



**Universidad**  
Zaragoza



Instituto Universitario de Investigación Mixto  
**CIRCE**  
Universidad Zaragoza

---

# Laboratorio de investigación de soluciones de carga para vehículos eléctricos e impacto en red

Oferta tecnológica y de servicios

---

Abril 2021



<b>1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Descripción de los equipos.....</b>	<b>2</b>
2.1	Banco para el diseño y validación de cargadores inductivos.....	2
2.2	Banco de ensayos para el diseño y validación de gestión de cargadores públicos y privados .....	4
2.3	Banco de ensayos para el diseño de sistemas de carga rápida y de carga bidireccional de abordó ...	5
2.4	Equipos para el diseño y validación de soluciones de apoyo a la red.....	5
2.4.1	Sistema de almacenamiento .....	6
2.4.2	Plataforma de desarrollo web para monitorización y control de los cargadores.....	6
2.4.3	Emulador de Vehículo Eléctrico.....	7
2.4.4	Cámara climática .....	8
2.4.5	Equipos de medida y monitorización.....	8
<b>3</b>	<b>Servicios .....</b>	<b>9</b>
3.1	Diseño, ensayo y validación de sistemas de carga inductiva .....	9
3.2	Diseño, ensayo y evaluación de cargadores Modo 4: CHAdeMO, COMBO y V2G .....	10
3.3	Diseño, ensayo y evaluación de cargadores Modo 3 .....	11
3.4	Diseño de políticas de reducción de impacto en red de los cargadores y servicios de flexibilidad ...	11

	Document:	Laboratorio soluciones de carga para VE e impacto en red	Version	1.0
	Project:	Oferta Tecnológica	Author:	
	Reference:		Date:	1/7/21

# 1 Introducción

El Instituto Universitario de Investigación Mixto CIRCE de la Universidad de Zaragoza dispone de un Laboratorio diseñado para la investigación de soluciones de carga para vehículos eléctricos y su impacto en la red eléctrica de distribución.

El laboratorio se ha diseñado para dar respuesta a las necesidades de infraestructura tan variada como la necesaria para el desarrollo de sistemas de carga de vehículo eléctrico inteligente, integrado en la red de distribución. Se consideran sistemas de carga lenta y rápida y sistemas conductivos e inductivos. Concretamente el laboratorio permitirá diseñar y evaluar el funcionamiento de los sistemas diseñados en los siguientes aspectos:

- **Carga inductiva:** se considera que la carga inductiva será mayoritaria en un futuro no lejano, debido a sus ventajas de comodidad de uso para el usuario y nulo impacto visual. Este modo de carga está en plena fase de evolución, con estándares no definidos en su totalidad. El laboratorio dispone de una bancada específica que permite a los investigadores diseñar nuevas topologías, configuraciones de potencia o ensayar nuevos materiales que permitan un desarrollo más rápido y efectivo de este modo de carga.
- **Despliegue masivo de cargadores:** uno de los grandes problemas para el despliegue masivo de los vehículos eléctricos en las ciudades es el límite de la propia red de distribución eléctrica, especialmente en el caso de parques de comunidades de vecinos o parques públicos y sobre todo en ciudades densamente pobladas en las que las redes de distribución se encuentran fuertemente saturadas. La única solución posible consiste en la gestión de los procesos de carga de los VEs, teniendo en cuenta múltiples factores: estado de congestión de la red, potencia contratada, previsión de la demanda doméstica y de carga, etc... por ello, el Laboratorio cuenta con cargadores Modo 3 y Modo 2 gestionables desde un centro de control propio
- **Carga rápida y de oportunidad y su impacto en la red:** la carga rápida es imprescindible para el despliegue del VE, sin embargo, el nivel de potencia requerido genera un fuerte impacto en la red de distribución. Es necesario desarrollar soluciones tanto en electrónica de potencia (EP) como en control que permitan instalar cuantos cargadores sean necesarios, solventando los problemas que ello implica. El Laboratorio dispone de un cargador rápido que incluye los estándares CHAdeMO y COMBO.
- **Carga bidireccional V2X:** la energía almacenada en las baterías del vehículo puede ser utilizada para dar apoyo a la red en momentos puntuales o para alimentar sistemas aislados, tales como viviendas. A medida que aumenta la penetración de ER en la red y se reduce la inercia de la misma, es necesario compensarla con la inclusión de sistemas de inercia virtual y los vehículos eléctricos presentan un gran potencial en este sentido. Para realizar ensayos de este tipo, el cargador rápido anterior se ha diseñado para que incluya la funcionalidad V2G.
- **Servicios de flexibilidad a la red:** no sólo los sistemas V2X tienen capacidad de ofrecer servicios a la red. En general cualquier cargador con una etapa de electrónica de potencia

conectada en el lado de red es capaz de gestionar la potencia reactiva, mejorando el factor de potencia de una instalación o al perfil de tensiones según la característica de la red. Si el cargador se complementa con un sistema de almacenamiento auxiliar y con energías renovables, las posibilidades se incrementan notablemente, en primer lugar, reduciendo los picos de potencia propios de la carga rápida, y a continuación ayudando en la estabilidad de tensión y frecuencia en el punto de red, algo especialmente importante en redes saturadas y débiles. Por ello el laboratorio dispone de un sistema de almacenamiento mediante baterías de litio de 16 kW, 20 kWh.

- **Gestión de carga:** todo lo anterior requiere disponer de un centro de control específico, con capacidad para incluir algoritmos de alto nivel con capacidad para considerar la predicción de la demanda, del precio de la energía, producción de renovables, así optimizar los procesos de carga y de operación de las infraestructuras, junto con algoritmos de flexibilidad de apoyo a la red. Este sistema permite, además, la comunicación de cargadores mediante protocolo OCPP.

El objetivo del documento es explicar los equipos de que dispone el Laboratorio y los Servicios que pueden prestarse.

## 2 Descripción de los equipos.

El laboratorio dispone de un conjunto de bancos de ensayos y de un equipamiento de servicios comunes a todos ellos:

- Bancos de ensayos:
  - para el diseño y validación de cargadores inductivos
  - para el diseño y validación de gestión de cargadores públicos y privados
  - para el diseño de sistemas de carga rápida y de carga bidireccional
- Equipamiento común para los bancos de ensayos
  - Sistema de almacenamiento y Energías renovables
  - Plataforma de desarrollo web
  - Emulador de vehículo eléctrico
  - Cámara climática
  - Equipos de medida y monitorización

### 2.1 Banco para el diseño y validación de cargadores inductivos

Consiste en un banco de carga inductiva con cuatro niveles de potencia preparado para validar el funcionamiento de estos sistemas de carga de acuerdo a estándares y recomendaciones tales como:

- ISO/PAS 19363:2017 Electrically propelled road vehicles -- Magnetic field wireless power transfer -- Safety and interoperability requirements

- IEC 61980 Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems
  - Part 1: General requirements
  - Part 2: Specific requirements for communication EV and infrastructure
  - Part 3: Specific requirements for the magnetic field power transfer systems
- ISO/IEC 15118 Road vehicle to grid communication interface
  - Part 6: General information and use-case definition for wireless communication
  - Part 7: Network and application protocol requirements for wireless communication
  - Part 8: Physical layer and data link layer requirements for wireless communication
- SAE J2954 Wireless Charging of Electric and Plug-in Hybrid Vehicles
- SAE J2836/6 J2847/6 J2931/6 Communication for inductive charging
- AE J1773 Electric Vehicle Inductively Coupled Charging (publicada como guía de practicas recomendadas)
- UL 2750 Wireless EV charging

El objetivo es permitir a investigadores de cualquier organismo público o privado desarrollar y validar el funcionamiento de un sistema de carga inductiva. El banco de ensayos permite la validación del sistema completo o de alguno de sus elementos: bobina, puente resonante, sistema de apantallamiento o electrónica de potencia, del primario y/o secundario. Entre los parámetros a probar estarán el funcionamiento con diferentes distancias de separación entre primario y secundario (airgap) y desalineamiento entre ambos circuitos.

Las potencias disponibles son 3,7 kW; 7,7 kW; 11,1 kW y 22 kW a 85 kHz con posibilidad de regulación de la frecuencia mínima entre 81 kHz y 90 kHz. Se dispone de topología S-S y SP-S.

El banco de ensayos dispone de los siguientes elementos:

- Primario:
  - Un sistema de transferencia de potencia por inducción (IPT) formado por bobina y condensador, por cada nivel de potencia.
  - Sistema de apantallamiento formado por ferritas y aluminio
  - Electrónica de potencia:
    - Puente AC/DC de 22 kW totalmente controlable de alta calidad de onda
    - Puente DC/AC de alta frecuencia para alimentar a los distintos IPTs
- Secundario
  - 4 IPTs formados por bobina y condensador, uno por cada nivel de potencia
  - Sistema de apantallamiento
  - Electrónica de potencia formada por: un puente AC/DC de 22 kW para alimentación a baterías. Este puente podrá funcionar a cualquiera de las potencias anteriores, de 3,7 kW a 22 kW.
  - Estructura móvil de aluminio: En la que se montarán tanto el primario como el secundario y que permitirá modificar el airgap y el desalineamiento de forma precisa.

El sistema es modular permitiendo la conexión y desconexión de los diferentes elementos de forma que pueda cambiarse de forma independiente la bobina, el condensador, el sistema de apantallamiento o cualquiera de los puentes de electrónica de potencia, tanto de primario como de secundario, o bien el primario o el secundario en su conjunto. En la siguiente figura se muestra un esquema del sistema propuesto.

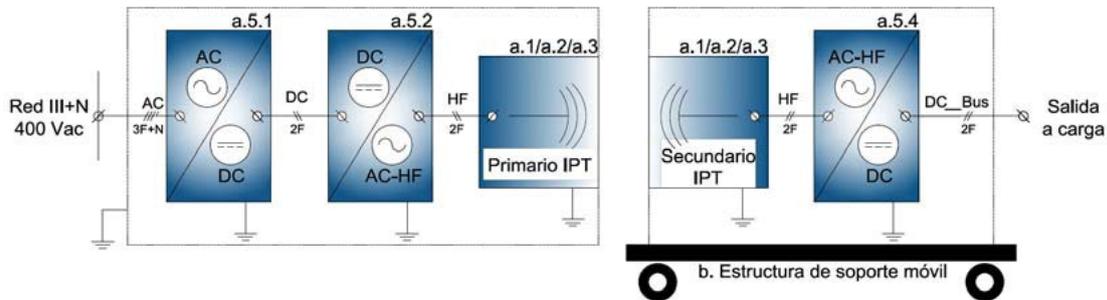


Figura 1 Banco de ensayos para el diseño y validación de cargadores inductivos

## 2.2 Banco de ensayos para el diseño y validación de gestión de cargadores públicos y privados

Está compuesto por dos cargadores Modo 3 (de 11 y 22 kW) y un cargador Modo 2 (de acuerdo a UNE-EN 61851), que representan el despliegue de un aparcamiento público o privado con la finalidad de diseñar y validar técnicas y métodos que permitan regular la carga de los vehículos conectados, en función de las características de la red de distribución en tiempo real.

Para ello dispone de:

- Dos cargadores Modo 3 programables
- Un cargador Modo 2
- Un gestor del proceso de carga mediante comunicación PLC
- Un gestor del proceso de carga mediante comunicación inalámbrica

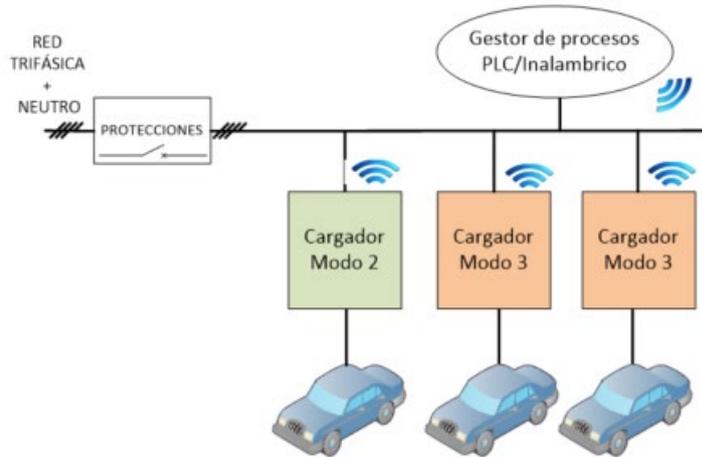


Figura 2. Banco de ensayos para el diseño y validación de gestión de cargadores públicos y privados.

## 2.3 Banco de ensayos para el diseño de sistemas de carga rápida y de carga bidireccional de abordó

Se dispone de un sistema de carga rápida bidireccional de 50 kW con:

- Protocolo CHAdeMO
- Protocolo COMBO
- Plataforma de gestión remota de los cargadores. Basada en el estándar OCPP, desarrollada a partir de tecnología libre y modular, para la prueba y validación de las comunicaciones de los cargadores y algoritmos de optimización y flexibilidad.

El conjunto es bidireccional, lo que permite estudiar y desarrollar sistemas V2X (V2G, V2H, V2L) de devolución de energía a la red, pudiendo trabajar en cualquiera de sus facetas: electrónica de potencia, protocolos de comunicación o control y comunicación externa.

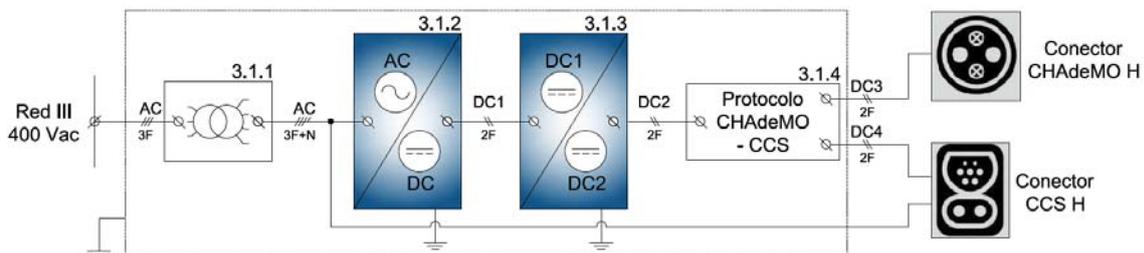


Figura 3. Diagrama de bloques del cargador rápido bidireccional.

## 2.4 Equipos para el diseño y validación de soluciones de apoyo a la red

A Continuación, se detallan todos los equipos que son comunes a los 3 bancos de ensayos propuestos:

	Document:	Laboratorio soluciones de carga para VE e impacto en red	Version:	1.0
	Project:	Oferta Tecnológica	Author:	
	Reference:		Date:	1/7/21

### 2.4.1 Sistema de almacenamiento

Se dispone de un sistema de almacenamiento formado por:

- Configuración de electrónica de potencia bidireccional, de cuatro cuadrantes, completamente controlable en potencia activa y reactiva, de 20 kVA
- Conjunto de baterías LiFePo4 de 16 kW, 20 kWh, incluyendo BMS

### 2.4.2 Plataforma de desarrollo web para monitorización y control de los cargadores

Se dispone de una Plataforma WEB con dos funcionalidades principales

- **SCADA de control del laboratorio:** este sistema permite realizar la monitorización y control de todos los bancos de ensayos de manera individualizada, permitiendo enviar consignas a los distintos equipos que forman el laboratorio a la vez que recibe los parámetros más importantes de los mismo, que quedan registrados para usos posteriores.
- **Centro de control de cargadores:** la plataforma implementa el protocolo OCPP en su lado de sistema central de gestión, permitiendo el control de cargadores que implementen el lado cargador de dicho protocolo para ser operados remotamente desde dicha plataforma web.

Se dispone de un servicio completo de gestión basado en un sistema web con control de acceso y recursos propios (i.e. base de datos e interfaz), permite que un usuario del laboratorio acceda convenientemente a sus recursos. Esto permite, por ejemplo, que un investigador que pruebe un cargador pueda visualizarlo y controlarlo con este servicio web o que otro investigador testeando infraestructura de vehículo pueda monitorizar los procesos de carga efectuados con equipos del laboratorio.

Está alojado en un servidor de alto rendimiento propio del laboratorio y basado en tecnologías de software abierto (open source), buscando la independencia del sistema, modularidad y crecimiento futuro. De esta manera, un usuario avanzado dispone del marco de trabajo necesario para probar la transmisión y visualización específica de datos en las diferentes bancadas. Dichas bancadas están conectadas a la plataforma web mediante el protocolo MQTT, uno de los estándares más utilizados en el entorno IoT en la actualidad. En cuanto a los cargadores comerciales, las comunicaciones con la infraestructura están basadas en OCPP, el estándar de mercado para la gestión remota de carga de VE. La plataforma está preparada para incluir nuevos cargadores, tanto comerciales como prototipos, que implementen dicho protocolo, y realizar el control de las cargas en remoto. La integración de cargadores con esta tecnología, así como la comunicación con aplicaciones móviles (APP) que incluyan este protocolo, es transparente. Además, al utilizar infraestructura propia y recursos open source permite a los usuarios avanzados el desarrollo nativo de conectores y aplicaciones adicionales.

En resumen, las características técnicas principales del sistema son las siguientes:

- Sistema completo (interfaz gráfica, front-end y back-end, base de datos, etc.) desarrollado a partir de tecnologías open source.

- Compatibilidad con OCPP v1.5, v1.6 y posibilidad de evolución a versiones futuras.
- Integración de otros protocolos Smart Grid e IoT (e.g MQTT).
- Geolocalización de cargadores y control remoto de las operaciones de carga.
- Gestión de la reserva de los cargadores.
- Registro histórico de las cargas efectuadas, con sus medidas, y de notificaciones de estado de los cargadores.
- Acceso por roles de usuario con gestión de permisos y de visualización de recursos.
- Interfaz de usuario en aplicación móvil Android.
- Capacidad de la ejecución y prueba de algoritmos de flexibilidad desarrollados en soluciones de análisis de datos (e.g. Matlab o R).

En cualquier caso, la integración de otras tecnologías no estándar para la validación de hardware concreto puede ser llevada a cabo con los módulos de adaptación de los bancos de ensayos o bien ofrecida en forma de servicio del laboratorio. Con todo ello, se podrán diseñar y validar soluciones de carga que eviten o se adapten a las restricciones de potencia de la red de distribución actual, proponiendo nuevos equipos y software de gestión amigables y fácilmente utilizables con el usuario.

## 2.4.3 Emulador de Vehículo Eléctrico

### 2.4.3.1 Emulador de carga rápida, CHAdeMO, Combo, V2G e inductivo

Se trata de un equipo que combina electrónica de potencia con los protocolos CHAdeMO y COMBO, capaz de emular el comportamiento de cualquier vehículo eléctrico, tanto en potencia como en comunicaciones.

El emulador aumenta la flexibilidad de uso de los bancos de ensayos, permitiendo realizar mayor número de pruebas en condiciones controladas, ya que elimina la necesidad de disponer de un vehículo eléctrico o de baterías. Por otra parte, permite realizar y repetir tantos ensayos como sean necesarios en cualquier condición, simulando el comportamiento de las baterías de cualquier vehículo, incluyendo el protocolo de comunicaciones que el investigador desee. El diseño y funcionalidades del emulador se basan en patente “Equipo emulador del sistema de carga de baterías de vehículos eléctricos”. P201131962. País de prioridad: España. Fecha de prioridad: 2011 Propietario: ENDESA S.A. De la que el Responsable del Laboratorio es el investigador principal.

El emulador es también compatible para su uso en el banco de ensayos de carga inductiva, para lo que permitiendo valida el Protocolo 15118.

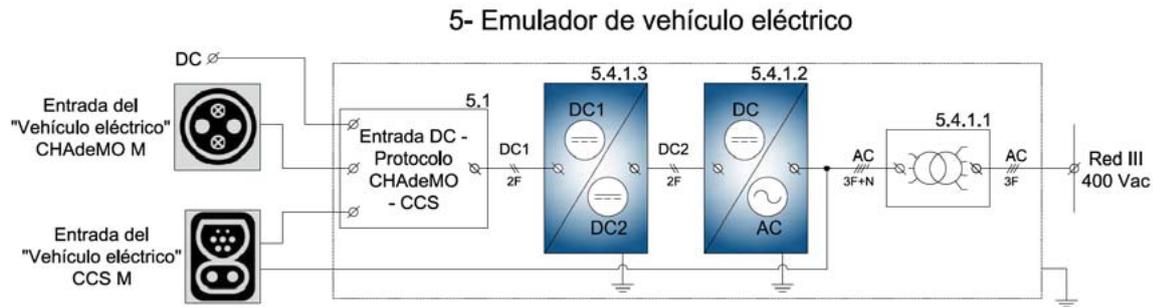


Figura 4. Diagrama de bloques del emulador de vehículo eléctrico de carga rápida.

### 2.4.3.2 Emulador de vehículo eléctrico Modo3

Se dispone de un Emulador de vehículo eléctrico para ensayo de cargadores Modo3, que permite validar las comunicaciones entre vehículo y cargador.

### 2.4.4 Cámara climática

Para realizar ensayos, tanto de cargadores como de componentes específicos de los mismos, de celdas de baterías o incluso de packs de baterías, se dispone de una cámara climática compacta modelo INEC-70/1500.

La cámara climática dispone de 1,56 m<sup>3</sup> de volumen (1mx1mx1,5m), el rango de variación de temperatura es de -70º a 180º y el rango de variación de humedad relativa del 10% al 98%. El rango de precisión en temperatura es de  $\pm 0,5$  ºC y de humedad relativa  $\pm 2\%$ , siendo la resolución de 1ºC de temperatura y 0,1% de humedad relativa.

El nivel de seguridad actual de la cámara corresponde con un Hazard Level 4, aunque está preparada para Hazard 7.

La cámara permite realizar ensayos programados tanto de forma presencial como remota.

### 2.4.5 Equipos de medida y monitorización

Entre otros equipos de medida, el laboratorio cuenta con:

- 1 Osciloscopio de 100 MHz, cuatro canales, 2,5GHz tektronix MDO301. Junto al osciloscopio se incluyen:
  - 1 Generador de funciones arbitrarias capaz de generar formas de onda arbitrarias y programadas de hasta 16 MHz, SUP3 AFG
  - 1 Analizador de espectro con rango de frecuencias de 9 kHz a 3 GHz y captura de ancho de banda a 3 GHz. SUP3 SA3
- 2 Sondas de corriente AC Tektronik TRCP0600 , de 12 Hz a 30 MHz y de 500 mA a 600 A
- 2 Sondas de corriente AC y DC de Chauvon Arrnoux PAC16, de 40 a 400 A en AC y 60 a 600 A en DC.
- 4 Sondas de corriente Fluke I1000S de Intensidad nominal 10-100-1000 A de 5 Hz a 100 kHz

	Document:	Laboratorio soluciones de carga para VE e impacto en red	Version	1.0
	Project:	Oferta Tecnológica	Author:	
	Reference:		Date:	1/7/21

- 1 Medidor de campo electromagnético de banda ancha Wavecontrol SMP2Dual, para el medidor es necesaria:
  - 1 sonda para medida de campo eléctrico y magnético WP400
- 1 Analizador de calidad eléctrica y energía Fluke 435 II
- 1 Analizador de redes Circutor CVM-C10
- 3 transformadores de núcleo partido Circutor TP 23
- 1 Medidor de componentes Promax MZ -505C

## 3 Servicios

El laboratorio está diseñado para que investigadores o desarrolladores de soluciones de cargadores de vehículos eléctricos puedan ensayar el comportamiento de sus equipos

### 3.1 Diseño, ensayo y validación de sistemas de carga inductiva

El banco de carga inductiva permite el diseño, validación y ensayo de sistema de carga inductiva, ya sean completos o de sus componentes, tales como:

- Conductores para alta frecuencia para las bobinas.
- Nuevas formas de diseño de bobina
- Ferritas o elementos sustitutivos de las mismas
- Nuevos sistemas y formas de apantallamiento, como los basados en materiales con grafeno.
- Métodos de empaquetamiento de las bobinas embarcadas que soporten vibraciones y golpes
- Métodos de empaquetamiento de las bobinas en el lado de tierra que deben soportar el peso de los vehículos
- Aplicaciones con semiconductores de altas prestaciones: SiC, GaN, etc...
- Nuevas topologías de electrónica de potencia
- Nuevas topologías de puentes resonantes
- Etc..

Así mismo permitirá analizar el comportamiento del sistema completo:

- Eficiencia de las distintas partes y del sistema completo
- Calidad de onda
- Calentamiento de los distintos elementos
- Emisiones electromagnéticas

	Document:	Laboratorio soluciones de carga para VE e impacto en red	Version:	1.0
	Project:	Oferta Tecnológica	Author:	
	Reference:		Date:	1/7/21

## 3.2 Diseño, ensayo y evaluación de cargadores Modo 4: CHAdeMO, COMBO y V2G

El Emulador de vehículo eléctrico junto con el Centro de control de cargadores, permiten verificar un adecuado funcionamiento de los cargadores rápidos EV CHAdeMO, COMBO, V2G e Inductivos. El dispositivo emula el comportamiento de un vehículo eléctrico durante el proceso de carga tanto a nivel de comunicación como de demanda de energía.

El emulador aporta entre otras ventajas:

- Disponibilidad: no se necesita un VE para comprobar el funcionamiento de los cargadores.
- Operatividad. Se puede simular cualquier curva de batería
- Flexibilidad: pueden programarse pruebas en condiciones extremas o simularse problemas que pueden presentarse durante un proceso de carga.
- Pruebas de larga duración: permite hacer pruebas de funcionamiento durante el tiempo que se considere necesario, al no estar limitado por el nivel de carga de una batería como un vehículo real.

Las características principales son:

- Emulación del rendimiento del vehículo eléctrico durante una carga de Modo 4
- Simulación de diferentes comportamientos del vehículo, pudiendo modificar:
  - Tipos de baterías
  - Estado de carga (SoC)
  - Capacidad de las baterías del vehículo
- Validación de protocolos: el emulador permite la monitorización de los protocolos de comunicación durante la carga, así como su comprobación con diferentes versiones de CHAdeMO y CCS Combo, permitiendo reducir la incertidumbre a la hora de pasar una certificación.
- Simulación de fallos y problemas durante una carga rápida: cortocircuitos, problemas de comunicación o maniobras no permitidas en el vehículo durante la carga.
- Medición de parámetros de carga tanto en la red AC como en el lado DC
- Generación de curvas de carga (tensión y corriente durante la carga).

Entre otras aplicaciones destacan

- Validación de cargadores.
- Validación del protocolo de comunicación CHAdeMO
- Validación del protocolo de comunicación COMBO.
- Validación de protocolo V2G en los casos anteriores
- Emulación del rendimiento de las baterías comerciales.
- Evaluación de la seguridad e integridad del equipo.
- Comprobación del funcionamiento continuo de EVSE

	Document:	Laboratorio soluciones de carga para VE e impacto en red	Version	1.0
	Project:	Oferta Tecnológica	Author:	
	Reference:		Date:	1/7/21

- Comprobación de condiciones extremas de carga tomando los valores máximos de tensión y corriente.

Por otra parte, el Centro de Control de cargadores permite:

- Conectar cargadores que dispongan del protocolo OCPP 1.5 y comprobar su correcto funcionamiento.
- Desarrollar algoritmos de gestión de carga
- Comprobar el funcionamiento en tiempo real del seguimiento de consignas

### 3.3 Diseño, ensayo y evaluación de cargadores Modo 3

Para ello se dispone de dos cargadores Modo 3 programables, un emulador de vehículo de Modo 3 y el Centro de Control de cargadores.

Los investigadores podrán diseñar, ensayar y validar:

- Nuevos cargadores Modo 3 con funciones más avanzadas de las actuales
- Sistemas de hardware y software para la gestión de múltiples cargadores, válidos para uso en aparcamiento público o privado, adaptados a las exigencias de la ITC-BT-52
- Algoritmos de gestión de cargadores atendiendo, entre otros, a aspectos tales como:
  - Estado de la red
  - Previsión de demanda
  - Algoritmos de flexibilidad
  - Particularidades de los usuarios
- Aplicaciones de gestión de usuario.
- Etc.

Con todo ello, se podrán diseñar y validar soluciones de carga que eviten o se adapten a las restricciones de potencia de la red de distribución actual. Proponiendo nuevos equipos y software de gestión amigables y fácilmente utilizables con el usuario

### 3.4 Diseño de políticas de reducción de impacto en red de los cargadores y servicios de flexibilidad

Para esta aplicación se dispone fundamentalmente de la Plataforma Web, del Sistema de almacenamiento, el cargador Modo 4 con funcionalidad V2G, el emulador de vehículo eléctrico y la bancada de cargadores Modo 3. Con ello se puede diseñar, validar y ensayar algoritmos de:

- Gestión de carga considerando el impacto en red, con control en tiempo real del proceso de carga.
- Aplanamiento de la curva de demanda (Peak shaving)
- Suavizado de la curva de demanda (Smoothing)

	Document:	Laboratorio soluciones de carga para VE e impacto en red	Version	1.0
	Project:	Oferta Tecnológica	Author:	
	Reference:		Date:	1/7/21

- Control de factor de potencia
- Control de tensión y frecuencia
- Etc.

Para la integración de algoritmos desarrollados con la plataforma del laboratorio, será necesario la definición de unos interfaces de comunicación entre ambos sistemas que habrá que estudiar para cada caso.

Se podrán así mismo realizar las funciones típicas de un Centro de Control de Cargadores, entre otras:

- Comunicación con cargadores OCPP 1.5
- Reserva de cargadores
- Identificación de usuario
- Medida de la energía entregada



**Universidad**  
Zaragoza



Instituto Universitario de Investigación Mixto

**CIRCE**

**Universidad**Zaragoza

**IUI Mixto CIRCE**

Edificio CIRCE - Campus Rio Ebro  
C/ Mariano Esquillor Gómez, 15  
50018 Zaragoza  
Tfno: 976 762 145