

# VEHÍCULOS ELÉCTRICOS



Asignatura: Tecnología del automóvil



## **ÍNDICE**

Introducción

Historia

La batería de almacenaje

Vehículo eléctrico de batería

Consumo de un vehículo eléctrico

Comercialización de vehículos eléctricos

Automóvil solar

Bibliografía

## INTRODUCCIÓN

Un vehículo eléctrico es un vehículo impulsado por uno o más motores eléctricos, a diferencia de un motor de combustión interna que está diseñado específicamente para funcionar quemando combustible. La tracción puede ser proporcionada por ruedas impulsadas por motores rotativos, o en otros casos utilizar otro tipo de motores no rotativos, como los motores lineales, los motores inerciales, o aplicaciones del magnetismo como fuente de propulsión, como es el caso de los trenes de levitación magnética.

La principal diferencia entre un coche eléctrico y un coche híbrido es que un coche híbrido tiene un motor eléctrico y un motor de combustión interna, mientras que un vehículo eléctrico (o también conocido como vehículo todo-eléctrico) solamente tiene uno o varios motores eléctricos.



Imagen 1: Superdeportivo eléctrico Tesla Roadster

Según la fuente de energía eléctrica, se pueden clasificar en:

- Energía almacenada a bordo con sistemas recargables, que cuando estacionan almacenan energía que luego consumen durante su desplazamiento. Las principales formas de almacenamiento son:
  - energía química almacenada en baterías: vehículo eléctrico de batería
  - energía eléctrica almacenada en supercondensadores
  - almacenamiento de energía cinética, con volante de inercia sin rozamiento
- Alimentación externa del vehículo durante todo su recorrido, con un aporte

constante de energía, como es común en el tren eléctrico o el trolebús.

- Fuentes que permiten la generación eléctrica a bordo del vehículo durante el desplazamiento, como son:
  - la energía solar generada con placas fotovoltaicas, que es un método no contaminante durante la producción eléctrica, mientras que los métodos descritos hasta ahora dependen de si la energía que consumen proviene de fuentes renovables para poder decir si son o no contaminantes
  - la energía eléctrica generada por una célula de combustible
  - la energía nuclear, como son submarino y portaaviones nuclear
- Vehículos eléctricos híbridos, cuya energía proviene de múltiples fuentes, tales como:
  - almacenamiento de energía recargable y un sistema de conexión directa permanente
  - almacenamiento de energía recargable y un sistema basado en la quema de combustibles, incluye la generación eléctrica con un motor de explosión y la propulsión mixta con motor eléctrico y de combustión.

Las principales ventajas de los coches eléctricos frente a los de combustión interna son:

- Los coches eléctricos crean menos polución que los coches alimentados con gasolina/diésel, por lo que son una alternativa menos contaminante.
- Producen menos contaminación acústica, lo cual se agradece sobre todo en las ciudades

## **HISTORIA**

El coche eléctrico fue uno de los primeros automóviles que se desarrollaron, hasta el punto que existieron pequeños vehículos eléctricos anteriores al motor de cuatro tiempos sobre el que Diésel (motor diésel) y Benz (gasolina), basaron el automóvil actual. Entre 1832 y 1839, el escocés Robert Anderson, inventó el primer vehículo eléctrico puro.

La mejora de la pila eléctrica, por parte de los franceses Gaston Planté en 1865 y Camille Faure en 1881, allanó el camino para los vehículos eléctricos.

En la Exposición Mundial de 1867 en París, el inventor austriaco Kravogl mostró un ciclo de dos ruedas con motor eléctrico y en noviembre de 1881 inventor francés Gustave Trouvé mostró un automóvil de tres ruedas en la Exposición Internacional de la

## Electricidad de París.

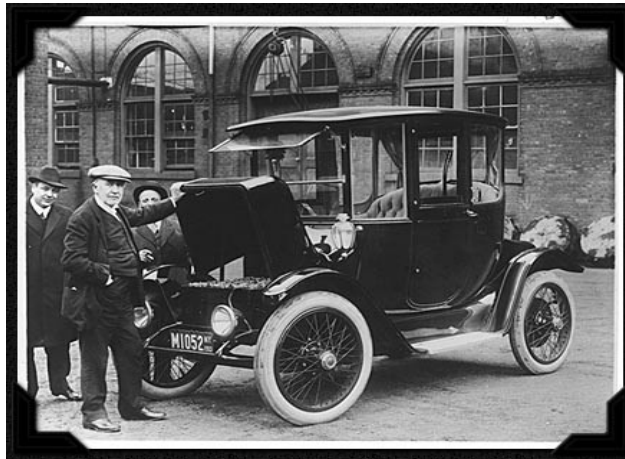


Imagen 2: Thomas Edison y un coche eléctrico en 1913

Francia y Gran Bretaña fueron las primeras naciones que apoyaron el desarrollo generalizado de vehículos eléctricos, los cuales comenzaron a realizar notables registros de velocidad, entre los que destacan la ruptura de la barrera de los 100 km/h, de Camille Jenatzy el 29 de abril de 1899, que alcanzó una velocidad máxima de 105,88 km/h.

Los automóviles eléctricos, producidos en los Estados Unidos durante los principios del siglo XX tuvieron relativo éxito comercial. Debido a las limitaciones tecnológicas, la velocidad máxima de estos primeros vehículos eléctricos se limitaba a unos 32 km/h, por eso fueron vendidos como coche para la clase alta y con frecuencia se comercializan como vehículos adecuados para las mujeres debido a conducción limpia, tranquila y de fácil manejo, especialmente al no requerir el arranque manual con manivela que si necesitaban los automóviles de gasolina de la época.

La introducción del arranque eléctrico en 1913 simplificó la tarea de arrancar el motor de combustión interna, que antes de esta mejora resultaba difícil y a veces peligroso. Esta innovación, junto con el sistema de producción en cadenas de montaje de forma masiva y relativamente barata implantado por Ford desde 1908 contribuyó a la caída del vehículo eléctrico. Además las mejoras se sucedieron a mayor velocidad en los vehículos de combustión interna que en los vehículos eléctricos.

A finales de 1930, la industria del automóvil eléctrico desapareció por completo, quedando relegada a algunas aplicaciones industriales muy concretas, como montacargas, toros elevadores de batería eléctrica, o más recientemente carros de golf eléctricos.

En los últimos años, debido a la conciencia social con el cambio climático se ha impulsado la búsqueda de nuevas formas de fuentes de energía para intentar evitar la actual dependencia de los combustibles fósiles, por esto el sector de los vehículos eléctricos ha despertado y con ello la aparición de nuevos prototipos y la comercialización de algunos de ellos.





Imagen 3: Lightningcarcompany

## LA BATERÍA DE ALMACENAJE

Una batería es un recipiente compuesto de las llamadas celdas electrolíticas en las que dos placas eléctricas de metales distintos (cátodo y ánodo) están separados entre sí por una solución iónica que es el medio capaz de conducir electrones entre ambas placas.

Estos elementos están contenidos en un envase o recipiente metálico o plástico, con separadores de los elementos activos como papel o cartón, auxiliares constructivos como plomo o cadmio que mejoran la embutición o mercurio que limita la corrosión, además de elementos de presentación comercial.

Actualmente, las baterías de níquel cadmio y las baterías de plomo ácido son las más habituales para el almacenaje de energía en los vehículos eléctricos. Sin embargo, este elemento y el desarrollo que pueda tener el futuro es esencial para la evolución del vehículo eléctrico.

Los parámetros que caracterizan a las baterías electroquímicas determinan las prestaciones que finalmente tendrá el vehículo eléctrico, de manera que la energía específica condiciona la autonomía del mismo, la potencia específica la aceleración y velocidad, y la duración de la batería determina el número de ciclos de carga y descarga que podrán efectuarse, asegurando un rendimiento energético aceptable.

Principales tipos de baterías:

- **Baterías plomo-ácido:** Las baterías de plomo-ácido son una de las ofertas más interesantes disponibles para los vehículos eléctricos ligeros. Sus principales ventajas son un buen precio y un rendimiento óptimo para desplazamientos no superiores a los 50 km.

Además la última generación de baterías plomo-ácido no exige mantenimiento alguno, permiten recarga acelerada y vienen equipadas con un sistema de

gestión de la temperatura.

La mayoría de los vehículos eléctricos incorporan baterías de plomo/ácido porque son las únicas que se producen en serie, lo que abarata los costes. Sin embargo, su peso elevado unido a su baja energía específica, hace que para conseguir una autonomía de 50Km con una velocidad punta de 70Km/h se necesiten más de 400Kg de baterías.

- **Baterías de níquel-cadmio:** El electrolito níquel-cadmio es un de los tipos más utilizados en Europa para los vehículos eléctricos que se comercializan. Además de una vida más larga (tal como acreditan sus fabricantes) respecto a las de plomo-ácido, las baterías de níquel-cadmio ofrecen más autonomía al vehículo. Para preservar mejor su funcionamiento es necesario realizar con frecuencia descargas completas llamadas también profundas y es necesario añadir agua cada 5.000 o 10.000 kilómetros aproximadamente.
- **Baterías de sodio-cloruro:** Una de las baterías que más prometen son las de sodio-cloruro de nitrato conocidas también por baterías ZEBRA. Estas baterías que trabajan a altas temperaturas son apropiadas, por ejemplo, en autobuses que circulen por líneas regulares. En Suiza se está construyendo una fábrica par producir pronto estas baterías en serie.
- **Baterías de ión litio:** Las baterías de ion litio concentran el desarrollo más prometedor en el campo del almacenaje de la energía eléctrica. La eficiencia de estas ha sido esencial en el despegue de la telefonía móvil. Sin embargo, para su uso en vehículos deben superarse determinados problemas de seguridad y su exagerado coste. Su principal ventaja es su menor peso y su alta capacidad de almacenaje energético. Los expertos aseguran que esta tecnología debe superar muchos escollos todavía para su producción masiva en aplicaciones de tensiones elevadas.
- **Baterías zinc-aire:** El zinc puede competir en el futuro con las pilas de combustible de hidrógeno. Algunos expertos lo califican como el combustible eléctrico del futuro. Entre sus principales ventajas destaca su facilidad de carga y su alto potencial energético. A diferencia de otros tipo de baterías estas necesitan que el vehículo vaya equipado con un sistema de filtrado e inyección de aire y de un sistema de monitoreo a bordo. Las baterías zinc-aire son del tipo primarias, osea que una vez agotada la carga no pueden recargarse sino que hay que extraer el zinc y cargarlo fuera de la batería. Sin embargo, la carga del zinc es fácil y rápida. Este tipo de batería puede proporcionar 3 veces más de duración que las de plomo-ácido. Las pilas a base de zinc tienen como principal ventaja la posibilidad de ser recicladas sin límite, sin perder ni sus cualidades químicas, ni sus cualidades físicas. A pesar que el zinc representa una fuente de energía limpia y duradera para el futuro, sin embargo, se desconoce el impacto que podría tener su uso masivo sobre el medio ambiente. Recordemos que el zinc se usa en la producción de acero galvanizado y que representa la mitad de su mercado. Un tercio del zinc consumido, se produce a partir del reciclado del zinc usado.

## VEHÍCULO ELÉCTRICO DE BATERÍA

Un vehículo eléctrico de batería es un vehículo eléctrico que utiliza la energía química guardada en paquetes de baterías recargables para hacer girar uno o varios motores eléctricos, adosados a las ruedas.

Su función es transformar la energía eléctrica que llega de las baterías en movimiento. Esta energía puede ser aprovechada tal cual llega, o sea, en forma de corriente continua o bien, y gracias a un transformador, en forma de corriente alterna.

Dichas baterías tienen una autonomía, tras la cual deben ser recargadas en lugares como las “electrolineras”, que son estaciones especializadas para el repostado de las baterías los de vehículos eléctricos mediante postes de recarga rápida (en torno a 15 minutos) o mediante nuevos sistemas automatizados de intercambio de baterías, que consiste simplemente en colocar el vehículo en una plataforma de repostado y un brazo mecanizado ya se encarga de extraerle la batería al coche y colocarle una batería nueva cargada en su sitio (en los bajos del vehículo) en poco más de un minuto.



Imagen 4: Electrolinera

Aunque los automóviles eléctricos son limpios y no contaminan el frágil medio ambiente, el proceso para generar la electricidad para recargar las baterías de estos vehículos sí puede producir contaminación si la electricidad proviene de la quema de combustibles como el carbón o el diésel que son factores contaminantes que afectan el medio ambiente. Sin embargo, hay que tener en cuenta que también existen sistemas de recarga de las baterías con energía solar fotovoltaica.

Existen nuevos prototipos de automóviles eléctricos de batería que autogenera electricidad, es decir, que no se requiere fuentes externas para recargar la batería eléctrica (excepto un uso inadecuado).

Este automóvil eléctrico puede generar su propia electricidad, aprovechando el hecho de que la forma de girar de una rueda en un automóvil es similar al giro constante de una turbina en una hidroeléctrica o al giro constante de un molino de energía eólica cuyo resultado es la producción de energía eléctrica limpia. Por ello, la batería previamente recargada por una fuente externa, envía la electricidad que el motor requiere para impulsar el automóvil. La aceleración del automóvil hará que al girar los generadores de las ruedas, estos produzcan electricidad, la cual es almacenada en la batería, electricidad que a su vez se vuelve a enviar al motor para que este acelere o impulse el automóvil, repitiéndose el ciclo indefinidas veces.



Hay que tener en cuenta que un automóvil requiere una mayor cantidad de electricidad o energía al momento de acelerarlo, pero, al lograr una alta velocidad sucede todo lo contrario, por que serán el mismo peso y velocidad de desplazamiento o inercia del automóvil lo que realmente impulse o mueva al vehículo, por lo que solo se requiere la mínima cantidad de electricidad para seguir impulsándolo, cuando se esta a una alta velocidad.

Históricamente, las baterías han tenido altos costes de fabricación, peso, tiempo de recarga, y escasa vida útil y autonomía, lo que ha limitado la adopción masiva de vehículos eléctricos de batería. Los adelantos tecnológicos actuales en baterías han resuelto algunos de estos problemas; muchos modelos se han prototipado recientemente, y se ha anunciado la producción de un puñado de ellos en el futuro.

Toyota, Honda, Ford y General Motors produjeron vehículos eléctricos de batería en la década de los 1990 para cumplir con el mandato relativo a vehículos de cero emisiones de la Junta de Recursos del Aire de California.

### **CONSUMO DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO**

Los motores eléctricos destacan por su alta eficiencia a diferentes regímenes de funcionamiento. Para analizar su eficiencia energética hemos de centrarnos en la forma de suministro de energía eléctrica al motor. El futuro de los vehículos puramente eléctricos (sin contar con el apoyo de un motor de combustión interna, esto es, vehículos híbridos) parece pasar por las nuevas generaciones de acumuladores químicos (batería de ión de litio) cada vez con mayor densidad de carga y longevidad, que permiten mover motores más potentes y aumentar la autonomía hasta los 200 e incluso 400 km.

El gasto energético del motor de un vehículo eléctrico oscila entre los 10 y los 20 kW·h en un recorrido tipo de 100 km. Tomando como ejemplo el consumo anunciado para el Tesla Roadster (un deportivo de 180 kW de potencia máxima) de 11 kW·h/100 km, podemos aproximar la energía con la que hemos de cargar esas baterías para realizar dicho recorrido.

Suponiendo una eficiencia de carga del 85% y una eficiencia del ciclo de descarga del 95% (80% en picos de potencia), habremos de alimentar las baterías con 13,6 kW·h para esa distancia de 100 km.

Puesto que en España, el coste del kW·h para pequeños consumidores es de 0,11€, podemos afirmar que el coste de utilización de un vehículo eléctrico es de 1,5€/100 km.

Este dato es uno de los puntos fuertes de los vehículos eléctricos a baterías, ya que comparándolo con el consumo de un vehículo equipado con un motor convencional, es verdaderamente ventajoso.

## COMERCIALIZACIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

El sector de los vehículos eléctricos representa un sector creciente y plantea excelentes oportunidades, principalmente porque las grandes empresas del sector automovilístico se han mantenido al margen, pues han concentrado sus esfuerzos en las tecnologías híbridas. Solo ahora comienzan a dedicar recursos a los vehículos eléctricos, viendo el mercado que se está creando por parte de pequeñas empresas que han nacido gracias al nicho de mercado dejado vacío por las grandes empresas del sector.

La gran mayoría de estas pequeñas empresas ha creado pequeños vehículos eléctricos de poco peso para poder aprobar las homologaciones Europeas. Algunas marcas son REVA, Think, DILIXI. Otras empresas ya existentes en el mercado desde hace años se encuentran en Italia donde tanto Piaggio como su principal competidor Faam venden cantidades importantes a las empresas de transporte y los ayuntamientos. Faam dispone ahora de vehículos de baterías de litio dando así una excelente autonomía de hasta 130km y una posibilidad de carga de más de 1500kg. Esto hace posible el uso de un vehículo ecológico para ayuntamientos en su recogida de basura y también a empresas courier como DHL, Seur etc. El ayuntamiento de Barcelona ya dispone de 20 camiones eléctricos que recogen la basura en el barrio gótico barcelonés.

En los últimos años han habido cambios importantes en el sector. De repente el mercado europeo se ha despertado y tanto nuevos distribuidores como nuevos fabricantes están apareciendo. Los principales fabricantes siguen siendo los Italianos con marcas como Faam arriba indicado, Micro-Vett (empresa que se dedica a crear soluciones eléctricas para los vehículos industriales del grupo Fiat Iveco), BredaMenarinibus (fabricante de autobuses inclusive un modelo eléctrico y parte del grupo industrial Finmeccanica), VEM srl y Technobus. La empresa Dilixi acaba de lanzar al mercado tanto la gama Micro-Vett como Bredamenarini con una presentación en Madrid del modelo eléctrico Dobló y en Figueres con el autobús ZEUS, el primer autobús eléctrico a llegar a Cataluña. El autobús hace hasta 120km de autonomía y demuestra que hoy día, el vehículo eléctrico es una opción realista a muchas de las necesidades de transporte.

Actualmente existen muchos prototipos y gran variedad de vehículos eléctricos en el mercado, entre los que podemos destacar:

- **Mega City:** Fabricado por el grupo francés Aixam-Mega Group en colaboración la empresa distribuidora Nice (no internal combustion engine) Car Company Limited, el Mega City es una de las apuestas para fomentar la movilidad sostenible. El Mega City es un vehículo eléctrico de bajo consumo y con un mantenimiento mínimo, esencialmente, preventivo cada 6 meses. Con una velocidad máxima de unos 65 km/h puede recorrer unos 80 km a velocidad constante que se reducen a unos 60 km en circuito mixto. Su consumo es de unos 120 Wh/km en base a un motor de 4kW con transmisión automática eléctrica. Mide 2,95 m de longitud, tiene un maletero de 800 litros de volumen y pesa 650 kg con baterías incluidas. Tiene un interior algo más amplio que otros vehículos de su gama. Su estética es correcta, va equipado con calefacción y CD/radio. Dispone de un control de carga para enchufarse directamente a la red

eléctrica doméstica.



Imagen 5: MegaCity

- **Cleanova II:** El Cleanova II es un vehículo eléctrico de altas prestaciones basado en la carrocería de la furgoneta mixta Kangoo de Renault y con batería Ion Litio, que le aporta una velocidad de hasta 130km/h y una autonomía de entre 150 y 200 km. La duración de las baterías de ion litio admite un mayor número de ciclos de carga, no tiene mantenimiento y son reciclables. Integra un cargador de 6 kW que permite recargar la batería sobre una toma normal (16 A o 32 A). Basta entre 4 a 8 horas para recargar una batería aproximadamente con 25 kWh. En la práctica, el conductor conecta el vehículo la noche y lo encuentra por la mañana listo. Dispone de un sistema de recarga rápida que en 30 minutos puede dejar al 50 % la carga de la batería. Cuando el conductor retira el pie del acelerador o frena la energía de desaceleración es recuperada para recargar la batería. El Cleanova II resulta más económico que un vehículo con motor térmico a partir de los 10.000 km/año.



Imagen 6: El Cleanova II fabricado sobre la carrocería del Renault Kangoo

- **Reva:** El Reva es el primer coche eléctrico de fabricación india, económico y urbano que no destaca por su diseño.

Va equipado con un motor AC de inducción de 13 kW de potencia de 3 fases, que le da una aceleración de 0 a 40 km/h de 7 segundos y lo hace prácticamente silencioso. Gracias a un microprocesador permite el frenado regenerativo. Permite una capacidad de carga de 275 kg. El modelo más económico lleva calefacción, pero para el aire acondicionado, el reproductor CD MPE o el cierre centralizado con inmovilizador o las llantas de aleación son opciones que tiene un suplemento.

Un carga completa que otorga una autonomía de 80 km a una velocidad moderada de unos 40 km/h.



Imagen 7: Reva

- **Citroën Berlingo y saxo:** La Berlingo eléctrica como furgoneta y el Saxo eléctrico como utilitario fueron desarrollados por el fabricante de automóviles francés Citroën como respuesta al impulso que algunas ciudades francesas intentan dar a la movilidad sostenible.

La furgoneta Berlingo eléctrico posee un motor eléctrico de corriente continua y excitación independiente, con una potencia nominal de 15,5 kW, potencia máxima de 28 kW de 1.600 a 5.500 rpm., por máximo de 180 Nm de 0 a 1.600 rpm, 4 cv de potencia fiscal y refrigerado por aire impulsado.

Alcanza una velocidad máxima de 95 km/h, acelera de 0 a 50 km/h en 8,4 segundos y posee una autonomía de 95 km en ciclo. La tensión nominal es de 162 V gracias a 27 monobloques de cadmio-níquel de 6 V-100 Ah, recargables mediante conexión a la red doméstica de 220 V-16 A, en un tiempo máximo de 9 horas, y la posibilidad de realizar una carga rápida (20 km de autonomía por cada 10 minutos de carga).



Imagen 8: Citroën berlingo eléctrico

El Citroën Saxo Eléctrico, por su parte es un coche utilitario para vivir de forma diferente la movilidad urbana. Tiene una potencia máxima de 20 kW de 1.600 a 5.500 rpm que le permite una autonomía de 75 km y 91 km/h de velocidad máxima. La aceleración entre 0 y 50 km/h es tan sólo de 8,3 segundos.

Es un vehículo silencioso por lo que viene equipado con un repetidor sonoro exterior accionado por un pulsador para anunciar su presencia a peatones y ciclistas. Disponible en versión de 3 puertas con 4 plazas.

La carga se efectúa con toda sencillez con una toma de corriente de 220 voltios (16 A) con un tiempo de recarga de 7 horas. Dispone de un recuperador de



frenada que convierte esta acción en un generador de energía que se almacena en las 20 baterías monobloques de Níquel Cadmio de 6 V -100 A. Se calcula que la vida útil de estas baterías es de unos 100.000 km.



Imagen 9: Citroën saxo eléctrico

- **Subaru R1e:** También llamado el “utilitario eléctrico”, el Subaru R1e fue presentado en el Tokio Motor Show del 2003, pero volvió a ser expuesto en el mismo salón en el 2006. Se trata de un vehículo, ligero, compacto dado que incorpora baterías de ión manganeso-litio que se caracterizan por un gran poder energético y poco peso en comparación con las de plomo o níquel-cadmio.

El Subaru R1e tiene tracción delantera con un motor eléctrico acoplado de 40 kW. Las impresionantes prestaciones vienen de las baterías de carga rápida y alta densidad. El Subaru R1e tiene una autonomía de 80 km, alcanza los 100 km/h y va equipado con baterías que se cargan en 15 minutos.

Con tan sólo 3,3 m de longitud tiene un amplio espacio con dos asientos delanteros y dos traseros.



Imagen 10: Subarrender R1e

- **i-Miev:** Este vehículo fabricado por Mitsubishi Motor Corporation (MMC) pretende ser comercializado en el mercado japonés a lo largo del 2009. Se trata, pues, de uno de los coches eléctricos más avanzados en su concepción, pensados para el consumo doméstico. El empleo de motores de alta potencia y baterías de ion litio de gran capacidad le confieren una interesante fiabilidad para el uso urbano cotidiano. El i-Miev tiene unas medidas de 3,4 m de largo, 1,47 de ancho y 1,60 de alto. Dispone de un motor montado en la parte posterior y genera 47kW (63 CV) de potencia máxima. El vehículo tiene un rango de operación de entre 128 y 160 km, permite imaginar un coche para el uso diario. Como características técnicas, es remarcarle el hecho que tiene mucho más par que su contraparte de tecnología convencional, 180 N·m frente



a los 93 estándar. Su velocidad máxima es de 130 km/h a 8.500 rpm.

Las baterías se recargan en unas 8 horas enchufadas a la red eléctrica de 220 voltios y en 30 minutos permiten recuperar un 80 % de la carga.

El i-Miev es un coche pensado para 4 usuarios que, por su diseño, permite pensar que se trata de una propuesta que puede tener viabilidad comercial. Su peso, de unos 1.080 kg, lo hace sin embargo más ligero que otros modelos.

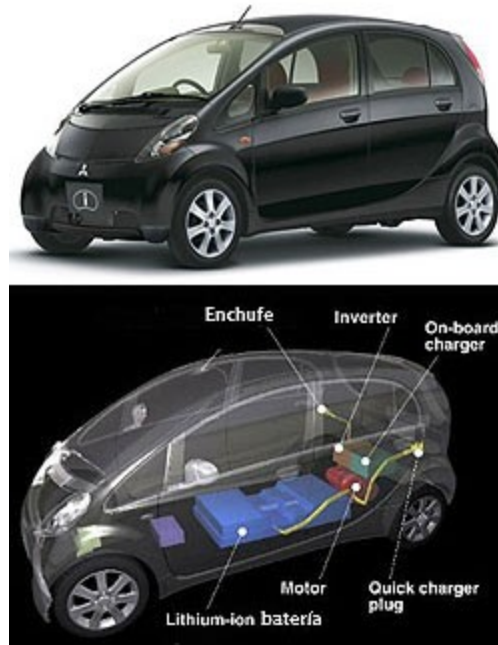


Imagen 11: Hubisteis ni-Mies

- **Tesla Roadster:** El Tesla Roadster es un deportivo eléctrico de altas prestaciones que acelera de 0 a 100 km en 4 segundos y una autonomía de 350 km con una sola carga de baterías.

Una de las claves tecnológicas del Tesla Roadster es la gestión energética de las baterías pero también el frenado regenerativo que convierte la energía cinética del vehículo en la energía química que se almacena en la batería. Así, las cosas hay que recordar que la eficacia de la conversión de la energía de la batería sobre la transmisión de la rueda es bastante buena (hasta del 80%).

Los creadores del Tesla Roadster defienden precisamente esta alta eficiencia de su motorización. En este sentido advierten que si uno pretende un coche de alta aceleración se a a encontrar que a parte de pagar cifras de alrededor 250.000 euros, como es el caso del Lamborghini Murciélag, el consumo de combustible no permite más de 10 km/litro, mientras que en el Tesla Roadster se consiguen nada menos que 54 km/litro. Además, mientras un vehículo con motor de explosión necesita revisiones periódicas cada 10.000 km, la empresa considera que bastará una revisión a los 160.000 km de neumáticos y frenos, aunque recomiendan una revisión preventiva cada 30.000 km o una vez al año. Otro aspecto interesante es la capacidad de carga de las baterías. Las baterías de Ion Litio que incorpora están preparadas para 500 ciclos de carga/descarga que asumiendo una media de 350 km de autonomía en conducción equilibrada puede permitir los 150.000 km sin problema.

El Tesla incorpora un pack de 6.800 baterías 18650 con un peso de 450 kg que aportan 375 voltios y almacenan 56 kWh capaces de aportar 200 kW de potencia.



Imagen 12: Tesla Roadster

## AUTOMÓVIL SOLAR

Un automóvil solar es un vehículo propulsado por un motor eléctrico alimentado por energía solar fotovoltaica obtenida por medio de paneles solares en la superficie del automóvil. Las celdas fotovoltaicas convierten la energía del sol directamente a energía eléctrica, que puede o bien ser almacenada en baterías eléctricas o utilizada directamente por el motor.

Los automóviles solares no son actualmente una forma de transporte práctica. Aunque pueden operar por distancias limitadas sin el sol, las celdas son generalmente muy frágiles. Además, los equipos de desarrollo han enfocado sus esfuerzos hacia la optimización de la funcionalidad del vehículo, preocupándose poco por la comodidad del pasajero. La mayoría de automóviles solares sólo tienen espacio para una o dos personas. Por todo esto actualmente su principal uso esta en el mundo de las competiciones.

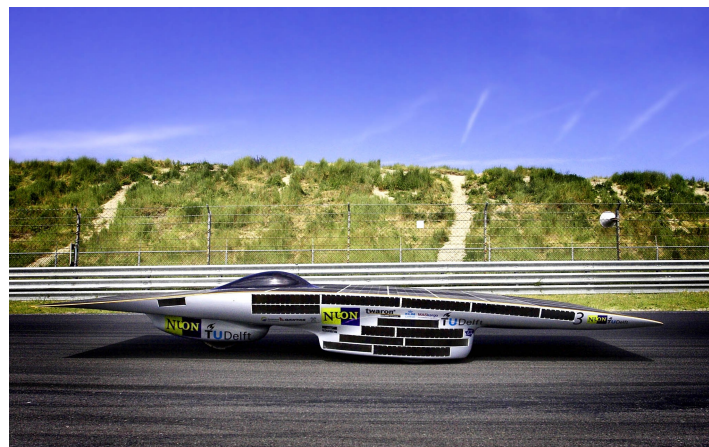


Imagen 13: Vehículo solar

La cabina del piloto normalmente contiene un solo asiento, aunque unos pocos automóviles también tienen un segundo asiento. Tienen algunos de los elementos comunes a cualquier automóvil, como frenos, acelerador, intermitentes, espejos traseros (o cámara), ventilación, y a veces control de velocidad. También se cuenta con una radio para comunicarse con el equipo.

El sistema eléctrico es el más importante de los sistemas del automóvil, porque controla toda la potencia que entra y sale del conjunto. Las baterías juegan el mismo papel que el depósito de combustible en una automóvil normal como almacenamiento de energía para uso futuro. Los automóviles solares usan diversos tipos de baterías, incluyendo plomo, níquel-cadmio, y litio. Las baterías de plomo son más económicas y más fáciles de operar, pero la relación potencia/peso es mala. Normalmente, los automóviles solares usan voltajes entre 84 y 170 V.

La electrónica de potencia regula la electricidad del automóvil. Los componentes de la electrónica de potencia incluyen los seguidores de potencia de pico, el control del motor y el sistema de adquisición de datos.

Los seguidores de potencia de pico controlan la potencia que viene del dispositivo solar para maximizarla y suministrarla al motor. También protegen las baterías de sobrecargas. El controlador del motor maneja la electricidad que alimenta al motor de acuerdo a las señales que provienen del acelerador.

Muchos automóviles solares tienen complejos sistemas de adquisición de datos que monitorean todo el sistema eléctrico mientras que incluso los automóviles más básicos tienen sistemas que proveen información del voltaje y corriente de la batería al conductor.

El conjunto del motor y la transmisión es singular en los automóviles solares. El motor eléctrico mueve normalmente una sola rueda (generalmente en la parte trasera) debido a la baja potencia necesaria. Los motores de los automóviles solares tienen generalmente entre 2 y 5 CV (1 a 3 kW); el tipo más común es un motor de corriente continua de doble bobinado sin escobillas. Este motor se usa también como transmisión porque las cajas de cambio son raramente usadas.

Hay tres tipos básicos de transmisión usados en los automóviles solares:

- Transmisión directa con una sola reducción
- Transmisión por correa de relación variable
- Transmisión directa

Los sistemas mecánicos se diseñan para obtener el peso y la fricción al mínimo, pero manteniendo la rigidez. Se usan titanio y compuestos para asegurar una buena relación rigidez/peso.

Los automóviles solares tienen generalmente tres ruedas, pero algunos tienen cuatro. Los de tres ruedas tienen dos ruedas frontales y una trasera. Las frontales proveen la dirección y la trasera la sigue. Los de cuatro ruedas se disponen como en un automóvil normal.

Los automóviles solares poseen un amplio rango de suspensiones debido a la variedad de carrocerías y chasis. La suspensión delantera más usada es la de doble brazo articulado, mientras la trasera es del tipo de brazo articulado usado en motos.

Los frenos más usados son los de disco debido a buena capacidad de frenado y ajuste. Se usan tanto frenos mecánicos como hidráulicos y se diseñan para moverse libremente.

Los sistemas de dirección son muy variables. Los factores básicos de diseño de los sistemas de dirección son eficiencia, fiabilidad y alineamiento preciso para minimizar el desgaste de neumáticos y pérdida de potencia. La popularidad en EEUU de las carreras de automóviles solares ha llevado a ciertos fabricantes a diseñar neumáticos especiales, lo que ha hecho que haya incrementado la seguridad y las prestaciones.

Las placas solares constan de cientos células fotovoltaicas que convierten la luz solar en electricidad. Los automóviles pueden usar una variedad de tecnologías de células, frecuentemente de silicio policristalino, silicio monocristalino, o arseniuro de galio. Las células se conectan en cadena que luego se conectan entre sí para formar un panel. Estos paneles tienen normalmente voltajes próximos a los nominales de la batería. El propósito principal es tener muchas células en un espacio pequeño. Las células se encapsulan para protegerlas del clima y la rotura.

El diseño de una placa solar es algo más que juntar cadenas de células. La placa solar actúa como una cantidad de pequeñas pilas conectadas en serie. El voltaje producido es la suma de los voltajes de cada pila. El problema es que si una sola célula está en sombra actúa como un diodo, bloqueando la corriente de toda la cadena. Para evitarlo, los diseñadores usan diodos de desvío en paralelo con pequeños segmentos de la cadena, permitiendo que la corriente fluya por fuera de las células inactivas. Otra consideración es que la batería puede forzar una corriente contraria por la placa a menos que haya diodos de bloqueo puestos al final de cada panel.

La potencia producida por la placa solar depende de las condiciones meteorológicas, la posición del sol y la capacidad de la placa. Al mediodía de un día claro, una buena placa puede producir más de 2 kW (2,6 c.v).

Los automóviles solares tienen formas muy especiales y no hay normas establecidas de diseño. Se trata de minimizar la resistencia del aire, maximizar la exposición al sol, minimizar el peso y hacer los vehículos lo más seguro posible.

En los diseños de chasis el propósito es maximizar la rigidez y la seguridad mientras se mantiene el peso lo más bajo posible.

Hay tres tipos de chasis:

- Estructura espacial: aquella que usa tubos soldados que soportan la carrocería de resina.
- Semi-monocasco: aquella que usa las vigas y cabeceras de resina para soportar el peso y está integrado en la parte inferior, con las secciones superiores a menudo unidas a la carrocería.
- Monocasco: aquella que usa la carrocería como una estructura que soporta la carga.

Las resinas compuestas se usan ampliamente en los automóviles solares. La fibra de carbono, el kevlar y la fibra de vidrio son los materiales estructurales más frecuentes, mientras la espuma es el material de relleno. Las resinas epoxy se usan para unir estos



materiales. Las estructuras de fibra de carbono y kevlar son tan fuertes como el acero pero con un peso mucho menor.

Los automóviles solares compiten en carreras (a menudo llamadas rayces) como la “World Solar Challenge” y la “American Solar Challenge” en las que participan gran variedad de equipos.

En estas competencias participan a menudo universidades para mejorar las habilidades de sus estudiantes, aunque también han participado muchos equipos profesionales, incluyendo equipos de General Motors y Honda para dar a sus equipos de diseño experiencia trabajando con fuentes de energía alternativas y materiales avanzados (aunque algunos consideran su participación como un mero ejercicio de relaciones públicas).

Estos eventos suelen estar patrocinadas a menudo por agencias gubernamentales, como el Departamento de Energía de Estados Unidos, que están interesados en promover fuentes de energía renovables y el desarrollo de métodos de propulsión alternativos.

Los automóviles requieren equipos de soporte intensivo iguales a los equipos del mundo profesional del motor. Es en especial el caso del World Solar Challenge en donde las etapas de la carrera atraviesan países muy remotos. Hay otras carreras como Suzuka, Phaethon, y la World Solar Rally.

Optimizar el uso de la energía es de suma importancia en una carrera de automóviles solares. Por tanto, es muy importante monitorizar la velocidad, consumo de energía, energía cargada a través del panel solar, entre otros muchos. Algunos equipos emplean telemetría que automáticamente observa y registra toda la información sobre el automóvil en tiempo real.

La estrategia empleada depende de las reglas y condiciones de la carrera. Estas carreras suelen tener un punto inicial de salida y llegada al que hay que llegar en el menor tiempo posible. Ya que la resistencia del aire aumenta con la velocidad, la energía también aumenta exponencialmente. Por tanto, la mejor estrategia es viajar a velocidad constante. Dada la variedad de condiciones en la carrera y el limitado aporte de energía, los equipos utilizan softwares que ayudan a los equipos a conocer la velocidad a la que debería viajar el automóvil.



## **BIBLIOGRAFÍA**

Para la realización de este trabajo se ha utilizado información obtenida de las siguientes páginas web:

- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- <http://www.aproximate.es/entorno/motor/electrolineras-para-el-coche-del-futuro/>
- <http://www.terra.org>
- [http://www.elpais.com/articulo/sociedad/coche/electrico/pone/pilas/elpepisoc/20080601elpepisoc\\_1/Tes](http://www.elpais.com/articulo/sociedad/coche/electrico/pone/pilas/elpepisoc/20080601elpepisoc_1/Tes)
- <http://www.marcadecoche.com/coche-electrico.html>
- <http://erenovable.com/category/coches-electricos/>