

NAPĘDY ELEKTRYCZNE

Zalety napędu elektrycznego

- a) nie pobiera energii na biegu jałowym
- b) maksymalny moment obrotowy występuje już od zerowej prędkości obrotowej i utrzymuje się przez dłuższy zakres obrotów
- c) sterowanie momentem obrotowym nie powoduje strat
- d) bardzo duża sprawność
- e) cicha praca, nie wytwarzają drgań
- f) prostota budowy
- g) nieskomplikowane chłodzenie
- h) podczas hamowania mogą pracować jako prądnice

Wady napędu elektrycznego

- a) bardzo duże zapotrzebowanie na energię elektryczną do ładowania
- b) konieczność stworzenia bazy do masowego doładowywania
- c) długi czas ładowania
- d) mały zasięg pojazdu na jednym ładowaniu
- e) zwiększona masa pojazdu
- f) utylizacja zużytych akumulatorów
- g) utrudniona eksploatacja pojazdu w niskich temperaturach
- h) wysoki koszt akumulatorów

Silnik elektryczny

- bezszczotkowy silnik synchroniczny prądu przemiennego wzbudzany magnesami trwałymi
- lekki
- mały
- duża sprawność (75-95%)
- moc maksymalna do 120 kW
- prędkość obrotowa wirnika 10.000-15.000 obr/min przy napięciu znamionowym ok. 100 V

Silnik elektryczny

- maksymalny moment obrotowy do 300 Nm występuje przy minimalnej prędkości obrotowej i utrzymuje się w zakresie niskich oraz średnich prędkościach obrotowych
 - nie potrzeba rozrusznika, sprzęgła, ani skrzynki biegów, tylko reduktor o stałym przełożeniu
- konieczność stosowania skomplikowanych sterowników mocy

Akumulatory

a) kwasowo-ołowiowe

b) litowo-jonowe

- z elektrolitem ciekłym lub stałym (polimerowym)
- płaskie lub walcowe
- trwałość 5-10 lat
- akumulator o masie ok. 250 kg gromadzi energię ok. 20-30 kWh
- napięcie znamionowe 200-400 V
- konieczne chłodzenie
- czas ładowania ok. 6-8 h

Akumulatory

c) litowo-powietrzne

- w fazie badań

d) kondensatory dużej pojemności

- bardzo krótki czas ładowania
- pracują samodzielnie lub z akumulatorem elektrochemicznym
- sprawne odzyskiwanie energii kinetycznej pojazdu podczas hamowania

Inne elementy elektrycznego układu przeniesienia napędu

a) prostownik

- przekształca prąd przemienny na stały

b) falownik

- nadzoruje przepływ prądu między akumulatorem a silnikiem
- zmienia prąd stały na przemienny i odwrotnie

c) sterownik

- reguluje wartość napięcia stałego

NAPĘDY HYBRYDOWE

Wady silnika spalinowego

- a) wytwarza moment obrotowy dopiero od pewnej prędkości biegu jałowego (straty paliwa)
- b) konieczność zastosowania rozbudowanego układu napędowego
 - sprzęgło, skrzynia biegów
- c) straty energii podczas hamowania
- d) straty energii podczas tarcia

Budowa układu

a) napęd pierwotny

- silnik spalinowy sprzężony z generatorem prądu
- funkcja generująca

b) napęd wtórny

- maszyna elektryczna o pracy odwracalnej (silnikowo-prądnicowej)
- funkcja magazynująca

c) bateria akumulatorów elektrochemicznych

- zasilająca maszynę i okresowo doładowywana przez nią

Rodzaje napędu hybrydowego

a) ze względu na wykorzystanie silnika elektrycznego

- hybrydy pełne

- możliwość samodzielnego napędzania pojazdu (wyłączony silnik spalinowy)
- możliwość pełnego odzyskiwania energii podczas hamowania

Rodzaje napędu hybrydowego

a) ze względu na wykorzystanie silnika elektrycznego

- hybrydy pełne
- hybrydy niepełne
 - wspomaga silnik spalinowy
 - pełni funkcje rozrusznika, alternatora i koła zamachowego
 - odzyskuje energię podczas hamowania silnikiem

Rodzaje napędu hybrydowego

a) ze względu na wykorzystanie silnika elektrycznego

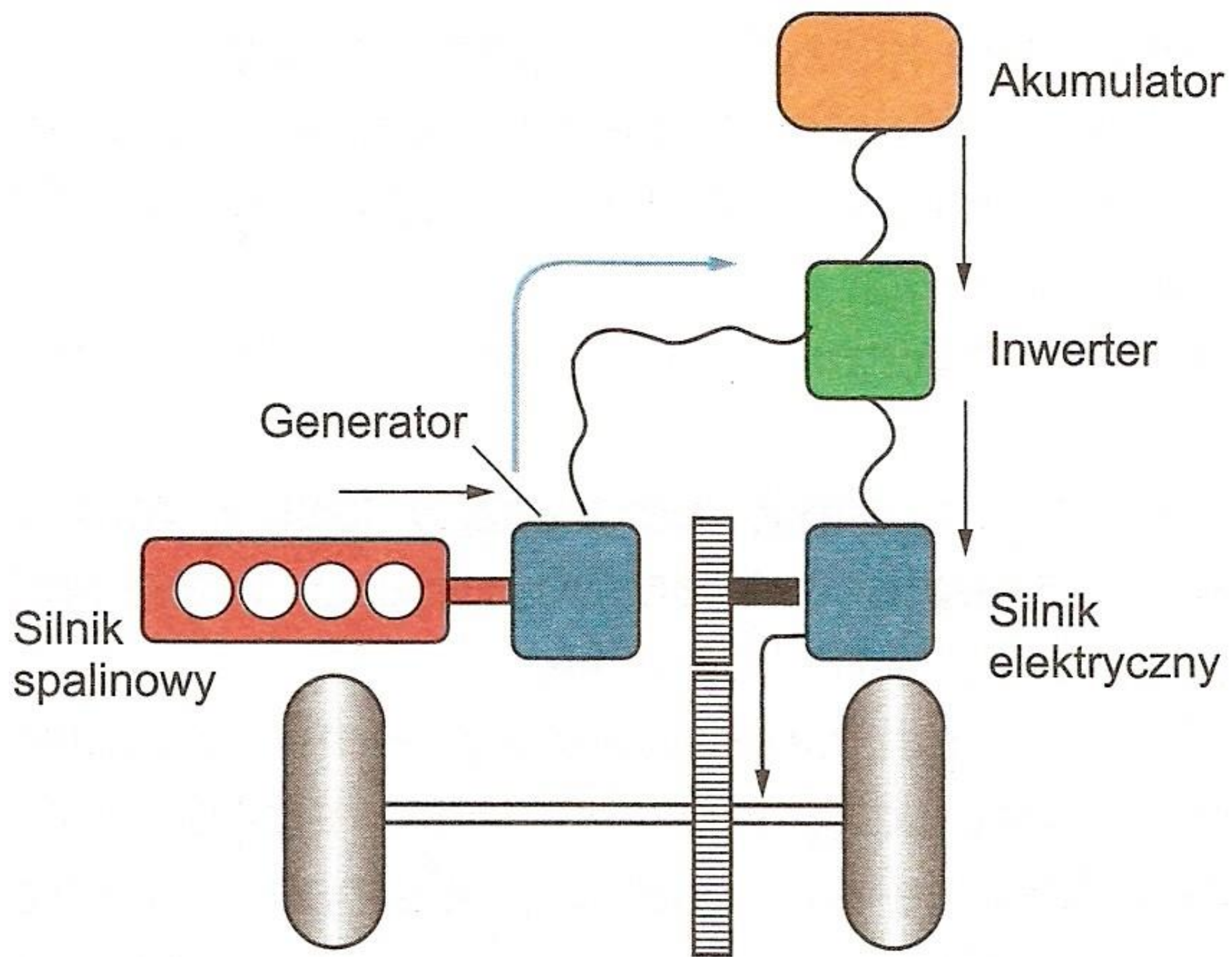
- hybrydy pełne
- hybrydy niepełne
- mikrohybrydy (hybrydy miękkie)
 - odzyskana energia służy do:
 - zasilania pokładowych układów elektrycznych
 - zarządzania inteligentnym wyłączaniem i uruchamianiem silnika spalinowego w przerywanym ruchu miejskim

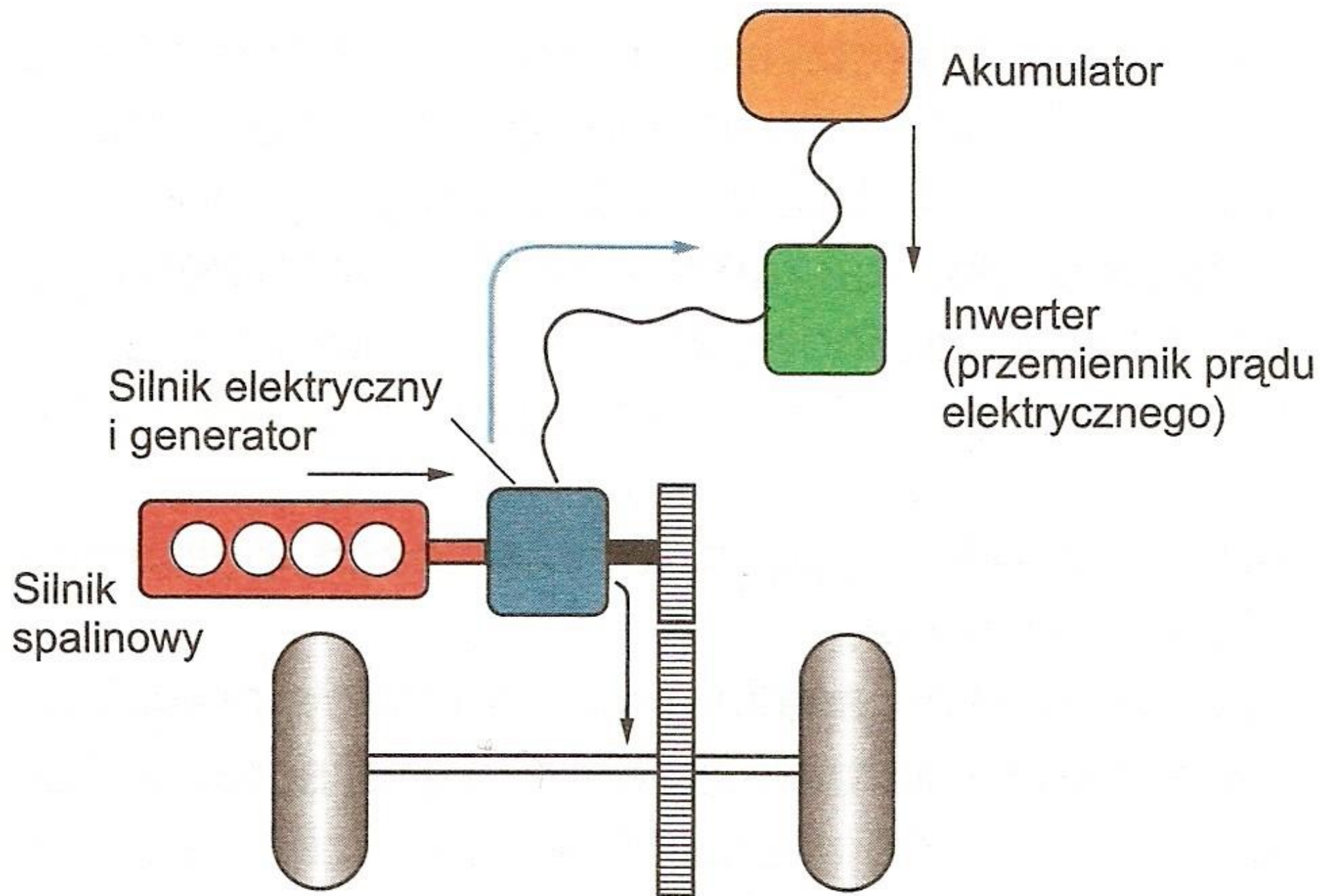
Rodzaje napędu hybrydowego

b) ze względu na konfigurację elementów składowych

- napęd szeregowy

- silnik spalinowy małej mocy napędza generator prądu
- stosowany w lokomotywach i niektórych autobusach

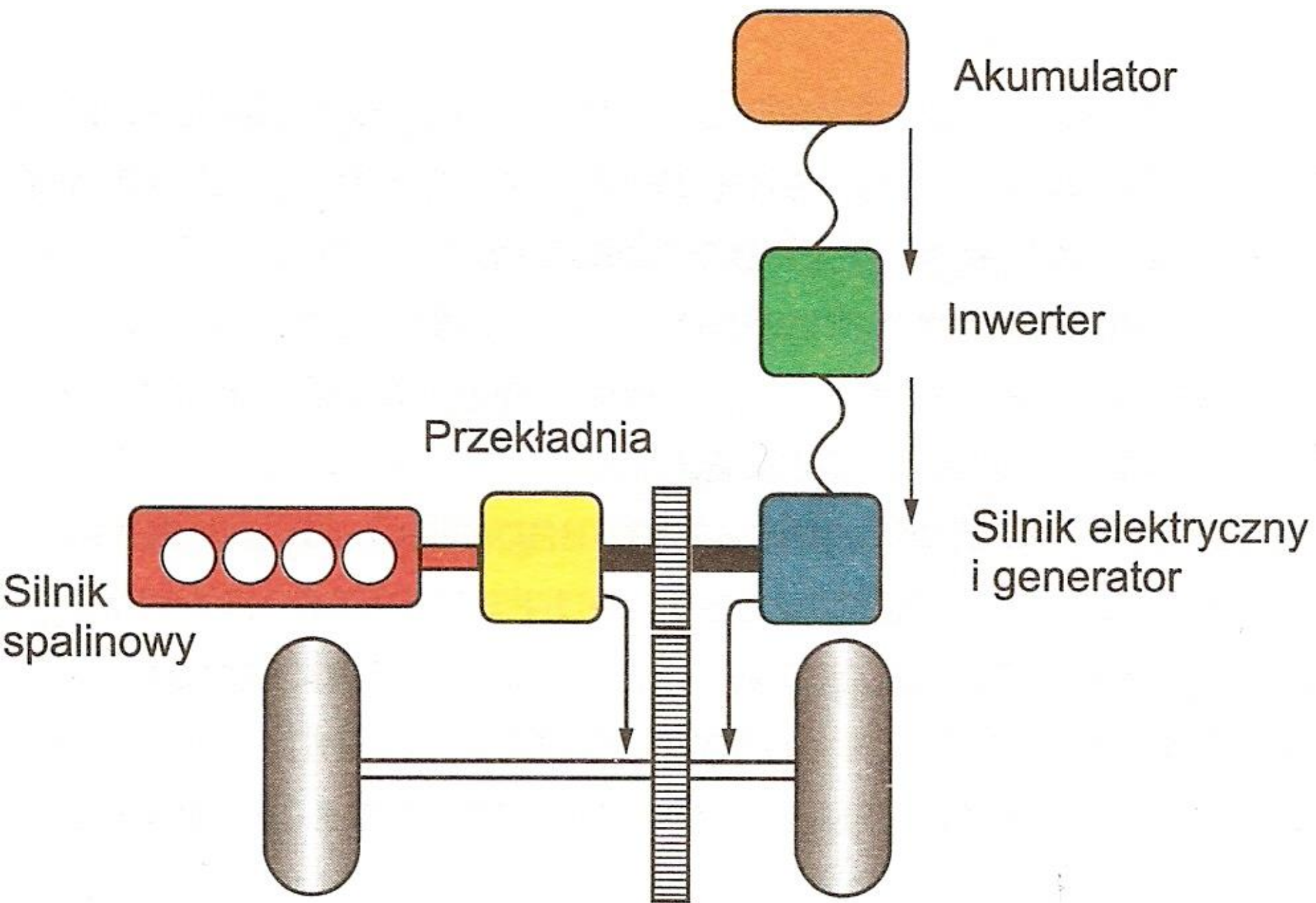




Rodzaje napędu hybrydowego

b) ze względu na konfigurację elementów składowych

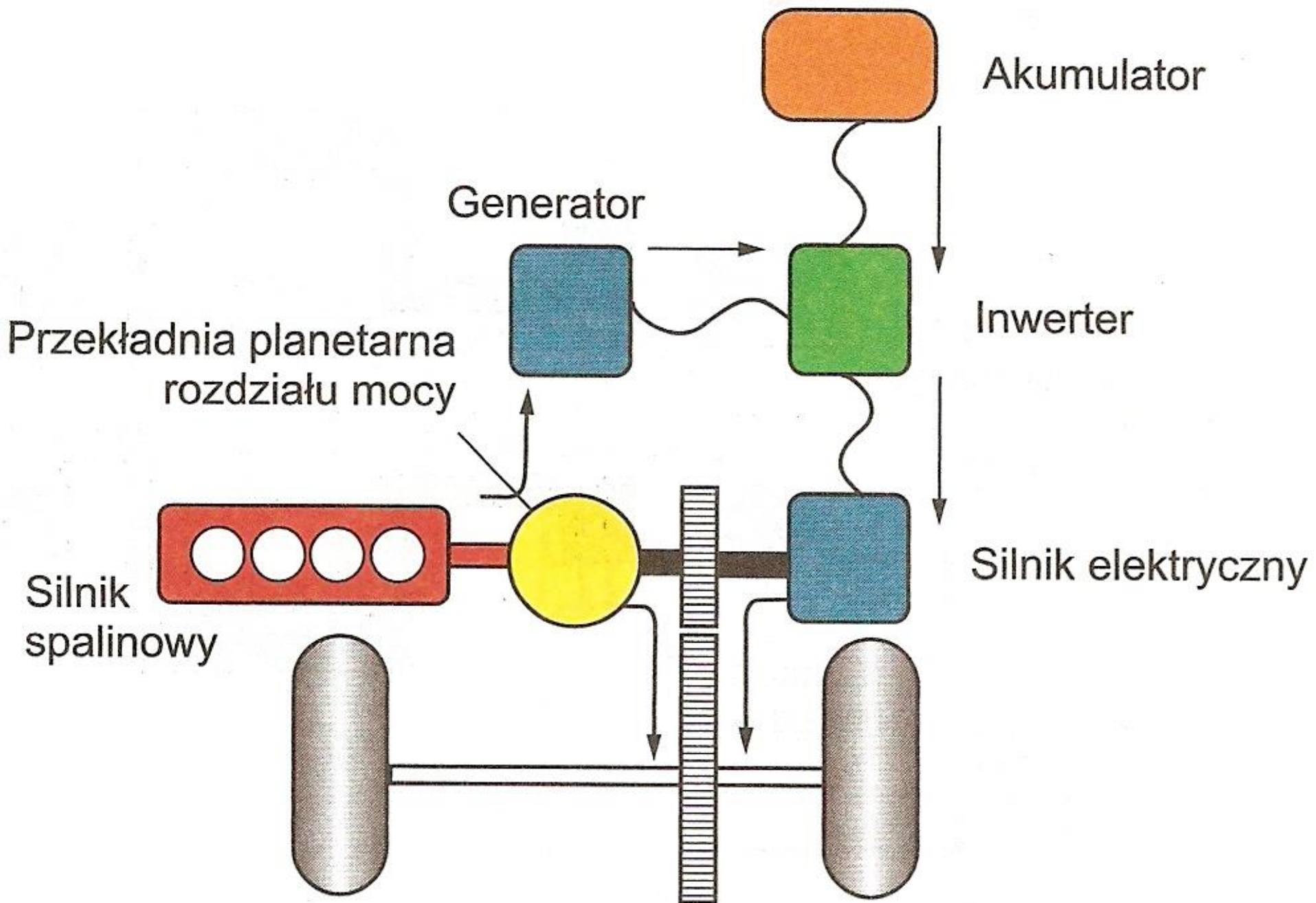
- napęd szeregowy
 - silnik spalinowy małej mocy napędza generator prądu
 - stosowany w lokomotywach i niektórych autobusach
- napęd równoległy
 - dwa źródła bezpośredniego napędu kół pojazdu



Rodzaje napędu hybrydowego

b) ze względu na konfigurację elementów składowych

- napęd szeregowy
 - silnik spalinowy małej mocy napędza generator prądu
 - stosowany w lokomotywach i niektórych autobusach
- napęd równoległy
 - dwa źródła bezpośredniego napędu kół pojazdu
- napęd mieszany (szeregowo-równoległy)



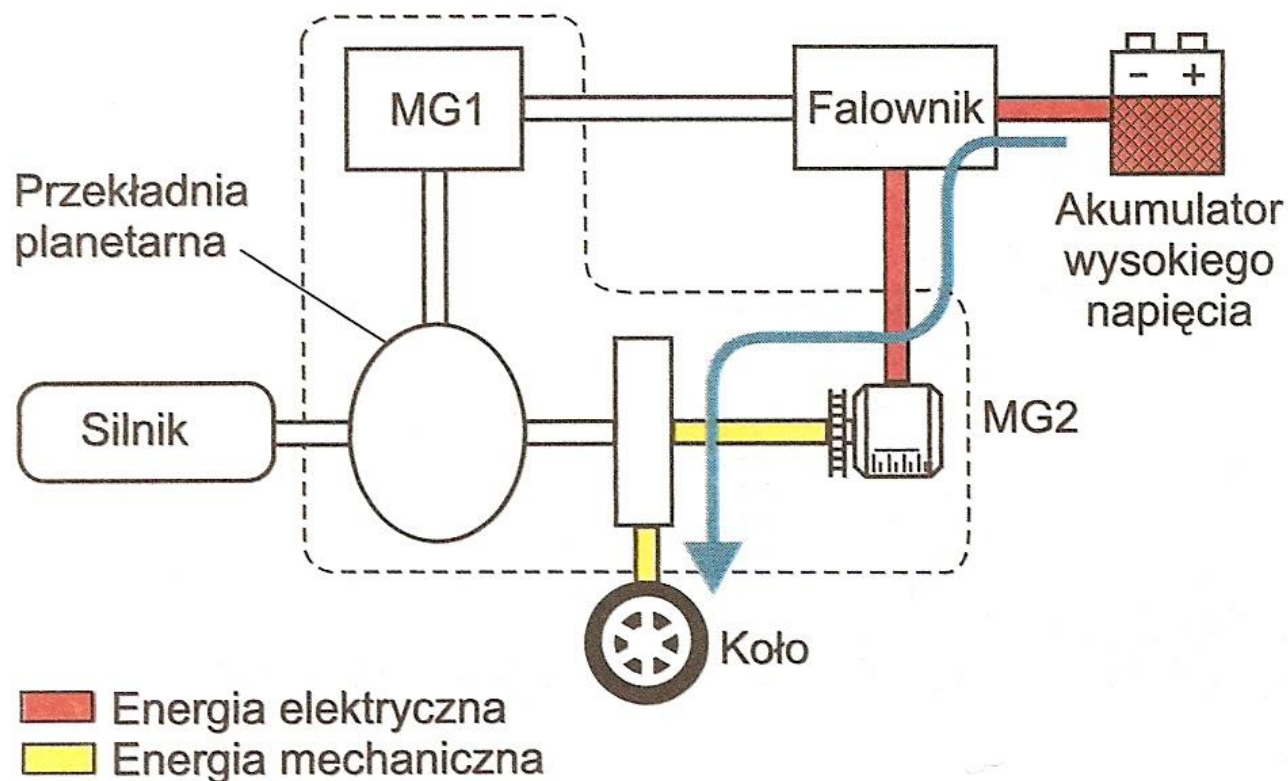
**Mieszany napęd
w pełni
hybrydowy**

Stany pracy zespołu hybrydowego

- a) ruszanie pojazdu
- b) praca z częściowym obciążeniem
- c) przyspieszanie
- d) praca z obciążeniem całkowitym
- e) hamowanie
- f) jazda do tyłu

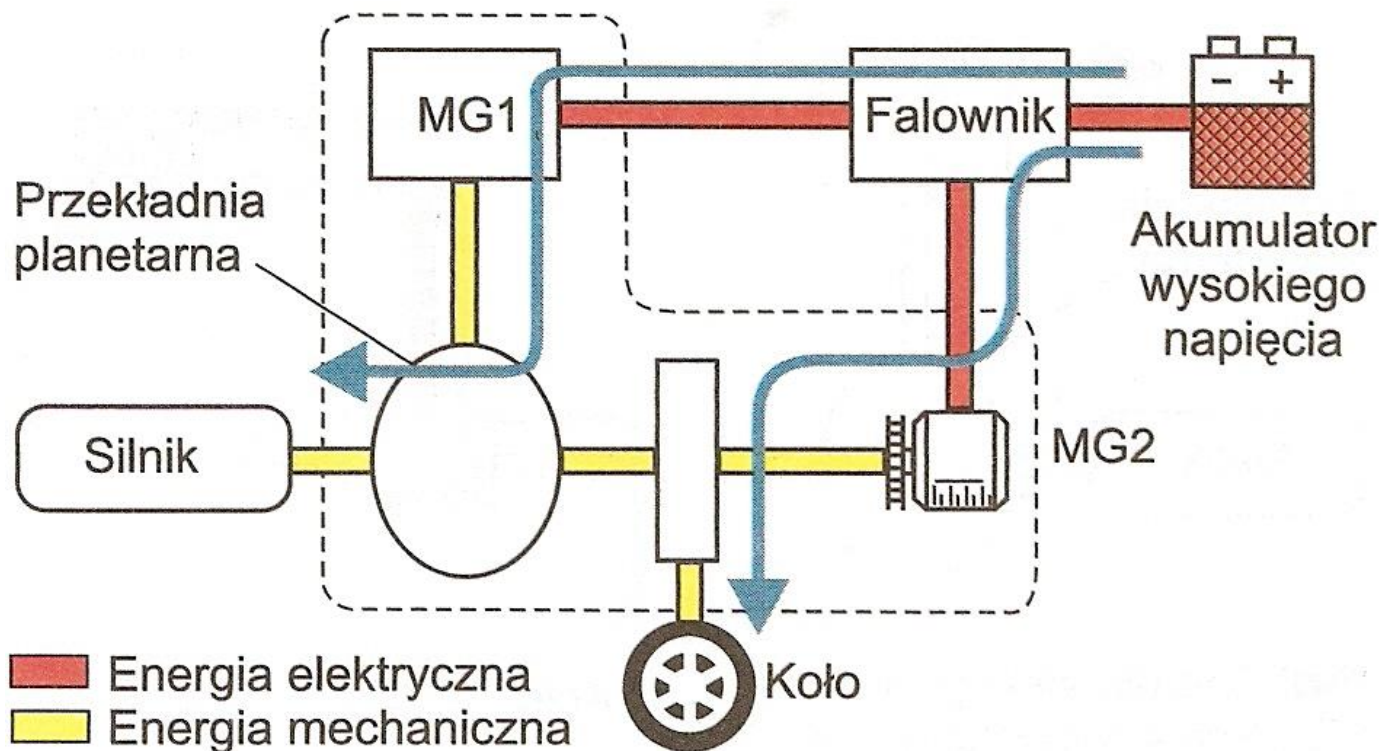
Ruszanie pojazdu z miejsca

- działa tylko silnik elektryczny MG2 napędzany energią z akumulatora
- silnik spalinowy nie działa



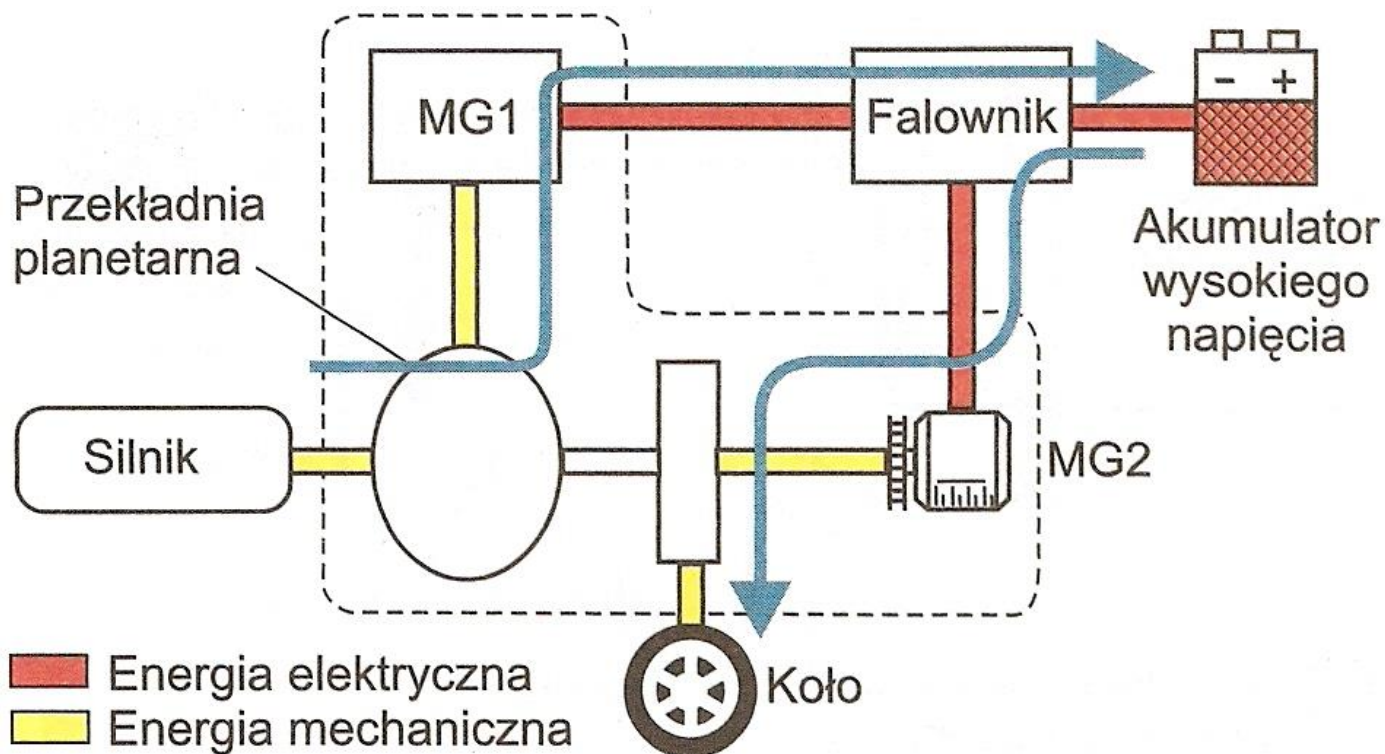
Powolny wzrost obciążenia

- działa silnik elektryczny MG2 napędzany energią z akumulatora
- generator MG1 uruchamia silnik spalinowy



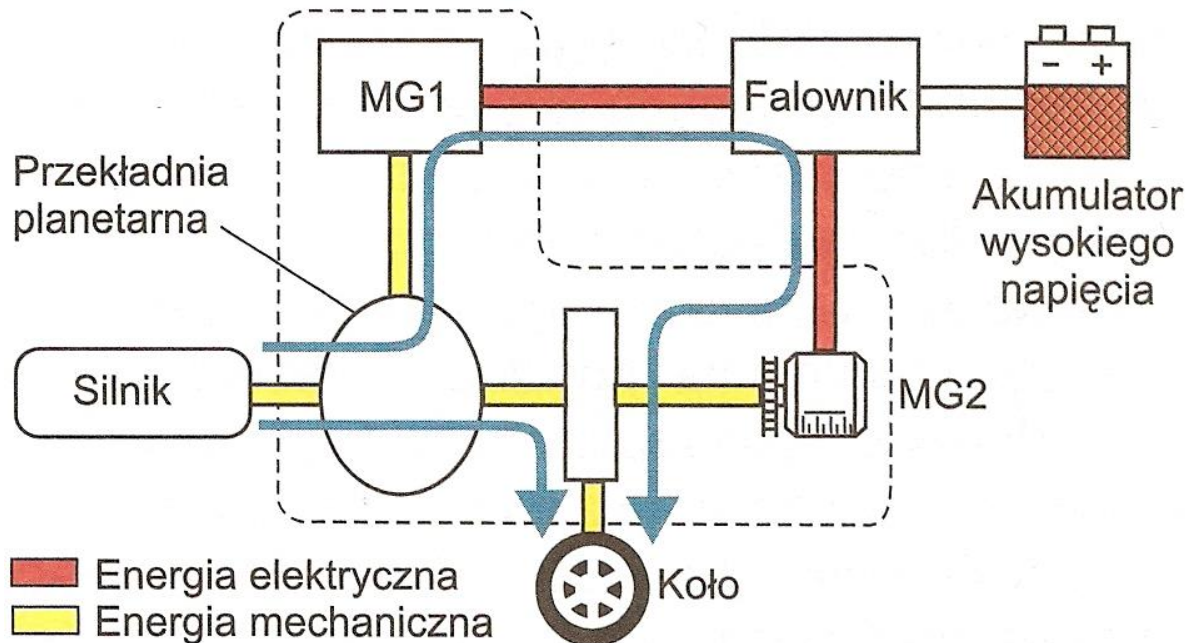
Częściowe obciążenie

- działa silnik elektryczny MG2 napędzany energią z akumulatora
- generator MG1 odbiera napęd od silnika spalinowego i ładuje akumulator



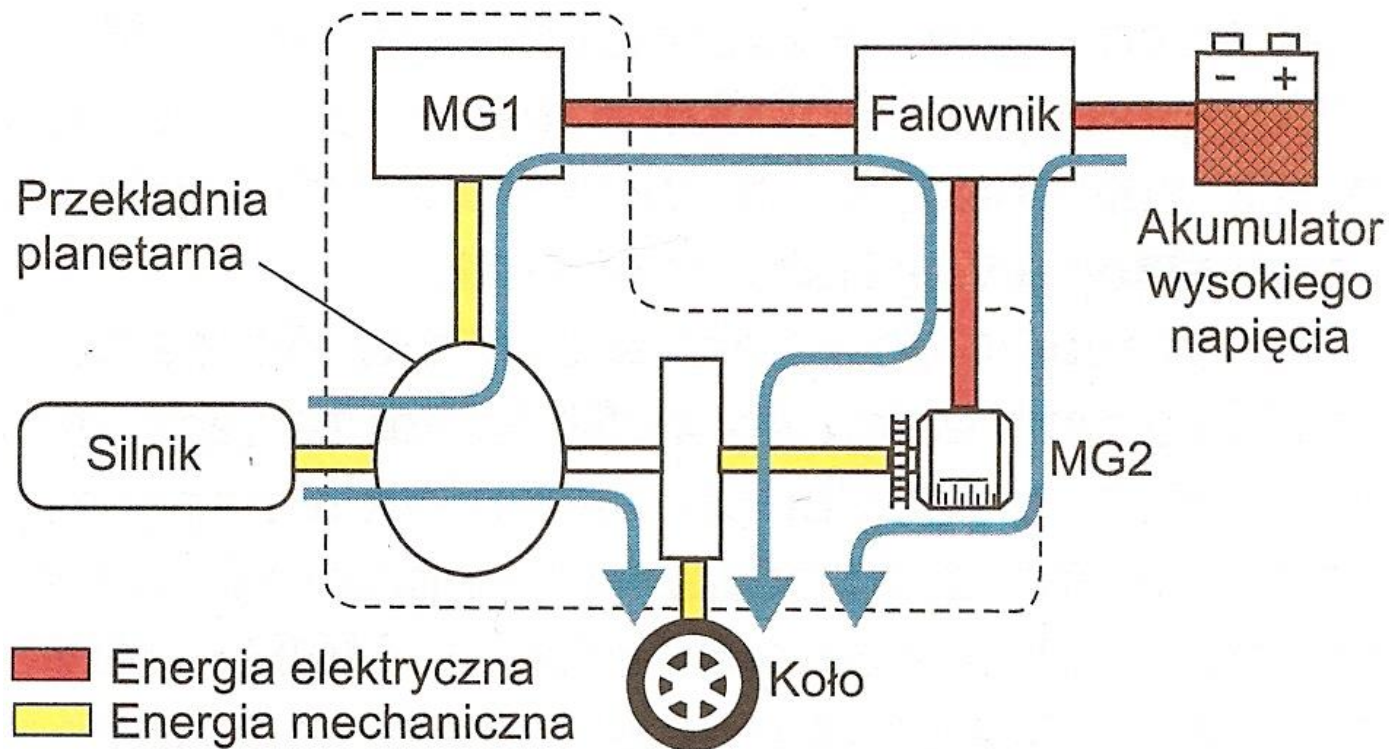
Łagodne przyspieszanie przy częściowym obciążeniu

- silnik spalinowy przekazuje napęd (przez przekładnię planetarną) na koła i na generator MG1
- silnik elektryczny MG2 napędzany energią z generatora MG1



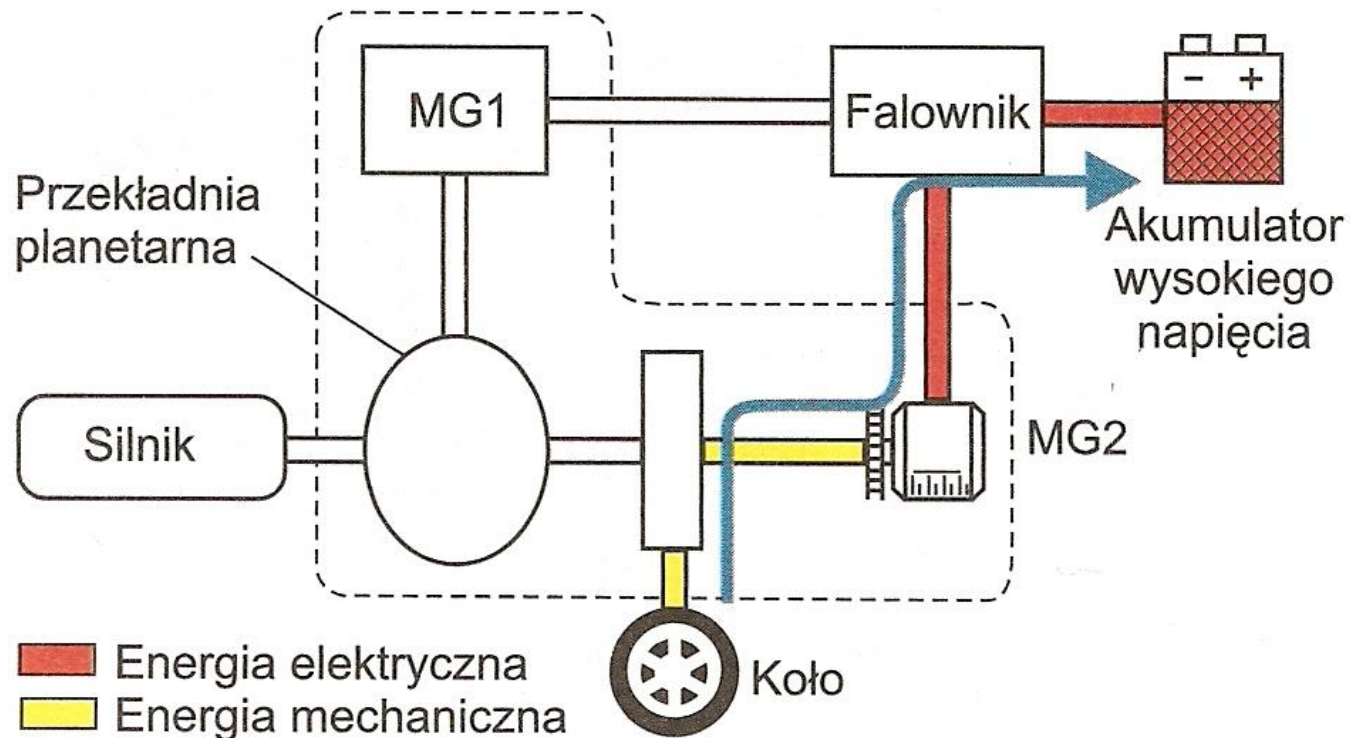
Pełne obciążenie

- dodatkowe zasilanie silnika elektrycznego MG2 energią z akumulatora



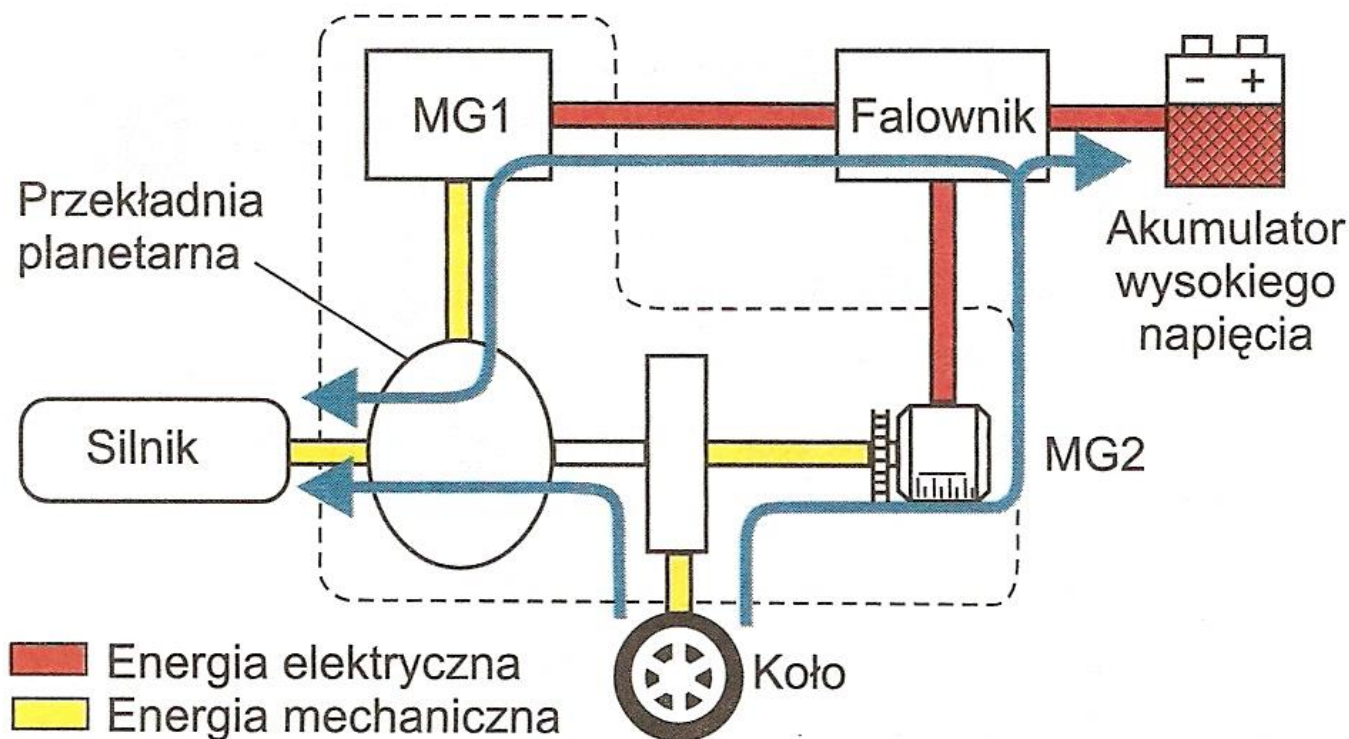
Hamowanie

- tylko ładowanie akumulatora



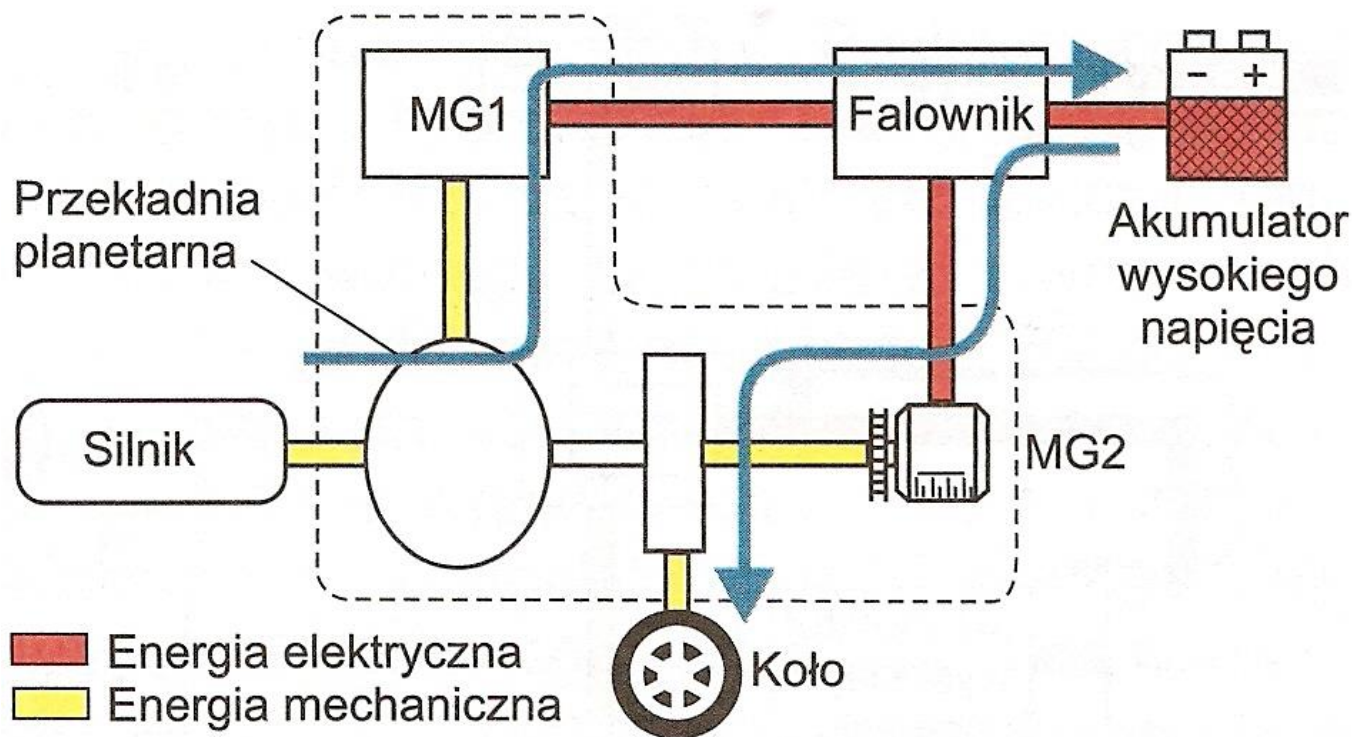
Hamowanie silnikiem

- silnik elektryczny MG2 ładuje akumulator i napędza generator MG1
- generator MG1 utrzymuje prędkość obrotową silnika spalinowego (hamowanie silnikiem)



Jazda do tyłu

- silnik elektryczny MG2 napędzany przez akumulator
- generator MG1 uruchamia silnik spalinowy
- silnik spalinowy ładuje akumulator



Tryb EV

napęd tylko silnikiem elektrycznym MG2

- cel

- zmniejszenie hałasu
- ograniczenie emisji spalin

- zastosowanie

- garaże
- godziny nocne

Tryb EV

- **automatyczne wyłączanie następuje, gdy:**
 - stan naładowania akumulatora zmniejszy się do ustalonej wartości minimalnej
 - prędkość pojazdu przekroczy określoną wartość
 - pedał przyspieszenia przekroczy ustalone położenie
 - temperatura akumulatora przekroczy wymaganą wartość

Akumulatory niklowo-wodorkowe (HV)

- duża gęstość energii
- mała masa
- duża trwałość
- napięcie znamionowe ok. 200-300 V
- powietrzny układ chłodzenia