

Área: Vehículos híbridos y eléctricos

LUGAR DE CELEBRACIÓN

Instalaciones de Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón, Parque Tecnológico Walqa Ctra. Zaragoza N330 A km 566 CP 22197 Cuarte (Huesca)

Horario: 9:30 a 13:30 h.



Figura 1. Edificio de Fundación Hidrógeno Aragón e indicaciones de llegada en el Parque Tecnológico.

**PROFESORES:**

- Javier García Gómez
- Ana Ferriz Quílez

DESCRIPCIÓN:

Durante la jornada presencial se pondrá en práctica gran parte de lo tratado en el temario de vehículos híbridos y eléctricos, destacando:

- Identificación de componentes de distintas tipologías de vehículos eléctricos.
- Mantenimiento.
- Medidas de seguridad.

Se busca aprovechar la sesión para mostrar el estado actual de la tecnología de los vehículos eléctricos de baterías y de los vehículos eléctricos con pila de combustible.

REQUISITOS:

Es requisito recomendable para la realización de la práctica haber trabajado sobre las unidades 1, 2, 3, 4 y 5, para tener una visión inicial de la tecnología y aprovechar adecuadamente la práctica.

PROPUESTA DE LA PRÁCTICA:

1. Qué es la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón. Qué tipos de proyecto desarrolla.
- 2.Cuál es el futuro del sector de la automoción.
3. Ver el funcionamiento de un kart, una hidrolimpiadora y un vehículo de pila de combustible. Identificación de componentes.
4. Explicación y análisis del funcionamiento de una bicicleta de pedaleo asistido. Identificación de componentes y realización de ensayos.
5. Explicación de vehículo eléctrico de baterías. Identificación de componentes. Estudiar el mantenimiento necesario en este tipo de vehículos. Conocer las medidas de seguridad a tomar para trabajar sobre el vehículo. Identificación y subsanación de posibles averías en los vehículos eléctricos.

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA:

- Conocer el estado de la tecnología de los vehículos híbridos y eléctricos.
- Identificar los componentes de cada tipo de vehículo y su función.
- Realizar ensayos y medidas con los diversos materiales que serán facilitados en la práctica. Identificación de posibles fallos en este tipo de vehículos y conocimiento de las medidas de seguridad a tomar en cada caso.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1 Vehículos eléctricos con pila de combustible de hidrógeno

1.1 Teoría (Pizarra Laboratorio Electrónica)

En la primera parte de esta práctica, se va a realizar una descripción teórica del funcionamiento de una pila de combustible de hidrógeno. Como ejemplo para la explicación, se tomará un Kart con pila de combustible de hidrogeno, donde se podrán observar todos los componentes que forman parte del circuito.

El esquema básico de funcionamiento del Kart es el siguiente:

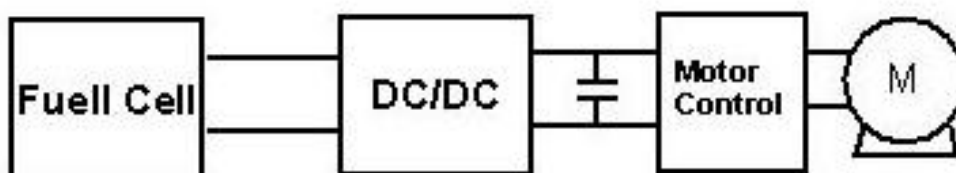


Figura 2. Esquema básico del funcionamiento del Kart.

En dicho esquema se muestra como la tensión de la pila de combustible es regulada mediante el DC/DC (72 V). Dicho DC/DC controla la intervención de los condensadores en el sistema, mediante el control del voltaje en sus bornes. Los motores utilizan la tensión en los bornes de los condensadores para su funcionamiento.

El Kart tiene diferentes sistemas:

- Sistema eléctrico de potencia (representado en el esquema anterior).
- Sistema eléctrico de control: es el encargado de controlar la potencia y los sistemas mecánicos. Así como de velar por la seguridad del equipo.
- Sistema de hidrógeno: almacenamiento, regulación de presión, tubing, etc.
- Sistema mecánico: frenos, volante, ruedas, transmisión, etc.

Actividad 1: Identifica la posición de los diferentes componentes en el plano mecánico: (Taller)
Sistema de freno, almacenamiento de hidrógeno a presión, pila de combustible, motor derecho, motor izquierdo, supercondensadores, filtro, controlador de motor, radiador de refrigeración, DC/DC (step up).

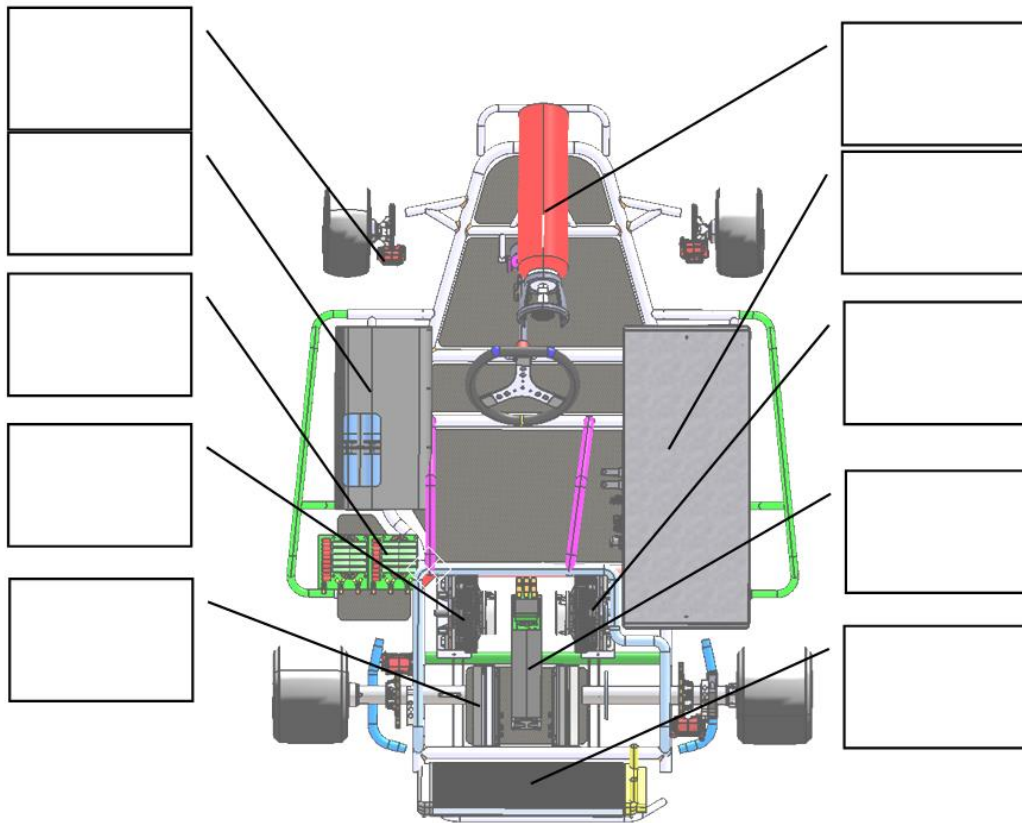


Figura 3. Identificación de componentes en el Kart.

Actividad 2: Identifica los componentes del sistema de hidrógeno (apunta sobre el dibujo): (Pizarra Lab.Electrónica/Taller) Regulador de presión, electroválvula, purga, filtro de partículas, válvula antirretorno, suministro de hidrógeno (entrada), pila de combustible, válvula manual y disco de ruptura.

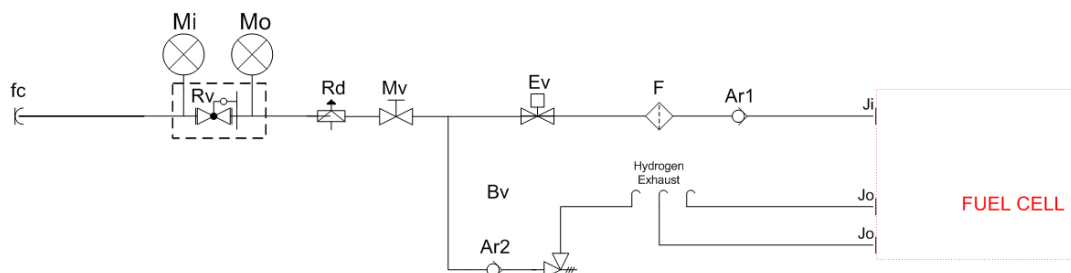


Figura 4. Esquema del sistema de hidrógeno del Kart.



Finalmente, identifica visualmente los elementos de todos los sistemas en el coche real.

1.2 Hidrolimpiadora de Pila de Combustible

HIDROLIMPIADORA



FUNDACIÓN PARA EL
DESARROLLO DE LAS NUEVAS
TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO
EN ARAGÓN

DESCRIPCIÓN

El prototipo, un carro o remolque, dispone de un depósito de agua con una manguera a presión que permite la limpieza de las calles en los cascos urbanos de las ciudades. La manguera guía el agua a presión propulsada por una bomba alimentada a través de una pila de combustible. Una pila de combustible es un dispositivo electroquímico que transforma de manera directa la energía del combustible, en este caso hidrógeno, en electricidad; reduciendo tanto la contaminación atmosférica como la acústica.

El manejo o movimiento de la limpiadora por las calles es muy sencillo para el operario, ya que está dotado de un sistema de *jockey Wheel* (rueda especial para desplazamientos) que permite libertad de movimientos.

El sistema equivalente sería un conjunto formado por depósito y bomba de impulsión, alimentados a través de un motor diésel, incorporado en una camioneta o pick-up para los desplazamientos.

CARACTERÍSTICAS

- Potencia pila de combustible: 4 kW.
- Hidrogeno almacenado: 50 l a 200 bar.
- Energía almacenada: 10 kWh.
- Autonomía: 6-8 horas.

CUANTIFICACIÓN

Ahorro de energía:	Sistema Hidrolimpiadora: 37,5 kWh/día
	Sistema pick-up (diésel): 60 kWh/día
Emisiones CO₂	Sistema Hidrolimpiadora: 0kg CO ₂ /año
	Sistema pick-up (diésel): 3 750 kg CO ₂ /año
Emisiones acústicas:	Sistema Hidrolimpiadora: 70 dB (equivalente al ruido de una oficina)
	Sistema pick-up (diésel): 120 dB (equivalente al despegue de un avión).





FINANCIA




<http://www.zerohytechpark.eu/>

Figura 5. Ficha descriptiva hidrolimpiadora de hidrógeno.



1.3 Vehículo Eléctrico de Pila de Combustible de Hidrógeno

VEHICULO ELÉCTRICO DE PILA DE COMBUSTIBLE



DESCRIPCIÓN

La Fundación ha llevado a cabo la conversión de un vehículo eléctrico de baterías a un vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrógeno. Esta conversión proporciona aumento en la autonomía del vehículo (de hasta un 50%) y una reducción en el tiempo de recarga (de periodos de 8 horas a recargas de 3 – 4 minutos) con respecto a las prestaciones iniciales.

El motor eléctrico se alimenta a partir de la energía eléctrica que proporciona la pila de combustible. Ésta se alimenta con hidrógeno comprimido a 350 bar. Además, el vehículo cuenta con un sistema de recuperación de calor generado por la pila de combustible, el cual se emplea en el circuito de calefacción del vehículo, reduciendo de este modo el consumo total de energía.

El vehículo se ha homologado tras la conversión, con lo que el es totalmente operativo.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Potencia pila de combustible: 12 kW
- Hidrogeno almacenado: 1,4 kg a 350 bar.
- Autonomía vehículo eléctrico de baterías: 60 km
- Autonomía vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrógeno: 120 km.

CUANTIFICACIÓN

Ahorro energía:	Diésel/gasolina: 0,68 kWh/km
	Eléctrico de baterías: 0,16 kWh/km
	Eléctrico de pila de combustible: 0,4kWh/km
Emisiones:	Diesel/gasolina: 0,17 kg _{CO₂} /km
	Eléctrico de baterías : 0,0 kg _{CO₂} /km
	Eléctrico de pila de combustible: 0,0 kg _{CO₂} /km



FINANCIA



<http://www.zerohytechpark.eu/>

Figura 6. Ficha descriptiva vehículo eléctrico con pila de combustible.



2 Bicicletas eléctricas

2.1 Teoría (Pizarra Lab.Electrónica)

Una bicicleta eléctrica es una bicicleta denominada de pedaleo asistido y cuyas principales características son:

- Dispone de un motor eléctrico que asiste en el pedaleo.
- Una controladora que gestiona las señales.
- Conjunto de sensores.
- Alimentación del motor eléctrico.

La alimentación del motor se puede llevar a cabo mediante una pila de combustible alimentada por hidrógeno o mediante unas baterías eléctricas.

Las bicicletas de pedaleo asistido además, presentan en su control tres condiciones imprescindibles para que el motor entre en funcionamiento y así poderla catalogar precisamente como bicicleta de pedaleo asistido y no como motocicleta y éstas son:

- La velocidad no puede superar los 25 km/h, si la supera el motor para.
- No puede cesar el pedaleo, si este cesa, el motor se para.
- Ninguno de los dos frenos puede estar pulsado, si alguno de ellos permanece activado el motor también se parará.

2.2 Funcionamiento de un motor eléctrico (Pizarra Lab.Electrónica)

El motor que incorporan estas bicicletas es un motor de tipo brushless, sin escobillas, es decir, no tiene ningún tipo de rozamiento por escobillas. Es de corriente alterna, y es capaz de desarrollar 240 W de potencia.

A continuación se detalla su funcionamiento:

Como ya se ha comentado, este tipo de motor no tiene escobillas, sino que basa su funcionamiento en el electromagnetismo que se genera entre las bobinas y el rotor. Este tipo de motor presenta grandes prestaciones con muy bajas pérdidas, sin embargo; su manejo es mucho más complejo, ya que hay que alimentar el par de bobinas oportuno justo cuando el rotor pasa por ellas.

Para lograrlo el motor está dotado de 3 sensores de efecto hall, que le dicen a la controladora donde está el rotor y esta manda a las dos bobinas en cuestión.

Las señales que le llegan a las bobinas está desfasada 120° eléctricos ya que $360/3 = 120^\circ$ es el desfase que hay entre las bobinas. La siguiente imagen muestra un esquema de este motor.

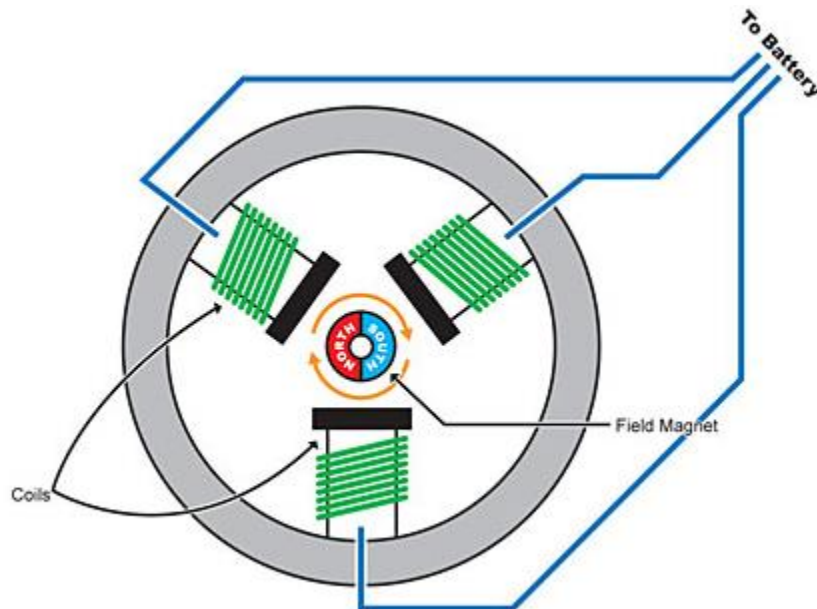


Figura 7. Esquema motor eléctrico tipo brushless.

2.3 Identificación de componentes (Pizarra Lab.Electrónica)

Actividad 3: En la siguiente imagen, debes identificar los cuatro componentes fundamentales que componen una bicicleta de pedaleo asistido con pila de combustible. Debes seleccionar los componentes del cuadro inferior.



Figura 8. Imagen bicicleta de pedaleo asistido.

a =

b =

c =

d =

Ruedas – pedales – hidruros metálicos – sillín – pila de combustible – radio – timbre – controladora – manillar – motor eléctrico

2.4 Testeo en banco de ensayos (Pizarra Lab.Electrónica)

Para realizar el testeo de la bicicleta en el banco de ensayos, lo primero que se estudia es la controladora del sistema.

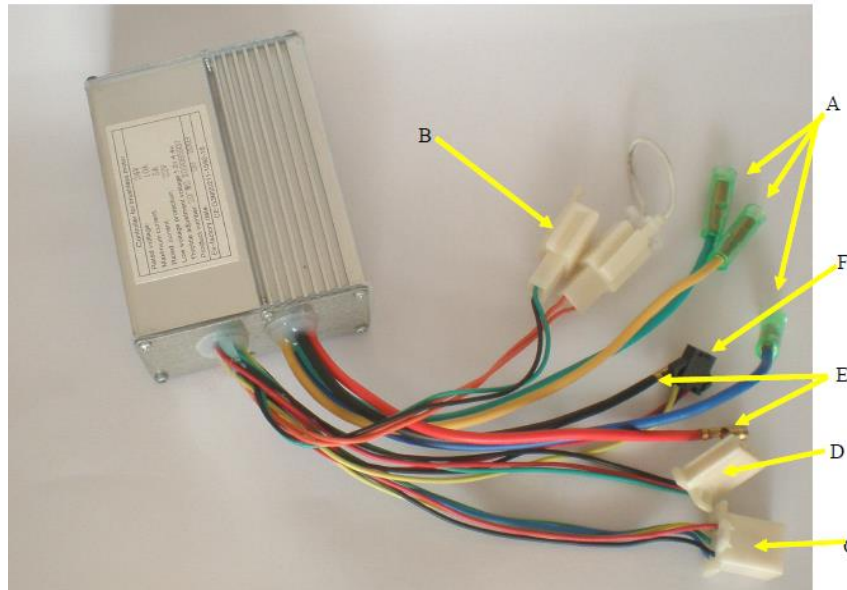
Como ya se ha comentado, existen tres condiciones indispensables que se deben cumplir para categorizar una bicicleta eléctrica de pedaleo asistido. Además, es necesario tener perfectamente definida en cada momento la posición del motor. Por ello, a la controladora llegarán todas estas señales y las gestionará para permitir o no la alimentación del motor:

- Sensor de pedaleo.



- Sensor de frenos (x2).
- Sensores hall de posicionamiento del motor.
- Sensor de número de vueltas.
- Control de velocidad máxima (programado con Arduino).

A continuación se verá en una controladora cada una de las conexiones asociadas a estas señales. Igualmente quedan identificadas en la siguiente imagen.



A: cables for motor: they should be connected to the cables from motor in same color respectively!!

B: cables for brake

C: cables for hall sensor

D: please do not connect connector D with any other cables.

E: cable for power source: red cable(positive of fuel cells), black cable(negative of fuel cells)

F: cables for sensor.

Below is some pictures on the connection of cables:

Figura 9. Controladora para bicicleta de pedaleo asistido.

En primer lugar en el banco de ensayos se va a analizar qué pasa con los dos primeros sensores (pedaleo y freno).

Actividad 4: Se registrarán los valores de tensión e intensidad en la siguiente tabla. (Pizarra Lab.Electrónica)

Tensión (V)
PEDALEANDO
PEDALEANDO, DEJAMOS DE PEDALEAR
PEDALEANDO, FREAMOS



Actividad 5: (Pizarra Lab.Electrónica): Con estos resultados, ¿qué estrategia de control comanda la controladora electrónica del sistema?

Actividad 6: (Pizarra Lab.Electrónica): Obtener las gráficas de las fases A, B y C que alimentan al motor desde la controladora así como las de los sensores 1, 2 y 3 que determinan la posición del motor.

Escala t:

Escala V:



Escala t:

Escala V:



Vehículos eléctricos con baterías

2.5 Descripción vehículo (Taller)

El reva-i es un pequeño utilitario destinado principalmente a la movilidad urbana. Posee dos plazas delanteras con espacio suficiente para dos adultos. Además dispone de dos plazas traseras hábiles para personas de pequeño tamaño. El coche está homologado para 3 adultos o 2 adultos y 2 niños.



En lo mecánico, dispone de un motor de corriente alterna que entrega un máximo de **12 kW de potencia**, cuyo mantenimiento es nulo al funcionar por inducción. La tracción es posterior, dejando la parte frontal libre para el compresor de aire acondicionado e incluso un pequeño hueco habilitado para almacenamiento de utensilios, como los triángulos de emergencia.

Con respecto a las baterías, el vehículo dispone de 8 baterías de Plomo Ácido con un total de **9.36 kWh** de capacidad a **48 V**. Están situadas bajo los asientos y deben ser rellenadas individualmente. Para el rellenado hay que desmontar previamente los asientos.

El display del vehículo dispone de un indicador que se ilumina en rojo cuando estamos gastando mucha energía y se ilumina en verde cuando entra en marcha el modo regenerativo, esto es cada vez que el vehículo se está moviendo y no estamos pisando el acelerador.

La carga del vehículo se realiza con una toma de corriente a 230 V. Se consigue un 80% de autonomía cuando está conectado durante 2.5h mientras que el 100% se alcanza transcurridas 8h.



Figura 10. Punto de carga del vehículo.

El selector de marcha está situado en la parte izquierda del vehículo a la altura del volante. Dispone de Punto Muerto (N), Avance (F), Empuje (B) y Marcha Atrás (R). El modo avance se utiliza para ciudad y el modo empuje para circular por carretera. La única diferencia es que el modo avance limita la corriente que llega al motor en un valor menor que en empuje.



Figura 11. Selector de marcha.

El freno de mano es una palanca colocada a la derecha del conductor. Para poner el freno, hay que tirar de ella con la palanca apuntando a nuestro asiento. Para quitarlo, hay que tirar un poco y girar la palanca hacia el asiento del pasajero, para finalmente soltarla. Dispone de radio-cd y aire acondicionado.



2.6 Características vehículo eléctrico Reva (Taller)

Tipo de vehículo	Cuatriciclo de 2 puertas, 2+2 asientos, con portón trasero
Tipo de construcción	Estructura tubular de acero. Paneles de plástico ABS pintados y 100% reciclables
Tracción	Posterior
Carga máxima admisible	940 kg (homologado para 3 personas)
Masa en vacío	665 kg
Velocidad máxima	Modo avance: 65 km/h Modo empuje: 80 km/h
Autonomía	Hasta 80 km (65 km en carretera)
Largo/Ancho/Alto	2638 mm / 1324 mm / 1510 mm
Distancia entre ejes	1710 mm
Radio de giro	3505 mm
Frenos	Disco / Tambor, con sistema de frenado regenerativo
Neumáticos	Delanteros: 145/70 R13 71T
Tipo de motor	Motor de inducción AC (sin mantenimiento)
Par motor	235 Nm a 2000 rpm
Potencia máxima	12 kW (16 CV)
Pack Baterías	8 baterías x 6 V de plomo ácido, en serie. 48 V – 195 Ah
Cargador	220 – 240 V, 2.2 kW, alta frecuencia
Tiempo de carga	80% de carga en 2.5 h 100% de carga en 8h
Punto de carga necesario	Enchufe estándar de 230 V / 16 A, con RCD
Emisiones locales CO₂	0 g CO ₂ /km
Consumo	133 Wh/km

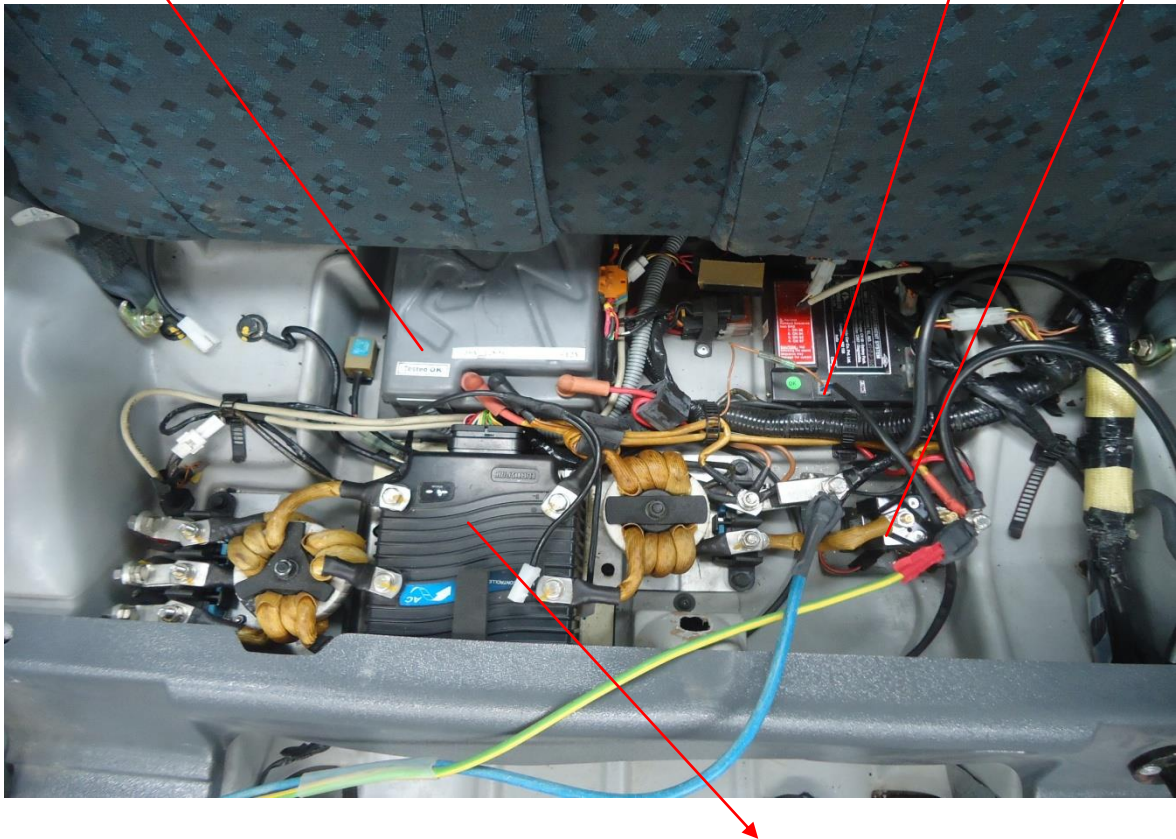
Figura 12. Especificaciones del modelo Reva que ofrece el fabricante.



2.7 Identificación de componentes (Taller)

Actividad 7: Localizar en el Vehículo Reva los siguientes elementos:

- Punto de carga del vehículo.
- Contactor.
- Convertidor 230 V AC / 48 V DC/12 VDC. ¿Función?
- Controladora sistemas auxiliares vehículo.
- Motor controller - Inversor. ¿Función?
- Motor eléctrico. ¿Se alimenta en alterna o en continua? ¿Trifásica o monofásica?
- Baterías.





2.8 Baterías (Taller)

El voltaje de las baterías es el indicador del nivel de carga. Mide el voltaje en las baterías. La operación de medida de carga se debe realizar como poco un par de horas después de haberla terminado cualquier carga. ¿Cuántos km de autonomía le quedan? Para saber autonomía total del vehículo.

Tensión (V)	% de carga
51 V	100 %
50 V	80 %
48,96 V	60 %
47,84 V	40 %
46,64 V	20 %
46 V	10 %



Recordamos ejercicio de feedback

- Tipo de baterías
- Densidad energética
- Peso de baterías

Actividad 8: Trabajar con baterías.

¿Número de Baterías?

¿Tensión de una batería?

Identificar el tipo de batería que utiliza el Vehículo Reva. ¿Qué tecnología de las siguientes opciones utiliza?

LITIO - ION ☐

NÍQUEL – CADMIO ☐

PLOMO - ÁCIDO ☐

En el vehículo Reva, ¿cómo se conectan las baterías, en serie o en paralelo?

SERIE ☐

PARALELO ☐

¿Por qué?

Reflexión teórica: “Para una potencia, si se eleva el voltaje, ¿qué le pasa a la intensidad en los cables? ¿qué implica esto con respecto al diámetro del cableado?”



2.9 Identificación de posibles averías y subsanación de las mismas (Taller)

Se simularán posibles averías que pueda surgir en el vehículo eléctrico de baterías. Primero, se realizará una valoración e identificación de la avería, para posteriormente intentar subsanarla, con los medios disponibles en el taller.

2.10 Renault Fluence Z.E. (Exteriores)

El Renault Fluence Z.E. es la versión eléctrica del Fluence.

El Fluence Z.E. lleva un motor eléctrico alimentado por una batería que se recarga conectándola a la red eléctrica. Por lo tanto, es técnicamente distinto a la Opel Ampera o el Chevrolet Volt. En estos dos modelos, la batería se puede recargar, además de conectándola a la red eléctrica, con un motor de gasolina —instalado en el coche— que hace las veces de generador y cuya función es aumentar la autonomía.

La velocidad máxima del Fluence está limitada a 135 km/h. Tiene una autonomía de 185 km en el ciclo homologado NEDC —acrónimo de «New European Driving Cycle», nuevo ciclo de conducción europeo en inglés—.

2.10.1 Motor, batería y chasis

El motor eléctrico tiene una potencia máxima de 70 kW (95 CV). Funciona gracias a la energía almacenada en una batería de iones de litio. La única manera de recargarla, además de la pequeña carga que se obtiene en las deceleraciones, es conectándola a la red eléctrica.

Para recargarla se puede conectar a un enchufe doméstico, aunque es necesario adquirir un adaptador específico. Con la compra del vehículo, lo que Renault suministra es un cable específico que, si el cliente lo desea —es lo que Renault aconseja— se puede conectar a un dispositivo denominado «Wall-Box». Este aparato permite gestionar las cargas de la batería, por ejemplo para que sólo se conecte a la red eléctrica cuando las tarifas son más asequibles, además de convertir la red doméstica en una de alta tensión. Esto supone que la batería se cargue en 6/8 horas.



Figura 13. Vista motor Renault Fluence.

En una toma convencional, la batería precisa de 10 a 12 horas, mientras que en redes trifásicas (400V) son necesarios 20 minutos para lograr el 80% de su carga. En este tipo de puntos de recarga, 10 minutos permiten lograr una autonomía de hasta 50 km. De momento no están disponibles en España.

Hay dos tomas de corriente, colocadas en cada una de las aletas delanteras (imagen). La batería no necesita mantenimiento y, según Renault, conserva entre el 80% y el 100 % de su capacidad durante seis años. La garantía oficial es de 10 años ó 200.000 km.

http://www.km77.com/fotos/Renault/Fluence_2010/Z.E.-

[Exterior.html?division=color&modelVersionId=2509&photoType=1&limit=8](http://www.km77.com/fotos/Renault/Fluence_2010/Z.E.-Exterior.html?division=color&modelVersionId=2509&photoType=1&limit=8) La batería que lleva el Fluence Z.E. es de iones de litio y pesa 250 kg, de los que unos 3 kg son de litio. Este tipo de baterías tienen una densidad de energía de unos 100 Wh/kg, frente a los 25 de una de plomo y 63 de una de níquel hidruro metálico. La del Fluence Z.E. tiene una capacidad energética de 20 kWh y suministra la corriente a una tensión de 400 V. Según Renault, a intensidad media de funcionamiento, el sistema de aire acondicionado tiene un consumo aproximado de 1,5 kWh y el de calefacción de 2,2 kWh.

El motor eléctrico (síncrono) está colocado en la parte delantera de la carrocería, tiene una potencia 70 kW (95 CV) y da un par máximo de 226 Nm. Pesa 160 kg, menos que un motor Diesel equivalente —unos 200 kg—. Por ello, la suspensión delantera no requiere ninguna modificación, no como la trasera que tiene unos muelles y amortiguadores más firmes para soportar el mayor peso en el eje posterior por la presencia de la batería en el maletero.

Los neumáticos, de medidas 205/55 R16 en todas las versiones —no hay ningún otro disponible ni siquiera en opción— son de baja resistencia a la rodadura (Goodyear EfficientGrip).

2.10.2 Equipamiento

El interior del Fluence Z.E. es prácticamente idéntico al del resto de la gama. La única diferencia es que el cuadro de instrumentos no tiene cuentarrevoluciones y sí un indicador que informa sobre la carga de la batería y otro que muestra cuánta energía se está requiriendo a la batería en base a tres colores diferentes: azul claro —poca demanda de energía—, azul oscuro —demanda normal— y rojo —muchacha demanda— (imagen). Además, el ordenador de viaje



muestra la autonomía en kilómetros restantes y el consumo medio e instantáneo de kW.

La versión eléctrica del Fluence tiene un dispositivo que permite programar la temperatura deseada en el habitáculo. Mientras se recarga la batería, el sistema de climatización adecua la

temperatura interior, lo que permite que no sea necesario un gran consumo de energía de la batería cuando se comienza a circular.

Hay dos niveles de equipamiento disponibles: «Expression» y «Dinamyque». En ambas versiones es de serie un navegador («Carminat TomTom») que muestra los puntos de recarga más próximos y, en determinados países, informa de si la autonomía es suficiente para llegar al destino seleccionado, además de mostrar una circunferencia que delimita el alcance máximo de la autonomía del coche en cada momento. También son de serie desde la variante más asequible elementos como el control de estabilidad, seis airbags, el programador de velocidad, el climatizador de dos zonas o la conexión automática de luces y del limpiaparabrisas, entre otros (fichas de equipamiento).

El maletero, más pequeño que el del resto de versiones del Fluence, tiene un doble fondo en el que se pueden guardar diferentes objetos. Una opción es situar ahí el cable de recarga. Este elemento puede colocarse en posición vertical para compartimentar el espacio de carga. En el



maletero del Fluence Z.E. cabe de pie una maleta de las permitidas en la cabina de un avión. En las variantes «Dinamyque», el respaldo de los asientos posteriores se puede reclinar para aprovechar el hueco que queda a la derecha de la batería y así poder transportar objetos de cierta longitud, como por ejemplo unos esquís.



3 Vídeo Toyota Mirai

Vídeo de explicación del Toyota Mirai. (Sala Reuniones)