

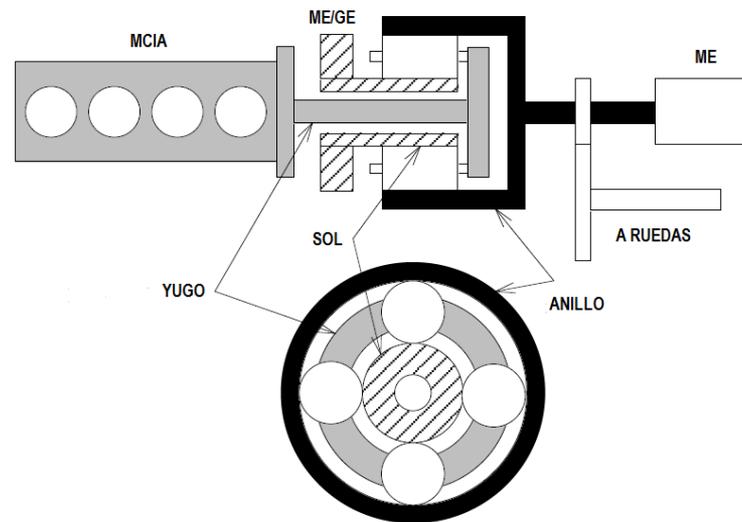
VEHÍCULOS HÍBRIDOS SERIE- PARALELO

ÍNDICE

- **Introducción**
- **Análisis del acoplamiento de velocidad**
- **Configuraciones**
- **Modos de funcionamiento**

Introducción

La configuración serie-paralelo (acoplamiento par-velocidad) tiene ciertas ventajas sobre la configuración serie (acoplamiento eléctrico) y la configuración paralelo (acoplamiento de par o de velocidad). Los acopladores de par-velocidad liberan el MCIA del eje de tracción del vehículo y, por tanto, el par y régimen del MCIA es independiente del par y velocidad demandada por el vehículo. En estas condiciones, el MCIA puede trabajar en su zona de máximo rendimiento como sucede en la configuración serie. Por otro lado, parte de la potencia del MCIA se entrega al eje de tracción sin experimentar conversiones energéticas múltiples. Esta característica es como ocurre en la configuración paralelo.

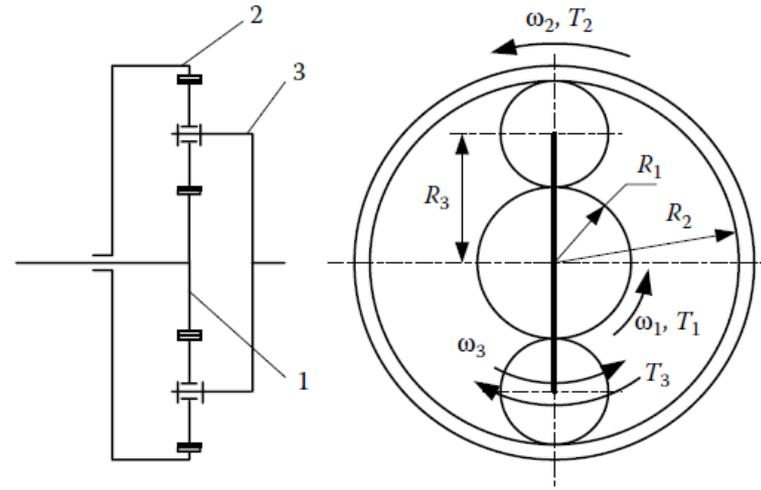


Análisis del acoplamiento de velocidad

$$n_3 = \frac{1}{1+i_g} n_1 + \frac{i_g}{1+i_g} n_2$$

$$k_1 = 1/1+i_g \quad k_2 = i_g/1+i_g$$

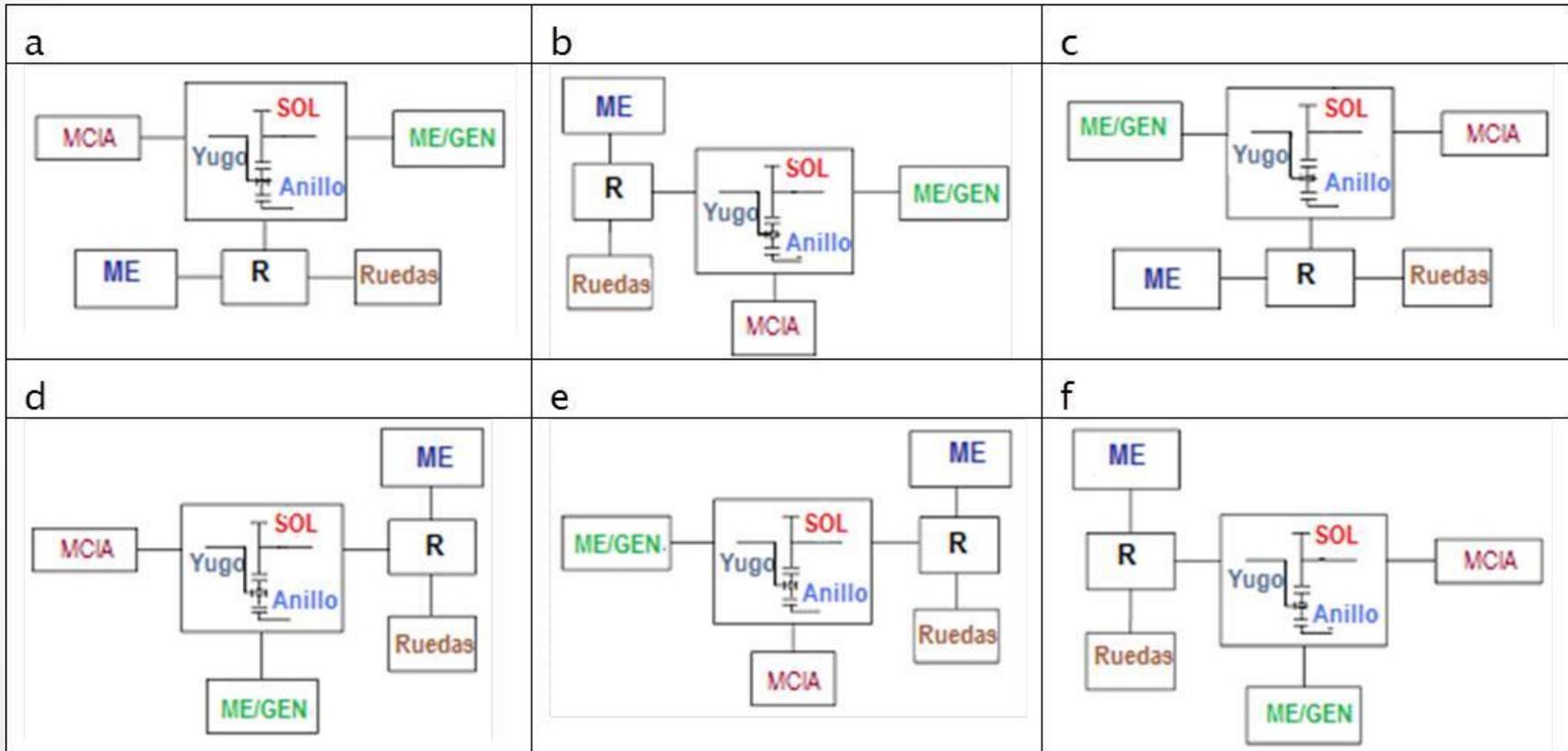
$$T_3 = -\frac{1}{k_1} T_1 = -\frac{1}{k_2} T_2$$



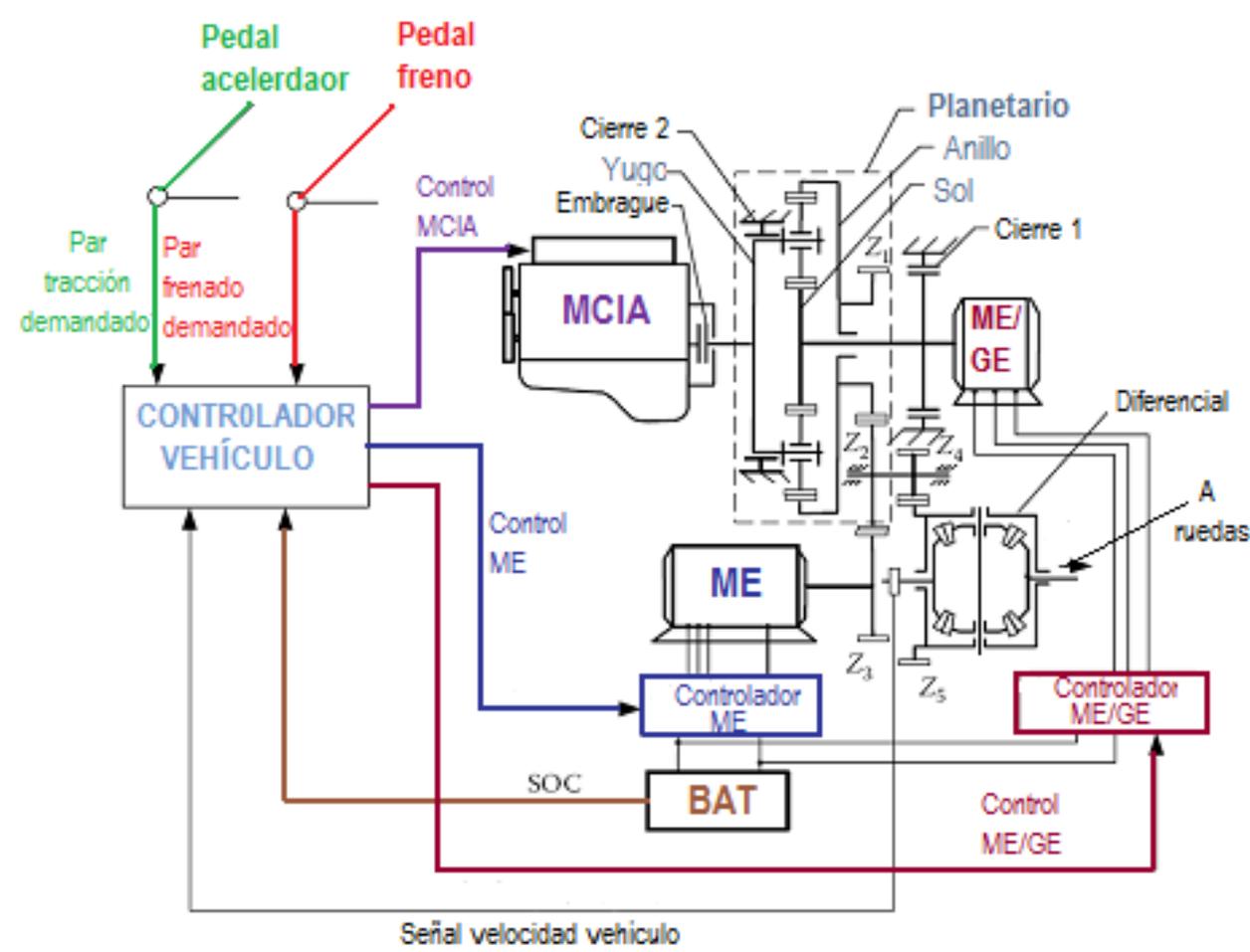
Teniendo en cuenta que: $i_g > 1$, ya que $R_2 > R_1$, T_1 es el par más pequeño, T_3 es el par mayor y T_2 es el intermedio. El par que actúa sobre el yugo es equilibrado por los pares que actúan sobre el sol y sobre el anillo

Elemento fijo	Velocidad	Par
Sol	$n_3 = k_2 n_2$	$T_3 = -\frac{1}{k_2} T_2$
Anillo	$n_3 = k_1 n_1$	$T_3 = -\frac{1}{k_1} T_1$
Yugo	$n_1 = -\frac{k_2}{k_1} n_2$	$T_1 = \frac{k_1}{k_2} T_2$

Configuraciones



Configuración del tren propulsor



MODOS DE FUNCIONAMIENTO

- Modo acoplamiento de velocidad
- Modo acoplamiento de par

Modo acoplamiento de velocidad

- Tracción sólo MCIA
- Tracción sólo ME/GE
- Tracción MCIA+ME/GE

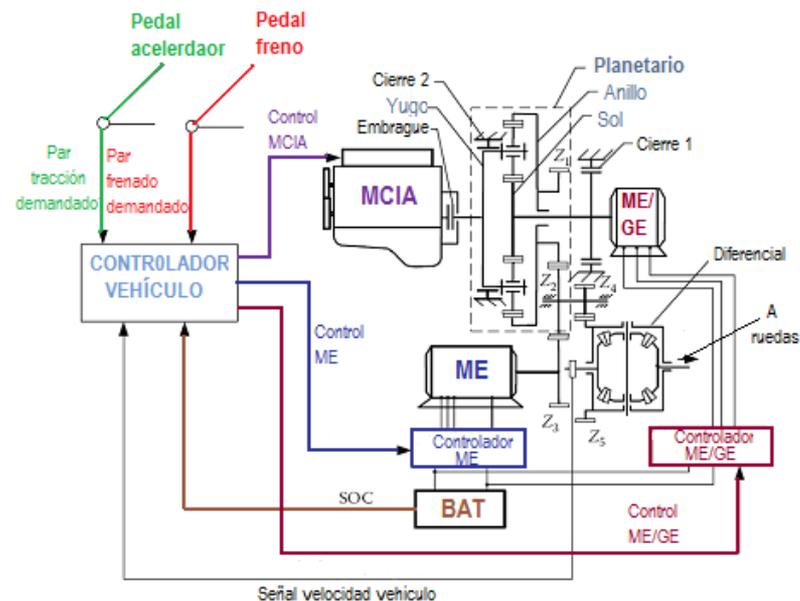
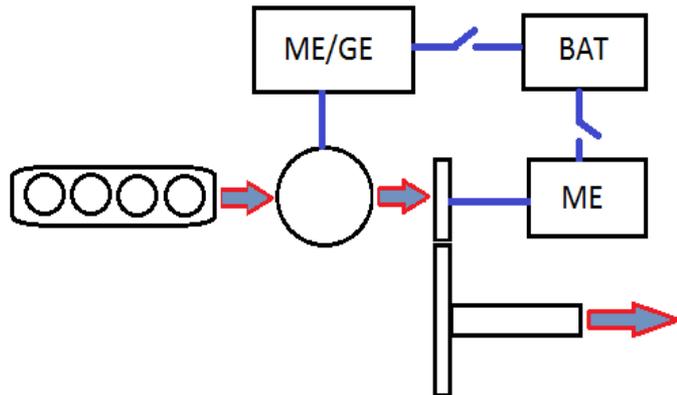
Tracción sólo MCIA

El embrague se encuentra embragado conectando el MCIA al yugo. El cierre 1 bloquea el sol y el ME/GE está desenergizado. El cierre 2 libera el yugo. En este caso el MCIA es el único que entrega par a las ruedas. La relación de velocidad entre MCIA y las ruedas es la siguiente:

$$n_r = \frac{n_{MCIA}}{k_2 \cdot \xi_{a,r}}$$

$$T_r = k_2 \cdot \xi_{a,r} \cdot \eta_{m,y-a} \eta_{m,a-r} \cdot T_{MCIA}$$

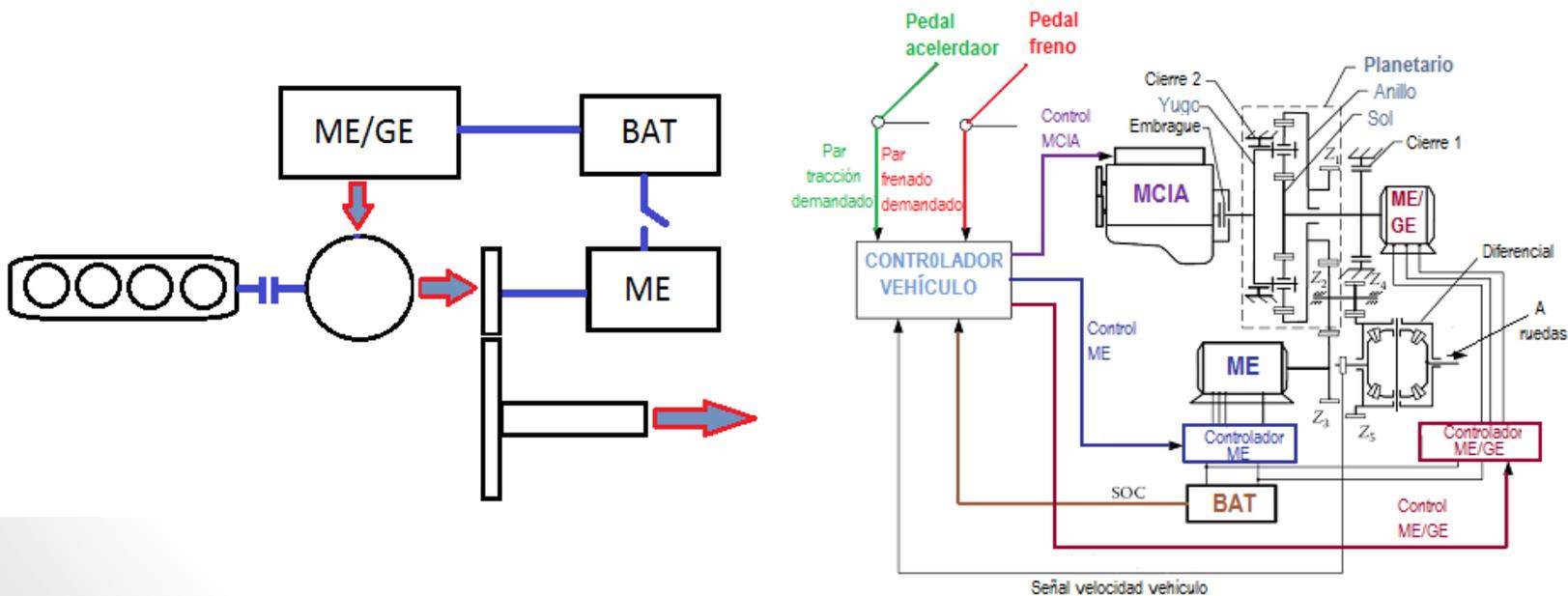
$$\xi_{a,r} = \frac{z_5 z_2}{z_1 z_4}$$



Tracción sólo ME/GE

En este modo el MCIA está apagado. El embrague se encuentra embragado o desembragado. El cierre 1 libera el sol y el eje del ME/GE. El cierre 2 bloquea el yugo. En este modo el vehículo se propulsa sólo con el ME/GE. La relación de velocidad entre ME/GE y las ruedas es la siguiente:

$$n_r = \frac{k_1}{k_2} \frac{1}{\xi_{a,r}} n_{ME/GE} \quad T_r = \frac{k_2 \cdot \xi_{a,r} \cdot \eta_{m,s-a} \cdot \eta_{m,a-r}}{k_1} T_{ME/GE}$$



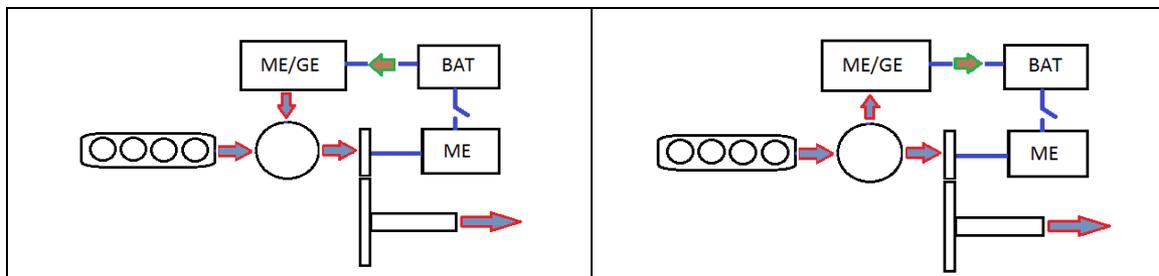
Tracción MCIA+ME/GE

En este modo el embrague se encuentra embragado. El cierre 1 y 2 liberados.

$$n_3 = k_1 n_1 + k_2 n_2 \quad n_r = \frac{1}{k_2 \cdot \xi_{a,r}} (n_{MCIA} - k_1 \cdot n_{ME/GE})$$

$$T_r = k_2 \cdot \xi_{a,r} \cdot \eta_{m,y-a} \cdot \eta_{m,a-r} \cdot T_{MCIA} = \frac{k_2 \cdot \eta_{m,s-a}^b \cdot \eta_{m,a-r}}{k_1} T_{ME/GE}$$

Donde b es un constante, cuando la potencia va del ME/GE al sol, esto es, $b = 1$ modo motor, si no $b = -1$. La ecuación implica que, para una velocidad del vehículo, el régimen de giro del MCIA puede ajustarse por el régimen del ME/GE. La ecuación de pares indica que el par entre el MCIA, ME/GE y las ruedas se mantiene fija. Esto implica que un cambio en un par provocará cambio en los otros dos pares, causando cambios en los puntos de funcionamiento del MCIA y del ME/GE.

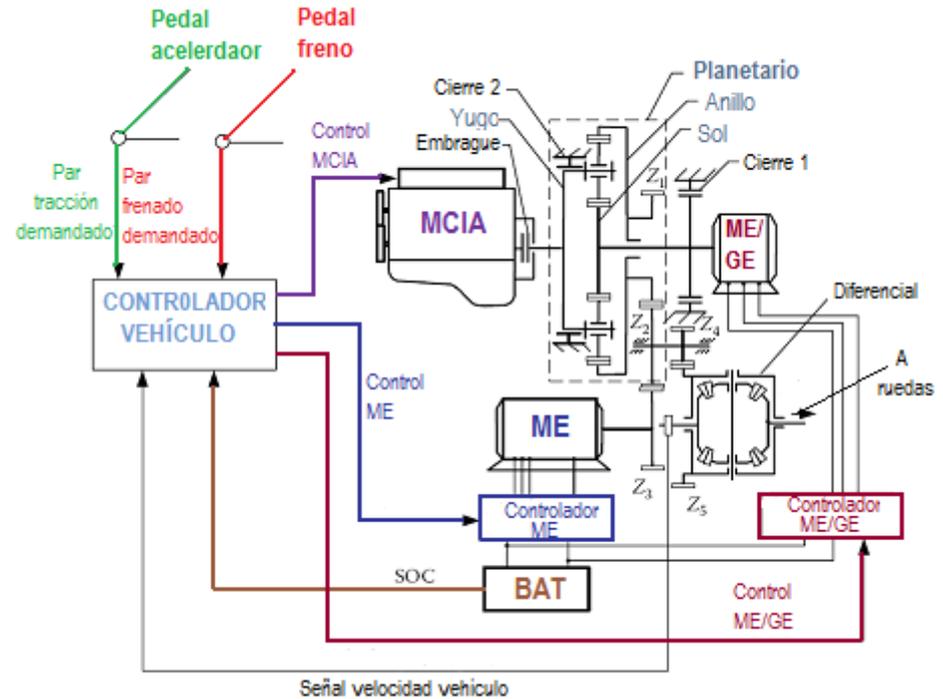
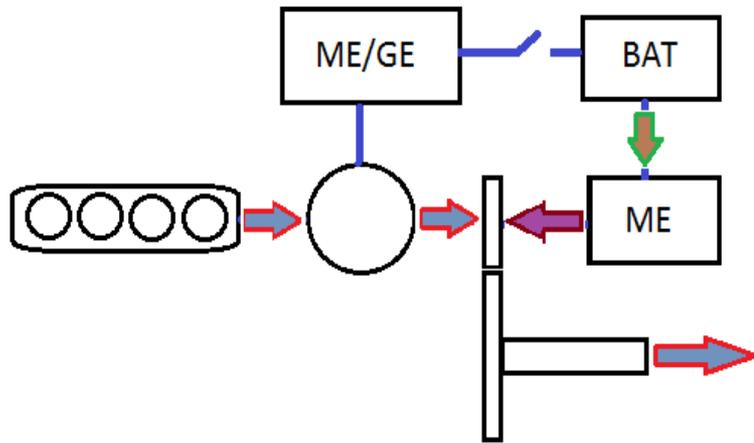


Modo acoplamiento de par

- Tracción MCIA y ME (modo motor)
- Tracción MCIA y ME (modo generador)
- Tracción ME/GE y ME (modo motor)
- Tracción ME/GE y ME (modo generador)

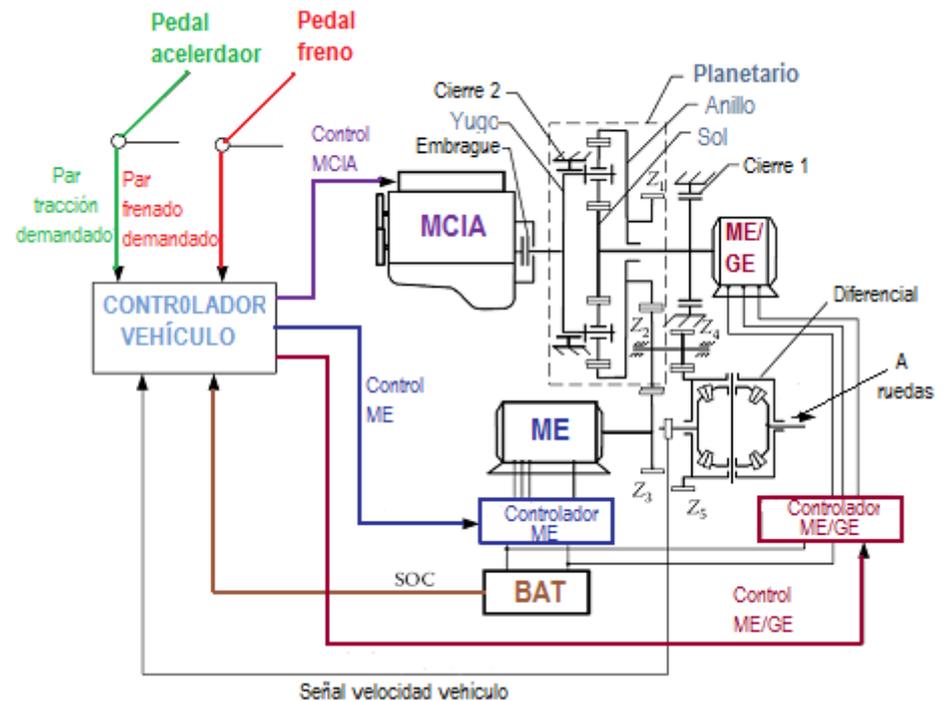
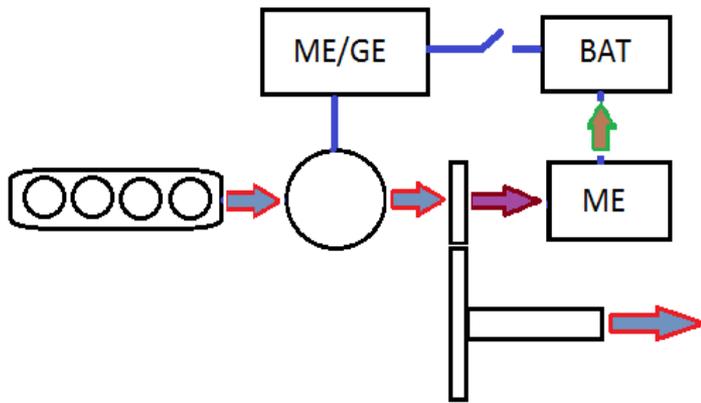
Tracción MClA y ME (modo motor)

Este modo es el caso general de tracción híbrida en paralelo.



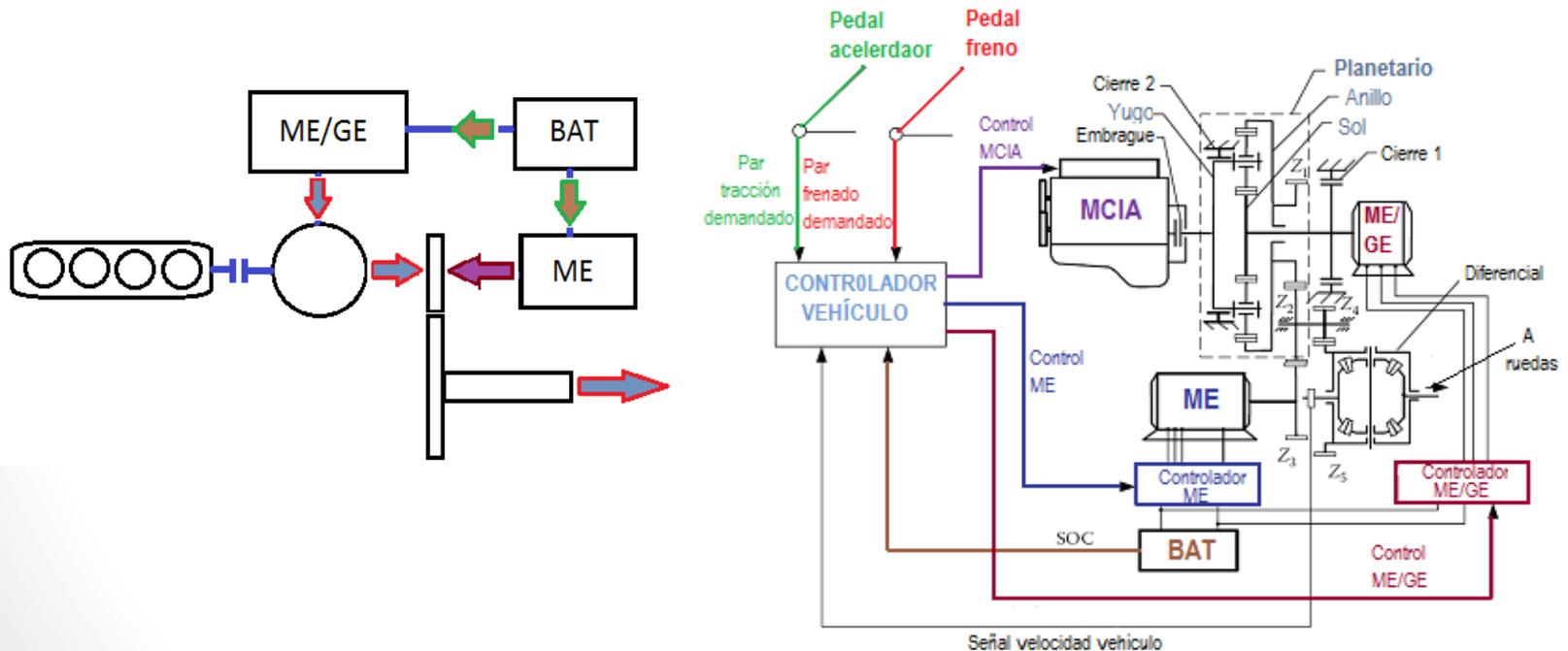
Tracción MCIA y ME (modo generador)

Este modo es el caso en el que las baterías se cargan desde el MCIA



Tracción ME/GE y ME (modo motor)

Este modo es similar al primero pero la tracción viene del ME/GE.



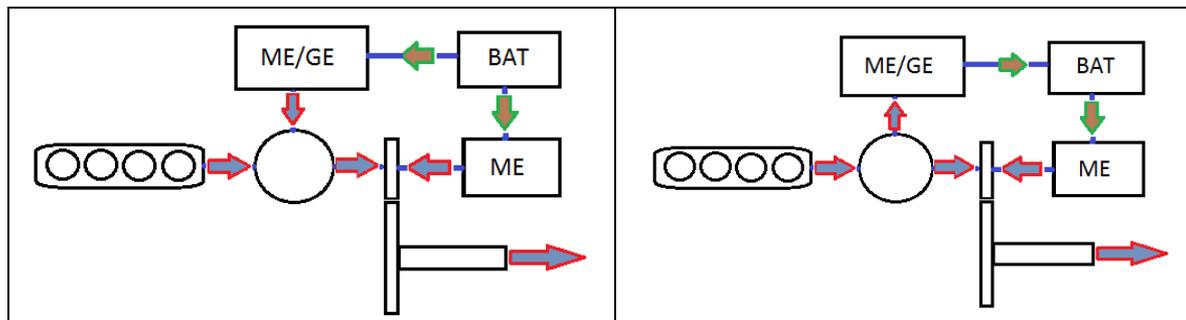
Modo acoplamiento par-velocidad

- Tracción acoplamiento velocidad y ME
(modo motor)
- Tracción acoplamiento velocidad y ME
(modo generador)

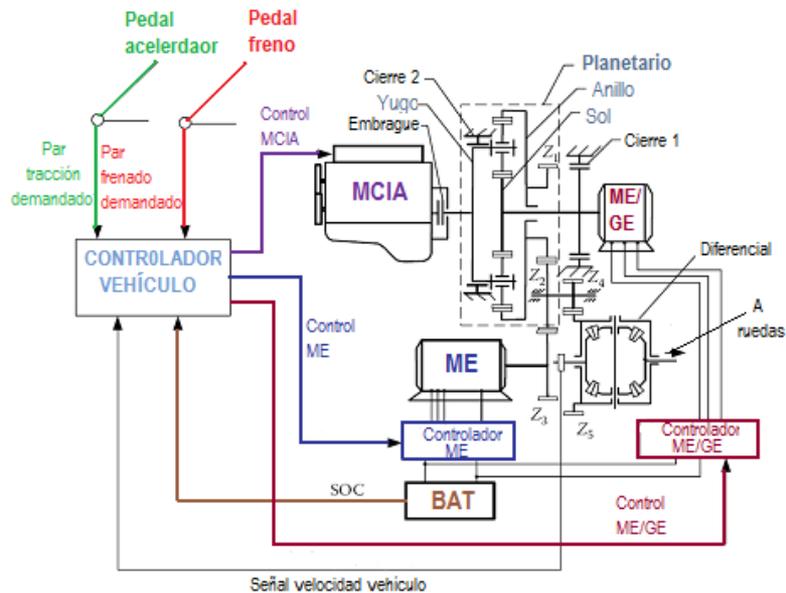
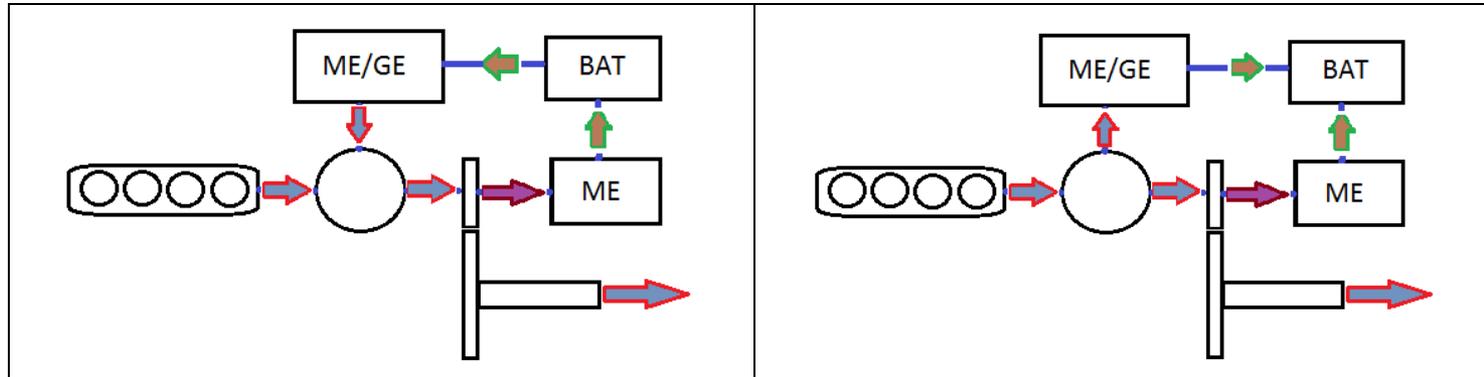
Tracción acoplamiento de velocidad y ME (modo motor)

Este modo utiliza las funciones completas del acoplamiento de par y velocidad. Hay dos estados de operación del ME/GE: motor y generador.

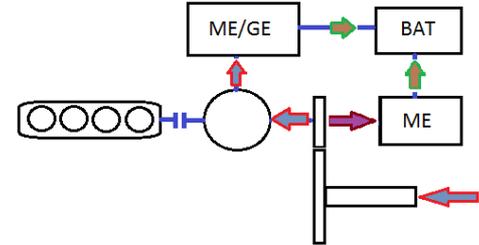
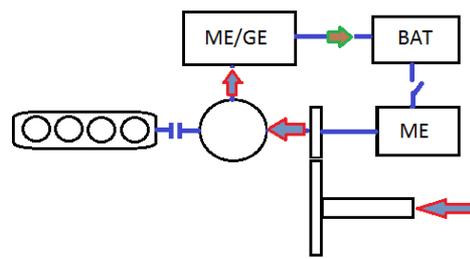
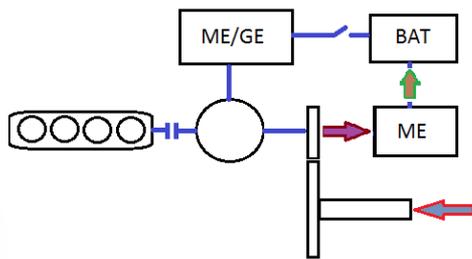
- (a) El estado de funcionamiento del ME/GE en **motor** puede utilizarse a altas velocidades del vehículo. En este caso, el régimen de giro del MCIA se puede limitar a su régimen medio para mejorar su rendimiento.
- (b) Similarmente, el estado de funcionamiento del ME/GE se puede utilizar como **generador** para velocidades bajas del vehículo. En este caso el régimen de giro del MCIA se puede regular para funcionar a su régimen medio para que no funcione a bajas vueltas donde su rendimiento no es bueno. El ME/GE absorbe parte del régimen del MCIA.



Tracción acoplamiento de velocidad y ME (modo generador)



Modo freno regenerativo



Control del régimen de giro del MCIA

El régimen del motor térmico, n_{MCIA} , se puede ajustar controlando el del ME/GE, $n_{ME/GE}$, para una velocidad dada del vehículo, n_r

$$n_r = \frac{1}{k_2 \cdot \xi_{a,r}} (n_{MCIA} - k_1 \cdot n_{ME/GE})$$

El tren planetario se comporta como una transmisión CVT donde la relación de transmisión la determina el régimen del ME/GE. El régimen del MCIA deseado se puede mantener independiente de la velocidad del vehículo, simplemente controlando el régimen del ME/GE.

