

ESTUDIO DE UN AUTOMOVIL BASADO EN PILAS DE COMBUSTIBLE DE HIDROGENO

Objetivo del trabajo.

Dadas las propiedades y características de las pilas de combustible de hidrogeno, así como las de los motores eléctricos. Estimar la cantidad de hidrógeno que debe llevar en el depósito un automóvil eléctrico para tener prestaciones similares a los autos convencionales de gasolina

Presentación del trabajo.

El trabajo se presentará escrito a máquina o impresora de ordenador. Constará al menos de los siguientes apartados:

- Breve introducción (unas 3 páginas) sobre las pilas de combustible de hidrógeno y su empleo en automóviles.
- Descripción del cálculo que se pretende hacer y del procedimiento empleado.
- Resultados obtenidos
- Discusión y comentario de los resultados

Para cualquier dato que se emplee en el trabajo se deberá citar de donde se obtuvo.

Procedimiento

Los datos y expresiones teóricas que se necesiten para resolver el problema se obtendrán fundamentalmente de búsquedas en Internet, de la biblioteca de la Universidad y de consultas con el profesor.

Algunas direcciones útiles para iniciar la búsqueda son:

www.aeh2.org

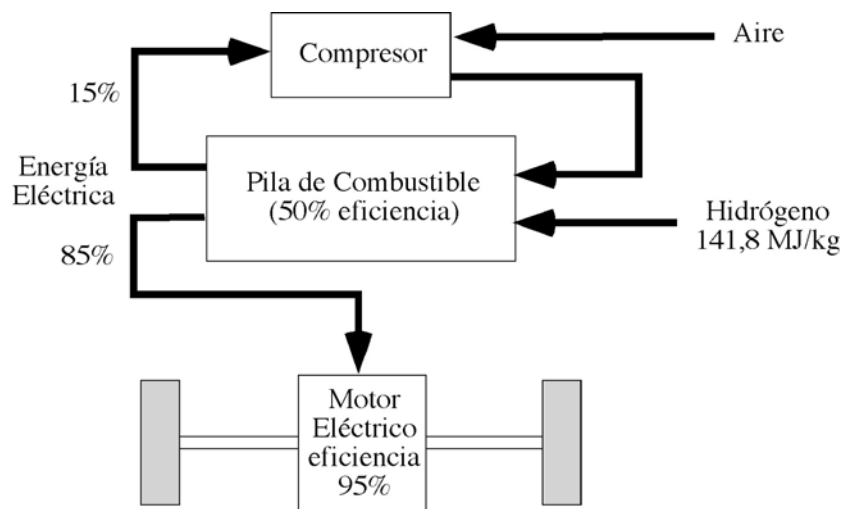
Asociación española del Hidrógeno

www.motordehidrogeno.net

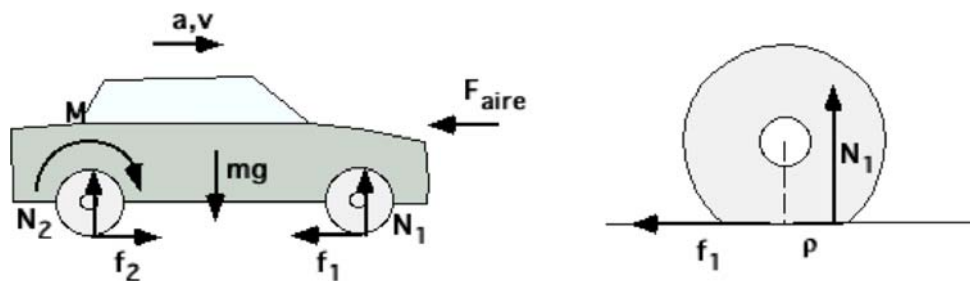
Vehículos de hidrógeno

es.wikipedia.org/wiki/Pila_de_combustible

Guía del cálculo



Para realizar el cálculo vamos a suponer que nuestro vehículo tiene el siguiente esquema de funcionamiento: En la pila de combustible se introduce hidrógeno y aire comprimido. En principio la energía desprendida por la reacción entre el H_2 y el O_2 para formar agua es de 141,86 kJ por cada gramo de hidrógeno que se aporte. La pila de combustible convierte esta energía en energía eléctrica con una eficiencia que supondremos cercana al 50%. La energía eléctrica generada se emplea para mover el vehículo por medio de un motor eléctrico, donde se consume el 85% de la misma, y también para hacer funcionar el compresor de aire que consume el 15% restante. El motor eléctrico convierte en trabajo mecánico el 95% de la energía eléctrica que recibe, perdiéndose el 5% restante en forma de calor en las resistencias internas.



Calculemos primero la potencia mecánica que tiene que desarrollar el motor para que nuestro vehículo avance en llano con una velocidad dada. Si el automóvil se mueve con velocidad constante, el trabajo mecánico del motor deberá emplearse en vencer la resistencia o rozamiento a la rodadura de las ruedas más la resistencia del aire a ser atravesado. Puede demostrarse entonces que la potencia mecánica del motor equivale a $P_{mec} = \left(F_{aire} + \frac{\rho_{rod}}{R} m_t g \right) v$, donde ρ_{rod} es el coeficiente de resistencia a la rodadura, R el radio de las ruedas, $m_t g$ el peso total del vehículo y por último F_{aire} es la fuerza de resistencia del aire que viene dada por la siguiente expresión: $F_{aire} = C_a A \frac{1}{2} \rho_{aire} v^2$, siendo C_a el coeficiente aerodinámico del automóvil, A el área de su sección frontal máxima, ρ_{aire} la densidad del aire y v la velocidad del automóvil.

Es decir que tenemos
$$P_{mec} = \frac{1}{2} C_a A \rho_{aire} v^3 + \frac{\rho_{rod}}{R} m_t g v$$

Para realizar los cálculos supondremos los siguientes valores: coeficiente de resistencia a la rodadura $\rho_{\text{rod}} = 2$ cm, radio de las ruedas $R = 29$ cm, masa total del vehículo $m_t = 1500$ kg, coeficiente aerodinámico $C_a = 0,3$, área de la sección frontal $A = \text{alto} \times \text{ancho} \approx 2,5$ m², densidad del aire $\rho_{\text{aire}} = 1,25$ kg / m³.

Podemos entonces calcular la potencia mecánica del motor si queremos que nuestro automóvil viaje con una determinada velocidad, por ejemplo $v = 100$ km / h. Una vez calculada la potencia, si queremos que el vehículo tenga una autonomía de 500 km, es decir sea capaz de estar 5 horas moviéndose a 100 km/h, calculamos el trabajo total que tiene que hacer el motor simplemente multiplicando su potencia con el tiempo.,

Entonces dadas las eficiencias y demás características del sistema de funcionamiento de nuestro automóvil, es fácil calcular cuanto hidrógeno necesita consumir para conseguir que se genere la electricidad necesaria para que el motor realiza ese trabajo.

Una vez calculada la masa de hidrógeno que el vehículo debe llevar almacenada en su depósito, podemos calcular el volumen que ocupa a temperatura ambiente y presión atmosférica empleando la ley del gas ideal $PV = nRT = \frac{m}{M}RT$.

También podemos calcular la presión a la que tenemos que someter a esta masa de hidrógeno para que ocupe un volumen más manejable, como puede ser 1 m³, o el volumen del depósito de gasolina de un automóvil convencional, es decir unos 50 litros.

Estos cálculos los podemos repetir para otras velocidades de crucero del automóvil más moderadas, como 50 km/h, o intermedias como 75 km/h, y comparar los resultados.