

CONCEPTO DE HIBRIDACIÓN Y CONFIGURACIONES

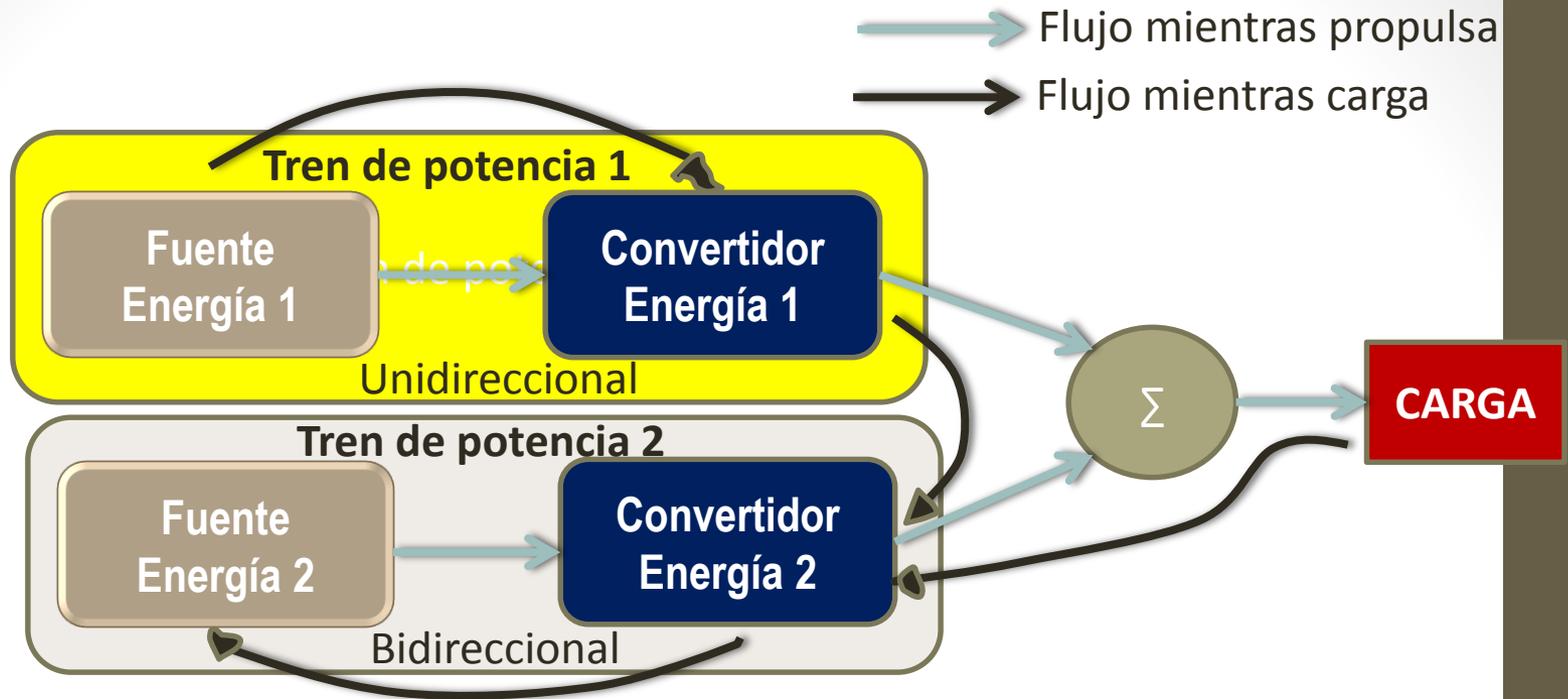


ÍNDICE

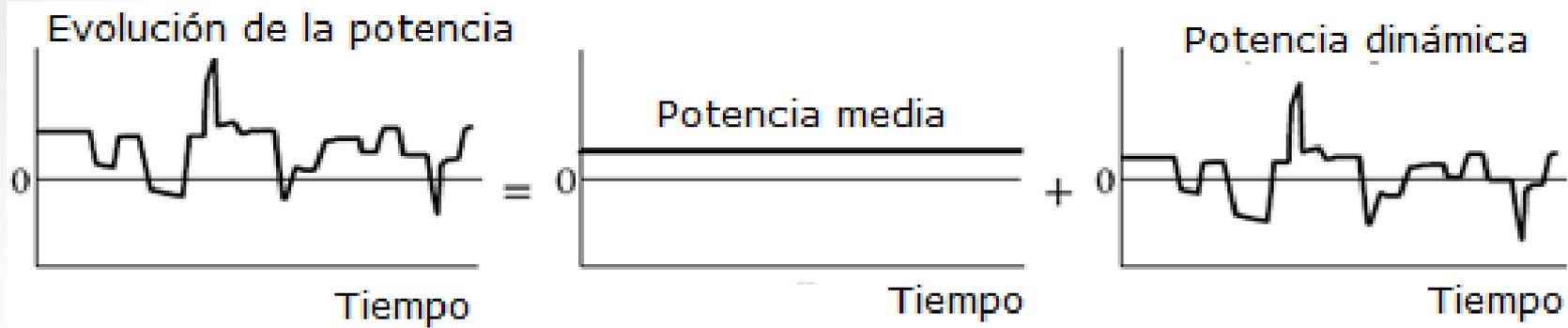
- **Introducción**
- **Arquitecturas híbridas**
- **Configuración híbrida serie**
- **Configuración híbrida paralelo**
- **Acoplamiento de par**
- **Configuraciones con acoplamiento de par**
- **Acoplamiento de velocidad**
- **Configuraciones con acoplamiento de velocidad**
- **Configuraciones con ambos acoplamientos**

Introducción

- La definición de un vehículo híbrido según es “**aque**l vehículo con al menos dos sistemas de almacenamiento de energía y al menos dos conversores de energía”.
- Los **VEH** típicamente requieren de dos fuentes de almacenamiento de energía para proporcionar total capacidad de prestaciones al vehículo y de dos conversores de energía:
 - el motor de combustión interna (MCIA) es el de mayor potencia siendo su funcionamiento continuo prácticamente,
 - el motor eléctrico (ME) se dimensiona para la máxima cantidad de energía que puede recuperar durante la frenada y aquellas condiciones de movimiento a baja velocidad y apoyo en par en situaciones de alta potencia.



- 1.-El tren de potencia 1 entrega sólo su potencia a la carga.
- 2.-El tren de potencia 2 entrega sólo su potencia a la carga.
- 3.-Ambos entregan su potencia simultáneamente a la carga.
- 4.-El tren de potencia 2 obtiene potencia de la carga.
- 5.-El tren de potencia 2 obtiene potencia del tren de potencia 1.
- 6.-El tren de potencia 2 obtiene potencia del tren de potencia 1 y de la carga simultáneam.
- 7.-El tren de potencia 1 entrega potencia a la carga y al tren de potencia 2 simultáneam.
- 8.-El tren de potencia 1 entrega potencia al tren de potencia 2, y éste a la carga.
- 9.-El tren de potencia 1 entrega potencia a la carga, y la carga al tren de potencia 2.

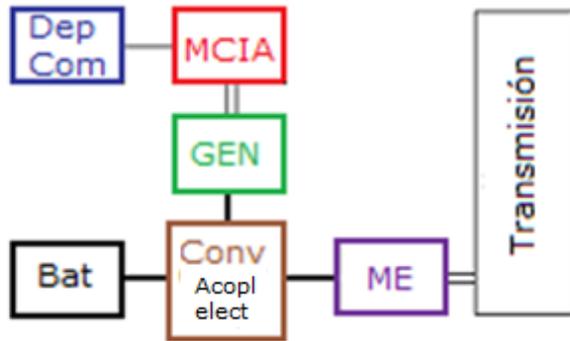


La potencia de un vehículo durante un ciclo de conducción varía de forma aleatoria debido a las frecuentes aceleraciones, deceleraciones, subidas y bajadas de pendientes. La potencia se compone de dos partes: una **potencia estacionaria**, que es constante, y una **potencia dinámica**, cuya media es cero. En el diseño de la estrategia de control de un vehículo híbrido, un sistema propulsor que se ve favorecido por un funcionamiento cuasi-estacionario, como por ejemplo el MCI y la pila de combustible, se pueden utilizar para que proporcionen la potencia media. Por otro lado, otro sistema propulsor como el ME se puede utilizar para que de la potencia dinámica.

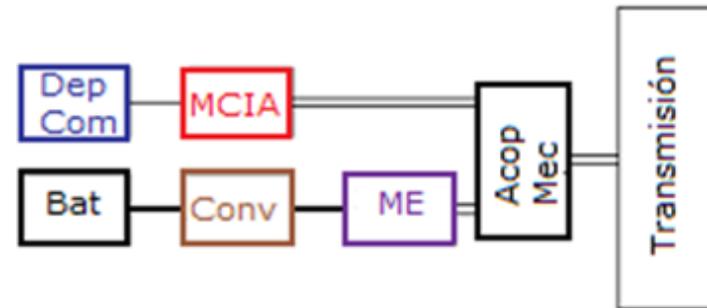
ARQUITECTURAS HÍBRIDAS

La arquitectura de un vehículo híbrido se define aproximadamente como la conexión entre los elementos que definen el flujo de energía y los puertos de control

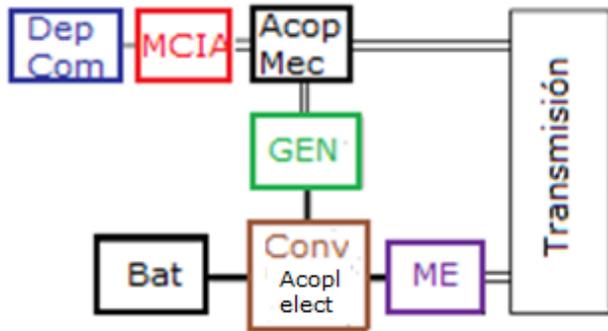
a) Híbrido serie (acoplamiento eléctrico)



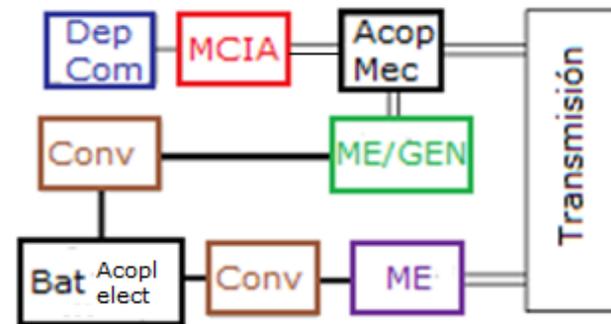
b) Híbrido paralelo (acoplamiento mecánico)



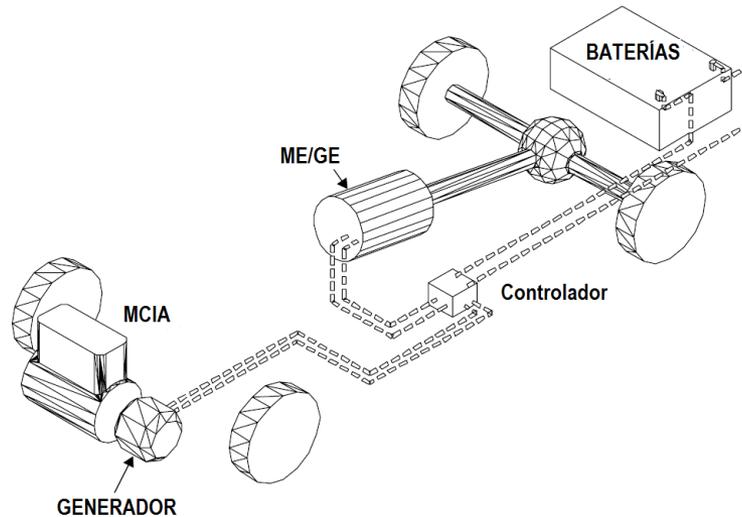
c) Híbrido serie-paralelo (acoplamiento eléctrico-mecánico)



d) Híbrido complejo (acoplamiento eléctrico-mecánico)

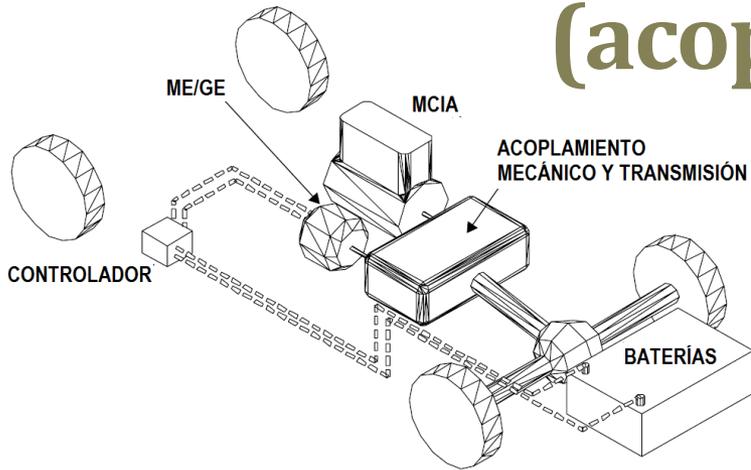


Configuración híbrida serie (acoplamiento eléctrico)



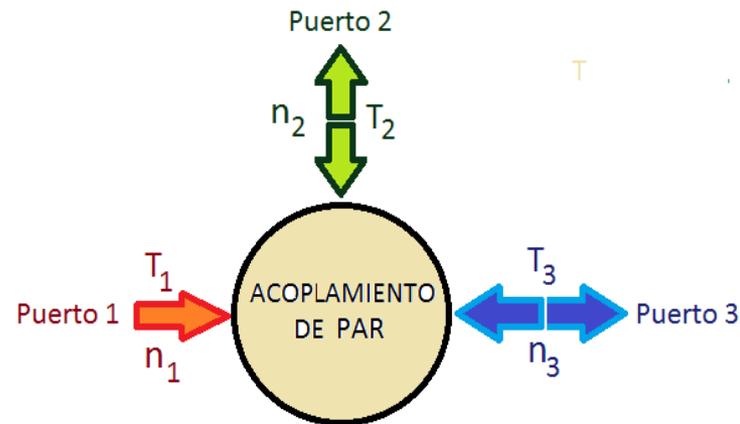
Configuración	Ventajas	Inconvenientes
SERIE	<ul style="list-style-type: none"> • Selección del punto de funcionamiento del MCA (rpm, par) • Reducción del tamaño del MCA • Tracción eléctrica. • Amplio funcionamiento en modo puramente eléctrico. • Buena recuperación de la energía en frenado. • Fácil instalación de los componentes. • Fácil gestión de la transmisión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo rendimiento energético. • Necesidad de utilizar dos máquinas eléctricas y dos electrónicas de potencia (coste, masa, vol.) • Imposibilidad de utilizar el MCA para tracción. • Modificaciones significativas comparadas con el tren de potencia convencional. • Paquete de baterías grande (coste, masa, vol.)

Configuración híbrida paralelo (acoplamiento mecánico)



Configuración	Ventajas	Inconvenientes
PARALELO	<ul style="list-style-type: none"> • Buen rendimiento energético. • Pocas modificaciones comparadas con el tren de potencia convencional. • Posibilidad de tracción con MCI. • Menor número de componentes. • Menor paquete de baterías. 	<ul style="list-style-type: none"> • Amplio rango de funcionamiento del MCI • Los transitorios del MCI no eliminados totalmente. • Menores posibilidades de reducir el tamaño del MCI. • Poca o nula tracción eléctrica. • Recuperación de la energía durante la frenada más limitada. • Gestión compleja de la transmisión (cambios de modos, dinámica). • Dificultad de instalar los componentes. • Acoplamientos mecánicos complejos.

Dispositivos de acoplamiento de par

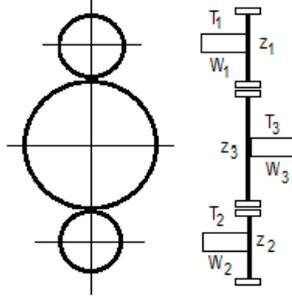


$$T_3 \omega_3 = T_1 \omega_1 + T_2 \omega_2$$

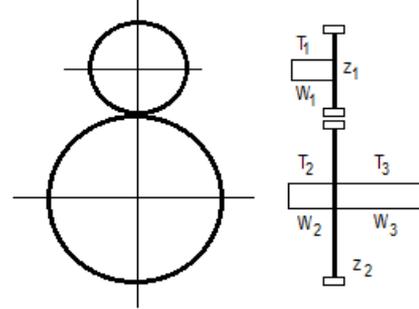
$$T_3 = k_1 T_1 + k_2 T_2$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_1}{k_1} = \frac{\omega_2}{k_2}$$

Engranajes

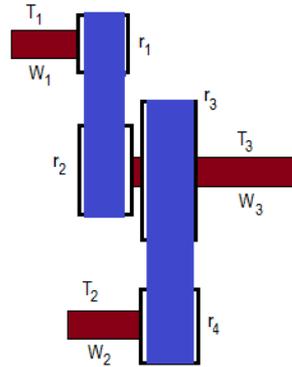


$$k_1 = z_3/z_1 \quad ; \quad k_2 = z_3/z_2$$

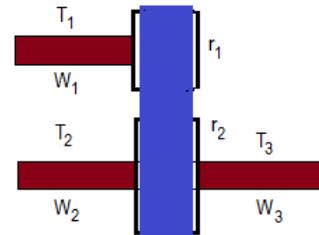


$$k_1 = z_2/z_1 \quad ; \quad k_2 = 1$$

Correa o Cadena

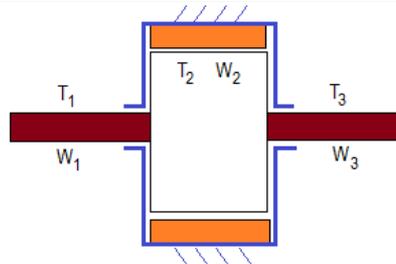


$$k_1 = r_2/r_1 \quad ; \quad k_2 = r_3/r_4$$



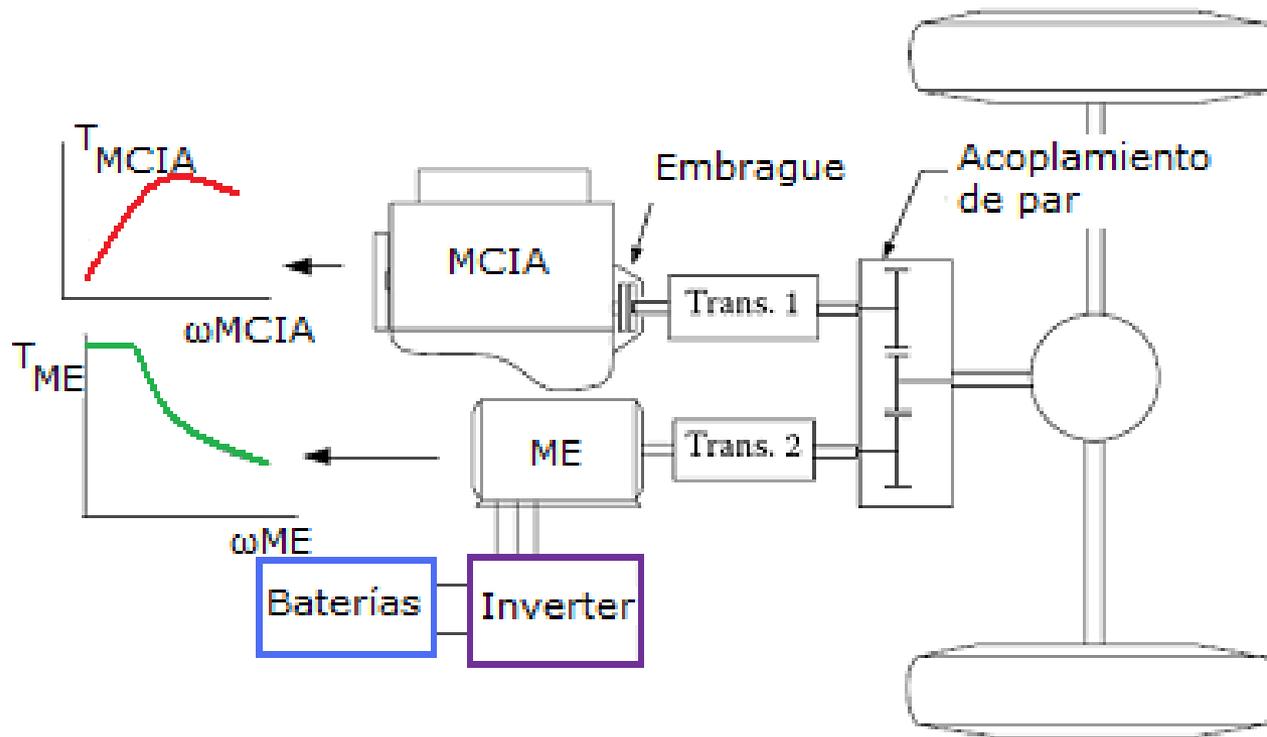
$$k_1 = r_2/r_1 \quad ; \quad k_2 = 1$$

Eje

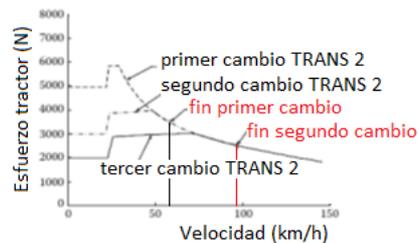


$$k_1 = 1 \quad ; \quad k_2 = 1$$

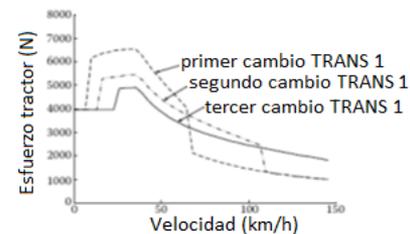
Configuración en dos ejes (I)



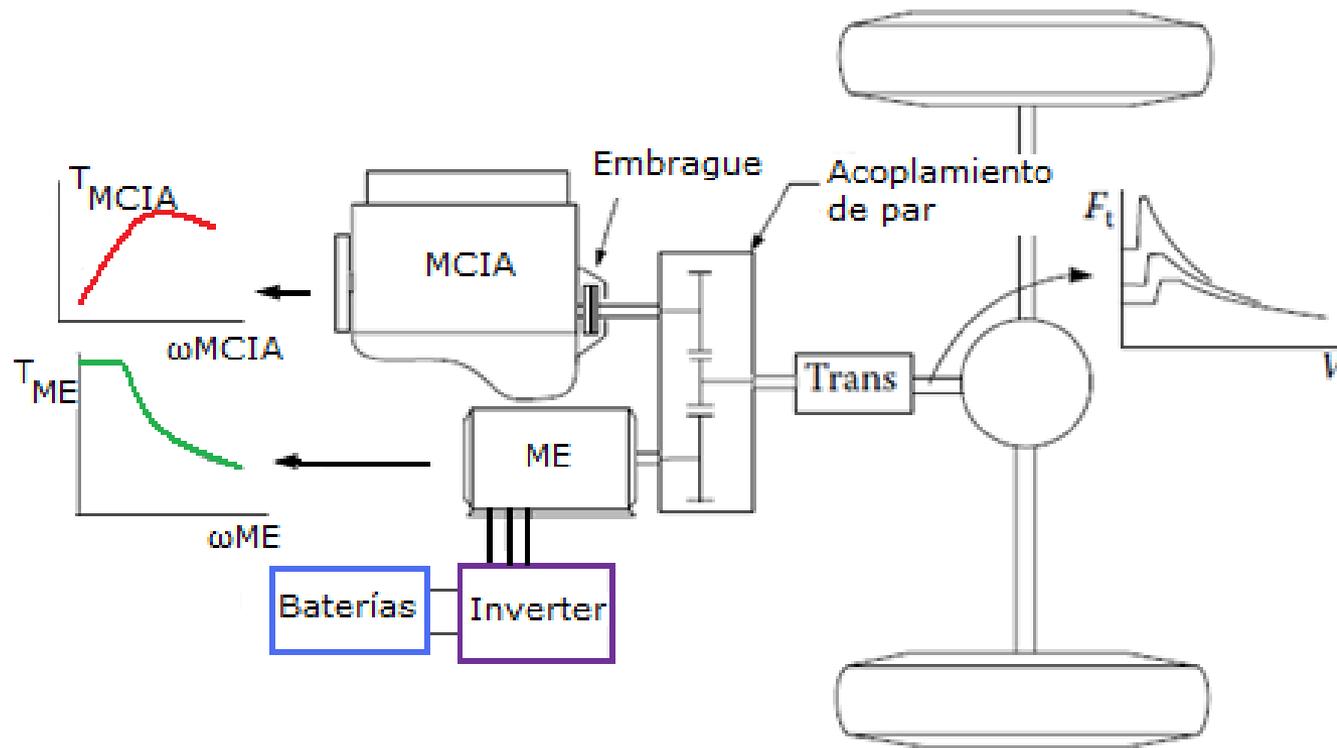
1 cambio para el MCIA y 3 para el ME



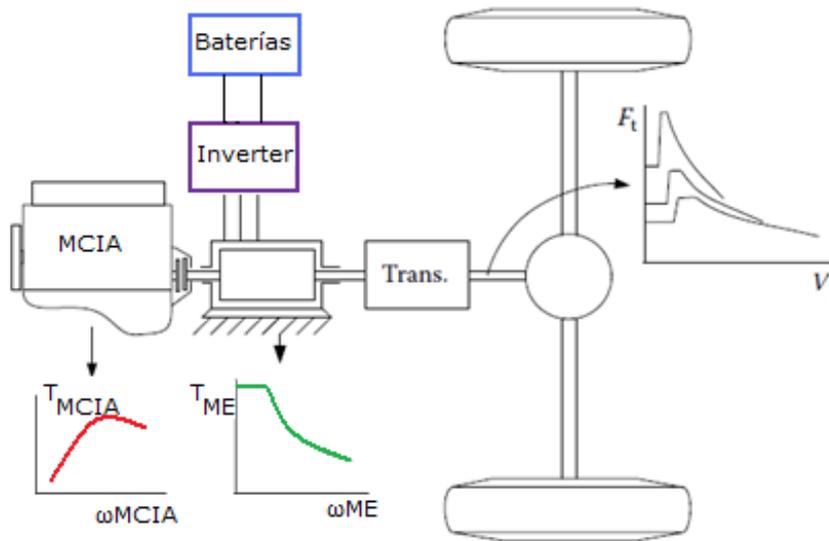
3 cambios para el MCIA y 1 cambio para el ME



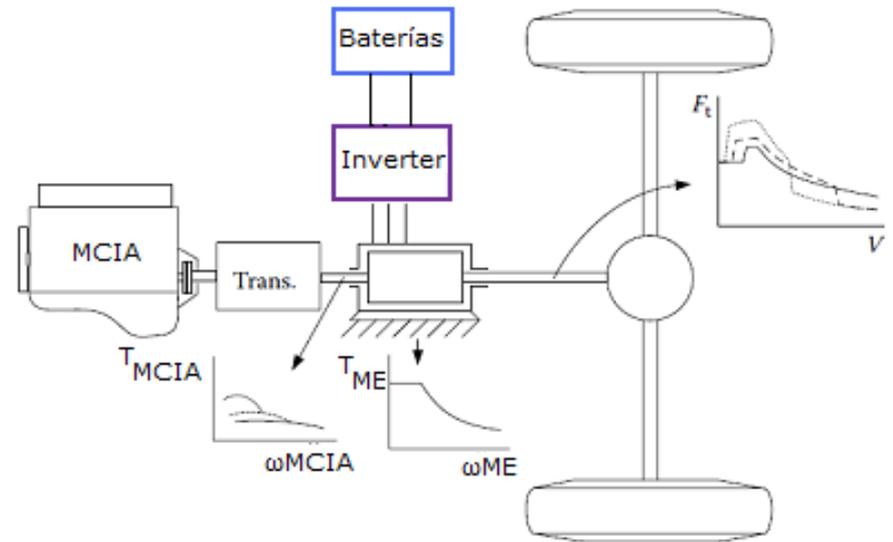
Configuración en dos ejes (II)



Configuración en un eje



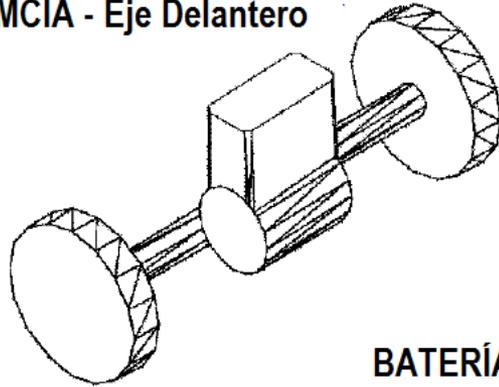
Configuración pre-transmisión.



Configuración pos-transmisión

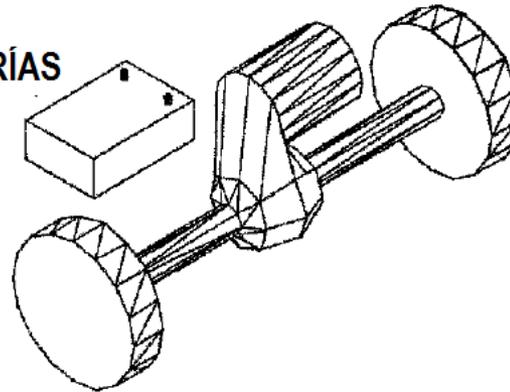
Configuraciones del tren propulsor con acoplamiento de par con eje separado

MCIA - Eje Delantero

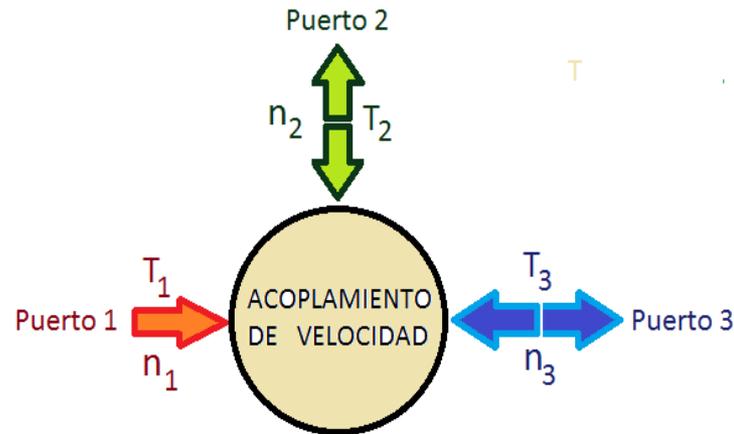


ME/GE - Eje Trasero

BATERÍAS



Dispositivos de acoplamiento de velocidad

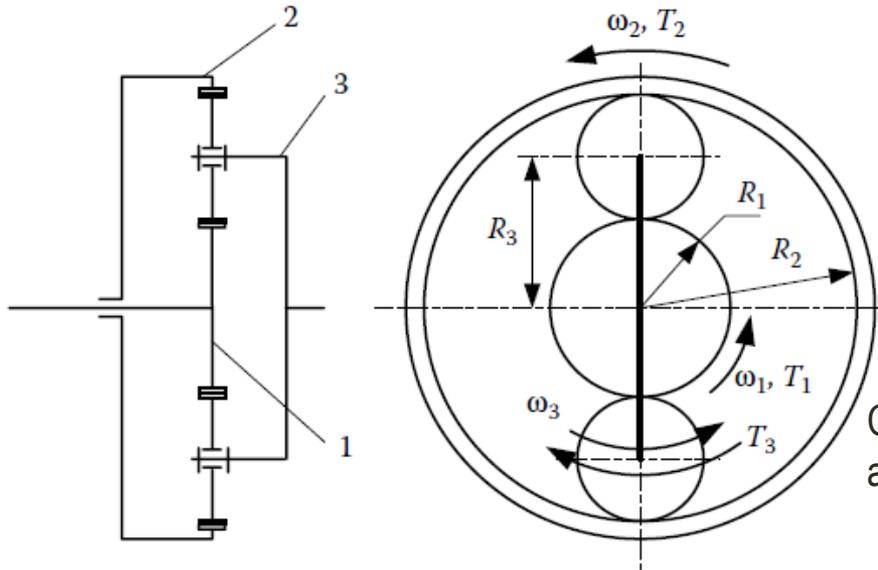
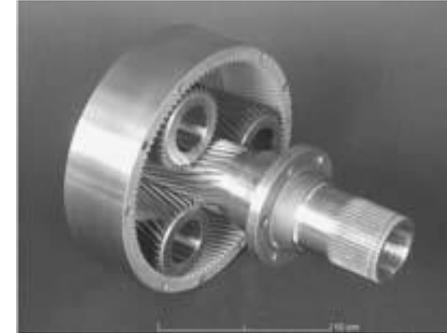


$$\omega_3 = k_1 \omega_1 + k_2 \omega_2$$

Debido a la restricción de la conservación de la potencia, la relación de pares:

$$T_3 = \frac{T_1}{k_1} = \frac{T_2}{k_2}$$

Dispositivo acoplamiento de velocidad (tren planetario)



$$i_{1-2}^3 = \frac{\omega_2^3}{\omega_1^3} = -\frac{R_2}{R_1} = -\frac{Z_2}{Z_1}$$

Cuando se libera el yugo, la relación de velocidades angulares queda como (ecuación de Willis)

$$\omega_1 - i_{1-2}^3 \omega_2 - (1 - i_{1-2}^3) \omega_3 = 0$$

$$\frac{\omega_1 - \omega_3}{\omega_2 - \omega_3} = i_{1-2}^3$$

$$i_g = -i_{1-2}^3 = \frac{R_2}{R_1} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$\omega_1 + i_g \omega_2 - (1 + i_g) \omega_3 = 0$$

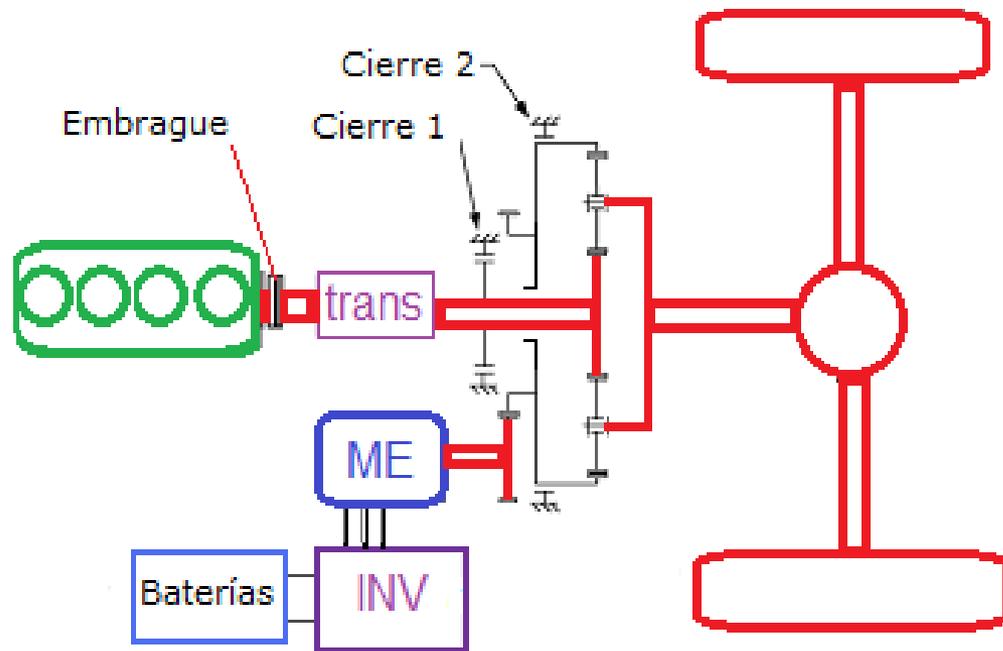
$$\omega_3 = \frac{1}{1 + i_g} \omega_1 + \frac{i_g}{1 + i_g} \omega_2$$

Dispositivo de acoplamiento de velocidad (tren planetario)

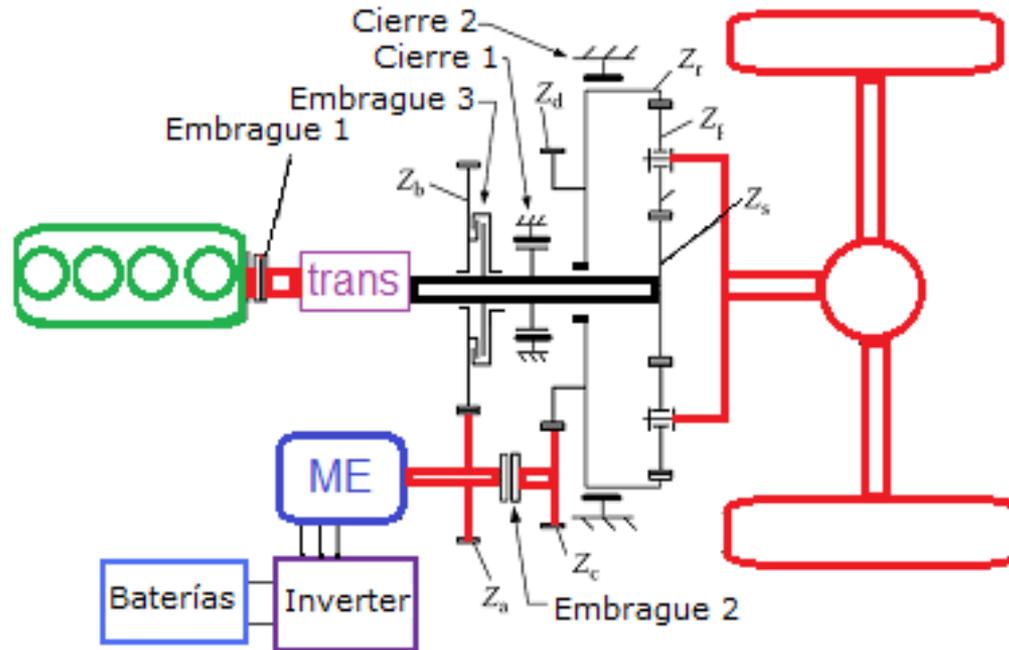
$$T_3 = -(1 + i_g) T_1 = -\frac{1 + i_g}{i_g} T_2$$

Elemento fijo	Velocidad angular	PAR
SOL	$\omega_3 = \frac{i_g}{1 + i_g} \omega_2$	$T_3 = -\frac{1 + i_g}{i_g} T_2$
ANILLO	$\omega_3 = \frac{1}{1 + i_g} \omega_1$	$T_3 = -(1 + i_g) T_1$
YUGO	$\omega_1 = -i_g \omega_2$	$T_1 = \frac{1}{i_g} T_2$

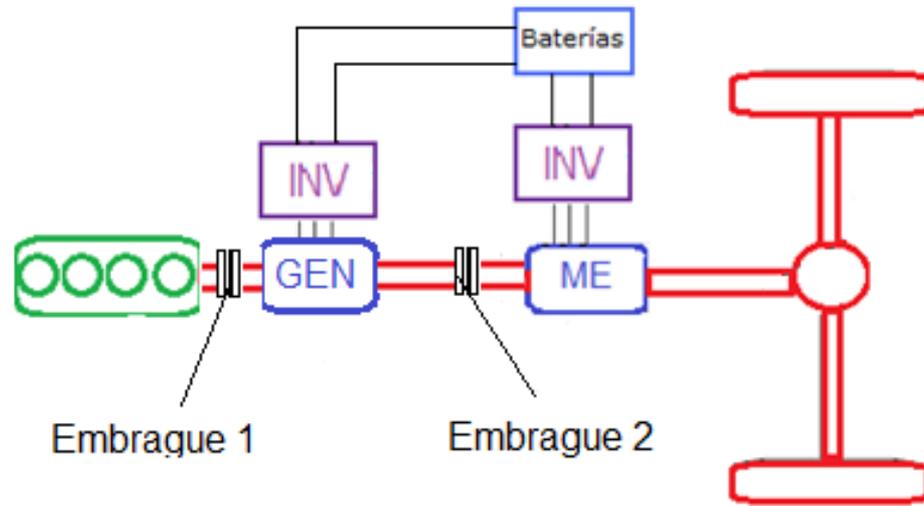
Configuración de tren de potencia con acoplamiento de velocidad



Configuración en paralelo con acoplamiento de par y velocidad



Configuración serie-paralelo



Configuración serie-paralelo compleja

