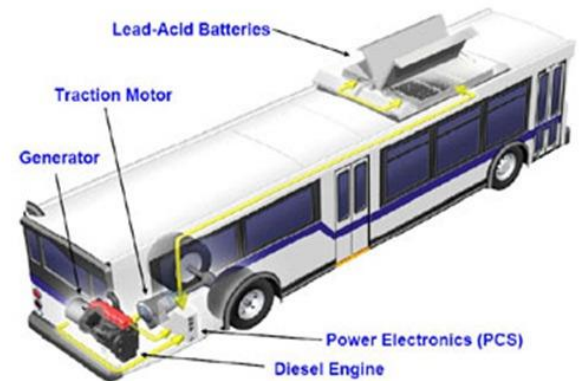


VEHÍCULOS HÍBRIDOS SERIE

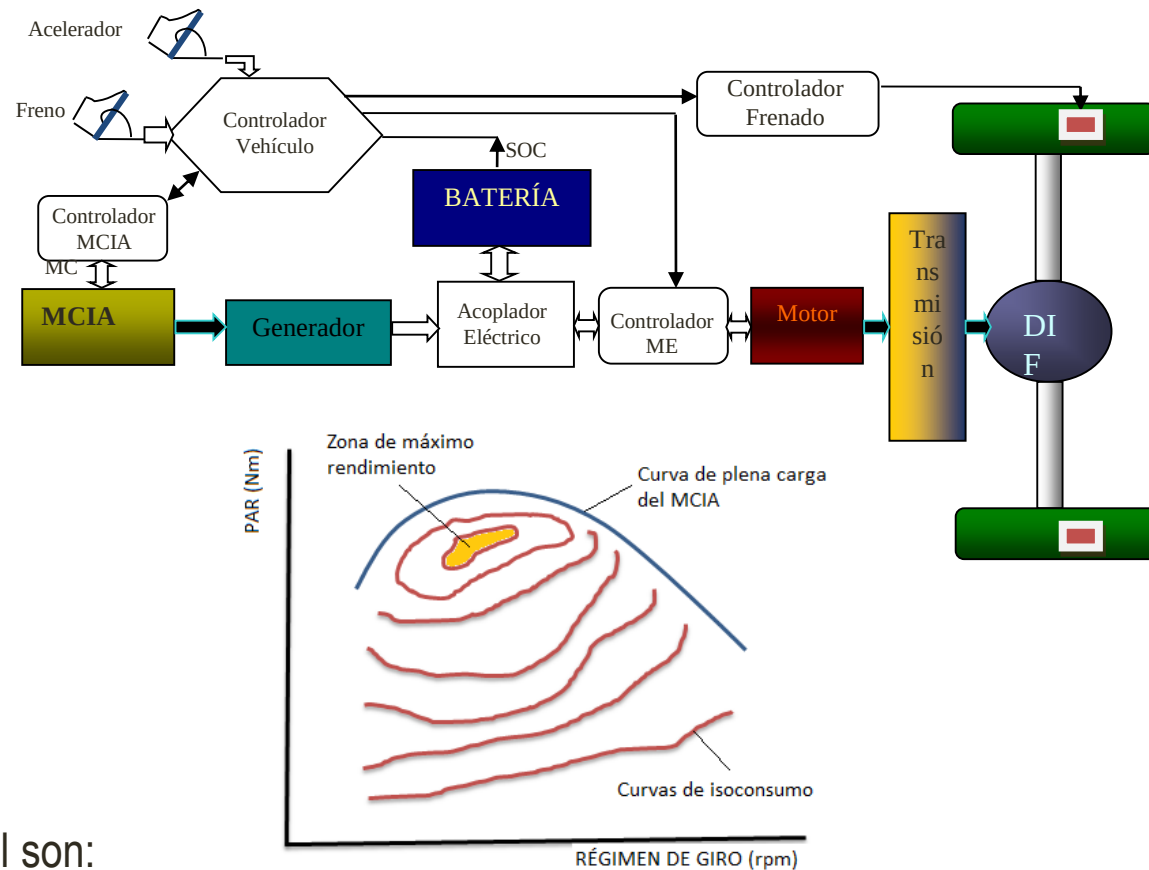


ÍNDICE

- **Introducción**
- **Modos de funcionamiento**
- **Estrategias de control**
 - **Máximo estado de carga de las baterías**
 - **Termostato**
- **Diseño de los principales componentes**
 - **Potencia motor eléctrico**
 - **Potencia motor térmico/generador**
 - **Baterías**



INTRODUCCIÓN



Los objetivos del control son:

- Proporcionar la potencia demandada por el conductor.
- Funcionar en los puntos óptimos de los componentes del sistema híbrido.
- Capturar la máxima energía durante la frenada regenerativa.
- Mantener el estado de carga de las baterías en una ventana determinada.

MODOS DE FUNCIONAMIENTO

MODO HÍBRIDO

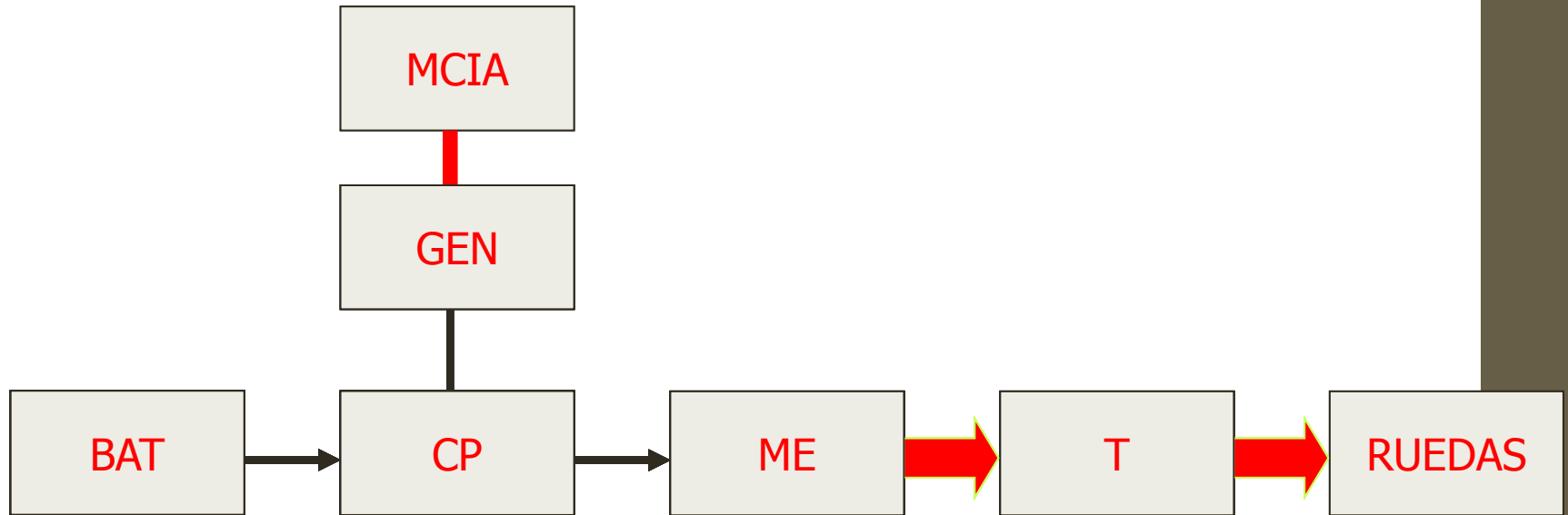
MODO BATERÍA

MODO CARGA BATERÍA

MODO MOTOR/GENERADOR

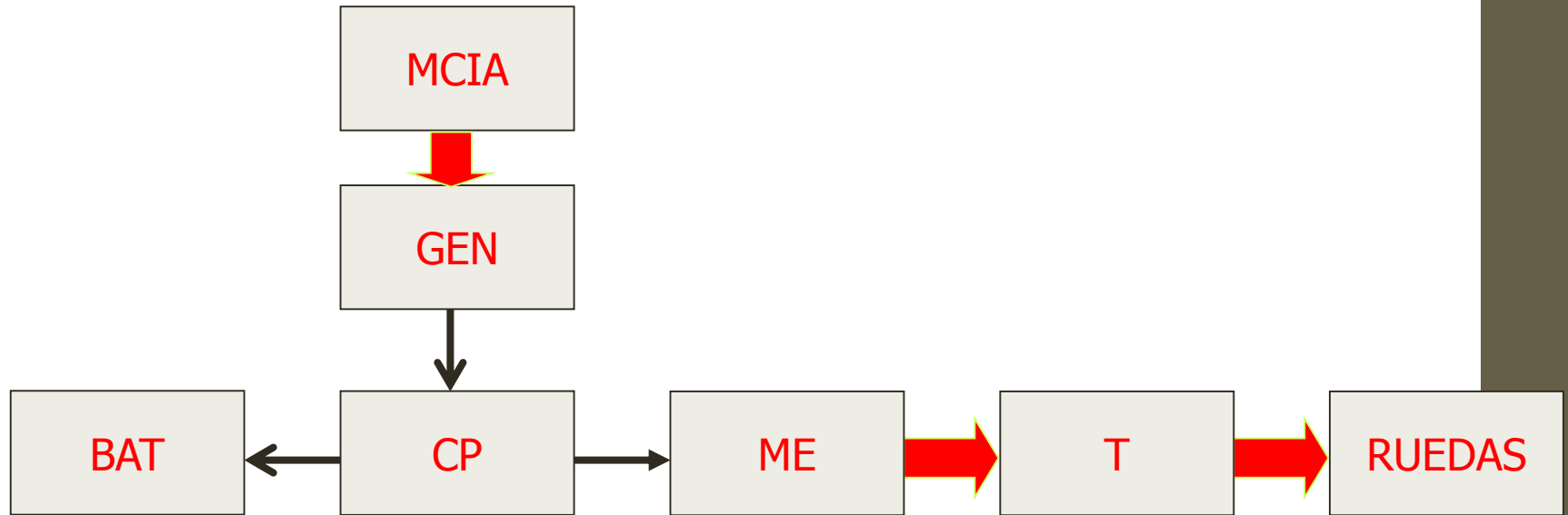
MODO FRENADA REGENERATIVA

MODULO BATERÍA



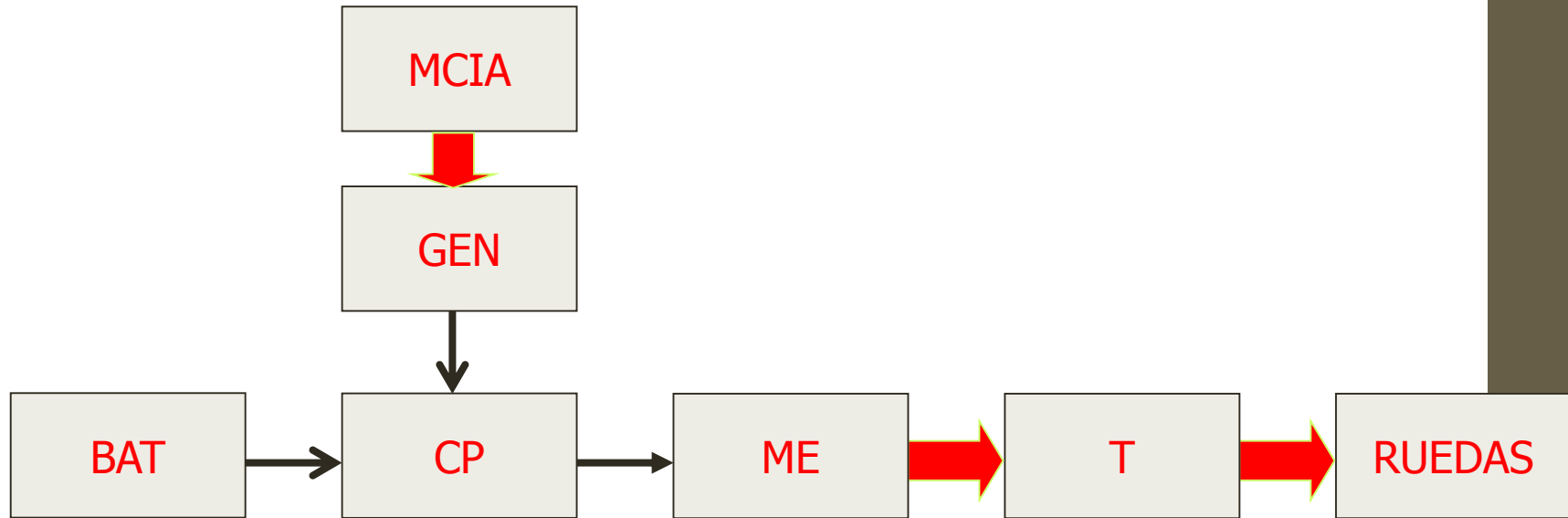
$$P_{\text{demandada}} = P_{\text{BAT}}$$

MODULO CARGA BATERÍA



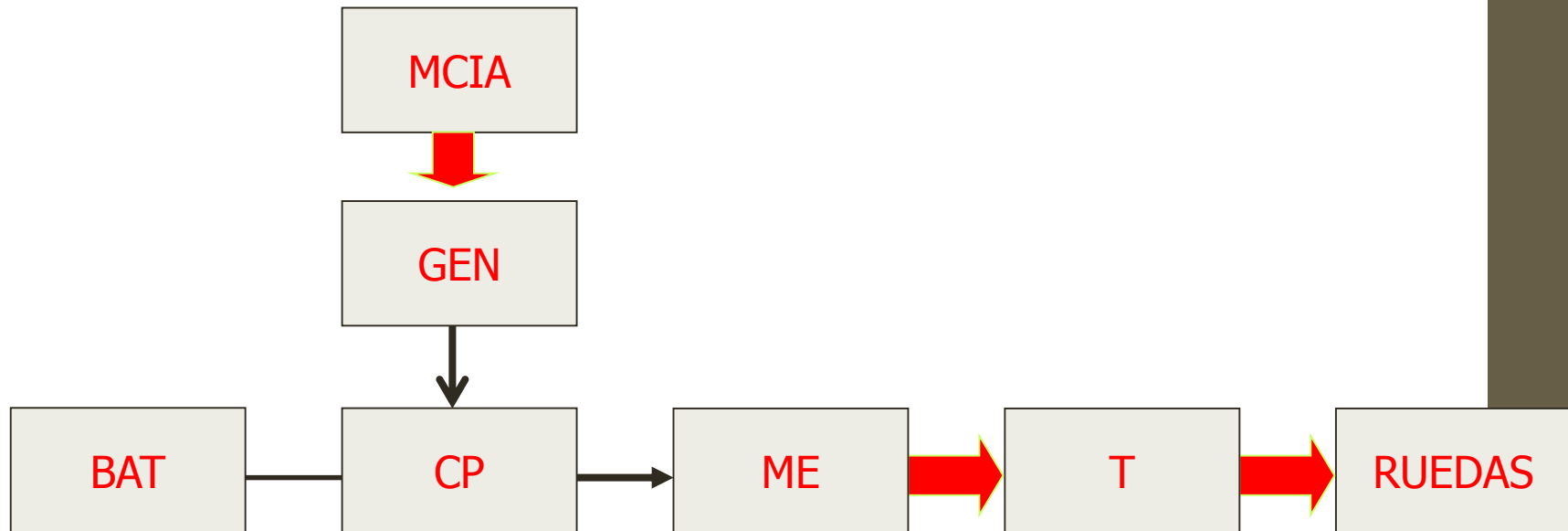
$$P_{\text{demandada}} = P_{\text{MCIA}} - P_{\text{BAT}}$$

MODO HÍBRIDO



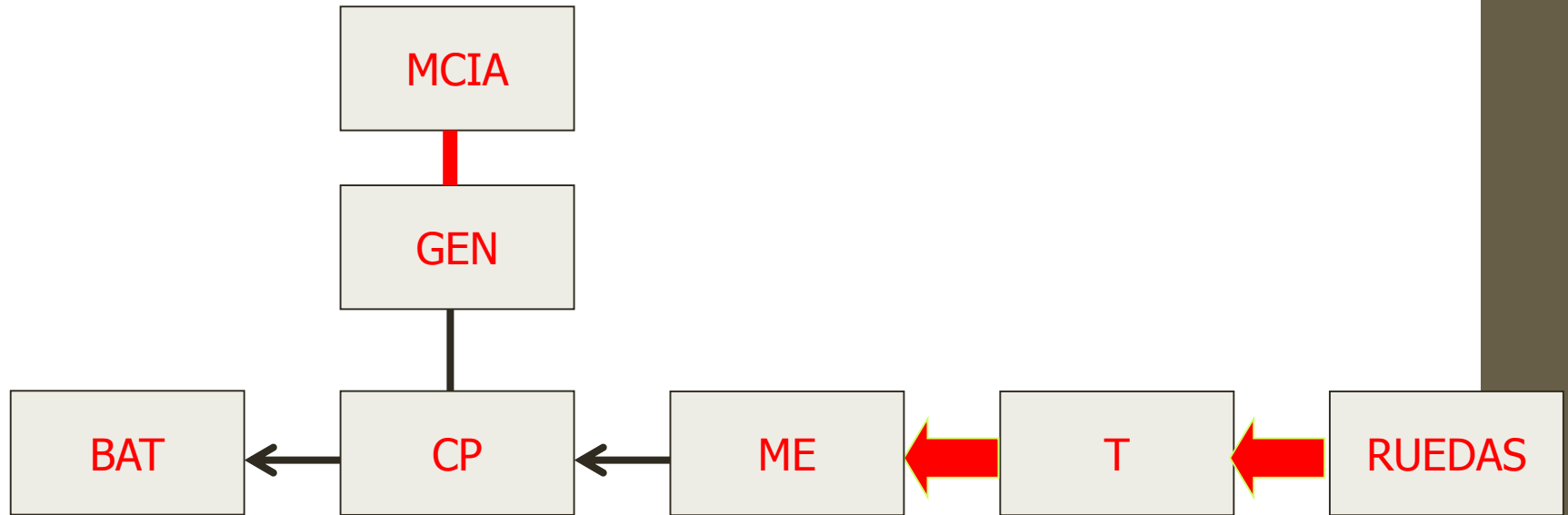
$$P_{\text{demandada}} = P_{\text{MCIA}} + P_{\text{BAT}}$$

MODO MOTOR TÉRMICO/GENERADOR



$$P_{\text{demandada}} = P_{\text{MCIA}}$$

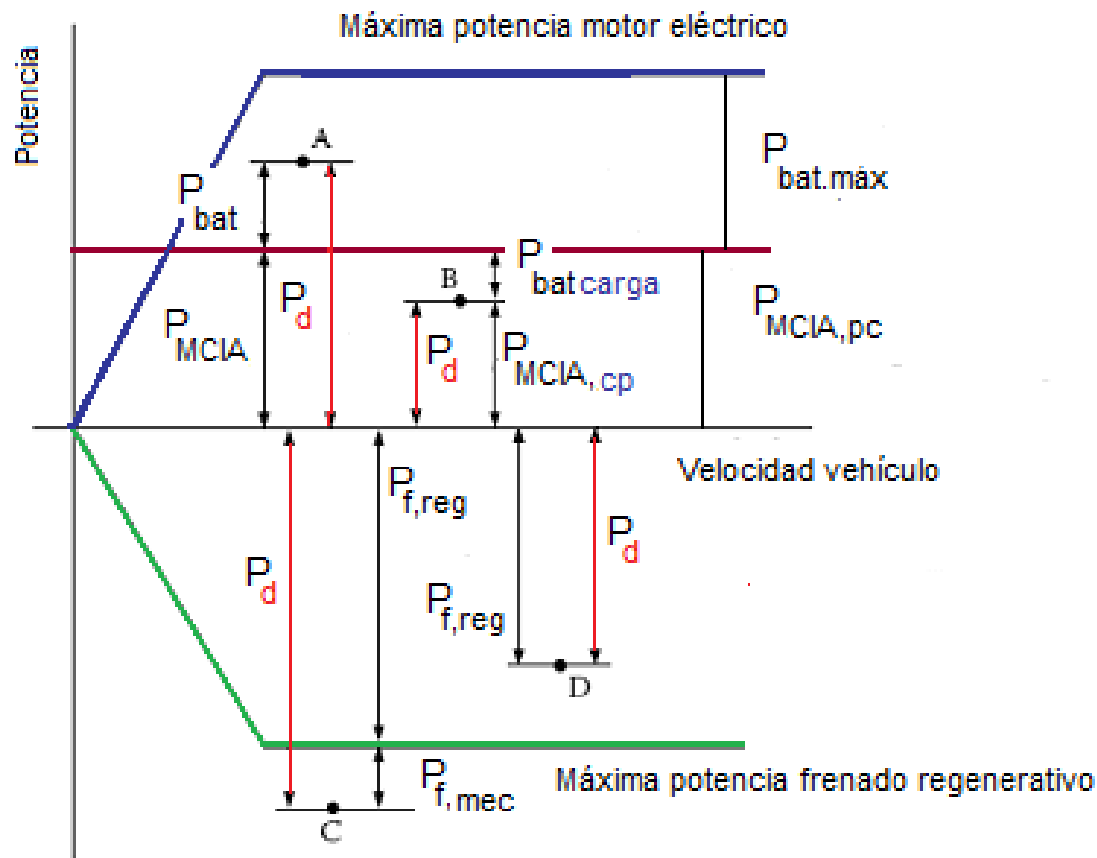
MODULO FRENADA REGENERATIVA



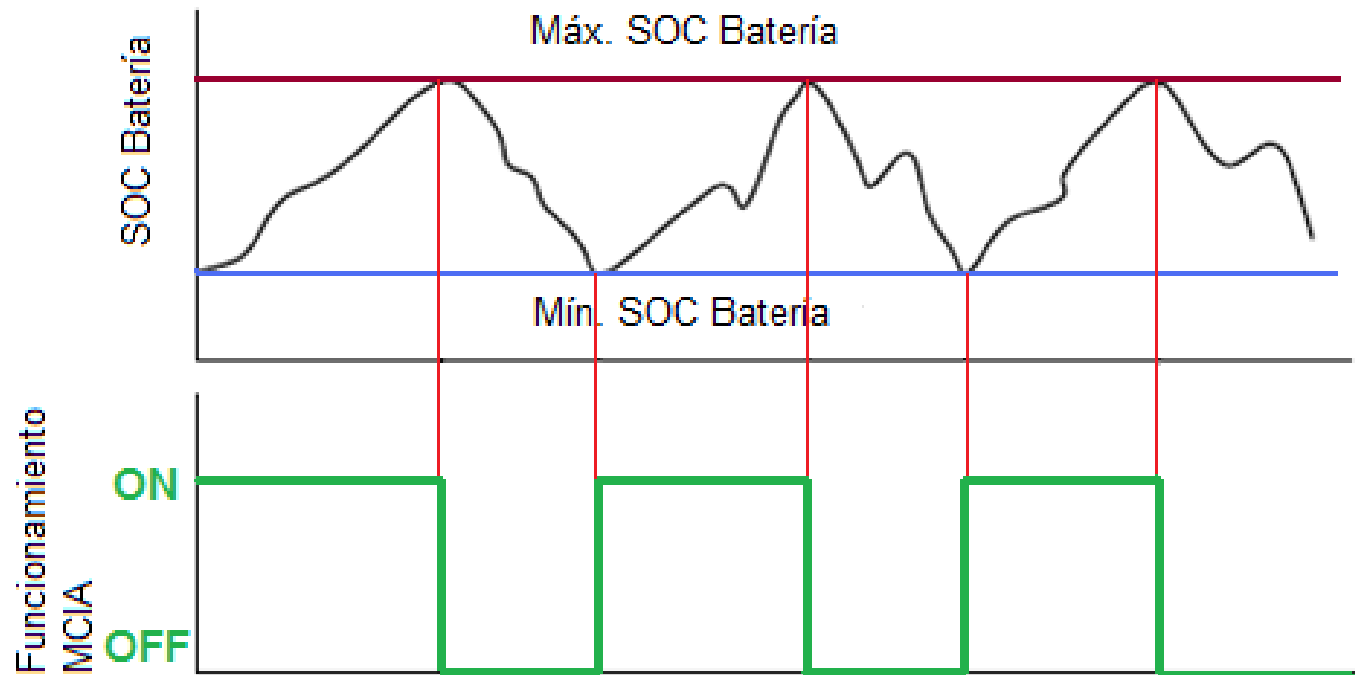
ESTRATEGIAS DE CONTROL

- MÁXIMO ESTADO DE CARGA DE LA BATERÍA
- MODO TERMOSTATO

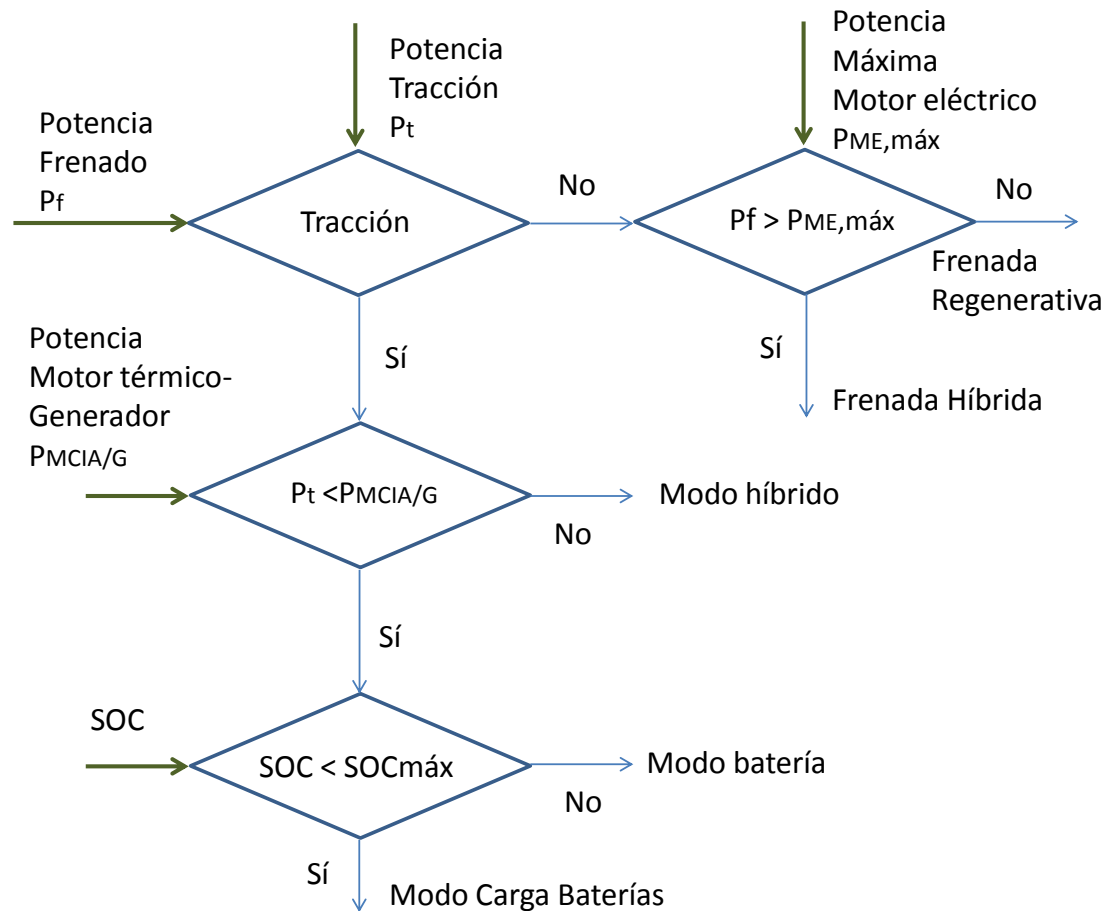
MÁXIMO ESTADO DE CARGA DE LA BATERÍA



MODULO TERMOSTATO



ESTRATEGIA DE CONTROL



DISEÑO DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES

- POTENCIA DEL MOTOR ELÉCTRICO
- POTENCIA DEL MOTOR TÉRMICO/GENERADOR
- BATERÍAS

POTENCIA DEL MOTOR ELÉCTRICO (I)

Aceleración

$$P_t = \frac{m \gamma_m}{2 t_a} (v_f^2 + v_b^2) + \frac{2}{3} m g f_r v_f + \frac{1}{5} \rho_a C_X A_f v_f^3$$

Pendiente

$$P_t = (m g f_r \cos \alpha + \frac{1}{2} \rho_a C_X A_f v^2 + m g \sin \alpha) v$$

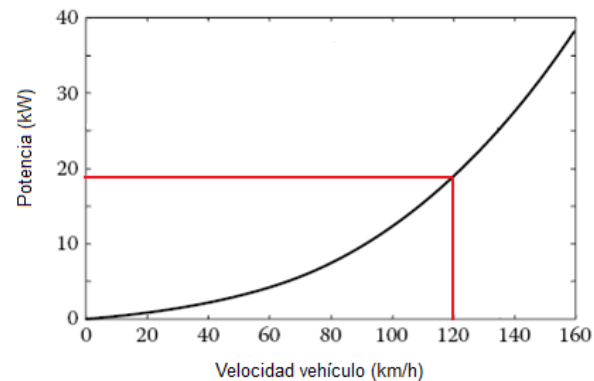
Velocidad máxima

$$P_t = (m g f_r + \frac{1}{2} \rho_a C_X A_f v_{\text{máx}}^2) \cdot v_{\text{máx}}$$

POTENCIA DEL MOTOR TÉRMICO/GENERADOR (I)

A velocidad constante y en carretera plana, la potencia del motor-generator se puede calcular como:

$$P_{MCIA/G} = \frac{V}{\eta_t \eta_{ME}} \left(mgf_r + \frac{1}{2} \rho_a C_X A_f V^2 \right)$$

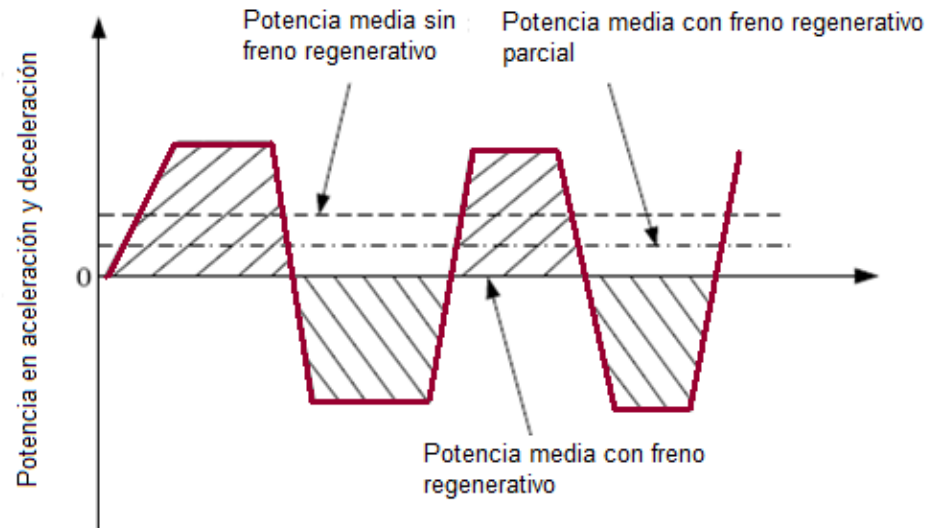


Cuando se circula en condiciones de frecuentes paradas y arranques como en ciudad, la potencia que debe producir el motor-generator debe ser igual o ligeramente superior a la potencia media con el propósito de mantener una carga equilibrada de las baterías. Esta potencia media se puede expresar como

$$\bar{P} = \frac{1}{T} \int_0^T \left(mgf_r + \frac{1}{2} \rho_a C_X A_f V^2 \right) V dt + \frac{1}{T} \int_0^T m \gamma_m \frac{dV}{dt} dt$$

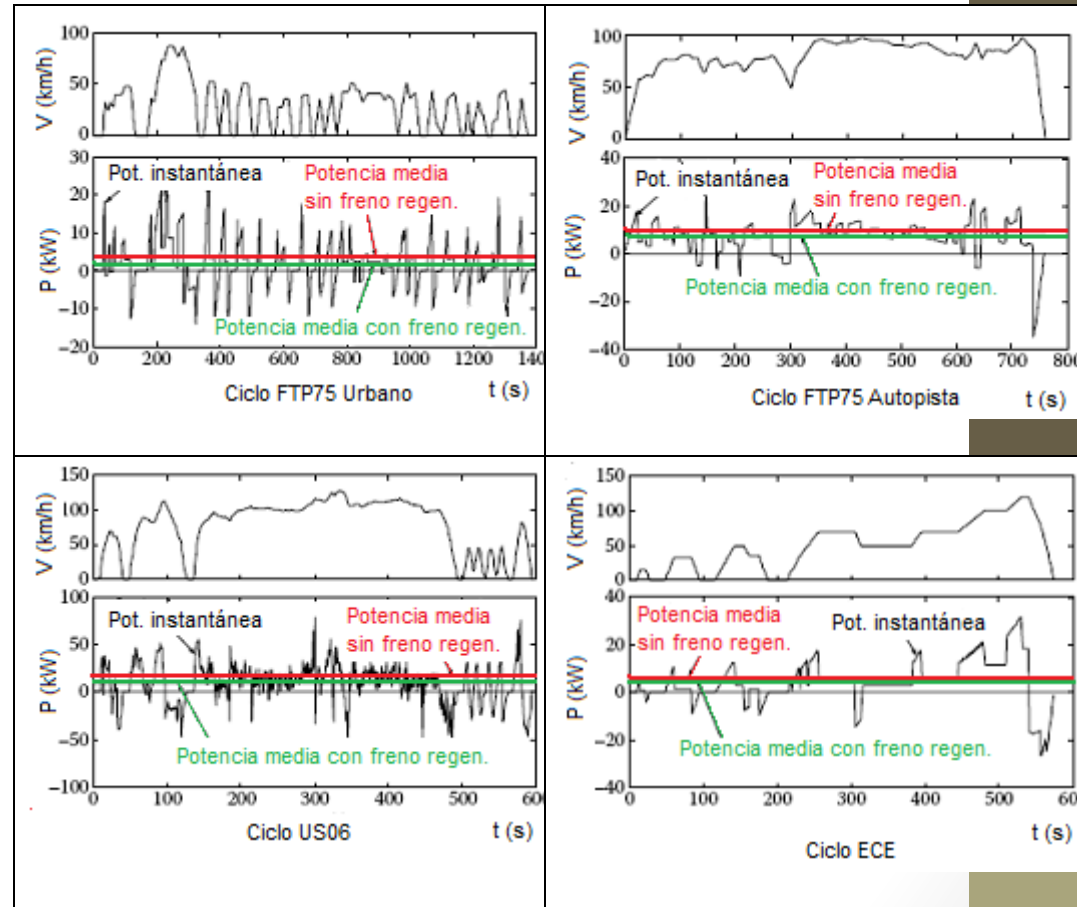
POTENCIA DEL MOTOR TÉRMICO/GENERADOR (II)

Cuando el vehículo es capaz de recuperar toda la energía cinética, la potencia media consumida en aceleración y en deceleración es cero. En el caso contrario, será mayor que cero.



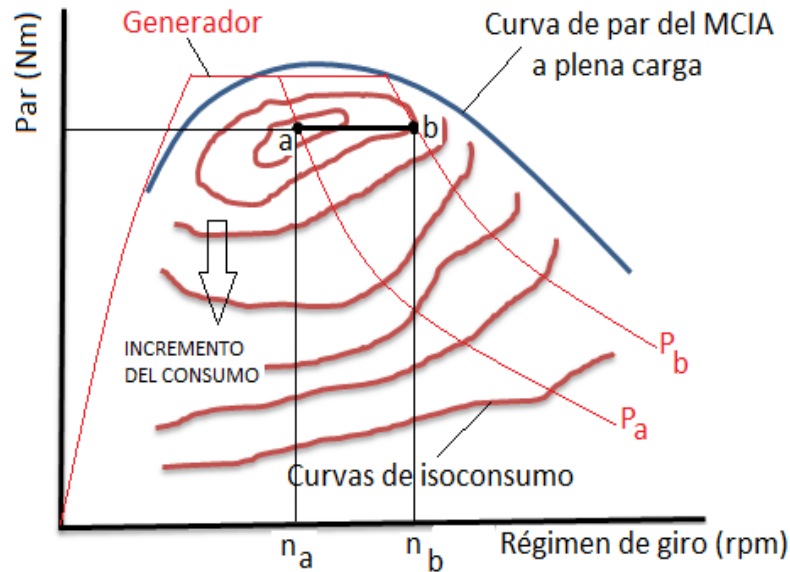
POTENCIA DEL MOTOR TÉRMICO/GENERADOR (III)

En el diseño del motor-generador, la disponibilidad de potencia debería ser mayor que, o al menos no menor que, la potencia necesaria para una conducción a velocidad cte (autopista) y que la potencia media en conducción urbana. En los diseños reales, se utilizan determinados ciclos de conducción urbanos para dicha evaluación.



POTENCIA DEL MOTOR TÉRMICO/GENERADOR (IV)

En el diseño del dimensionamiento del motor-generator, también debe determinarse el punto de funcionamiento del motor térmico en el cual va a proporcionar la potencia al sistema.



BATERÍAS

Para utilizar completamente la capacidad de potencia del motor de tracción, la potencia total del motor-generator y de las baterías debería ser mayor que, o al menos igual que, la potencia máxima del motor de tracción

$$P_{BAT} \geq \frac{P_{ME,m\acute{a}x}}{\eta_{ME}} - P_{MCIA/GEN}$$

La variación de energía en las baterías se determina mediante la expresión siguiente:

$$\Delta E = \int_0^T P_{BAT} dt \quad E_{BAT} = \frac{\Delta E_{m\acute{a}x}}{SOC_{m\acute{a}x} - SOC_{m\acute{i}n}}$$

