es necesario poder ofertar un producto que además de realizar la carga del vehículo, pueda realizar determinadas funciones adicionales tales como la interacción con el usuario. Para conseguir esto, se propone el diseño de una aplicación móvil, con la que el usuario pueda comunicarse con el punto de carga y el vehículo, a través de su smartphome.

Las principales consideraciones que se tienen en cuenta para el desarrollo de este proyecto, es que el centro de carga debe ocupar lo mínimo posible teniendo en cuenta tanto los elementos internos, como las protecciones, la placa de control, el contactor o el controlador, como los elementos externos (carcasa, manguera del cargador y el conector).

### 2.1.- Principales productos comerciales presentes en el mercado

En la actualidad, no existe en si un producto en el mercado que integre todas las características que incorpora este producto. Así pues, a continuación, se realizará una descripción de los principales fabricante y competidores que existen actualmente en el mercado de la fabricación de centros de carga.



- **Circuitor**

Se trata de una empresa que trabaja en el diseño y fabricación de numerosos equipos destinados a la mejora de la eficiencia energética [23]. Entre los principales productos de centro de carga, el que más se podrían asemejar a este proyecto es:

- Serie eHOME: se trata de un centro de carga diseñado para ser usado tanto en escenarios de interiores como exteriores. Permite conectar todas las marcas de vehículos eléctricos del mercado con conectores Tipo 1 o Tipo 2.



Figura. 6 Centro de carga serie eHOME. Fuente: [6]

- **Simon**

Empresa referente mundial en relación a la fabricación de material eléctrico. También es una empresa que desea impulsar la utilización de vehículos eléctricos para reducir las emisiones y poder conseguir ciudades con mayor sostenibilidad. Entre los dos centros de carga que desarrollan, el más parecido al centro de carga de este proyecto es:

- Simon Plug and Drive: se basa en una solución para zona de interiores como viviendas, sótanos o lugares de mayor afluencia de personas como hoteles [7].



Figura. 7 Centro de carga Simon para entornos de interiores. Fuente: [7]

- **Schneider**

Se corresponde con una empresa que ofrece herramientas digitales de carácter energético y de automatización, con la finalidad de poder ofrecer gran eficiencia y sostenibilidad [24]. El producto más similar al desarrollado en este proyecto es:

- EVlink Wallbox: es un centro de carga orientado a la carga de vehículos en viviendas y en aparcamientos privados como los de las empresas [8].



Figura. 8 Centro de carga EVlink Wallbox. Fuente: [8]



- **Tesla**

Se trata de una de las grandes empresas automovilísticas de vehículos eléctricos de largo recorrido del mercado. El centro de carga que utiliza es:

- Tesla Wall Connector: se trata de un centro de carga que se conecta directamente a la red eléctrica de la vivienda, sin la necesidad de realizar ninguna instalación eléctrica.



Figura. 9 Tesla Wall Connector. Fuente: [9]

- **Ingeteam**

Es un grupo tecnológico internacional dedicado a la conversión de energía eléctrica. Ofrece también soluciones relacionadas con sectores de estaciones de carga para el hogar [25]. El producto que mayor similitud tiene con respecto al desarrollado en este proyecto es:

- INGEREV® GARAGE: es un centro de carga con toma de corriente Tipo 2, compatible con la mayoría de vehículos del mercado.





Figura. 10 Centro de carga INGEREV® GARAGE. Fuente: [10]



## 3.- METODOLOGÍA

### 3.1.- Sistemas de carga

El proceso de carga de los vehículos eléctricos es un factor determinante a la hora de realizar una carga más rápida o más lenta. Existe un objetivo claro, y es el de competir con el tiempo de repostaje de los vehículos térmicos, por lo que cada pequeño detalle es fundamental para conseguir unos tiempos de repostaje competitivos y otorgar de esta manera más visibilidad al coche eléctrico.

Existen varias posibilidades o alternativas a la hora de cargar los vehículos eléctricos, entre las que se destacan:

- Carga conductiva: se caracteriza por realizar la carga de las baterías a través de un cable desde el centro de carga hasta el vehículo. Es la solución más sencilla y segura a la hora de repostar. Al ser una solución sencilla, se debe ajustar a las diferentes normas o estándares, que garanticen una buena seguridad y resistencia para que personas no formadas en la materia puedan poder realizar un uso diario de este tipo de carga. En cuanto a los métodos de carga conductiva, existen dos tipos:
  - Carga AC: se corresponde con la carga del vehículo mediante corriente alterna. En todos los vehículos que se pueden encontrar en el mercado, llevan integrado un cargador con un rectificador, donde el cargador que llevan a bordo, puede recibir tensión de 230 V/400 V a 50 Hz.

La función que tiene este cargador a bordo es la de convertir la energía alterna de la red, en energía continua, necesaria para cargar las baterías.

Las principales ventajas y desventajas que se pueden encontrar a la hora de realizar una carga con corriente alterna es:

- Es una solución económica, lo que supone un punto positivo a la hora de recargar baterías.



- Es una tecnología sencilla si se compara con realizar una carga con corriente continua.
- Tener instalado en el vehículo un rectificador AC/DC. Esto supone una desventaja, ya que es necesario disponer de un espacio extra en el vehículo, lo que supone un incremento del mismo y por lo tanto una disminución de la autonomía.
- Otro inconveniente sería el tiempo de carga, ya que los niveles de corriente que se consiguen, en comparación con la carga de corriente continua, son muy inferiores.
- Otro factor que afecta al tiempo de carga es la potencia, y en el caso de la carga alterna, se consiguen valores inferiores comparados con los que se consiguen con la carga de corriente continua.

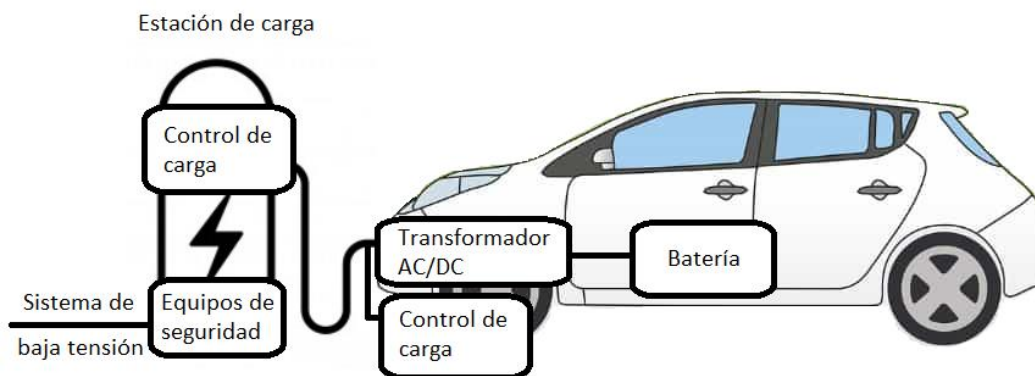


Figura. 11 Esquema de carga vehículo eléctrico con corriente alterna

- Carga DC: se realiza la carga de las baterías del vehículo mediante carga continua. La diferencia principal que existe con respecto a la carga alterna, es la ubicación del rectificador, ya que en este caso no se encuentra en el propio vehículo, sino que está dentro del centro de carga. Esto supone una gran ventaja, ya que no solo se ahorra espacio en el vehículo, sino que, además, también se amplía la autonomía del mismo. Además, si se desea realizar una carga rápida, es necesario realizarla mediante corriente continua.



Las principales ventajas y desventajas de este tipo de carga son:

- El rectificador AC/DC ahora está situado en el centro de carga, lo que supone un punto positivo como se ha dicho anteriormente.
- Con la corriente continua se puede conseguir una potencia de carga elevada, lo que supone un punto a su favor si se compara con la corriente alterna.
- Una desventaja es la complejidad y el coste que conlleva la tecnología de carga DC.
- Una pega para los fabricantes de estaciones de carga es que, en esta situación, el coste de integrar un rectificador AC/DC corre de su cuenta, mientras que con la corriente alterna, eran los fabricantes de vehículos los que asumían este coste.

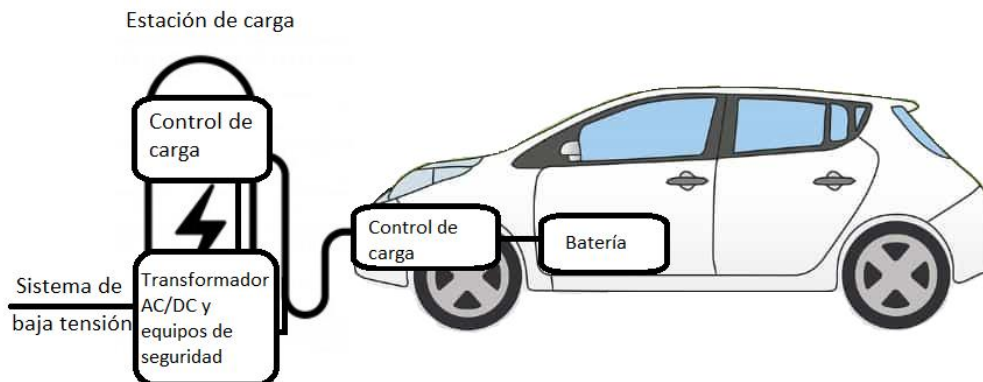


Figura. 12 Esquema de carga vehículo eléctrico con corriente continua

- Carga inductiva: se basa básicamente en la transmisión de energía eléctrica de forma inalámbrica, sin necesidad de conectar ninguna manguera de carga. Para poder realizar una carga inductiva es necesario disponer de dos bobinas, una bobina primaria instalada en un punto fijo, que transfiere la energía eléctrica mediante inducción hacia una bobina secundaria que iría integrada en el propio vehículo eléctrico. Así pues, una vez estén alineadas ambas bobinas, el vehículo comenzará la carga.



Las ventajas que puede tener este tipo de carga son:

- Permite conectar el vehículo a la red eléctrica de forma automática, sin la necesidad de que el usuario tenga que realizar ninguna intervención.
- No existe un deterioro de los materiales.
- Se puede usar esta tecnología para cargar el vehículo mientras el usuario va conduciendo. Lo que supone una gran ventaja con respecto a los demás tipos de carga, ya que no es necesario parar el vehículo para cargarlo.
- Teniendo en cuenta que se puede realizar la carga en movimiento, es posible equipar a los vehículos con baterías de menor capacidad, ya que estos pueden ir cargándose mientras circulan.

Mientras que las principales desventajas serían:

- Todavía no se ha completado la estandarización sobre este tipo de cargas.
- Las infraestructuras necesarias para poder realizar este tipo de cargas, son bastante elevadas.
- La tecnología que debe disponer el vehículo es bastante costosa, por lo que, en un principio, se piensa que los vehículos de alta gama podrán incorporar este tipo de carga.

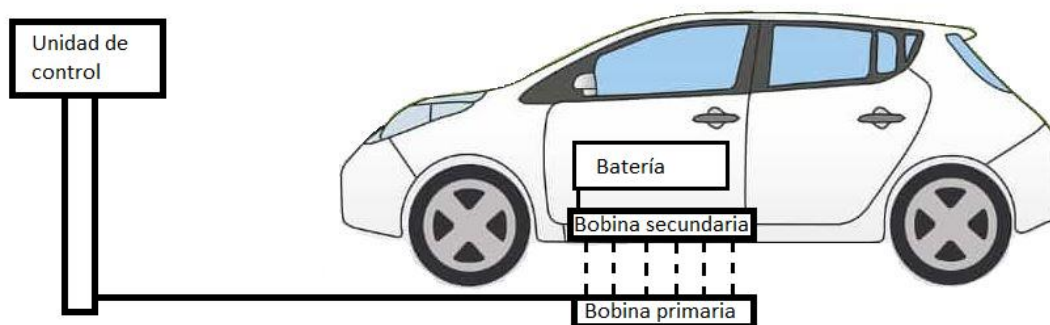


Figura. 13 Esquema de la carga inductiva de un vehículo eléctrico

- Cambio de batería: de los métodos descritos con anterioridad, este es el que menor tiempo transcurre para obtener una carga completa, lo que representa la principal ventaja. El método es tan simple como sustituir una batería agotada por otra batería nueva ya cargada. Este tipo de carga, sería la idónea para transporte público, puesto que lo importante de este tipo de vehículos es que cumplan con un itinerario ya marcado, por lo que se puede planificar el cambio de baterías. La única problemática sería el almacenamiento de las baterías, ya que es necesario disponer de un espacio para recargar un gran número de baterías que llegan descargadas y también, tener un sitio reservado para las baterías ya cargadas. Otro gran inconveniente es el coste que supone tener numerosas baterías, además, los vehículos deben tener un acceso sencillo a las baterías para realizar un cambio sencillo y rápido de las mismas.

## 3.2.- Normativa

A la hora de implantar esta tecnología en el mercado tanto nacional como internacional, es necesario regularla para permitir que las empresas puedan tener capacidad de planificación.

En función del lugar geográfico desde donde se desarrolle esta tecnología se podrá encontrar una normativa u otra, a continuación, se muestran los diferentes organismos reguladores en función de la localización geográfica:



Tabla 1 Red mundial de normalización. Fuente: [20]

Localización	Estándar
Nivel mundial	ISO (International Organization for Standardization) IEC (International Electrotechnical Commission)
Unión Europea	CEN (European Committee for Standardization) CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization)
España	AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación)
Alemania	DIN (Deutsches Institut für Normung) DKE (Deutsche Kommission Elektrotechnik Informationstechnik)
Estados Unidos	ANSI (American National Standards Institute) SAE International (Society of Automotive Engineers) UL (Underwriters Laboratories)
China	SAC (Standardization Administration of the People's Republic of China)
Japón	JIS (Japanese Industrial Standards)

Como se puede apreciar en la tabla.1, la normativa a la que se debe adaptar este sistema de carga, debe estar dentro del territorio nacional, regulado por AENOR, el territorio europeo y a nivel mundial. Se tiene en cuenta que algunas directivas fueron actualizadas en el año 2016 [26]. A continuación, se enumeran las normas que se van a tener en cuenta en este proyecto:

- Categoría de sobretensión: III (IEC 60664-1) → UNE-EN 60664-1:2008. Coordinación de los equipos en los sistemas (redes) de baja tensión. Parte 1: Principios, requisitos y ensayos [27].
- Grado de contaminación: II (IEC 60664-1).
- Conformidad CE: CE-compliant, para definirlo como marca europea. Apoyado en la Directiva 93/68/CEE.
- Directiva de bajo voltaje 2006/95/EC: actualizado a la nueva directiva 2014/35/EU [28].



- Test de seguridad: UNE-EN 61010-1:2011, se describen los requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio.
- Prueba de funcionamiento: IEC 61851-1, apéndice A. UNE-EN 61851-1:2012 donde se describe el sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos. Más en concreto en la parte 1, se establecen los requisitos generales. Más adelante se describirán los diferentes modos de carga en los vehículos eléctricos recogidos en esta norma.
- Despejes de aire y distancias de fugas: IEC 61010-1.
- Conformidad con la directiva EMC 2004/108/EC: existe una actualización de esta directiva en 2014/30/UE [29].
- Prueba de inmunidad al ruido según EN 61000-6-2: En UNE-EN 61000-6-2:2006 se recogen aspectos de compatibilidad electromagnética (CEM). En la parte 6-2, existen normas genéricas sobre la inmunidad en entornos industriales. UNE-EN 61000-6-2:2006 ERRATUM:2009.

En cuanto a las protecciones que deben cumplirse para instalación y conexión del cargador de vehículos eléctricos dentro del ámbito del hogar, se deben de cumplir las siguientes normas:

- Descarga electrostática (ESD): UNE-EN 61000-4-2:2010, en las partes 4-2, se recogen técnicas de ensayo y medida con respecto a la inmunidad de las descargas electrostáticas. Así pues, se tienen las siguientes consideraciones:
  - $\pm 6$  kV para la descarga electrostática en contacto.
  - $\pm 8$  kV para la descarga electrostática en el aire.
- Campo electromagnético de alta frecuencia: UNE-EN 61000-4-3:2007 donde se definen los aspectos de compatibilidad electromagnética (CEM). En las partes 4-3, se incluyen técnicas de ensayo y medida de los campos electromagnéticos, radiados y de radiofrecuencia. Los rangos de frecuencia que se incluyen son:
  - 80 MHz – 1 GHz, campo de fuerza 10 V/m, 80% AM (1 kHz).
  - 1 GHz – 3 GHz, campo de fuerza 10 V/m, 80% AM (1 kHz).





A continuación, se enumeran las normas a seguir para la protección de entradas y salidas o conexiones de alimentación de CA. Además, se detallan las compatibilidades electromagnéticas.

- Alta frecuencia, asimétrica: UNE-EN 61000-4-6:2014, en las partes 4-6 se exponen técnicas de ensayo y medida para la inmunidad a las perturbaciones conducidas, inducidas por los campos de radiofrecuencia, en el rango de frecuencias de:
  - 150 kHz – 80 MHz, 10 V, 80% AM (1 kHz).
- Transitorios rápidos (ráfaga): UNE-EN 61000-4-4:2013, en la parte 4-4, se describen las técnicas de ensayo y de medida. Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas, cuyas especificaciones son:
  - $\pm 2.2$  kHz (pico).
  - 5/50 ns (tr/tn).
  - 5 kHz rep. frecuencia.
- Sobretensiones: UNE-EN 61000-4-5:2015, en la parte 4-5, se describen también técnicas de ensayo y medida, pero enfocado a los ensayos de inmunidad a las ondas de choque UNE-EN 61000-4-5:2015/A1:2018. Con las siguientes especificaciones:
  - 1.2/50 ns (8/20)  $\mu$ s (tr/tn).
  - Hasta  $\pm 1$  kV, cable a cable.
  - Hasta  $\pm 2$  kV, cable a tierra.
- Caída de voltaje: UNE-EN 61000-4-11:2005, en la parte 4-11, se describen técnicas de ensayo de inmunidad a los huecos de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión (EN 61000-4-11:2005/A1:2017). Cuyas especificaciones son:
  - Criterio B: 0 % para un periodo.
  - Criterio C: 40 % para 10/12 periodos.
  - Criterio C: 70 % para 25/30 periodos.
- Interrupción de voltaje: EN 61000-4-11 criterio C:
  - 0 % para 250/350 periodos.



A continuación, se describen las normas que rigen la protección para las conexiones de señal.

- Alta frecuencia, asimétrica: EN 61000-4-6, en concreto en el criterio A:
  - 150 kHz....80 MHz, 10 V, 80 % AM (1 kHz).
- Transitorios rápidos (ráfaga): EN 61000-4-4, en concreto en el criterio B:
  - $\pm 2.2$  kHz (pico).
  - 5/50 ns (tr/tn).
  - 5 kHz rep. frecuencia.
- Caída de voltaje: EN 61000-4-5, en concreto en el criterio B:
  - 1.2/50 ns (8/20)  $\mu$ s (tr/th).
  - Hasta  $\pm 1$  kV, cable a tierra.

Además, también se sigue la ‘Guía técnica de aplicación ITC-BT 52. Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos’ para la correcta instalación del centro de carga dentro del marco legislativo español [30].

## 3.3.- Tipos de conectores

Existen numerosos conectores en el mercado en función del tipo de carga que se vaya a realizar. Es por ello que pueden cambiar sus características dependiendo de si la carga se realiza con corriente alterna o continua.

### 3.3.1.- Conectores de carga AC

En función de la región geográfica en la que se resida, será más o menos habitual utilizar un tipo de conector u otro de carga. A parte de esto, también destacan por el tiempo que puede tardar un vehículo eléctrico en cargarse, factor que va ligado a la corriente y potencia que puede entregar el centro de carga. Para poder soportar unos parámetros razonables, es necesario desarrollar conectores que se adapten a unos niveles normales de corriente y tensión. Los conectores que permiten una carga AC, se denominan de carga convencional.

A continuación, se describen los conectores más destacados del mercado con sus características:

- Tipo 1 – Norma IEC 62196-2/SAE J1772

Este tipo de conectores de carga AC se usan normalmente en EE. UU y Japón, permiten una (monofásico) o dos fases (bifásicos). Como máximo soportan una tensión de 250 V y una corriente de 32 A. Permite realizar el bloqueo mediante una palanca que se activa de forma manual.



Figura. 14 Conector tipo 1. Fuente: [11] [12]

- Tipo 2 – Norma IEC 62196-2

Este tipo de conector es muy frecuente dentro de Europa. Permite cargas monofásicas y trifásicas. En este caso se bloquea el conector mediante un actuador electromecánico para garantizar el proceso de carga. Puede soportar tensiones y corrientes máximas de 500 V y 70 A respectivamente.



Figura. 15 Conector Tipo 2 o mennekes. Fuente [11] [13]

- Conector Scame – Norma IEC 62196-3

Los conectores de este tipo es más habitual encontrarlos en Francia e Italia. Dispone de las mismas características que el conector tipo 2 descrito con anterioridad, pero con la diferencia de que este tipo puede suministrar una corriente máxima de 32 A.



Figura. 16 Conector Scame. Fuente: [14]

- GB/T:

Conector de carga típico de China, el cual permite realizar cargas monofásicas y trifásicas. Gracias a su sistema de palanca especial, permite bloquear el conector cuando se conecta al vehículo eléctrico. Soporta tensiones y corrientes máximas de 250 V y 32 A respectivamente.



Figura. 17 Conector GB/T. Fuente: [11] [15]

### 3.3.2.- Conectores de carga DC

Los conectores que entran dentro de la carga mediante corriente continua, son los denominados conectores de carga rápida debido a las altas potencias de carga que se consiguen con corriente continua. No obstante, son más complejos de implementar si se compara con los de carga AC.

A continuación, se describen los conectores más destacados del mercado con sus características:

- CCS Tipo 1 – Norma IEC 62196-3

Este tipo de conector se encuentra principalmente en EE UU. Gracias al bloqueo por palanca que lleva integrado se evita que el conector pueda ser extraído mientras se está cargando el vehículo eléctrico. Este tipo de cargador permite realizar la carga con refrigeración y sin refrigeración. Para el primer caso, se pueden conseguir tensiones y corrientes máximas de hasta 1000 V y 500 A respectivamente, lo que supone poder cargar el vehículo para una autonomía de unos 100 km en unos 3-5 minutos. Esto supone un gran avance a la hora de reducir los tiempos de repostaje. Con respecto al segundo caso, al no disponer refrigeración se pueden conseguir tensiones y corrientes máximas de 1000 V y 200 A respectivamente. Un valor de corriente muy inferior si se compara con la carga refrigerada, pero elevado si se compara con la carga del vehículo en AC.



Figura. 18 Conector GB/T. Fuente: [16] [17]

- CCS Tipo 2 – Norma IEC 62196-3

Es el conector utilizado en la Unión Europea desde que lo estandarizó en el año 2013. Este tipo permite el bloqueo mientras el vehículo está enchufado y cargando, gracias a un actuador de enclavamiento que lleva el vehículo integrado. También existen dos métodos de carga como ocurría con el tipo 1, ya que se puede realizar la carga mediante refrigeración o sin ella. Para ambos casos se pueden llegar a tensiones máximas de 1000 V. En cuanto, a la corriente máxima que se puede conseguir, con refrigeración se puede llegar a 500 A y sin refrigeración, se puede conseguir hasta 250 A.



Figura. 19 Conector GB/T. Fuente: [16] [17]



- CHAdeMO – Norma IEC 62196-3

Conector homologado para alcanzar tensiones de hasta 500 V y corrientes de 125 A. Este conector tiene dos contactos para la alimentación DC, cuatro contactos de control para acciones como iniciar/parar el proceso de carga y dos contactos para realizar la comunicación del bus CAN. El cual se utiliza para transmitir mensajes en entornos distribuidos.



Figura. 20 Conector CHAdeMO. Fuente: [18] [17]

- GB – Norma IEC 62196-3

Este tipo de conector no permite realizar la carga mediante refrigeración, por lo que no se consiguen cargas tan altas como las vistas en el tipo 1 y 2. Se utiliza principalmente en China y permite alcanzar 1000 V y 250 A de tensión y corriente máxima.



Figura. 21 Conector GB/T. Fuente: [16] [17]

## 3.4.- Configuración de los conectores de carga

Con respecto a la carga conductiva, existen tres modos de carga que permiten la conexión de un vehículo eléctrico a la infraestructura de carga. En función del caso, se puede conseguir que el vehículo cargue a mayor o menor velocidad.



Figura. 22 Caso A de conexión según la norma IEC 61851-1

En el caso A de conexión, va relacionado con aquellos vehículos que disponen de un cable de carga unido de forma permanente al vehículo. Es el caso que más lento carga el vehículo, por lo que es el menos habitual de encontrar. Un ejemplo de este tipo de carga se encuentra en el Renault Twizy, con la carga limitada a 16 A y una potencia de carga de 3.7 W.



Figura. 23 Caso B de conexión según la norma IEC 61851-1. Fuente: [19]

El caso B es el más habitual de conexión y de carga, ya que el cable es enchufable en ambos extremos para permitir una correcta conexión con el coche y con el cargador, es frecuente llevar este tipo de cable dentro del vehículo. Esto produce que exista un menor riesgo de robo o vandalismo que podría ocurrir si se dejase en el propio centro de carga. En la gran mayoría de casos de cargadores eléctricos, están diseñados para cargar mediante este tipo de conexión.





Figura. 24 Caso C de conexión según la norma IEC 61851-1. Fuente: [19]

En el caso C, la manguera de conexión está permanentemente unida al cargador eléctrico. Se diseñó básicamente para los casos en los que se desea realizar una carga DC, ya que tan solo se puede realizar con este tipo de diseño

Todos estos modos están recogidos en la norma IEC 61851, donde además se distinguen cuatro modos de carga posibles para la carga del vehículo eléctrico.

El primero de estos cuatro modos es el modo de carga 1, el cual es el más sencillo ya que tan solo es necesario un enchufe convencional que esté instalado en la vivienda. Teniendo en cuenta que la instalación eléctrica está limitada a una determinada corriente por seguridad, el vehículo eléctrico debe poder realizar la carga del mismo sin disparar los elementos de protección que hay instalados en la vivienda. Por lo tanto, la corriente máxima de carga se limitará a 6 A, con una potencia máxima de carga de 11 kW. El problema de este modo de carga es que no se puede garantizar que una determinada instalación cuente con enchufes con toma de tierra incorporada, lo que podría llegar a ser un gran problema. En este modo de carga tan solo es necesario un cable de carga capaz de enchufarse al interruptor de falla de tierra por un extremo y en el otro extremo, disponer del conector adecuado para conectarlo al vehículo, el cual se bloqueará de forma mecánica con el vehículo para poder garantizar una carga adecuada.

Otro de los problemas que se encuentra en este modo de carga, sería el de la comunicación entre el vehículo y el cargador, ya que en este caso es nula y, por lo tanto, se debe estar atento a los niveles de carga en los que está el vehículo en todo momento, ya que no se produce una desconexión de la red eléctrica de forma automática.



Figura. 25 Modo de carga 1 tal y como se describe en la norma IEC 61851-1. Fuente: [19]



El segundo de los cuatro modos es el modo de carga 2, donde el vehículo eléctrico se conecta por un extremo a un enchufe Schuko estándar instalado en la vivienda y el otro extremo al vehículo eléctrico por mediación del conector adecuado. Dicho modo de carga se realiza por medio de cable de carga IC-CPD, el cual es un cable especial que proporciona una solución Plug-In segura. Este cable incluye un contactor, un generador de señal piloto con un limitador de corriente variable y un controlador, formado por una toma de tierra. Gracias a este tipo de cable se pueden conseguir corrientes de carga de unos 32 A y la potencia de carga de hasta 22 kW. La parte negativa de este modo de carga es que, en el uso diario, no se consiguen ni las corrientes ni las potencias descritas anteriormente, sino que se llegan a corrientes de 13 A y potencia de tan solo 3 kW. Esto provoca que existan tiempos demasiado largos a la hora de conseguir una carga completa en el vehículo eléctrico.



Figura. 26 Modo de carga 2 tal y como se describe en la norma IEC 61851-1

El tercero de los cuatro modos es el modo de carga 3, el cuál es el que con más frecuencia se puede encontrar, ya que la mayoría de personas que disponen de vehículo eléctrico, disponen también de un cargador específico para cargarlo. Al disponer de un cargador, se está resolviendo el problema de la protección sobre la red eléctrica que se tenía en los dos casos anteriores. En este caso se dispone de un interruptor de falla de tierra y un controlador de carga. Para este tipo de carga, el uso más habitual es el de las conexiones tipo B y C, los cuales se han descrito con anterioridad.

La conexión entre el cargador y el vehículo eléctrico se produce a través de un cable que cumple la norma IEC 61851-22, donde se detecta la capacidad de corriente del cable de carga, por medio de contactos de proximidad, los cuales son comunicados al vehículo por medio de señales piloto. Las señales piloto son señales PWM de 12 V con una frecuencia de 1 kHz, que se transmiten al vehículo mediante el contacto CP (Control Pilot, señal piloto). Dicho contacto se encuentra en la parte del conector correspondiente al vehículo eléctrico.

Una vez empieza la carga del vehículo, automáticamente se bloquean los conectores tanto de la parte del vehículo como de la parte del cargador, por lo que, por seguridad, no se permite la manipulación del cargador mientras dure la carga. La corriente máxima en trifásica que se puede llegar a alcanzar en este tipo de carga es de 63 A.



Figura. 27 Modo de carga 3 tal y como se describe en la norma IEC 61851-1. Fuente: [19]

Por último, el cuarto modo de carga es el modo de carga 4, el cual está indicado para realizar cargas DC. Como consecuencia de esto, es necesario disponer de una comunicación de alto nivel para comunicar el cargador con el vehículo eléctrico. En este caso, se consigue una comunicación en alto nivel realizando una modulación de la señal de red Homeplug Greenphy sobre la señal piloto descrita en el modo de carga 3. Se utilizan los contactos CP y PP ubicados en la parte del conector del vehículo, las especificaciones sobre el conector están recogidas en la norma IEC 62196-3. Para este tipo de carga se pueden conseguir una corriente máxima de 200 A, lo que supone una de las cargas más rápidas del mercado en la actualidad.



Figura. 28 Modo de carga 4 tal y como se describe en la norma IEC 61851-1. Fuente: [19]



## 4.- DISEÑO DEL CENTRO DE CARGA

El diseño del centro de carga debe poder dar una solución fiable y competitiva en el mercado con respecto a otros centros de carga. Es por ello, que se debe realizar una exhaustiva búsqueda de componentes y electrónica que sea capaz de competir con otros cargadores reduciendo el precio de compra lo máximo posible sin perder calidad. En los siguientes apartados, se va a realizar un estudio de los componentes y el diseño que llevará el centro de carga, como primer objetivo para conseguir un primer prototipo.

### 4.1.- Requisitos del sistema de carga

Como bien se ha comentado, este proyecto tiene como objetivo cubrir las necesidades de particulares, que estén dispuestos a abastecer de carga a los vehículos eléctricos. Antes de empezar a diseñar cada una de las partes que formará el centro de carga, es necesario establecer una serie de requisitos mínimos que deben de cumplirse para llegar a obtener un producto de calidad y competitivo.

#### 4.1.1.- Condición de funcionamiento e instalación

Es importante antes de empezar a diseñar cualquier sistema, saber el entorno donde estará operando. Ya que, en función de las características del entorno, será necesario utilizar unos materiales u otros. En este caso, el centro de carga se utilizará en entornos tanto interiores como exteriores. Por lo que en función de la petición del cliente se desarrollará el centro de carga dentro de una envolvente resistente al agua y a los posibles agentes adversos del exterior. En cambio, si el cliente desea que el centro de carga se instale en interiores, se incluirá una envolvente más económica, dado que no será necesario que disponga de resistencia a los agentes externos.

En cuanto a la instalación del centro de carga, se dan dos opciones posibles. En primer lugar, la opción de instalar el centro de carga junto a una pared. En este caso, la propia estructura dispone de los agujeros necesarios para atornillar el centro de carga a la pared. No obstante, también se da la opción de evitar perforar paredes y posicionar el centro de carga en una estructura en pie, tal y como se aprecia en la figura. 29. Esto permite que el centro de carga esté en una situación más segura y evita posibles descuelgues que pueden ocurrir en el caso de atornillarlo a la pared.



Figura. 29 Ejemplo de estructura para sostener el centro de carga



Figura. 30 Ejemplo de instalación exterior montado sobre pared



## 4.1.2.- Capacidad de carga del sistema

Ante las características que tiene una instalación eléctrica de una vivienda particular, se debe buscar la manera de poder encajar un centro de carga sin alterar de forma brusca las características de la red. Es por ello por lo que se pretende que este centro de carga se alimente a una tensión nominal de 230 V, que es el voltaje que llega desde la red eléctrica nacional a todas las viviendas del país. En cuanto a la corriente que se puede llegar a conseguir, se proponen tres niveles de corriente en función de la capacidad que tenga la vivienda. El nivel más bajo estaría en 16 A y se daría cuando la vivienda está a pleno rendimiento, como consecuencia de esto, en este nivel de corriente el vehículo realizará una carga de forma más lenta. El nivel medio estaría en 32 A, que ocurriría en el caso de que la vivienda no esté funcionando a pleno rendimiento y por lo tanto tenga mayor margen de corriente para la carga del vehículo, sin sobrepasar en ningún momento los límites de potencia contratada. Y, por último, el nivel más alto de carga que se podría proporcionar sería de 63 A. Este nivel se daría cuando la vivienda esté a un rendimiento lo suficientemente bajo como para trasladar la máxima capacidad de carga posible al vehículo, es por ello por lo que el vehículo tardará menor tiempo en completar su carga si se compara con los dos niveles anteriores. Para controlar en todo momento el nivel de carga que debe trasladar a la red, el sistema lleva incorporado un “power sensor”, el cual permite regular el nivel de corriente en función de la carga que esté llevando el sistema en todo momento.

En cuanto a las protecciones que se incluirán en la electrónica del centro de carga, se describen:

- Interruptor magnetotérmico: su finalidad es la de interrumpir el paso de la corriente eléctrica sobre la electrónica interna del centro de carga cuando se den ciertos valores máximos que puedan poner en peligro toda la electrónica. Dicho interruptor permitirá como máximo 16 A de corriente sobre la electrónica del centro de carga.
- Interruptor diferencial: dicho interruptor será de tipo A, el cual permitirá detectar corrientes de fuga alterna con o sin componente continua.
- Protección sobretensión: para evitar que picos de tensión elevados puedan dañar o destruir la electrónica del centro de carga. Se utilizará un protector de sobretensión que proteja tanto para sobretensiones transitorias como permanentes. Además, será de tipo 2, para proporcionar un nivel de protección media.



En relación al apartado de 5.2 Normativa, el centro de carga deberá cumplir con toda la normativa descrita para garantizar el perfecto funcionamiento.

### **4.1.3.- Especificación de la electrónica que formará el sistema**

Con respecto a las especificaciones de la electrónica que llevará el sistema, se especifica a continuación, los elementos hardware que van a ser necesarios para la correcta comunicación tanto con el usuario como con la propia electrónica que forma el sistema.

Como bien se especificó anteriormente, la tensión que entrará al sistema será de 230 V, por lo que será necesario una fuente de alimentación interna que proporcione una alimentación interna de 12 V DC.

Con relación a las entradas que dispondrá el sistema, se han de considerar cuatro entradas. La primera de las entradas será de tipo analógica, la cual está pensada para permitir la regulación de la carga del vehículo. En concreto serán valores que irá tomando de la red de la vivienda para que en función de la carga que haya en todo momento, se pueda ajustar el nivel de carga permitida al vehículo. La segunda de las entradas será digital, se encargará del encendido o apagado del centro de carga, es decir, de permitir la alimentación a 12 V (ON) o no alimentar el sistema (OFF).

La tercera de las entradas será digital y permitirá comunicar al sistema que se quiere configurar el centro de carga para que cargue el vehículo al 50 %. La última de las entradas también será de tipo digital y estará destinada a la conexión de un sistema externo que se ocupará de contar la energía que se ha consumido cuando se ha realizado la carga. Este tipo de sistemas de conteo son muy útiles a la hora de contabilizar la carga consumida por un vehículo por ejemplo dentro de una vivienda comunitaria, ya que permite saber qué persona en concreto ha consumido mayor o menor cantidad de energía en cargar su vehículo eléctrico.

El número de salidas consideradas en el sistema será de seis, todas ellas digitales. Dos de estas salidas serán utilizadas para el control del actuador de enclavamiento. Este actuador es el encargado de bloquear la manguera cuando el vehículo está siendo cargado, así se evita que la carga se interrumpa y pueda ocasionar posibles problemas en el sistema. La tercera de las salidas será tipo relé y permitirá maniobrar la carga a través de un contactor externo al circuito. Las otras tres salidas funcionarán a una corriente de 500 mA y estarán conectadas a unos LEDs indicativos del estado en el que se encuentra el centro de carga. Por lo que, si el led está iluminado de color verde, significa que el centro de carga está disponible y por lo tanto listo para usarse.



En cambio, si el led está de color azul, significará que el centro de carga está cargando un vehículo en ese momento y no es posible usarse.

Y, por último, si ocurre algún error mientras se está cargando el vehículo o incluso antes de cargar el vehículo, el led lo indicará iluminándose con un color rojo.

Dentro del sistema, para poder permitir la comunicación con el usuario y el centro de carga, está pensado para que el usuario disponga de una aplicación que le permita comunicarse con el centro de carga y poder configurar su perfil de carga específico en relación al tipo de vehículo que disponga.

Se va a incluir también, un elemento de control mediante activación RFID, en sustitución a las llaves que puede que existan en otros centros de carga. Tras acercarse una de las tarjetas RFID permitidas en el sistema, éste se activará y permitirá la carga del vehículo. En el caso de rechazar la tarjeta RFID, el sistema lo indicará iluminando el led de color rojo, en el caso contrario de que sí se permita la tarjeta, se iluminará de color verde.

Toda la electrónica que compondrá el sistema, debe poder ocupar el menor espacio posible para mantener el objetivo de contribuir a un montaje y un bajo coste de fabricación. Si se compara con anteriores centros de carga, la electrónica podría suponer un 80% del coste, por lo que es un objetivo primordial poder reducir ese porcentaje para poder llegar a desarrollar un producto competitivo en el mercado de la movilidad eléctrica.

#### **4.1.4.- Especificación de interacción entre el usuario y otros sistemas**

Las principales especificaciones entre el usuario y el centro de carga pasan por la comunicación que deben tener en todo momento para personalizar la carga del vehículo. Para ello, se desarrollará una aplicación que podrá ser utilizada por el usuario en su smartphone, y con la que podrá configurar el centro de carga en virtud de las características del vehículo que tenga. Además, dicho software permitirá observar el estado de funcionamiento del centro de carga en tiempo real, por lo que, en el caso de ocurrir un determinado problema, se puede actuar a tiempo para cancelar la carga. Más adelante se comentará un poco más sobre el uso de esta aplicación.

Para poder otorgar una comunicación de calidad entre el hardware y el usuario es necesario seguir las recomendaciones del protocolo OCPP. Dicho protocolo especifica la comunicación que se debe dar entre el centro de carga y el usuario, es decir, se especifican los mensajes que se envían entre ambos.





Con respecto a este proyecto, se analizarán dichas recomendaciones, pero no se llegará a implementar dicho protocolo.

### **4.1.5.- Especificación de envolvente y montaje interno de electrónica**

Con respecto a las especificaciones de montaje y diseño de envolvente, se busca poder desarrollar un centro de carga lo más compacto posible, por lo que los componentes irán perfectamente colocados dentro de la envolvente. Para ello, se procederá a montar todos los elementos hardware sobre carril DIN, esto limita la búsqueda de elementos solo a aquellos que pueden adaptarse a este requisito. Esta fijación es idónea para soportar adherido dentro del centro de carga, ya que la instalación se realiza de forma de que el centro de carga estará en posición vertical.

Otro factor importante es que la electrónica que vaya montada en el interior del centro de carga, debe de disponer de un nivel de protección IP20. En este grado de protección, el primer dígito indica que el tamaño de protección ante objetos debe de tener un tamaño superior a 12 mm. En cambio, el segundo dígito al ser un cero, no dispone de protección, puesto que la propia envoltura dará una cierta protección ya sea en un ambiente de interior o exterior. Es por ello, que la electrónica interior no necesita ser resistente a agentes externos.

## **4.2.- Descripción de componentes**

El diseño que seguirá este punto de carga, estará recogido en varios apartados o diferentes campos de diseño que se pretenden cubrir. Entre los cuales se describirán:

- Diseño eléctrico del cargador
- Diseño de electrónica de control.
- Diseño de software embebido o de sistemas de cómputo.
- Diseño del interfaz de usuario software.
- Diseño de envolvente y montaje.



---

# MATERIAL CONFIDENCIAL



## 5.- CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

Este proyecto pretende introducirse en el mercado de la movilidad eléctrica como una solución fiable y eficaz para aquellas personas que dispongan en su vivienda de cualquier vehículo eléctrico. Gracias al estudio de las necesidades que puede tener un usuario cotidiano se ha podido realizar un primer prototipo para satisfacerlas.

Se ha podido comprobar cómo se ha podido realizar una visión general de la actualidad que existe a día de hoy sobre la movilidad eléctrica. Enumerando algunas de las empresas más importantes tanto a nivel mundial como a nivel nacional dedicadas a la fabricación de centros de cargas.

Tras la implementación de un primer prototipo que cumple con todos los objetivos propuestos, se pretende trabajar en una segunda versión del primero que mejore algunos aspectos de la primera versión, antes de lanzar el producto al mercado. Es por ello que se proponen las siguientes mejoras:

Se propone cambiar la ubicación de la fuente de alimentación y evitar que vaya instalada junto a la placa. Es por ello de que se puede poner una fuente de alimentación instalada en carril din, por lo que iría junto con las protecciones del circuito. Otra opción sería extraer la propia fuente de alimentación de la propia caja del centro de carga, por lo que también se ahorraría espacio. Dicha fuente iría instalada en serie con el cable de alimentación que iría a la red de la vivienda, asemejándose a los cables de alimentación que tendría un ordenador portátil. Con esto, se consigue una reducción notable de la placa principal del centro de carga.

Otro cambio propuesto sería cambiar el módulo Wifi por otro módulo que además de Wifi, disponga de conexión bluetooth. Gracias a esto se ofrece otro tipo de conexión al usuario en el caso de que la conexión Wifi no esté disponible o incluso no haya buena cobertura como por ejemplo en determinados garajes.

De cara a internacionalizar el centro de carga, también se podría proponer que la manguera de carga se intercambiable por otra que tenga un conector que se adapte al país donde se va a utilizar.



## 6.- BIBLIOGRAFÍA

- [1] OCU, «OCU- Emisiones CO2,» 22 1 2019. [En línea]. Available: <https://www.ocu.org/coches/coches/noticias/coches-electricos-preguntas#> (accedido 15 Julio 2020).
- [2] H. Calaza, «Toyota Prius,» 18 11 2013. [En línea]. Available: <https://especiales.autocosmos.com.ar/prius/noticias/2013/11/18/como-funciona-el-toyota-prius-hibrido> (accedido 15 Julio 2020).
- [3] A. Callejo, «Tesla Model S,» [En línea]. Available: <https://forocoheselectricos.com/2019/10/todas-las-novedades-que-traera-el-tesla-model-s-el-ano-que-viene-tendra-una-bateria-mas-capaz.html> (accedido 15 Julio 2020).
- [4] BMW, «BMW i3,» [En línea]. Available: <https://www.bmw.es/es/coches-bmw/bmw-i/i3/2017/presentacion.html> (accedido 15 Julio 2020).
- [5] Mitsubishi, «Mitsubishi Outlander PHEV,» [En línea]. Available: <https://www.mitsubishi-motors.com.au/vehicules/outlander-phev> (accedido 15 Julio 2020).
- [6] Circutor, «Circutor,» [En línea]. Available: <http://circutor.es/es/productos/recarga-inteligente-para-vehiculos-electricos/recarga-interior-de-vehiculos-electricos/serie-ehome-detail> (accedido 15 Julio 2020).
- [7] Simon, «Simon - centro de carga interior,» [En línea]. Available: <https://www.simonelectric.com/vehiculo-electrico/soluciones-recarga-interior> (accedido 15 Julio 2020).
- [8] Schneider, «Schneider - cargador,» [En línea]. Available: <https://www.se.com/es/es/product-range/62395-evlink-wallbox/> (accedido 15 Julio 2020).
- [9] Xataka, «Xataka - Cargador Tesla,» [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/energia/nuevo-cargador-tesla-se-conecta-a->



enchufe-nuestro-hogar-rapido-que-generacion-anterior (accedido 15 Julio 2020).

- [10] I. garage, «Ingerevo garage,» [En línea]. Available: [https://www.ingeteam.com/es-es/sectores/movilidad-electrica/p15\\_58\\_163/ingerev-garage.aspx](https://www.ingeteam.com/es-es/sectores/movilidad-electrica/p15_58_163/ingerev-garage.aspx) (accedido 15 Julio 2020).
- [11] P. Contact, «Phoenix Contact - conectores AC,» [En línea]. Available: [https://www.phoenixcontact.com/online/portal/es?ldmy&urile=wcm:path:/eses/web/main/products/subcategory\\_pages/AC\\_charging\\_cables\\_for\\_electric\\_cars\\_charging\\_stations\\_and\\_wall\\_boxes\\_P-29-03-02/e0a0cc39-78e9-458f-9271-1b7cfaf59108](https://www.phoenixcontact.com/online/portal/es?ldmy&urile=wcm:path:/eses/web/main/products/subcategory_pages/AC_charging_cables_for_electric_cars_charging_stations_and_wall_boxes_P-29-03-02/e0a0cc39-78e9-458f-9271-1b7cfaf59108) (accedido 15 Julio 2020).
- [12] «EDN - conector tipo 1,» [En línea]. Available: <https://www.edn.com/how-the-j1772-charging-standard-for-plug-in-vehicles-works/> (accedido 15 Julio 2020).
- [13] «Metron shop - conector mennekes,» [En línea]. Available: <https://eauto.si/metron-shop/product/type-2-mennekes-charging-station-socket-outlet-panel/> (accedido 15 Julio 2020).
- [14] «LuGEnergy,» [En línea]. Available: <https://www.lugenergy.com/tipo-de-conectores-vehiculo-electrico/scame/> (accedido 15 Julio 2020).
- [15] «Raydiall - conector hembra GB/T,» [En línea]. Available: <https://raydiall.com/cable-connectors-for-automotive-industry/ac-socket-outlet-gbt-32a/> (accedido 15 Julio 2020).
- [16] P. Contact, «Phoenix Contact,» [En línea]. Available: [https://www.phoenixcontact.com/online/portal/es?ldmy&urile=wcm:path:/eses/web/main/products/subcategory\\_pages/DC\\_charging\\_cables\\_for\\_fast\\_charging\\_stations\\_P-29-03-01/528f4283-28d9-4efc-ae2f-ffc8b0307be2](https://www.phoenixcontact.com/online/portal/es?ldmy&urile=wcm:path:/eses/web/main/products/subcategory_pages/DC_charging_cables_for_fast_charging_stations_P-29-03-01/528f4283-28d9-4efc-ae2f-ffc8b0307be2) (accedido 15 Julio 2020).
- [17] «Insideevs,» [En línea]. Available: <https://insideevs.com/news/321193/chademo-officially-recognized-as-international-dc-charging-standard-by-iec/> (accedido 15 Julio 2020).



- [18] «CHAdEMO,» [En línea]. Available: <https://www.chademo.com/portfolios/jae-connector-10/> (accedido 15 Julio 2020).
- [19] M. eléctrica. [En línea]. Available: <https://movilidadelectrica.com/modos-y-tipos-de-carga-de-un-vehiculo-electrico/> (accedido 15 Julio 2020).
- [20] J. Eickelmann, La electromovilidad como impulso del cambio, Phoenix Contact E-Mobility GmbH, 2017.
- [21] Tesla, «Tesla,» [En línea]. Available: [https://www.tesla.com/es\\_es/models](https://www.tesla.com/es_es/models) (accedido 15 Julio 2020).
- [22] Mitsubishi, «Mitsubishi Outlander PHEV,» [En línea]. Available: <https://www.mitsubishi-motors.es/modelos/outlander-phev> (accedido 15 Julio 2020).
- [23] Circutor, «Circutor - sobre nosotros,» [En línea]. Available: <http://circutor.es/es/empresa/informacion/sobre-nosotros> (accedido 15 Julio 2020).
- [24] Schneider, «Schneider - sobre nosotros,» [En línea]. Available: <https://www.se.com/es/es/about-us/> (accedido 15 Julio 2020).
- [25] Ingeteam, «Ingeteam - Quiénes son,» [En línea]. Available: <https://www.ingetteam.com/es-es/quienessomos/ingetteam.aspx> (accedido 15 Julio 2020).
- [26] «CEMDAL,» 11 4 2016. [En línea]. Available: <https://www.cemdal.com/2016/04/11/nuevas-directivas-europeas-en-vigor-a-partir-de-abril-2016/> (accedido 15 Julio 2020).
- [27] «UNE,» [En línea]. Available: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0041188> (accedido 15 Julio 2020).
- [28] «ANMOPYC,» [En línea]. Available: [http://www.anmopyc.es/resources/archivos/noticias/582/directiva\\_2014\\_35\\_ue.pdf](http://www.anmopyc.es/resources/archivos/noticias/582/directiva_2014_35_ue.pdf) (accedido 15 Julio 2020).
- [29] [En línea]. Available: <https://www.boe.es/doue/2014/096/L00079-00106.pdf> (accedido 15 Julio 2020).



- 
- [30] G. t. d. a. I.-B. 52, Noviembre 2017. [En línea]. Available: [http://www.f2i2.net/documentos/lisi/rbt/guias/guia\\_bt\\_52\\_nov17R1.pdf](http://www.f2i2.net/documentos/lisi/rbt/guias/guia_bt_52_nov17R1.pdf) (accedido 15 Julio 2020).
- [31] Efibat, «Guía básica de definición de puntos de recarga para vehículos eléctricos».