

LA SEGURIDAD EN LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Terrassa, 21 de maig 2016

Elaborat per l'enginyer Industrial Superior i President de l'associació catalana promotora del vehicle elèctric Volt-Tour Patrick Renau i Meier

La seguridad en los vehículos eléctricos

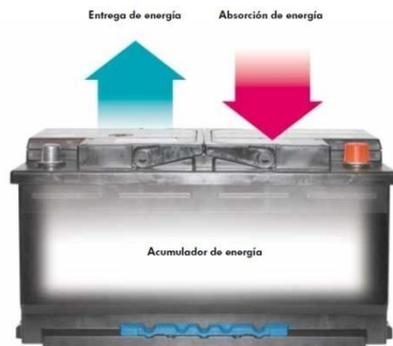
Temario :

1. Nuevos riesgos de accidentes con el vehículo eléctrico en relación al térmico.
 - 1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.
 - 1.1.1 La batería o acumulador electroquímico.
 - 1.1.2 El motor eléctrico.
 - 1.1.3 La electrónica de potencia.
 - 1.1.4 El cableado de potencia.
 - 1.1.5 El circuito de climatización.
 - 1.1.6 El circuito de calefacción.
 - 1.1.7 Sistemas de conectores y sistemas de carga.
2. La aparición de nuevos peligros o riesgos en los vehículos eléctricos.
3. Operaciones de reparación y mantenimiento : Ejemplo de extracción de un battery pack.
4. Un coche accidentado, que hacer ?
5. Un ejemplo : desconectar conector de seguridad.
6. Los vehículos eléctricos son más peligrosos que los térmicos?

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.

Los acumuladores eléctricos, o también dicho recargables, emplean reacciones electroquímicas que son eléctricamente reversibles. Este proceso se lleva a cabo entre dos electrodos (cátodo y ánodo) que pueden ser del mismo material o no y separados entre ellos para evitar el cortocircuito y sumergidos en algún tipo de electrolito.

1. Capacidad de almacenamiento de la electricidad suministrada por la red de energía eléctrica a través del cargador de baterías.
2. Suministrar el motor de tracción eléctrica a través de la electrónica de potencia de control, en función de las solicitudes del conductor.
3. Recibir la energía del motor de tracción cuando hay una frenada regenerativa, es decir; cuando el motor trabaja como dinamo y genera electricidad.
4. Asegurar la energía necesaria para los sistemas auxiliares (iluminación, ventilación etc.)
5. Mantener la estabilidad química y eléctrica, asegurando la seguridad del vehículo, incluso en situación de accidente.



¡La batería es como un granizado de limón!



La seguretat del vehicle elèctric

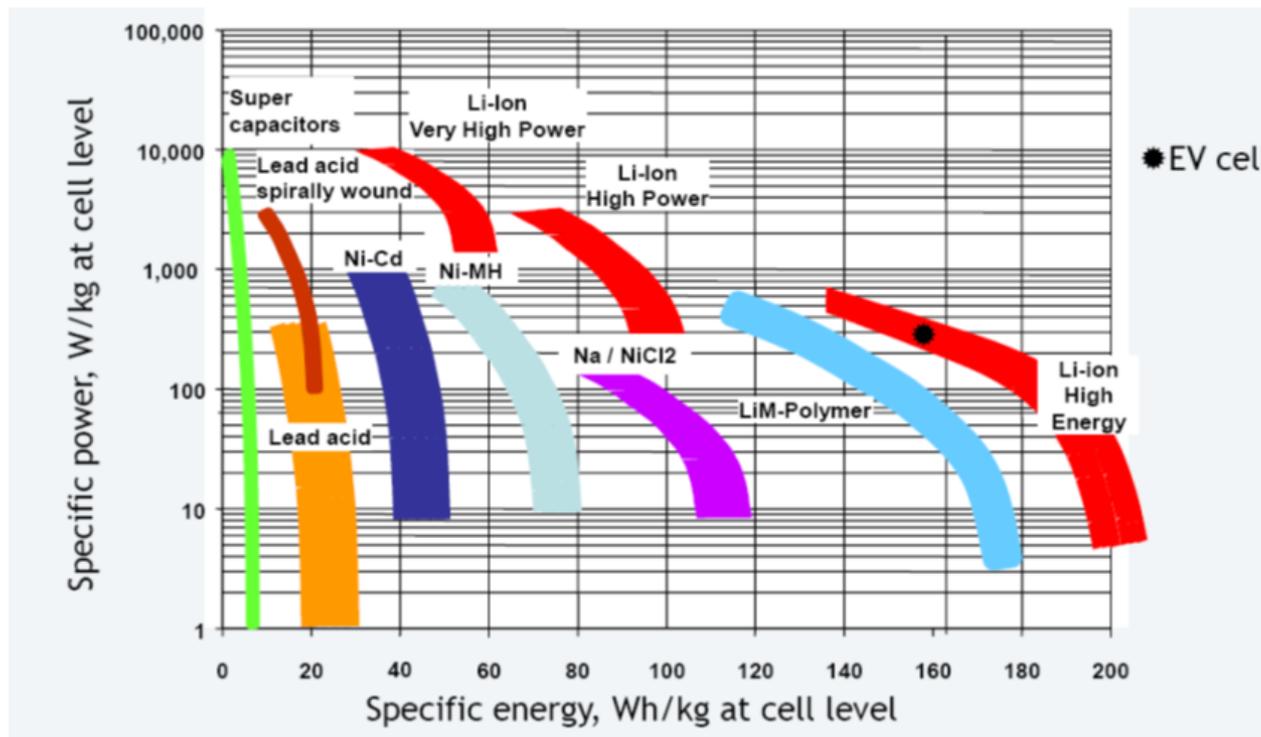
1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.

Baterías que contienen ácido en su interior (plomo-ácido, plomo-ácido bipolar, etc)

Baterías alcalinas (níquel-cadmio, níquel metal hidruro, etc)

Baterías de litio-ion (combinaciones químicas con el litio)

Otros baterías como la "cebra"



1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.

¡Cada tipo de batería tiene un riesgo químico y eléctrico diferente!



**Tipos de baterías alcalinas:
plomo ácido / plomo gel / plomo bipolar, etc**

-Riesgo químico:

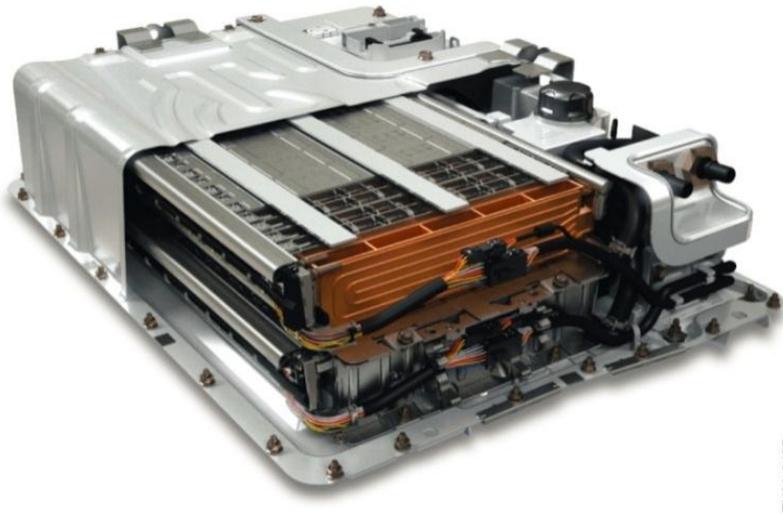
- desprendimiento de H₂ (peligro de inflamación y de explosión) derrame del electrolito tipo ácido (solución ácido sulfúrico)

Riesgo eléctrico :

- ¡descargas eléctricas importantes !

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.

¡Cada tipo de batería tiene un riesgo químico y eléctrico diferente!



TH09-0485

**Tipo de baterías alcalinas:
Niquel Cadmio y Niquel Metal Hidruro.**

Riesgo químico :

- desprendimiento de H₂ (peligro de inflamación y de explosión): menor que las baterías ácidas.
- derrame del electrolito tipo básico (solución de hidróxido de potasio) peligro de sobrecalentamiento

Riesgo eléctrico:

- descargas eléctricas importantes!

2.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico

¡ Cada tipo de batería tiene un riesgo químico y eléctrico diferente ¡



**Tipo de baterías litio-io:
(LiCoO₂, LiMn₂O₄, LiFePO₄, etc)**

Riesgo químico :

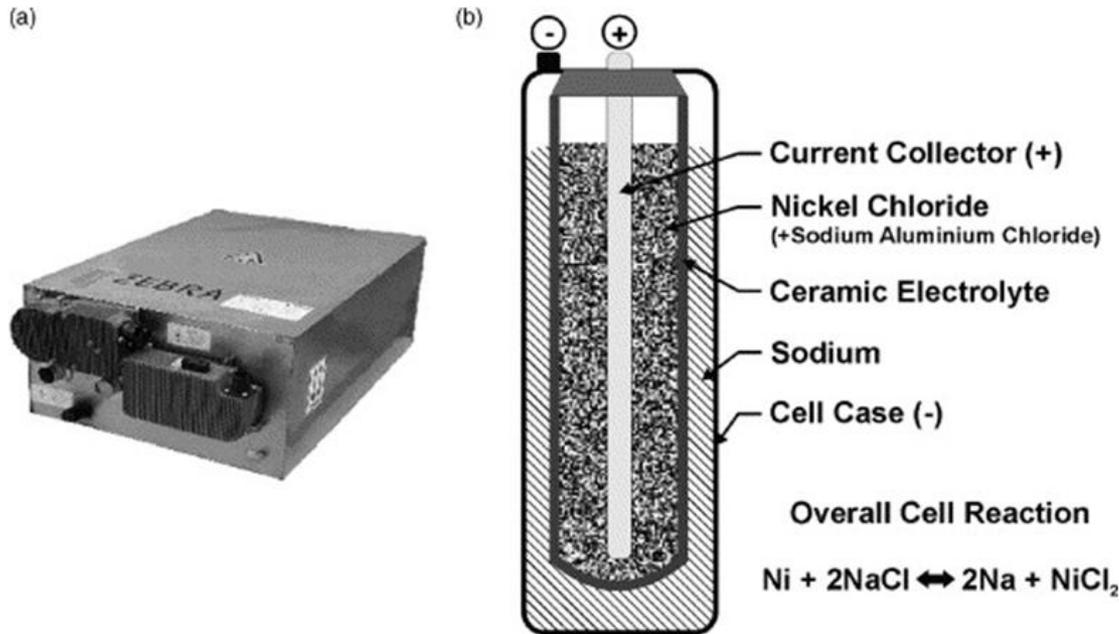
- peligro de inflamación y de explosión (explosiones violentas)
- peligro de sobrecalentamiento

Riesgo eléctrico :

- ¡descargas eléctricas importantes !

3.1 Identificación de nuevos componentes principales en un vehículo eléctrico.

¡ Cada tipo de batería tiene un riesgo químico y eléctrico diferente !



**Tipos de baterías “Zebra”
(Na-NiCl₂)**

Riesgo químico :

- peligro de sobrecalentamiento importante

Riesgo eléctrico :

- ¡descargas eléctricas importantes !

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.

El motor eléctrico



Características de funcionamiento motor eléctrico.

- amplio rango potencia (0,5 hasta 250 kw)
- amplio rango de tensiones (24V hasta 300V)
- amplio rango de par (0 hasta 270 Nm)
- velocidad de giro elevado (hasta 6000 rpm)
- diferentes sistemas de funcionamiento (corriente continua y corriente alterna)
- Temperatura de funcionamiento moderado (40°C -50°C)

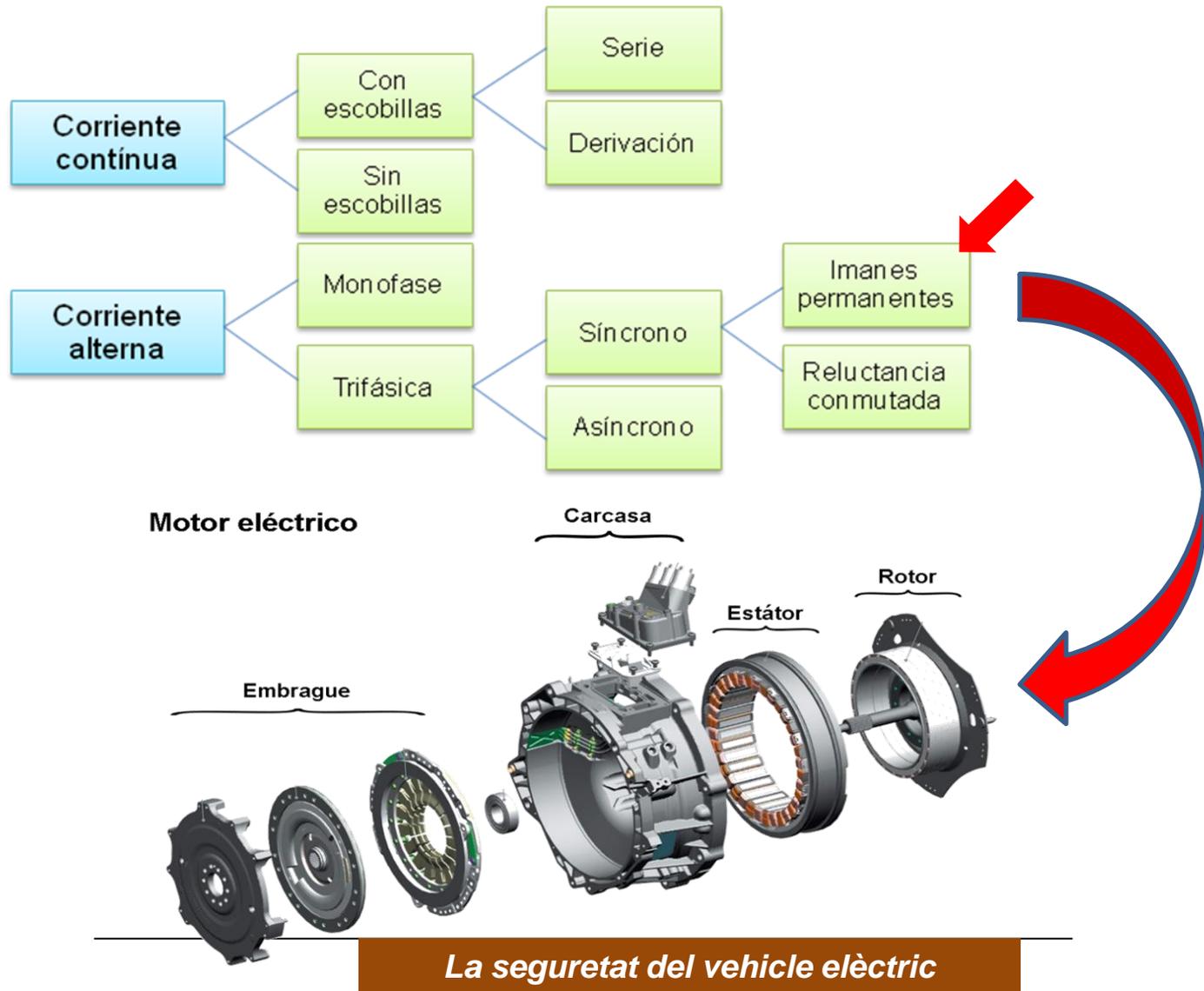
Riesgo eléctrico :

- peligro de tensión y corriente eléctrica elevada.

Riesgo mecánico :

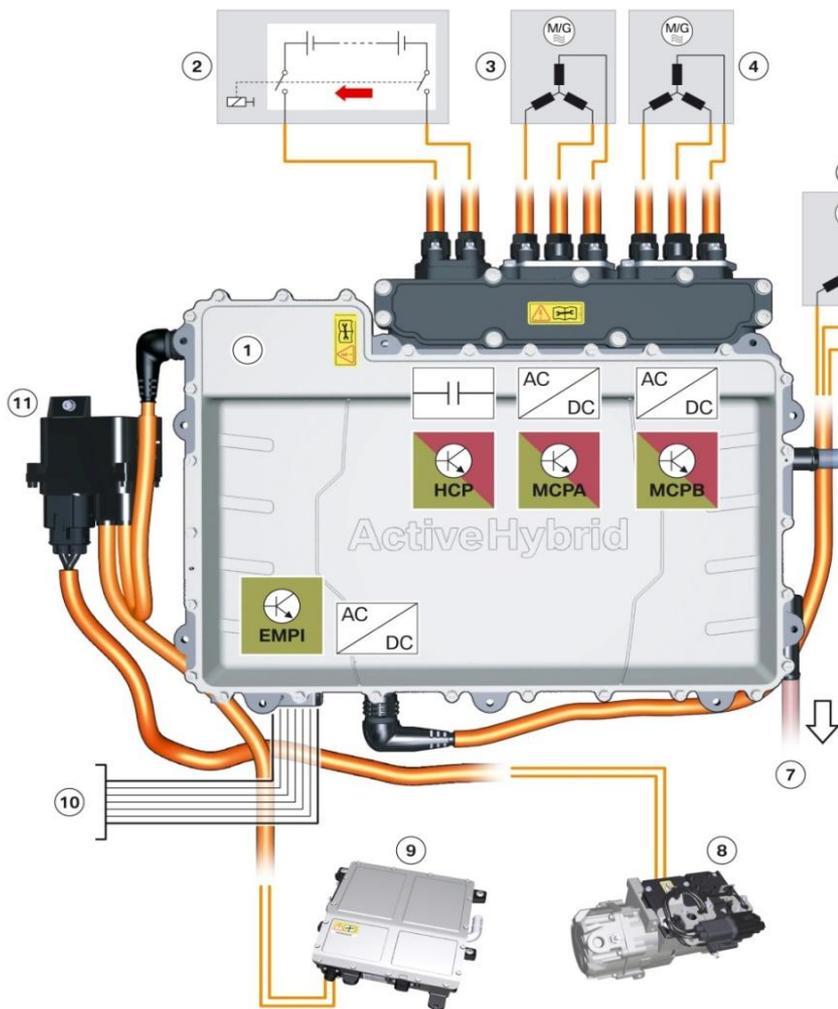
- ¡¡un motor eléctrico con tensión tiene par !!

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.



1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.

Electrónica de potencia



Cables de color naranja:
tensión y corriente elevado.

Características de funcionamiento de la electrónica de potencia

- amplio rango potencia (0,5 hasta 250 kw)
- amplio rango de tensiones (24V hasta 300V)
- diversos sistemas de funcionamiento (corriente continua y corriente alterna)
- Temp. de funcionamiento moderado (40°C - 50°C)

Riesgo eléctrico :

- peligro de tensión y corriente eléctrica elevada.

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.

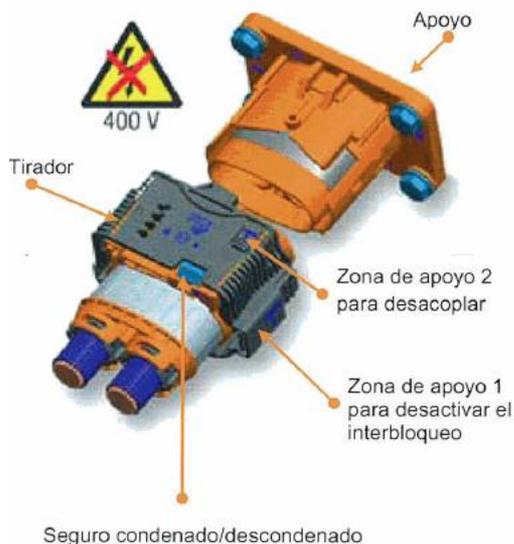
Cableado de potencia.



Desbloqueo



Bloqueo



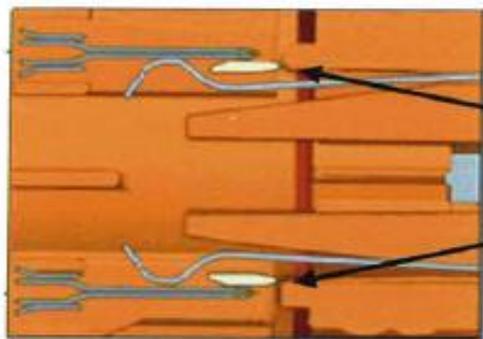
En vehículos eléctricos antiguos el cableado de potencia pueden ser de otros colores (negro, rojo, etc)

Riesgo eléctrico :
- peligro de tensión y corriente eléctrica elevada.

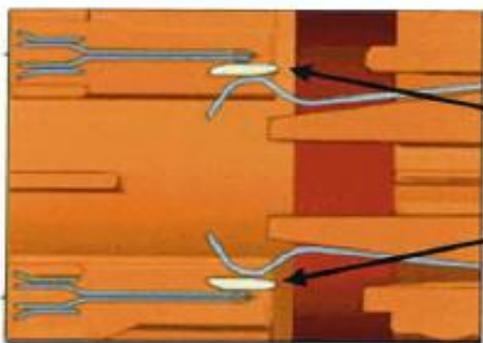
1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.

Detalle del inter-bloqueo de los conectores de potencia de última generación.

Interbloqueo en posición cerrada



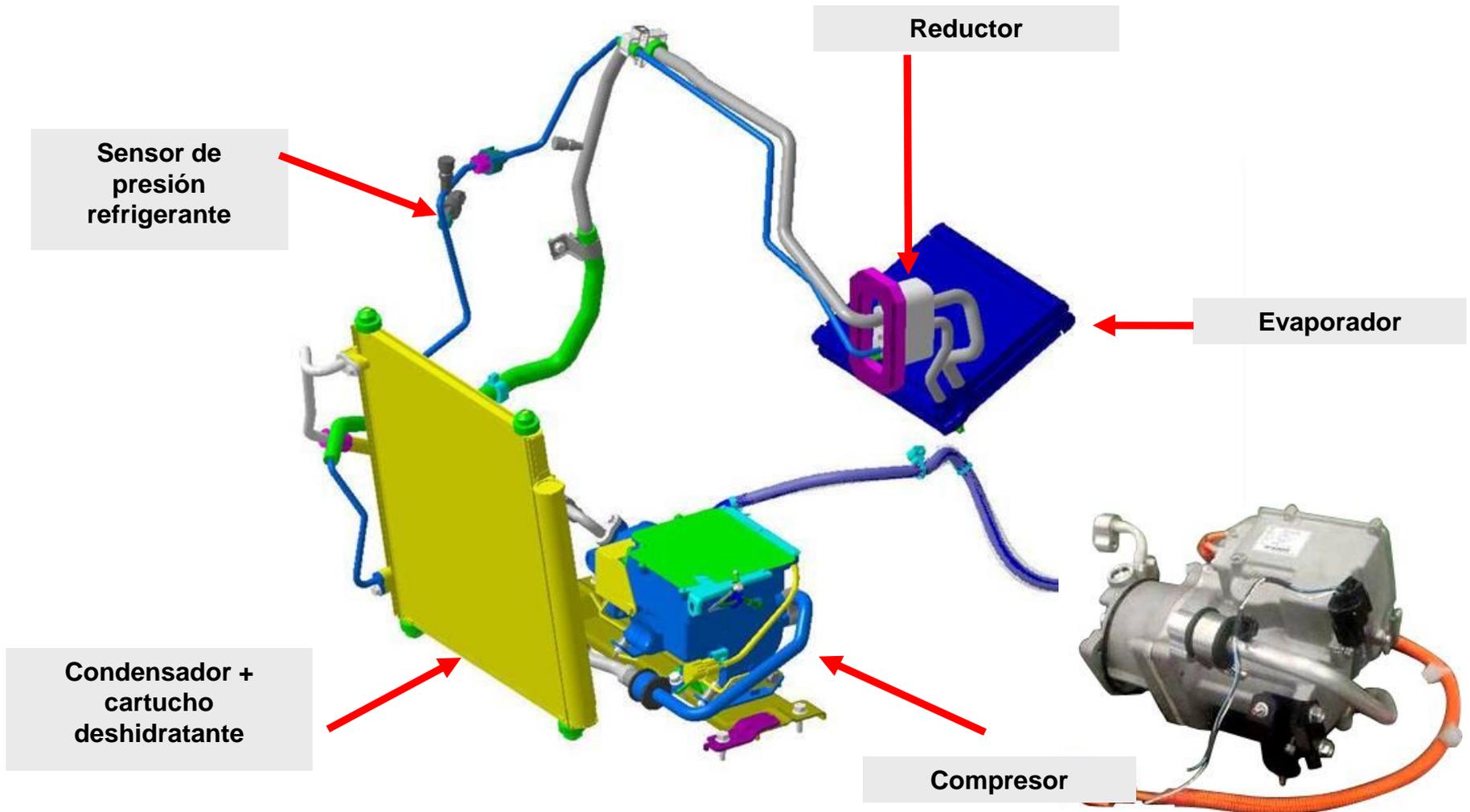
Conector bloqueado correctamente:
Continuidad del cable de 400 voltios.



Conector mal bloqueado:
Interbloqueo activado.

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.

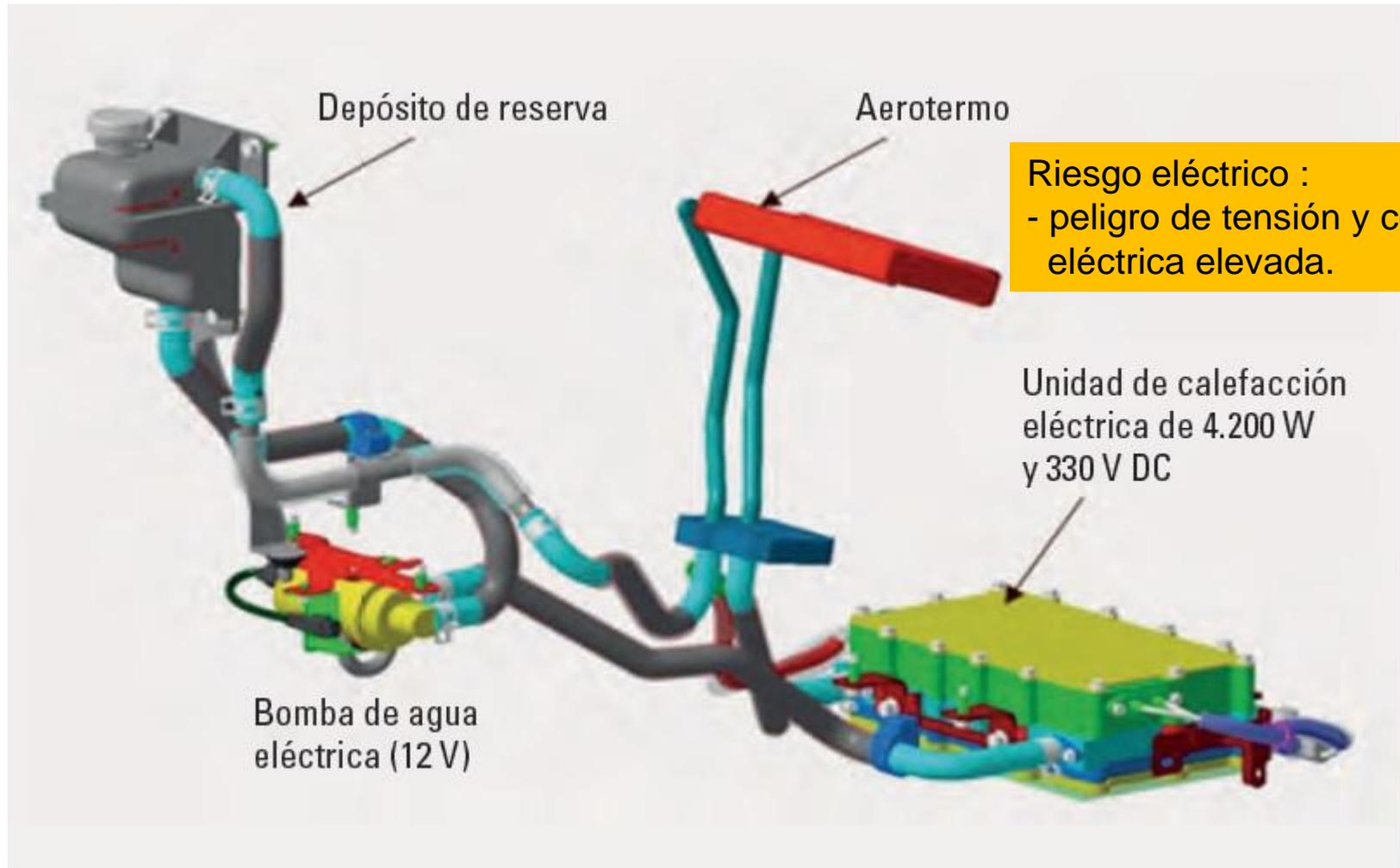
Otros componentes específicos: la climatización



La seguretat del vehicle elèctric

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.

Otros componentes específicos: la calefacción



La seguretat del vehicle elèctric

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.

ii La recarga eléctrica del vehículo: un elemento fundamental !!



¡El conector de un v.e. es tan vital como lo es el cordón umbilical de un bebé!



1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.

Tipologías de vehículos a cubrir

- Bicis eléctricas
- Scooter y ciclomotores eléctricos (LEV)
- Plug in hybrid vehicles (PHEV) 5 a 12 Kwh.
- Vehículos eléctricos (BEV) >12 Kwh.
- Vehículos pesados y de transporte público ~100 Kwh

Tipos de sistemas de carga

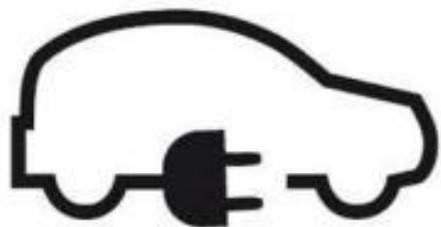
- Carga doméstica
- Carga ocasional en puntos de conexión no dedicados
- Carga lugares públicos o de acceso público
- Carga rápida o de emergencia

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico

Rangos de potencias de suministro considerados

- 16 A 230 V	Aprox. 3,7 Kw
- 32 A 230 V	Aprox. 7,4 Kw
- 16 A 400 V 3-fases	Aprox. 11 Kw
- 32 A 400 V 3-fases	Aprox. 22 Kw
- 63 A 400 V 3-fases	Aprox. 43 Kw
- AC o DC Carga rápida	Más de 43 Kw

Distintos símbolos de càrrega vehícolo elèctric :



La seguretat del vehicle elèctric

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico

Modos de carga en función al tiempo solicitado

Se han normalizado 4 modos de carga para VE con diferentes características y funciones de la recarga que vendrán definidas por las capacidades de la estación de recarga y por la base de toma de corriente. Las estaciones de recarga pueden ser compatibles con distintas maneras de recarga.

	Durada aproximada	Modo de carga	Observaciones
 CARGA NORMAL	6 – 9 horas	1, 2, 3	Habitualmente se utiliza durante la noche en parking privado o bien durante el día en el trabajo por ejemplo.
 CARGA SEMI-RÁPIDA	1 – 2 horas	3	Es la carga que se llama de apoyo y puede estar en hoteles, centros comerciales, etc
 CARGA RÁPIDA	15 – 30 minutos	4	Es para hacer cargas ultrarapida por ejemplo cuando se tiene que hacer un viaje.

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico.

Modos de carga

Modo de carga 1

¿Se utilizan tomas de corriente según UNE 20315-1-2 Fig. C2a, UNE 20315-2-11 Fig C7a o UNE-EN 60309-1 y 2 de uso general y no diseñadas específicamente para la recarga de VE.??

Se refiere a aquel tipo de recarga de vehículo eléctrico en la que se conecta directamente a la red AC (red de corriente alterna doméstica), con carga monofásica de 250V hasta 480V en trifásica, con protección tierra, mediante un conector estandarte de 16 A.



La seguretat del vehicle elèctric

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico

Modos de carga

Aquí también se utilizan tomas de corriente según UNE 20315-1-2, UNE 20315-2-11 o UNE-EN 60309-1 y 2 de uso general y no diseñadas específicamente para la recarga de VE. En modo 2 el vehículo también se conecta a la red principal de AC, **sin exceder los 32A con carga monofásica hasta 250V y con carga trifásica hasta 480V** y con protección de tierra.

La diferencia que hay respecto del modo 1 es que hay un complemento que proporciona el fabricante del vehículo y que **es una caja de control externo que funciona como piloto de control** que indica la correcta conexión y protección en el suelo del vehículo.

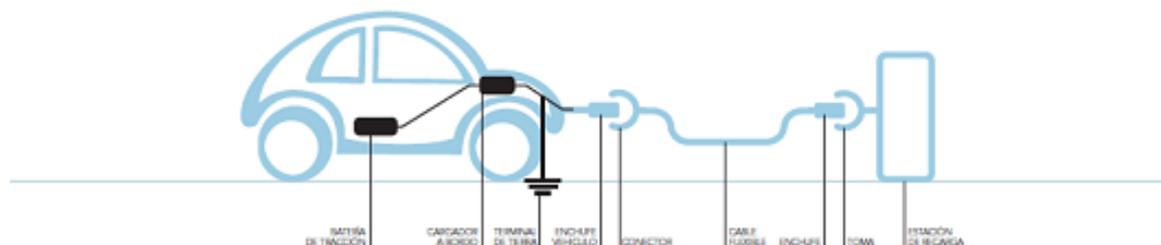


Imágenes de la caja de control externo presenta el enchufe del vehículo y el conector eléctrico, en sistemas de recarga de modelos 2.

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico

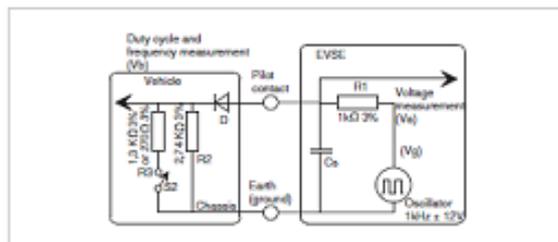
Modo de carga 3

En el Modo 3 , el vehículo utiliza un **sistema de alimentación específico** i un **conector especial exclusivo para la recarga del VE**. También se conecta a la red de AC con tensión monofásica hasta 250V y a la tensión trifásica hasta 480V, siempre sin exceder de los 32A de carga.



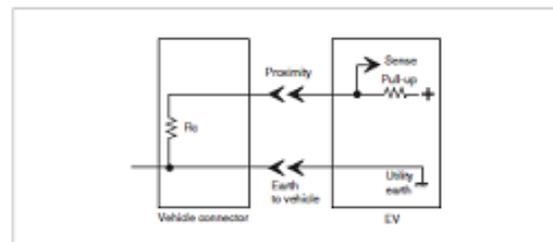
CIRCUITO PWM (PULSE WIDTH MODULATION)

El funcionamiento del Circuito PWM se describe en el anexo A de la norma IEC/EN 61851-1 y se encarga de la comunicación entre la estación de recarga y el vehículo eléctrico: la estación comunica al vehículo la disponibilidad de red a través de una señal modulada en frecuencia, el vehículo adecuado a la carga restituyendo el propio estado a través de un valor en tensión. En el caso de los vehículos que no disponen de PWM, el circuito funciona en "modo simplificado" midiendo sólo el valor de resistencia de tierra y la estación limita la corriente de carga a 16A.



RESISTOR CODING

El funcionamiento del Resistor Coding se describe en el anexo informativo B. 5 de la norma IEC/EN 61851-1 y es obligatorio, como en el caso de los conectores tipo 3C, cuando se puede cablear el conector con cables de sección y capacidad diferente. En función de la capacidad se inserta una resistencia entre el contacto PP y la tierra cuyo valor identifica el tamaño del cable. El Circuito PWM después controla que la corriente de carga no sea superior a a la máxima detectable.



3.1 Identificación nuevos componentes principales de un vehículo eléctrico.

Los modos de recarga 1 i 2 se pueden considerar **como recarga lenta**, pero el modo 3 se trataria ya **de una recarga semi-rápida**, si bien el control de recarga y los inversores AC / DC aún estan dentro del vehículo.

Basicamente 3 tipos de enchufes para el Modo 3 :

IEC 62196-1 (FDIS) E 62196-2 (FDIS): CONECTORES PARA MODO 3

Las normas de referencia para los conectores dedicados al modo 3 son la norma IEC 62196-1 y 2 y prevén tres tipos de sistema:

TIPO 1

monofásico, 2 contactos piloto, 32A, 250V-, IPXXB, accesorios para sólo el lado vehículo.



TIPO 2

mono/trifásico, 2 contactos piloto, 63A, 500V-, IPXXB, obligación de interbloqueo para evitar desconexión bajo carga.



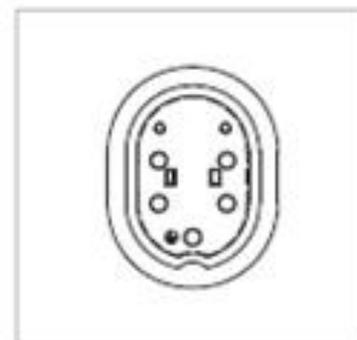
TIPO 3A - para vehículos ligeros

monofásico, 1 contacto piloto, 16A, 250V-, toma IPXXD, toma IPXXB desconectable bajo carga.



TIPO 3C - para todos los vehículos

mono/trifásico, 2 contactos piloto, 63A, 500V-, toma IPXXD, toma IPXXD desconectable bajo carga de hasta 32A.



1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico

A continuación se adjuntan unas fotografías de los tipos de enchufes del Modo 3 para mejor comprensión.

Connector Mode 3 tipus 1 (Yazaki)



Conector Tipo 1

Ventajas:

- Conector aprobado en USA comprobado conforme a UL2251
- Disponible de Yazaki

Inconvenientes

- Monofásico
- Sólo bloqueo mecánico
- No dispone pines adicionales para CAN
- Conector sólo para el lado del vehículo

Generalidades

- 7,2 kW (hasta 19,9 kW)
- Carga en modos 2 y 3 con comando por (PWM) con Línea piloto.
- PLC también posible



NAR / Japon



IEC 62196 Typ 1

Tensión: hasta 120V / 240V

Corriente: hasta 32A (NAR 80A)

1.1. Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico

Conector Modo 3 tipo 2 (Mennekes)

Conector Tipo 2

Ventajas:

- Carga Monofásica y Trifásica con el mismo layout.
- Conector para lado infraestructura y vehículo.
- Bloqueo electromecánico
- Reconocimiento interrupción suministro
- Disponible de Mennekes y FCI

Inconvenientes

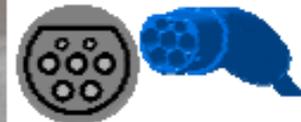
- PLC necesaria, no pines adicionales para CAN
- No dispone de obturador

Generalidades

- Carga en modos 2 y 3 con comando por (PWM) con Línea piloto.
- Necesaria protección según IPXXB y IPXXD
- Posible carga en DC de baja potencia hasta 22Kw



Europa / China



IEC 62196 Typ 2

Tensión: hasta 230V / 480V

Corriente: hasta 70A (I) / 63A (III)

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico

Conector Modo 3 tipo 3A y 3C (Scame)

Conector Tipo 3

Ventajas:

- Mejor protección ya que dispone de obturador, obligatorio por normativa en Italia.

Inconvenientes

- Layout diferente para versiones monofásica y trifásica.
- Solo difundido en Italia y Francia



Europa



IEC 62196 Typ 3

Tensión: hasta 230V y 480V

Corriente: hasta 16A



Esta Variedad de tipos de conectores se debe principalmente a diferentes propuestas por parte de importantes empresas del sector industrial eléctrico. Como se pueden imaginar hay actualmente una **confrontación de intereses económicos** por parte de dos grandes multinacionales para estandarizar el tipo de conector.

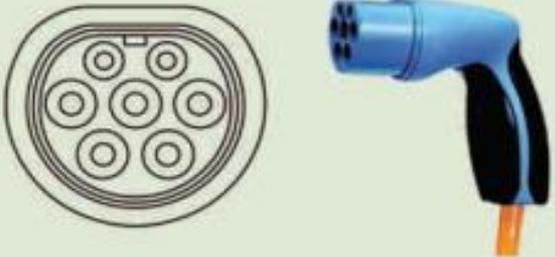
1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico

Muy recientemente, la Comunidad Europea ha decidido estandarizar uno de estos tipos de conectores. En efecto, el día **24 de enero de 2013**, la Comisión Europea publica un documento (Directive OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the deployment of alternative fuels infrastructure) en el que se posiciona sobre el conflicto abierto en el sistema de carga para los vehículos eléctricos del MODE 3.

Tipo 2

Características técnicas

- * 7 pins (L1, L2, L3, N, PE, CP, PP)
- * Máximo 400Vca 63A trifásica (43kW)



El diagrama muestra un conector Tipo 2 con siete pines: tres para las fases (L1, L2, L3), uno para tierra (PE), uno para protección contra sobretensiones (CP) y uno para protección contra sobrecorrientes (PP). La imagen 3D muestra el conector azul y negro con un cable naranja.



Modo 3, Tipos 2 (Mennekes), el candidato a implementar según la Comunitat Europea.

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico

La recarga modo 4 se denomina recarga ultrarrápida dado que se puede realizar en un tiempo de entre 10 y 30 minutos (dentro de los límites de entre el 20% y el 80% de carga de las baterías). En este caso el cargador, al igual que el cable y el conector, es totalmente externo al VE y accede directamente a las baterías del vehículo con potencias, y tensiones elevadas (por ejemplo: 50kW, 125A, 500V) mediante unos conductores especiales.



Conector para la carga ultrarrápida CHAdeMO.

Por tanto, se trata de hacer un "bypass" al habitual inversor AC / DC que todo vehículo eléctrico lleva incorporado para cargar con modelo 1,2 y / o 3.

1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico

Características técnicas del CHAdeMO .

Conector DC

Ventajas:

- Conector asegurado proceso de carga sin tensión
- Con comunicación de CAN
- Cumple exigencias de tiempo real < 100 ms
- Postes de carga disponibles
- No necesario cargador on-board

Inconvenientes

- Comunicación con BMS específica
- Máxima carga 60 Kw
- Precio conector
- Necesaria separación galvánica con optacopladores.
- Layout diferente para versiones monofásica y trifásica.
- Solo disponible por TEPCO

Curiosidad : la palabra CHAdeMO son abreviaciones de la frase en japonés "tomamos un té mientras se carga !!"



1.1 Las partes técnicas más relevantes del vehículo eléctrico

Finalmente hay que mencionar también el conector Combo. Se trata de una combinación de modo 3 y modo 4 en la que podemos cargar, con un solo conector, estos dos tipos de carga. Hay dos tipos de Combos (el de tipo 1 y el tipo 2) en la que la carga que es en corriente alterna (AC) se hace o bien con un conector de tipo Mennekes o bien un conector tipo Yazaki.

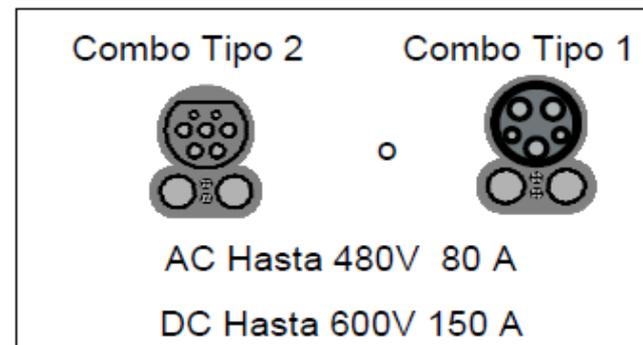
AC / DC Conector Combo

Ventajas:

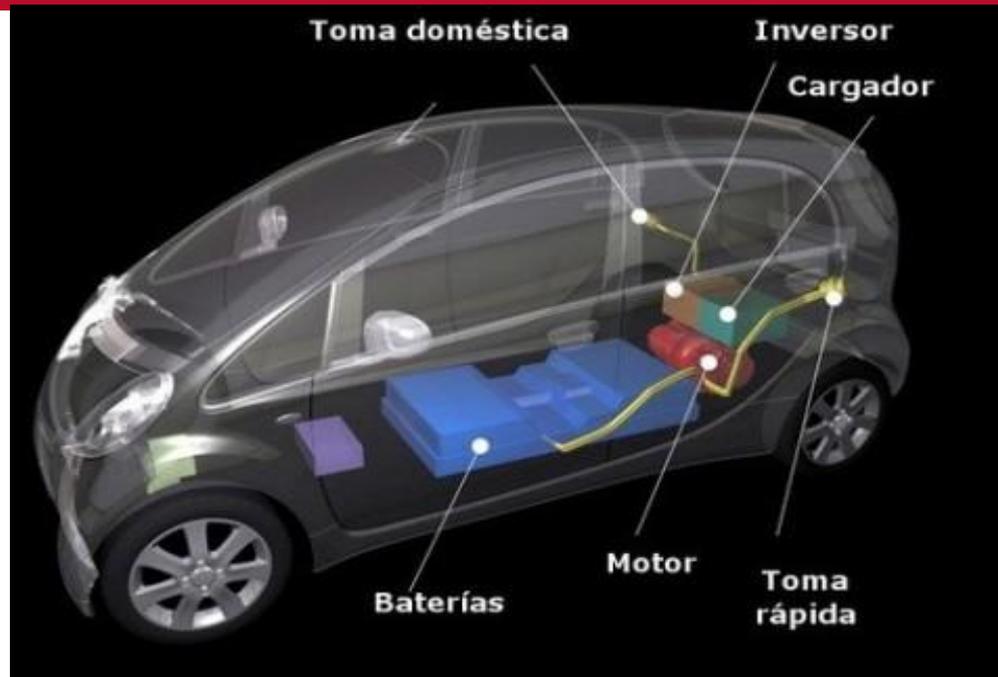
- AC según IEC 62196 Tipos 1 ó 2
- Modular uso independiente de AC y DC
- Alta potencia de carga en DC (90 Kw)
- Comunicación CAN y PLC posible

Inconvenientes

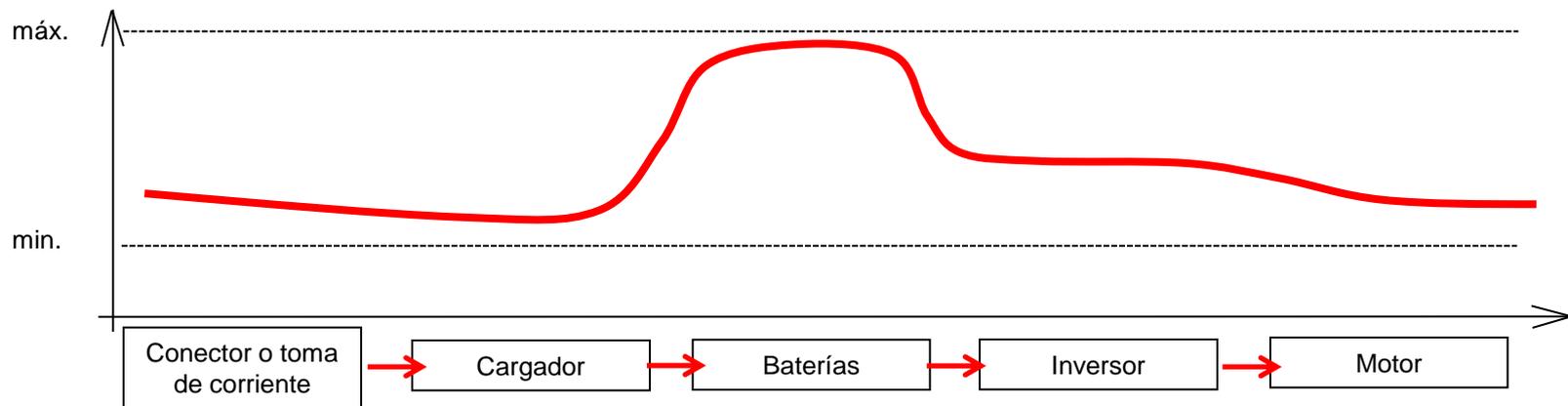
- Muy grande (Peso, volumen, coste)
- Difícil de manejar e insertar



2. La aparición de nuevos peligros o riesgos en los VE



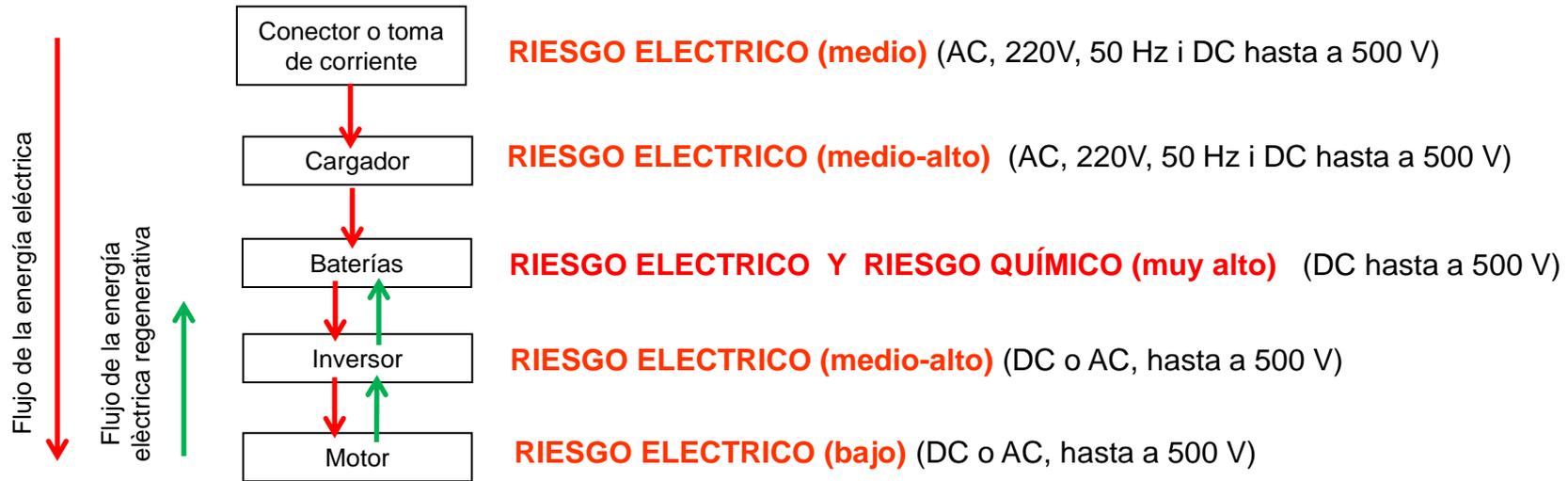
Índice de riesgo de accidente



La seguretat del vehicle elèctric

2. La aparición de nuevos peligros o riesgos en los VE

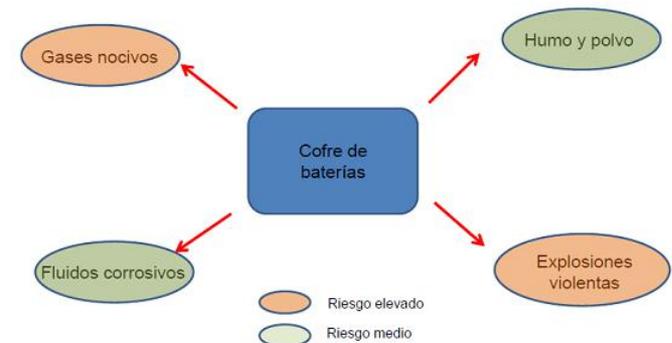
Tipologías de riesgos o accidentes en las principales partes de un vehículo eléctrico.



En el sistema de acumulación energético (baterías) se concentra el mayor riesgo de accidentes : **Riesgo Eléctrico i Riesgo Químico**

En lugares húmedos o mojados	
24 V	Corriente alterna hasta 100 Hz
36 V	Corriente continua
En lugares secos y sin condensación	
50 V	Corriente alterna hasta 100 Hz
75 V	Corriente continua

Voltajes y corrientes eléctricas límites.



Reacciones químicas no controladas

La seguretat del vehicle elèctric

2. La aparición de nuevos peligros o riesgos en los VE

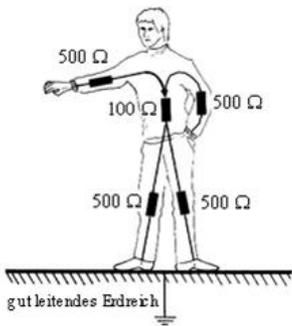
El riesgo eléctrico.



Los factores que intervienen en cualquier **accidente eléctrico** son :

- 1) Intensidad de la corriente eléctrica (A)
- 2) Resistencia a la electricidad del cuerpo humano (Ohms)
- 3) Frecuencia de la corriente eléctrica (Hz)
- 4) Recorrido de la corriente eléctrica.
- 5) Tiempo de exposición a la corriente eléctrica (s)

No es la alta tensión que mata una persona, es la corriente eléctrica que pasa por su cuerpo !



Els efectos de un accidente elèctric son :

Efectos tèrmicos o quemaduras.

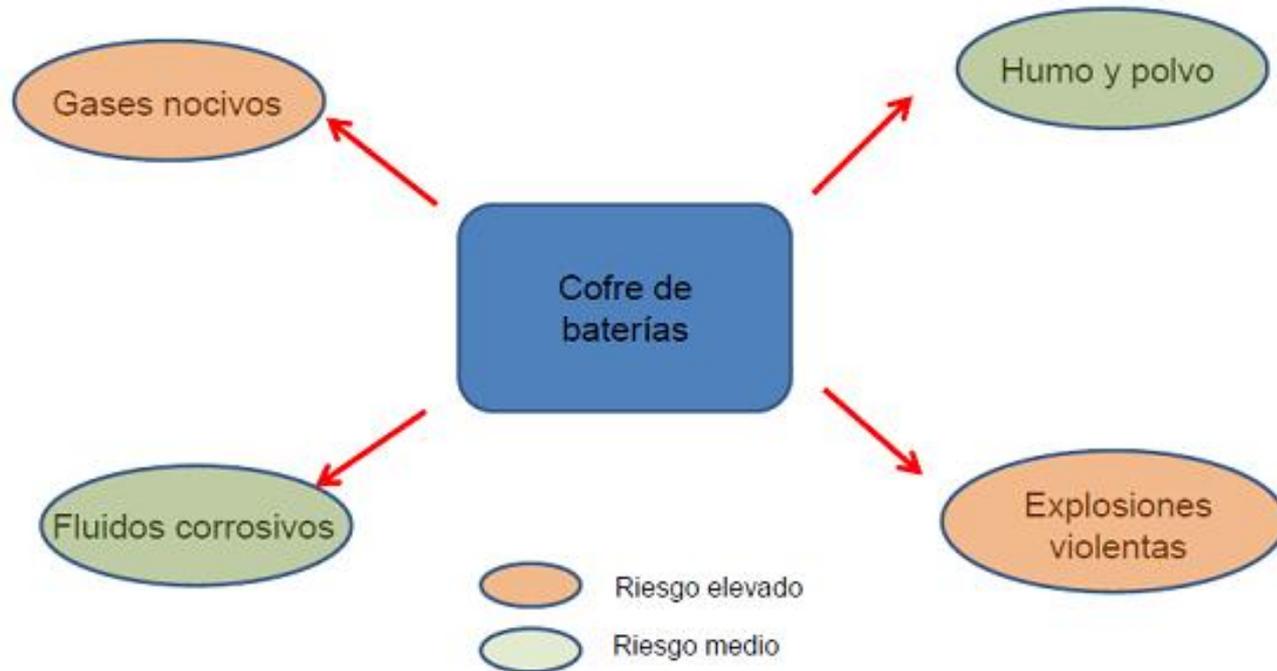
Efectos musculars.



La seguretat del vehicle elèctric

2. La aparición de nuevos peligros o riesgos en los VE

El riesgo químico : más desconocido !



1) Fluidos corrosivos.

Si la batería o celda tiene electrolito en estado líquido, éste puede ser ácido o básico. Podemos considerar este tipo de efecto no controlado como un peligro o riesgo medio, si lo comparamos con los otros efectos no controlados. Aun así, hay que tener cuidado. Utilizar guantes, trajes y gafas apropiadas.

2. La aparición de nuevos peligros o riesgos en los VE

2) Gases nocivos.

Normalmente los gases (nocivos o no) salen a través de las **válvulas de ventilación** de las celdas o baterías. En condiciones normales también es posible que salgan gases que son nocivos o peligrosos. Pero si además el proceso o **reacción electroquímica no funciona correctamente** es posible que salgan otros tipos de **gases nocivos que no son deseados**.

En estos casos hay que coger una **máscara** para proteger los **pulmones y los ojos**. Conviene hacer una buena **ventilación** abriendo puertas y ventanas. Incluso si es necesario, provocar una **ventilación forzada**. Los primeros síntomas son mareos. La gran mayoría de gases nocivos de una batería son incoloros por lo que es necesario tener un aparato de detector de gases.

3) Humo y polvo

En comparación con los gases, el humo es un **evidente y visual** gas. Muchos componentes químicos están en el humo que estrictamente no tienen porque ser todos de la reacción electroquímica. En efecto, **pueden haber otros componentes químicos como plástico u otros materiales combustibles en el entorno de la batería o celda**. Por este motivo **es peligroso respirar humos de baterías o celdas**.



2. La aparición de nuevos peligros o riesgos en los VE

3) Explosiones violentas.

Estas son, lógicamente, las **más imprevisibles y mortíferas**, como fue el caso del accidente del taxi eléctrico que comentábamos antes. Son **muy difíciles de predecir y controlar**. Con la explosión aparece también el fuego. **Un fuego incontrolado**.

Ante estas situaciones muy importante es utilizar **extintores adaptados para este tipo de fuego**. **Nunca** utilizar el **agua** ya que este puede reaccionar con los materiales químicos con que están hechas las baterías y provocar un fuego aún mayor. En todo caso utilizar extintores del tipo **normalizado D**, apto para extinguir fuego que contiene en su interior metales pesados.



La seguretat del vehicle elèctric

3. Operaciones de reparación y mantenimiento : Ejemplo de extracción de un battery pack

Ubicación visible : normalmente en vehículos eléctricos ligeros y en vehículos en que la tensión nominal del battery pack no es perjudicial para la salud humana.



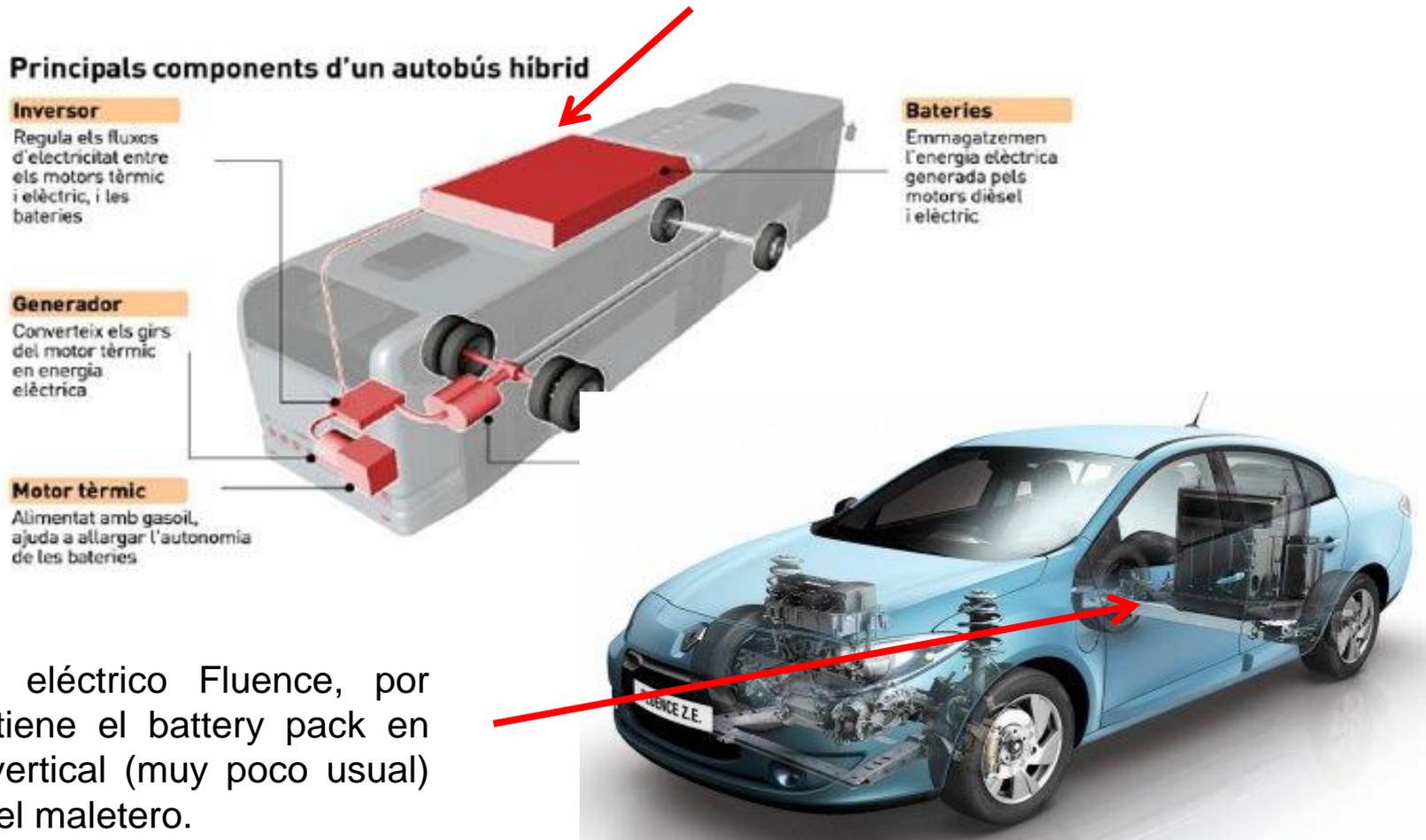
Ubicación no visible : cuando se trata de battery packs más grandes sí que se necesita mayor seguridad para prevenir accidentes o que tienen una tensión nominal peligrosa para la salud humana.



La seguretat del vehicle elèctric

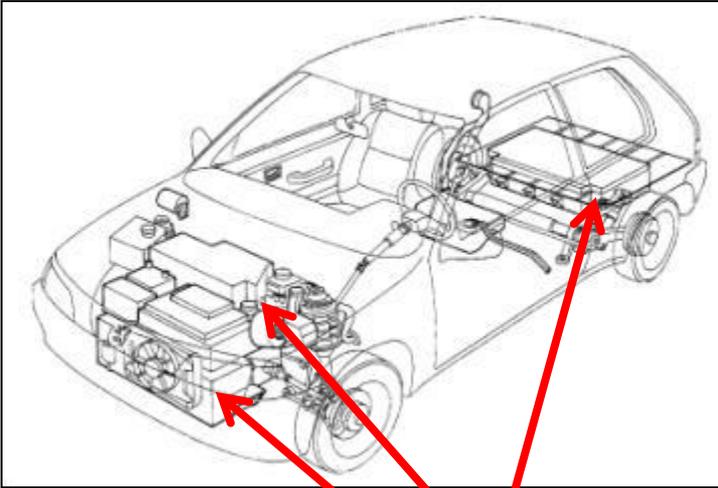
3. Operaciones de reparación y mantenimiento : Ejemplo de extracción de un battery pack

Hay pero, excepciones, como por ejemplo en vehículos muy grandes (autobuses), en que el battery pack se encuentra, por ejemplo en el techo del vehículo.

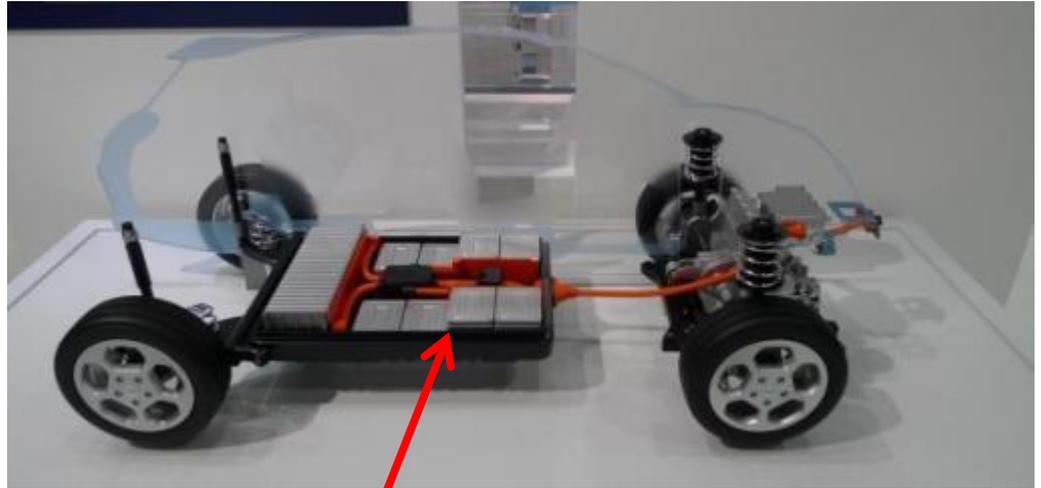


3. Operaciones de reparación y mantenimiento : Ejemplo de extracción de un battery pack

El battery pack puede representar el 40% del peso total de un vehículo. En esta situación la ubicación más adecuada desde un punto de vista de estabilidad es la parte baja y entre las ruedas del vehículo.



Battery pack repartido por todo el chasis de la carrocería.



Battery pack ubicado en un lugar concreto del chasis de la carrocería.

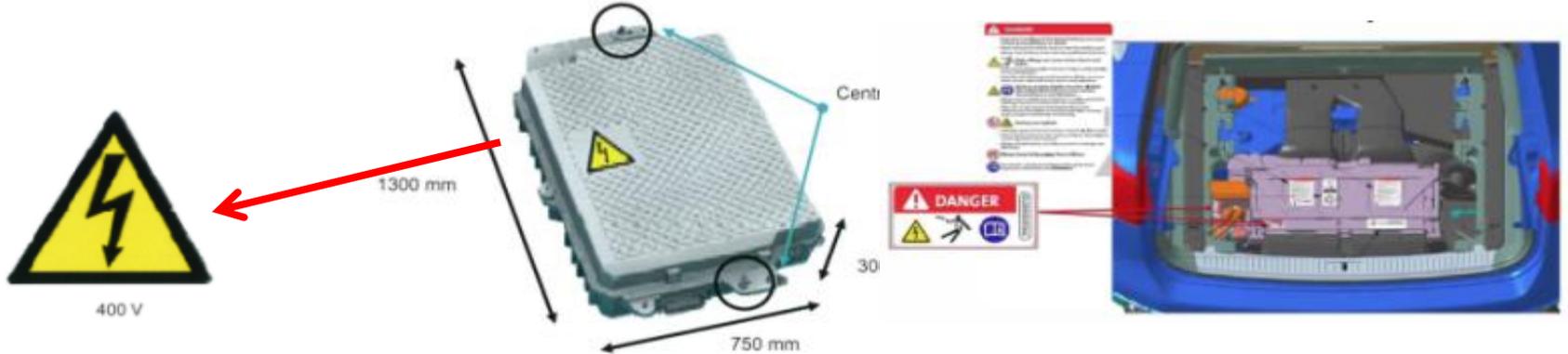


Cuando el battery pack tiene un tamaño mediano (por ejemplo en vehículos híbridos), el battery pack se puede encontrar también en el maletero del vehículo.

3. Operaciones de reparación y mantenimiento : Ejemplo de extracción de un battery pack

Visualmente se pueden identificar los battery packs por :

1) Indicaciones de peligro eléctrico normalizado



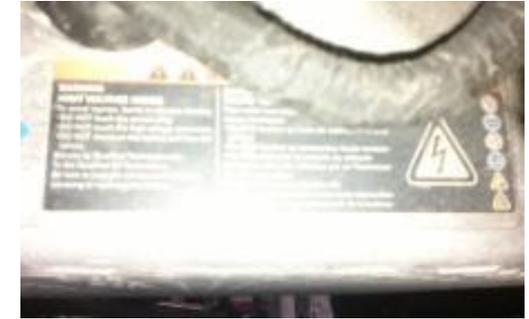
2) Salen unos cables eléctricos gruesos (los más gruesos de todo el vehículo por ejemplo 10 mm a 25 mm) y con colores (nueva generación de vehículos eléctricos color naranja), o bien hay un conector industrial (en vehículos más antiguos).



La seguretat del vehicle elèctric

3. Operaciones de reparación y mantenimiento : Ejemplo de extracción de un battery pack

3) Se ve claro que se trata de un cofre de baterías



3. Operaciones de reparación y mantenimiento : Ejemplo de extracción de un battery pack

Cómo saber la energía eléctrica que hay en un battery pack ??

Recordemos:

Tensión (Voltios) x Corriente (Amperios) = **Potencia (Wattios)**

Tensión (Voltios) x Capacidad batería (Amperios-hora) = **Energía (Kwh)**

Tensión del cofre de baterías ? : 66 V



Capacidad del cofre de baterías ? : 100 Ah

Luego, energía del cofre de baterías ?

$66V \times 100 \text{ Ah} = 6600 \text{ Wh} \dots\dots\dots 6,6 \text{ kwh}$

.... ¿ y eso es mucha o poca energía ???

Tipologías de vehículos a cubrir

- Bicis eléctricas
- Scooter y ciclomotores eléctricos (LEV)
- Plug in hybrid vehicles (PHEV) 5 a 12 Kwh.
- Vehículos eléctricos (BEV) >12 Kwh.
- Vehículos pesados y de transporte público ~100 Kwh

3. Operaciones de reparación y mantenimiento : Ejemplo de extracción de un battery pack

Como ejercicio vamos a retirar un battery pack de un vehículo eléctrico :

¿ Cómo afrontar con seguridad los nuevos riesgos ?

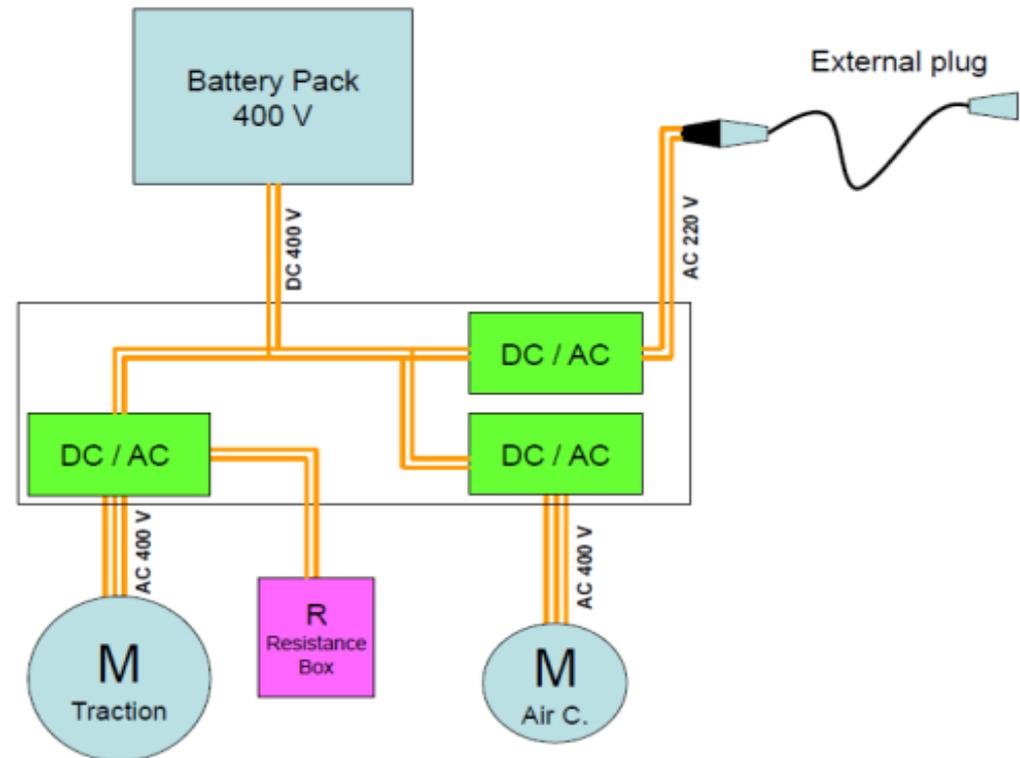


La seguretat del vehicle elèctric

¿ Cómo afrontar con seguridad los nuevos riesgos ?

El battery pack de un vehículo eléctrico **suministra alta tensión a diferentes aparatos eléctricos y electrónicos**. En un vehículo eléctrico complejo un battery pack puede llegar a suministrar aparatos o componentes tales como:

- 1) **Inversor** de controlador del motor eléctrico.
- 2) **Sistemas de control** (Battery Management Systems (BMS), etc)
- 3) Inversor de DC 12V **servicios auxiliares** (luces, etc)
- 4) **Cargador** de battery pack.
- 5) **Calefacción y aire acondicionado**.
- 6) **Otros** componentes.

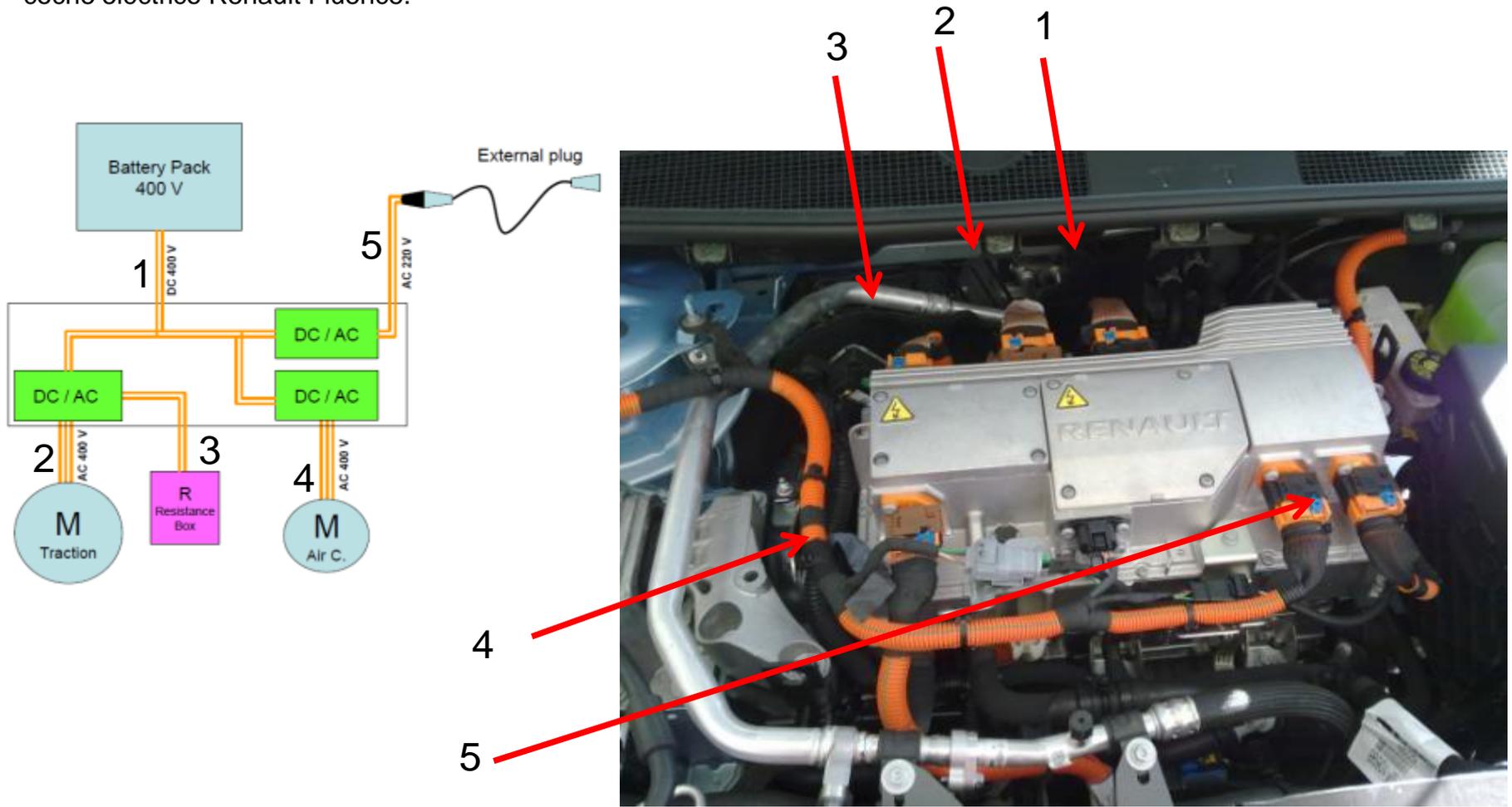


Por tanto :

Antes de manipular el battery pack debes eliminar la alta tensión !!!

¿ Cómo afrontar con seguridad los nuevos riesgos ?

Antes de desconectar un battery pack, sería bueno tener **una visión general de los cableados**. Veamos aquí el caso del coche eléctrico Renault Fluence.



Como afrontar con seguridad los nuevos riesgos ? : los 7 pasos.

1) Leer el estado de carga (SOC) del battery pack.

Saber el **estado de carga** en que se encuentra el battery pack. A veces, a través de la tensión nominal y de la química del battery pack se puede deducir su estado de carga (SOC). Si el battery pack está montado en un vehículo eléctrico, normalmente en el display del vehículo **hay algún indicador del estado de carga del mismo**.



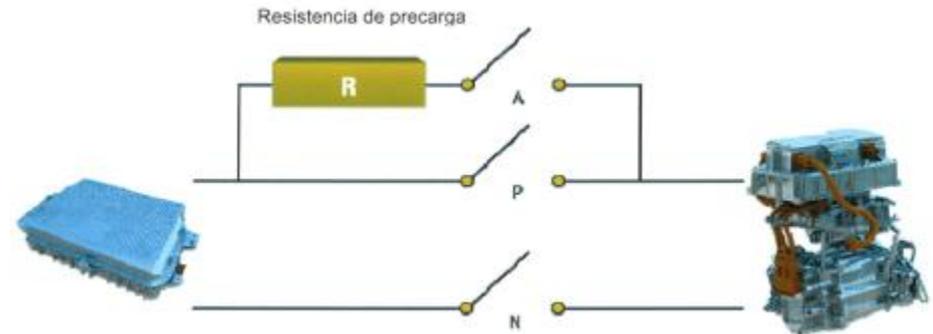
Anotar el estado de carga del battery pack antes de proceder a su desmontaje!

State of Charge	12 Volt	6 Volt	Specific Gravity
100%	12.9	6.4	1.265
75%	12.4	6.2	1.225
50%	11.9	6.0	1.190
25%	11.4	5.8	1.155
Discharged	10.5	5.5	1.120

Como afrontar con seguridad los nuevos riesgos ? : los 7 pasos

2) Desconectar la llave de contacto del vehículo.

En la nueva generación de vehículos, si desconectas la llave de contacto, unos relés de pre-carga del cofre de baterías son desactivados automáticamente. En esta situación no hay alta tensión en el vehículo excepto en el interior del battery pack. Si el vehículo no es de la última generación: ve con cuidado!



3) Identificación de los cables de alto voltaje en el vehículo.

Vehículos de la nueva generación, los cables de alta tensión son de color naranja. En vehículos eléctrico antiguos son de color negro o rojo. En todo caso, son cables eléctricos gruesos. Tome las instrucciones del fabricante para entender cuáles son los cables de alto voltaje.



Los cables de alto voltaje no son tan evidentes que en la imagen de la derecha.



Como afrontar con seguridad los nuevos riesgos ? : los 7 pasos

4) Desconexión eléctrica del battery pack

Para hacer esto es necesario seguir los siguientes pasos :

4.1 Desconectar conectores / fusibles de seguridad del lado del battery pack

4.2 Dejar los conectores / fusibles en un lugar seguro.

4.3 Espere unos minutos antes de tocar nada o de hacer algún test. los condensadores deben descargar.

4.4 Haga un test de aislamiento eléctrico. Siga instrucciones del fabricante, si los hay.

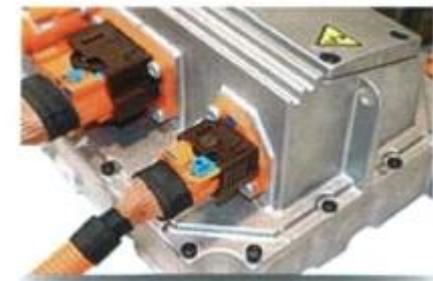


5) Desconexión física de los conectores del battery pack

En los vehículos eléctricos de nueva generación los conectores de alta tensión están normalizados. Existe un procedimiento de acopla-desacopla, como se puede ver en las figuras.



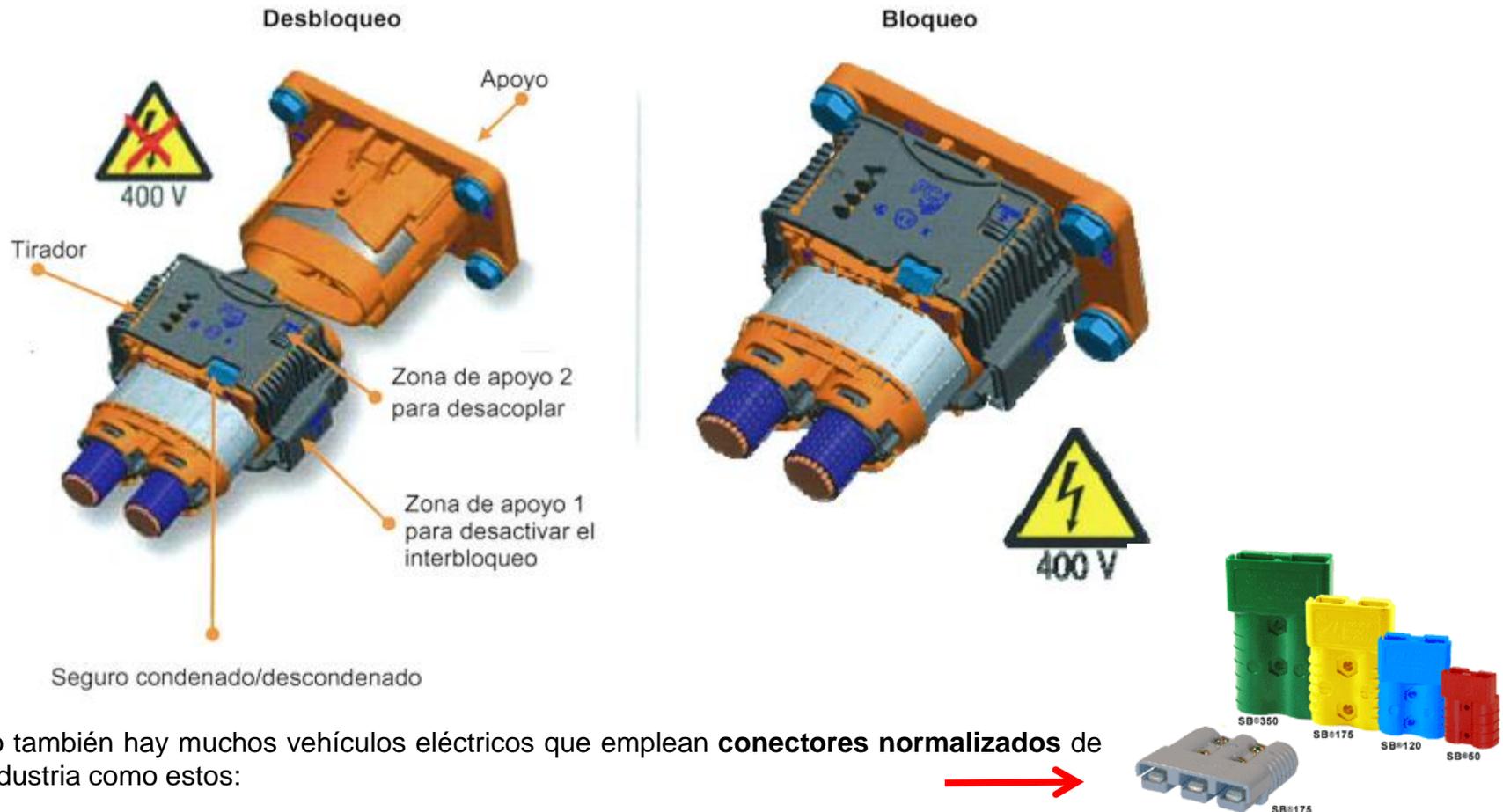
Gran conector para max.
230 A



Pequeño conector para
max. 30 A

Como afrontar con seguridad los nuevos riesgos ? : los 7 pasos

Estos conectores son los empleados en la **industria de la automoción** y, en especial, para vehículos eléctricos. (coches eléctricos)



Pero también hay muchos vehículos eléctricos que emplean **conectores normalizados** de la industria como estos:

La seguretat del vehicle elèctric

Como afrontar con seguridad los nuevos riesgos ? : los 7 pasos

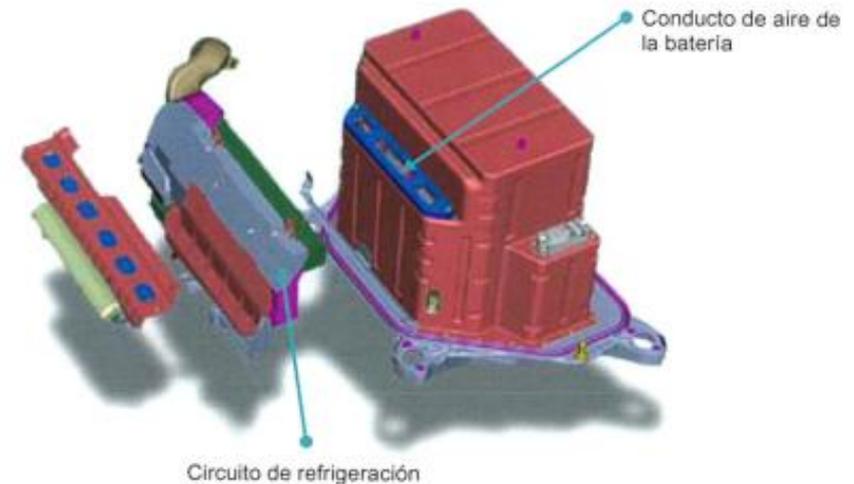
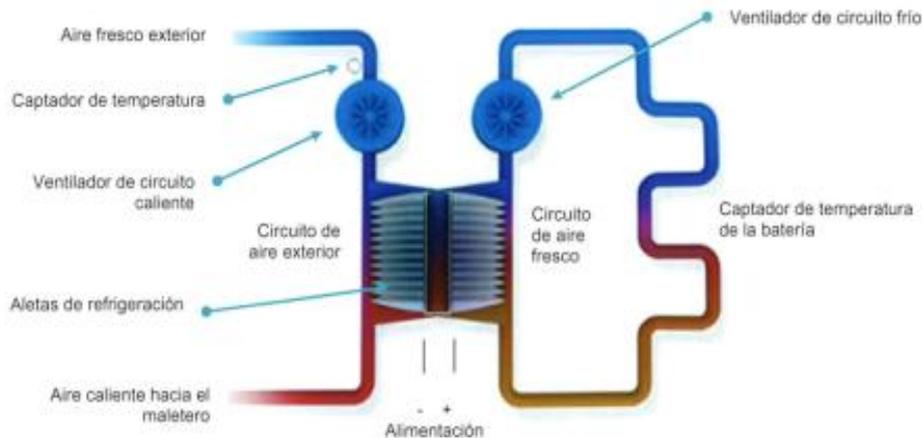
6) Otras desconexiones del battery pack

Cuando se procede al desmontaje de un cofre de baterías de un vehículo (pequeño o grande) también hay que tener en cuenta lo siguiente:

Desarme de todos los posibles circuitos hidráulicos que pueda tener el battery pack con el vehículo.

-> Hay vehículos eléctricos que tienen **sistemas de climatización** del battery pack. pueden existir sistemas de climatización que utilizan fluidos (principalmente agua con aditivos)

-> Según química de batería puede existir también **sistemas hidráulicos** para la evacuación de gases o excedente de electrolito. Estos sistemas también deberán desconectar.



3.4 Como afrontar con seguridad los nuevos riesgos ? : los 7 pasos

7) Proteger los cables y conectores que quedan libres.

Después de desconectar los conectores, es necesario poner un capuchón de protección para evitar daños o suciedades. Se recomienda poner una etiqueta identificativa.

Es importante que los cables o conectores deben tener sus pines limpios y secos. Evitar cualquier posibilidad de la existencia de humedad.



Poner capuchones o precintados los conectores con etiquetas identificativas.

Como afrontar con seguridad los nuevos riesgos ? : los equipos de protección

Existen dos tipos de protección contra los Riesgos Laborales :

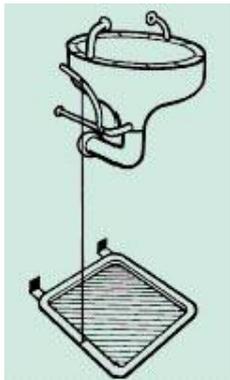
1) Equipos de protección colectivo



Carteles de señalización



Delimitación de la zona de peligro



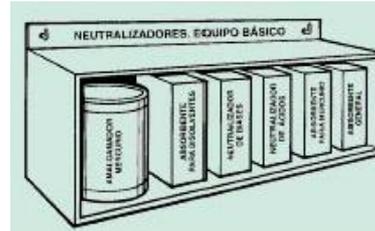
Lava ojos



Ducha de emergencia



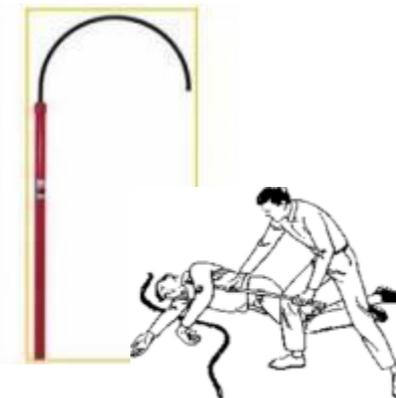
Mantas ignífugas



Neutralizadores químicos



Extintores Tipo D, para combustible con metales



Pertiga de rescate

Como afrontar con seguridad los nuevos riesgos ? : los equipos de protección

2) Equipos de protección individual. (EPIS)

Los equipos de protección individual tienen que llevar el símbolo “CE” y tienen que ser de categoría III.

Equipación de taller

		MEDICIONES	Desconexión y conexión alto voltaje. Conectores	Trabajos cerca alto voltaje	Desconectar el grupo de batería, mediciones individuales.	Recargar
1	Guantes aislantes	SI	SI	SI	SI	NO
2	Calzado aislado	NO	SI	SI	SI	NO
3	Esterilla aislada	NO	SI	SI	SI	NO
4	Gafas de protección	SI	SI	SI	SI	NO



Como afrontar con seguridad los nuevos riesgos ? : los equipos de protección



Como afrontar con seguridad los nuevos riesgos ? : los equipos de protección

Manipulación de un battery pack de un Nissan Leaf (24 kWh).
Máxima corriente 234 A i Máxima tensión 384 V !!



Guantes dieléctricos

Llave dinanométrica con protección dieléctrica

Guantes de trabajo

La seguretat del vehicle elèctric



Un coche eléctrico accidentado : Qué hacer ?

La seguretat del vehicle elèctric

4. Un coche eléctrico accidentado : Qué hacer ?

¿Y en caso de avería en la Vía Pública que hacer?



¿Qué hacer con un vehículo eléctrico estropeado en la Vía Pública?

4. Un coche eléctrico accidentado : Qué hacer ?

-Antes de ubicar el vehículo en el camión de asistencia controla por favor los siguientes aspectos:

Identifica el tipo de vehículo eléctrico (híbrido, eléctrico, otro tipo?)

Trate de tener una idea de la energía que almacena el vehículo (cuántos kwh?)

(En pequeños vehículos 2 kwh, y en grandes vehículos 24 kwh o más)

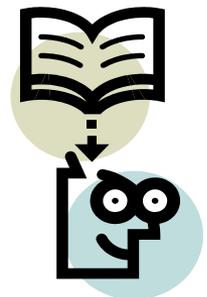
Desconecta el vehículo. Saca las llaves.

Controla si la batería del battery pack esta dañada (¿manchas de electrolito?, ¿Humo?, etc)

Identifica o conoce rápidamente como es el sistema de tracción del vehículo

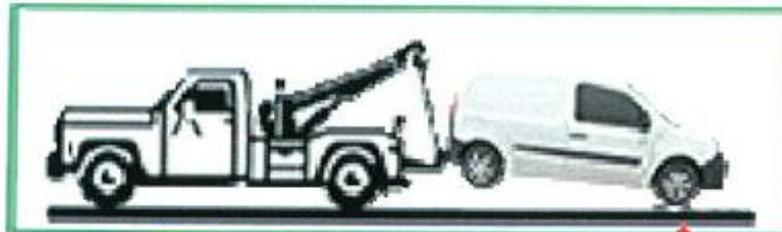
(¿Es motor en rueda?)

Buscar el manual con las indicaciones del vehículo. Lee todos los aspectos técnicos relevantes sobre el vehículo.

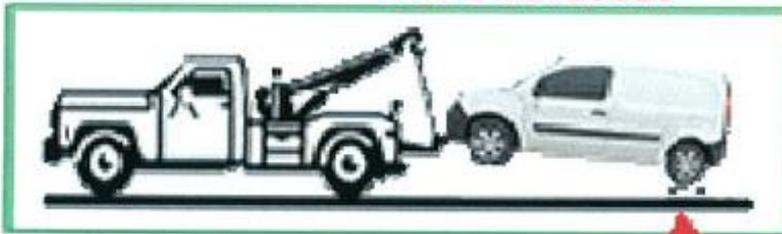
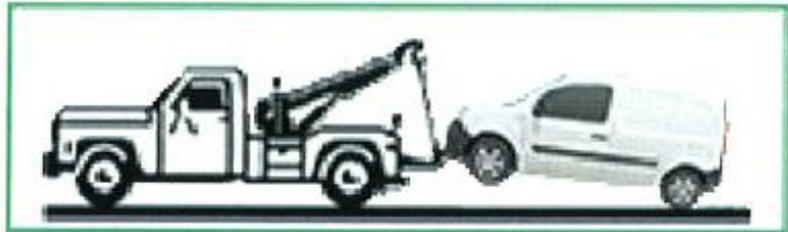


4. Un coche eléctrico accidentado : Qué hacer ?

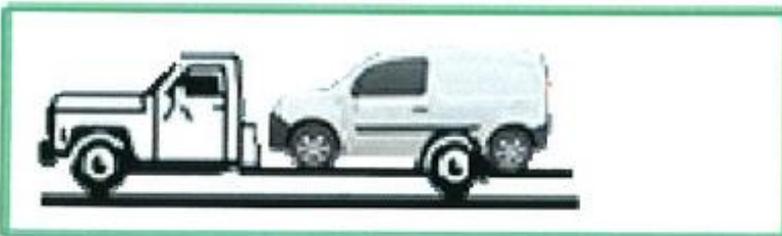
¡¡¡Evitar en la medida de lo posible hacer rodar las ruedas del vehículo durante el transporte. Si no hay otra solución, hay que saber en qué eje del vehículo se encuentra el motor eléctrico !!!



Carro de ruedas



Carro de ruedas



5. Un ejemplo : desconectar conector de seguridad

¡ Peligro! ¿Coche eléctrico en tensión?

En una operación de emergencia importante: desconectar el fusible de alta tensión de seguridad del vehículo.



La seguretat del vehicle elèctric

5. Un ejemplo : desconectar conector de seguridad

1) Delimitar un espacio de Seguridad al entorno del vehículo eléctrico.



2) Retirar la llave de contacto del vehículo.



Guardar la llave de contacto en un lugar seguro.

5. Un ejemplo : desconectar conector de seguridad

3) Desconectar la masa (-) de la batería auxiliar de 12 V.



4) Poner la protección individual (EPIS) antes de desconectar el conector de alto voltaje.

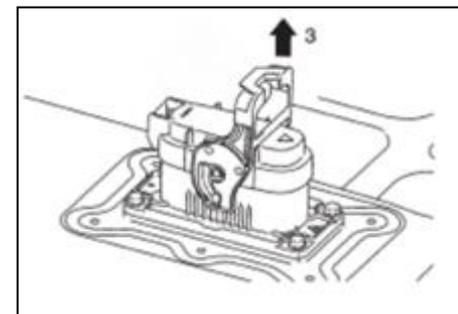
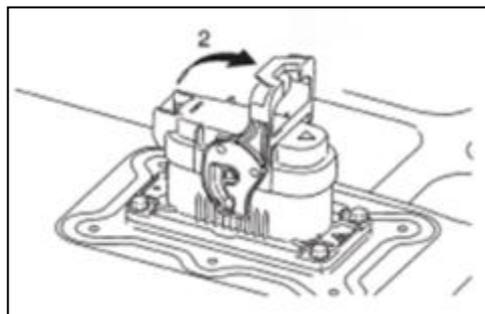
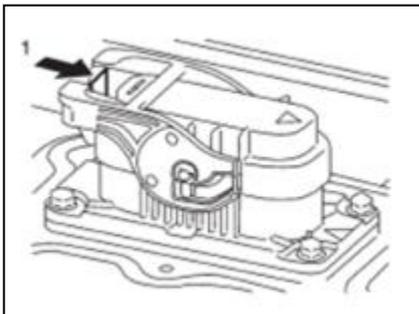


5. Un ejemplo : desconectar conector de seguridad

4) Levantar la alfombra que cubre el conector principal de alta tensión.
Quitar la tapa metálica



5) Proceder a desconectar conector siguiendo los pasos. (Pasos 1, 2 y 3)



5. Un ejemplo : desconectar conector de seguridad

6) ¡Retirar el conector. Atención: entre los pins hay alta tensión !



Retirar el conector en un lugar seguro. Observar el estado físico de los terminales

5. Un ejemplo : desconectar conector de seguridad

7) Proteger los pins de alta tensión con el capuchón de protección. Poner el candado de seguridad.



Poner cartucho de seguridad.



Poner candado de seguridad.



Guardar la llave en un lugar seguro.

Otras operaciones interesantes



¿Qué tensión nominal tiene un coche eléctrico?

¿Hay fugas eléctricas?

¿Puedo tocar la chapa del vehículo?

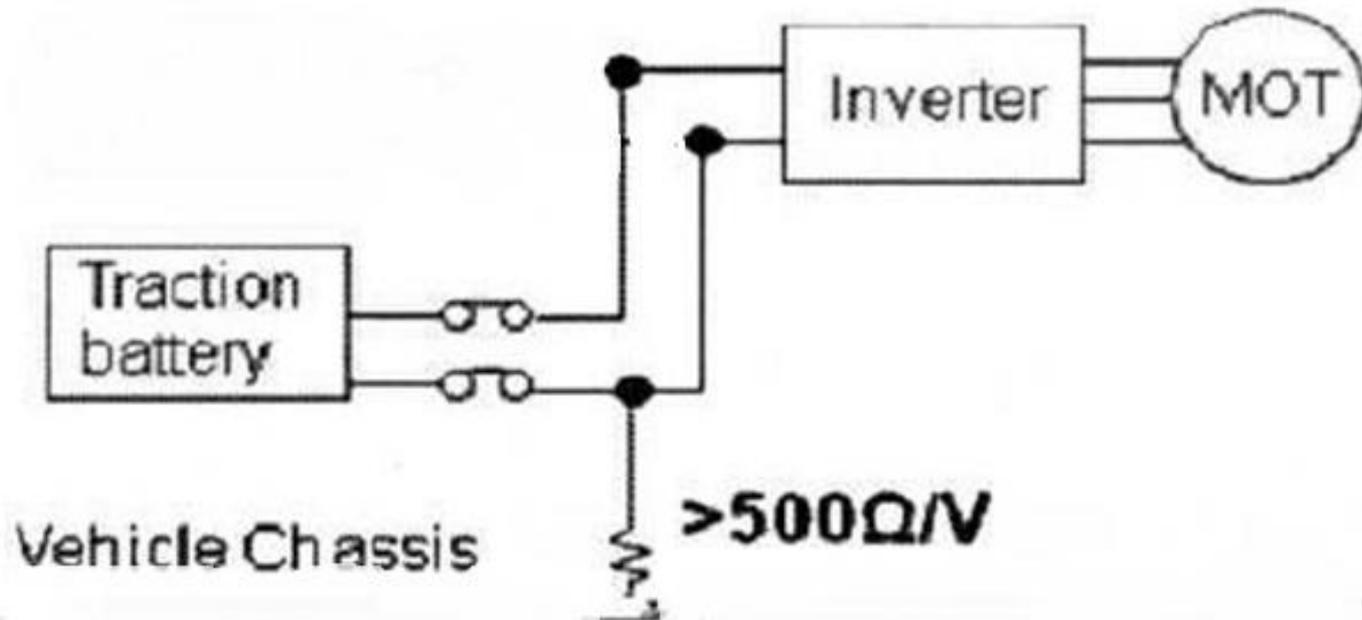
¿Puedo cortar la chapa de un coche eléctrico?



La seguretat del vehicle elèctric

Otras operaciones interesantes

Vehículos eléctricos o híbridos con voltajes altos a bordo (por ejemplo 400V) deben tener una resistencia de aislamiento entre los componentes eléctricos y los terminales del battery pack superior a 500 Ohms / Volt para garantizar seguridad.

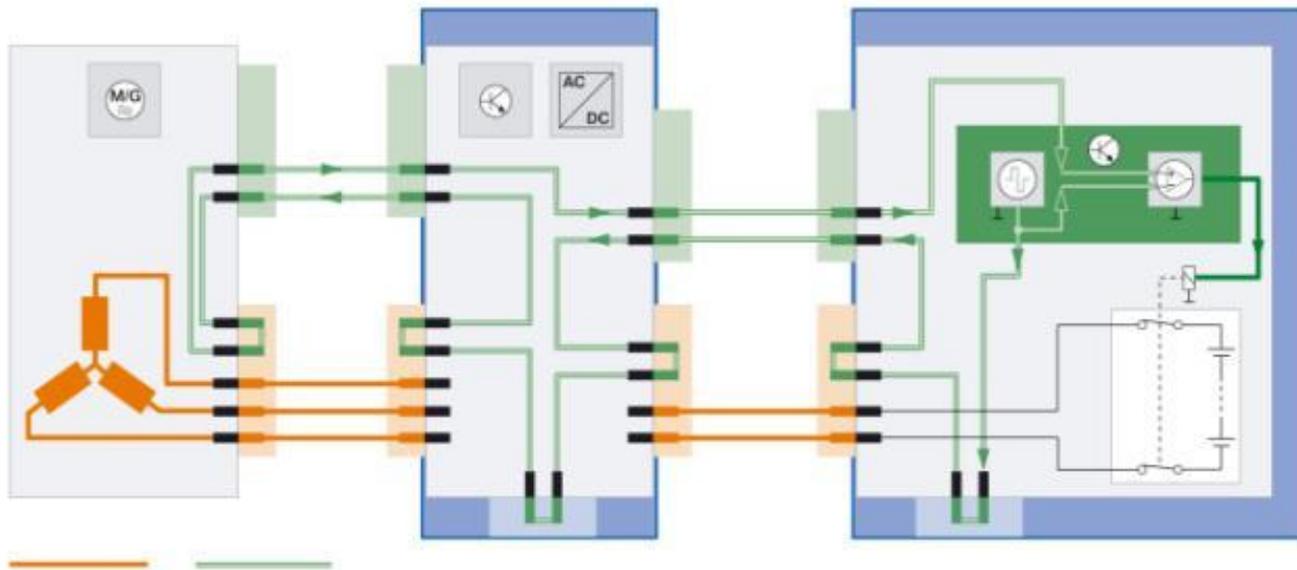


Por ejemplo en el caso de 400 V, la resistencia de aislamiento debe ser igual o mayor que 200 kOhm.

Otras operaciones interesantes

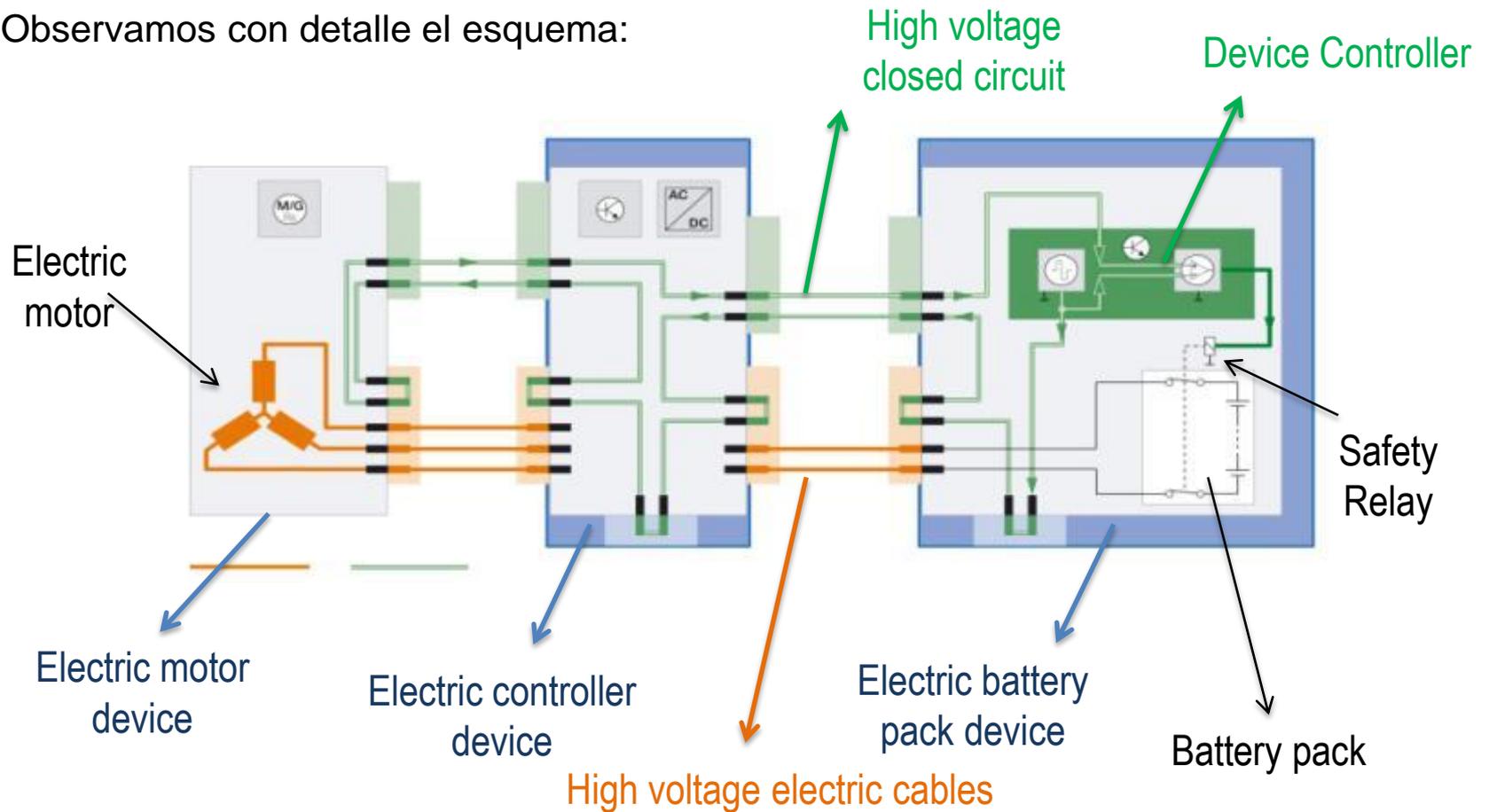
En un vehículo eléctrico o híbrido es necesario tener un dispositivo de resistencia de aislamiento que controla cada momento si la resistencia de aislamiento es la correcta entre los componentes de alta tensión y el chasis del vehículo.

Hay diferentes sistemas de control de la resistencia de aislamiento. En la siguiente imagen se puede ver un circuito aislado de alto voltaje. Si hay una fuga eléctrica, se da una señal de alarma.



Otras operaciones interesantes

Observamos con detalle el esquema:

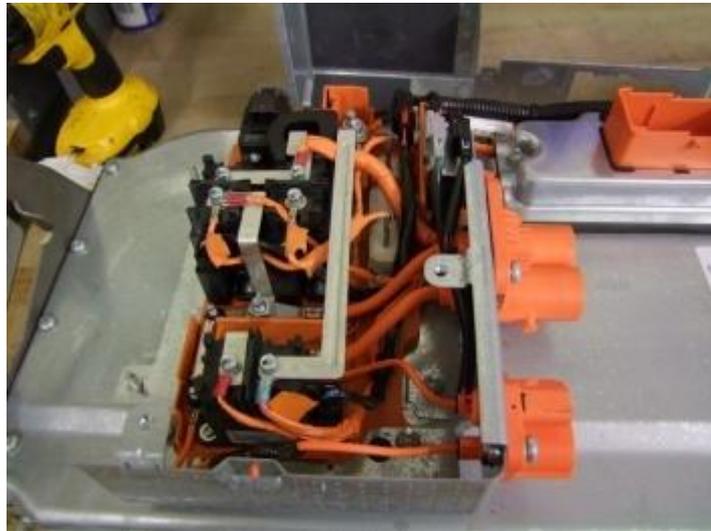


Otras operaciones interesantes

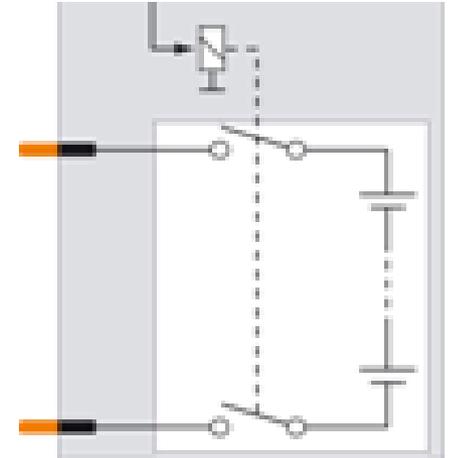
Si el circuito de alta tensión tiene una fuga eléctrica, el aparato de control detecta una diferencia de voltaje en su comparador interno, entonces el relé de seguridad abre la tensión del battery pack.



→
¡Voltaje de apertura battery pack!

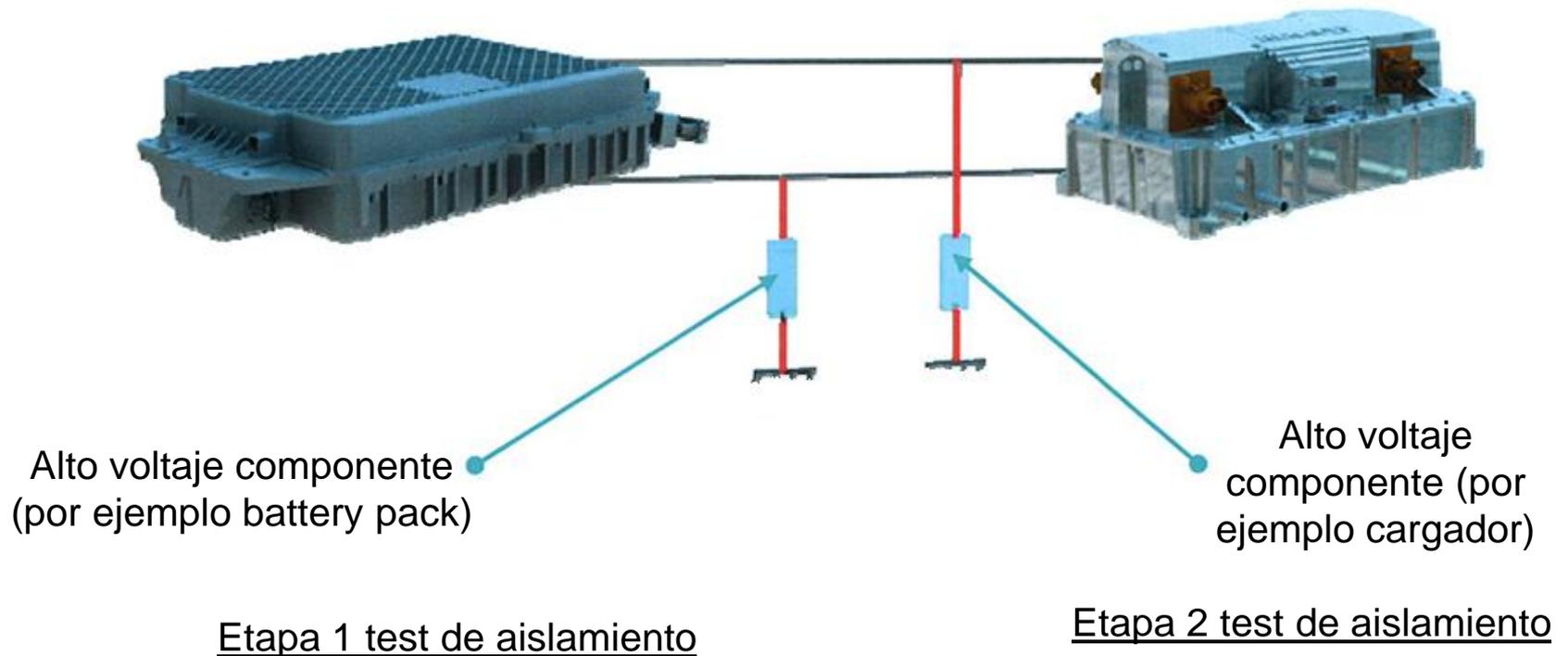


Relé de seguridad de un battery pack.



Otras operaciones interesantes

Para vehículos eléctricos con alto voltaje, la resistencia de aislamiento test consiste en dos etapas de alarma de resistencia de aislamiento.



Otras operaciones interesantes

El aparato de control de aislamiento eléctrico calcula en cada momento la resistencia entre el componente eléctrico de alta tensión y el chasis.

Por ejemplo, en una red de alta tensión de 400 V de un vehículo eléctrico o híbrido, si el aislamiento de resistencia cae hasta 80 kOhm, entonces llegamos a la primera etapa de aislamiento. En este caso, aparece una luz de alarma de color naranja. Pero el vehículo todavía funciona.

Si la resistencia cae hasta 40 kOhm, aparece una luz de alarma de color rojo, y el vehículo queda bloqueado.



Etapa 1: Alarma de aislamiento. El coche todavía funciona



Etapa 2: Alarma de aislamiento. El coche queda bloqueado.

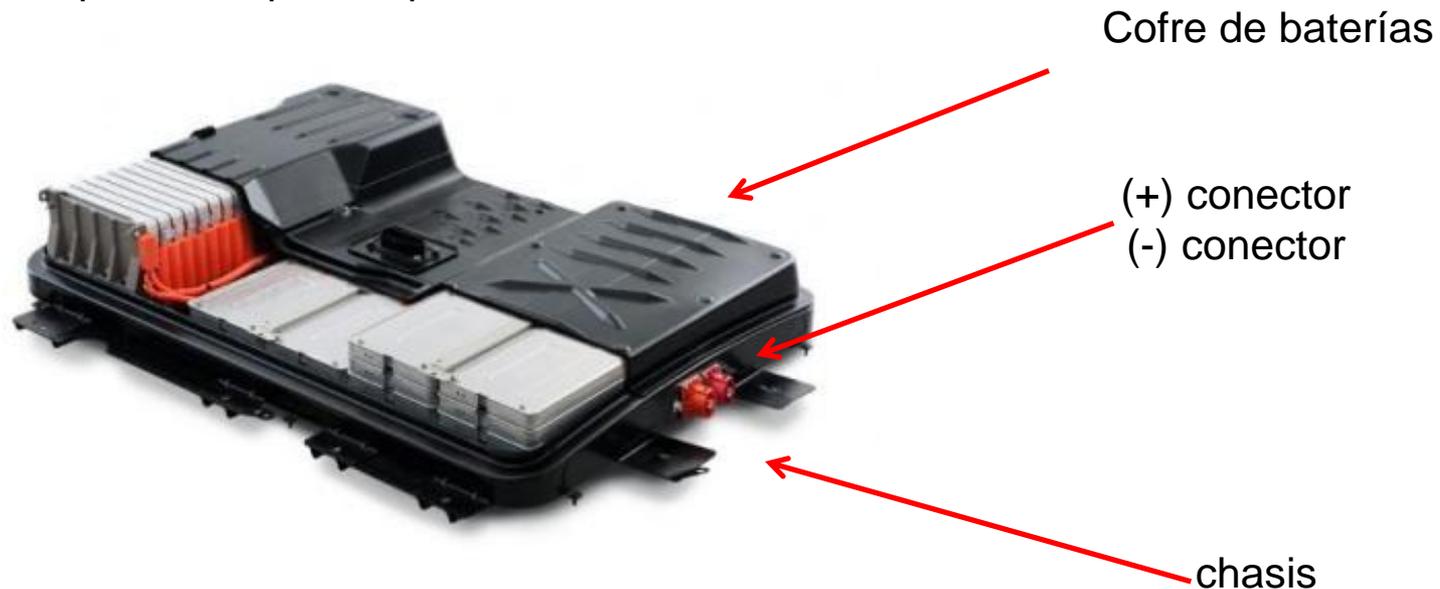
Otras operaciones interesantes

¿Y si no existe dispositivo de control de resistencia de aislamiento, como podemos saber la resistencia de aislamiento de un vehículo?

En el Reglamento 100 se explica el procedimiento para medir la resistencia de aislamiento eléctrico de un cofre de baterías.

¿Como se procede a hacer la medida de resistencia de aislamiento eléctrico?

lo exponemos paso a paso :



Otras operaciones interesantes

- Paso 1 : Toma el voltaje entre (+) i (-) → Vb
Paso 2 : Calcula la min resistencia de aislamiento aceptable → $Ri \text{ min} = 100 * Vb$
Paso 3 : Toma el voltaje entre (-) y chasis → V1
Paso 4 : Toma el voltaje entre (+) y chasis → V2



- Paso 5 : Calcula la resistencia standart Ro → $Ro = 100 * Vb * (0,8 \text{ to } 1,2)$ (1)

1. La resistencia Ro es una resistencia que la cogemos de las resistencias standarts del mercado.

Si, por ejemplo, Vb es 135 V, $Ro = 100 * 135 = 13,5 \text{ kOhm}$. Si no encuentras resistencia con 13,5 kOhm en el mercado toma, por ejemplo $0,8 * 13,5 \text{ kOhm} = 10,8 \text{ kOhm} \rightarrow 11 \text{ kOhm}$.



Otras operaciones interesantes

Si $V1 \geq V2$, luego calcula :

$$R_i (1) = R_o * ((V_b / V1') - V_b / V1)$$

Si $V1 < V2$, luego calcula :

$$R_i (2) = R_o * ((V_b / V2') - V_b / V2)$$

Pero, ¿cómo calcular $V1'$ or $V2'$? Habrá que ver la siguiente figura:



Otras operaciones interesantes

Cuando se han hecho todos los pasos, podemos calcular R_i , y entonces comparar con $R_i \text{ min}$:

Si $R_i (1)$ o $R_i (2) \geq R_i \text{ min} \rightarrow$ Resistencia de aislamiento OK !

Si $R_i (1)$ o $R_i (2) < R_i \text{ min} \rightarrow$ Resistencia de aislamiento NOT OK !

Observaciones :

- ¡ Pero este tipo de procedimiento de medida de resistencia de aislamiento es para un caso concreto!
- El método de medida de resistencia de aislamiento es para todo el vehículo.
- El tipo de corriente eléctrica es continua (CC)

Otras operaciones interesantes

Pero, tal y como cuenta el Reglamento 100, hay otras situaciones a considerar :

- ✓ Procedimiento de medida de la resistencia de aislamiento en todo el vehículo con corriente continua (CC)
- ✓ Procedimiento de medida de la resistencia de aislamiento por todo el vehículo con corriente alterna (AC)
- ✓ Procedimiento de medida de la resistencia de aislamiento para un componente del vehículo con corriente continua (CC)
- ✓ Procedimiento de medida de la resistencia de aislamiento para un componente del vehículo con corriente alterna (AC)

Isolation resistance measurement method for vehicle based tests	
1.	<p>General</p> <p>The isolation resistance for each high voltage bus of the vehicle shall be measured or shall be determined by calculation using measurement values from each part or component unit of a high voltage bus (hereinafter referred to as the "divided measurement").</p>
2.	<p>Measurement method</p> <p>The isolation resistance measurement shall be conducted by selecting an appropriate measurement method from among those listed in paragraphs 2.1. through 2.2. of this annex, depending on the electrical charge of the live parts or the isolation resistance, etc.</p> <p>The range of the electrical circuit to be measured shall be clarified in advance, using electrical circuit diagrams, etc.</p> <p>Moreover, modification necessary for measuring the isolation resistance may be carried out, such as removal of the cover in order to reach the live parts, drawing of measurement lines, change in software, etc.</p> <p>In cases where the measured values are not stable due to the operation of the on-board isolation resistance monitoring system, etc., necessary modification for conducting the measurement may be carried out, such as stopping of the operation of the device concerned or removing it. Furthermore, when the device is removed, it shall be proven, using drawings, etc., that it will not change the isolation resistance between the live parts and the electrical chassis.</p> <p>Utmost care shall be exercised as to short circuit, electric shock, etc., for this confirmation might require direct operations of the high-voltage circuit.</p>
2.1.	<p>Measurement method using voltage from off-vehicle sources</p>
2.1.1.	<p>Measurement instrument</p> <p>An isolation resistance test instrument capable of applying a DC voltage higher than the working voltage of the high voltage bus shall be used.</p>
2.1.2.	<p>Measurement method</p> <p>An isolation resistance test instrument shall be connected between the live parts and the electrical chassis. Then, the isolation resistance shall be measured by applying a DC voltage at least half of the working voltage of the high voltage bus.</p> <p>If the system has several voltage ranges (e.g. because of boost converter) in galvanically connected circuit and some of the components cannot withstand the working voltage of the entire circuit, the isolation resistance between those components and the electrical chassis can be measured separately by applying at least half of their own working voltage with those component disconnected.</p>

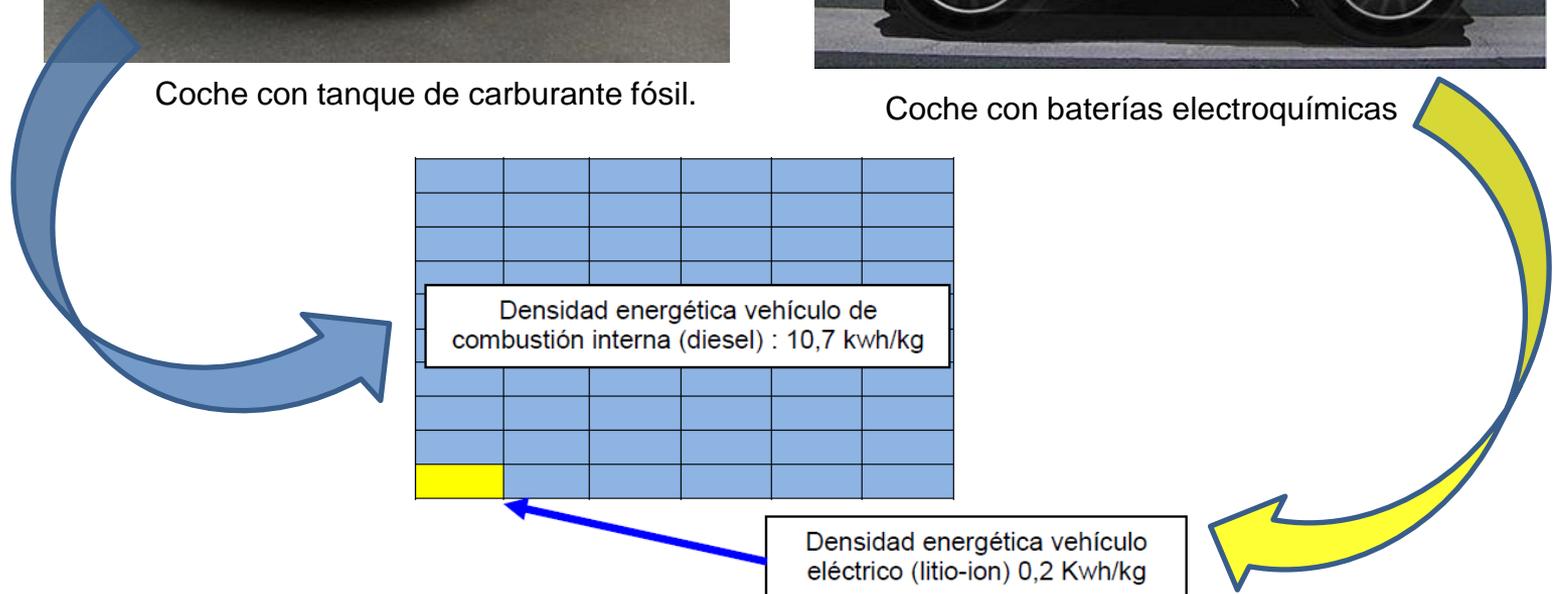
6. Los vehículos eléctricos son más peligrosos que los térmicos?



Coche con tanque de carburante fósil.



Coche con baterías electroquímicas



La seguretat del vehicle elèctric

6. Los vehículos eléctricos son más peligrosos que los térmicos?

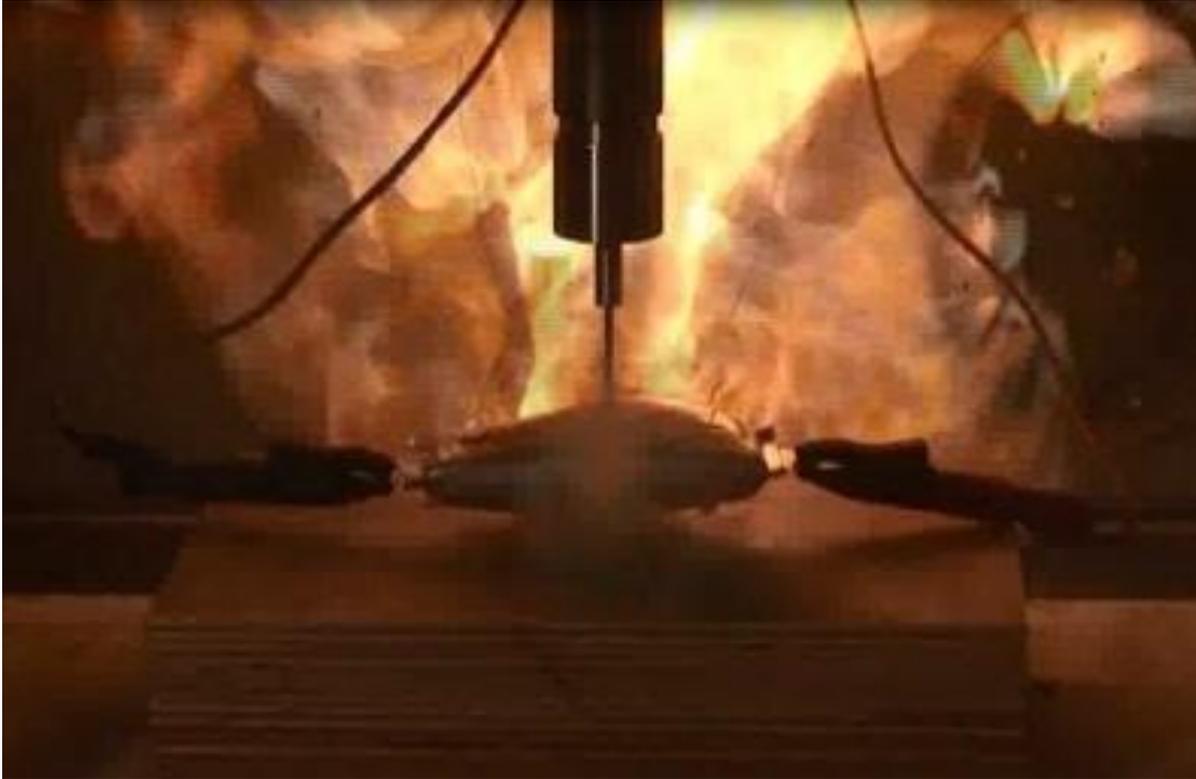


26 de mayo en 2012 en la población de china Shenzhen en la provincia de Guangdong. Resulta que un Nissan GT-R colisionó con dos vehículos más: un coche de gasolina Volkswagen Santana y un taxi eléctrico de la marca BYD. El vehículo eléctrico se inflamó de forma violenta llevándose la vida de dos pasajeras y el conductor del taxi.



Batería de servicio en un avión de composición electroquímica litio

6. Los vehículos eléctricos son más peligrosos que los térmicos?



Vamos a ver como arde una sencilla celda de litio cuando se le clava una aguja en tensión !

6. Los vehículos eléctricos son más peligrosos que los térmicos?

***Amb les noves tecnologies, nous reptes
i..... també nous riscos !!***



La seguretat del vehicle elèctric