



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
Grado en Ingeniería Mecánica**

**PRINCIPIOS BÁSICOS DEL VEHÍCULO
ELÉCTRICO**

Autor:

Díez González, Patricia

Tutor:

Pérez Barreiro, Cristina

Departamento de Tecnología Electrónica

Valladolid, junio 2019



Resumen

El vehículo eléctrico está cada vez más demandado debido a la toma de conciencia sobre el cambio climático, y a las ventajas que ofrece, como la disminución de las emisiones de gases contaminantes. Pero es una tecnología que se encuentra aún en pleno desarrollo con el fin de aumentar la capacidad de las baterías y por tanto la autonomía, algo clave de estos vehículos ya que le permite competir con el vehículo convencional.

Por eso este trabajo de fin de grado se centra en conocer porqué el vehículo eléctrico surge como alternativa al vehículo convencional, qué impacto genera sobre la sociedad y cuáles serán sus tendencias de futuro. Para ello se deberá conocer algunos de los elementos que componen el vehículo eléctrico, cuáles son las diferencias más notables entre un vehículo eléctrico y uno de combustión, variedad de vehículos eléctricos que existen y qué tipo de baterías le proporcionan autonomía. Además existen una gran variedad de modos de recarga que proporcionaran una determinada potencia y velocidad y que necesitarán unos conectores específicos.

Palabras clave

Vehículo eléctrico, batería, recarga, Impacto, tendencias de futuro.



Universidad de Valladolid

Principios básicos del vehículo eléctrico



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES



Índice

Resumen	1
Palabras clave	1
Índice de figuras.....	5
1. Introducción y objetivos.....	7
2. Historia del vehículo eléctrico	9
3. Componentes del vehículo eléctrico	13
4. Diferencias entre vehículos eléctricos y vehículos de combustión.	17
5. Baterías del coche eléctrico	21
5.1 Concepto de batería	21
5.2 Proceso de carga.....	23
5.3 Problemas de las baterías.....	24
5.4 Tipos de baterías	26
5.4.1 Plomo-ácido.....	26
5.4.2 Níquel Cadmio (Ni-Cd).....	27
5.4.3 Níquel hidruro metálico (Ni-MH)	28
5.4.4 Litio	28
5.4.5 Batería ZEBRA.....	30
5.5 Las baterías del futuro	30
6. Tipos de vehículos eléctricos.....	33
6.1 vehículo eléctrico de la actualidad.....	33
6.1.1 Vehículo eléctrico puro (BEV)	33
6.1.2 Vehículo eléctrico híbrido (HEV).....	34
6.1.3 Vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV)	35
6.1.4 Vehículo eléctrico de autonomía extendida (E-REV)	36
6.2 Vehículo eléctrico del futuro.....	37
6.2.1 Vehículo eléctrico de pila de combustible-hidrogeno (FCEV).....	37
6.2.2 Vehículo eléctrico semihíbrido (MHEV).....	39
6.3. Distintivo de los coches eléctricos DGT	41
7. Recarga del vehículo eléctrico	43
7.1Tipos de recarga	43



7.1.1 Tiempo de recarga.....	43
7.1.2 Cantidad de información intercambiada	44
.....	47
7.2 Conectores	48
7.2.1 Conector Schuko	48
7.2.2 Conector SAE J1772.....	48
7.2.3 Conector Mennekes.....	49
7.2.4 Conector único combinado CCS (Combined Charging System)	49
7.2.5 Conector Scame.....	50
7.2.6 Conector CHAdeMO	50
7.3. Carga del futuro del vehículo eléctrico	51
7.4 Aplicaciones móviles	53
8. Ventajas y desventajas del vehículo eléctrico	55
9. Impacto del vehículo eléctrico	59
9.1 Impacto medioambiental	59
9.2. Impacto energético.....	62
9.3. Impacto económico	63
10. Actualidad y tendencias de futuro	65
11. Conclusiones.....	71
12. Bibliografía.....	73



Índice de figuras

Figura 1: Primer vehículo eléctrico puro [21].....	9
Figura 2: Primer Taxi eléctrico [21].....	9
Figura 3: Primer autobús híbrido Emilio de la Cuadra [21]	10
Figura 4: Primer vehículo en superar los 100 km/h [21]	10
Figura 5: CITY CAR [21].....	11
Figura 6: Motors Experimental Vehicle 1(EV-1).....	11
Figura 7: Esquema eléctrico de carga [21].....	15
Figura 8: Curva de potencia [21].....	18
Figura 9: Tabla Resumen [Realización propia]	19
Figura 10: Batería [2]	21
Figura 11: Distribución de baterías [21]	22
Figura 12: Gráfica de carga [22]	24
Figura 13: Batería Plomo-ácido[22]	26
Figura 14: Batería Níquel Cadmio [19]	27
Figura 15: Batería Ni-MH [22].....	28
Figura 16: Proceso de carga y descarga [22].....	29
Figura 17: Batería Fisker [26].....	31
Figura 18: Renault ZOE.....	33
Figura 19: Ford Mondeo.....	34
Figura 20: Mitsubishi Outlander	35
Figura 21: Chevrolet Volt	36
Figura 22: Relación autonomía-contaminación [Realización propia]	37
Figura 23: Pila electrolítica	38
Figura 24: Hyundai nexo.....	39
Figura 25: Renault Scénic Hybrid Assist	40
Figura 26: Distintivo cero emisiones[10].....	41
Figura 27: Distintivo ECO [10].....	41
Figura 28: Distintivo C [10]	42
Figura 29: Distintivo B [10]	42
Figura 30: MODO 1 [18].....	45
Figura 31: MODO 2 [18].....	45
Figura 32: MODO 3 [18].....	46
Figura 33: MODO 4 [18].....	47
Figura 34: Tipos de recarga [18]	47
Figura 35: Conector shuko [18].....	48
Figura 36: Conector SAE J1772 [18]	48
Figura 37: Conector Mennekes [18]	49
Figura 38: Conector único combinado CCS [18].....	49
Figura 39: Conector Scame [18]	50
Figura 40: Conector CHAdeMO[18].....	50



Figura 41: Carga Inalámbrica [20].....	51
Figura 42: Recarga estática [21].....	52
Figura 43: Recarga dinámica [21].....	52
Figura 44: Mapa de puntos de recarga [19].....	53
Figura 45: Aplicaciones móviles.....	54
Figura 46: Ventajas y desventajas [Realización propia].....	57
Figura 47: Emisiones de CO ₂ de vehículos eléctricos frente a los de combustión [1]	59
Figura 48: WELL TO WHEEL [1]	60
Figura 49: ICEV VS ELECTRIC [1]	61
Figura 50: Cuota de mercado de energía eléctrica [24].....	62
Figura 51: Emisiones de las fuentes de energía [1].....	62
Figura 52: Consumo [Realización propia].....	64
Figura 53: Precio del vehículo eléctrico en 2030 frente al de combustión [20].....	66
Figura 54: Ventas [20]	66
Figura 55: Abastecimiento de energía eólica [24].....	67
Figura 56: Procedencia energética [1]	68
Figura 57: Matriculaciones [14]	69
Figura 58: Mapa de matriculaciones [25]	67



1. Introducción y objetivos

La alta emisión de gases contaminantes y su relación con el aumento de cambio climático, ha provocado que surja una nueva alternativa al motor de combustión, convirtiéndose en uno de los mayores retos de la actualidad en el mundo. Por eso se ha llegado a una serie de acuerdos y planes internacionales, entre los que se encuentran incentivar el consumo de varios tipos de vehículos eléctricos menos contaminantes.

Por tanto, el objetivo de este trabajo de fin de grado (TFG) es poder conocer el funcionamiento de un vehículo eléctrico, qué factores lo condicionan y qué impacto económico, medioambiental y energético produce en la actualidad.

Uno de los mayores condicionantes de este tipo de vehículos son las baterías ya que son las que proporcionan la autonomía, algo decisivo a la hora de adquirir un vehículo de estas características. Además se podrá conocer cuáles son las que lideran el mercado de la automoción, qué inconvenientes presentan y cuáles surgen como alternativa de futuro.

Actualmente hay una gran variedad de modos de recarga del vehículo eléctrico que garantizan unos determinados tiempos de recarga y potencia. Por tanto, para cada uno de estos modos serán necesarios unos determinados conectores que soporten cada tipo de recarga. Todos ellos serán analizados en este trabajo.

Otro de los grandes objetivos en este TFG es valorar las emisiones durante todo el ciclo de vida del vehículo eléctrico (Well to Wheel) y cuestionar si las emisiones son menores que las producidas en los vehículos de motor de combustión.

Todo esto y mucho más se va a analizar a la hora de sacar una serie de conclusiones y estimar las posibles tendencias en un futuro próximo del vehículo eléctrico.



Universidad de Valladolid

Principios básicos del vehículo eléctrico



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

2. Historia del vehículo eléctrico

Existe la idea de que el coche eléctrico es algo innovador del siglo XXI, pero nunca más lejos de la realidad. Los comienzos se remontan al siglo XIX, tras la lenta evolución del vehículo de vapor surgió un gran competidor; el coche eléctrico.

En 1838 Robert Davidson consiguió mover una locomotora a 6 km/h, el primer vehículo eléctrico puro (véase figura 1). Años más tarde, en 1880, aparecerían las primeras baterías de plomo-ácido, algo clave para el desarrollo de este tipo de vehículos, como veremos en el capítulo 5.



Figura 1: Primer vehículo eléctrico puro

Aprovechando el auge del vehículo eléctrico, en 1897 tuvo lugar la aparición del primer taxi eléctrico en Nueva York, al mando de "Electric Vehicle Company" (véase figura 2).



Figura 2: Primer Taxi eléctrico

Tan solo dos años más tarde y tras la incipiente popularidad de este invento, surgiría en 1898 el primer autobús híbrido Emilio de la Cuadra (véase figura 3).

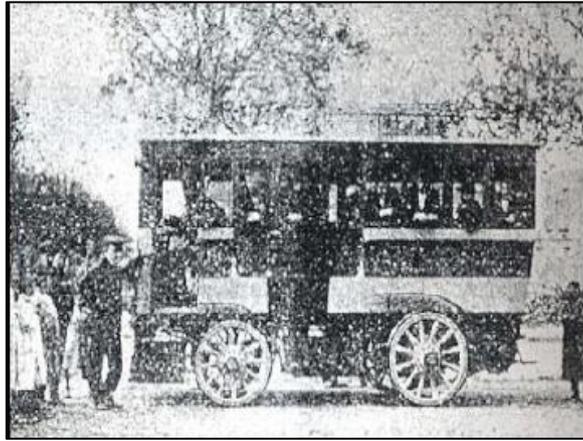


Figura 3: Primer autobús híbrido Emilio de la Cuadra

Dos años después, en 1899 el vehículo eléctrico superaría más de 100km/h pilotado por Camille Jenatzy el 29 de abril de 1899 (véase figura 4).



Figura 4: Primer vehículo en superar los 100 km/h

lo que le permitiría remontar al motor de gasolina por su simplicidad, fiabilidad, ausencia de embrague, baja contaminación acústica, alta velocidad y autonomía para aquella época.

Aprovechando este fuerte crecimiento, en 1907 se comenzaron a producir vehículos con baterías de plomo-ácido recargables, pero poco tiempo después, y sorprendentemente, el vehículo eléctrico empezaría su declive

tras la invención de la producción máxima de Henry Ford, la nueva apertura de carreteras y la popularización de la gasolina, que ayudó al motor de gasolina a alcanzar mayores velocidades y a desempeñar un papel crucial durante la primera guerra mundial.

En 1920 llegaría el fin inesperado del vehículo eléctrico, quedando algún resquicio de él en carretillas y elevadores etc....

Pero en los años 60-70, tras una crisis del petróleo, el sector eléctrico supo aprovechar la oportunidad y aparecieron algunos coches eléctricos como el CityCar (véase figura 5) de Sebring-Vanguard o el Elcar.



Figura 5: CITY CAR

El vehículo eléctrico aprovechó esa debilidad y en 1990 General Motors presentó el Impact en el Salón de Los Ángeles, siendo el precursor del General Motors Experimental Vehicle 1(EV-1) que surgiría tan solo 6 años después, lo cual marcaría un punto de inflexión en el mundo del vehículo eléctrico (véase figura 6).



Figura 6: Motors Experimental Vehicle 1(EV-1)



Tras la lenta evolución del coche eléctrico, a partir de 1997 empezaron a aparecer algunos nuevos vehículos, entre ellos los híbridos como Chevrolet S10, Solectria Geo Metro, Ford Ecostar, o Ford Ranger, logrando una gran autonomía y cero emisiones.

Aun así, la continua popularización del motor de combustión y el alto precio del coche eléctrico, hacían que el motor de gasolina fuera en cabeza en el mercado de la automoción.

Tras la llegada del siglo XXI, la futura escasez del oro negro y la búsqueda de nuevas alternativas para reducir los niveles de contaminación, han provocado que el vehículo eléctrico juegue un papel importante dentro del sector de la automoción, y las predicciones de futuro es que será un duro competidor del coche convencional.



3. Componentes del vehículo eléctrico

Tras conocer como ha sido la evolución durante la historia del vehículo eléctrico, se expondrán en este capítulo algunos de los componentes que hacen más segura y eficaz la conducción en este tipo de vehículos.

La transmisión de los coches eléctricos

La transmisión se compone del motor eléctrico, diferencial, embrague y caja de cambios, que en el caso de vehículos eléctricos puros, éstos dos últimos elementos quedan descartados.

La transmisión de este tipo de vehículos a diferencia de los de combustión tiene una marcha y no 5. Esto es debido a la limitación que ofrece la combustión, ya que las velocidades solo se multiplican hasta 36 veces (5-180) y la revoluciones hasta 6 (1000-6000).

Sin embargo, el coche eléctrico tiene un mayor rango de revoluciones y por tanto una mayor adaptabilidad a la hora de aumentar la velocidad, por eso no le hacen falta las marchas, que es lo que ayuda al vehículo adecuarse a los distintos cambios de velocidad.

Los coches eléctricos alcanzan mayores revoluciones, suben y bajan de éstas con mayor adaptabilidad y rapidez, no necesitan que el sistema de transmisión invierta el movimiento, simplemente necesitan un inversor de corriente.

Sistema de frenado regenerativo

Un freno regenerativo es un dispositivo que aprovecha parte de la energía cinética de la frenada, transformándola en eléctrica.

Es necesario conocer los antecedentes del sistema de frenado de los vehículos de combustión, que consiste en transformar una parte de la energía cinética en energía térmica durante el proceso de frenado, por lo tanto habrá un parte de energía que se pierde. Sin embargo, el coche eléctrico lo que hace es aprovechar dicha energía de frenada, para cargar las baterías,

Por este motivo el sistema de frenado de los coches eléctricos, es un sistema de frenado regenerativo.



ECU (Engine Control Unit)

Es la unidad de control electrónico que regula el motor y supervisa operaciones del vehículo, trabajando en conjunto con el sensor, que avisa a la unidad central en forma de parámetro electrónico y ésta manda la orden a los actuadores transformando esta orden en mecánica.

Sistemas auxiliares

Su función es proporcionar la energía necesaria en el arranque logrando el correcto funcionamiento de algunos elementos eléctricos. El sistema de aire acondicionado, que funciona de forma eléctrica y no mecánica como en los vehículos de combustión, el sistema de calefacción, la bomba de agua y la bomba de vacío son algunos de los elementos que componen los sistemas auxiliares.

Inversor

Es un dispositivo electrónico cuya función es transformar corriente continua en alterna, proporcionando al motor eléctrico la energía almacenada en las baterías, haciendo las conversiones necesarias para adaptarla en cuanto a la tensión y longitud de onda. Pero otra de sus funciones es recuperar la energía almacenada durante el proceso de frenado y devolver ésta a las baterías.

El cargador o conector

Es el elemento que absorbe energía de la red eléctrica y se la proporciona al vehículo de forma adecuada, transformando la corriente alterna en continua para cargar las baterías (véase capítulo 7), y se clasificarán según el modo de recarga que son capaces de soportar.

Convertor DC-DC

Es un dispositivo que transforma la tensión en corriente continua, reduciéndola hasta 12 V y que alimenta los sistemas auxiliares del vehículo eléctrico.

Batería

Es el elemento que almacena la energía mediante reacciones electroquímicas y que alimentará más tarde el motor para su correcto funcionamiento.

Según la capacidad de almacenamiento, la batería será de mayor o menor tamaño y se compondrá de unos determinados materiales, que aportarán unas series de características determinantes para cada tipo de vehículo. Como veremos en el capítulo 5, las baterías más comunes en los vehículos eléctricos son las de ion-litio.

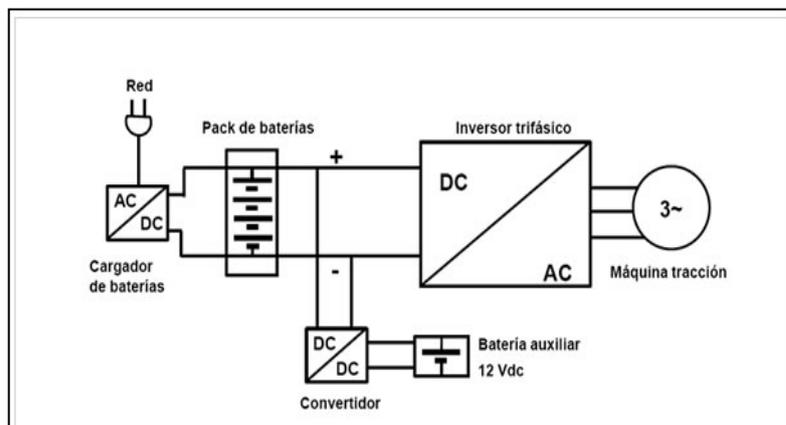


Figura 7: Esquema eléctrico de carga

En la Figura 7 se puede ver el esquema eléctrico durante el proceso de recarga, en la que intervienen algunos de los elementos mencionados anteriormente.



Universidad de Valladolid

Principios básicos del vehículo eléctrico



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES



4. Diferencias entre vehículos eléctricos y vehículos de combustión.

Una vez expuestos algunos de los elementos que componen el vehículo eléctrico y como intervienen en el funcionamiento de éste, se verá en este capítulo las principales diferencias entre un vehículo eléctrico y uno de combustión, con el fin de comprender por qué el vehículo eléctrico surge como alternativa al motor convencional.

Emisiones de CO₂

La primera y gran diferencia es la emisión de gases contaminantes que en caso de los vehículos eléctricos es menor, debido a una disminución de la intervención del motor térmico durante su funcionamiento, y que dependiendo del tipo de vehículo eléctrico tendrá un mayor o menor protagonismo como se verá en el capítulo 6.

Eficiencia

El rendimiento energético durante la conducción, es el cociente entre la energía producida y la suministrada.

Una de las grandes diferencias entre estos motores es la eficiencia, 25 % en los motores térmicos frente al 90 % de los eléctricos, esto se debe a la ausencia de engranajes y a un menor número de pérdidas en forma de calor.

Costes de mantenimiento

Los costes de mantenimiento del vehículo eléctrico llegan incluso a verse reducidos un 50 %, debido a la simplicidad del sistema de propulsión como la ausencia de correas de distribución, de circuitos de aceite y de refrigeración, incluso sin embrague que se pueda desgastar.

Vida útil

La simplicidad de la maquinaria y por tanto un menor número de elementos expuestos a la fricción y desgaste, hará que el vehículo eléctrico sufra menos averías alargando su vida útil respecto al vehículo de combustión.

Desembolso inicial

El precio inicial de los vehículos eléctricos respecto al convencional se ve incrementado por el alto precio de las baterías y al ser una tecnología aún en desarrollo. Por no hablar del precio que supondría instalar un punto de recarga en el propio domicilio.

Autonomía

Actualmente otra de las grandes diferencias recae sobre las baterías que son las que proporcionan autonomía al vehículo eléctrico. Las baterías que hay actualmente en el mercado no son capaces de competir y ofrecer la misma autonomía que el vehículo de combustión, por eso se trabaja por mejorar éste gran condicionante, un claro ejemplo de ello son las baterías de estado sólido que veremos en el apartado 5.5.

Peso del vehículo

Pese al alto peso de las baterías, el peso de los vehículos eléctricos en general suele ser menor debido a que el número de piezas que le componen se ve reducido hasta en un 60 %, a pesar de que algunos necesitan el apoyo del motor de combustión.

Curva de potencia

Los motores eléctricos se caracterizan por tener una curva de potencia casi ideal en tracción, por lo que proporcionan una potencia constante y esto les permite llegar al máximo par a baja velocidad, y al par mínimo a altas revoluciones. Por lo tanto el vehículo puede arrancar a 0 rpm al par máximo logrando una velocidad máxima en poco tiempo (véase figura 8).

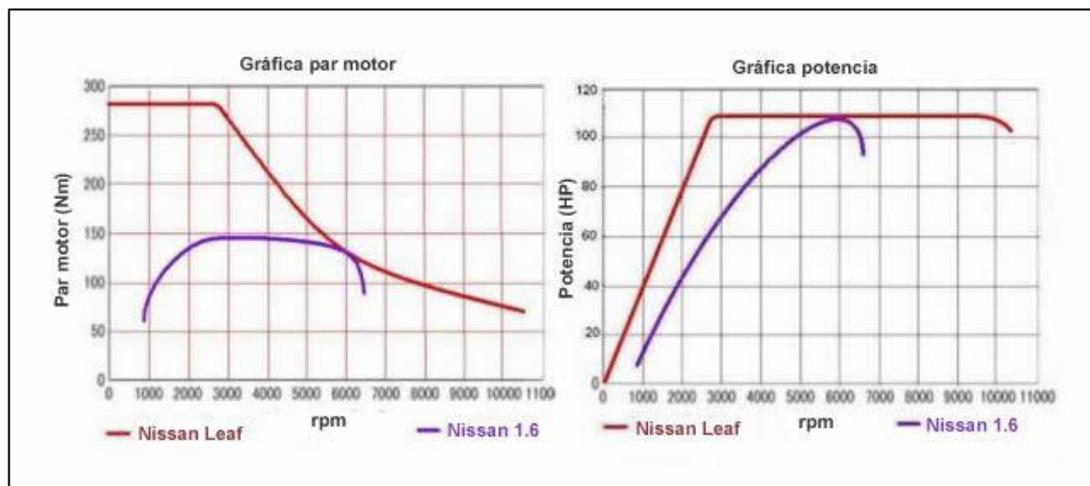


Figura 8: Curva de potencia



	COMBUSTIÓN	ELÉCTRICO
CONTAMINACIÓN	ALTA	BAJA
EFICIENCIA	BAJA	ALTA
COSTE DE MANTENIMIENTO	ALTO	BAJO
VIDA ÚTIL	MEDIA	ALTA
COSTE DE CONSUMO	MEDIO	BAJO
INVERSIÓN INICIAL	MEDIA	ALTA
PESO	ALTO	MEDIO
AUTONOMÍA	ALTA	BAJA
AHORROS FISCALES	BAJA	ALTA

Figura 9: Tabla Resumen

En la Figura 9 se puede ver un cuadro resumen de cada una de las diferencias que hay entre el vehículo eléctrico y el vehículo de combustión.



Universidad de Valladolid

Principios básicos del vehículo eléctrico



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

5. Baterías del coche eléctrico

Como se ha visto en el capítulo anterior algo que marca la diferencia a la hora de elegir un vehículo eléctrico es su autonomía, que viene proporcionada por las baterías. Por tanto, en este capítulo se dará a conocer el concepto de batería (funcionamiento y fases de carga), qué tipo de baterías hay en la actualidad, qué inconvenientes presentan y cuáles son las alternativas de futuro.

5.1 Concepto de batería

Una batería recargable es un dispositivo que almacena energía eléctrica obtenida de reacciones químicas de oxidación/reducción reversibles, compuesta de 2 electrodos (negativo o ánodo, positivo o cátodo), un electrolito y un separador (véase figura 10):

Electrodo positivo

Es un óxido que se reduce durante el proceso de descarga, y cuyos materiales están en estado sólido.

Electrodo negativo

Es un metal o una aleación que se oxida durante el proceso de descarga, y cuyos materiales están también en estado sólido.

Electrolito

El electrolito es un material que permite la conducción iónica entre el ánodo y el cátodo, y puede ser líquido, gel o sólido y ácido o alcalino.

Separador

Es una capa de material aislante eléctrico, que tiene por misión separar físicamente el electrodo, almacenar e inmovilizar el electrolito. Normalmente se fabrican de polímeros sintéticos.

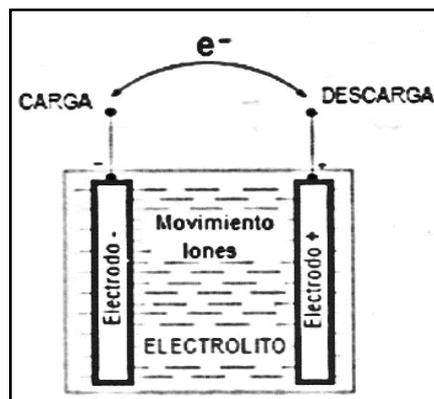


Figura 10: Batería

La energía almacenada puede proceder de la red eléctrica, de un motor térmico o de la energía aprovechada durante la frenada.

El proceso de carga y descarga de las baterías tiene lugar mediante una reacción química, en la que los electrones fluyen de un electrodo a otro, a través de un circuito exterior mediante terminales.

Las prestaciones de una batería van a depender en gran medida de las características que tengan las celdas o elementos utilizados para su fabricación. Una celda es la combinación de varios conjuntos electrodo-electrolito.

Hay dos formas de diseñar una batería: Una batería con muchas celdas de pequeño tamaño y poca capacidad o una batería con pocas celdas de gran tamaño y mucha capacidad. Las celdas se unirán en serie o en paralelo, para conseguir un voltaje y una capacidad de almacenamiento determinados (véase figura 11).

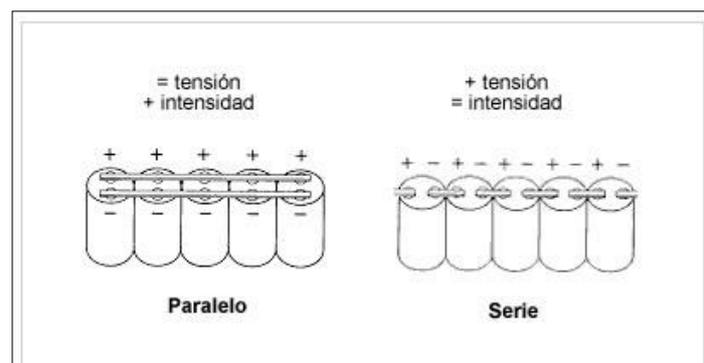


Figura 11: Distribución de baterías

Uno de los grandes hándicaps de los vehículos eléctricos es su autonomía y ésta está claramente ligada a la capacidad de almacenamiento de las baterías, además el precio de mercado, la velocidad, duración y tiempo de recarga, son también condicionantes.

Por tanto la evolución y mejora del coche eléctrico se centra en aumentar la capacidad de las baterías, con un menor tamaño, materiales mas resistentes y a un precio menor que permita abaratar el precio del vehículo eléctrico.



5.2 Proceso de carga

Teniendo claro el concepto de batería y como funciona, se expondrán cada una de las fases que forman parte del proceso de recarga (véase figura 12).

1. Etapa Bulk

En la primera etapa la batería quedará cargada entre un 80 % y un 90 % y se le suministrará corriente a la batería alcanzando la intensidad máxima y constante, aumentando la tensión rápidamente hasta los 12,6 V.

A partir de esta primera etapa, la intensidad de corriente empieza a disminuir a medida que aumenta la tensión, alcanzando desde 14,4 V hasta 14,8 V. En esta etapa el regulador de carga juega un papel importante para que la batería no se sobrecargue.

2. Etapa de Absorción

En esta segunda etapa la intensidad de carga disminuye al mínimo, hasta que la batería se encuentra al 100 % de su capacidad. La tensión alcanza su nivel máximo llamado límite de absorción. Esta fase tiene como objetivo lograr la estabilidad del electrolito tras una descarga profunda. Cuanto mayor haya sido la descarga más durara esta etapa.

3. Etapa de Flotación

Es el último proceso de carga, en el que el regulador proporciona la corriente necesaria para compensar la autodescarga y para que permanezca al 100 % de su capacidad, es decir consiste en un mantenimiento de la carga.

4. Etapa de Ecuilización

Es conocida como fase de gaseo, porque tiene como finalidad el ascenso del gas dentro del ácido (electrolito) para lograr una homogeneidad dentro de la disolución, y conseguir una densidad constante dentro del electrolito, logrando que todas las celdas tengan el mismo voltaje y evitando la sulfatación (véase apartado 5.3).

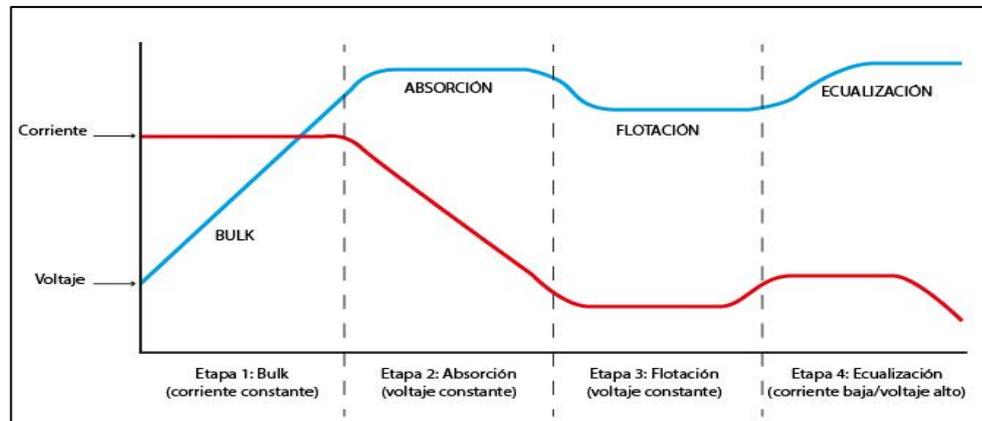


Figura 12: Gráfica de carga

5.3 Problemas de las baterías

El buen estado de las baterías es algo indispensable para el correcto funcionamiento, por eso ver los posibles fallos que pueden sufrir puede ayudar a prevenirlos.

Conexiones defectuosas

A veces los tornillos o pernos se aflojan evitando una correcta conexión y provocando por tanto, que el vehículo no encienda, por lo que es aconsejable revisar el buen estado de cada una de las conexiones.

Corrosión

Los dos puertos, tanto el positivo como el negativo pueden sufrir corrosión debilitando la conexión. La corrosión puede actuar de aislante entre metal y metal, evitando así el paso de corriente.

Desuso

Si el vehículo permanece parado durante un largo periodo de tiempo la batería pierde energía dejando de arrancar el motor. Mientras el vehículo esté en funcionamiento, el alternador se encargará de cargar las baterías.

Efecto memoria

Es la reducción de la capacidad de las baterías por cargas incompletas, produciendo una cristalización debido a una reacción química generada



durante el calentamiento de las baterías. Las de níquel cadmio y níquel hidruro metálico son las más afectadas por esto.

Sulfatación

Se da durante el proceso de descarga de una batería. Esta reacción genera energía en forma de corriente eléctrica, transformando la composición química del ácido que está en contacto con las placas de plomo, formando un residuo sólido (sulfato de plomo). Se da sobre todo en baterías de plomo-ácido.

5.4 Tipos de baterías

En este apartado se expondrán los tipos de baterías que hay en la actualidad, que materiales las componen y que ventajas e inconvenientes presentan.

5.4.1 Plomo-ácido

Es una batería húmeda, usada principalmente en los vehículos híbridos. Está compuesta por un depósito de ácido sulfúrico y dentro de éste se encuentran un conjunto de placas de plomo, ordenadas según sea su polaridad (véase figura 13).

La placa positiva está recubierta de dióxido de plomo (PbO_2) y la negativa de plomo esponjoso.

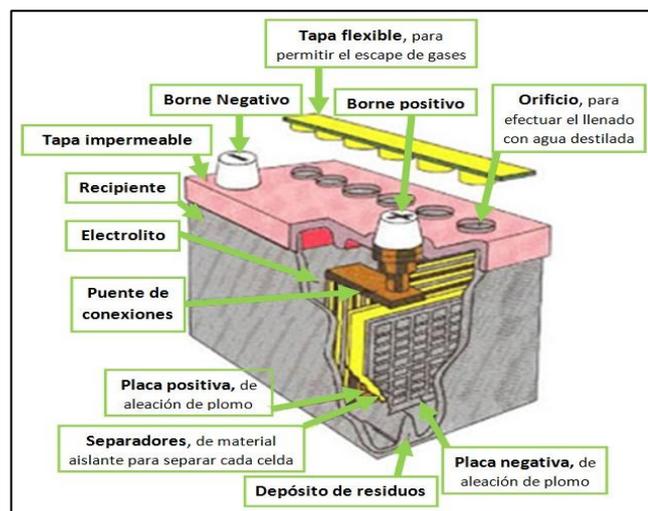


Figura 13: Batería Plomo-ácido

Son las baterías que más tiempo llevan en el mercado, a pesar de su gran peso y tamaño. Además su capacidad de almacenamiento y su autonomía son realmente bajas. Existe peligro de desprender H_2 al recombinarse internamente y no tiene un funcionamiento óptimo a bajas temperaturas. Pero en contraposición, tiene un precio asequible de mercado, una larga vida útil, un bajo efecto memoria y un menor impacto de medioambiental. Estas baterías no requieren de un mantenimiento continuo. Además, los procesos de carga y descarga son rápidos.

Baterías de Plomo AGM

Son una variación de las baterías de plomo-ácido en las que el electrolito está empapado en una matriz de fibra de vidrio. Al ser baterías selladas tienen la ventaja de no desprender H_2 al recombinarse internamente.

Baterías de Plomo GEL

Son una variación de las baterías de plomo-ácido en las que el electrolito se encuentra en forma de gel. Al ser baterías selladas tiene la ventaja de no desprenden H_2 al recombinarse internamente. Estas baterías tienen un buen funcionamiento a bajas temperaturas.

5.4.2 Níquel Cadmio (Ni-Cd)

Están compuestas por un cátodo de hidróxido de níquel, un ánodo de cadmio y un electrolito de hidróxido potásico (véase figura 14).

Una de las ventajas de este tipo de baterías es su mayor capacidad frente a las de plomo, proporcionando una mayor autonomía, un tiempo de vida útil mayor y una resistencia interna baja, lo que les permite sobrecargarse sin sufrir daños.

Pero sin embargo, el peso y tamaño de estas baterías es elevado, los tiempos de carga y descarga son lentos y tienen un alto efecto memoria.

Es necesario un continuo mantenimiento, tienen un elevado precio de mercado y debido a su alta toxicidad, están prohibidas en la Unión Europea.

Por eso la mejor opción para sustituir a estas baterías son las de níquel hidruro metálico.

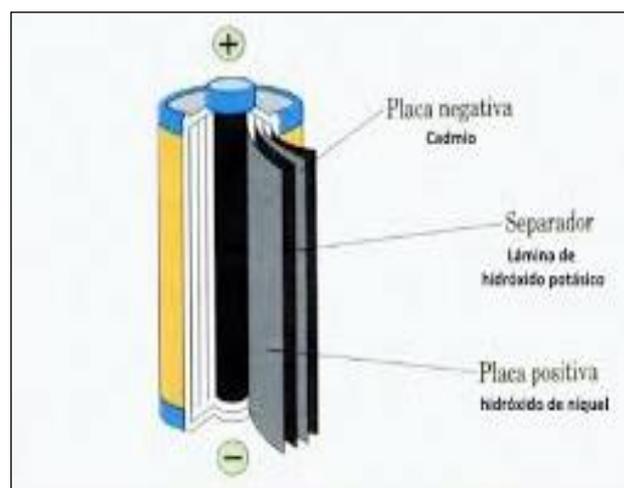


Figura 14: Batería Níquel Cadmio

5.4.3 Níquel hidruro metálico (Ni-MH)

La principal diferencia con las de Ni-Cd es que el electrodo negativo de las de Ni-MH utiliza hidrógeno, absorbido por un metal hidruro sin necesidad de cadmio, que es tan contaminante. El electrodo positivo es un hidróxido de níquel, similar al utilizado en las de Ni-Cd.

El proceso de absorción de hidrogeno se da gracias a que ciertas aleaciones metálicas, en unas determinadas condiciones de presión y temperatura que absorben partículas del gas hidrogeno para formar metales hidruros.

En cuanto a las ventajas de este tipo de baterías, se puede decir que tienen mayor potencia que las Ni-Cd, una mayor vida útil, una mayor capacidad con la misma relación peso-volumen y un menor efecto memoria. Pero estas baterías tienen un bajo rendimiento.

Este tipo de baterías lideran junto a las de Ion litio el mercado de las baterías recargables, sobretodo en aplicaciones automovilísticas (véase figura 15).



Figura 15: Batería Ni-MH

5.4.4 Litio

Las baterías de Litio (Ion o Polímero), son las baterías más caras pero son las que más ventajas ofrecen. Una de ellas es una mayor capacidad y por tanto una mayor autonomía a un tamaño más reducido. Son utilizadas generalmente en ordenadores móviles y mp3 etc. Apenas necesitan mantenimiento y son las que menor efecto memoria tienen. Se caracterizan por una larga vida útil y ser reciclables hasta casi el 90%.

Pero estas baterías al tener una resistencia interna mayor, no permiten ser sobrecargadas ni alcanzar altas temperaturas debido a su alta capacidad de combustión.

Ion litio

Está compuesta de dos electrodos de metal inmersos en un electrolito líquido. En este tipo de baterías el electrodo negativo es de litio intercalado con carbono en forma de grafito. Mientras que el electrodo positivo es óxido de litio y el electrolito es líquido de sal de litio, en un solvente orgánico que proporciona iones.

Durante el proceso de descarga los iones de litio se liberan del electrodo negativo y a través del electrolito alcanzan el electrodo positivo, donde se adhieren al material compuesto de litio. Esto produce una diferencia de potencial, haciendo mover a los electrones y generando energía.

En el proceso de carga se invierte la polaridad del proceso y los iones de litio van del electrodo positivo al negativo (véase figura 16).

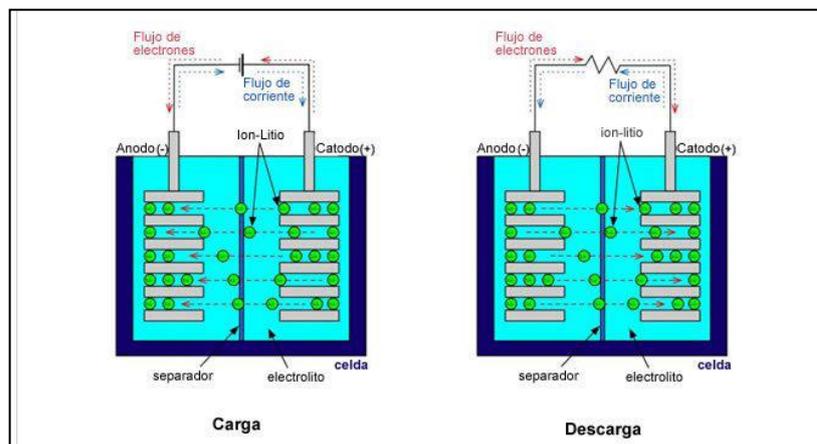


Figura 16: Proceso de carga y descarga

Actualmente es una de las baterías más solicitadas en los vehículos eléctricos y dispositivos electrónicos gracias a su alta capacidad, su pequeño tamaño, su ausencia de mantenimiento y a que su tratamiento residual es más favorable para el medio ambiente.

Pero una de las grandes desventajas es el alto coste actual de estas baterías así como el problema de sobrecalentamiento y la alta fragilidad. Además el litio líquido se va solidificando formando dendritas (un cristal metálico producido por solidificación y que se caracteriza por una estructura con forma de árbol con ramas), provocando una reducción de las prestaciones de la batería.



Batería de polímero de litio (LI-PO)

Las baterías de polímero de litio (LI-PO) son las baterías de litio de nueva generación, cuyos electrodos suelen ser de óxido de polietileno.

El electrolito sigue siendo de sal de litio, pero esta vez es una especie de gel que evita el derrame y las hace más seguras.

El funcionamiento es similar a la de ion de litio pero éstas tienen una mayor densidad de energía, una mayor potencia y poseen un menor peso. Son las baterías más eficientes dentro del grupo de las baterías de litio, a la vez que seguras y flexibles ya que el litio se intercala con el electrodo de carbón.

Al estar en forma iónica es menos reactiva que el litio metal pero son más inflamables, el ciclo de vida es más corto y tienen una tasa de descarga inferior a las de ion litio.

5.4.5 Batería ZEBRA

Son también conocidas como las de sal fundida debido a su electrolito. Trabajan hasta temperaturas de 250 C° por lo que necesitan estar bien aisladas del resto de componentes del vehículo.

Funcionan mal a bajas temperaturas, tienen como electrolito cloro aluminato de sodio triturado y éste si se encuentra tiempo en desuso tiende a solidificarse. Por lo tanto, necesitan ser enchufadas para que alcancen la temperatura necesaria. Tienen menos potencia que las de Ion y son de gran tamaño y robustez.

De todas las baterías vistas hasta ahora, éstas son las que más vida útil tienen y son altamente reciclables.

5.5 Las baterías del futuro

Un sector de la automoción se centra en el estudio de nuevas baterías para buscar una solución a los problemas de combustión de las baterías de ion, así como aumentar la capacidad de las mismas.

Baterías de estado sólido

Se estima que las baterías en estado sólido en 2025 sustituirán a las actuales líderes, las de ion litio, ya que surgen para lograr una mayor durabilidad, estabilidad y capacidad.

Las baterías de estado sólido no son más que una evolución de las baterías de ion litio en la que su electrolito llamado Grafeno se encuentra en estado sólido. El Grafeno es un material compuesto de carbono puro similar al grafito y no tiene problemas de las altas y bajas temperaturas. Poseen una mayor velocidad de carga, alta potencia y velocidad de carga. Además su capacidad es mayor que las de ion litio y por lo tanto su autonomía también. Se reduciría también el coste ya que estas baterías permiten su fabricación en serie.

Actualmente Toyota y Dyson, Panasonic, Fisker y Tesla trabajan en la evolución de este tipo de baterías. La marca Fisker ha patentado unas baterías en estado sólido flexibles que podrían ser cargadas en 1 minuto, ofrecerían una autonomía de hasta 800 km, y almacenarían 2,5 veces más energía que las de ion-litio.

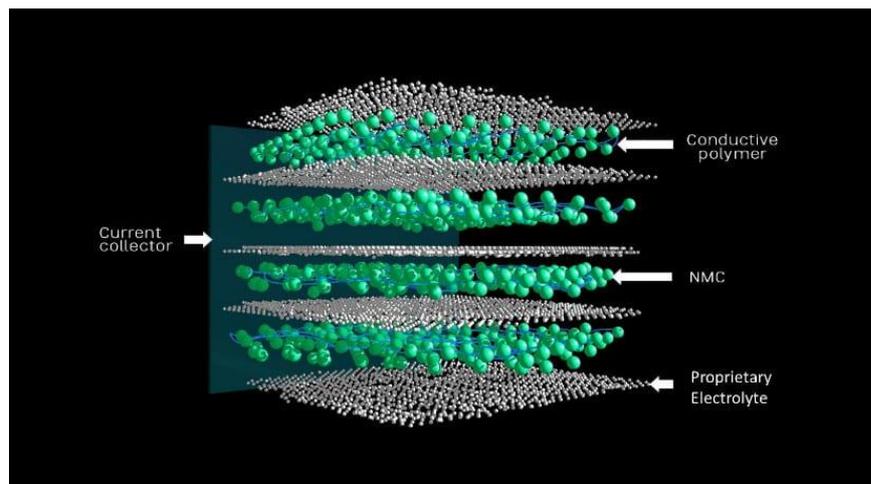


Figura 17: Batería Fisker

En la figura 17 se puede apreciar la estructura interna de una batería de estado sólido.



Universidad de Valladolid

Principios básicos del vehículo eléctrico



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

6. Tipos de vehículos eléctricos

Una vez visto los tipos de baterías que proporcionan autonomía al vehículo eléctrico, en este capítulo se dará a conocer los tipos de vehículos eléctricos que hay actualmente en el mercado y cuál es la tendencia de futuro de éstos

6.1 Vehículo eléctrico de la actualidad

6.1.1 Vehículo eléctrico puro (BEV)

Son vehículos 100 % eléctricos son propulsados solo por un motor eléctrico y con ausencia de cualquier tipo de combustible. Se alimentan de la energía eléctrica acumulada en baterías, que son recargadas enchufando el vehículo a la red eléctrica o aprovechando la energía de la frenada. El sistema de frenado regenerativo les permite aprovechar la energía de frenado y les hace más eficientes. Además destacar su bajo consumo, nula emisión de gases contaminantes. No emiten apenas algún tipo de ruido o vibración y su mantenimiento durante su vida útil es menor que en los vehículos de motor térmico.

Pero no todo son ventajas, uno de los grandes problemas de dichos vehículos son las baterías que proporcionan una baja autonomía, así como su alto coste y peso. Por eso, estos vehículos son útiles para cortas distancias

Un ejemplo de este tipo es el *Renault Zoe* (véase figura 18).



Figura 18: Renault ZOE

6.1.2 Vehículo eléctrico híbrido (HEV)

Estos vehículos, a diferencia de los BEV, se caracterizan por tener dos motores, uno de combustión interna y otro eléctrico, que reduce el consumo de combustible y emisiones excesivas. El uso de dos motores aumenta el peso del vehículo eléctrico.

Estos dos tipos de motores tienen la peculiaridad de ser capaces de funcionar conjuntamente o únicamente de modo eléctrico gracias a las baterías. Si el sistema de baterías tiene suficiente energía almacenada, el motor eléctrico será el encargado de mover el vehículo. En el momento en el que las baterías se descargan hasta un mínimo, empieza a funcionar el motor de combustión, hasta que las baterías vuelvan a tener la suficiente energía. La misión de esta dualidad es disminuir las emisiones de CO₂ respecto a un vehículo convencional. La mayor parte del trabajo se lo lleva el motor de combustión, lo que hace que la complejidad de este tipo de vehículos sea mayor y por tanto aumente su precio de mercado.

Las baterías que alimentan al motor eléctrico son de poca capacidad comparadas con las del BEV, ya que solo almacenan la energía que procede del motor de combustión, de frenadas, retenciones o aceleraciones, y no de la energía de la red eléctrica.

Este tipo de vehículos reúne las mismas ventajas que el BEV, pero además la autonomía es mayor y les permite recorrer largas distancias debido a la aportación del motor de combustión. Otra de las grandes ventajas es que no necesita de un punto de recarga y por tanto no es necesario permanecer estáticos durante un largo tiempo, para ello. Pero el hecho de necesitar un motor de combustión, hace que aumenten las emisiones de CO₂ frente a los BEV.

Un ejemplo de este tipo de vehículos es el *Ford Mondeo* (véase figura 19)



Figura 19: Ford Mondeo

6.1.3 Vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV)

Al igual que VEH dispone de dos motores uno eléctrico y otro de gasolina o Diesel, pero la diferencia radica en las baterías: en este tipo de vehículos necesitan ser cargadas a la red eléctrica. Estas baterías aumentan el precio de estos vehículos, pero les permite reducir el nivel de contaminación en comparación con VEH, ya que en este tipo de vehículos el tiempo de uso del motor eléctrico durante la conducción es mayor, debido a una mayor capacidad de estas baterías.

El motor eléctrico tiene un mayor protagonismo en la conducción que en HEV, ya que la capacidad de almacenamiento de sus baterías es mayor, y por tanto proporciona una mayor autonomía. Los dos motores pueden funcionar independiente o conjuntamente, pero la autonomía ligada al motor eléctrico sigue siendo un hándicap y por tanto la máxima potencia recae sobre el motor de combustión.

Todo esto les permite circular cortas y largas distancias con una disminución de emisiones de CO₂. Por tanto, al ser más ecológicos disponen de etiqueta cero emisiones de la DGT al igual que los 100 % eléctricos y tienen acceso a una serie de ventajas que aportan estas etiquetas, como por ejemplo acceder a zonas restringidas a la circulación y entrar en las ciudades cuando están activos los protocolos anticontaminación .

Un ejemplo de este tipo de vehículos es el *Mitsubishi Outlander* (véase figura 20)



Figura 20: Mitsubishi Outlander

6.1.4 Vehículo eléctrico de autonomía extendida (E-REV)

Es una especie de combinación del híbrido y el 100 % eléctrico, está compuesto de un motor eléctrico y uno de combustión.

El motor eléctrico es el que desempeña el papel más importante, es el encargado de mover el vehículo y generar la tracción. A diferencia de los híbridos, las baterías que alimentan ese motor se recargan de la red eléctrica y cuando éstas se han descargado el motor de combustión a través de un generador las recarga, añadiendo una autonomía extra. La capacidad de las baterías de este tipo de vehículos es mayor que la del híbrido enchufable, ofreciendo una autonomía de hasta 240 km, más 200 km adicionales del motor de apoyo.

El motor de combustión no actúa directamente sobre las ruedas sino que lo hace sobre un generador, que recarga las baterías cuando la energía obtenida de la red eléctrica se encuentre bajo mínimos.

Esta complejidad en cuanto a su funcionamiento hace escasa su venta en el mercado, ya que se encuentran actualmente en pleno desarrollo y por este motivo no están capacitados para competir en prestaciones con el resto de vehículos.

Un ejemplo de este tipo de vehículos es el Chevrolet Volt (véase figura 21).



Figura 21: Chevrolet Volt

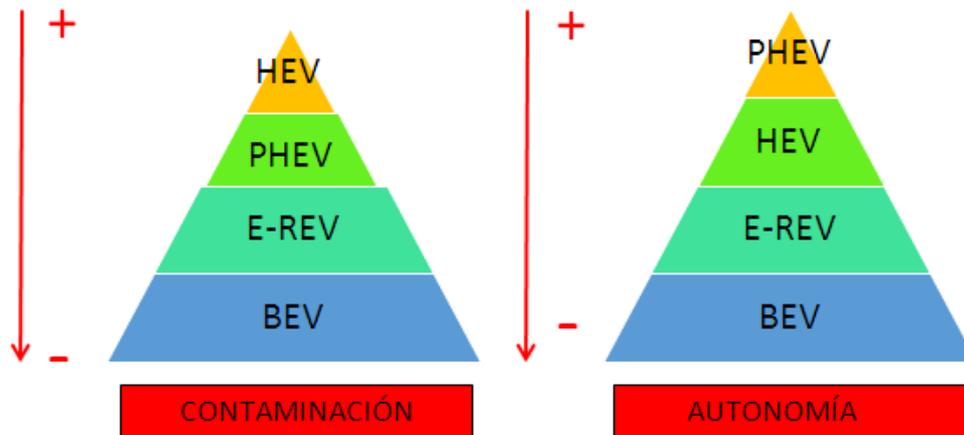


Figura 22: Relación autonomía-contaminación

Como podemos observar el nivel de contaminación es directamente proporcional al nivel de autonomía, esto es debido a que actualmente la autonomía que proporcionan las baterías es escasa, y por lo tanto cuanto mayor autonomía se quiera proporcionar, mayor implicación de un motor de combustión tiene que haber y por tanto mayores serán estas emisiones de CO₂ (véase figura 22).

6.2 Vehículo eléctrico del futuro

Como se acaba de ver el gran problema que poseen los vehículos eléctricos de la actualidad, es la baja autonomía que ofrecen respecto al vehículo convencional. Esto no les permite reducir las emisiones de CO₂ al 100 % porque es necesario el apoyo del motor de combustión. Por eso surgen alternativas, para buscar una solución a este inconveniente.

6.2.1 Vehículo eléctrico de pila de combustible-hidrogeno (FCEV)

Su funcionamiento es similar E-REV pero con la usencia del motor térmico, que es sustituido por la pila de combustible de hidrogeno y tanques de hidrogeno cilíndricos de fibra de carbono para soportar las altas presiones.

Como cualquier pila electrolítica, constará de un ánodo donde se oxida el hidrogeno, un cátodo donde se reduce el oxígeno y un electrolito.

Los electrones viajan al cátodo a través de un circuito externo, mientras que los protones lo hacen a través del electrolito (véase figura 23).

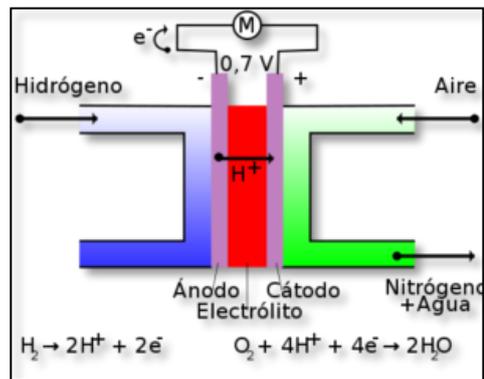


Figura 23: Pila electrolítica

Este vehículo se caracteriza por usar como combustible el hidrógeno. El proceso de generación de energía eléctrica se puede dar de dos maneras. El primer método es mediante combustión, de modo que el hidrógeno se quema en un motor de combustión, pero este método está muy poco extendido.

El segundo método es mediante conversión, siendo éste un proceso electroquímico en que el hidrógeno almacenado en tanques es mezclado con oxígeno dentro de la pila de combustible, produciendo energía eléctrica y agua. La energía eléctrica producida se almacena en las baterías, alimentando al motor, produciendo vapor y nitrógeno sobrantes, que son expulsados logrando cero emisiones de CO_2

El hidrógeno es un combustible pero no es una fuente de energía, no podemos encontrar hidrógeno en la naturaleza como tal. Necesitamos de alguna fuente de energía y de su posterior transformación como el proceso de electrolisis del agua, lo que encarece el precio del vehículo en sí.

Actualmente el hidrógeno que se utiliza procede de carbón, y ésta es altamente contaminante por tanto, aunque el coche eléctrico de combustible no emita emisiones, la obtención de hidrógeno sí lo hace.

La gran ventaja de este tipo de vehículos es que ofrecen una alta autonomía hasta 600 km y sin contaminación alguna durante su funcionamiento, pero su rendimiento energético es de 50 %, mucho menor que el de un vehículo

eléctrico puro, que es de casi 100 %. Además son actualmente más caros que el resto de vehículos y suelen ser de gran tamaño y peso, ya que los tanques de hidrogeno ocupan gran espacio dentro de éste.

Por todos estos motivos la venta de estos vehículos sigue siendo escasa en España y está aún en pleno desarrollo.

Un ejemplo de este tipo de vehículos es el *Hyundai nexo* (véase figura 24).



Figura 24: Hyundai nexo

6.2.2 Vehículo eléctrico semihíbrido (MHEV)

Los sistemas semihíbridos, son también conocidos como sistemas de 48 voltios, híbridos parciales o incluso como híbridos ligeros y se han comenzado a popularizar entre los fabricantes de forma reciente.

Los automóviles Mild Hybrid, al igual que el resto de vehículos híbridos cuenta con un motor térmico pero a diferencia, éste tiene un arranque alternador (generador) que proporciona giro y potencia al motor de combustión y que está unido a él mediante un sistema de correas, además de recargar las baterías en las deceleraciones. No es un motor eléctrico pero actúa como tal.

Este tipo de vehículos tienen una batería extra de litio, donde almacena energía para las aceleraciones y un sistema de gestión de electricidad de 48 v. Cuando el vehículo está parado y queremos iniciar la marcha, una vez

pisado el embrague, la batería convencional manda energía al arranque alternador, que arranca el motor de forma suave. Inmediatamente después la batería extra de litio alimenta el alternador y éste al motor eléctrico, pero en la frenada el arranque alternador recupera energía y la envía a las baterías. El motor de combustión es el único encargado del movimiento del vehículo durante la conducción, además tiene un sistema de frenado regenerativo aprovechando la energía de frenada y de parada.

El motor eléctrico se encarga de alimentar a los sistemas eléctricos y sistemas auxiliares (radio, climatizador...) únicamente con el fin de reducir las emisiones de CO₂, quitando trabajo al motor de combustión.

Una de las grandes ventajas de este tipo de vehículos es que podemos reducir las emisiones de CO₂, no a niveles de los híbridos normales, pero de forma más asequible para el consumidor reduciendo la inversión inicial.

Un ejemplo de este tipo de vehículos es Renault Scénic Hybrid Assist (véase figura 25)



Figura 25: Renault Scénic Hybrid Assist

6.3. Distintivo de los coches eléctricos DGT

Estos adhesivos clasifican en el Registro de Vehículos de la Dirección General de Tráfico [10] a los vehículos en función de sus emisiones durante su funcionamiento (véase figuras 26, 27, 28 y 29).

Cero emisiones



- Vehículo eléctrico puro (BEV)
- Vehículo de autonomía extendida (EREV)
- Vehículo eléctrico enchufable (PHEV) con autonomía >40 km
- Vehículo de pila de combustible (FCEV)

Figura 26: Distintivo cero emisiones

ECO



- Vehículo Eléctrico híbrido (HEV)
- Vehículo eléctrico enchufable (PHEV) con autonomía <40 km
- Vehículo eléctrico semihíbrido (MHEV)
- Vehículos propulsados por gas natural comprimido (GNC), gas natural licuado (GNL) o gas licuado del petróleo (GLP).

Figura 27: Distintivo ECO

C



Figura 28: Distintivo C

-Turismos y furgonetas ligeras matriculados:

A partir de enero de 2006 (gasolina) o a partir de 2014 (diésel).

-Vehículos de más de 8 plazas y pesados matriculados a partir de 2014

En todo caso, norma Euro 4,5 6 (gasolina) y Euro 4 y 5 (diésel).

B



Figura 29: Distintivo B

-Turismos y furgonetas ligeras matriculados:

AA partir de enero de 2002 (gasolina) o a partir de 2006 (diésel).

-Vehículos de más de 8 plazas y pesados matriculados a partir de 2005

En todo caso, norma Euro 3 (gasolina) y Euro 4 y 5 (diésel).



7. Recarga del vehículo eléctrico

Una vez conocido la gran variedad de vehículos eléctricos y como es su funcionamiento, se clasificarán los tipos de recarga para un tiempo determinado y una cantidad de información intercambiada. Además se verá que tipos de conectores se adecuan a cada modo de recarga y que ofrecen la opción de poder ver el estado de carga, pararla, reanudarla, o incluso volcar electricidad a la red.

7.1 Tipos de recarga

7.1.1 Tiempo de recarga

Se expondrá una clasificación según el tiempo de recarga viendo cuál es la potencia de carga e intensidad requeridas en cada una de ellas

Carga lenta

Es el modo de recarga más extendido entre los vehículos eléctricos ya que es la más sencilla y accesible porque se puede encontrar en cualquier enchufe “doméstico” tipo Schuko. Este tipo de recarga se lleva a cabo mediante corriente alterna monofásica a 230 V, 16 A y con 3,6 kW de potencia máxima, al igual que en las viviendas. Es ideal para cargas durante la noche ya que es cuando menos demanda hay y por tanto menor será el precio *kW/h*.

El tiempo de carga varía entre 5-8 horas, dependiendo del tipo de batería que incorpore el vehículo. Además, este tipo de recarga tiene una variante que utiliza corriente alterna trifásica a 400 V y 16 A, pudiendo llegar a los 11 kW de potencia, que deja cargas completas en 2-3 horas.

Semirápida

Es menos utilizada que la anterior. Podemos encontrarla en zonas públicas, semipúblicas y privadas como aparcamientos de flotas, centros comerciales, cines, etc. Es alimentada a través de una corriente monofásica de 230 V, 32 A y 8-14 kW, lo que lleva a un tiempo de carga entre 1,5-3 horas.

Como cabe esperar, cuanto más rápida sea la carga mayor será la potencia e intensidad necesarias. Esto hace necesario un control de temperatura e incluso de refrigeración para evitar un sobrecalentamiento, ya que muchas



baterías tienen peligro de entrar en combustión, como hemos visto en el capítulo de baterías. Tiene una variante de carga con corriente alterna trifásica de 400 V, hasta 63 A y de 22 a 43 kW, llegando a recargar una batería en 30 minutos.

Rápida

Podemos encontrar este tipo de recarga en estaciones de servicios que ofertan recarga eléctrica. Estamos hablando de un sistema de recarga más potente ya que requiere de una corriente continua de hasta 600 V, 400 A llegando a alcanzar los 240 kW de potencia. Este tipo de recarga permite cargar el 80 % de una batería en un intervalo de 5 a 30 minutos.

También mediante el uso de corriente alterna, 500 V, 250 A y 220 kW se alcanzan tiempos de recarga de hasta 10 minutos para la recarga de un 80 % su capacidad.

7.1.2 Cantidad de información intercambiada

Los tipos de carga se pueden clasificar también en función del nivel de comunicación entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga.

Modo 1

Se caracteriza por la ausencia de comunicación entre la red y el vehículo. El proceso de recarga se lleva a cabo mediante una toma de corriente convencional alterna doméstica, como el conector Schuko (véase figura 30) habitualmente usado en garajes privados.

Es un modo de carga lenta orientada a la recarga de motocicletas y bicicletas eléctricas, que pueden llegar a alcanzar hasta 2,3 kW y 16 A, lo que les lleva a periodos de recarga de 6-8 horas. Este modo no es aconsejable para vehículos eléctricos debido al sobrecalentamiento y la ausencia de sistema de protección.



Figura 30: MODO 1

Modo 2

Es un modo 1 con un sistema de protección. Al igual que en el modo 1, la carga es lenta y se lleva a cabo mediante una recarga convencional alterna doméstica tipo Schuko, solo que ahora el cable cuenta con un sistema piloto que incluye un diferencial de seguridad que verifica la correcta conexión entre vehículo y red. Esto le permite regular la velocidad, activar o desactivar el modo carga (véase figura 31).

Puede alcanzar hasta 16 A, siendo el modo de conexión convencional doméstico usado para motocicletas, cuatriciclos y coches eléctricos pequeños con potencias y voltajes similares al modo 1.



Figura 31: MODO 2

Modo 3

En este caso el tipo de carga puede ser semirápido o rápido en función de la potencia y puede ser monofásico o trifásico. Además el sistema de control y protección se encuentran dentro del mismo punto de recarga, que monitoriza la carga y corta el suministro eléctrico al enchufe cuando no detecta el conector (véase figura 32).

Es usado tanto en garajes privados como en vías públicas, ya que su potencia va desde 3.7 kW en monofásico a 43 kW en trifásico.

El tiempo de recarga suele ser entre 3-4 horas alcanzando hasta 30 min en el modo trifásico.

La toma de corriente es exclusiva del vehículo eléctrico, también llamado SAVE (Sistema de Alimentación del Vehículo Eléctrico) o "Wall Box" donde se alcanzan intensidades de hasta 32 A. Por todo esto, es el modo de recarga más utilizado en la actualidad.



Figura 32: MODO 3

Modo 4

El tipo de carga es rápida, hasta en 20-25 min se logra recargar el 80 % de la capacidad de la batería con corriente continua. Además dispone de un hilo piloto para el control de carga.

Hay un convertidor que transforma la energía eléctrica alterna en continua, que se encuentra fuera del vehículo para evitar problemas de sobrecalentamiento. Generalmente el conector usado suele ser CCS o Chademo (véase figura 33).

Se alcanzan intensidades de hasta 400 A y potencia máxima de 240 kW, lo que hace que estas instalaciones sean de gran tamaño y precio. Se pueden encontrar en estaciones de recarga.



Figura 33: MODO 4

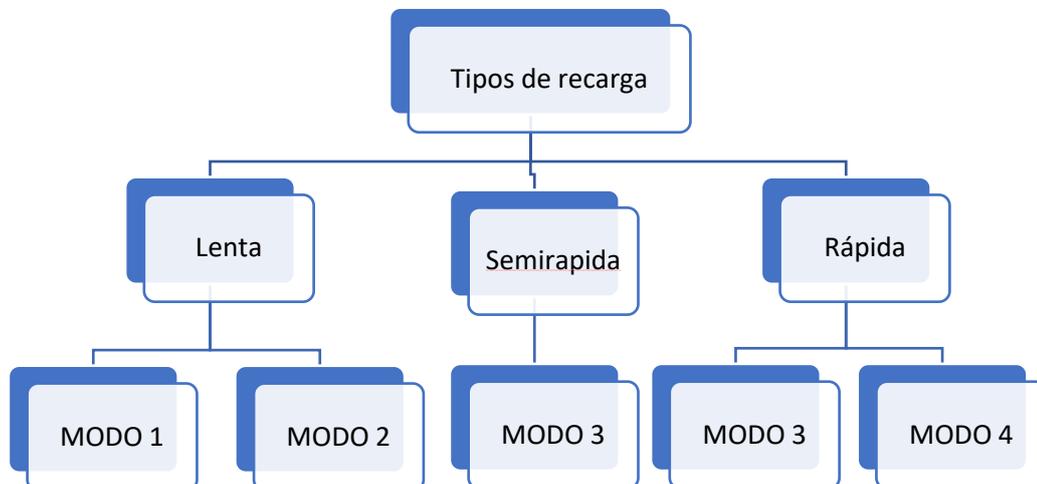


Figura 34: Tipos de recarga

En la figura 34 se puede ver la relación que existe entre los distintos tipos de recarga

7.2 Conectores

En este apartado se verá qué tipo de conector es necesario para cada modo de recarga visto anteriormente.

7.2.1 Conector Schuko

Es el conector que podemos encontrar en cualquier vivienda europea con dos bornes y una toma de tierra (véase figuras 35). También es conocido como Tipo F y está estandarizado por la norma CEE 7/4. Es usado por los Modos 1 y 2 para la recarga de motos y bicicletas eléctricas en modo monofásico, alcanzando una intensidad máxima de 16A, con tensión menor de 250 V y potencias de 2,3 kW.



Figura 35: Conector shuko

7.2.2 Conector SAE J1772

También es conocido como Yazaki, estandarizado por Japón, adoptado por los americanos y aceptado en Europa. Es el más usado para la recarga de vehículos eléctricos.

Mide 43 cm de diámetro y se caracteriza por tener cinco bornes de los cuales dos son de corriente eléctrica, uno de tierra y dos de detección de proximidad y de control, que detectan si el coche está en movimiento y si hay una correcta comunicación (véase figura 36).

Es usado tanto en carga rápida como en carga lenta en modo monofásico ajustándose a tensiones e intensidades máximas de 32 A y una potencia de 7,4 kW.



Figura 36: Conector SAE J1772

7.2.3 Conector Mennekes

Es un conector alemán de tipo industrial, conocido también como VDE-AR-E 2623-2-2, que mide 55 mm de diámetro y tiene siete bornes, de los cuales cuatro son para corriente (trifásica/monofásica), uno de tierra y dos para comunicaciones, alcanzando hasta 43 kW y 63 A para la recarga rápida (véase figura 37).



Figura 37: Conector Mennekes

7.2.4 Conector único combinado CCS (Combined Charging System)

Surgió como solución a la recarga de DC propuesta por los norteamericanos. Es un conector combinado compuesto por un conector AC tipo 2 y un conector DC con dos terminales.

Tiene cinco bornes, de los cuales uno es de toma a tierra, dos de corriente y dos de comunicación con la red (véase figura 38).

También es conocido como combo 2 y admite recarga tanto lenta como rápida, alcanzando hasta 90 kW y 200 A.



Figura 38: Conector único combinado CCS

7.2.5 Conector Scame

Es conocido también como EV Plug-in Alliance. Se caracteriza por tener de cinco a siete bornes, ya sea para corriente monofásica o trifásica. Admite hasta 32 A para recarga semirápida (véase figura 39).

La potencia máxima que puede proporcionar es de 22 kW, por eso actualmente es usado para microcoches eléctricos.



Figura 39: Conector Scame

7.2.6 Conector CHAdeMO

Es la abreviatura de CHArge de MOve y pertenece a un fabricante japonés. Está fabricado para recarga rápida en corriente continua.

Tiene diez bornes de los cuales, dos son toma de tierra, cuatro de comunicación con la red y otros cuatro de corriente (véase figura 40).

Admite hasta 200 A de intensidad, 50 kW para cargas ultrarrápidas y a medida que va completando la carga va disminuyendo la intensidad.



Figura 40: Conector CHAdeMO

7.3. Carga del futuro del vehículo eléctrico

La infraestructura de recarga es uno de los grandes inconvenientes de este tipo de vehículos, ya que se encuentra en pleno desarrollo. Por eso a través de la carga inalámbrica se busca evitar cualquier tipo de conexión entre vehículo y red eléctrica, incluso sin la necesidad de permanecer estáticos durante la recarga de baterías, aunque no se añada potencia ni velocidad y parte de la energía transferida durante la recarga se pierda.

La recarga inalámbrica consiste en una instalación en el subsuelo que permitirá la recarga mediante inducción de las baterías de cualquier automóvil colocado encima y dotado del elemento receptor, que es el que se encarga de gestionar el proceso de modo automático y de avisar al conductor cuando todo esté listo, logrando un sistema más seguro y cómodo (véase figura 41).

En el subsuelo se encuentra una bobina, que será el emisor por el que se hace pasar corriente eléctrica a una determinada frecuencia. Como consecuencia, un campo electromagnético llega hasta un elemento situado en la parte inferior del coche, donde hay también una bobina que recibe ese campo magnético. Posteriormente se produce energía eléctrica, que pasará por un controlador de carga para recargar la batería.

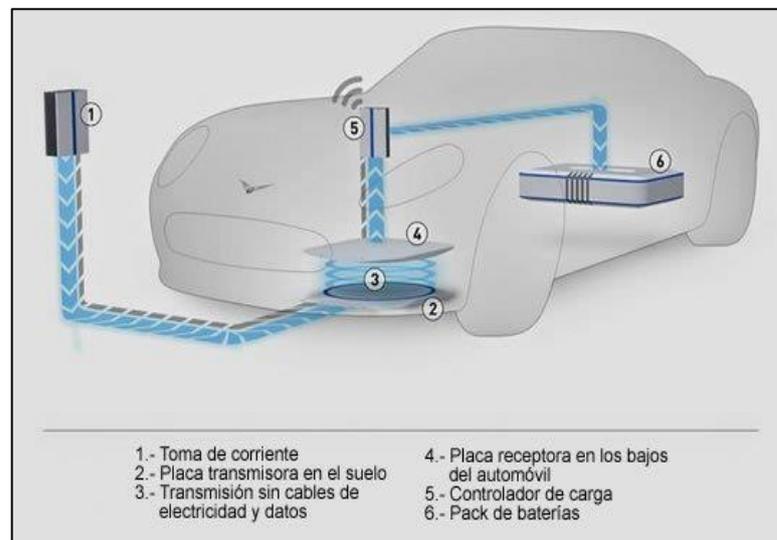


Figura 41: Carga Inalámbrica

Sistemas de recarga estáticos

En este tipo de recarga el coche tiene que permanecer parado y situado sobre la batería de inducción. Es ideal para garajes y plazas de aparcamiento situados tanto en la vía pública, aeropuertos, estaciones de tren, centros comerciales, etc. (véase figura 42).

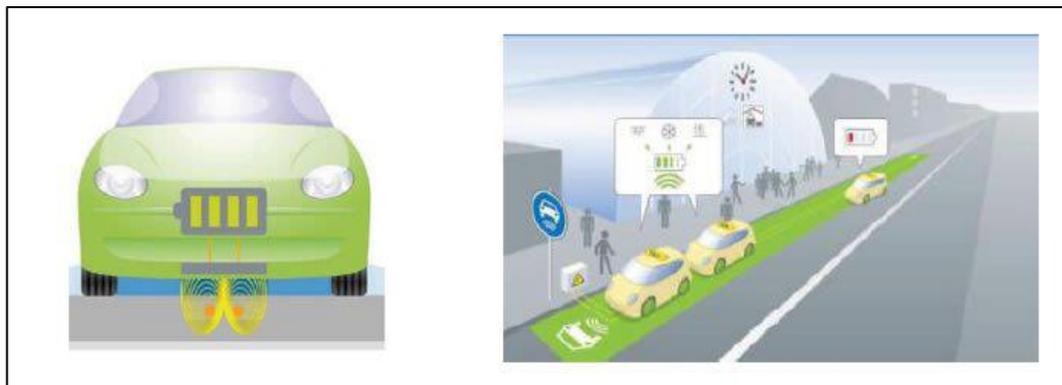


Figura 42: Recarga estática

Sistemas de recarga dinámicos

En este caso a diferencia del anterior, el vehículo se encuentra en movimiento a 50 *km/h*. Estos sistemas todavía se encuentran en proceso de experimentación (véase figura 43).



Figura 43: Recarga dinámica

7.4 Aplicaciones móviles

Si hay algo que es indudable es que en las carreteras de todo el mundo serán necesarios multitud de puntos de recarga para proveer la demanda de energía de los vehículos eléctricos, apostando por un modelo más sostenible.

Actualmente existen en España alrededor de 4500 puntos de recarga. En la figura 44 se puede ver la localización de estos puntos.

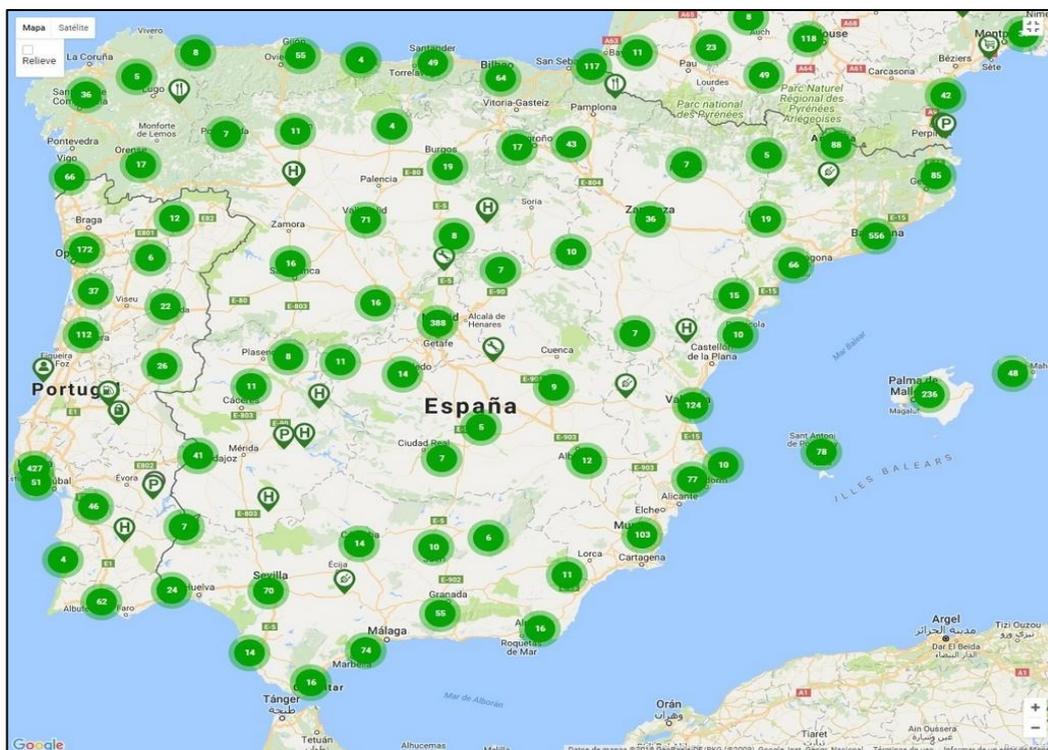


Figura 44: Mapa de puntos de recarga

Con el fin de promover la recarga de vehículos eléctricos podemos llevar la localización de los puntos de recarga en el móvil solo con el simple gesto de descargar una aplicación de Google Play y otros sistemas operativos. Este tipo de aplicaciones permite mediante geolocalización encontrar el punto de recarga más cercano, incluso reservar con antelación (véase figura 45).

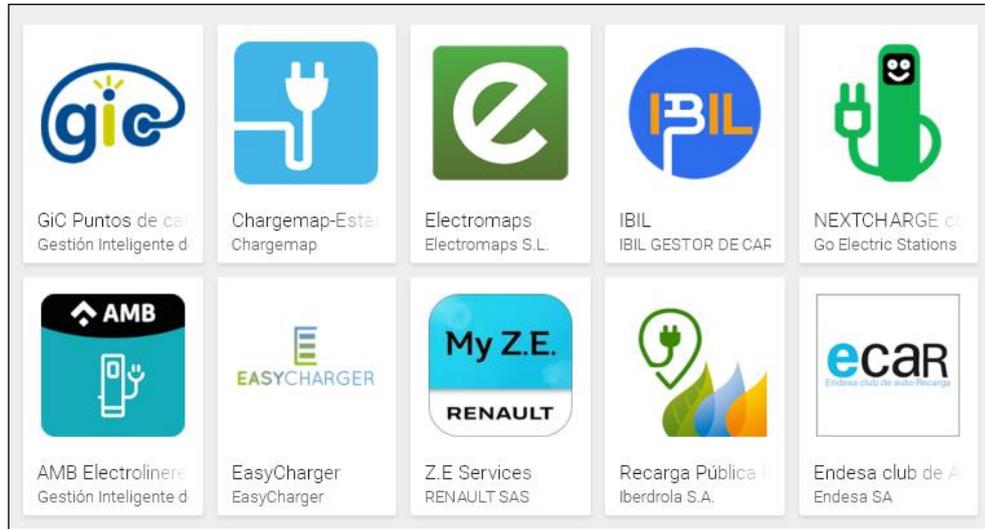


Figura 45: Aplicaciones móviles



8. Ventajas y desventajas del vehículo eléctrico

Tras tener la suficiente información sobre el vehículo eléctrico y habiendo comprendido varios conceptos que engloban este tipo de vehículos, se procederá a resaltar aquellas ventajas e inconvenientes que condicionan al vehículo eléctrico.

VENTAJAS

Reducción de emisiones nocivas

Se consigue con estos vehículos una reducción considerable de las emisiones gracias a la disminución del uso de motor de combustión durante su funcionamiento, hasta el 60 % en el caso de híbridos y un 100 % en los eléctricos puros.

Reducción de contaminación acústica

La ausencia casi de ruido durante la conducción hace más suave y silenciosa la conducción, gracias a la ausencia de piezas móviles en el motor, sin explosiones en el proceso de combustión ni sistema de escape.

Escaso mantenimiento

Estos vehículos ofrecen una menor necesidad de mantenimiento, ya que hay menos elementos expuestos al desgaste, debido a la simplicidad del sistema de propulsión como la ausencia de correas de distribución, de circuitos de aceite y de refrigeración y de embrague que se pueda desgastar.

Reducción de gastos

El coste de la energía eléctrica equivale a un tercio del valor del combustible, lo que favorece el ahorro. Además existen ventajas fiscales en cuanto a peajes, aparcamientos, impuestos de rodaje, subvenciones en la compra y mejores financiaciones.

Más eficiencia energética

La eficiencia de este tipo de motores es casi del 90 % frente a un 25 % del resto de vehículos tradicionales, debido a una disminución de la pérdida de energía y aprovechamiento durante la frenada, lo que contribuye a un mayor ahorro.



Frenado regenerativo

Se recupera parte de la energía perdida en forma de calor en el frenado para cargar las baterías, contribuyendo al aumento de la eficiencia energética.

DESVENTAJAS

Baterías y su autonomía

Aun la capacidad de almacenamiento de estas baterías no es tan alta como para ofrecer la autonomía del motor convencional.

Peso de las baterías

La evolución de las baterías se centra en reducir el alto peso de éstas con la mayor capacidad posible.

Vida útil de las baterías

Actualmente la vida útil de las baterías ronda los 180000 km.

Infraestructura de recarga

Actualmente la infraestructura de recarga está en plena evolución, los puntos de recarga se encuentran en determinados lugares, no tan extendidos como cualquier gasolinera.

Alta inversión inicial

La inversión inicial en este tipo de vehículos actualmente es mayor que en el convencional, debido a alto precio de las baterías.

Dificultad de talleres especializados

Debido a que están en plena evolución, encontrar mano de obra especializada en este tipo de vehículos es difícil.

Tiempo de recarga

Otro hándicap es tener que permanecer durante un largo periodo de tiempo para cargar la batería del vehículo, frente a la rapidez de llenar el depósito de combustible.



Figura 46: Ventajas y desventajas

En la figura 46 se puede ver un cuadro resumen de las ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos.



Universidad de Valladolid

Principios básicos del vehículo eléctrico



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES

9. Impacto del vehículo eléctrico

En este capítulo vamos a valorar qué impacto genera el vehículo eléctrico en la sociedad, tanto ambiental y energético como económico, y entender así, porqué se ha hecho un hueco dentro del mercado de la automoción.

9.1 Impacto medioambiental

La implantación actual del coche eléctrico ha conseguido disminuir notablemente las emisiones de CO₂ durante su funcionamiento, pero no totalmente. Actualmente las emisiones se encuentran en torno a 1/3 de las emitidas por el vehículo de combustión.

Actualmente, un ICEV (internal combustion engine vehicle), vehículo de combustión de tamaño medio emite entre 163 y 142 gramos de CO₂ de media, lo que equivale a consumir una media de 7 L a los 100 km y un vehículo eléctrico consume de media 17 kWh/100 km. Según estimaciones realizadas, con el uso de 1.000 vehículos eléctricos en una ciudad se dejaría de emitir más de 30.000 kg anuales de gases contaminantes.

Como podemos observar en la figura 47 las emisiones de CO₂ por km durante la conducción son altamente mayores en los vehículos de combustión.

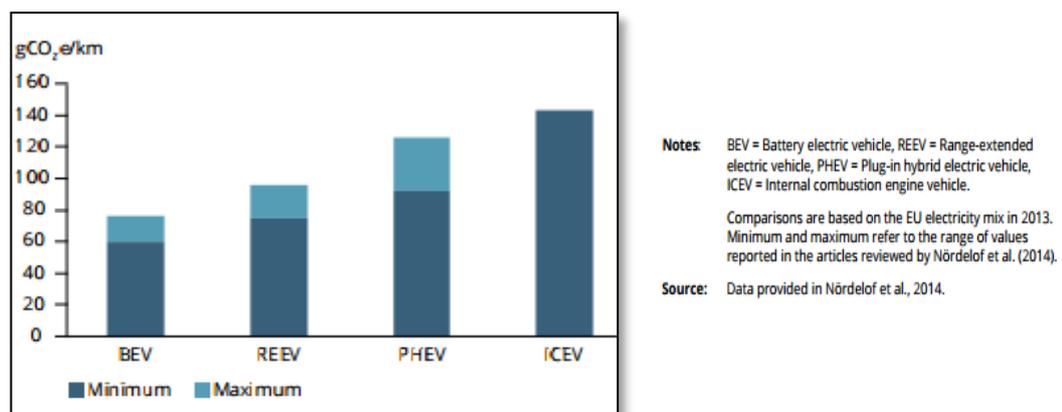


Figura 47: Emisiones de CO₂ de vehículos eléctricos frente a los de combustión

Pero para hacer un balance de la contaminación, hay que tener en cuenta todo el ciclo de vida, desde las extracciones de materiales hasta su reciclaje.

Por tanto, será necesario introducir tres términos *WTT* (*Well-to-tank stage*), *TTW* (*tank-to-wheel stage*) y *WTW* (*Well-to-wheel*) (véase figura 48).

WTT hace referencia a las emisiones producidas durante la extracción de la material prima hasta las producidas durante su transporte, *TTW* engloba las emisiones durante la conducción hasta la obtención de chatarra, y *WTW* se refiere a todo el ciclo de vida desde la extracción de las materias primas hasta su reciclaje.

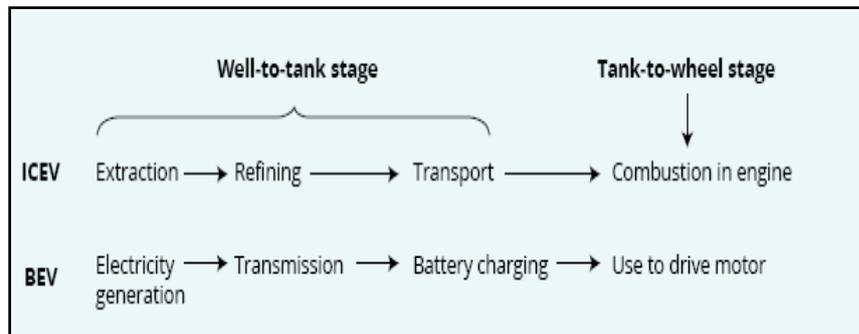


Figura 48: WELL TO WHEEL

Existe una gran controversia sobre las emisiones totales de los vehículos eléctricos frente a los de combustión. En los vehículos de combustión, la mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes del aire ocurren durante la etapa TTW (etapa de funcionamiento), mientras que para BEV la mayoría de las emisiones ocurren durante la etapa WTT (etapa de generación de energía).

La Agencia Europea de medio ambiente, en el informe de '*Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives*' [1] da una visión optimista sobre este aspecto y considera que aunque el impacto de las materias primas y fabricación de este tipo de vehículos, sobre todo el de las baterías que equivale al 40% de las emisiones totales, es casi tres veces menor que el que genera un vehículo de combustión. Esto ofrece una reducción de sus emisiones de hasta un 30 % (véase figura 49).

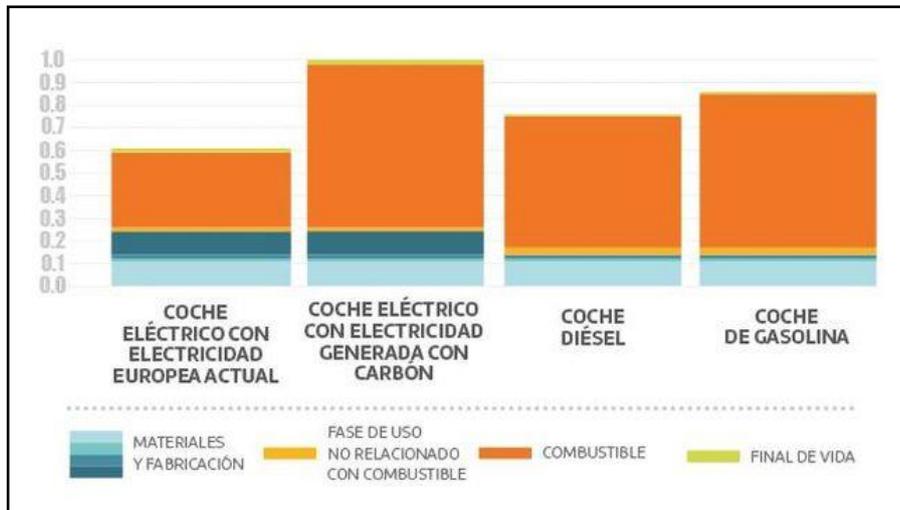


Figura 49: ICEV VS ELECTRIC

Pero sin embargo, existen ciertas tendencias pesimistas que apoyan la idea, de que los motores eléctricos no solo contaminan igual que un vehículo de combustión, sino que puede llegar a ser incluso mayor.

La contaminación que se produce durante la generación de energía eléctrica dependerá de la fuente de energía utilizada para producirla. El carbón y petróleo son las más contaminantes sin embargo, gas natural, energía geotérmica, solar, nuclear, eólica e hidráulica son las fuentes menos contaminantes

Según un estudio de la universidad de Michigan (EEUU) [11], un vehículo que emita menos de 4,5 L a los 100 km resulta más limpio que un vehículo eléctrico.

Este estudio permite demostrar que en países como Cuba o República Dominicana, en los que la obtención de la energía eléctrica es altamente contaminante, con un consumo de tan solo 6,3 L por km, el vehículo de combustión contaminaría menos. En el caso de Europa por debajo de 2,9 litros será menos contaminante que un vehículo eléctrico. Pero esos niveles de consumo en Europa son imposibles de alcanzar, por eso un vehículo eléctrico emite menos gases que cualquier vehículo simple de combustión.

9.2. Impacto energético

Como ya se ha mencionado, las emisiones durante la generación de energía eléctrica vendrán determinadas por las distintas alternativas tecnológicas utilizadas para ello. Como se puede apreciar en la figura 50 en el año 2018 la energía eólica y nuclear eran las de mayor peso. [24]

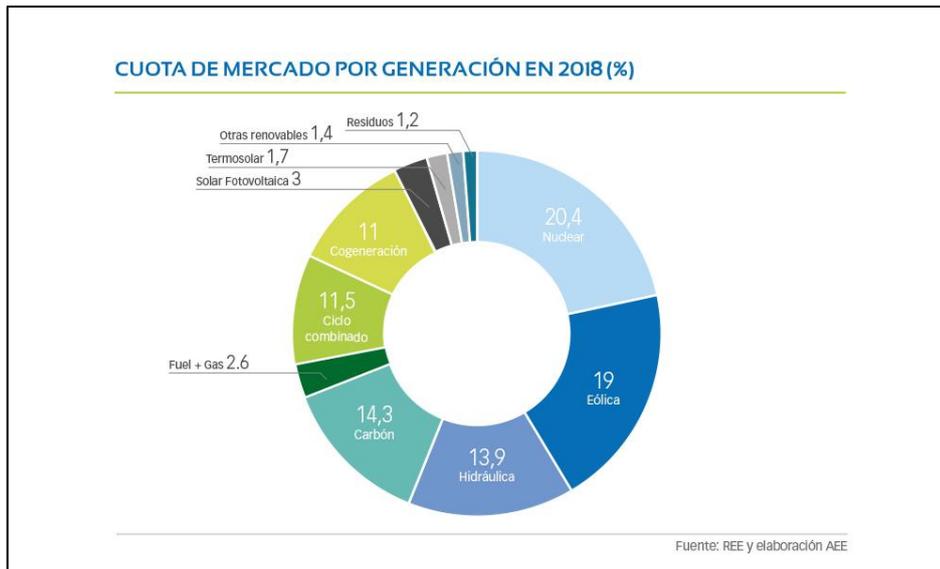


Figura 50: Cuota de mercado de energía eléctrica

En la figura 51 podemos observar diferentes tipos de generación eléctrica, asociado a los diferentes gases de efecto invernadero y emisiones por unidad de electricidad producida.

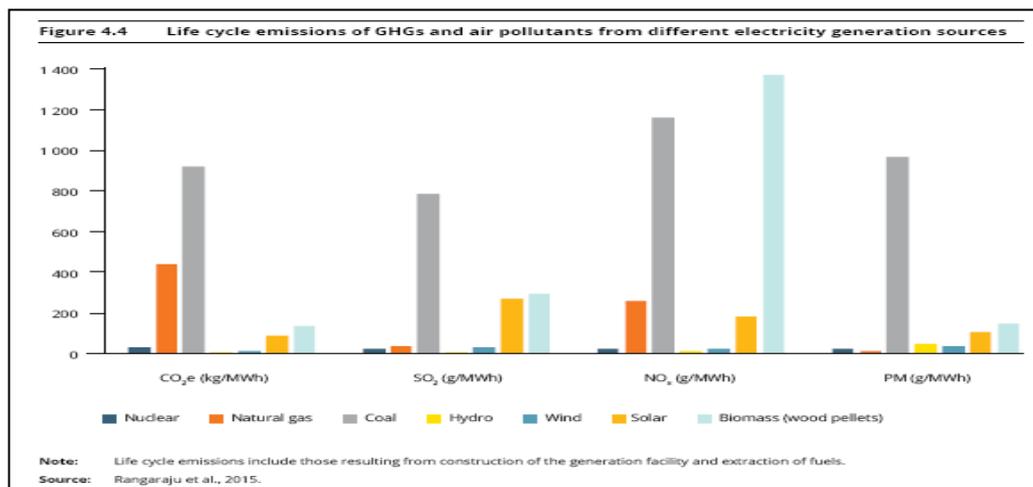


Figura 51: Emisiones de las fuentes de energía



La obtención del carbón tienen el ciclo de vida más alto y por tanto una emisión de gases de efecto invernadero mayor, casi el doble que la del gas natural. La energía nuclear y biomasa producen menos emisiones de carbono, aunque no es cero debido a las emisiones durante la construcción de las instalaciones generadoras. La hidráulica y eólica son las que menos efectos invernaderos producen.

Si la perspectiva de futuro es que se produzca una progresiva sustitución de los vehículos de combustión por los eléctricos, será necesario recurrir a fuentes de energías renovables, como la eólica como se verá en el siguiente capítulo de tendencias de futuro

9.3. Impacto económico

Uno de los factores que le preocupa al consumidor a la hora de adquirir un vehículo de estas características es lo que le supone económicamente a la hora de adquirir este tipo de vehículos.

El desembolso inicial es notablemente mayor que en uno de combustión debido al precio de las baterías, pero eso no quiere decir que nuestra inversión total vaya ser mayor que en los convencionales. Gran parte del encarecimiento del vehículo eléctrico respecto al vehículo convencional, viene determinado por las baterías, pudiendo suponer hasta el 60 % del precio del vehículo.

Pero como dicen algunos expertos, *“este sobre-coste de las baterías es como si al comprar un vehículo de combustión interna, nos hicieran abonar por adelantado más del 60% del combustible que vamos a consumir en los próximos años”* (fuente IDAE).[12]

Además del coste inicial, habrá que tener en cuenta el coste de mantenimiento durante su vida útil y el precio de la energía que le alimenta. La simplificación de la maquinaria con respecto al vehículo de combustión hace que sea la causa de la disminución del coste de dicho mantenimiento.

Actualmente existen ahorros en el impuesto de matriculación y en los peajes para este tipo de vehículos, con el fin de incentivar así la demanda e impulsar el coche eléctrico en España. Además han sido diseñados multitud de proyectos, reforzando las ayudas económicas para la obtención del vehículo eléctrico.

Balance económico de consumo a los 100 km

Haciendo un balance al consumo del vehículo eléctrico frente al de combustión se puede apreciar un notable ahorro (véase figura 52).

	DIESEL/GASOLINA	ELÉCTRICO
PRECIO	1,20 €/L	0,13 kWh €
CONSUMO	6 L /100 km	17 kWh / 100 km
GASTO	7,2 € /100km	2,21 € /km
AHORRO	5 €	

Figura 52: Consumo

Impuestos

Actualmente existe una reducción del 15 % en el IRPF en la adquisición de vehículos eléctricos puros, de autonomía extendida o en los híbridos enchufables con autonomía en modo eléctrico de más de 40 kilómetros, para incentivar la compra de vehículos eléctricos o híbridos. Incluso el impuesto de circulación puede verse reducido, hasta el 70 % en este tipo de vehículos en muchas ciudades de España.

Subvenciones

En el Real Decreto 72/2019, de 15 de febrero, por el que se regula el programa de incentivos a la movilidad eficiente y sostenible (Programa MOVES) [4], se establece la base reguladora para la concesión de ayudas para la compra de coches eléctricos y a la instalación del punto de carga, vinculado a los vehículos 100% eléctricos. Las ayudas alcanzan hasta de 5.500 € para su compra y de 1.000 € para la instalación del punto de carga en casa, siempre que se cumplan una serie de condiciones.

Seguros

Como ya hemos visto la maquinaria de este tipo de vehículos les hace más seguros y más simples, por eso la compañías de seguros estiman que el precio de asegurarlos es menor que el de los vehículos convencionales.



10. Actualidad y tendencias de futuro

Tras la pérdida progresiva de la popularidad del motor de combustión, y por tanto de la toma de conciencia de la relación que hay entre el aumento de las emisiones de CO₂ y el calentamiento global, se hace más esperado aún que el día de mañana el vehículo eléctrico encabece el mercado del automóvil.

Pero aún queda un largo camino y resulta difícil hacer una estimación exacta de la evolución del mercado del automóvil, ya que viene condicionada por multitud de factores, entre ellos el socioeconómico y el político.

Uno de los puntos clave en la evolución son los puntos de recarga. Aunque aumente el número de vehículos de este tipo sigue habiendo un retroceso en cuanto a la infraestructura de recarga, cuyo crecimiento debería ser paralelo a la demanda. En 2016 según la agencia estatal de energía aumentaron en torno a un 20 % y en 2017 un 50%.

La inversión inicial que suponen estos vehículos viene condicionada por las baterías ya que el precio de éstas es elevado. Por eso se trabaja para que dichas baterías puedan competir con la gasolina y el diesel. Se pronostica que la caída del precio de las baterías será de un 70% en 2030. Las baterías serán cada vez más pequeñas, aumentando su potencia 90- 100 kW /h, como las de estado sólido. El coste de estas se está reduciendo en torno a un 10 % anual y su densidad está aumentando en torno a un 5 %, siendo esto positivo para el consumo.

Pero además, según un estudio de “Bomber new energy finance” el precio de los vehículos eléctricos se reducirá hasta encontrarse por debajo de los de combustión en 2030, debido a la evolución de las baterías y en 2040 supondría casi un 40 % de las ventas (véase figura 53 y 54).

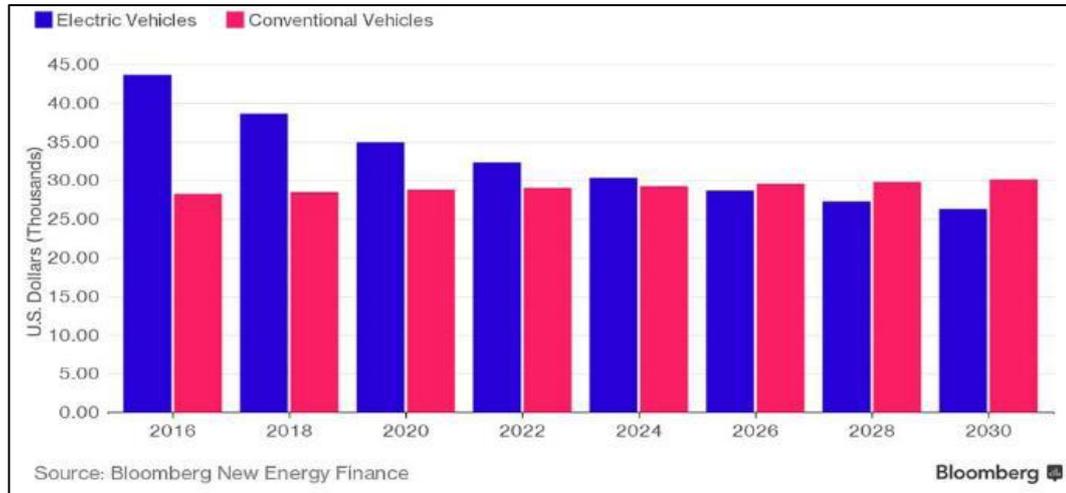


Figura 53: Precio del vehículo eléctrico en 2030 frente al de combustión

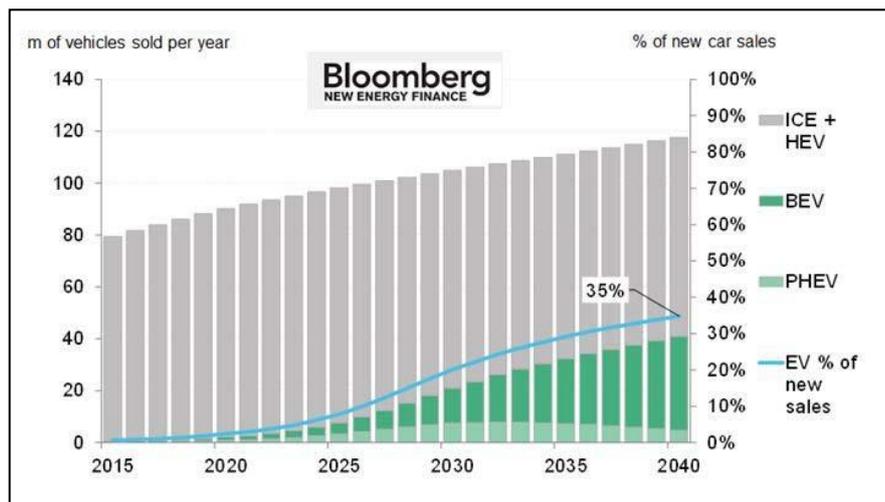


Figura 54: Ventas

Esto implicaría una reducción del consumo de petróleo en torno a 13 millones de barriles al día, lo que supone un aumento el consumo eléctrico de un 10 %. Por tanto, será necesario prestar atención a las energías renovables que tendrán que ser capaces de proporcionar a la población ese incremento de energía, como la energía eólica y la fotovoltaica que tiene un gran peso dentro de las energías renovables.

Pero la visión de futuro está especialmente puesta en la energía eólica. Se confía en que un futuro sea capaz de suministrar energía a todos los vehículos existentes en España, en la figura 55 se puede apreciar cual está siendo la evolución de la energía eólica hasta 2020 (véase figura 55).

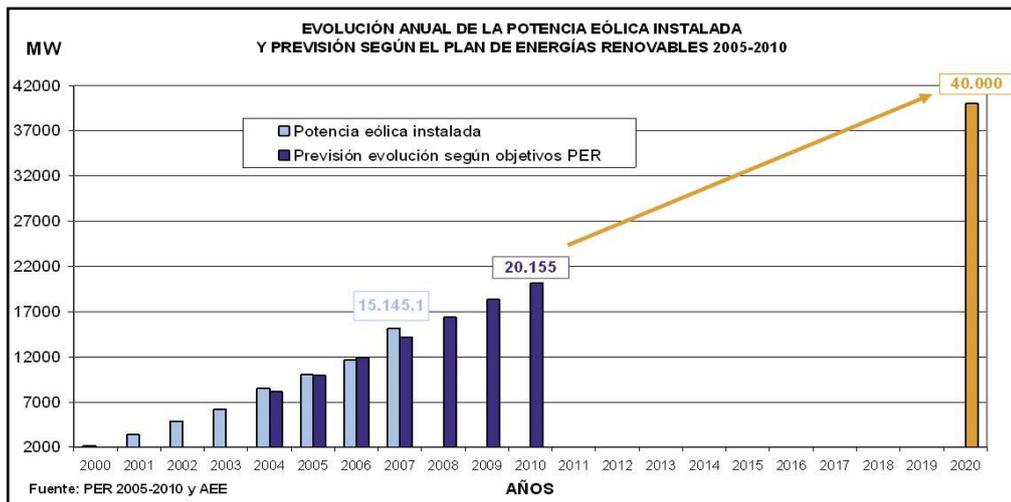


Figura 55: Abastecimiento de energía eólica

En la figura 56 se puede observar como el nivel de uso de energías renovables para la obtención de energía eléctrica aumenta sustancialmente hasta 2050, sobre todo la eólica e hidráulica.

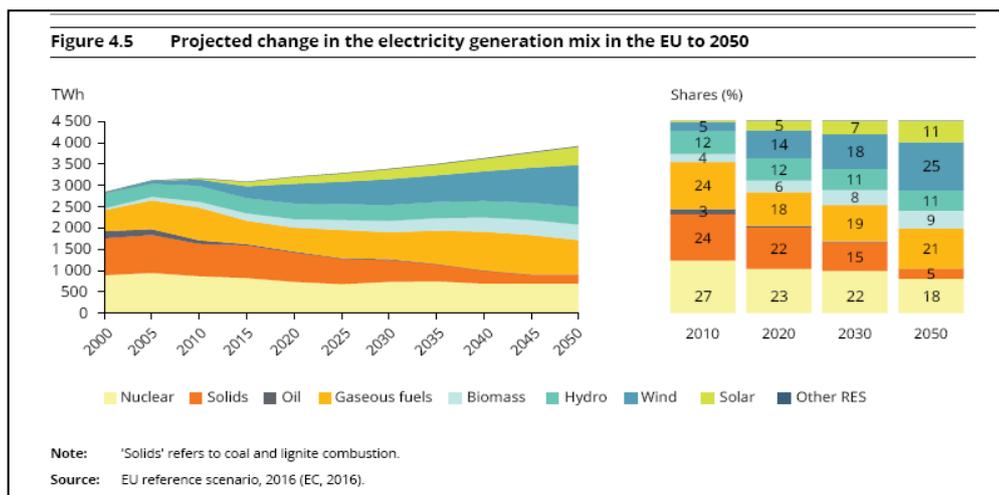


Figura 56: Procedencia energética

La situación en España en cuanto al vehículo eléctrico sigue un crecimiento lento con respecto al resto de países europeos. El vehículo eléctrico representa 1 % del mercado. Pero aun así el crecimiento es optimista, en 2017 según Global EV Outlook aumentó en un 80% (véase figura 57).

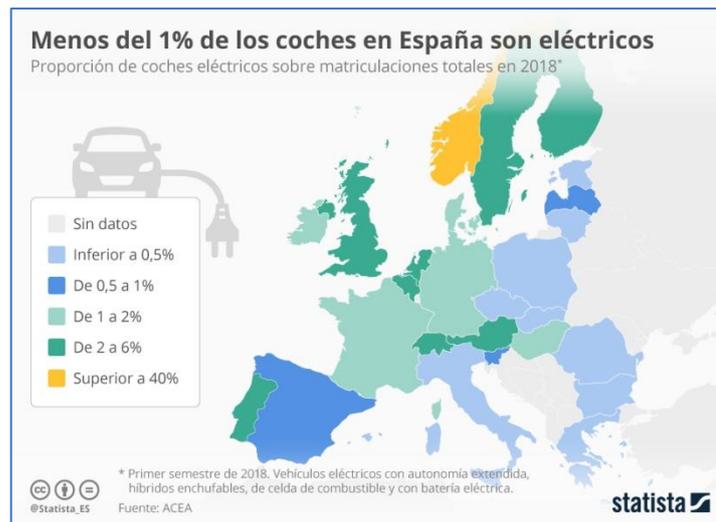


Figura 57: Mapa de matriculaciones

La Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC), mantiene que se dio un incremento del 27 % en el número matriculaciones en octubre de 2018. Sin embargo aunque en la lista de países más demandantes, España está en la cola, es uno de los grandes productores de coches eléctricos, solo que la gran mayoría se exportan.

Si esto sigue así hasta 2030, se estima que habrá un punto de inflexión en el mercado de la automoción, en el que se verán reducidos los niveles de stocks (véase figura 58).

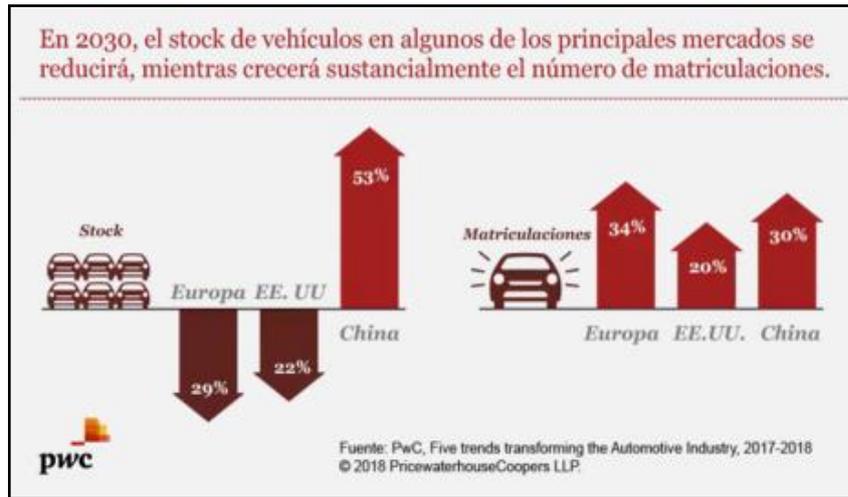


Figura 58: Matriculaciones

“En el futuro todos los agentes del sector deberán afrontar un profundo periodo de transformación y, por ejemplo, no podrán centrar sus modelos de negocio solo en los procesos de producción y venta, tendrán que orientarlos, también, hacia los distintos tipos de usos y a todo el ciclo de vida del coche”.
Manuel Díaz, socio responsable del sector de Automoción en PwC [14].



Universidad de Valladolid

Principios básicos del vehículo eléctrico



ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES



11. Conclusiones

Tras conocer los antecedentes históricos del vehículo eléctrico, apreciamos que éste ya lideró el mercado del automóvil en el siglo XIX, y que de alguna manera esto tenderá a repetirse en un futuro cercano.

Por tanto si algo queda claro, es que el vehículo eléctrico tendrá un gran peso en el futuro de la automoción, gracias a reducir las emisiones de CO₂ durante su funcionamiento, su simplicidad de la maquinaria y frenado regenerativo que ayuda a aprovechar la energía durante la frenada. Todo esto favorece a que la eficiencia sea de hasta el 90 %. Además resaltar la ausencia de ruido en la conducción.

Si hay algo que juega un papel clave en la evolución de este tipo de vehículos son las baterías, ya que actualmente encarecen el desembolso inicial y condicionan la autonomía. Como hemos visto en el capítulo 5, las baterías de ion litio son las más demandadas, debido a su alta capacidad y bajo mantenimiento. Pero a la vez surge un problema de futuro en cuanto al abastecimiento de este material, contaminación, combustión y alto precio. Esto hace necesario buscar nuevas alternativas como las baterías de nueva generación, las de estado sólido.

Actualmente existen una gran variedad de vehículos eléctricos, pero excepto el vehículo eléctrico puro, todos los demás necesitan del apoyo de un motor de combustión debido a la escasa autonomía que proporcionan las baterías actualmente. Pero esto implica una emisión de gases contaminantes sobre el medio ambiente. Este es un factor muy importante del vehículo eléctrico. Por eso habrá que tener en cuenta todo el ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, pasando por la obtención de energía eléctrica, hasta su reciclaje.

Hay varios estudios que llegan a apostar por la idea de que incluso el vehículo eléctrico contamina más que un vehículo de combustión, centrándose en qué tipo de materia prima es utilizada para la obtención de la energía eléctrica, como el carbón. Por lo tanto, la alternativa es optar por energías renovables como la energía eólica ya que es una de las menos contaminantes.

Resaltar la versión más optimista sobre la contaminación de los vehículos eléctricos, que concibe el vehículo eléctrico como una disminución de las



emisiones totales en torno al 30 % y que espera un aumento notable de matriculaciones en 2030. Incluso que el precio de los vehículos eléctricos sea inferior a los de combustión. Por eso, con el fin de incentivar la compra de estos vehículos, el gobierno ha aprobado una serie de políticas de subvenciones, reducciones sobre el impuesto de rodaje etc...

Pero hay demasiada incertidumbre acerca de este tipo de vehículos, como la infraestructura de recarga y oferta de energía eléctrica, si habrá suficientes puntos de recarga, cómo van afrontar las compañías eléctricas la demanda de energía y por tanto qué precio supondrá eso sobre el consumidor

Por lo tanto, aún queda demasiado por hacer, para asegurar algo sobre el futuro de este tipo de vehículos.



12. Bibliografía

[1].European Environment Agency “*Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives TERM: Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) report*”2018

<https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-from-life-cycle>

[2].Juan Alfonso Martínez Gutiérrez. “*Vehículo eléctrico: Análisis y prospectiva de factores tecnológicos y económicos*”. Marzo 2013

[3].César Castrillo García. “*Monitorización de un vehículo eléctrico*”. Febrero 2018

[4].Gobierno de España-MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, RELACIONES CON LAS CORTE E IGUALDAD.” 8 Real Decreto 72/2019, de 15 de febrero, por el que se regula el programa de incentivos a la movilidad eficiente y sostenible (Programa MOVES).”

<https://www.boe.es/boe/dias/2019/02/16/pdfs/BOE-A-2019-2148.pdf>

[5].López Martínez, J. M. “*Vehículos híbridos y eléctricos diseño del tren propulsor*”. Julio2015

[6].Iberdrola. “*10 razones por las que usar el vehículo eléctrico*”

https://www.iberdrola.com/wcorp/gc/prod/es_ES/comunicacion/docs/Infografia_Razones_Uso_Coche_Electrico.pdf Abril de 2018

[7].Gobierno de España en colaboración con IDAE. “*Proyecto piloto de demostración de viabilidad del vehículo eléctrico*”

https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Cuadriptico_MOVE_LE_Final_fac4a8ee.pdf

[8]. Iberdrola. “*El vehículo eléctrico: tipología y principales características*”

https://www.iberdrola.com/wcorp/gc/prod/es_ES/sostenibilidad/docs/Vehiculo_tipologia_caracteristicas.pdf Abril de 2018

[9].Iberdrola. “*Posicionamiento sobre el vehículo eléctrico*”

https://www.iberdrola.com/wcorp/gc/prod/es_ES/conocenos/docs/Vehiculo_electrico.pdf Abril de 2018

[10].Gobierno de España Ministerio del interior

<http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/distintivo-ambiental/BOE-A-2016-3828.pdf> 13 de abril de 2016.



[11]. Sergio Amador. “Por qué en algunos países un coche de gasolina contamina menos que uno eléctrico”

<https://motor.elpais.com/actualidad/coche-de-gasolina-contamina-electrico/> 29 de noviembre 2017

[12]. Oriol Ribas “El vehículo eléctrico para flotas”

https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_12144_G003_VE_para_flotas_2012_f3176e30.pdf

[13].Fundación de la energía de la comunidad de Madrid “Guía del vehículo eléctrico II”

<https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-del-Vehiculo-Elctrico-II-fenercom-2015.pdf> 2015

[14]. Manuel Díaz. “Menor stocks de vehículos y más matriculaciones”

<https://www.pwc.es/es/automocion/cinco-tendencias-transformacion-mercado-automovil.html> 2018

[15]. Gabriela Bergareche - directora de pwc tax & legal services.” *Ventajas fiscales del coche eléctrico*” Recuperado de:

<http://www.expansion.com/especiales/pwc/2017/12/14/5a2fa699e2704e52568b459c.html> Diciembre 2017

[16] Ana Martín Pérez- Fundación de la energía de la comunidad de Madrid “Guía del vehículo eléctrico I”

<http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM015005.pdf> 2009

[17].Israel García, “Análisis de factores económicos, tecnológicos y políticos en el futuro mercado del vehículo eléctrico”.2013

[18].<http://electromovilidad.net/modos-de-recarga-del-vehiculo-electrico/>
Último acceso: Mayo de 2019

[19].<http://electromovilidad.net/tipos-de-bateria-para-coche-electrico/>
Último acceso: Mayo de 2019

[20].<https://www.bloomberg.com/energy>

Último acceso: Mayo de 2019

[21].Aficionadosalamecanica.com “Tecnología coche eléctrico”

https://drive.google.com/file/d/1fxbYXIESMWcxgFGYzJ_46gPHccNWCcp6/view

Último acceso: Mayo de 2019



[22]. Noelia López Redondo “Tipos de baterías para coches eléctricos”

<https://movilidadelectrica.com/tipos-de-baterias-para-coches-electricos-presente-y-futuro/> Diciembre 2018

[23]. “Coches híbridos (HEV) e híbridos enchufables (PHEV): diferencias, ventajas e inconvenientes”

https://www.abc.es/motor/reportajes/abci-coches-hibridos-hibridos-enchufables-phev-diferencias-ventajas-inconvenientes-201809171737_noticia.html Septiembre 2018 Último acceso: Junio de 2019

[24] AEE (Asociación empresarial eólica).

<https://www.aeeolica.org/comunicacion/publicaciones-ae/graficosanuario-2019> Último acceso: Junio de 2019

[25] ACEA (European Automobile Manufacturers' Association). Recuperado de:

https://www.abc.es/motor/reportajes/abci-espana-situa-cola-europa-matriculacion-coches-electricos-201811180137_noticia.html. 2018.

Último acceso: Junio de 2019

[26] Javier Montoro. “Fisker asegura que tiene la patente de baterías más avanzada del mundo”

<https://soymotor.com/coches/noticias/fisker-asegura-que-tiene-la-patente-de-baterias-mas-avanzada-del-mundo-942232> 2018

Último acceso: Junio de 2019