

## **MEDIDAS DE PROTECCION PARA LA MANIPULACION DE VEHICULOS HIBRIDOS Y ELECTRICOS**

### **RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES**

La corriente eléctrica produce daños personales por tres acciones distintas.

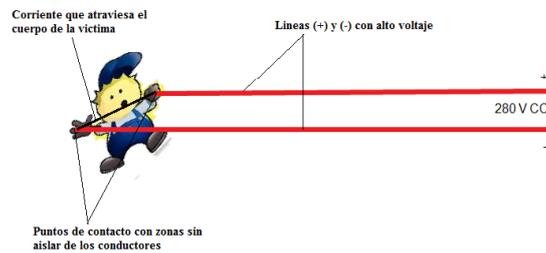
- Paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo.
- Acción del arco eléctrico de la corriente.
- Acciones indirectas de la corriente eléctrica.

## RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES

### Paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo.

En este caso el cuerpo de la víctima actúa como un conductor. Para que esto ocurra se ha de hacer contacto con algunas partes del cuerpo simultáneamente con elementos sometidos a una diferencia de potencial, la corriente eléctrica cierra el circuito eléctrico entre esos puntos empleando el cuerpo de la víctima como un conductor. Esto puede ocurrir por los siguientes mecanismos:

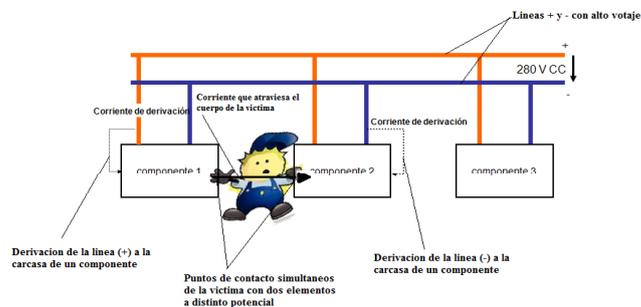
Contacto directo de la víctima con dos puntos de la instalación sin aislamiento, terminales de conexión o directamente con los conductores (+) y (-).



## RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES

### Paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo.

Por el contacto de la víctima con las carcasas de elementos que deberían estar aislados, pero la existencia de derivaciones eléctricas de los conductores a las carcasas hace que estas estén sometidas a diferencia de potencial, esta anomalía se conoce como falta de aislamiento.



## RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES

### Paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo.

Los daños fisiológicos producidos por la corriente eléctrica dependen de varios factores:

- 1) Intensidad de la corriente eléctrica que recorre el cuerpo de la víctima. A mayor intensidad de corriente los efectos fisiológicos sobre el cuerpo humano son más graves, el efecto térmico de la corriente sobre el cuerpo aumenta con el cuadrado de la intensidad de corriente, el efecto térmico produce quemaduras.
- 2) Tiempo que la víctima se encuentra sometida a la acción de la corriente eléctrica, los efectos y los daños fisiológicos causados por una corriente eléctrica de un valor determinado aumentan con el tiempo de exposición a la corriente.
- 3) tipo de corriente que actúa sobre la víctima. La corriente puede ser continua o alterna en apartados anteriores del curso se habla de las características de estas corrientes. La corriente alterna produce efectos más dolorosos que la corriente continua. Las tensiones de 25V de corriente alterna empiezan a ser peligrosas, la corriente continua a partir de los 60V.
- 4) Con corriente alterna el efecto de la corriente sobre la víctima también está influenciado por la frecuencia de la corriente.
- 5) El recorrido que realiza la corriente por el cuerpo de la víctima desde un punto de contacto al otro aparte de influir en la resistencia eléctrica influye en los órganos afectados por la corriente.

## RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES

### Paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo.

La cantidad de corriente que atraviesa el cuerpo de la víctima es una consecuencia de la ley de Ohm.

Dependerá del voltaje existente entre los puntos de contacto y de la resistencia eléctrica que presenta el cuerpo de la víctima entre los puntos donde se produce el contacto eléctrico.

La resistencia eléctrica que presenta el cuerpo se considera como la suma de tres resistencias conectadas en serie.

-  $R_{c1}$  = es la resistencia que presenta la piel en contacto con el punto de contacto nº 1 de la víctima con un punto a potencial eléctrico.

-  $R_{c2}$  = es la resistencia de contacto de la piel de la víctima en el segundo punto de contacto a potencial.

Estas resistencias de contacto dependen de las características fisiológicas de la piel, de la superficie de piel que entra en contacto con el elemento a tensión y de la humedad de la piel en la zona de contacto.

-  $R_{ic}$  = resistencia interna que presenta el cuerpo en el recorrido de la corriente entre los dos puntos de contacto eléctrico. En el valor de esta resistencia tiene gran importancia la longitud del recorrido que hace la corriente y los órganos internos y zonas del cuerpo que atraviesa.

$R_t$  = resistencia total a la circulación de la corriente entre los puntos de contacto.

$$R_t = R_{c1} + R_{c2} + R_{ic}$$

## RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES

### Paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo.

La corriente aplicando la ley de Ohm se calcula con la expresión.

$$I_c = \frac{V}{R_t}$$

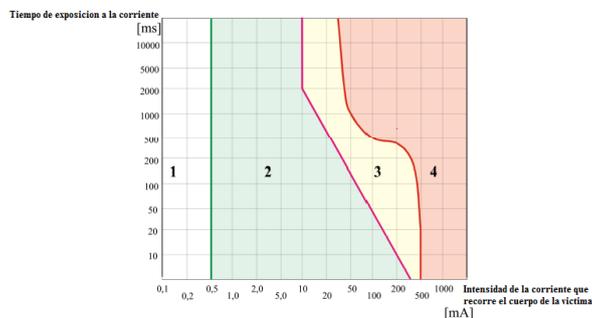
V es la diferencia de potencial existente entre los dos puntos de contacto de la víctima. Cuanto mayores sean las diferencias de potencial existentes entre los puntos de contacto mayor será la corriente que recorrerá el cuerpo de la víctima.

## RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES

### Efectos fisiológicos de la corriente en función del valor de esta y el tiempo de

#### Exposición:

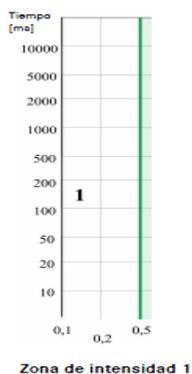
El grafico adjunto da la indicación de los efectos fisiológicos producidos por la corriente eléctrica en función del tiempo de exposición. En el quedan cuatro zonas diferenciadas en función de la intensidad de corriente y el tiempo de exposición



## RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES

**Efectos fisiológicos de la corriente en función del valor de esta y el tiempo de exposición:**

Zona 1: Esta zona no presenta peligro no hay prácticamente efectos fisiológicos, la corriente no es perceptible, aun con exposiciones prolongadas a esta corriente .



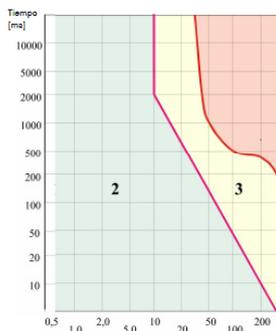
## RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES

**Efectos fisiológicos de la corriente en función del valor de esta y el tiempo de exposición:**

Zona 2: En esta zona los efectos de la corriente son perceptibles, los efectos fisiológicos son más intensos cuanto mayor es la corriente. Aun así en esta zona no hay efectos peligrosos. Con valores de la corriente entre los 0,5 a 2 mA se percibe la acción de la corriente (sobre todo la corriente alterna) pero la sensación no es muy dolorosa.

En 3 a 5 mA comienza el umbral de dolor , la sensación empieza a ser dolorosa y molesta.

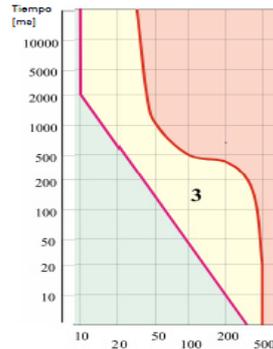
Con corrientes a partir de los 10 a 20 mA la acción de la corriente empieza a anular los campos eléctricos de los impulsos nerviosos, se pierde el control sobre los músculos de la zona afectada, la víctima puede no poder soltarse del punto de contacto eléctrico.



## RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES

### Efectos fisiológicos de la corriente en función del valor de esta y el tiempo de exposición:

Zona 3: En esta zona los efectos fisiológicos de la corriente empiezan a representar un cierto peligro. Se produce el agarrotamiento muscular, aparecen dificultades respiratorias y alteraciones del ritmo cardiaco. Dentro de esta zona aun no es fácil que produzcan daños orgánicos permanentes.

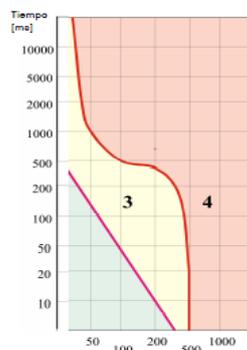


## RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES

### Efectos fisiológicos de la corriente en función del valor de esta y el tiempo de exposición:

Zona 4: Esta zona presenta a la víctima un serio peligro de muerte, los efectos fisiológicos sobre el organismo de la víctima son de gran gravedad.

Se produce la fibrilación ventricular, la contracción del músculo cardíaco pierde la sincronización y el efecto de bombeo del corazón queda afectado. Se produce la parada cardio respiratoria, el resultado es la muerte si la víctima expuesta a la acción de la corriente no es atendida con rapidez.



## RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES

### Acción del arco eléctrico de la corriente sobre la víctima .

El arco eléctrico se produce al interrumpir un circuito eléctrico por el que está circulando una corriente elevada, al interrumpirse el circuito en la zona recalentada por la corriente aparecen iones con carga eléctrica que mantienen la circulación de la corriente, se produce una gran liberación de energía en forma de calor los gases de la atmósfera que en esta zona se calienta a tal temperatura que se transforman en plasma ionizado. Las consecuencias resultantes de la formación del arco eléctrico son:

- Se producen elevadas temperaturas, se vaporiza metal de las zonas de contacto produce proyecciones a alta temperatura, la inhalación de estos vapores produce daños, se produce emisión de luz y radiación electromagnética dañina que produce quemaduras oculares y en la piel de tercer grado, las proyecciones de metal fundido pueden llegar a penetrar en el cuerpo de la víctima. La elevada temperatura produce quemaduras, puede incendiar la ropa u otros objetos combustibles que se encuentren próximos al arco.
- El aire se calienta intensamente con el arco eléctrico y sufre una expansión energética generando una onda de choque que da lugar a una detonación, se produce un fuerte ruido pudiendo llegar a superar los 160 dB. Se puede producir daños en el sistema auditivo (rotura de los tímpanos).



## RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES

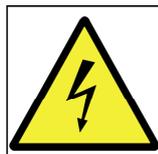
### Acciones indirectas de la corriente eléctrica.

Existen otro tipo de daños que realmente no son debidos a la acción directa del paso de la corriente por la víctima o la exposición al arco eléctrico, pero que de forma indirecta pueden ser los causantes, nos estamos refiriendo a la caída con la posibilidad de producirse daño traumático en el golpe. La caída puede ser producida por la pérdida del control muscular por la acción de una corriente de pequeña duración o por una acción refleja de protección por la presencia de un arco eléctrico.

## RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES

### Medidas para prevenir accidentes y procedimientos en caso de producirse un accidente.

- Las personas que manipulen los sistemas de alto voltaje en estos vehículos tengan el conocimiento suficiente del dispositivo que manipulan y los protocolos de seguridad.
- Desconexión de la alta tensión del sistema tomando la precaución de que nadie pueda volver a ponerlo en tensión, se evita así el riesgo a otras personas que pudiesen manipular en el dispositivo y sufrir un accidente.
- Evitar que personas no autorizadas entren en contacto con el vehículo que se está interviniendo. Se pondrán indicaciones que alerten del peligro y ha de delimitarse un espacio de seguridad en torno al vehículo.



**RIESGO  
ELECTRICO**



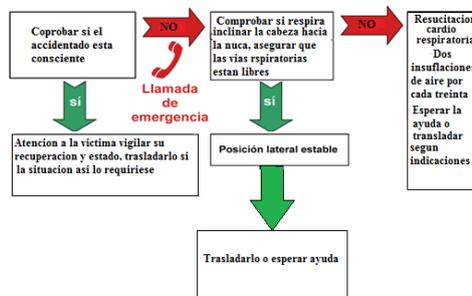
**ATENCIÓN!!!!  
ALTA TENSIÓN  
CONECTADA!!!!**



## RIESGOS INHERENTES AL EMPLEO DE CORRIENTE ELÉCTRICA CON VOLTAJES ELEVADOS, PROTECCIÓN PERSONAL Y PRECAUCIONES

### Si el accidente se ha producido las medidas se ha de proceder de la siguiente manera:

- Desconectar la tensión eléctrica en vehículo y apartar al accidentado, si no se puede cortar la tensión eléctrica apartar a la víctima del contacto eléctrico con algún elemento aislante de la corriente eléctrica. Ponerse en contacto con un servicio de emergencia médica dar si se le requiere la información precisa del tipo de accidente y del estado y daños que tiene el Herido.
- Prestar auxilios básicos al herido. Los pasos a seguir según se indican en el cuadro adjunto.



## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE ALTO VOLTAJE DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS

### Medidas de seguridad:

- Señalización con etiquetas y pictogramas de las zonas en las que existen dispositivos que puedan entrañar riesgos, los cables con alto voltaje se identifican por ser de color naranja.



Etiqueta de advertencia en una batería de alto voltaje de un Toyota Prius



Indicación de riesgo eléctrico en un componente, tapa del inversor de un Toyota Prius

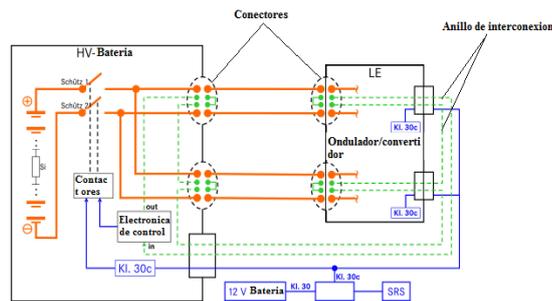
## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE ALTO VOLTAJE DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS

### Medidas de seguridad:

- Todos los conductores y elementos bajo alta tensión están aislados y montados de forma que no se pueda producir un contacto fortuito.
- Los circuitos de alta tensión y potencia están protegidos con un fusible como medida de sobre intensidad en caso de cortocircuito.
- La instalación de alta tensión está totalmente aislada de la carrocería del vehículo, ninguno de sus polos está conectado a la carrocería, no existe conexión de masa.
- El sistema mediante la electrónica de mando y control verifica el aislamiento del positivo y negativo del circuito de alto voltaje respecto a la carrocería del vehículo.

## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE ALTO VOLTAJE DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS

- Sistema de seguridad por control de la interconexión de los componentes. Este sistema consiste en un anillo conductor formado por dos conectores, tiene puntos de unión en todos los conectores en los que se pueda fraccionar el circuito de alto voltaje. Encaso de desconexión de uno de estos conectores el anillo queda interrumpido y se desconecta automáticamente la alta tensión

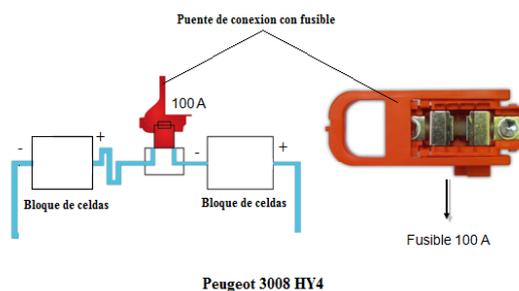


## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE ALTO VOLTAJE DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS

- Contactores de desconexión de la batería de alto voltaje. Estos dispositivos desconectan el circuito de alto voltaje interrumpiendo los dos conductores de la batería el positivo y el negativo. Las siguientes situaciones, produce la desactivación de estos contactores .
  - \* Disparo de los sistemas de airbags por impacto.
  - \* Desconexión del vehículo (llave de contacto desconectada).
  - \* Desconexión de la batería auxiliar de 12V.
  - \* Interrupción del anillo de interconexión de seguridad.

## DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE ALTO VOLTAJE DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS

- Conector de servicio. Interrumpe el circuito serie de los elementos que forman la batería de alto voltaje queda el sistema sin tensión. Este conector es el que se emplea habitualmente para anular la alta tensión en el sistema en los servicios de reparación y mantenimiento, va situado normalmente en la batería de alto voltaje.



## SITUACIONES POTENCIALES DE RIESGO EN LA MANIPULACION DE VEHICULOS HIBRIDOS O ELECTRICOS

El riesgo en estos vehículos es el debido a la existencia del circuito eléctrico de alto voltaje. Lo forma la batería de alto voltaje, conductores eléctricos de alto voltaje, maquinas eléctricas conectadas a este circuito y circuitos electrónicos de potencia de alto voltaje.

Existe riesgo en aquellas manipulaciones que se realicen en la proximidad física de los componentes del circuito de alto voltaje o en la manipulación de alguno de sus elementos.

### **SITUACIONES POTENCIALES DE RIESGO EN LA MANIPULACION DE VEHICULOS HIBRIDOS O ELECTRICOS**

Las operaciones de manipulación que entrañan riesgos, pueden deberse a las siguientes causas:

- Operaciones propias de mantenimiento necesarias en el vehículo :
  - \* Reparaciones en elementos relacionados con el sistema de tracción o componentes eléctricos de este.
  - \* Reparaciones de elementos de la carrocería en proximidad física de los elementos a alto voltaje o que requieran el desmontaje de alguno de estos a alto voltaje.

### **SITUACIONES POTENCIALES DE RIESGO EN LA MANIPULACION DE VEHICULOS HIBRIDOS O ELECTRICOS**

- Operaciones que han de realizarse cuando exista un siniestro en un vehículo de este tipo en carretera.

En estos casos el riesgo potencial queda determinado por el estado del vehículo y su situación física después del siniestro. Se pueden dar las siguientes situaciones:

  - \* Parada en carretera por avería mecánica, físicamente el vehículo esta intacto.
  - \* Vehículo siniestrado con daños estructurales, el potencial riesgo dependerá de los daños.
  - \* Vertido de electrolito de la batería de alto voltaje .
  - \* Incendio del vehículo.
  - \* Inundación del vehículo por inmersión en agua.

## PROTOCOLOS ESPECÍFICOS DE ACTUACIÓN

Las posibles situaciones anteriormente expuestas hacen necesario la creación de unos protocolos de actuación que minimicen posibles riesgos, se definen los siguientes:

- Desconexión del sistema de alta tensión .
- Procedimiento de recuperación y remolque en grúa de forma segura del vehículo averiado sin daños estructurales.
- Procedimiento de recuperación del vehículo en grúa con daños estructurales importantes.
- Excarcelación de ocupantes del vehículo después de un siniestro con importantes daños estructurales.
- Control de un incendio.
- Protocolos para recuperación de un vehículo inundado.

## PROTOCOLO DE DESCONEXIÓN DE LA TENSIÓN ELÉCTRICA EN EL SISTEMA DE ALTO VOLTAJE EN EL TALLER

- 1) Señalice el posible riesgo eléctrico, de forma que sea bien visible por cualquier persona en el taller.



## PROTOCOLO DE DESCONEXIÓN DE LA TENSIÓN ELÉCTRICA EN EL SISTEMA DE ALTO VOLTAJE EN EL TALLER

- 2) Quitar el contacto del vehículo. Si la llave dispone de sistema de reconocimiento a distancia , ha de separarse del vehículo para evitar la activación involuntaria de este.



## PROTOCOLO DE DESCONEXIÓN DE LA TENSIÓN ELÉCTRICA EN EL SISTEMA DE ALTO VOLTAJE EN EL TALLER

- 3) Para manipular circuitos eléctricos sometidos a alto voltaje, ha de verificarse el material de seguridad y protección que se va a emplear. Se emplean guantes de aislamiento eléctrico como material de protección.



*Guantes de protección con certificación CE, soportan con seguridad tensiones de 1000V siempre que se realicen operaciones en los circuitos y elementos del vehículo de alto voltaje y no exista la seguridad total de que no hay tensión han de emplearse para evitar accidentes por contacto directo con elementos bajo tensión.*

### PROTOCOLO DE DESCONEXIÓN DE LA TENSIÓN ELÉCTRICA EN EL SISTEMA DE ALTO VOLTAJE EN EL TALLER

Se verifica que los guantes de protección no tengan roturas a través de las cuales exista el riesgo de contacto eléctrico.



### PROTOCOLO DE DESCONEXIÓN DE LA TENSIÓN ELÉCTRICA EN EL SISTEMA DE ALTO VOLTAJE EN EL TALLER

4) Desconectar el terminal negativo de la batería auxiliar de 12V. Esta medida de seguridad se ha de tomar en cualquier vehículo.



## PROTOCOLO DE DESCONEXIÓN DE LA TENSIÓN ELÉCTRICA EN EL SISTEMA DE ALTO VOLTAJE EN EL TALLER

- 5) Desconexión del conector de servicio que conecta los bloques de celdas en serie de la batería de alto voltaje, desaparece la tensión en los bornes de la batería de alto voltaje.



Conector de seguridad de la batería de alto voltaje

Guantes de protección aislados eléctricamente

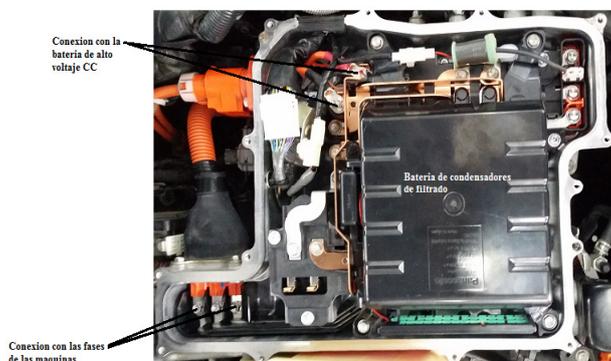


Conector de seguridad



## PROTOCOLO DE DESCONEXIÓN DE LA TENSIÓN ELÉCTRICA EN EL SISTEMA DE ALTO VOLTAJE EN EL TALLER

- 6) Esperar a la descarga los condensadores de filtrado del conjunto inversor/ondulador/convertidor (electrónica de potencia) antes de realizar manipulaciones, es un tiempo adecuado unos 10 minutos.



Conexion con la batería de alto voltaje CC

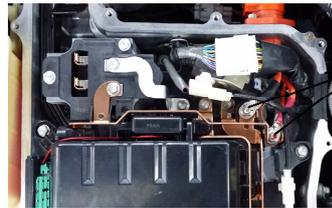
Conexion con las fases de las maquinas

## PROTOCOLO DE DESCONEXIÓN DE LA TENSIÓN ELÉCTRICA EN EL SISTEMA DE ALTO VOLTAJE EN EL TALLER

- 7) Verificar con un voltímetro adecuado y puntas de medición con aislamiento para las tensiones con las que se está trabajando. No ha de existir tensión continua de alto voltaje en la entrada de corriente continua de alto voltaje en el inversor/ondulador, la batería de condensadores de filtrado no ha de tener tensión y tampoco han de tener tensión alterna entre fases las maquinas eléctricas.



Los terminales 1, 2, 3 corresponden a las fases de las maquinas electricas a de medirse la tension entre ellas que ha de ser 0V y entre ellas y la carcasa del inversor/ondulador que también ha de ser 0V.



Terminales de conexión de la batería de alto voltaje corriente continua

## RECUPERACIÓN O REMOLQUE DE UN VEHÍCULO HIBRIDO O ELÉCTRICO AVERIADO SIN DAÑOS ESTRUCTURALES.

La manipulación del vehículo no presenta problemas especiales se ha de proceder como con cualquier vehículo con propulsión con motor térmico, no existe riesgo eléctrico. En estos casos se tendrán presentes las siguientes normas generales.

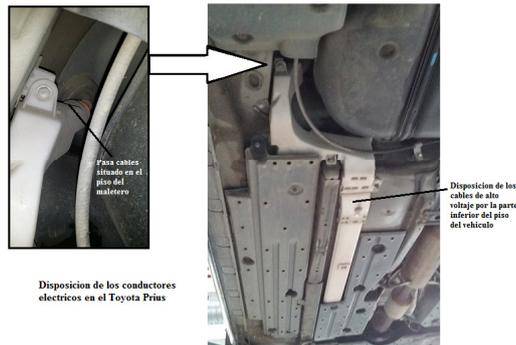
- Poner el vehículo en posición neutral, quitar el freno de estacionamiento y se podrá mover empujando.



- Si el vehículo esta bloqueado, las causas pueden ser muy variadas desde problemas eléctricos a mecánicos en la transmisión, se procederá a identificar el tren o los trenes tractoros para levantarlos y mover el vehículo. La mejor forma de trasladar el vehículo es en plataforma.

## RECUPERACIÓN DEL VEHÍCULO CON DAÑOS ESTRUCTURALES DESPUÉS DE UN SINIESTRO.

El procedimiento de actuación va depender del nivel de daño que presente el vehículo y del lugar en el que halla quedado después de producirse el siniestro. Si el lugar de extracción del vehículo requiere tirar de él arrastrándolo sobre el terreno ha de tenerse presente situación de los cables de alta tensión suelen ir dispuestos por el suelo del vehículo.



## RECUPERACIÓN DEL VEHÍCULO CON DAÑOS ESTRUCTURALES DESPUÉS DE UN SINIESTRO

- Observar la zona dañada ha de comprobarse que los daños no afecten a elementos de la instalación eléctrica de alto voltaje. Verificar que los cables de alta tensión (color naranja) no estén dañados o atrapados por el metal de la carrocería del vehículo, si esto es así existe riesgo de contacto eléctrico indirecto al manipular el vehículo.
- Para tirar del vehículo se ha de evitar dañar cables de alta tensión (color naranja) al colocar cables, cadenas o eslingas de las que se va a tirar.
- Identificar posibles vertidos de sustancias inflamables, Precaución con el electrolito de las baterías de níquel/hidruro metálico es corrosivo en contacto con la piel.
- La mejor opción en caso de que existan estos daños es desconectar la alta tensión como se indico anteriormente.

### **EXCARCELACIÓN DE OCUPANTES EN UN VEHÍCULO HÍBRIDO O ELÉCTRICO**

Hacer una rápida evaluación de las condiciones en las que se encuentra el vehículo y por supuesto los ocupantes de este, el estado de los ocupantes marcará los tiempos de actuación. Controlar si están conscientes o no, las heridas que presentan, la existencia de hemorragias importantes.

tener en cuenta los siguientes puntos:

- Evaluar el daño estructural del vehículo, son puntos clave el vehículo puede rodar, accesibilidad al interior del habitáculo al maletero trasero y al compartimento del motor.
- Verificar el estado de los airbags frontales laterales de cortina y pretensores pirotécnicos. Se trata de saber cuales se han activado, al cortar o desplazar elementos de la carrocería si estos componentes están intactos se de tener precaución para no activarlos.

### **EXCARCELACIÓN DE OCUPANTES EN UN VEHÍCULO HÍBRIDO O ELÉCTRICO**

- Verificar si se han producido vertidos de fluidos del vehículo, identificar el tipo de fluido. Estos según el efecto que puedan producir los agruparemos en tres grupos:
  - a) Fluidos combustibles, pueden ocasionar un incendio en contacto con chispas o elementos del motor muy calientes.
  - b) Substancias corrosivas capaces de producir quemaduras químicas, electrolitos de acumuladores eléctricos.
  - c) Fluidos que el peligro potencial de estos es solamente medio ambiental

## EXCARCELACIÓN DE OCUPANTES EN UN VEHÍCULO HÍBRIDO O ELÉCTRICO

Los pasos que han de seguirse en un caso de estos son:

- 1) Evitar que el vehículo pueda moverse, si puede rodar frenándolo o con calzos en las ruedas. Si se puede con facilidad acceder al interior poner el vehículo en la posición de parking, quitar el contacto y aplicar el freno de estacionamiento. Con el motor térmico parado el vehículo puede moverse con la maquina eléctrica.
- 2) Proceder a la desconexión eléctrica del sistema eléctrico de alta y baja tensión. Se seguirán los pasos indicados
- 3) Se puede proceder al desplazamiento de elementos como salpicadero, puertas, capo y maletero empleando las técnicas habituales, con el corte de techo y pilares se ha de tener precaución con los airbag de cortina si no han saltado.

## CONTROL DEL FUEGO EN VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS

Son validos los procedimientos de extinción aplicados a los incendios de vehículos con motor térmico en la parte concerniente a los combustibles como gasolina o gasoil.

Cuando el fuego alcanza la batería de alto voltaje o se produce en ella la combustión de la batería depende de la naturaleza las celdas de la batería. Los dos tipos de celdas son:

- Batería con elementos (celdas) de níquel/hidruro metálico, son la mayoría en la actualidad. Estos arden con rapidez, rápidamente se reducen a cenizas, queda de ellos las partes de aleación metálica de las placas.
- Batería con celdas de iones de litio. El electrolito de estas baterías es una sustancia orgánica inflamable a temperaturas elevadas.

## CONTROL DEL FUEGO EN VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS

Los métodos expuestos a continuación son validos para los dos tipos de celdas ya mencionados.

- **Ataque ofensivo.** Se emplea como medio de extinción una abundante cantidad de agua que llegue a inundar el compartimento que contiene la batería, lanzar el agua manteniendo una distancia de seguridad. El efecto del agua es doble, extinción del material en combustión y una intensa refrigeración de las celdas de la batería que aun no han comenzado a arder evitando la propagación del fuego.
- **Ataque defensivo.** Consiste en dejar arder los elementos de la batería hasta su total combustión manteniendo una distancia de seguridad protegiéndose del calor y de los gases nocivos de la combustión con una cortina de agua nebulizada.

## ACTUACIÓN ANTE UN VERTIDO DE ELECTROLITO DE LA BATERÍA

Los vertidos mas peligrosos son los de las baterías de níquel/hidruro metálico es una solución acuosa muy alcalina (mezcla de hidróxidos de sodio y potasio) con un pH del orden de 13,5 ( el máximo pH que existe es 14). El electrolito esta empapado en un absorbente existente en el interior de las celdas de la batería, formando una especie de gel que dificulta posibles fugas. Esta disolución es muy agresiva para la piel y otros tejidos corporales, para la manipulación de esta substancia ha de hacerse con precaución y el adecuado equipo de protección.

## ACTUACIÓN ANTE UN VERTIDO DE ELECTROLITO DE LA BATERÍA

Para la neutralización del electrolito se ha de proceder de la siguiente manera.

- Ponerse el equipo de protección personal consistente en, protección para la cara y ojos mascarilla anti salpicadura o gafas, protección para las manos y antebrazos guantes de nitrilo o látex, protección corporal consistente en un delantal resistente a productos químicos (la mayoría de los materiales plásticos soportan sin problemas la acción de las soluciones alcalinas), calzado adecuado botas de goma.



*Guantes de protección a la acción de productos químicos como las alcalis y ácidos*

## ACTUACIÓN ANTE UN VERTIDO DE ELECTROLITO DE LA BATERÍA

- Neutralización del vertido. Como es un álcali se trata con una solución de un ácido débil. Se puede emplear vinagre, es ácido acético muy diluido o una disolución de ácido bórico en agua en las siguientes proporciones:

**Acido bórico..... 800g**

**Agua ..... 20 litros**



*Acido bórico en polvo, para preparar la disolución de neutralización del electrolito alcalino*



*Papel indicador de pH, el valor del pH se determina comparando el color que toma este al ponerse en contacto con el líquido que se está testeando*

## ACTUACIÓN ANTE UN VERTIDO DE ELECTROLITO DE LA BATERÍA

La adición de las sustancias indicadas anteriormente neutralizan el vertido haciendo descender su pH, el proceso de neutralización termina cuando se alcanza un pH = 7 (pH neutro). La medición se hace con papel indicador que cambia de color con el PH.



*Se ha mojado el papel indicador en electrolito de una batería de níquel/hidruro metálico, el color que toma el papel al compararse con la escala de color indica un valor del pH comprendido muy próximo a 14, es un pH muy alcalino.*



*El papel indicador se ha sumergido en electrolito de una batería de plomo/ácido al compararse el color en la escala el pH es muy próximo a 1, es muy ácido lo contrario a alcalino.*

## ACTUACIÓN ANTE UN VERTIDO DE ELECTROLITO DE LA BATERÍA



*La secuencia muestra el proceso de neutralización del electrolito de una batería de níquel/hidruro metálico con la adición de cantidades progresivas de disolución de ácido bórico, el pH va descendiendo, cuando se alcanza el valor de pH = 7 el electrolito está neutralizado.*

### **RECUPERACIÓN DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS O ELÉCTRICOS SUMERGIDOS O INUNDADOS**

El circuito eléctrico se cierra directamente entre los terminales de la batería de alto voltaje que están muy próximos, las personas que se encuentran en el agua próximas al vehículo están fuera de la acción del circuito eléctrico formado entre los terminales de conexión de la batería, no se cumplen la condición de que exista contacto eléctrico con elementos a elevado potencial para que la corriente eléctrica atravesase su cuerpo y pueda ocasionar daños. Con un tiempo largo de inmersión se pueden formar bolsas de gases producidos por reacciones electroquímicas, pueden resultar peligrosas.

### **RECUPERACIÓN DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS O ELÉCTRICOS SUMERGIDOS O INUNDADOS**

Los pasos a seguir para el salvamento y extracción de un vehículo híbrido o eléctrico del agua son:

- Enganchar el vehículo de forma segura procurando no dañar componentes del circuito de alto voltaje.
- Extraerlo del agua procurando desalojar la mayor cantidad posible del agua retenida en su interior, se facilita la extracción del vehículo.
- Con el vehículo fuera desalojar el agua de compartimentos del vehículo que aun estén inundados.
- Proceder a la desconexión eléctrica del vehículo.