



Doctor en Físicas

¿CUÁNTO CABE EN EL "DEPÓSITO" DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO? (2ª PARTE)

En el artículo anterior vimos que "1 litro de combustible de petróleo equivale a 10 kWh". En ocasiones, el fabricante da la capacidad de las baterías (Q) en Ah (Am-



perios hora), otra unidad rara, que indica la carga eléctrica capaz de acumular el pack de baterías. El amperio es una corriente de 1 culombio (C) de carga cada segundo (s). Como una hora son 3600 s, 1 Ah es una carga de 1 C/s x 3600 s = 3600 C. Ya sabemos cómo pasar de Ah a Culombios (la unidad "buena" de carga): multiplicando por 3600. Pero no queremos saber la carga, sino la energía. Necesitamos el voltaje nominal que suministra el pack. ¿Por qué? Voltaje, por definición, es "energía por unidad de carga", de modo que si conocemos la carga y el voltaje, sabremos la energía. Es como si Vd. sabe el precio del kilo de sardinas, y cuántos kg de sardinas quiere. Sin más que multiplicar sabrá el importe a pagar. Para el eléctrico, mire Vd. la capacidad de las baterías (en Ah), multiplique por 3600 y por el voltaje nominal que suministran, y tendrá la energía que contienen en Julios.

Para encontrar la equivalencia de esta cantidad en gasolina/gasoil, siga leyendo.

¿Y si le dan a Vd. la energía que contienen las baterías en Julios (J),

kilo Julios (kJ) o mega Julios (MJ)? Uf, esto sería demasiado bueno, es la unidad que todo el mundo debería emplear. Pues divide Vd. ese número entre 36.000.000, entre 36.000 o entre 36 (que son, respectivamente, el número de J, kJ o MJ que contiene 1 litro de petróleo), y ya tiene a cuántos litros de combustible tradicional equivale su pack de baterías.

Por último, ¿y si se trata de un caso raro y en lugar de baterías el vehículo incorpora condensadores –o capacitores, como les dicen ahora-, y le hablan de Faradios (F) de capacidad (C)? Como el Faradio es una unidad de carga acumulada por cada voltio de tensión de carga ($C = Q/V$), otra vez se tiene Vd. que molestar en averiguar el voltaje nominal al que trabajan, porque la energía acumulada vale $\frac{1}{2} \cdot C \cdot V^2$.

¿Por qué vale eso? $C \cdot V^2$ es exactamente lo mismo que $Q \cdot V$, y esto es energía (con lápiz y papel lo verá enseguida). Falta el $\frac{1}{2}$, ¿de dónde sale? Fácil, el

condensador empieza a descargarse con voltaje V, y acaba a voltaje cero. La "media" entre cero y V es justamente $\frac{1}{2}$ de V.

Vamos a lo práctico: coja su calculadora y eleve al cuadrado el voltaje. Multiplique el resultado por los faradios de capacidad, y divida entre 2. El resultado son los Julios de energía que contiene. Proceda ahora como en los casos anteriores y obtendrá los litros –o fracción de litro– a los que equivale el súper-condensador o pack de ellos. ¿Y eso es todo? Más o menos. Pero, en todos los casos, no olvide multiplicar el resultado final de combustible tradicional que ha obtenido por 3, pues la eficiencia de un buen motor eléctrico (brush-less o asíncrono) es unas 3 veces mayor que el de un térmico de alta eficiencia. Con esa cantidad final de combustible, eche cuentas de cuántos km podría hacer Vd. en carretera con un buen Diesel TDI, y esa será la máxima autonomía –en carretera y en ciudad– del vehículo eléctrico.

Multiplique x3 los resul-

tados de la 4ª columna... ¿Cuántos km +/- podría recorrer Vd con esa cantidad de combustible, con un TDI eficiente? Esa será la máxima autonomía del vehículo en modo eléctrico.

¿Estas estimaciones coinciden con los datos de autonomía dados por el fabricante, o con las pruebas de estos vehículos? Bastante, sobre todo con estas últimas. ¿Y no influirá el peso del vehículo, su aerodinámica, etc? Pues claro. Pero ahí le dejo a Vd., para que hile más fino –si le coge gusto–, y haga las comparativas eléctrico-TDI que estime más adecuadas en cada caso, pues se habrá dado cuenta ya de que el resultado en autonomía final (con el procedimiento que le estoy proponiendo), pasa por cuántos l/100 km suponga Vd. que consume por carretera el TDI objeto de la comparación. Le doy alguna pista: si es súper-eficiente podrá tomar unos 3,5 l/100 km. Si es tipo crossover y pesado, igual está en más de 6. Todo ello suponiendo que Vd. no circula –con su eléctrico– con el aire acondicionado, las luces y dos etapas de potencia de 1000 W!.. la autonomía se podría ver seriamente reducida.

De lo dicho se puede deducir el consumo de un vehículo en unidades estándar de energía. El mejor térmico en el mercado se sitúa en los

120 MJ/100 km. Y los mejores eléctricos en 40. Son datos de homologación, difícilmente reproducibles en la calle. Si encuentra cifras sensiblemente inferiores a éstas, referidas a vehículos de tamaño y peso "normales" –incluidos los híbridos–, es muy libre de pensar que le están tomando el pelo.



Sólo queda una cosa importante, desde el punto de vista energético y medio ambiental, y es evaluar/comparar el eléctrico con un térmico eficiente, en términos de consumo de energía primaria, de materia prima, de costes y de emisiones totales. Este es un asunto enormemente complejo e importante, pero el único modo de evaluar con perspectiva las diferentes opciones en el problema de la movilidad. Intentaremos aproximarnos a ella en el próximo número.



Ejemplos de equivalencia en energía acumulada (valores aproximados)

Ejemplo	Datos técnicos	Energía (MJ)	Equivalencia en gasolina/gasoil (litros)
Referencia: Gasolina/gasoil	1 litro	36,00	1
Batería de plomo utilitario	12V 50 Ah	2,16	0,06 (60 cm ³)
Batería Toyota Prius	201,6V 6,5 Ah	4,72	0,131 (131 cm ³)
Mitsubishi i MiEV (eléctrico)	16 kWh	57,60	1,6
Hiper condensador-capacitor	300V 20 Faradios	0,90	0,025 (25 cm ³)