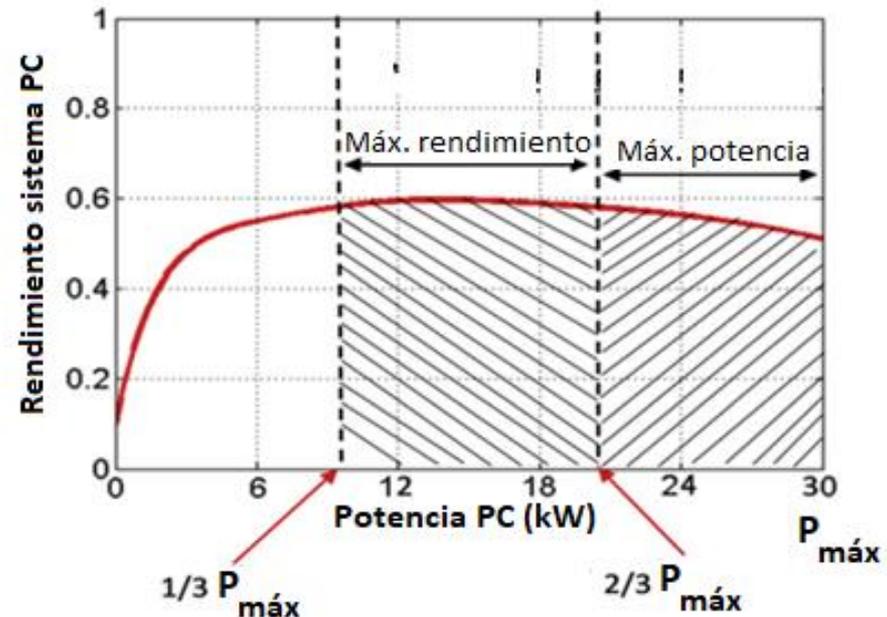
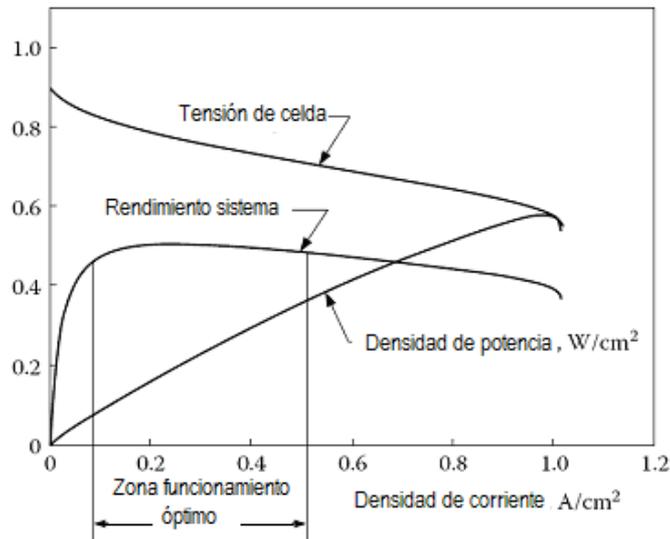


# DISEÑO SISTEMA PROPULSOR CON PILA DE COMBUSTIBLE



# INTRODUCCIÓN

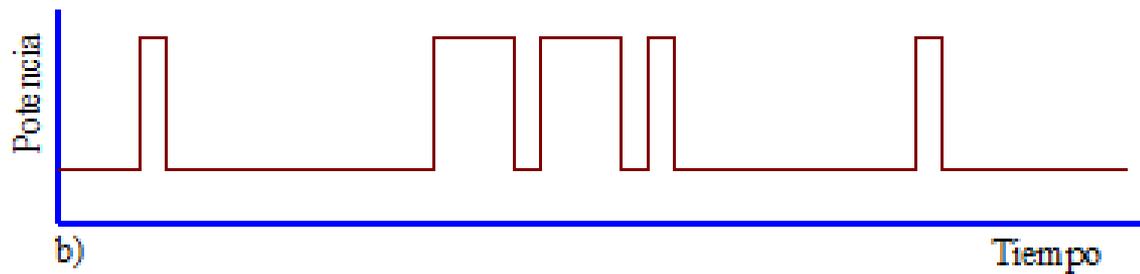
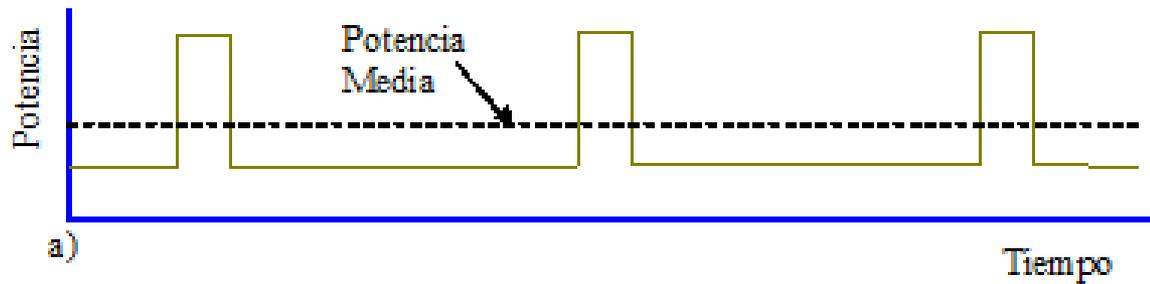
Los vehículos que trabajan sólo con PC, presentan ciertas desventajas relativas a una unidad de potencia pesada y voluminosa debido a su baja densidad de potencia, lento arranque y lenta respuesta en potencia. Además, en aplicaciones de propulsión, las exigentes prestaciones en potencia en la aceleración y la baja potencia a bajas velocidades hace que la PC funcione en zonas de bajo rendimiento



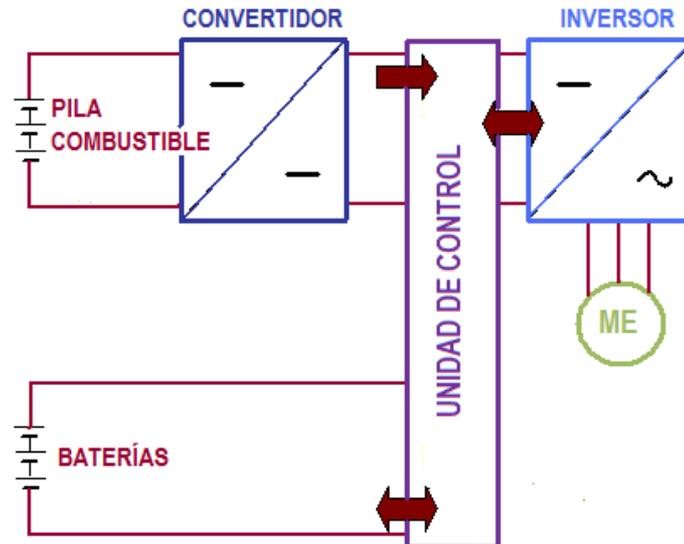
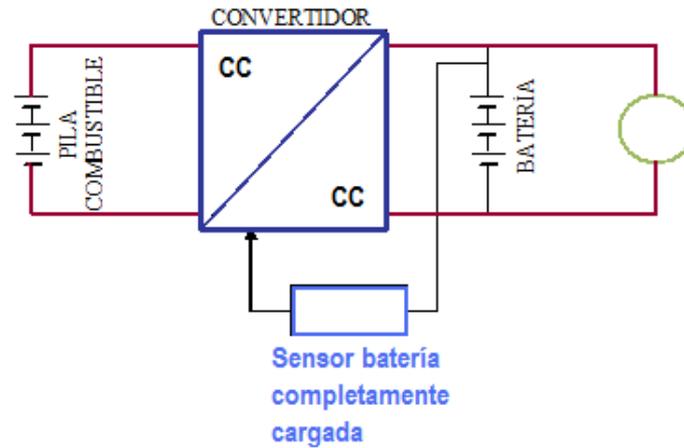
# INTRODUCCIÓN

- Un vehículo híbrido de pila de combustible (VHPC) tiene una batería o ultracondensador en paralelo con el sistema de pila de combustible.
- **El funcionamiento del VHPC permite un uso más eficiente** de la alta densidad de energía de la pila y de la alta densidad de potencia de la batería.
- **Cuando la demanda de potencia es alta, como en una aceleración, las baterías proporcionan la potencia necesaria.**
- Cuando la demanda de potencia es baja, como en condiciones de velocidad crucero, la pila proporciona la potencia. Las baterías se recargarán durante los periodos de baja potencia.
- **Así pues, dependiendo de los requerimientos de potencia y de energía, la pila se podría diseñar bajo el punto de vista de velocidad crucero, y la batería para proporcionar potencias pico.**

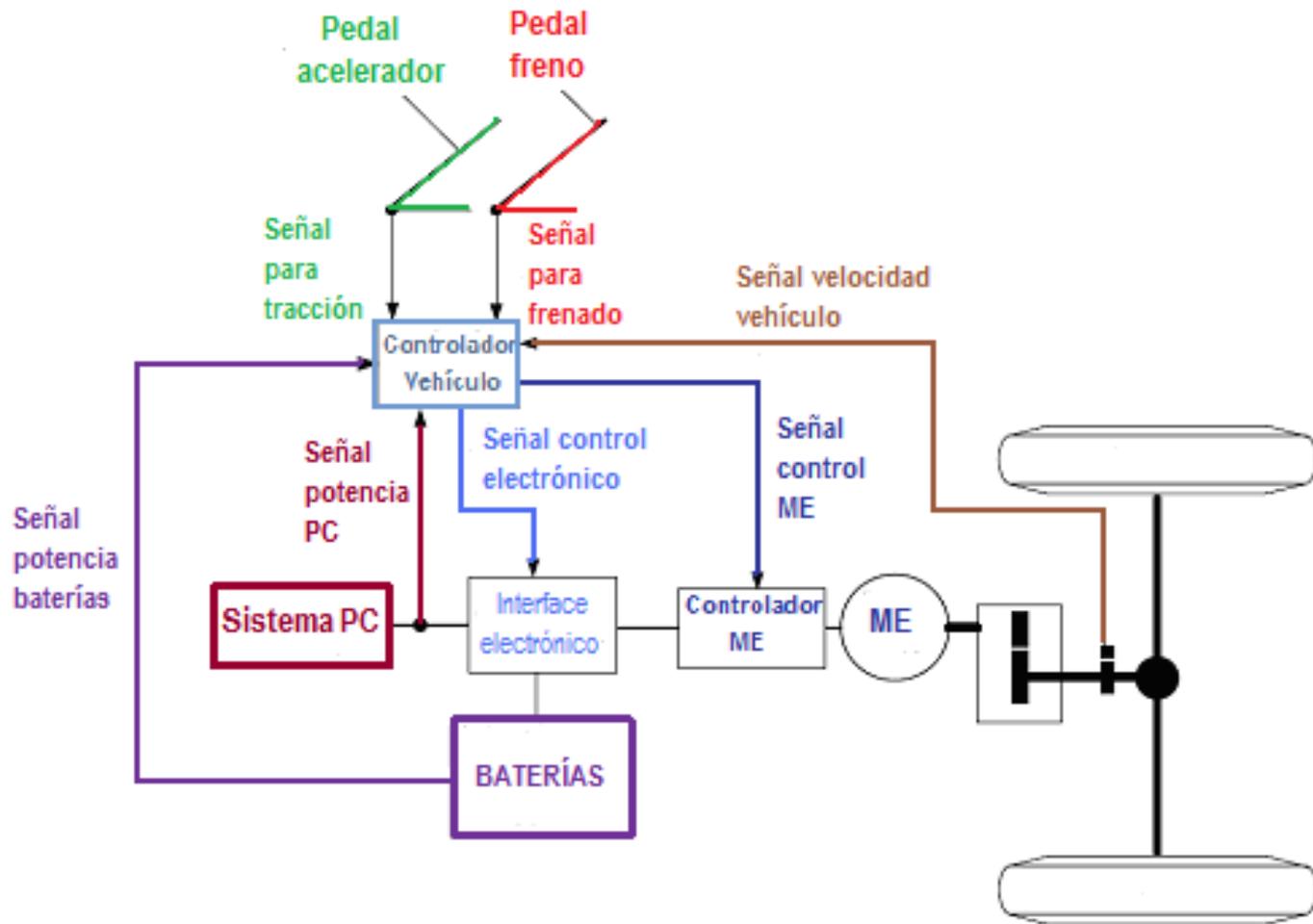
# SISTEMAS HÍBRIDOS PILA - BATERÍA



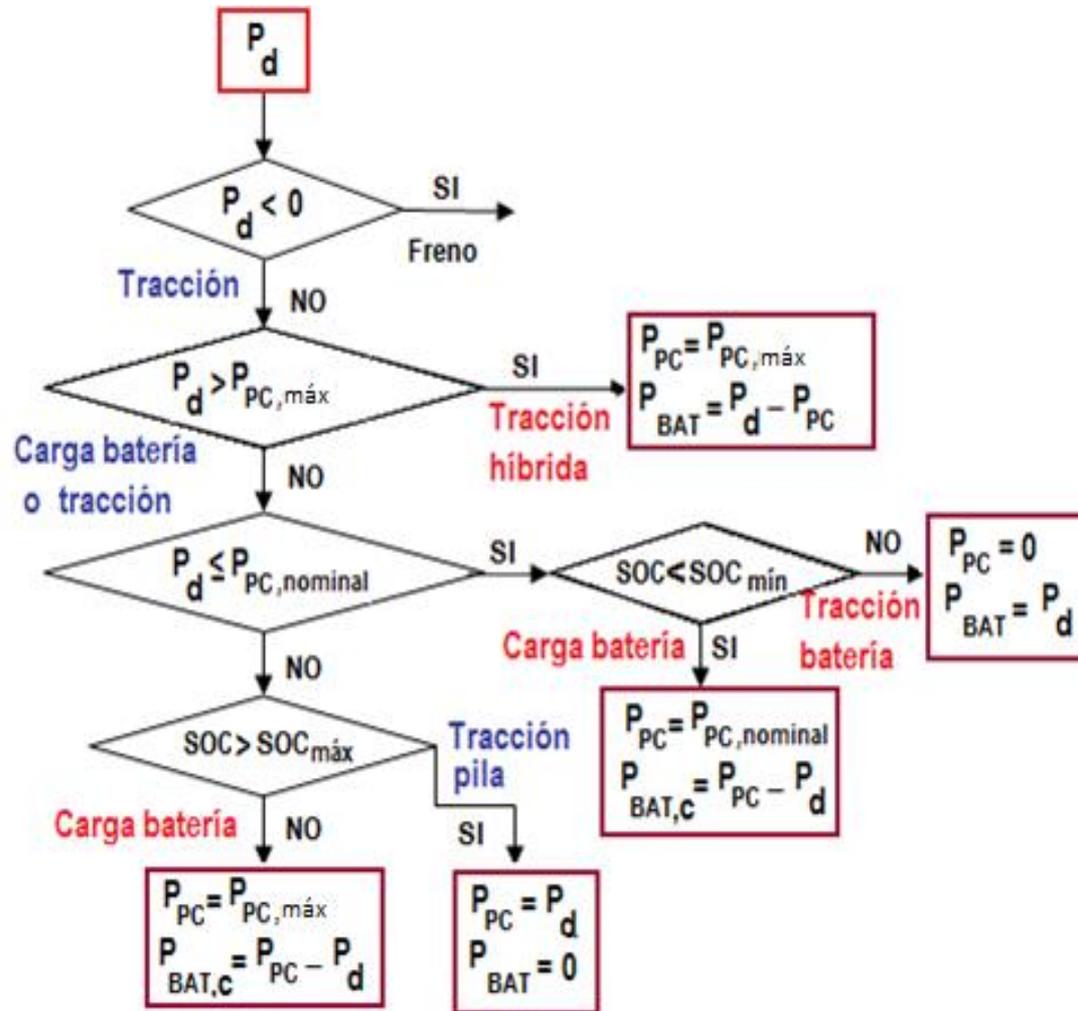
# SISTEMAS HÍBRIDOS PILA - BATERÍA



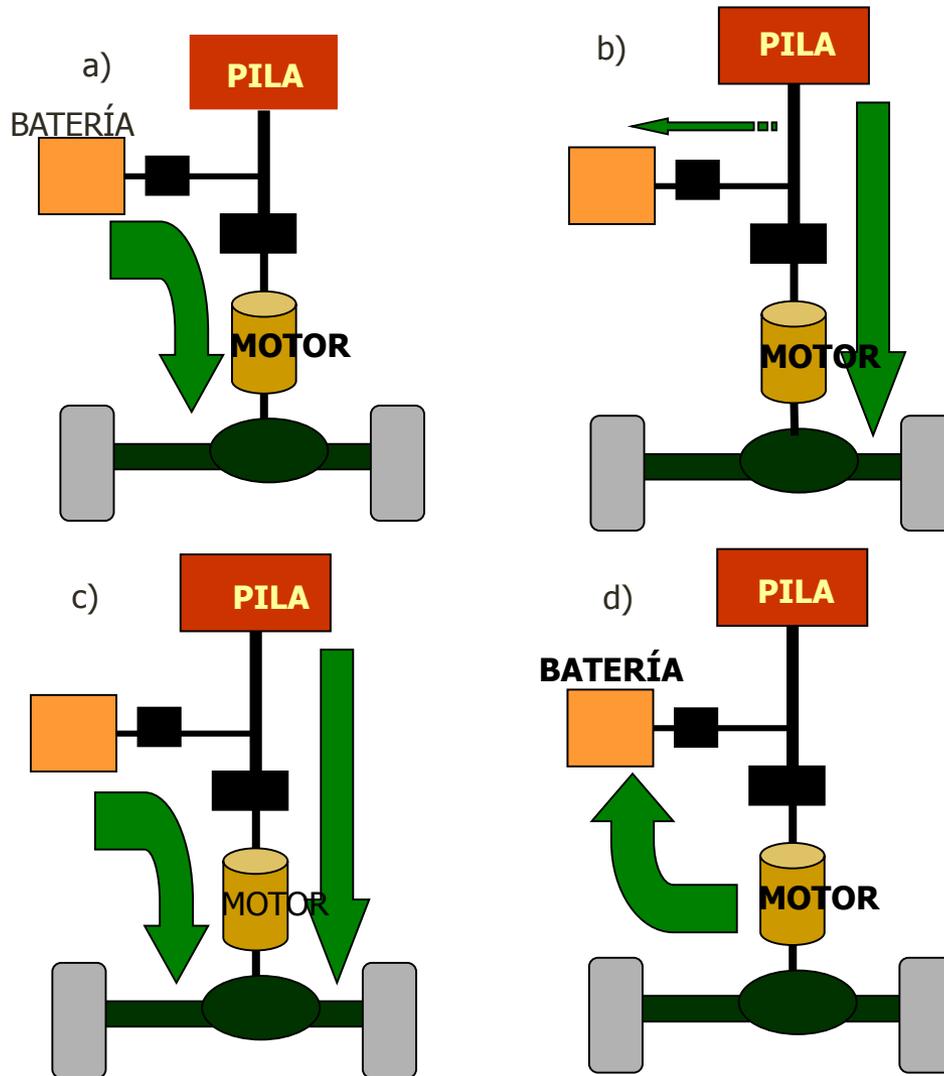
# CONFIGURACIÓN EN VEHÍCULO



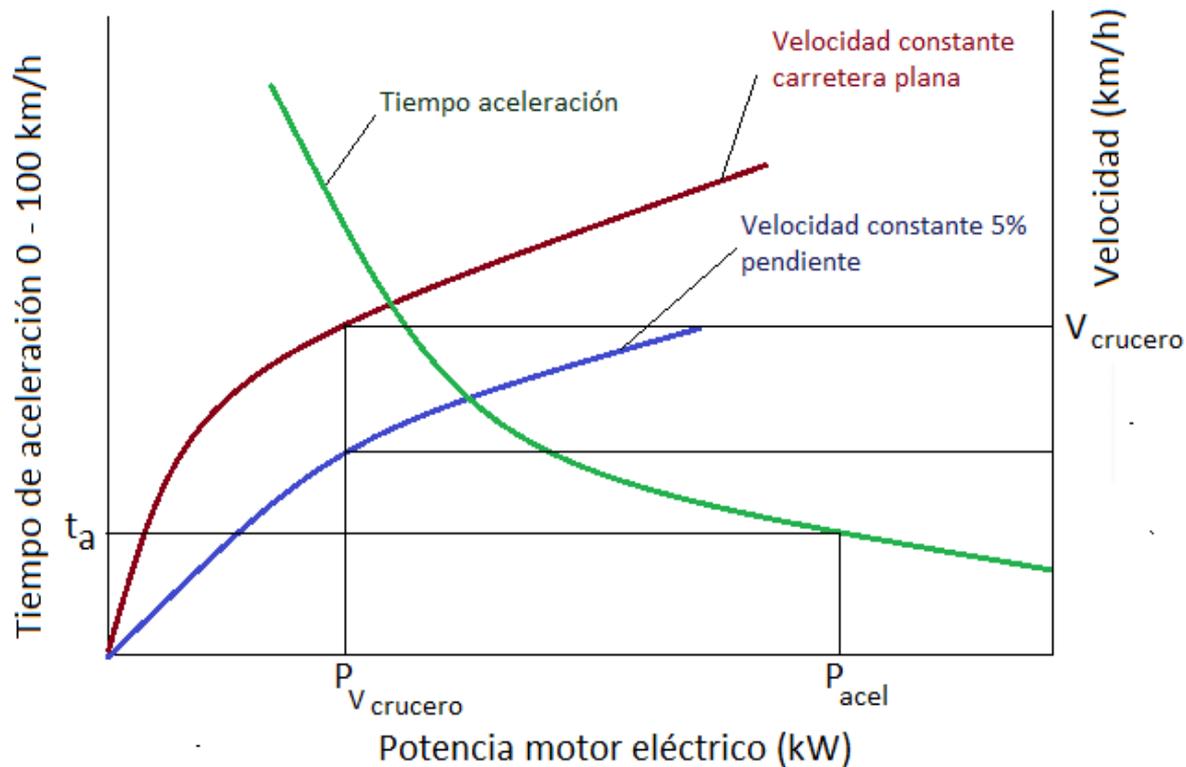
# ESTRATEGIA DE CONTROL



# MODOS DE FUNCIONAMIENTO



# DIMENSIONAMIENTO DEL MOTOR ELÉCTRICO



# DIMENSIONAMIENTO DE LA PILA DE COMBUSTIBLE

Las baterías se diseñan para proporcionar potencia pico en un periodo de tiempo corto y poseen poca energía. Así, el sistema de PC debe ser capaz de suministrar la suficiente potencia al vehículo mientras este funciona durante periodos largos de viaje a elevadas velocidades (autopista) y pendientes medias a velocidad constante sin la ayuda de las baterías.

$$P_{pc} = \frac{P_{V,crucero}}{\eta_{ME}}$$

# DIMENSIONAMIENTO DE LAS BATERÍAS: POTENCIA

Basada en la máxima potencia del ME determinada por el comportamiento en aceleración y la potencia nominal del sistema de PC a velocidad constante, la potencia nominal de las baterías se determina a través de la siguiente expresión:

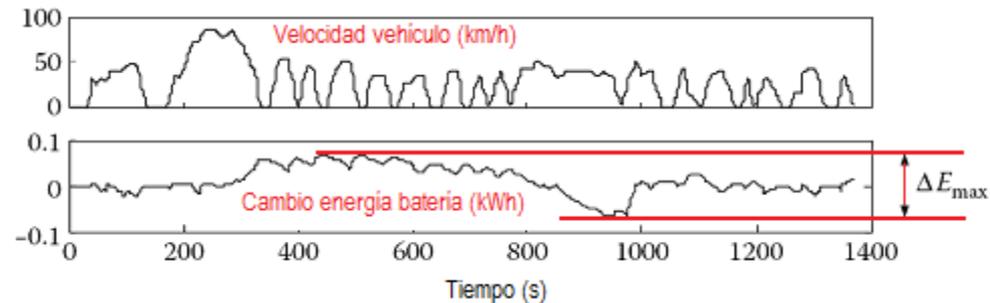
$$P_{\text{BAT}} = \frac{P_{\text{acel}}}{\eta_{\text{ME}}} - P_{\text{PC}}$$

# DIMENSIONAMIENTO DE LAS BATERÍAS: ENERGÍA

Las baterías suministran su energía al tren de potencia cuando el pico de potencia se necesita y restituye la energía durante el proceso de frenada regenerativa o desde el sistema de PC. El cambio de energía de las baterías durante un ciclo de conducción se puede expresar del modo siguiente:

$$E = \int_t (P_{\text{BAT,c}} - P_{\text{BAT,d}}) dt$$

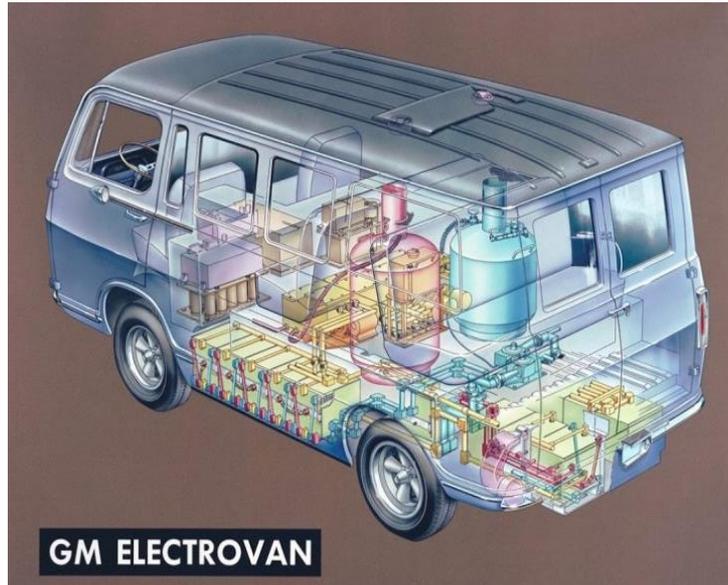
El cambio de energía,  $E$ , depende del tamaño del sistema PC, de la estrategia de control y del perfil de potencia con el tiempo



La máxima variación de energía es relativamente pequeña ( $\Delta E = 0,1$  kWh). Este resultado implica que las baterías no necesitan mucha energía almacenada para soportar el ciclo de conducción.

# Vehículos de pila de hidrógeno

## GM ElectroVan (1966)



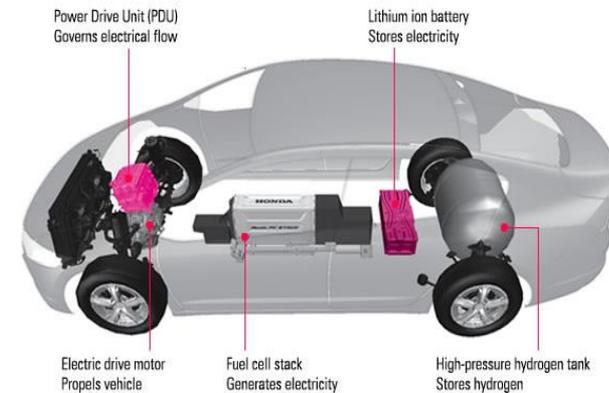
- **PRIMER** vehículo de pila de combustible.
- Hidrógeno líquido subenfriado y oxígeno líquido.
- Pila de hidrógeno: 5kW.
- Velocidad punta: 112 km/h.
- Autonomía: 240 km.

# Vehículos de pila de hidrógeno

## Honda FCX Clarity (2010)



- Primer vehículo de hidrógeno en venta.
- Hidrógeno comprimido a 350 bar.
- Pila de hidrógeno: Honda 100kW.
- Velocidad punta: 160 km/h.
- Autonomía: 570 km.



# Vehículos de pila de hidrógeno

## Hyundai Tucson ix35 Hydrogen Fuel Cell (2010)



- Hidrógeno comprimido a 700 bar.
- Pila de hidrógeno: UTC Fuels Cells 80kW.
- Velocidad punta: 160 km/h.
- Autonomía: 650 km.

# TOYOTA FC (2015)

Pila PEM: 114 kW

Hidrógeno comprimido: 700 bar

Depósito: 5 kg

Autonomía: 500 km



## HONDA FCV (2016)



Pila PEM: 100 kW

Hidrógeno comprimido: 700 bar

Autonomía: 700 km

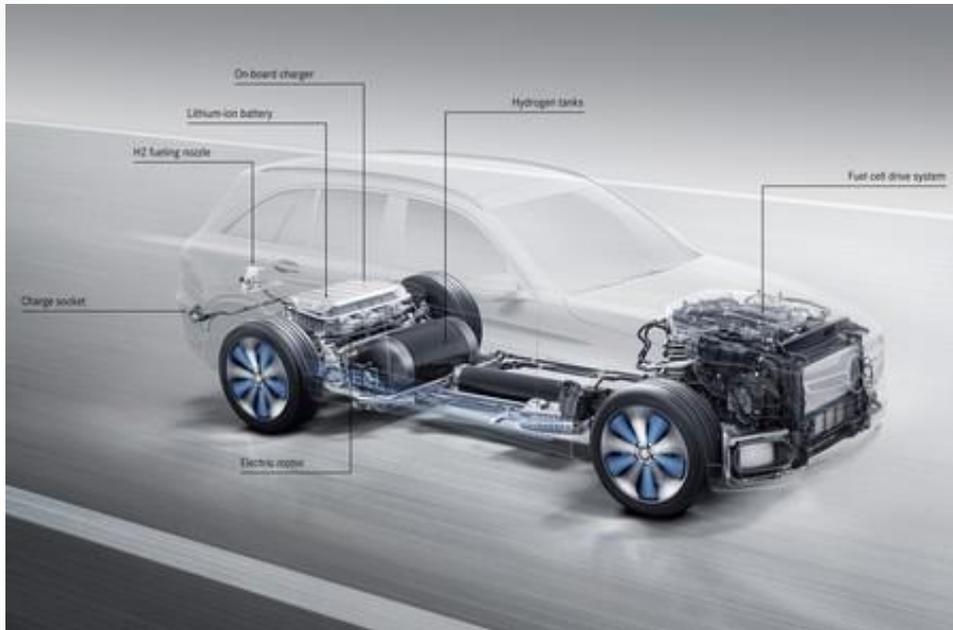
## Hyundai Nexo Fuel Cell (2018)



- **Hidrógeno comprimido: 700 bar.**
- **Pila de hidrógeno: 95 kW.**
- **Velocidad punta: 180 km/h.**
- **Autonomía: 660 km.**

# Vehículos de pila de hidrógeno

## Mercedes GLC Fuel Cell (2018)



- Hidrógeno comprimido: 700 bar. 4,4 kg
- Baterías Li-ión: 13,5 kWh ( 50 km).
- Autonomía: 500 km.

# EPI SOL

