

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FIE
Facultad de
Ingeniería Eléctrica

Departamento de Electroenergética

TRABAJO DE DIPLOMA

Diseño de una estación de carga para vehículos eléctricos.

Autor: Osmany Alejandro Suarez Ramírez

Tutores: Dr. C Lesyani León Viltres.

Ms. C Alberto Limonte Ruiz

Santa Clara, julio de 2020
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

Pensamiento

“Hay tiempos para sembrar y tiempos para cosechar; tiempo para abrazarse y tiempos para abstenerse; tiempos para disfrutar la soledad y tiempos para compartir la intimidad; todo lo que se quiera hacer a destiempo según el orden natural será vano o nocivo. ”

Sacado de la Biblia

Dedicatoria

Este trabajo que es mi mayor proyecto de vida va dedicado a mis padres y mi abuela en primer lugar, a mi hermana y mi novia, a mis amigos, a Luis Antonio Martín y a toda mi familia.

Agradecimientos

A mi mamá y mi papá que no hubiese sido posible este sueño sin su ayuda y apoyo incondicional.

A mi abuela, gracias por los consejos y por estar viva.

A mi novia por ser compañera de tristeza y felicidad todo el tiempo a lo largo de mi carrera.

A mi hermana por apoyarme siempre.

A mis tutores Lesyani y Limonte por ser mi guía en la realización de este proyecto.

A toda la pandilla que me sigue desde primer año, gracias por la ayuda y los desvelos estudiando juntos.

Al claustro de profesores que dedicaron su tiempo en enseñarme y prepararme.

A la revolución por facilitarme los estudios y permitirme mi formación como profesional.

Y a toda aquella persona que de una forma u otra me dieron ánimo, apoyo y me dieron la oportunidad de demostrar que si se puede.

Resumen

En el trabajo de diploma se presenta la propuesta de diseño de una estación fotovoltaica para vehículos eléctricos. Se analizan los componentes de los vehículos eléctricos existentes en el mercado y la compatibilidad con las estaciones de carga que puedan ofrecer para efectuar el diseño. Para diseñar dicha estación fotovoltaica se realizó un análisis de contenidos relacionados con el tema en la red bibliográfica para comparar los componentes más idóneos a instalar. Adicionalmente se hace un registro de cada elemento para poder ofrecer un servicio eficiente y con calidad. Resultó pertinente la realización de varios cálculos para saber que elemento es más económico y fiable, esto con la intención de facilitar el diseño de dicha estación fotovoltaica. Entre los puntos a señalar está el modo de recarga, tipo de recarga y componentes de la instalación, que son los de mayor importancia para poder escoger el diseño. Con este proyecto no solo se pretende un desarrollo tecnológico sino que también se contribuye al cuidado del medio ambiente, reduciendo las emisiones de CO₂. Es sin dudas una pauta en el desarrollo del país que introduce tecnología nueva y avanzada para el servicio de la población.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO 1. Vehículos Eléctricos y Estaciones de Carga.....	6
1.1 Características principales de los Vehículo eléctrico	6
1.1.1 Tipos de vehículos eléctricos	7
1.1.2 Elementos de un vehículo eléctrico.....	9
1.1.3 Ventajas e inconvenientes del motor eléctrico	10
1.1.4 Consumo y emisiones de CO ₂	12
1.2 Características principales de las Estaciones de carga	12
1.2.1 Tipos de conectores.....	13
1.2.2 Tipos de recarga	18
1.2.3 Modo de carga	20
1.2.4 Elección de las modalidades de carga	22
1.2.5 Conexión de las estaciones de carga.....	24
Conclusiones del Capítulo 1	25
CAPÍTULO 2. Diseño de una estación de carga para vehículos eléctricos	26
2.1 Dimensionado de la instalación	26
2.2 Tipo de recarga	27
2.3 Modo de recarga	28
2.4 Componentes de la instalación.....	29
2.4.1 Baterías	29
2.4.2 Paneles fotovoltaicos	35
2.4.3 Regulador	39
2.4.4 Convertidor DC / AC	40
2.4.5 Sistema de refrigeración	43

2.4.6 Punto de carga	44
2.4.7 Cableado	45
2.4.8 Protecciones	48
2.4.9 Puesta a tierra	49
Conclusiones del capítulo 2.....	51
Conclusiones	52
Recomendaciones	53
Bibliografía.....	54
Anexos	55
Anexo 1: Conectores usados según la marca del vehículo.[14]	55
Anexo 3: Ficha técnica del módulo fotovoltaico.[3]	57
Anexo 4: Ficha técnica inversor híbrido solar. [12]	60
Anexo 5: Ficha técnica Estación de carga. [9].....	65
Anexo 6: Ecuaciones importantes para el cálculo del cableado. [15].....	66
Anexo 7: Ecuaciones importantes para escoger las protecciones a utilizar.[15]	69

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una de las mayores amenazas que existen actualmente. La solución a este problema es un futuro sostenible, que implica reforzar el ahorro energético y apoyar las tecnologías energéticas con bajas o nulas emisiones de CO₂, sobre todo la energía renovable. Además de su gran potencia para mitigar el cambio climático, las energías renovables pueden aportar otros beneficios como por ejemplo el desarrollo económico. [1]

La electricidad es una de las formas de energía más versátiles y que mejor se adaptan a cada necesidad. Su utilización está tan extendida que difícilmente podría concebirse una sociedad tecnológicamente avanzada que no hiciese uso de ella.

Hoy día existen miles de aparatos que bien en forma de corriente continua o de corriente alterna, utilizan la electricidad como fuente de energía, y su uso ha provocado un gran aumento de la demanda de consumo eléctrico.

Este hecho ha propiciado la búsqueda de nuevas fuentes de energía y nuevos sistemas de producción eléctrica, basadas, fundamentalmente, en el uso de energías renovables. Los sistemas tradicionales de producción de electricidad tienen; como se señalan a continuación una problemática asociada que hace necesario intentar desarrollar otro tipo de fuentes de energías: [2]

Centrales hidráulicas: el efecto invernadero y el cambio climático hacen que cada vez las sequías sean más prolongadas por tanto, no se puede asegurar la producción de electricidad a través de estas centrales.

Centrales térmicas: tienen el problema de que los combustibles fósiles son un recurso limitado en el tiempo. Además provocan una gran emisión de gases contaminantes perjudiciales para el efecto invernadero.

Centrales nucleares: tienen el problema de la eliminación de los residuos generados, además del potencial riesgo de un accidente nuclear.

Como ya se ha comentado, la tendencia actual es la utilización de energías renovables. Es aquí donde cobra importancia la energía solar. Varios son los métodos de aprovechar el sol para la producción de electricidad, se distingue entre:

Métodos indirectos: el sol se aprovecha para calentar un fluido (que puede ser agua, sodio, sales fundidas y otras) y convertirlo en vapor, con el fin de producir electricidad mediante el

movimiento de un alternador. La producción de electricidad se realiza mediante un ciclo termodinámico convencional, como se haría en una central térmica de combustible fósil.

Métodos directos: en ellos la luz del sol es convertida directamente a electricidad mediante el uso de las células fotovoltaicas. Se distingue entre sistemas conectados a la red y sistemas aislados. [2]

El sector del transporte es actualmente el mayor responsable del incremento de las emisiones de CO₂ de efecto invernadero, que a su vez son causantes del cambio climático. Es también un sector que cada día está más amenazado ante los potenciales escenarios de escasez del recurso energético que usa: petróleo.

En estos tiempos hay una concienciación social creciente sobre la necesidad de reducir estas emisiones, que pasa por una movilidad sostenible, sobretudo en grandes ciudades, que están densamente pobladas y contaminadas debido al uso de los vehículos de combustión.

Es por ello, que las autoridades públicas (gobiernos, ayuntamientos, gobiernos regionales,...) están llevando a cabo iniciativas para fomentar el uso de vehículos de bajas emisiones o de emisiones de CO₂ nulas, como las de vehículos eléctricos, poniendo tasas a los vehículos más contaminantes.[3]

Uno de los grandes interrogantes de la población mundial consiste en cómo generar y usar la energía eléctrica, a la vez que se protege el medio ambiente y se logra un desarrollo sostenible. En los próximos años se espera un incremento en los costos de la energía eléctrica debido al incremento en los costos de producción, esto unido al efecto del cambio climático. Por tal motivo se vuelve una necesidad el uso de un vehículo sostenible con combustible alternativo como lo es el vehículo eléctrico, al mismo tiempo conlleva la necesidad de implementar una infraestructura que ofrezca el servicio de recarga a estos vehículos.

Los autos eléctricos tienen una eficiencia energética en torno a 90% comparado con el 38% de un motor tradicional, esto quiere decir que necesita menos energía para realizar el mismo esfuerzo. Conveniente para la economía de Cuba, porque la gasolina es de un costo más elevado que la electricidad, ahora imaginar que se puede explotar un recurso renovable como el sol, cada año arroja 4 mil veces más energía de la que se consume en el planeta. Esto se puede hacer realidad instalando un sistema fotovoltaico desde los hogares o lugares de trabajo. El uso del auto eléctrico puede presentar un ahorro económico de hasta el 29%

por kilómetro recorrido en comparación con un auto a gasolina, este ahorro es bastante significativo, sin embargo, si se instala una estación solar fotovoltaica de recarga, se podría ahorrar hasta un 65% por km. [4]

Las estaciones de carga para vehículos eléctricos (EV) son el punto de recarga especial para este tipo de vehículos. Suministran la energía eléctrica para recargar vehículos eléctricos e híbridos. Existen diversas variaciones de las estaciones que permiten puntos de recarga para vehículos individuales o múltiples puntos para carga de varios vehículos.

Existen 2 principales tipos de estaciones de carga:

-Carga lenta, (también conocida como nivel 2) es típicamente 240 voltios de corriente alterna. Estos tipos de cargadores se pueden instalar en los hogares de los propietarios de vehículos eléctricos/ híbridos.

-Carga rápida, (también conocidos como nivel 1) es de 500 voltios de CC. Estos se suelen instalar en las empresas y las áreas de recarga pública. Recargar con esta estación es típicamente 30 minutos. Una cuota es típicamente asociada con estas estaciones.

Los equipos de seguridad están integrados en todas las estaciones de carga EV. Hay dos tipos de sensores que proporcionan información a la estación de EV y hace que se desconecte la alimentación en un rango predeterminado o cuando el vehículo ya no acepta más carga. Los interruptores automáticos también están instalados en puntos de conexión a la fuente de alimentación principal que pueden ser disparados. Como los vehículos eléctricos híbridos continúan expandiéndose en el mercado también lo hará la necesidad de que las estaciones de carga. Habrá una creciente necesidad de recarga en los centros comerciales, tiendas de abarrotes, restaurantes, tiendas de conveniencia, escuelas, universidades y edificios municipales, así como en la acera. Los vehículos eléctricos son los primeros vehículos en la historia de flota de transporte que tienen un verdadero retorno de la recuperación de la inversión. Ya no será necesaria la inversión para comprar el gas, el petróleo, o el pesado motor, la transmisión y el sistema de refrigerante nunca más. [5]

Por todo lo anterior expuesto el **problema científico** de esta investigación es: ¿Cuáles son los elementos necesarios para el diseño de una estación de carga con paneles solares para vehículos eléctricos?

Para responder este problema el **objetivo general** de este trabajo es: Proponer una estación de carga para vehículos eléctricos.

Para dar cumplimiento al objetivo general se precisan como **objetivos específicos**:

- 1) Fundamentar la teoría sobre el funcionamiento de los vehículos eléctricos y las estaciones de cargas utilizadas actualmente.
- 2) Diseñar una estación de carga para vehículos eléctricos.

A partir de los objetivos específicos, se proponen las siguientes tareas investigativas para realizar la investigación antes expuesta:

- 1) Conceptualización de los elementos fundamentales de los vehículos eléctricos.
- 2) Análisis de las características fundamentales de las estaciones de carga.
- 3) Cálculo de las dimensiones de la estación de carga a proponer.
- 4) Diseño de una estación de carga para vehículos eléctricos.

A través de esta investigación se ofrece los siguientes aportes:

Conveniencia: Tendrá resultados favorables que contribuirán a la conservación del medio ambiente, además de implementar un nuevo medio de transporte más fiable para el futuro del país.

Relevancia Social: Al implementar estaciones de carga y recarga de autos eléctricos se estarán introduciendo en el país nuevas tecnologías que serán de gran ayuda para el desarrollo del mismo y preservar el medio ambiente.

Utilidad Metodológica: Posibilita una nueva plataforma de apoyo bibliográfico para el posterior estudio de proyectos similares o para la continuidad de una simulación del diseño que se propone.

CAPÍTULO 1. Vehículos Eléctricos y Estaciones de Carga.

En el presente capítulo se expondrán aspectos tales como son los diferentes tipos de vehículos eléctricos (VE) que se fabrican en el mundo actual, así como el tipo de motor que utilizan, velocidad que pueden lograr alcanzar y potencia que consumen. Se exponen las características fundamentales e importancia de los tipos de conectores que se fabrican hasta la actualidad en el mundo, las recargas que existen que principalmente son 6 tipos, de aquí ver cuál sería más factible para este diseño, el modo de carga que se utilizan actualmente, se verá la elección de la modalidad de carga y que es mejor conectar la estación de recarga por el lado de media tensión. De esta manera comienza el estudio de los vehículos eléctricos y las estaciones de carga.

1.1 Características principales de los Vehículo eléctrico

Para empezar a comprender que es en realidad un vehículo eléctrico es posible apoyarse en las definiciones aportadas por el diccionario de la real academia española donde por una parte define el sustantivo “vehículo” como:

Vehículo: Medio de transporte de personas o cosas.

Por otra parte se puede ver el significado del adjetivo “eléctrico”

Eléctrico: Relativo a la electricidad.

Electricidad: Agente natural que se manifiesta por fenómenos mecánicos, luminosos, fisiológicos y químicos.

A la vista de las definiciones aportada se comprende que un vehículo eléctrico es un medio de transporte que funciona mediante electricidad. Pero esta definición abarca una cantidad bastante amplia de diferentes tipos de medios de transporte, pues la definición es válida para trenes, tranvías, coches, autobuses e incluso embarcaciones que dispongan de propulsión eléctrica. Las diferencias entre los tipos de vehículos no solo radican en la forma y el medio en el que se desplazan sino que también se puede realizar una clasificación según la forma de obtener la energía eléctrica con la que alimentan los motores:

- Fuente externa: trenes eléctricos
- Energía generada a bordo: Embarcaciones nucleares.
- Energías renovables: vehículos solares.
- Reacción química a bordo: vehículos a baterías o pilas de combustibles.

En el caso que se abarca en este proyecto se centrará la atención en vehículos de servicio y similares por considerar que dentro del amplio espectro de vehículos eléctricos disponibles, son los más cercanos al público en general y resulta más sencillo realizar comparaciones con modelos similares de vehículos con motores de combustión interna.[6]

1.1.1 Tipos de vehículos eléctricos

En la actualidad se pueden diferenciar en el mercado hasta tres tipos distintos de vehículos eléctricos según su modo de funcionamiento:

Vehículos eléctricos:

Es la configuración básica de los vehículos eléctricos. Propulsados únicamente por uno o varios motores eléctricos (Figura 1.1), obtienen la energía almacenada en sus baterías recargables mediante la red eléctrica. Hoy en día este tipo de configuración está creciendo encontrando multitud de modelos en el mercado. En contra del Vehículo Eléctrico o también llamado Battery Electrical Vehicle (BEV) se tiene el problema de la autonomía, el tiempo de recarga y el mayor coste de adquisición, dado que el precio de las baterías aún esta elevado. Los eléctricos más comunes son el Nissan LEAF, Renault ZOE, Tesla Model S, BMW i3, VW e-Golf y e-Up!, Kia Soul EV, Mitsubishi, MiEV, Renault Kangoo ZE, Smart ED, Nissan e-NV200, entre otros.

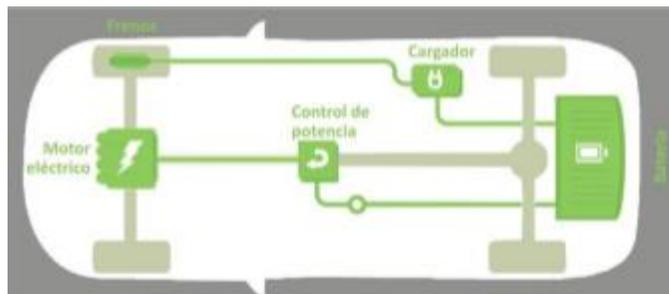


Figura 1.1: Vehículo 100% Eléctrico (BEV).

Vehículos Híbridos:

Los “Plung-in Hibrid Electric Vehicle” (PHEV) son modelos híbridos como los anteriores Hibrid Electrical Vehicle (HEV), pero que pueden ser conectados a la red eléctrica para recargar su batería (Figura 1.2). Recorren distancias de entre 5 y 80 km utilizando únicamente la tracción eléctrica, disponiendo del motor de combustión para cargar la batería cuando sea necesario (en modelos híbridos en serie) o para entrar en funcionamiento cuando el conductor lo decida (Híbridos en paralelo). Entre los enchufables más conocidos existe el Audi A3 Sportback e-tron, BMW i8, BYD F3DM, Mercedes S500 Hybrid, Mitsubishi Outlander PHEV, Porsche Panamera Hybrid, Toyota Prius Plung-in o VW Golf GTE. Como se puede comprobar, el mercado del híbrido enchufable es amplio y sigue en crecimiento, con la mayoría de los fabricantes ofertando al menos un modelo de estas características. Es la tendencia en los próximos años.

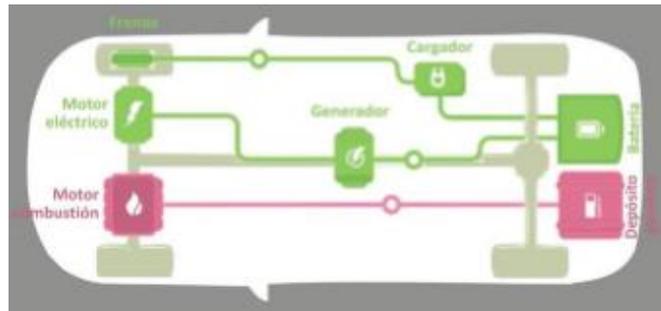


Figura 1.2: Vehículo Eléctrico Híbrido Enchufable (PHEV).

Vehículos eléctricos de autonomía extendida:

Con las mismas características que los vehículos eléctricos a batería, los de autonomía extendida o Extended Run Electrical Vehicles (EREV), cuentan además con un motor de combustión que hace de generador (Figura 1.3), cargando linealmente la batería mediante un generador eléctrico cuando esta se descarga, por lo que entra en funcionamiento sin que el propio conductor lo determine. Este motor de combustión es sumamente pequeño, cargando la batería en un ritmo menor del que se descargan, de aquí que siendo un vehículo híbrido, se le catalogue de eléctrico (por su tracción 100% eléctrica) con autonomía

extendida. Ejemplos de este tipo de vehículo son el Fisker Karma, el BMW i3 versión REx o los Chevrolet Volt/ Opel Ampera, que recorren hasta 60 km en modo eléctrico, llegando a 80 en el nuevo modelo 2016. Cuando entra en funcionamiento el extensor de autonomía son capaces de hacer más de 450 km con un depósito. [3]

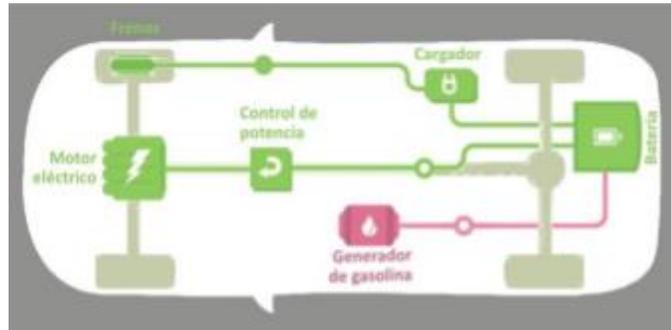


Figura 1.3: Vehículo Eléctrico de Autonomía Extendida (EREV).

1.1.2 Elementos de un vehículo eléctrico

Las partes principales (figura 1.4) por la que se constituyen los vehículos eléctricos son las siguientes:



Figura 1.4: Partes de un vehículo eléctrico.

-Motor: puede tener uno o varios, dependiendo del diseño y prestaciones que se quieran conseguir. Esta parte también es la encargada de recuperar energía gracias a sus funciones como inversor.

-Puerto de carga: es la toma en la que el coche eléctrico se conecta con el exterior, puede haber una toma específica para carga rápida.

-Transformadores: son los encargados de convertir la electricidad de una toma casera o un punto de recarga rápido en valores de tensión y amperaje válidos para el sistema de recarga. No solo son los encargados de rellenar las baterías sino que también son los encargados de atender a la refrigeración para evitar riesgos de explosión o derrames.

-Baterías: es el depósito donde almacenar la corriente del coche, símil a un depósito de combustible en los vehículos habituales, puede tener una batería auxiliar como la de cualquier coche convencional para sistemas de bajo consumo auxiliares.

-Controladores: son los encargados de comprobar el correcto funcionamiento por eficiencia y seguridad, regulando la energía que recibe o recarga el motor.[3]

1.1.3 Ventajas e inconvenientes del motor eléctrico

Las ventajas e inconvenientes de los vehículos eléctricos comparados con los de combustión interna son: [3]

- Los coches eléctricos no necesitan combustible para funcionar, simplemente convierten la electricidad que consumen en energía gracias a su motor, ya que pueden recargar su batería mediante el frenado regenerativo, prolongando así la vida útil de las balatas del sistema de frenado, lo cual aumenta su autonomía de cierta forma aunque la misma solo presente un aumento insignificante. Estos vehículos prescinden de combustible y así ahorran petróleo, una materia prima limitada y que se puede dedicar a otras materias también necesarias. Es decir son muy respetuosos con el medio ambiente.
- A nivel sonoro son muy poco ruidosos, mucho menos que un coche de gasolina. Y esto es un punto ventajoso porque no sólo se encuentra contaminación atmosférica, sino que también existe la acústica, y en este caso, tiene muy poca.

- En tema de coste del motor, se encuentran motores eléctricos casi con una potencia igual que uno de gasolina, y con un coste muy inferior. Si se analiza y compara un motor eléctrico con un motor de combustión interna de la misma potencia, seguramente se verá que los primeros son más baratos, más compactos e incluso más fiables, puesto que no necesitan apenas complementos. En el caso del motor tradicional, cualquier fallo en el sistema de refrigeración, del aceite o alguno de sus componentes puede dejar inutilizado el motor. El eléctrico carece de estos componentes, por lo que puede ser una alternativa mejor y más barata de producir y mantener.
- El motor eléctrico no necesita marcha, puesto que su motor solo entenderá de una marcha continua, hasta una velocidad límite, que puede variar mucho según el modelo, por supuesto. Solo necesitará un simple mecanismo para poder diferenciar cuando estamos dando marcha atrás.
- Al no tener tantos componentes el motor hace que el espacio sea mayor y mejor aprovechado para otros habitáculos del coche. Aun así los fabricantes siguen haciendo los coches con “morro” por tema de diseño.
- Los coches eléctricos tienen una eficiencia cercana al 90% que comparada con el simple 30% de los tradicionales, se hace muy notoria. Esto quiere decir que el coche consumirá menos y necesitará menos energía para realizar el mismo esfuerzo.

A continuación se citan algunos de los inconvenientes de estos vehículos:

- La poca autonomía de las baterías hace que estos vehículos eléctricos sólo puedan circular unos 100 a 150 km con una carga completa.
- Los puntos de recarga para baterías son difíciles de encontrar, porque hay pocos vehículos.
- Los coches eléctricos llevan muchas baterías y esto hace que el coste de todas ellas sea grande.
- Un coche eléctrico es más caro que uno convencional y a la hora que se estropea, se necesitará encontrar talleres competentes.[3]

1.1.4 Consumo y emisiones de CO₂

El coche eléctrico consume siete veces menos CO₂ que su competidor el vehículo de combustión interna.

Como se ha comentado con anterioridad, el coche eléctrico emite cero contaminaciones pero, con frecuencia, se afirma que los vehículos eléctricos (VE) emiten tanto o más que los diésel o gasolina equivalentes, solo que lo hacen a distancia, en las centrales que generan la electricidad. La respuesta exacta depende exclusivamente del mix de generación de electricidad del país donde ese VE se recarga. A continuación se muestran dos casos extremos:

El peor escenario es el de una isla o país, en el que el 100% de la electricidad se produzca por grupos electrógenos diésel. En tal caso, el consumo de energía primaria del VE sería el mismo que el de los motores diésel, más un 10% aproximado por la pérdida en las líneas de transmisión. Resultado: 120% de consumo de energía y 120% de emisiones (El caso sería un 42% peor, si el 100% de la electricidad fuera producida por carbón...).

El mejor escenario sería el de países como Noruega, Islandia, Costa Rica, con casi un 100% de renovables a base de hidroeléctrica, eólica y otras fuentes libres de emisiones. En tal caso y debido a la muy superior eficiencia del motor eléctrico, de acuerdo con el cuadro 22 del trabajo de la consultoría Monitor Deloitte “Un modelo energético sostenible para España en 2050- Recomendaciones de política energética para la transición”, el consumo de energía primaria sería del 28% comparado con el coche diésel. Además, ese 28% sería libre de emisiones, por lo que el resultado sería: Consumo=28%, Emisiones 0%. [3]

1.2 Características principales de las Estaciones de carga

A la hora de hablar de recargar vehículos eléctricos hay tres conceptos que a veces se entremezclan y pueden provocar incluso alguna confusión entre los usuarios. Estos son los tipos de conectores, los tipos de recarga y los modos de carga.

Comenzando por los tipos de conectores, como su nombre indica, son los diferentes tipos de enchufes, o de clavijas, que hay para conectar el vehículo eléctrico a la red de recarga. Sucede de forma similar con los enchufes domésticos, que según países pueden ser diferentes. [7]

1.2.1 Tipos de conectores

Actualmente no existe un consenso entre los fabricantes de vehículos eléctricos sobre cual conector utilizar por lo que existen varios conectores que varían en sus tamaños y propiedades en el anexo 1 se tiene un listado de las marcas de vehículos y los conectores que utilizan. En la norma IEC 62196 de conectores y clavijas para vehículos eléctricos se encuentran los más utilizados que se detallan a continuación.

Tipo 1: SAE-J1772 es un estándar americano y adoptado por los japoneses y aceptados por la Unión Europea, Conocidos también como yazaki. Con norma IEC 62196-2, soporta una corriente máxima de 16 A para carga lenta con una potencia de 1.92 kW y 80 A para carga rápida con potencia de 19.2 kW, en nivel 1 de estación de carga de 120 V y nivel 2 de 240 V. Es usado en modo carga 3. En la figura 1.5 se muestra presente el conector J1772.



Figura 1.5: Conector J1772.

Tipo 2: O Mennekes con estándar IEC 62196-2 es una alternativa propuesta por los alemanes homologados como estándar europeo, también optado por los norteamericanos como ejemplo de esto tenemos el tesla que utiliza este conector para carga lenta. Esta conector permite cargas lentas en monofásico, y en trifásico teniendo potencias desde 3.7 kW hasta 44 kW. El conector se lo presenta en la figura 1.6



Figura 1.6: Conector Mennekes

Tipo 3: También conocido como Scame, creado en 2010 por la asociación EV Plug Alliance, que está integrada por Schneider Electric, Legrand, Scame. Solo se usa en Italia y Francia, con lo que cae en desuso, Posee 5 o 7 bornes para corriente monofásica o trifásica respectivamente tierra y comunicaciones con la red. Soporta hasta 32 A usando en carga semi-rápida. La figura 1.7 indica el conector.



Figura 1.7: Conector Scame

-A nivel de carga rápida se cuenta con:

CHAdEMO: Fue el primer método de recarga rápida en el mundo, desarrollado por los fabricantes japoneses en el 2010, las empresas Toyota Motor Corporation, Nissan Motor Co.Ltd., Mitsubishi Motor Corporation, Fuji heavy Industries Ltd., and Tokyo Electric Power Company Inc. Forman CHAdEMO Association.[8]

Este estándar no solo se encuentra en vehículos eléctricos de fabricación japonesa también se manufacturan en otras regiones del mundo como ejemplo se ve el Peugeot modelo ION o el Citroën modelo c-ZERO. Además, en Estados Unidos, Europa y Japón desarrollan cargadores con especificaciones CHAdEMO. Actualmente CHAdEMO es el único que ha

desarrollado un certificado del sistema de carga eléctrica que permite la interoperación entre vehículos y el cargador.[8]

El 32% de los vehículos eléctricos en el mundo están equipados con el conector CHAdeMO, el 19% vehículos eléctricos son de marca Tesla los cuales son compatibles utilizando un adaptador Tesla CHAdeMO, y el 21% de los vehículos híbridos enchufables son compatibles con CHAdeMO.[8]

Actualmente para carga rápida, el conector con más estaciones a nivel mundial es el CHAdeMO con un total de 13 918 a nivel mundial distribuidos con 4 052 en Europa, 7 133 en Japón, 2 146 en USA, y en otros lugares 587. Estos datos son hasta el año 2 017.[8]

Para la comunicación entre el vehículo y el cargador utiliza el protocolo de comunicación bus CAN, con el fin de saber los requerimientos de corriente y voltaje requeridos para realizar la carga. Las especificaciones son definidas por CHAdeMO pero también cumplen con el estándar IEC 62196-3. Siendo las características principales de la tabla 1.1.

Tabla 1.1: Especificaciones del conector CHAdeMO.

Conector CHAdeMO	
Corriente máxima	120 A DC
Voltaje máximo	500 V DC
Potencia máxima	50 kW
Corriente máxima (sistema de control)	7 A DC
Voltaje máximo (sistema de control)	12 V DC
Protocolo de comunicación	CHAdeMO
Nivel IP	44

El conector CHAdeMO cuenta con 10 pines como se puede observar en la figura 1.8, de los cuales 2 son dedicados para la transferencia de corriente continua a la batería, específicamente el pin 6 y 5. El pin 8 y 9 son usados para la comunicación bus CAN. El pin 1, 2, 4, 7 y 10 son pines de control, cuyas funciones son el 2 y 10 dar señales de secuencia, el 7 dar señal de proximidad y el 1 es señal de tierra.

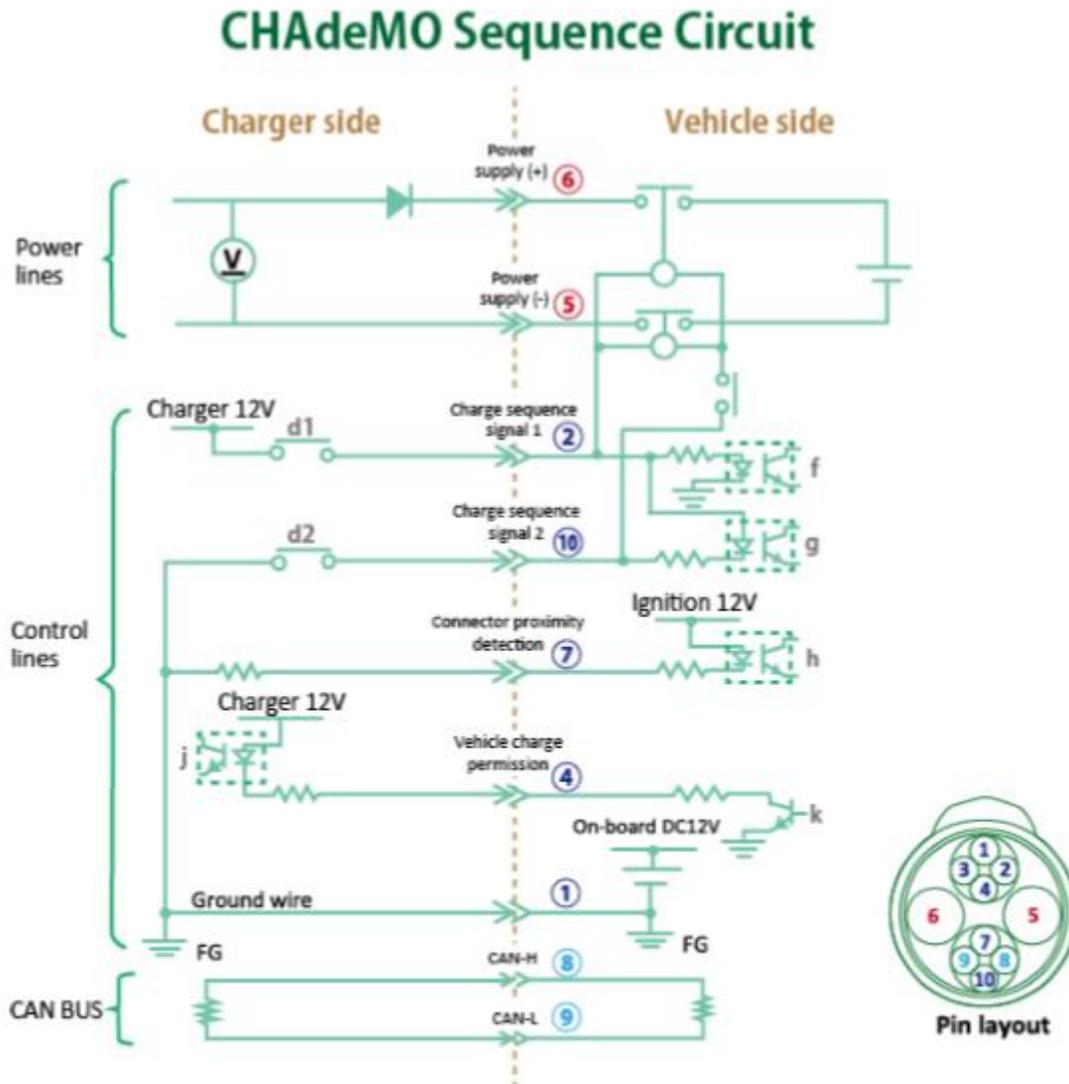


Figura 1.8: Pines del Conector CHAdeMO.

Los pasos que se realizan durante un proceso de carga rápida se realizan de forma secuencial y son descritos en la figura 1.9. En donde se aprecia la acción realizada en cada paso, así como la interacción entre la estación de carga y el vehículo eléctrico.

Combo CCS: El Combined Charging System (CCS), integra pines para AC ya sea monofásico o trifásico para realizar carga lenta y semi-rápida y pines para DC, los cuales permiten realizar la carga rápida del vehículo con facilidad de utilizar un solo conector. Existen dos versiones, la primera se basa en el estándar SAE J1772 y el segundo implementa un conector IEC tipo 2, a estas dos variantes se les denomina como combo 1 y

combo 2 respectivamente. La potencia va desde 43 kW hasta 100 kW en corriente continua. En la figura 1.10 se presenta las dos versiones del combo.

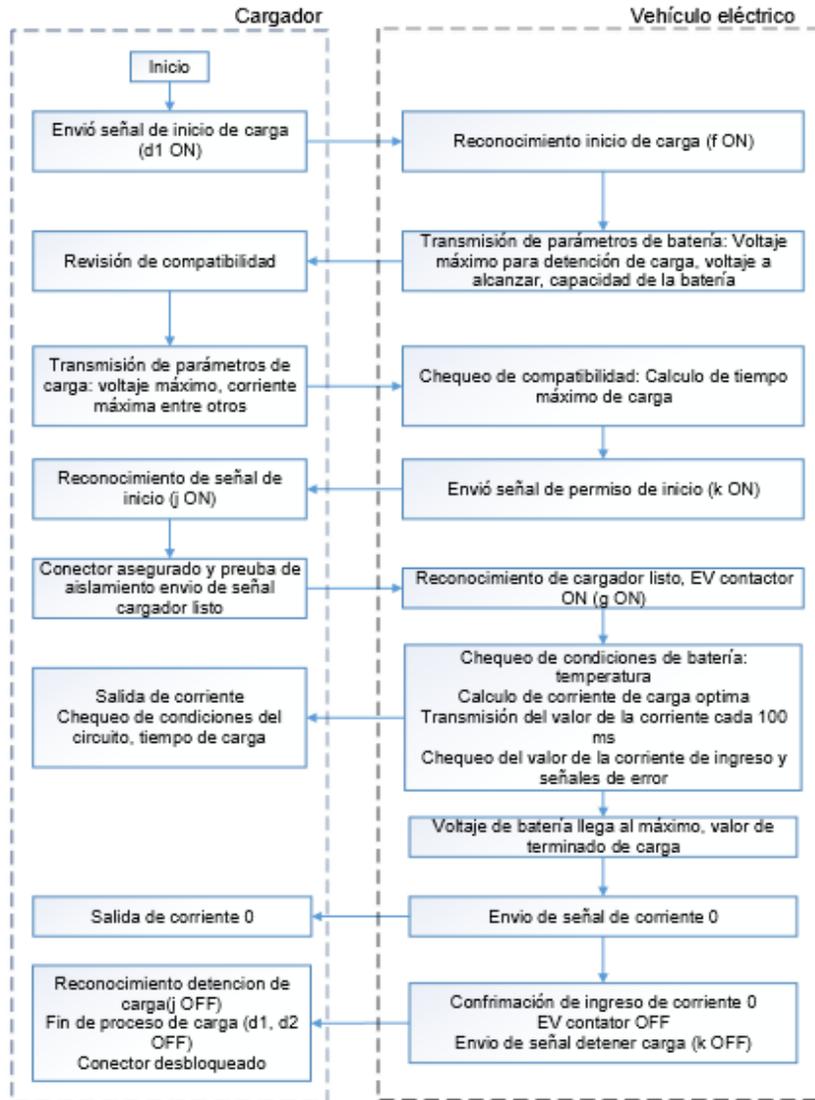


Figura 1.9: Pasos del proceso de carga del vehículo eléctrico.



Figura 1.10: Conector CCS combo 1 y 2.

Al inicio del 2013 la unión europea eligió al conector Mennekes como estándar para la recarga de vehículos eléctricos, basándose en la importancia de tener un solo conector a nivel europeo y que es el más difundido en Alemania, Italia, Reino Unido. Posteriormente el parlamento europeo propone la prohibición de uso del sistema de recarga CHAdeMO, dando un claro beneficio al sistema CCS, sin embargo, la unión europea desistió de esta propuesta y permitiendo la convivencia del estándar CHAdeMO en Europa teniendo en cuenta su gran recorrido e implantación en la actualidad.

La convivencia entre los estándares existentes para estaciones de carga rápida en DC, así como la recarga semi-rápida en AC, mencionados anteriormente actualmente es posible y una muestra de ello es que los fabricantes de estaciones de carga han desarrollado estaciones de carga rápida que integran más de un conector como por ejemplo el modelo Terra 53 CJG de ABB la cual posee conectores CHAdeMO, CCS, tipo 2 AC. En gran medida este tipo de estaciones permite al usuario tener más variedad a la hora de escoger cual VE adquirir, sabiendo que cuenta con estaciones multi-estandar disponibles.[8]

1.2.2 Tipos de recarga

Se consideran seis tipos de recarga según la velocidad de esta. Se suelen resumir en tres a efectos legales de instalación, recarga lenta, semi-rápida y recarga rápida.

Recarga súper-lenta, intensidad limitada a 10 A o menos por no disponer de una base de recarga con protección e instalación eléctrica adecuada. La recarga completa de las baterías de un coche eléctrico medio, unos 22 a 24 kWh de capacidad, puede llevar entre diez y doce horas.[7]

Recarga lenta, Se realiza a 16 A, demandando unos 3.6 kW de potencia. Recargar esas mismas baterías puede llevar entre seis y ocho horas.[7]

Recarga semi-rápida, Se realiza a una potencia de unos 22 kW a 25 kW. La recarga puede llevar una hora u hora y cuarto.[7]

Recarga rápida, entre 44 kW y 50 kW. La recarga de esos 22 a 24 kWh de baterías puede llevar media hora. Lo normal es que se haga una recarga del 100% sino en torno al 80% o 90%.

Este tipo de recargas y las de mayor potencia, se recomienda alternarlas con otras de recarga más lenta, para incrementar la vida útil de las baterías.[7]

Recarga súper-rápida, la potencia de recarga es todavía más alta que en la recarga rápida, aproximadamente el doble. Este tipo de recarga la utilizan pocos coches, como por ejemplo el Tesla, con una potencia entre 90 y 120 kW. Recargar unos 250 km de autonomía puede requerir unos 20 minutos.[7]

Recarga ultra-rápida, no se usa apenas actualmente, aunque puede que si en el futuro, debe considerarse algo todavía experimental, se utiliza por ejemplo, en algunos autobuses eléctricos. La potencia de recarga es por encima de 130 o 150 kW, y en unos cinco o diez minutos se pueden recargar las baterías. Las baterías actuales de iones de litio no soportan la temperatura elevada que se produce en este tipo de recarga pues se deteriora gravemente la vida útil.[7]

En la figura 1.11 se ilustra un ejemplo de conector CHAdeMO.



Figura 1.11: Conector CHAdeMO.

1.2.3 Modo de carga

El modo de carga hace referencia al nivel de comunicación que existe entre la estación de carga y el vehículo eléctrico teniendo así 4 modos los cuales están bajo la norma internacional IEC 61851-1 teniendo así:[8]

Modo 1 (AC): La recarga se realiza en forma de corriente monofásica, en la red tenemos un enchufe convencional, la cual es normalizada pero no es para uso exclusivo de los VE. Soporta una corriente máxima de 16 A y una tensión de 250 V, con una potencia máxima de 3.7 kW. Existe también una variante de ese modo a trifásico con una tensión máxima de 400 V y hasta 11 kW de potencia máxima. En el lado del vehículo se tiene un conector específico que puede variar según el fabricante. Este modo de carga es usado para vehículos eléctricos pequeños como bicicletas ciclomotores. En la figura 1.12 se presenta un VE y un conector de este modo.[8]



Figura 1.12: Modo de carga 1.

Modo 2 (AC): Al igual que el modo 1 no cuenta con una toma de corriente de uso exclusivo con la red, pero tiene un sistema de protección incluido en el cable, el cual posee un piloto de control entre el vehículo y la conexión, así también cuenta con un sistema de protección diferencial. La intensidad máxima usual de 16 A en teoría se puede llegar hasta 32 A, con potencias similares a la del modo 1, existiendo también una variable en sistema trifásico con tensión de 400 V y potencia de 22 kW. En el lado de la red se tiene una toma típica doméstica y en VE se tiene un conector el cual depende de su fabricante, siendo los más usados Mennekes y SAE J1772, los cuales cuenta con al menos una toma destinada para comunicación entre el VE y la red, siendo esta usada como piloto el cual indica la correcta conexión del conector. En la figura 1.13 se tiene una ilustración del VE y el cargador utilizado en este modo.[8]



Figura 1.13: Modo de carga 2

Modo 3 (AC): En este modo se emplea un terminal de recarga, el cual dispone de un sistema de alimentación específico para el VE, con funciones de control y protección del lado de la instalación fija. Tiene una capacidad de monitorizar la carga y corta el suministro cuando no detecta el VE conectado. Este modo soporta una corriente máxima de 63 A siendo el más común 32 A con niveles de tensión máximo de 250 V. En la figura 1.14 se muestra el modo 3 donde se observan las particularidades ya descritas de este modo.[8]



Figura 1.14: Modo de carga 3.

Modo 4 (CC): El vehículo eléctrico se conecta a la baja tensión a través de una estación de carga, la cual convierte la corriente AC en DC para entregar al VE. Tiene la función de protección y control. Los conectores del lado vehículo utilizados principalmente son el CHAdeMO, el CCS combo o el SAE J1772 con pin extra para DC. Este es un modo rápido con corrientes de hasta 400 A y una potencia máxima de 240 kW, con niveles de tensión de 480 V. En la figura 1.15 se presenta el modo 4.[8]



Figura 1.15: Modo de carga 4.

1.2.4 Elección de las modalidades de carga

Al no existir un estándar a nivel global sobre cuál es el mejor tipo de conector, se tratará de dar alimentación a los más importantes y que mayor representación están teniendo. Y se tratará de buscar un poste de recarga que pueda alimentar a la mayoría de estos vehículos.

Según lo expuesto, los modelos más usuales en el mercado son los del tipo carga en corriente continua: CHAdeMO (JEVS G105), CCS combinado (CCS 2/ CCS 1) y para corriente alterna el conector Mennekes o tipo 2.

En cuanto a la velocidad de carga, se tratará de realizar con puntos de recarga rápida, que posean una capacidad de recargar un coche con los estándares actuales de unos 40-70 kWh de capacidad de sus baterías, en unos 50 a 90 minutos. En la tabla 1.2 se muestran ejemplos de coches eléctricos y sus capacidades de alimentación.

Tabla 1.2: Ejemplos de coches eléctricos y sus capacidades de almacenamiento.

	Potencia	Capacidad	Km capacidad
Smart Electric Drive	82 CV	18 kWh	160 km
Volkswagen eGolf	136 CV	33 kWh	300 km
Nissan Leaf 2	150 CV	40kWh	380 km
Hyundai Kona Eléctrico / Nissan Leaf 2	204 CV	60 / 65kWh	500 km
Tesla Model 3 Long Range	262 CV	75 kWh	600 km

Dejando descartados los puntos de recarga ultra-rápida, más óptimos para puntos de recarga en estaciones de repostaje de autopistas o áreas de servicio. Los puntos de recarga ultra-rápida necesitan grandes cantidades de energía, del orden de los 150 kWh, cantidad difícil de obtener en muchos puntos de la red eléctrica para varios coches al tiempo.[7]

Los postes de recarga elegidos serán de la marca Circutor de la serie Raption 50 TRIO 63 (Figura 1.16). Se trata de unos postes de recarga, que incluyen los tres tipos de recarga más comunes mencionados anteriormente. Incluyen los cables de conexión de recarga y comunicación con el vehículo, así como un tarificador y aplicación de cobro con modem 3G. Permiten el uso de los tres tipos de conector simultáneamente, si bien se utilizan los dos conectores de corriente continua se reduciría la potencia de carga a la mitad.

Los conectores de tipo continuo tienen una potencia máxima de 50 kW. Y el conector de tipo trifásico una potencia de 43 kW. La conversión de corriente alterna a continua se realiza en el interior del poste de recarga. La potencia máxima del aparato será de 93 kW alimentado a trifásica con neutro (400 V).[7]



Figura 1.16: Poste de recarga Raption 50Trio 63.[9]

Las características completas del aparato se incluyen en el pliego de condiciones. A modo de resumen, las características básicas se muestran en la tabla 1.3:

Tabla 1.3: Características del Poste de recarga.[7]

RAPTION 50 TRIO 63		
	V17131	
JEVS G105 (CCS CHAdeMO)	CCS Combo 2	Cable T2 (Mennekes)
Modo 4	Modo 4	Modo 3
120 A	120 A	63 A
500 Vcc	500 Vcc	400 Vca
50 kW	50 kW	43 kW
	Potencia máxima total 93 kW	

1.2.5 Conexión de las estaciones de carga

Dado que los elementos a instalar son de una potencia bastante elevada, no se podrán conectar a otros circuitos de baja tensión, como el existente de alumbrado o edificios públicos. Por tanto, se tendrán que conectar a la red de media tensión existente en la población. Para ello se emplearían centros de transformación reductores conectados a la red aérea o subterránea existente. Se instalarán centros de transformación de tipo modular, con los seccionadores necesarios para desconectar el transformador de la red. El centro de transformación tendrá el tamaño suficiente para si en un futuro se desea ampliar la instalación y añadir otro transformador o cambiar el que se instale, se pueda realizar con facilidad. También se instalarán los cuadros de baja tensión en el interior del centro, así como los transformadores de media y contador electrónico para el consumo eléctrico. La medida de la energía consumida se realizará en el lado de media tensión, controlando por tanto energía en media tensión.[7]

Conclusiones del Capítulo 1

1. En la actualidad se pueden diferenciar tres tipos diferentes de vehículos eléctricos, los vehículos eléctricos 100%, los vehículos híbridos y los vehículos eléctricos híbridos enchufables.
2. La poca autonomía de los vehículos eléctricos impide que puedan circular por más de 150 km de distancia.
3. Las estaciones de carga requieren mayor energía por parte del sistema eléctrico, utilizan convertidores AC/DC los cuales generan armónicos siendo importante determinar el nivel de afectación al ser utilizados de forma masiva.
4. La estación de carga rápida resulta la más conveniente por sus características, pues son las que mayor potencia entregan.
5. El conector CHAdeMO es el más utilizado en la actualidad para los tipos de carga rápida, por lo que resulta conveniente el estudio de este dispositivo para la correcta documentación y elección por lo que resulta conveniente proponer la instalación de uno de estos.

CAPÍTULO 2. Diseño de una estación de carga para vehículos eléctricos

En el siguiente capítulo se procederá al diseño de una estación de carga para vehículos eléctricos luego de evaluar las características de los diferentes diseños de estaciones actuales para con esto escoger que tipo de características poseerá la electrolinera antes mencionada. Se evaluará la batería que debe usar para los horarios nocturnos en que el sol no genere energía, así como el panel a elegir, regulador, inversor, convertidor, sistema de refrigeración y otros puntos que serán abordados a lo largo del capítulo, una vez sea definido el método por el que se alimenta la instalación y los distintos regímenes de conexión a la red se puede proceder al diseño de la estación fotovoltaica.

2.1 Dimensionado de la instalación

Al contrario de la mayoría de instalaciones fotovoltaicas que se dimensionan para satisfacer las necesidades de una vivienda u otra edificación de consumos definidos, el objetivo de este proyecto es el de dar servicio al máximo de consumidores, y para ello se debe disponer de tanta energía como sea posible para suministrar.

Por ello, el dimensionado de la instalación se hará según las medidas de un terreno equivalente a un camión de carga:

13,5 de largo x 2,4 de ancho

Este terreno ofrecerá una superficie de 32.4 m²

Como se ha mencionado con anterioridad, a diferencia de las instalaciones fotovoltaicas convencionales donde se dimensiona para cubrir un consumo definido, esta instalación quiere proporcionar la máxima potencia que sea posible por superficie útil disponible.

A parte del módulo principal, se podrá instalar, siempre a petición del cliente, paneles fotovoltaicos extra que irán conectados al módulo principal, sujetos mediante estructuras en forma de pérgola (figura 2.1) que generarán energía extra aparte de la del módulo principal.

Estos paneles extra no tendrán un gran impacto en el espacio disponible ya que su diseño a modo de pérgola permitirá el estacionamiento de vehículos debajo de ellos.



Figura 2.1: Estructura en forma de pérgola.

Las dimensiones del panel fotovoltaico a instalar serán de 1,2 x 0,67 m, de este modo el número máximo de módulos que sería posible instalar en dicha estación es de 150 unidades.

Para el dimensionado de los demás elementos de instalación es importante también estudiar los consumos máximos que se tendrán en la estación de carga, siendo estos, básicamente, el de los puntos de recarga rápida instalados y demás consumos de menor intensidad que garanticen el correcto funcionamiento de la instalación.

2.2 Tipo de recarga

En la actualidad existen seis tipos de recarga, ante esto los más distinguidos se agrupan en tres tipos que se muestran a continuación, de aquí se hará un análisis para escoger el más idóneo para la estación eléctrica que se está diseñando.

El primero de los tres tipos de recarga a evaluar es la **recarga convencional**; ésta entrega una potencia que hace que la carga dure aproximadamente 8h. La carga convencional monofásica emplea intensidad y voltaje propios de una vivienda (16 A y 230 V), es decir, unos 3,7 kW. Esta es la solución óptima para básicamente recargar el VE en la vivienda durante la noche, ya que es cuando menos demanda hay. La **recarga semi-rápida** emplea 32 A y 230 VAC, que sería aproximadamente unos 7,3 kW. Con este nivel de carga el coche podría cargarse en unas 4h. Es una buena solución para cargar el coche durante la noche en viviendas o en garajes comunitarios, preparando anteriormente la instalación para que soporte los niveles de carga. Por último la **recarga rápida** no deja de ser importante, en la salida de esta se obtiene una potencia de 50 kW, pudiendo cargar así el 65% de la capacidad en aproximadamente 15 minutos. Esta solución es la que se asemeja más a los hábitos de repostaje actuales.[3]

Dadas las características de los servicios la opción más fiable es la de realizar cargas rápidas de modo que el usuario pueda cargar el vehículo en menos tiempo e irse. Por otro lado también es interesante la posibilidad de realizar cargas de menor intensidad y menor desgaste para las baterías para aquellos usuarios que no tengan tanta prisa u otros usos de la instalación.

2.3 Modo de recarga

En este punto se analizarán los distintos puntos de carga que se podrán emplear en la instalación. La función principal de la estación de carga es de dar servicio a vehículos eléctricos, por otro lado, también podría ser de gran ayuda si se adaptaran otros tipos de salidas para el conexionado a otras instalaciones.

Los modos de recarga tienen que ver con el nivel de comunicación entre el vehículo y la infraestructura de recarga, y el control que se puede tener del proceso de carga, para programarla, ver el estado, pararla, reanudarla o incluso inyectar electricidad a la red. De este modo se tienen los modos de recarga antes vistos que se mencionarán a continuación para llegar a un consenso y escoger qué modo se hará más efectivo para la instalación[8];

-Modo 1: Sin comunicación con la red. Intensidad máxima permitida de 16 A, tensión inferior a 250 V, potencia máxima 3,7 kW, tiempo de recarga 6-8 horas.

-Modo 2: Grado bajo de comunicación con la red. Intensidad máxima permitida de 32 A, tensión inferior a 250 V, potencia alrededor de 22 kW, tiempo de recarga 6-8 horas.

-Modo 3: Grado elevado de comunicación con la red. Intensidad máxima de 63 A, tensión inferior a 250 V, potencia máxima 7,4 kW, tiempo de recarga 3-4 horas. Utiliza convertidor de corriente alterna. Es el modo idóneo para entornos industriales y aparcamientos de flotas comerciales.

-Modo 4: Grado elevado de comunicación con la red. Exclusivamente para recarga rápida, con intensidad de corriente de hasta 400 A, potencia máxima de 240 kW, tiempo de recarga 30 minutos. En este modo el vehículo se conecta a la red de baja tensión a través de la red de recarga que incluye un convertidor de corriente continua.

Dadas las características de la instalación se considerará el modo 4 como el principal modo de carga a considerar. Dado que la estación de carga puede estar ubicada en lugares aislados, es posible que los usuarios no estén dispuestos a esperar por un largo periodo. Por otro lado, resulta interesante estudiar otros modos de carga para otras utilidades de la estación antes mencionada como alimentar autocaravanas o incluso viviendas.

Actualmente el modo de carga más extendido y seguro de carga es el modo 3 y dado que se quiere hacer llegar servicio de la estación al mayor número de VE, es imprescindible disponer de él en el módulo de recarga. [3]

Por lo antes expuesto se propone la estación de carga para vehículos eléctricos de modo que permita la posibilidad de recargar el vehículo en modo 3 y 4.

2.4 Componentes de la instalación

2.4.1 Baterías

A la hora de dimensionar una instalación fotovoltaica desconectada a la red es esencial pensar en cada uno de los componentes, individualizándolos para comparar las opciones similares que ofrece el mercado.

Las baterías son las responsables de todo el almacenamiento de la carga eléctrica que serán posteriormente consumidas durante los periodos nocturnos y de falta de energía y por los clientes que quieran abastecerse de este servicio. Por tanto la correcta elección de ellas es decisiva para un correcto funcionamiento del servicio.

De este modo se procede a analizar los distintos tipos de baterías que ofrece el mercado:

-Monoblock

Las baterías Monoblock son una solución económica y de alto rendimiento ideal para aplicaciones de energía renovable con una vida útil estimada de 4 y 5 años. Están recomendadas para instalaciones pequeñas o con un consumo bajo, como por ejemplo: sistemas de alarma, sistemas de video vigilancia, bombillas, etc.

Sin embargo, no es recomendable que en la instalación donde se sitúe la batería Monoblock se tengan aparatos complejos es decir que dispongan de motor ya que éstas baterías no soportan bien los picos de arranque altos que producen este tipo de equipos (lavadoras, bomba de agua, etc.). Si se utilizan para soportar este tipo de electrodomésticos o sistemas, se reduciría su vida útil drásticamente, con lo que es más rentable a largo plazo otro tipo de baterías que estén preparadas para este fin.[3]

-Batería de fibra de vidrio absorbente o Absortion Glass Mat (AGM)

También poseen una vida útil de más de 10 años. Las baterías AGM poseen su contenido en ácido fijado en fibras de vidrio. Este tipo de batería también es conocida como “batería seca” ya que su contenido de ácido es reducido.

Las baterías AGM se proveen de su propia agua, ya que realiza una combustión con el hidrógeno y el oxígeno generado durante el proceso de carga. Poseen un comportamiento aceptable en climas fríos y tienen la mayor eficiencia de todas las baterías de plomo, llegando a alcanzar hasta el 95% de eficiencia.

Un punto desfavorable de este tipo de batería es que son vulnerables frente a descargas profundas y que aunque su inversión es mayor, compensa la calidad de la batería dependiendo de para que aplicación se destine la instalación que se realizará.[3]

-Baterías estacionarias

También conocidas como baterías de ciclo profundo. Tienen una vida de 4 a 5 años, asequibles y se pueden utilizar incluso en vehículos de recreo y sistemas de alimentación ininterrumpida. La diferencia notable de este modelo es que posee placas más gruesas, permitiendo realizar descargas de mayor intensidad.[3]

-Baterías de electrolito gelificado o Gel

Las baterías de gel poseen el ácido en forma de gel, evitando así en caso de rotura, cualquier pérdida que pudiese ocasionar un líquido. Poseen una baja corrosión y resisten

bien bajas temperaturas. Su comportamiento frente a descargas profundas es mejor que el de las baterías líquidas.

La vida útil de estas baterías es de unos 7 años.

Como inconvenientes, indicar que al poseer una resistencia interna más elevada (lo que reduce el flujo máximo de corriente) son más delicadas de cargar, también hay que destacar que su precio es más elevado que el de las baterías líquidas.

-Batería de Níquel-Cadmio

Las principales características de la batería de Níquel-Cadmio son su larga vida y bajo mantenimiento. No se ven afectadas por las sobrecargas excesivas, pero el coste es muy elevado en comparación a las de plomo-ácido.

Su voltaje de celda es inferior a las de plomo-ácido, siendo este 1,2 V en lugar de los 2 V de las segundas.

Soportan procesos de congelación y descongelación sin ningún efecto sobre su comportamiento. De igual manera, las altas temperaturas tienen menos incidencia que en las de plomo-ácido. Les afectan menos las sobrecargas y pueden descargarse totalmente sin sufrir daños. No poseen riesgo de sulfatación y su capacidad para aceptar ciclos de carga es independiente de la temperatura.

Como principal inconveniente cabe destacar que presentan el denominado “efecto memoria”, mediante el cual, se reduce la capacidad de la batería a causa de cargas incompletas. Se produce cuando se carga una batería sin haber sido descargada del todo. Al memorizar el ciclado, la batería limita descargas que sean mayores produciéndose así una pérdida en la capacidad de la misma.[3]

-Batería de ion-litio

También conocidas como baterías de Litio. A diferencia de todas las anteriores, emplea como electrolito una sal de litio que aporta los iones necesarios para la reacción que sucede entre el ánodo y el cátodo.

Las baterías de litio más empleadas son las de fosfato de hierro y litio (LiPO₄).

Poseen una mayor tensión nominal de celda (3,2 V) en comparación a las de plomo-ácido (2 V) y junto a su elevada capacidad energética y resistencia a la descarga las posicionan en el “top” de las baterías.

Este tipo de batería no necesita estar completamente cargadas para su correcto funcionamiento. A diferencia de las baterías tradicionales, mantienen la entrega de potencia sin fluctuaciones hasta el mismo punto de descargarse en lugar de ir variando la potencia conforme va disminuyendo la energía de la misma.

Las baterías de ión-litio son más caras que las de plomo ácido pero si se usan en aplicaciones exigentes, el alto coste inicial es compensado por una vida útil más elevada, además de la elevada eficiencia que presentan.

No necesitan ningún tipo de mantenimiento durante toda la vida útil de la batería.

Si se dejan de utilizar, se descargan a un ritmo muy lento, lo que permite usarlas tras un largo periodo de inactividad sin necesidad de una recarga previa.

Además de todas estas ventajas, este tipo de batería es la más respetuosa con el medio ambiente ya que no posee elementos tan dañinos como el ácido sulfúrico y el plomo que está presente en otros tipos de baterías.

Hoy en día estas baterías representan la mejor opción para vehículos eléctricos. Y dado que este proyecto pretende dar servicio a este sector, es interesante plantear el uso de baterías de litio de segundo uso para el almacenamiento de energía de la instalación. De este modo se estará ayudando a generar una economía circular con un menor número de residuos.[3]

Para realizar los cálculos se consideran los datos de la batería 48V-300Ah(mínima capacidad de corriente) de GoldenCellBattery[10] de 14,4 kWh y profundidad de descarga de 0,9 (Tabla 2.1). La ficha técnica de la batería se muestra en el **anexo 2**.

Tabla 2.1: Características técnicas de las baterías.

Características	
Capacidad nominal:	344Ah@0.5C
Capacidad mínima:	300Ah@0.5C
Tensión nominal:	48 V
Tensión de corte de carga:	54,6 ± 0,1 V
Tensión de corte de descarga:	39 ± 0,1 V
Corriente de carga estándar:	30 A
Corriente de carga rápida:	100 A
Corriente de descarga estándar:	70 A
Corriente de descarga rápida:	100 A
MAX. Corriente de descarga:	150 A
Resistencia interna:	<150mΩ
Dimensión:	Diámetro: los 29 cm, longitud: los 111 cm
Peso:	Aproximadamente 100kg

Para el dimensionado de las baterías, los parámetros que se deben tener más en cuenta son los 3 días de autonomía aproximados que requiere la instalación y la máxima profundidad de descarga de la batería que es 0,9.

Para realizar los cálculos se consideran los datos de 8 baterías 48V-300Ah de GoldenCellBattery[10] colocadas en serie a 384 V.

La ciudad de Madrid en el mes de Julio tiene una producción media instalada de 111,3 kWh para un día de mayor generación.[3] Para la selección de las baterías se compara la ciudad de La Habana en el mismo escenario que el de Madrid en un día de mayor generación.

$$C_n = \frac{(E_{inst\ max} * N)}{(P_d * V_{bat})} = \frac{111300Wh * 3}{0,9 * 384V} = 966,15Ah \quad (1)$$

Donde:

C_n =Capacidad nominal total requerida por las baterías [Ah].

$E_{inst\ max}$ =Energía máxima que produce la instalación en un día [Wh].

N =días de autonomía de la instalación.

V_{bat} =Voltaje de las baterías seleccionadas.

P_d =Profundidad de descarga.

Una vez calculada la capacidad total necesaria de almacenamiento de la instalación y sabiendo la capacidad de la batería elegida (300 Ah), se podrá calcular el número necesario de las mismas.

$$N_{bat} = \frac{C_n}{C_{bat}} = \frac{966,15Ah}{300Ah} = 3,22 = 4 \text{ baterías en paralelo} \quad (2)$$

Donde:

N_{bat} =número total de baterías en paralelo necesarias.

C_n =Capacidad nominal total requerida por las baterías [Ah].

C_{bat} =Capacidad nominal de la batería seleccionada [Ah].

Dado que el voltaje de entrada de las baterías en el regulador es de 384 V, se debe instalar 8 baterías en serie. Sabiendo esto y el número de baterías a instalar en paralelo, se procede a calcular cuantas baterías se deben instalar.

$$N_{bat\ total} = N_{bat\ p} * N_{bat\ s} = 8 * 4 = 32 \text{ baterías.} \quad (3)$$

Como se ha comentado con anterioridad, dadas las características de la instalación y el público al que está destinado, se quiere hacer el estudio para implantar baterías de segundo uso procedentes de vehículos eléctricos.

Por ello se ha tomado como guía el VE Nissan LEAF y su funcionamiento por medio de baterías de litio. De este modo el cálculo se hará con baterías de litio como las que se encuentran en este modelo. Se considera que una batería está en buenas condiciones mientras mantenga el 80% de su capacidad original. Por lo tanto, cuando se habla de estimación de vida de la batería no se refiere a un fallo completo de la batería sino a una caída de la capacidad de esta, pudiendo seguir usándola durante más tiempo. El propósito es utilizar estas baterías cuya capacidad oscila entre un 50 y un 80% de su capacidad nominal.

2.4.2 Paneles fotovoltaicos

Los paneles solares son el elemento determinante en una instalación solar, por lo tanto su calidad y tecnología son decisivos para el alto rendimiento y rentabilidad de una instalación. Por ello antes se debe conocer cómo funciona esta tecnología y qué tipo de célula fotovoltaica se adaptan más a las necesidades existentes.[3]

Hay una serie de aspectos que afectan a todos los materiales semiconductores:

Cristalinidad: Indica la ordenación de los átomos en la estructura cristalina. El silicio, como otros tres materiales, puede aparecer en varias formas: monocristalino, policristalino o amorfo.

Coefficiente de absorción: Indica cómo la luz lejana, que tiene una longitud de onda específica, puede penetrar el material antes de ser absorbida. Un coeficiente de absorción pequeño significa que la luz no es absorbida fácilmente por el material. Depende de dos factores:

- Material que hay encima de la célula: tiene que tener un mínimo coeficiente de absorción.
- Longitud de onda o energía de la luz que es absorbida. La célula de silicio cristalino son de un espesor grande ya que tienen un coeficiente de absorción de la luz incidente relativamente reducido.

Coste y complejidad de fabricación: Varían dependiendo del material o materiales utilizados en las capas del semiconductor según los factores:

Deposición en diversos compartimentos.

Necesidad de trabajar en un ambiente determinado.

Cantidad y tipo de material utilizado.

Número de pasos implicados.

Necesidad de mover las células.

Las partes más importantes de una célula solar son las capas de semiconductor, ya que es en ellas donde se liberan los electrones y se produce la corriente eléctrica. Para hacer las capas de las distintas células solares se utilizan diferentes materiales semiconductores, y cada uno de ellos tiene ventajas y sus inconvenientes.[3]

Monocristalino:

Presenta una estructura completamente ordenada.

Su comportamiento uniforme lo hace buen conductor.

Es de difícil fabricación.

Se obtiene silicio puro fundido y dopado con boro.

Se reconoce por su monocromía azulada oscura y metálica.

Su rendimiento oscila entre 15-18%.

Policristalino:

Presenta una estructura ordenada por regiones separadas.

Los enlaces irregulares de las fronteras cristalinas disminuyen el rendimiento de la célula.

Se obtiene de igual forma que la de silicio monocristalino pero con menos fases de cristalización.

Su superficie está estructurada en cristales con distintos tonos de azules y grises metálicos.

Su rendimiento oscila entre 12-14%.

Amorfo:

Presenta un alto grado de desorden.

Contiene un gran número de defectos estructurales y de enlaces.

Su proceso de fabricación es más simple que en los anteriores y menos costoso.

Se deposita en forma de lámina delgada sobre vidrio o plástico.

Son eficientes bajo iluminación artificial.

Tiene un color marrón homogéneo.

Su rendimiento es menor del 10%.

Célula de película delgada:

Una de las células más desarrolladas de este tipo es la de sulfuro de cadmio (Cd S) y sulfuro cuproso (Cu₂ S).

Están formadas por la unión de dos materiales.

Se necesita poco material activo.

Su proceso de fabricación es sencillo.

Los materiales utilizados están poco estudiados.

La tecnología para su obtención está poco desarrollada.

Tiene un rendimiento del 5% aproximadamente.

Célula de Arseniuro de Gallo (Ga As)

Tiene buenos rendimientos con pequeños espesores.

Mantiene sus características a elevadas temperaturas.

Presenta tolerancia a radiaciones ionizantes.

Elevado coste de producción.

Material raro y poco abundante.

Tiene un rendimiento de 27%.

Tras la experiencia adquirida y un pequeño estudio de mercado se aconseja la instalación de módulos solares policristalinos. Ofreciendo resultados muy parecidos a los monocristalinos a un coste más bajo.

Se recomienda seleccionar para el estudio de esta instalación un panel similar al “SHS100W-120P” con las siguientes características eléctricas que se muestran en la tabla 2.2

Tabla 2.2: Características técnicas paneles fotovoltaicos.

Características	
Potencia máxima (P_{max})	120Wp
Tensión en el punto de máxima potencia (V_{mp})	18,03 V
Corriente en el punto de máxima potencia (I_{mp})	6,75 A
Tensión de circuito abierto (V_{oc})	22,6 A
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	7,10 A

Teniendo en cuenta que se quiere dimensionar la instalación para que funcione a un voltaje de continua de 384 V. El número de módulos que se colocarán en serie se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$N_s = \frac{V_{dc}}{V_{modulo}} = \frac{384V}{18,03V} = 21,29 = 22 \text{ módulos en serie.} \quad (4)$$

Donde:

N_s = Número de módulos en serie.

V_{dc} = Tensión de continua de la instalación (V).

$V_{módulo}$ = Tensión de máxima potencia del módulo fotovoltaico SHS120-36P (V).

Una vez conocido el número de módulos a instalar en serie y el número máximo de módulos que se puede instalar en la superficie de la estación de recarga, se obtiene el número de módulos en paralelo:

$$N_p = \frac{N_T}{N_S} = \frac{150}{22} = 7 \text{ módulos en paralelo} \quad (5)$$

Donde:

N_p = Número de módulos en paralelo.

N_T = Número de módulos totales.

N_S = Número de módulos en serie.

Se recomienda utilizar los paneles solares del tipo “**SHS120-36P**” que se muestran más detalladamente sus características en el **anexo 3**, los cuales tienen una potencia pico de 120 Wp. Estos 120 Wp representa la potencia eléctrica que proporciona el panel cuando la irradiación sobre él es de 1000 W/m² y con una temperatura de célula de 25°C.

2.4.3 Regulador

Un regulador solar (o de carga) es un dispositivo encargado de controlar constantemente el estado de carga de las baterías así como de regular la intensidad de carga con el fin de alargar la vida útil de las baterías. Este se conectará entre los paneles solares y las baterías teniendo como función, controlar la entrada de corriente proveniente del panel solar y evita que se produzcan sobrecargas y sobredescargas profundas en la batería.[9]

Existen principalmente dos tipos de reguladores de carga:

Regulador de carga Pulse-width Modulation (PWM)

El regulador PWM es, en esencia, un interruptor que conecta los paneles solares a la batería. El resultado es que la tensión de dichos paneles descenderá a valores cercanos de la tensión de la batería.

Regulador de carga Maximum Power Point Tracker (MPPT) o también llamados Maximizadores solares:

El regulador MPPT es más sofisticado (y más caro): ajusta su voltaje de entrada para conseguir la máxima potencia del panel solar y luego transformar esta energía para suministrar un voltaje variable requerido por la batería, así como para la carga. Por tanto, básicamente se desacoplan los voltajes del panel y de la batería de modo que no puede haber, por ejemplo, una batería de 12 voltios en un lado del regulador de carga MPPT y los paneles conectados en serie para producir 36 voltios en el otro.

Generalmente los reguladores MPPT superan los PWM en climas templados-fríos mientras que ambos reguladores mostrarán aproximadamente el mismo rendimiento en un clima tropical-subtropical.

2.4.4 Convertidor DC / AC

A la salida del regulador de carga se conecta un convertidor inversor DC / AC que vendrá caracterizado por una tensión de entrada que definirán las baterías, la tensión de salida de la carga y la potencia de suministro del vehículo eléctrico. En función de las características de corriente que sea capaz de aguantar el convertidor, la carga podrá realizarse a mayor o menor intensidad

Aspectos a cumplir los inversores: [11]

- Deberán tener una eficiencia alta, de modo que las pérdidas sean lo más pequeñas posibles.
- Deberán estar adecuadamente protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas
- Deberá incorporar rearme y desconexión automáticos.
- Admitir demanda de potencias instantáneas mayores al 150% de la potencia máxima prevista.
- Otros: Baja distorsión armónica, bajo consumo, aislamiento galvánico, sistemas y medidas de monitorización.

Actualmente se dispone en el mercado, inversores solares que permiten prescindir de un regulador de carga puesto que este ya se encuentra dentro del propio inversor. Dada la limitación de espacio de la que se dispone se ha considerado idóneo el uso de estos inversores diseñados ya para aplicaciones solares. Un ejemplo de los más demandados en el mercado está el inversor solar modelo “T3 75KW” de la compañía ZIGOR que permite regular la carga y descarga de las baterías a la vez que dé a la salida de 380-400 V de corriente alterna a 50/60 Hz [12]. Se recomienda el estudio de este tipo de inversor de la figura 2.2 para conectar a la instalación.



Figura 2.2: Características técnicas inversor híbrido ZIGOR SOLAR.[12]

Los inversores híbridos deben ir colocados lo más cerca posible de la caja de protecciones de AC, a la que se conectan, y de los receptores.

Las principales características que se deben tener en cuenta para el inversor solar es que su tensión nominal coincida con la de las baterías seleccionadas (en este caso 384 V) y que sea capaces de soportar las corrientes que generará el sistema.

Para conocer cuántos inversores serán necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación antes se debe conocer la corriente máxima que este debe soportar. Éste se calcula a partir del número de paneles en serie que se instalarán y la corriente de cortocircuito de estos a través de la siguiente expresión:

$$I_{gen} = N_p * I_{scpanel} * 1,25 = 7 * 7,10A * 1,25 = 62,125 A \quad (6)$$

Donde:

- I_{gen} = Intensidad máxima de generación de la instalación (A).
- $I_{sc\ panel}$ = Intensidad máxima de cortocircuito de un panel fotovoltaico SHS120-36P (A).
- N_p = Número de módulos en paralelo.

NOTA: El valor de 1,25 corresponde al factor de seguridad aplicado a la instalación para el sobredimensionamiento de este.

La intensidad máxima de consumo se determina a través de la siguiente ecuación teniendo en cuenta todos los consumos al mismo tiempo.

$$I_{con} = 1,25 * \frac{P_{dc} + P_{ac}}{V_{bat}} \quad (7)$$

Donde:

- I_{con} = Intensidad máxima de consumo de la instalación.
- P_{dc} = La potencia de continua de la instalación, que vendrá definida por la carga de los VE (W).
- P_{ac} = La potencia de alterna de la instalación, que en este caso, $P_{ac} = 0$ dado que no existen consumos en alterna (W).
- V_{bat} = Voltaje de las baterías seleccionadas (48 V).

Teniendo en cuenta la potencia máxima que consumen las estaciones de recarga se tiene que la potencia total de consumo de las baterías es:

$$P_{max\ ac} = (2 * P_{max\ PRR} + P_{max\ PRA}) = (2 * 25000W + 5000W) = 55\ KW. \quad (8)$$

Se considera para el dimensionado de la instalación un suministro máximo de 25 kW de potencia para un estimado de 3 puntos de carga rápida y de 5 kW destinados a otros.

Por tanto la corriente consumida por los receptores será:

$$I_{con} = 1,25 * \frac{55000W + 0}{384\ V} = 179,03\ A. \quad (9)$$

Se conoce que la corriente alterna máxima a la que puede trabajar el regulador inversor es de 109 A, por tanto es necesario el uso de más de un inversor para esta instalación de modo que puedan soportar la máxima corriente de consumo.

$$N_{reg.p} = \frac{I_{sc\ inst}}{I_{max\ reg}} = \frac{179,03A}{109\ A} = 1,64 = 2\ inversores\ solares. \quad (10)$$

Donde:

- $N_{reg.p}$ = Número de inversores a instalar en paralelo.
- $I_{sc\ inst.}$ = Intensidad máxima de cortocircuito de la instalación (A).
- $I_{max.reg.}$ = Intensidad máxima de trabajo que soporta el inversor seleccionado (A).

Se aconseja utilizar 2 inversores solares, sus características técnicas se muestran en el **anexo 4**.

2.4.5 Sistema de refrigeración

A la hora de escoger las baterías, es importante tener en cuenta el efecto de la temperatura. La capacidad aumenta a medida que sube la temperatura y al revés, disminuye cuando baja la temperatura. Para evitar que el módulo sufra por temperaturas extremas y prevenir así el deterioro de las baterías, se precisa instalar un intercambiador de calor en la parte posterior de la estación.

Éste tendrá la función de evitar temperaturas excesivamente elevadas o bajas, manteniendo así el rango de temperaturas entre los 19-25°C. Éste irá alimentado, al igual que toda la infraestructura, mediante paneles solares.

Dado que esta instalación debe ser lo más eficiente posible, es importante que el consumo del sistema de intercambio de calor tenga el mínimo consumo de ser posible. Para ello es interesante estudiar alternativas que permitan reducir la temperatura por medios de elementos pasivos.

2.4.6 Punto de carga

En un primer momento se consideró para este proyecto que solo se dispusiera de carga en modo 4, es decir por medio de corriente continua, no obstante todavía existe una gran variedad de vehículos que todavía no cuentan la posibilidad de carga en CC.

Por este motivo se ha considerado conveniente el uso de puntos de carga que permitirá la carga en modo 3 y modo 4. Se ha seleccionado el punto de carga RAPTION TRIO de la compañía CIRCUTOR de 22 kW de potencia (Figura 2.3). Esta estación de recarga está pensada para trabajar en exterior de modo que no requerirá ninguna protección adicional al implantarse en la instalación.[9]



Características técnicas		
Entrada CA	Alimentación CA	3F + N + PE
	Tensión CA	400 Vc.a. ± 10%
	Corriente nominal de entrada	64 A
	Factor de potencia	> 0,98
	Eficiencia	94% de potencia nominal de salida
Salida CC	Frecuencia	50 / 60 Hz
	Máxima corriente de salida	56 Ac.c.
	Máxima potencia de salida	22 kW (@400 Vc.c.)
Salida CA	Rango de tensión de salida	150 - 550 Vc.c.
	Máxima corriente de salida	32 A
	Máxima potencia de salida	22 kW
Sistema de carga	Rango de tensión de salida	400 Vca (3F + N + PE)
	Carga CC 1	Modo 4 (IEC 61851-1; IEC 61851-23) JEVS G105 - CHAdeMO (IEC 92196-3)
	Carga CC 2	Modo 4 (IEC 61851-1; IEC 61851-23) Combo2 (DIN 70121)
	Carga CA	Modo 3 (IEC 61851-1; IEC 61851-22) Base Tipo 2 (IEC 62196-2)
	Protecciones eléctricas	Protección de sobrecorriente
Conectividad	Protección diferencial	Interruptor diferencial 30 mA Tipo A
	Ethernet	10/100 Base TX (TCP/IP)
General	Comunicaciones inalámbricas	3G / GPRS / GSM
	Conformidad	CE / Combo2 / CHAdeMO rev. 1.1 certificado
	Grado protección	IP 54 / IK 10
	Material envolvente	Acero inoxidable
	Temperatura de trabajo	-5 ... +45 °C
	Temperatura almacenamiento	-20 ... +60 °C
	Humedad Relativa	5 ... 90 % sin condensación
	Sistema RFID	ISO / IEC 14443A / B MIFARE Classic, MIFARE DESFire, MIFARE DESFire EV1, FeliCa® ISO 18092 / ECMA-340 (NFC) 13.56 MHz
	Display HMI	8" TFT pantalla táctil anti-vandálica
	Longitud cable CC CCS	3 m
	Longitud cable CC CHAdeMO	3 m
	Indicación de estado de carga	Balizas LED RGB
	Protocolo integración	OCPP / XML
	Dimensiones	310** x 900 x 1700 mm
	Peso	215 kg
Sistema refrigeración	Ventiladores	
Nivel de ruido en funcionamiento	< 55 dBA	
Accesorios opcionales	Protector contra sobretensiones	Sobretensiones transitorias de 4 polos (IEC 61643-11 Class II)
	Protección diferencial	Interruptor diferencial tipo B
Normas	Calentador Climatizador	-30 ... +45 °C
		IEC 61851 / IEC 62196 / CE / CCS / CHAdeMO

Figura 2.3: Características técnicas Estación de carga RAPTION.[9]

La estación de recarga está dotada de los siguientes conectores:

CHAdeMO.

Combinado o CCS.

2.4.7 Cableado

Todo el cableado cumplirá lo establecido en la legislación según las normas cubanas.

Para el buen funcionamiento de la instalación es imprescindible una buena adecuación de las secciones de cableado a instalar. Un mal dimensionado de este puede suponer una caída de tensión más elevada en el conductor, lo que supone un aumento de la temperatura que puede llegar a romper el mismo y dañar la instalación.

Para el cálculo del cableado se ha tenido en cuenta el criterio de caída de tensión, el criterio de calentamiento y la sección mínima. Para las caídas de tensión se han utilizado las especificaciones en el Pliego de condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA)[13], las cuales varían en función de los equipos que se interconectan. A continuación se muestran los valores de caída de tensión máxima permitidos:

Caída de tensión entre generador y regulador: 3%

Caída de tensión entre regulador y batería: 1%

Caída de tensión entre inversor y batería: 1%

Caída de tensión entre regulador e inversor: 1%

Caída de tensión inversor/ regulador y equipos: 3%

Los conductores positivos y negativos de la parte de continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados de acuerdo a la norma vigente.

Las ecuaciones más importantes para el cálculo del cableado se muestran en el **anexo 6**, en el que se puede comprobar que los conductores seleccionados cumplen las especificaciones de caída de tensión, calentamiento y cortocircuito. Este tipo de conductor tendrá una tensión asignada de 1,6/1 kV como se indica en la ITC-BT-20. Por tanto, cumpliendo con esta premisa, el cable seleccionado tendrá esa tensión asignada y será del tipo XLPE.[3]

El resumen de los resultados de las secciones elegidas de los conductores es el mostrado en la tabla 2.3:

Tabla 2.3: Secciones normalizadas seleccionadas.

Circuito	Sección en tabla	Sección (mm ²)	Sección neutro (mm ²)
Módulos fotovoltaicos- Inversor híbrido	B1-6	10	10
Baterías- Inversor híbrido	B1-6	120	60
Inversor híbrido- Caja de protecciones AC	B1-8	50	25
Caja de protecciones AC- Estación de recarga 1	B1-6	16	16
Caja de protecciones AC- Estación de recarga 2	B1-6	16	16

Por el circuito de corriente continua se utiliza el siguiente código de colores:

- Rojo: para el polo positivo.
- Negro: para el polo negativo.

Para la parte de alterna de la instalación, los conductores deben ser fácilmente identificables, empleándose el **azul** claro para el neutro, **negro, marrón o gris** para las fases y **verde y amarillo** para el cable de protección.

El conductor de protección en esa parte de la instalación se utiliza para unir las masas de la instalación y los elementos metálicos que puedan existir o cualquier otra masa importante de la instalación con las líneas de tierra. Dichos conductores se calculan según la tabla 2.2 En la tabla 2.4 se muestra la relación entre las secciones de los conductores de protección y de fase.

Tabla 2.4: Relación entre las secciones de los conductores de protección y fase.

Sección de los conductores de fase de la instalación $S(\text{mm}^2)$	Sección mínima de los conductores de protección $S_p(\text{mm}^2)$
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Los conductores de protección de la instalación (Tabla 2.5) tendrán las siguientes secciones las cuales las cuales se han calculado siguiendo las especificaciones de la tabla 2.4:

Tabla 2.5: Conductores de protección seleccionados.

Circuito	Sección en tabla	Sección (mm^2)	Sección neutro (mm^2)
Módulos fotovoltaicos-inversor híbrido	B1-6	10	10
Caja de protecciones AC- Estación de recarga 1	B1-6	16	16
Caja de protecciones AC- Estación de recarga 2	B1-6	16	16

2.4.8 Protecciones

La interrupción de corriente presenta mayores problemas con redes en corriente continua que en corriente alterna. En la corriente alterna existe un paso natural de la corriente por el cero en cada semiperiodo, al cual corresponde un apagado espontaneo del arco que se forma cuando se abre el circuito. En la corriente continua esto no sucede, para extinguir el arco, es preciso que la corriente disminuya hasta anularse. Es necesario que la interrupción se realice gradualmente sin bruscas anulaciones de la corriente que darían lugar a sobretensiones. Las ecuaciones a utilizar para las protecciones las pueden encontrar en el **anexo 7**.

Los circuitos monofásicos, se protegerán con portafusibles, de modo que permitan la desconexión en estos para trabajos de mantenimiento. En la tabla 2.6, vienen definidos la intensidad nominal y poder de corte de los fusibles a instalar.

Tabla 2.6: Protecciones circuitos monofásicos.

Circuito	I_n fusible (A)	Poder de corte (kA)
Módulos fotovoltaicos-Inversor híbrido	45 A	10
Batería- Inversor híbrido	195 A	150

El resto de circuitos, al ser trifásicos contarán con magnetotérmicos y diferenciales. El valor de la intensidad nominal de los magnetotérmicos elegidos, así como su poder de corte se especifican en la tabla 2.7.

Tabla 2.7: Valores magnetotérmicos de los circuitos trifásicos de la instalación.

Circuito	I_n fusible (A)	Poder de corte (kA)
Inversor híbrido 1- Caja de protecciones AC	125	50
Inversor híbrido 2- Caja de protecciones AC	125	50
Caja de protecciones AC- Estación de recarga 1	45	10

Caja de protecciones AC- Estación de recarga 2	45	10
---	----	----

Los diferenciales serán los mostrados en la tabla 2.8.

Tabla 2.8: Valores de los diferenciales de los circuitos trifásicos de la instalación.

Circuito	Intensidad nominal del diferencial (A)	Sensibilidad (mA)	Nº de polos
Inversor híbrido 1- caja de protecciones AC	125	300	4P
Inversor híbrido 2- caja de protecciones AC	125	300	4P
Caja de protecciones AC- Estación de recarga 1	45	30	4P
Caja de protecciones AC- Estación de recarga 2	45	30	4P

2.4.9 Puesta a tierra

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo. [3]

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte de la instalación y los marcos metálicos de los módulos. Siguiendo estas especificaciones recomendadas por el IDAE, se deben conectar a tierra las estructuras de los paneles y las partes metálicas de éstos y además, los receptores de la instalación también deben ir conectados a tierra.

Según indica la misma, la elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo. Teniendo en cuenta los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

Las corrientes de efecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones técnicas, mecánicas y eléctricas.

La solidez o la protección mecánica queden aseguradas con independencia de las condiciones estimadas de influencias extremas.

Contemplan los posibles riesgos debido a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Se sugieren dos tomas de tierra, una designada a proteger los módulos fotovoltaicos y otra destinada a la estación de recarga.

Se propone optar por una solución compuesta mediante la fijación del electrodo en sortija mallada. Dadas las características del terreno en cuanto a extensión y protección, se recomienda que el mallado tenga una longitud mínima de 10 m para que la resistencia de la tierra sea inferior a 50Ω respetando siempre lo normado. Contará con dos arquetas donde irán conectadas las puestas a tierra de la instalación, concretamente la de los receptores y de las estructuras y módulos fotovoltaicos.

Conclusiones del capítulo 2

1. Con el estudio de cada tipo de carga resulta más conveniente utilizar al tipo de carga rápida.
2. Los modos de recarga a utilizar deben ser el 3 y 4, dado por las características particulares que ofrecen éstos es conveniente su implementación además de ser compatibles el punto de carga del tipo RAPTION-TRIO.
3. Entre las baterías que se ofertan en el mercado, las más idóneas para instalar en la estación será la de ión-litio por sus características constructivas y sus propiedades químicas.
4. Los paneles del tipo policristalinos son uno entre los tantos que ofrece el mercado, pero por sus propiedades es preciso tenerlo en cuenta a la hora de la selección.
5. Los reguladores del tipo MPPT resultan más caros que los PWM, pero en cuanto a rendimiento los dos son capaces de trabajar en la instalación deseada.
6. Se necesitan por lo menos dos inversores solares para el correcto funcionamiento de la instalación propuesta.

Conclusiones

1. En la actualidad existen varios tipos de vehículos eléctricos, todos con características y modo de funcionamiento diferentes, entre ellos se encuentra el vehículo 100% eléctrico, el vehículo eléctrico híbrido enchufable y el vehículo eléctrico con autonomía extendida.
2. Las estaciones de carga utilizan más de tres tipos de conectores lo cual hace que el mercado sea variable, el 32% de los vehículos eléctricos que circulan actualmente en el mundo utilizan el conector CHAdeMO lo cual hace que además de ser eficaces sean los de mayor demanda en el mundo y trabajan con puntos de carga rápida.
3. Para diseñar la estación de carga resulta conveniente la implementación de puntos de recarga rápida debido a sus características particulares, además de usar el modo 4 como modo de recarga principal, entregando una potencia máxima de 240 kW y un tiempo de recarga máximo de 30 minutos.

Recomendaciones

1. Para próximas investigaciones se recomienda la simulación en el Simulink del Matlab de la estación de carga para vehículos eléctricos antes propuesta.
2. Se recomienda el diseño de vehículos eléctricos que coincidan con los datos y las características de la estación de carga y recarga antes diseñada.

Bibliografía

- [1] A. C. Marrero y A. M. Hernández, “Análisis y diseño de una estación fotovoltaica”. España: Universidad de Laguna, 2015
- [2] J. Nava, “Componentes de una instalación solar fotovoltaica,” p. 24.
- [3] M. L. Sarret, “Diseño de una estación de recarga para vehículos eléctricos móvil y autosuficiente” España: Universidad politécnica de Catalunya Barselonatech, 2017.
- [4] G. N. Anguiano, “Prototipo de plataforma de generación de energía alterna para carga y recarga de vehículos eléctricos tipo E-Trike,” México: Instituto tecnológico de Colima, 2018.
- [5] J. A. Carrión, “Estación de carga para vehículos eléctricos,” Panamá: Departamento de Ingeniería Civil.
- [6] J. A. M. Moreno, “Herramientas de simulación de vehículos eléctricos,” España: Universidad Carlos III de Madrid, 2013.
- [7] D. D. L. F. Toyos, “Infraestructura de recarga rápida multipunto para vehículos eléctricos en una población.,” España: Universidad de Cantabria, 2019.
- [8] J. R. G. Peña, “Impacto de las estaciones de carga para vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca Ecuador.,” Ecuador: Instituto Politécnico de Leira, 2017.
- [9] C. Circutor, “productos de recarga inteligente.” 2016.
- [10] E. Goldencell, “Shandong Goldencell Electronics Tech.” 2017.
- [11] A. C. A. Fajardo, “Análisis, diseño y simulación de sistema solar fotovoltaico a,” Colombia: Universidad Libre, 2014.
- [12] C. ZIGOR, “Catálogo de producto inversores híbridos.” 2016.
- [13] A. J. Marrero, “Energías renovables.” España: Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2016.
- [14] E. Pérez, “Relación de Vehículos eléctricos y tipo de conector que usan.” España: Universidad de Laguna, Jul-2017.
- [15] A. C. Oliva y G. S. Herranz, *Instalaciones solares fotovoltaicas*. España: S.A.EDITEX, 2010.

Anexos

Anexo 1: Conectores usados según la marca del vehículo.[14]

Marca	Modelo	Tecnología	Carga Modo 2		CARGA Modo 3 SERIE/OPCIONAL/ACCESORIO			Carga acelerada Potencia > 3,7 kW	Carga rápida (SERIE/OPCIONAL)				Conector de bdo del vehículo	
	A3 SPORTBACK e-tron	PHEV	✓	✓	ACCESORIO		3,7 Kw							✓
	Q7 e-tron	PHEV	✓	✓	ACCESORIO		7,2 kW							✓
	i3	EV	✓		ACCESORIO		✓	3,7 Kw (7,3 kW OPCIONAL)				OPCIONAL		✓
	i3 REX	REx	✓		ACCESORIO		✓	3,7 Kw (7,3 kW OPCIONAL)				OPCIONAL		✓
	i8	PHEV	✓		ACCESORIO		✓							✓
	330e	PHEV	✓		ACCESORIO		✓							
	740e	PHEV	✓		ACCESORIO		✓							
	225xe	PHEV	✓		ACCESORIO		✓							
	X5 xDrive40e	PHEV	✓		ACCESORIO		✓							✓
	E6	EV												✓
	Volt	EV												✓
	e-NV0	EV	✓							SERIE				✓
	Leaf	EV	✓							SERIE				✓
	Focus electric	EV	✓		ACCESORIO		✓	6,6 kW						✓
	Soul EV	EV	✓		ACCESORIO		✓	6,6 Kw				OPCIONAL		✓
	S650e	PHEV	✓		OPCIONAL		✓							✓
	C350e	PHEV	✓		OPCIONAL		✓							✓
	GLE 500 EAMATIC	PHEV	✓		OPCIONAL		✓							✓
	Clase B ED	EV	✓		SERIE		✓	11 kW						✓
	Outlander PHEV 2016	PHEV	✓							SERIE				✓
	i-MEV	EV	✓							SERIE				✓
	Leaf	EV	✓	✓	OPCIONAL	✓	✓	6,6 Kw (3)		SERIE				✓
	e-NV200	EV	✓	✓	OPCIONAL	✓	✓	6,6 Kw		SERIE				✓

Anexo 2: Ficha técnica batería.[10]

Item Specification

Nominal capacity: 344Ah@0.5C

Minimum capacity: 300Ah@0.5C

Nominal voltage: 48 V

Charge cut-off voltage: 54.6±0.1 V

Discharge cut-off voltage: 39±0.1 V

Standard charge current: 30A

Fast charge current: 100A

Standard discharge current: 70A

Fast discharge current: 100A

MAX. Discharge current: 150A

Internal resistance: <150mΩ

Dimension: Diameter:29cm, length:111cm

Weight: Approx 100kg



Shandong Goldencell Electronics Tech. Co.,Ltd.

A: No.5th Fuyuan Road,Thailand Industrial Park,Hi-tech District,Zaozhuang,Shandong,China 278000

T: 86.632.519.9676 M: 86.182.6373.5136 W: www.goldencellbattery.com

2017 Battery Show Schedule:

- 1. Electrical Energy Storage (EES) 2017/Intersolar Europe/MAY 31-JUNE 2/ Munich,Germany**
- 2. Solar Power International(SPI) 2017/Sep 10th-13th/Las Vegas,USA**
- 3. All Energy Australia 2017/OCT 11th-12th/Melbourne, Australia**
- 4. Hongkong Autumn Electronics 2017 /Oct 13th-16th/Hongkong,China**

Anexo 3: Ficha técnica del módulo fotovoltaico.[3]



CE    TUV IEC



High conversion efficiency
High module efficiency to guarantee power output.



Self-cleaning glass
Coating glass for self-cleaning, reduce surface dust.



Outstanding low irradiation performance
Excellent module efficiency even in the weak light conditions, such as morning or cloudy.



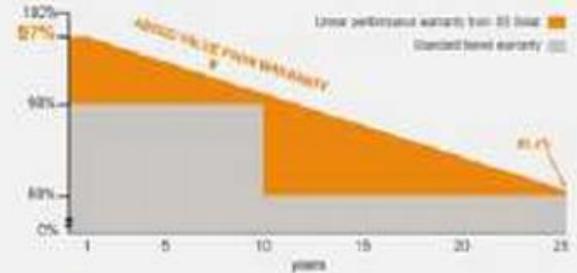
Excellent loading capability
2400Pa wind loads, 5400Pa snow loads.

0 to +5W

0 to +5W positive tolerance
Detailed information in Electrical Specifications.

48

48-hour response service



25

25-year performance warranty

10

10-year warranty on materials and workmanship

ALL SPECIFIED PARAMETERS ARE AT ETC 25°C AMBIENT, 1000W/M² IRRADIANCE AND AM 1.5

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

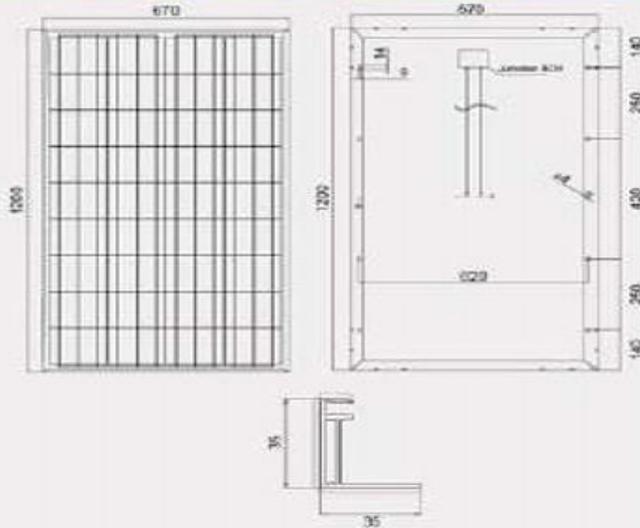
Model Type	SH5100-36P	SH5105-36P	SH5110-36P	SH5115-36P	SH5120-36P
Max Power	100W	105W	110W	115W	120W
Power Tolerance	+0~+5	+0~+5	+0~+5	+0~+5	+0~+5
Max-Power Voltage (Vmp)	18.1	18.2	18.3	18.4	18.03
Max-Power Current (Imp)	5.56	5.82	6.11	6.28	6.75
Open Circuit Voltage (Voc)	22.2	22.3	22.4	22.5	22.6
Short Circuit Current (Isc)	5.93	6.21	6.52	6.81	7.10
Cell Efficiency (%)	14.5	15.4	16.2	16.9	17.6
Module Efficiency (%)	12.5	13.2	13.7	14.3	15
Max-System Voltage (VDC)				600	
Max Series Fuse Rating (A)				15	
Pmax Temperature Coefficient (%/°C)				-0.47	
Voc Temperature Coefficient (%/°C)				-0.34	
Isc Temperature Coefficient (%/°C)				0.045	
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)				45±2°C	
Operating Temperature				-40~+85°C	

MECHANICAL SPECIFICATIONS

External Dimensions	1200*670*35 mm
Weight	8.2 Kg
Solar Cell	Polycrystalline 156x125mm (36pcs)
Front glass	3.2mm tempered glass, low iron
Frame	Anodized/Electrophoretic aluminum alloy
Junction Box	IP65/67 rated
Output Cabel	4.0mm ² symmetrical lengths 900mm
Connector	MC4 Compatible

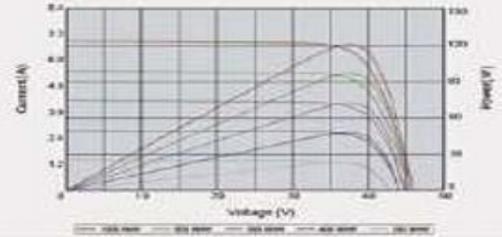
PHYSICAL CHARACTERISTICS

Unit: mm (inch)

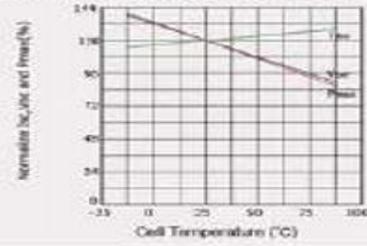


ELECTRICAL CHARACTERISTICS

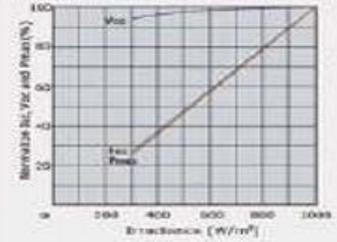
Current-Voltage & Power-Voltage Curve (AM1.5, Cell Temperature: 25°C)



Temperature Dependence of Isc, Voc and Pmax



Irradiance Dependence of Isc, Voc and Pmax



Anexo 4: Ficha técnica inversor híbrido solar. [12]

INVERSOR TRIFÁSICO

ZIGOR SOLAR T3/TL3

Gama de inversores trifásicos de 20 kW a 166 kW con y sin transformador

Descripción



La gama de inversores trifásicos ZIGOR SOLAR T3/TL3 desde 20 a 166 kW combina diseño y versatilidad con su sencillez de manejo y modularidad.

Los inversores ZIGOR SOLAR T3/TL3 destacan por su rendimiento del 96% con transformador (modelo T) y del 98% sin él. Ofrecen una alta fiabilidad y garantía de funcionamiento. Otra función a señalar es el alto rendimiento energético de su MPPT que es mayor del 99%. Otra característica importante es su regulación automática de reactiva y sus herramientas de comunicación entre ellos y el sistema de supervisión y control centralizado. Todos sus parámetros son configurables en local y también de forma remota. Los inversores ZIGOR SOLAR T3/TL3 operan con una tensión de salida 3x400 V cumplen con la mayoría de las regulaciones Europeas para el cumplimiento de los requisitos de respuesta frente a huecos de tensión sin desconexión. Gracias a su arquitectura de doble conversión nunca generan sobretensiones peligrosas cuando se desconectan de la red.



Inversores ZIGOR SOLAR T3/TL3

Características

- > Rango de tensión de entrada (300-700 VDC)
- > Seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT)
- > Alto rendimiento energético MPPT > 99%
- > Muy baja distorsión armónica, THD < 3%
- > Factor de potencia seleccionable
- > Conexión directa a la red (modelo T y TL)
- > Conexión en paralelo sin limitación
- > Protección anti-isla con desconexión automática
- > Monitorización del equipo mediante LCD
- > Aislamiento galvánico a través de transformador (modelo T)
- > Monitorización corriente strings (con opción ZIGOR SOLAR SB16)
- > Grado de protección IP21
- > Protección contra: Polarizaciones inversas, cortocircuitos, sobretensiones, fallo de aislamiento con salida a Relé
- > Vida útil más de 20 años
- > Regulación de reactiva automática
- > Programa Web server para proporcionar acceso completo a toda la información de los inversores y para monitorizar y comunicarse con los inversores
- > Máxima eficiencia de las plantas solares
- > Modular
- > Tensión de salida 3x 400 V (T y TL modelo)
- > Protecciones DC y AC incluidas
- > Trabaja con módulos de capa fina
- > Puertos de comunicación ETHERNET
- > Fácil acceso desde cualquier navegador
- > Sistema remoto de monitorización ZIGOR SOLAR SWS1000: programa de comunicación remota, visualización de parámetros, control de registros del inversor, etc (opcional)

Conectividad y opciones

- > Web server integrado
- > ZIGOR SOLAR SWS1000: sistema de monitorización (opcional)

Más información sobre conectividad y opciones en la página 44

plantas pv on-grid

plantas pv mediz tensión

generación híbrida

ahorro energético

registro telemático

energía eólica



ENERGÍA SIN CORTES

ZIGOR

Servidor web para inversores trifásicos ZIGOR SOLAR T3/TL3



Programa Web server integrado para proporcionar acceso completo a toda la información de los inversores y para monitorizar y comunicarse con los inversores trifásicos ZIGOR SOLAR T3/TL3. Este servidor web permite al usuario acceder a los datos del inversor en diferentes idiomas y grabar los siguientes datos:

- > Estado
- > Parámetros
- > Eventos
- > Registro de eventos
- > Funcionamiento



WEBSERVER

ZIGOR SOLAR SWS1000

Systema de monitorización para inversores trifásicos ZIGOR SOLAR T3/TL3



El sistema SOLAR ZIGOR SWS1000 es una plataforma para monitorizar y registrar variables, revisar y modificar ajustes así como configurar diferentes parámetros de los inversores trifásicos de Zigor. El sistema ZIGOR SOLAR SWS1000 puede controlar hasta 45 equipos, lo que hace de éste una herramienta adecuada para monitorizar una planta de generación a través de una única dirección IP fija.

El ZIGOR SWS1000 dispone de un Web server en diferentes idiomas (seleccionables por el usuario) desde el cual se pueden gestionar las siguientes funciones:



ZIGOR SOLAR SWS 1000

303ESFT011

ZIGOR

WWW.ZIGOR.COM

> ZIGOR SOLAR T3 - Inversores con transformador

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS							
Modelo	ZIGOR SOLAR						
	T3 20 kW	T3 25 kW	T3 30 kW	T3 50 kW	T3 75 kW	T3 100 kW	T3 133 kW
Referencia	16112	13038	17698	17173	16113	17038	301206
Potencia continua de salida	20 kW**	25 kW**	30 kW	50 kW	75 kW***	100 kW	133 kW
Potencia Nominal DC	≥ 21 kW	≥ 27 kW	≥ 31 kW	≥ 52 kW	≥ 78 kW	≥ 105 kW	≥ 140 kW
Tensión Nominal AC	350-400 V 3P+N						
Frecuencia nominal	50/60 Hz						
Factor de potencia	1 ajustable ± 0.8						
Corriente nominal de línea AC	30 A	37 A	44 A	73 A	109 A	145 A	193 A
Distorsión corriente AC ⁽¹⁾	< 3% THD a potencia nominal						
Máxima tensión circuito abierto ⁽²⁾	680 V						
Rango de seguimiento de potencia (MPPT) DC *	300 a 720 V						
Máxima corriente de entrada DC	70 A	90 A	103 A	173 A	260 A	350 A	462 A
Eficiencia pico	96%						
Eficiencia europea	94,95%						
CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES Y MECÁNICAS							
Rango de temperatura ambiente	-10°C +50°C						
Tipo o grado de protección ambiental	IP21						
Peso aproximado	270 kg	290 kg	310 kg	390 kg	1020 kg	950 kg	
Dimensiones (AlxAxPf) mm	2150 X 800 x 600				2150 x 1200 x 600		
Altitud de funcionamiento ⁽³⁾	1000 m						
Humedad relativa	0 a 95% sin condensación						

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Método de refrigeración	Ventilación forzada interna Control de ventilador externo (5A Máx.)
Funciones de protección	Polarización inversa / Sobre/Sub tensión AC / Sobre/Sub frecuencia / Sobretensión DC
Pantalla de usuario	Pantalla LCD
Seccionadores (AC y DC)	Integrados en el sistema
Software de comunicaciones	Web server a través de conexión Ethernet
Supervisión del equipo: auto diagnóstico	SI
Adquisición de datos	SNMP
Sistema monitorización ZIGOR SWS1000 (opción)	Ethernet / Módem GSM (opción) / Data logger / Programa de monitorización
Mediciones externas	2 Entradas analógicas para monitorización (opción) Entradas / Salidas digitales

NORMATIVAS

Mercado	CE, VDE, ENEL
Directivas	2004/108/CE (UNE-EN 61000-6-2 / UNE-EN 61000-6-3) 2006/95/CE (EN 50178)
Normativas	IEC 62116 (2008) - Protección anti-ísta

Normativas internacionales

España	PO 12.3
Alemania	VDE 0126-1-1
Italia	DK5940 (Chapter 8.2 Allegato 17. TERNA Regolazione)
Reino Unido	G83
Francia	Decret Arrêté du 23 avril 2008

(1) Para THDV<1% y Potencia Nominal

(2) Este valor de tensión no debe ser superado bajo ningún concepto.

(3) Sin reducción de potencia para temperaturas inferiores a 44° C.

* 250 V tensión mínima cuando trabaja con módulos de capa fina con potencia nominal.

** Estos modelos son los ZIGOR SOLAR T3 30 kW con potencia de salida limitada mediante software.

*** Estos modelos son los ZIGOR SOLAR T3 100 kW con potencia de salida limitada mediante software.

Las especificaciones pueden cambiar sin previo aviso.

Anexo 5: Ficha técnica Estación de carga. [9]



Sistemas de Recarga Inteligente para Vehículos Eléctricos

RAPTION

Estación de recarga rápida exterior con triple toma



Descripción

Equipo de recarga rápida para vehículos eléctricos en c.c. con protocolos CHAdeMO, COMBO CCS y en c.a. con Modo 3. Los equipos de recarga rápida RAPTION permiten la recarga de oportunidad en aquellos casos que se requiere rapidez de carga y no se dispone de potencia suficiente. En función de la capacidad de las baterías puede cargar parcial o totalmente en un periodo de tiempo reducido.

La estación RAPTION funciona con potencias de hasta 22 kW, lo que permite usarla en instalaciones más simples y ahorrando costes extras en tarifas especiales. El equipo dispone de una pantalla interactiva, además de comunicaciones (Ethernet, 3G) que facilitan la interacción al usuario y la gestión remota al centro de control.

Aplicaciones

Los equipos RAPTION son ideales para la recarga en vía pública, centros comerciales, empresas de alquiler, flotas de vehículos, aparcamientos de empresa, etc.

Características Técnicas

Entrada CA	Alimentación CA	3F + N + PE
	Tensión CA	400 Vc.a. ± 10%
	Corriente nominal de entrada	64 A
	Factor de potencia	> 0,98
Salida CC	Eficiencia	94% de potencia nominal de salida
	Frecuencia	50/ 60 Hz
	Máxima corriente de salida	56 A c.c.
Salida CA	Máxima potencia de salida	22 kW (Ø400 Vc.c.)
	Rango de tensión de salida	150 - 660 Vc.c.
	Máxima corriente de salida	32 A
	Máxima potencia de salida	22 kW
Sistema de carga	Rango de tensión de salida	400 Vca (3F + N + PE)
	Carga CC 1	Modo 4 (IEC 61851-1; IEC 61851-23; JEVS G105 - CHAdeMO (IEC 92196-3))
	Carga CC 2	Modo 4 (IEC 61851-1; IEC 61851-23)
	Carga CA	Combo2 (DIN 70121) Modo 3 (IEC 61851-1; IEC 61851-22) Base Tipo 2 (IEC 62196-2)
Protecciones eléctricas	Protección de sobrecorriente	Interruptor magnetotérmico
	Protección diferencial	Interruptor diferencial 30 mA Tipo A
Conectividad	Ethernet	10/100 Base TX (TCP/IP)
	Comunicaciones inalámbricas	3G / GPRS / GSM
General	Conformidad	CE / Combo2 / CHAdeMO rev. 1.1 certificado
	Grado protección	IP 54 / IK 10
	Material envolvente	Aceero inoxidable
	Temperatura de trabajo	-5 ... +45 °C
	Temperatura almacenamiento	-20 ... +60 °C
	Humedad Relativa	5 ... 90 % sin condensación
	Sistema RFID	ISO / IEC 14443A / B MIFARE Classic, MIFARE DESFire, MIFARE DESFire EV1, FeliCa® ISO 18092 / ECMA-340 (NFC 13.86 MHz)
	Display HMI	8" TFT pantalla táctil anti-vandálica
	Longitud cable CC CCS	3 m
	Longitud cable CC CHAdeMO	3 m
	Indicación de estado de carga	Balizas LED RGB
	Protocolo integración	OCPP / XML
	Dimensiones	310* x 900 x 1700 mm
	Peso	215 kg
Sistema refrigeración	Ventiladores	
Accesorios opcionales	Nivel de ruido en funcionamiento	< 55 dBA
	Protector contra sobretensiones	Sobretensiones transitorias de 4 polos (IEC 61643-11 Class II)
Normas	Protección diferencial	Interruptor diferencial tipo B
	Calentador Climatizador	-30 ... +45 °C
Normas	IEC 61851 / IEC 62196 / CE / CCS / CHAdeMO	

** 390 mm con conectores

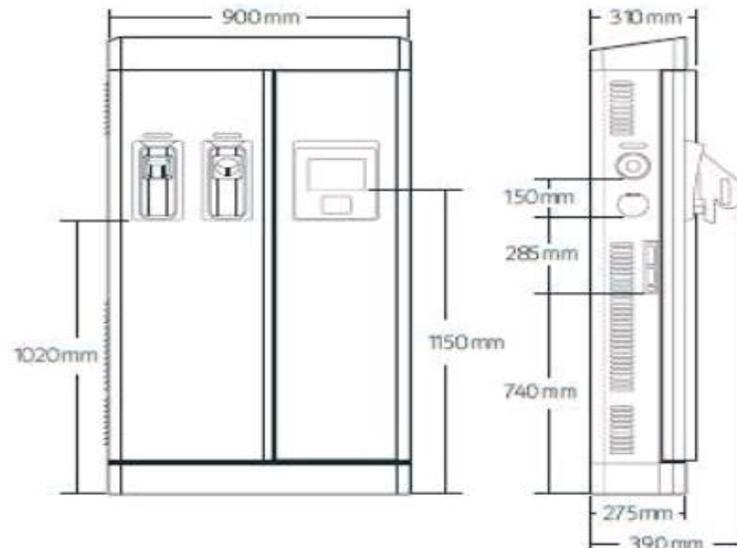
RAPTION

Estación de recarga rápida exterior con triple toma

Referencias

Tipo	Código	Modo Carga	Nº conectores	Tipo conector	Tensión, corriente, potencia
RAPTION CCS	V17010	4	1	Tipo COMBO2	560 V _{ac} , 56 A _{ac} , 22 kW
RAPTION CHA	V17015	4	1	Tipo JEVS G105	560 V _{ac} , 56 A _{ac} , 22 kW
RAPTION DUO	V17020	4	2	Tipo JEVS G105, Tipo COMBO2	560 V _{ac} , 56 A _{ac} , 22 kW 560 V _{ac} , 56 A _{ac} , 22 kW
RAPTION TRIO	V17030	3, 4	3	Tipo II, Tipo JEVS G105, Tipo COMBO2	400 V _{ac} , 52 A _{ac} , 22 kW 560 V _{ac} , 56 A _{ac} , 22 kW 560 V _{ac} , 56 A _{ac} , 22 kW

Dimensiones



Anexo 6: Ecuaciones importantes para el cálculo del cableado. [15]

Las ecuaciones a utilizar para determinar las características generales de los cableados de las distintas partes de la que se compone la instalación se detallan a continuación. Para el cálculo del cableado se debe saber la corriente máxima en cada punto de la instalación, el criterio de la caída de tensión y la resistencia de cortocircuito.

Para obtener la intensidad en amperios, se utilizará la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\theta} \rightarrow \text{Trifásica} \quad (11)$$

$$I = \frac{P}{V * \cos\theta} \rightarrow \text{Monofásica} \quad (12)$$

$$I = \frac{P}{V} \rightarrow \text{Corriente Continua.} \quad (13)$$

Donde:

- P= Potencia de cálculo (W).
- V= Tensión en V (440V →Corriente Continua, 400V→Corriente Alterna)
- Cos (θ)= Factor de potencia. Según el IDEA el factor de potencia generado deberá ser superior a 0,95 entre el 25% y el 100% de la potencia nominal, por este motivo se ha realizado los cálculos considerando fp=1.

Para obtener la caída de tensión para una sección dada se utiliza la siguiente expresión:

$$e = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos\theta}{C * s} \rightarrow \text{Trifásica} \quad (14)$$

$$e = \frac{2 * L * I * \cos\theta}{C * s} \rightarrow \text{Monofásica} \quad (15)$$

$$e = \frac{2 * L * I}{C * s} \rightarrow \text{Corriente Continua.} \quad (16)$$

Donde:

- L= Longitud de la línea (m).
- s= Sección del conductor (mm²).
- I= Intensidad que circula por el cableado (A).
- cos Θ = Factor de potencia. Según la IDEA el factor de potencia generado deberá ser superior a 2,95, entre el 25% y 100% de la potencia nominal, por este motivo se ha realizado los cálculos considerando fp=1.
- C= Conductividad del material del cable (Cu (25oC)= 56 m/ Ω *mm², Al (25°C)= 35 m/ Ω *mm²).

Para determinar el poder de corte de los fusibles hay que tener en cuenta siempre el caso más desfavorable, u eso es cuando se produzca un cortocircuito. Para ello se tiene que calcular la intensidad de cortocircuito (I_{cc}). La intensidad y la resistencia de cortocircuito se calculan a partir de las siguientes expresiones:

$$I_{cc} = \frac{V}{R_{cc}} \quad (17)$$

Donde:

- I_{cc} = Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado (A).
- V= Tensión de alimentación fase-neutro (CC→440V, CA→230V).
- R_{cc} = Resistencia de cortocircuito (Ω).

El poder de corte se elegirá con un calibre igual o mayor a la I_{cc} calculada.

Para el cálculo de la R_{cc} se utilizará la siguiente expresión:

$$R_{cc} = \frac{2 * \rho * L}{s} \quad (18)$$

Donde:

- ρ = Resistividad del cobre a 20°C→0,018Ω*mm²/m
- L= Longitud de la línea (m)
- s= Sección del conductor (mm²)

La corriente máxima que circula por cada tramo se calcula de la forma siguiente:

$$I = N_p * I_{sc\text{panel}} \quad (19)$$

Donde:

- $I_{sc\text{panel}}$ = Intensidad máxima de cortocircuito de un panel fotovoltaico SHS120-36P ($I_{sc\text{panel}}= 7,10$ A).
- N_p = Número de polos en paralelo.

Anexo 7: Ecuaciones importantes para escoger las protecciones a utilizar. **[15]**

Para proporcionar seguridad tanto a los equipos que forman la instalación solar fotovoltaica como al personal encargado de su mantenimiento y su correcta operación, es necesario proporcionar una serie de elementos de protección que asegure una explotación correcta de la instalación.

Para realizar el cálculo de la instalación se recomienda hacer los cálculos por tramos separados, es decir los cálculos de corriente directa por una parte y los de corriente alterna por otra.

Según la ITC-BT-22, las características de funcionamiento de un dispositivo que protege contra sobrecarga deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$1-) I_b \leq I_n \leq I_z \quad (20)$$

$$2-) I_2 \leq 1,45 * I_z \quad (21)$$

Donde:

- I_b = Corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.

- I_z = Corriente admisible del cable en función de sistema de instalación utilizado (ITC-BT-19 Y UNE 20460-5-523).
- I_n = Corriente asignada del dispositivo de protección (en dispositivos de protección regulable, I_n = intensidad de regulación seleccionada).
- I_2 = Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (t_c es el tiempo convencional según la norma).

-En el caso de fusibles, según la ITC-BT-22, la característica equivalente a la I_2 es la denominada I_f (intensidad de funcionamiento) que para los fusibles gG toma los siguientes valores:

$$I_f = 1,6 \cdot I_n \quad \text{si} \quad I_n \geq 16 \text{ A}$$

$$I_f = 1,9 \cdot I_n \quad \text{si} \quad 4 \text{ A} < I_n < 16 \text{ A}$$

$$I_f = 2,1 \cdot I_n \quad \text{si} \quad I_n \leq 4 \text{ A}$$

-El magnético que se quiere utilizar tendrá que tener un disparo por sobrecarga con un amperaje mayor o igual que la corriente de empleo de suministro (I_b) y menor o igual que la intensidad máxima que soporta el cableado (I_z).

$$3-) I_b \leq I_n \leq I_z$$

-El interruptor diferencial correspondiente a cada circuito será de 4 polos en tramos de trifásico y de 2 polos en los monofásicos, el calibre se elegirá de forma que se cumpla con la ecuación

$$4-) I_b \leq I_n \leq I_z$$

-En la protección de los módulos fotovoltaicos se instalará un diodo de paso "By-pass" que protege los módulos evitando que se llegue a temperaturas excesivamente elevadas producidas por sombras parciales. El propio fabricante generalmente instala dos diodos de paso por módulo.

Diodos de bloque o de cadena, los cuales se conectan en serie a cada rama de los módulos, evitando así que un fallo en una cadena afecte a otra. Estos a su vez impiden que la batería se descargue a través de los paneles solares en ausencia de la luz solar.