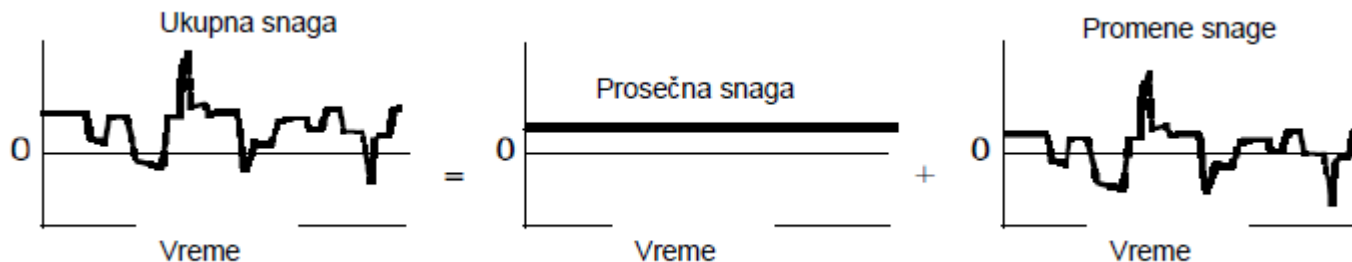


Hibridna vozila

Pogon motornog vozila karakteriše velika fluktuacija potrebne snage za savladavanje otpora kretanja.

U režimu usporavanja i kočenja motor sa unutrašnjim sagorevanjem (MSUS) se ne koristi, ali se kinetička energija rasipa u okolinu u vidu toplote, najviše na radnim kočnicama vozila.



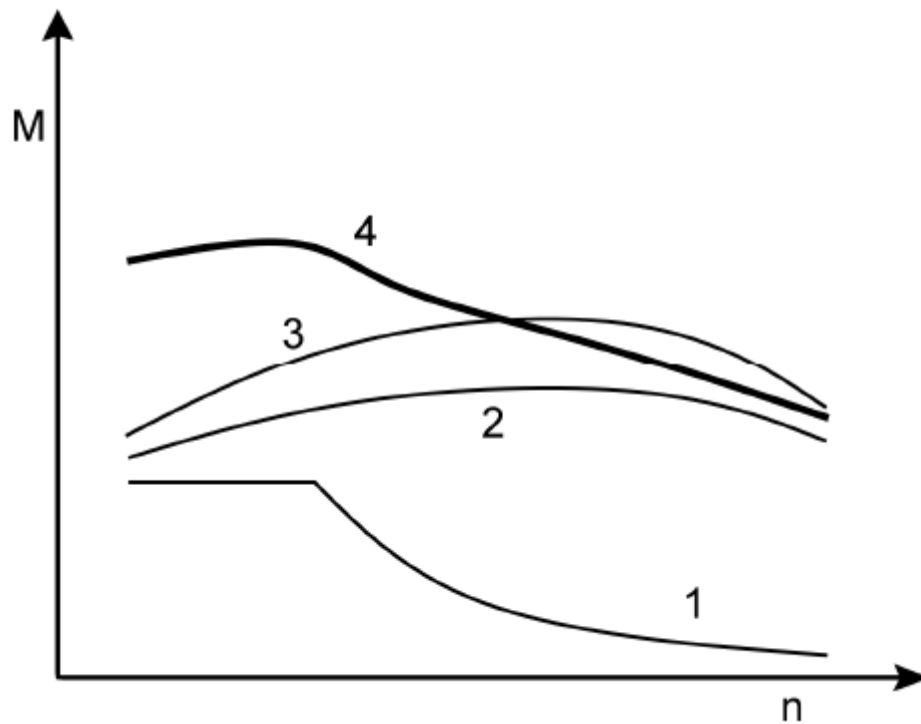
Tendencija je da se radna tačka MSUS što više približi optimalnoj, a da se za korekciju potrebne snage koristi električna mašina (EM).

Prednost EM je što nudi mogućnost rada u generatorskom režimu, što se može koristiti u uslovima usporavanja i kočenja, kad umesto kočnica otpor kretanja stvara generator i energija se skladišti u bateriji.

Mogućnosti koje nudi primena hibridnog pogona:

- energiju vozila oslobođenu pri usporavanju i kočenju pomoću generatorskog rada električne mašine skladištiti u bateriji i kasnije je koristiti,
- rad MSUS u režimu visoke efikasnosti i male emisije, što je u konvencionalnim vozilima samo u pojedinim relativno uskim poljima režima obrtaja i opterećenja,
- ostvariti potrebnu ukupnu maksimalnu snagu pogonskog agregata sa manjim MSUS a u vršnim opterećenjima koristiti dodatnu snagu EM,
- primena manjih vrednosti ("dužih") prenosnih odnosa i rad motora SUS na nižim obrtajima, uz zadržavanje istih dinamičkih performansi,
- koristiti čisto električni pogon kada nije potrebna velika snaga za kretanje (MSUS isključen i vozilo ima nultu emisiju), npr. u saobraćajnim gužvama, parkiranje i sl.

El. pogon može da ostvari konstantan i velik obrtni moment na niskim brojevima obrtaja, za razliku od MSUS, zbog čega se te dve mašine dobro nadopunjuju u pogonu motornih vozila.



*Krive obrtnih momenata za različite pogonske mašine:
1 - EM 15 kW,
2 - MSUS 1,2 l, turbo,
3 - MSUS 1,6 l,
4 - zajednička karakteristika hibridnog pogona = 1 + 2*

Tehničke specifičnosti HV u odnosu na konvencionalna vozila:

- drugačije vučno-brzinske karakteristike: sprega karakteristike MSUS i EM u kombinaciji sa primenjenom transmisijom (CVT i sl.),
- koncepcija gradnje vozila može biti drugačija, posebno u serijskom hibridu u smislu razmeštaja agregata i relativno velike baterije,
- sistem za kočenje mora biti prilagođen udruženom radu sa sistemom za rekuperaciju energije,
- upravljanje pogonom i kočenjem i internim tokovima energije je u potpunosti pod kontrolom upravljačke jedinice, vozač upravlja samo pogonom vozila u celini,
- pri održavanju vozila postoji opasnost od visokog napona, provodnici visokog napona su narandžaste boje,
- u kraj radnog veka i reciklažu vozila treba uzeti u obzir i bateriju.

Mogući režimi rada hibridnog vozila zavise od konstrukcije i tipa hibridnog pogona:

Start/stop funkcija

Regenerativno kočenje (rekuperacija) - Tokom regenerativnog kočenja vozilo se koči generatorskim režimom rada EM, sa ili bez pomoći radnih kočnica.

Hibridni pogon - Kada je aktivan hibridni pogon, u pogonu vozila su istovremeno i MSUS i EM. Tom prilikom električna mašina može raditi u generatorskom ili motornom režimu.

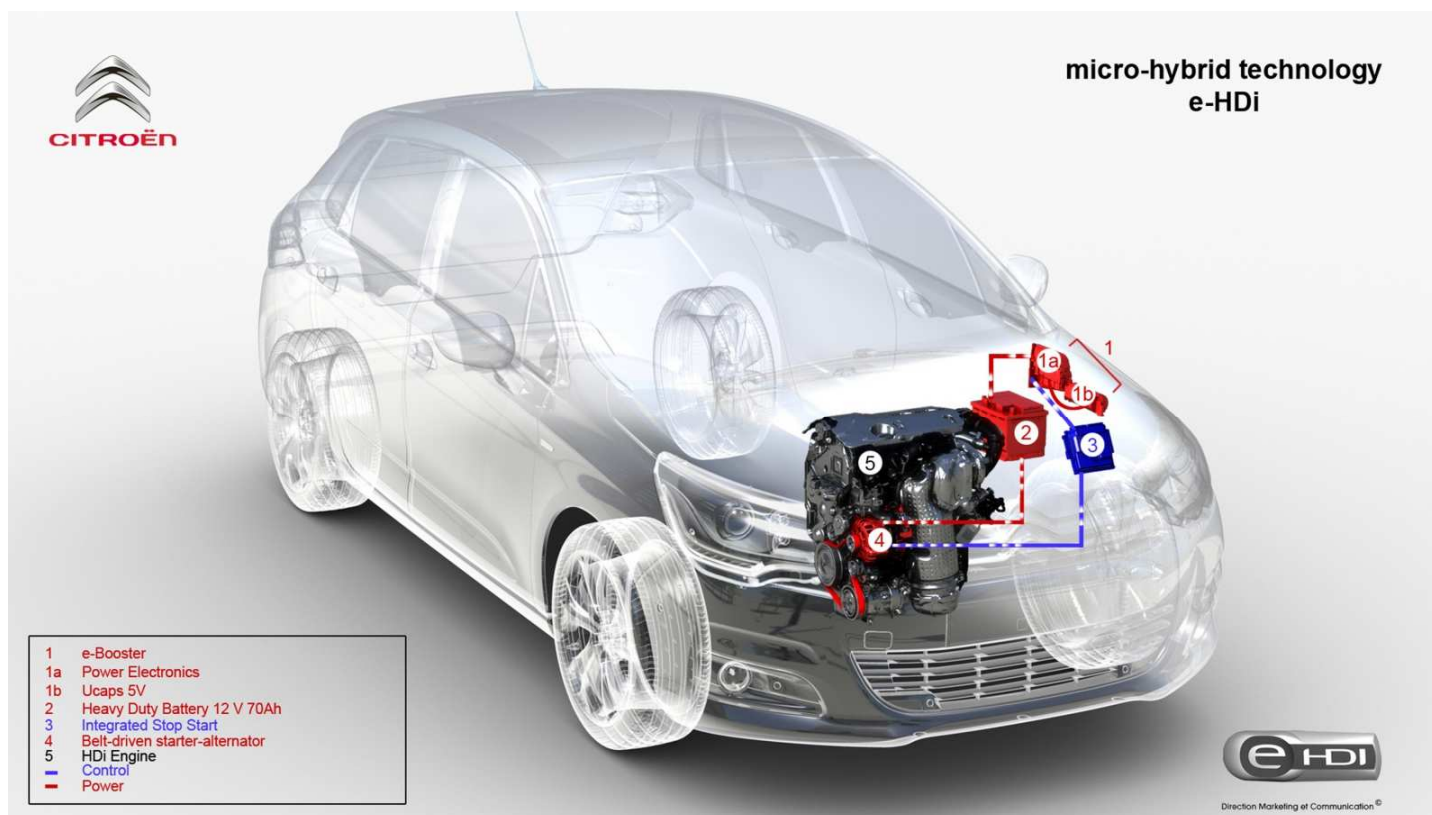
Električni pogon - Vozilo može biti pogonjeno samo elektromotorom, ako konstrukcija to omogućava. Motor SUS je odvojen od pogona.

Spoljašnje punjenje električnom energijom - Plug-in hibrid imaju ovu opciju

Konfiguracije hibridnih vozila

Konfiguracije HV se razlikuju po rasporedu i vezi između MSUS, transmisije i EM.

Mikro hibrid vozila je naziv za vozila opremljena start-stop sistemom. Mikro-hibridi mogu biti izvedeni sa posebnim elektropokretačem i alternatorom (kao konvencionalna vozila), ili sa objedinjenim starter-generatorom.



Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid

MSUS i EM mogu doprinositi pogonu vozila nezavisno jedno od drugog i daju zajedničku snagu za pogon vozila. Paralelni hibridi se izvode kao **delimični hibridi** ili kao **potpuni hibridi**.

Delimični hibrid ima funkcije start/stop, regenerativno kočenje i mogućnost hibridnog pogona u motornom i generatorskom režimu rada elektromotora. Napon koji se primenjuje u hibridnom pogonu je 48V. Čisto električni pogon nije opcija ako je MSUS uvek mehanički povezan sa pogonom, i zbog male snage EM.

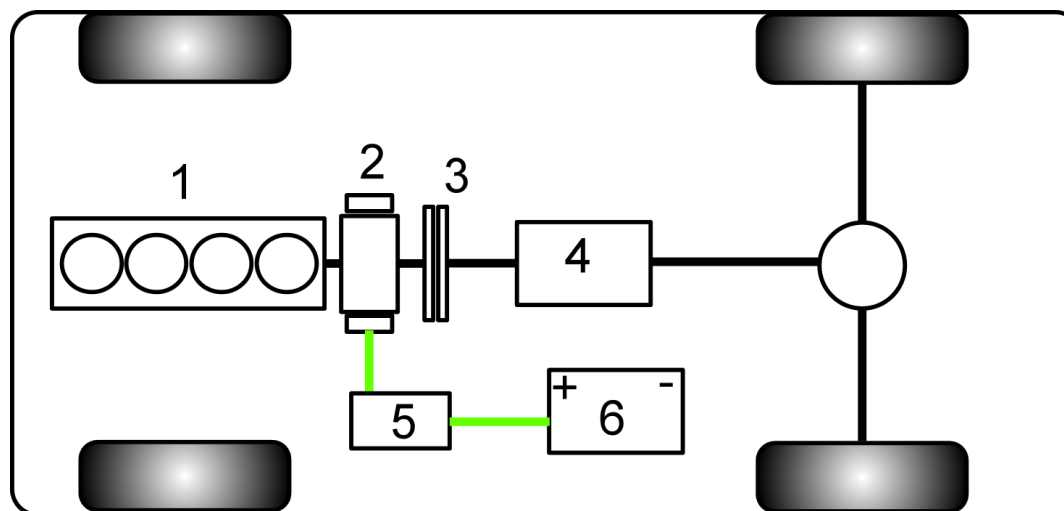
Pored funkcija koje ima delimični hibrid, **potpuni hibrid** može da se kreće i samo na električni pogon, kada je MSUS isključen.

Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa jednom spojnicom

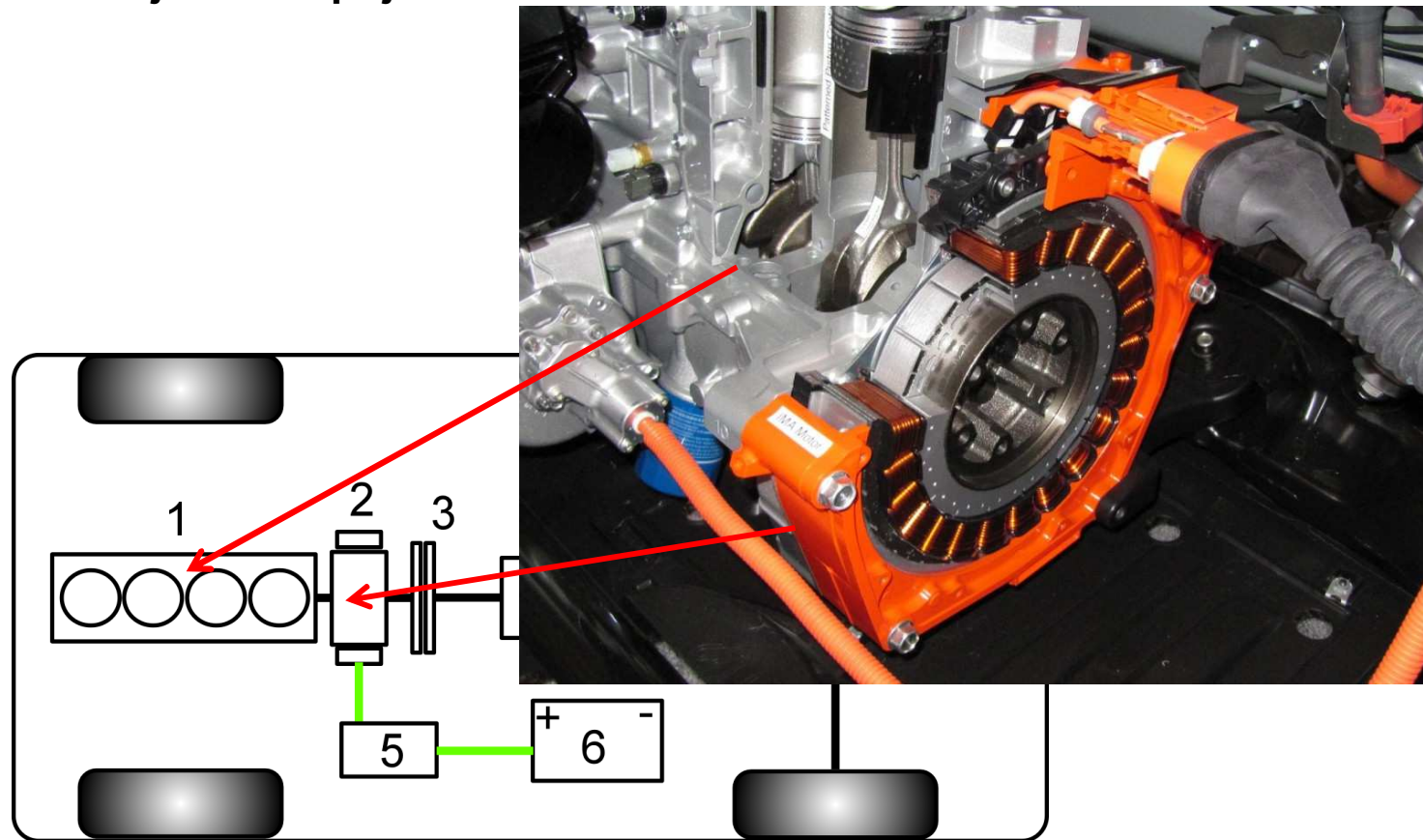
Struktura pogona paralelnog hibrida sa jednom spojnicom:

1 - MSUS, 2 - EM, 3 - spojnica, 4 - mehanička transmisija, 5 - pretvarač (invertor), 6 - trakciona baterija



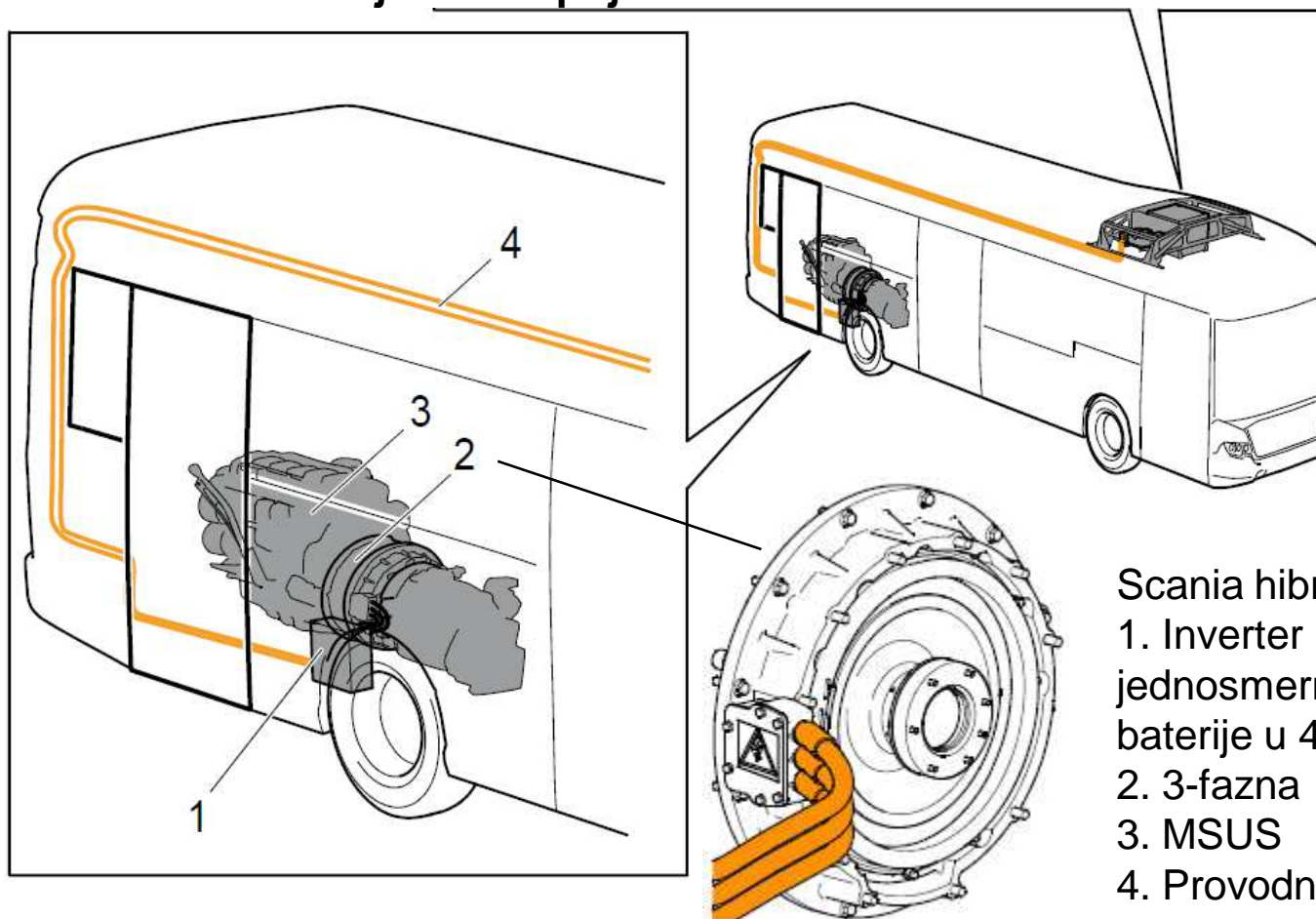
Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa jednom spojnicom



Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa jednom spojnicom

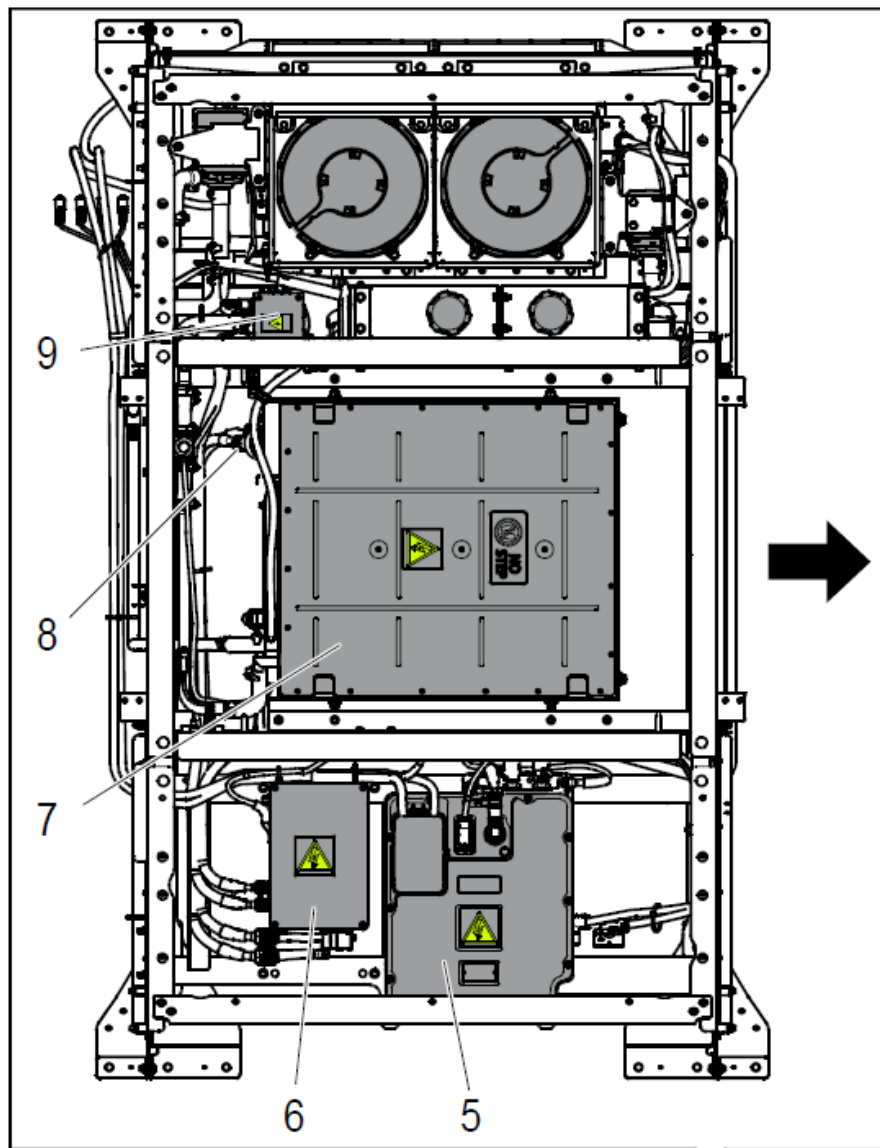


Scania hibridni autobus

1. Inverter (650 V) pretvara jednosmerni napon 650 V iz baterije u 400 V ~ za EM
2. 3-fazna EM (650 V)
3. MSUS
4. Provodnici

Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa jednom spojnicom



Krovna jedinica Scania hibridnog autobusa

5. Konverter (650 - 24 V)

6. Centralna električna jedinica

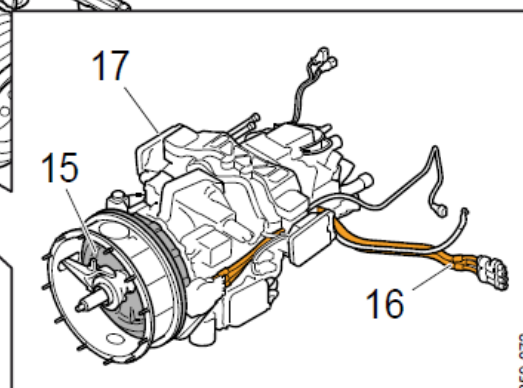
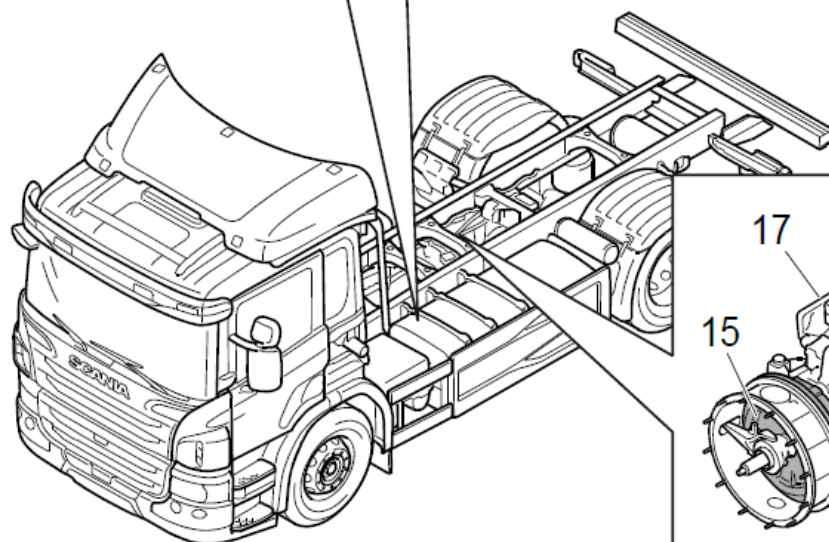
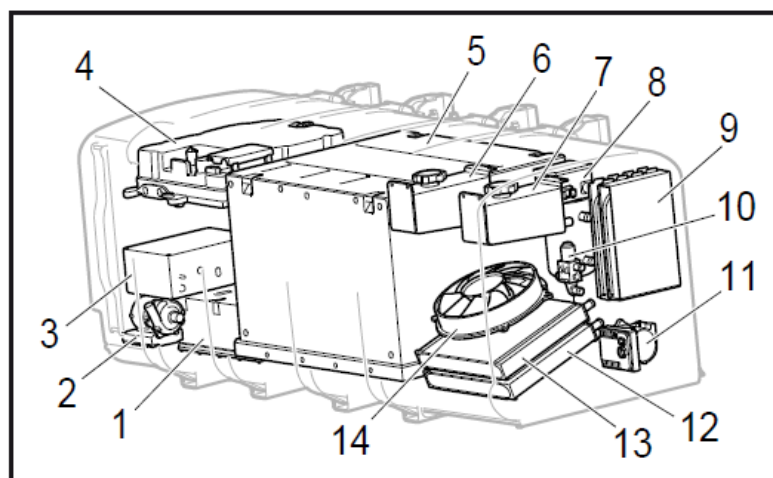
7. Baterija Li - ion (650 V)

8. Konektori baterije

9. Električni grejač (zagreva bateriju ako je ispod 5°C)

Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa jednom spojnicom



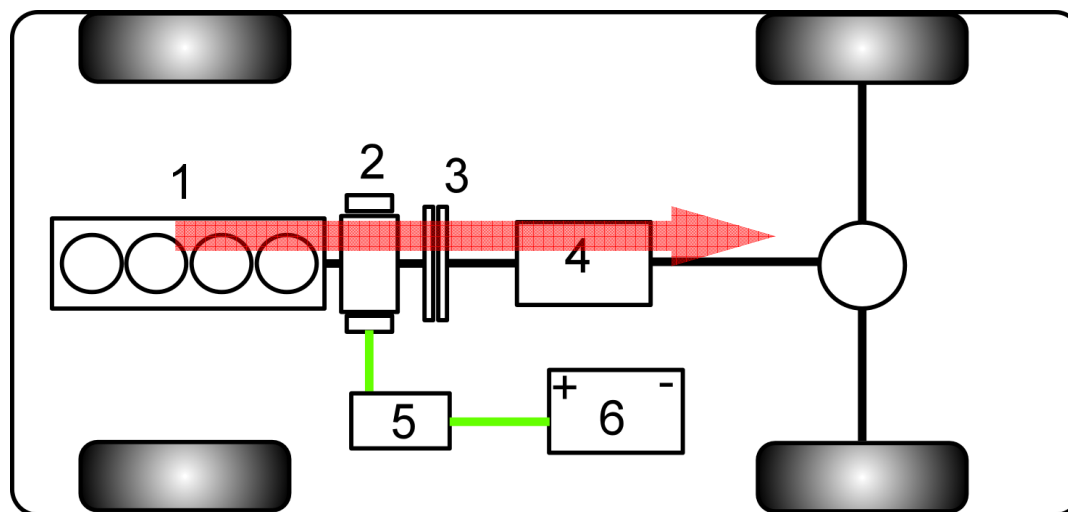
1. Inverter
2. Pumpa
3. Centralna EJ
4. Konverter jednosmerne struje (650/24V)
5. Baterija
6. Ekspanzioni sud sistema za hlađenje baterije
7. Ekspanzioni sud sistema za hlađenje konvertera i invertera
8. Grejač
9. Upravljačka jedinica
10. Solenoid ventil
11. Pumpa sistema za hlađenje baterije
12. Hladnjak sistema za hlađenje konvertera i invertera
13. Hladnjak sistema za hlađenje baterije
14. Ventilator
15. EM
16. Provodnici visokog napona
17. Menjač

359 072

Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa jednom spojnicom

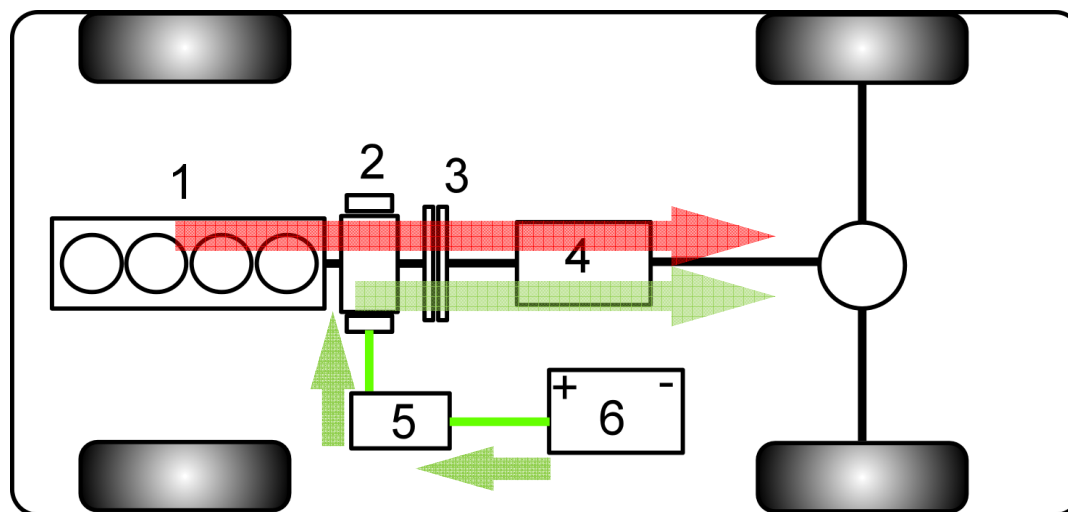
Pogon samo MSUS



Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa jednom spojnicom

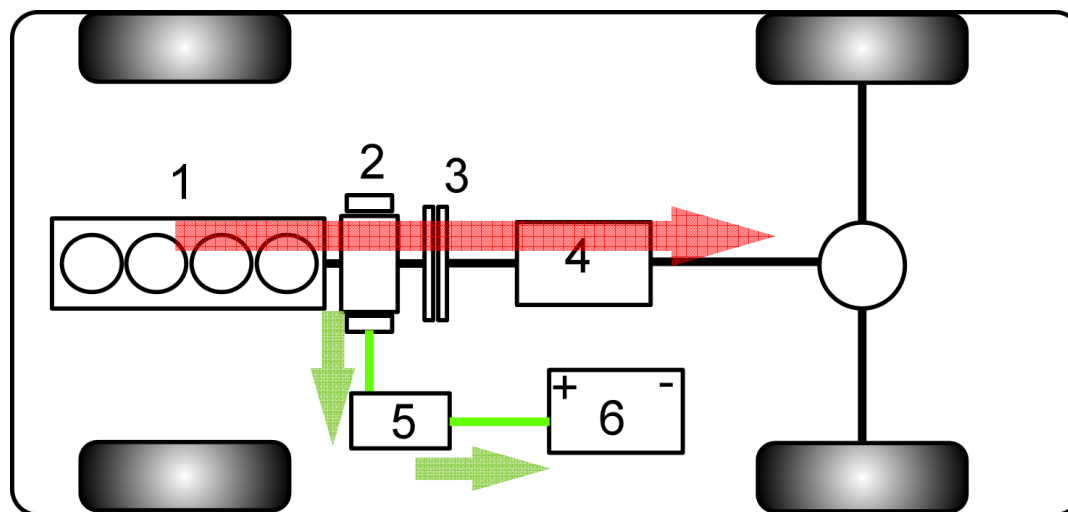
Hibridni pogon MSUS + EM



Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa jednom spojnicom

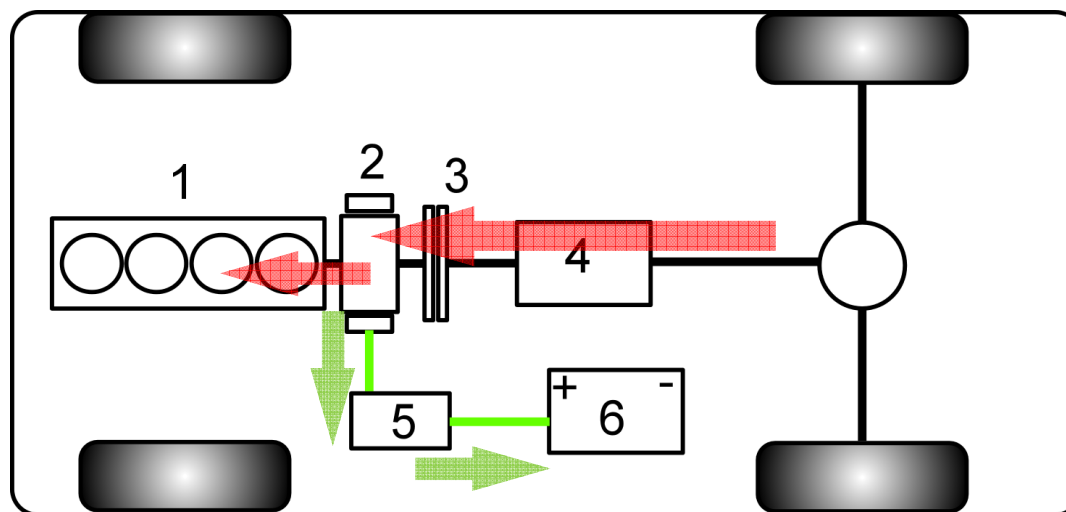
Hibridni pogon MSUS - EM u generatorskom režimu (punjenje baterije)



Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa jednom spojnicom

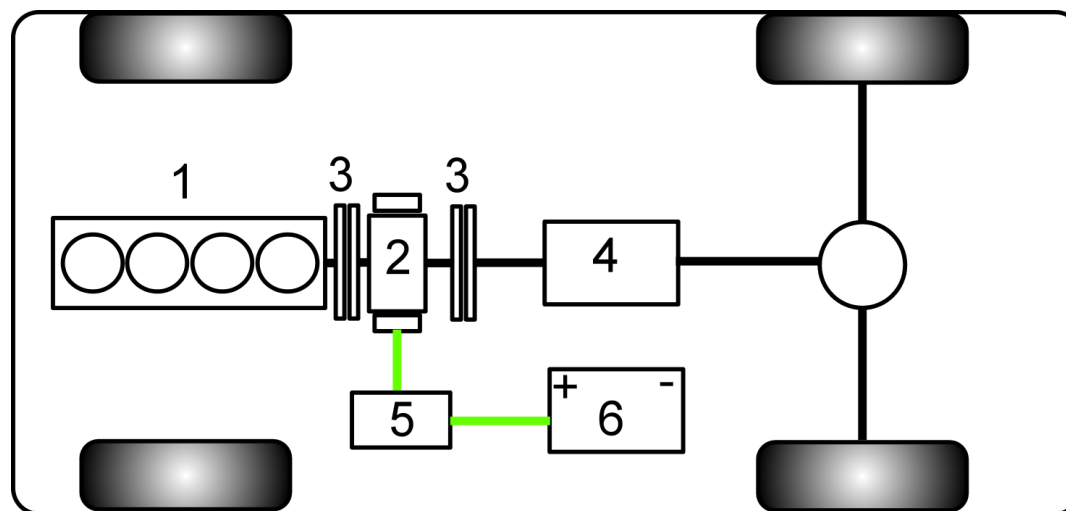
Rekuperativno kočenje sa kočenjem motorom SUS: punjenje baterije



Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa dve spojnice

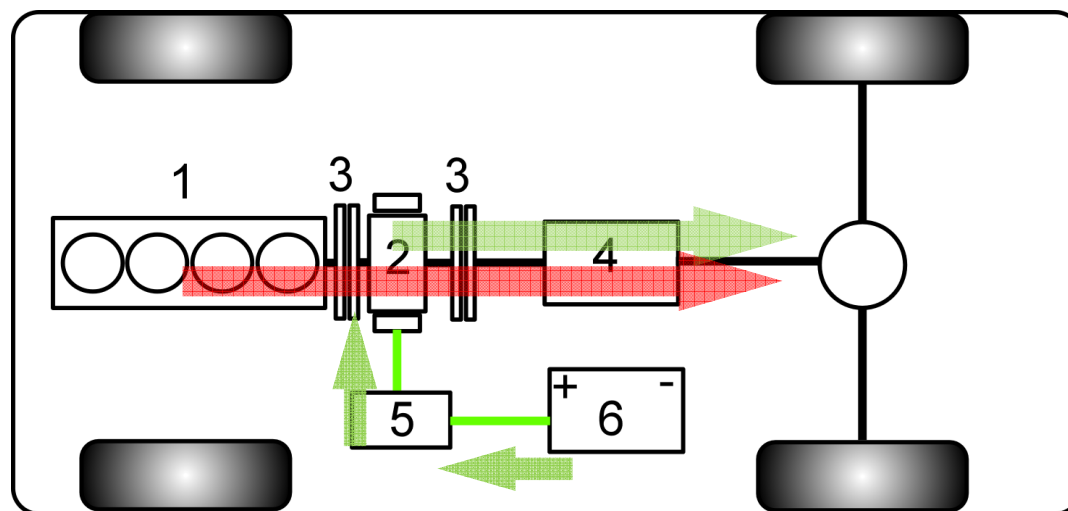
1 - MSUS, 2 - EM, 3 - spojnice, 4 - mehanička transmisija, 5 - pretvarač (invertor), 6 - trakciona baterija



Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa dve spojnice

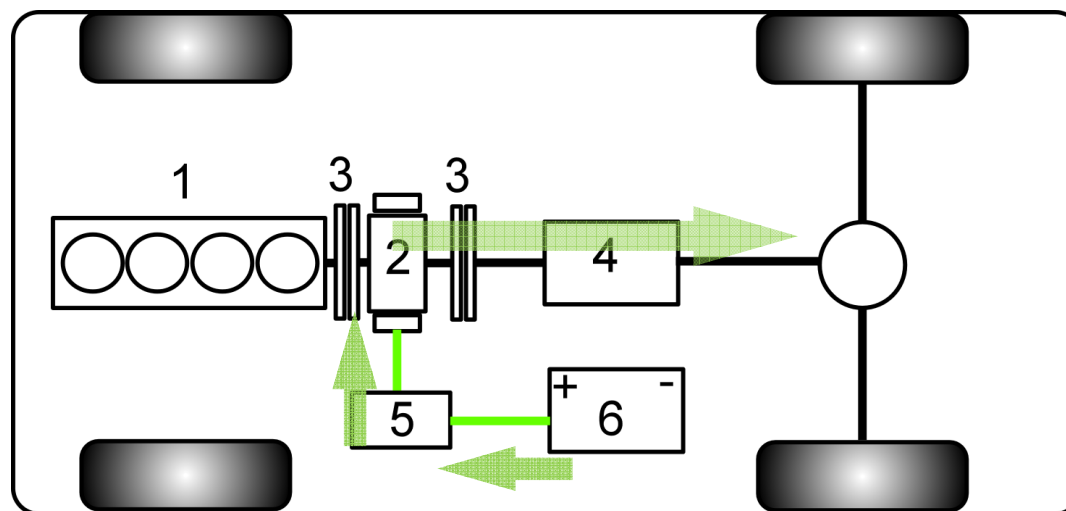
Hibridni pogon: MSUS + EM



Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa dve spojnice

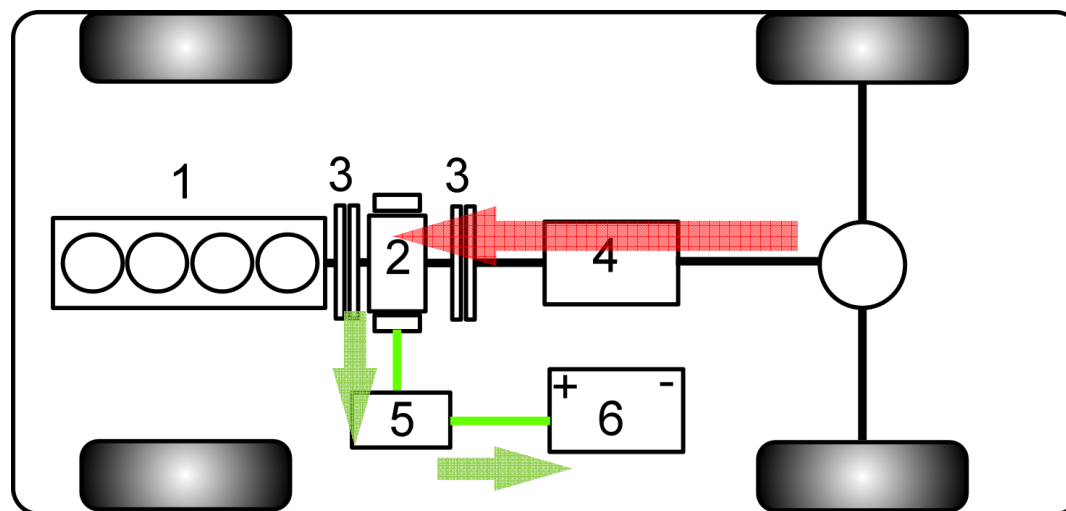
Pogon samo EM (spojnica do MSUS je isključena) = potpuni hibrid



Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa dve spojnice

Rekuperativno kočenje sa odvojenim motorom SUS: punjenje baterije

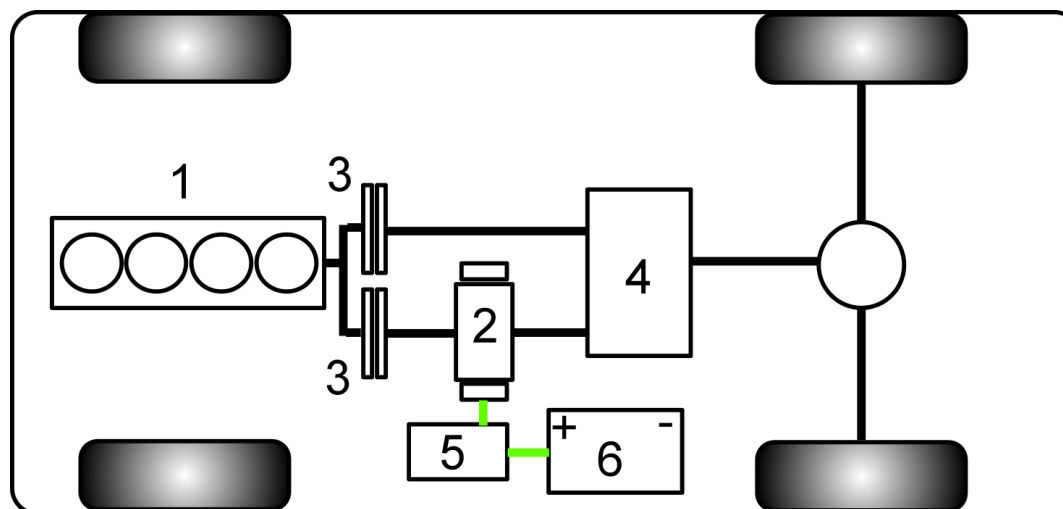


Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa transmisijom sa dvostrukom spojnicom

1 - MSUS, 2 - EM, 3 - spojnice, 4 - mehanička transmisija, 5 - pretvarač (invertor), 6 - trakciona baterija

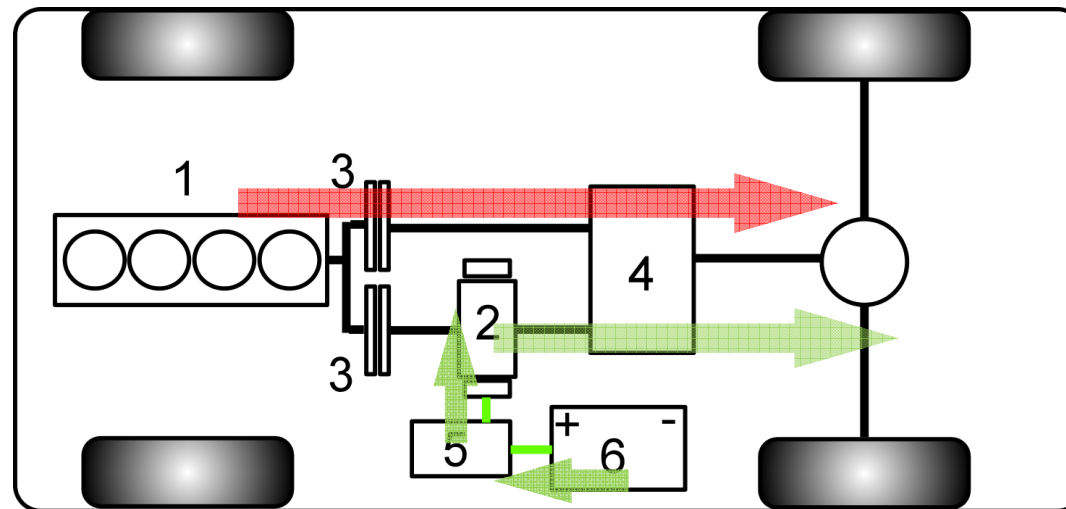
U zavisnosti od prenosnog odnosa menjača i podgupe menjača sa kojom je EM povezan, mogući su različiti prenosni odnosi pogona EM i MSUS



Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa transmisijom sa dvostrukom spojnicom

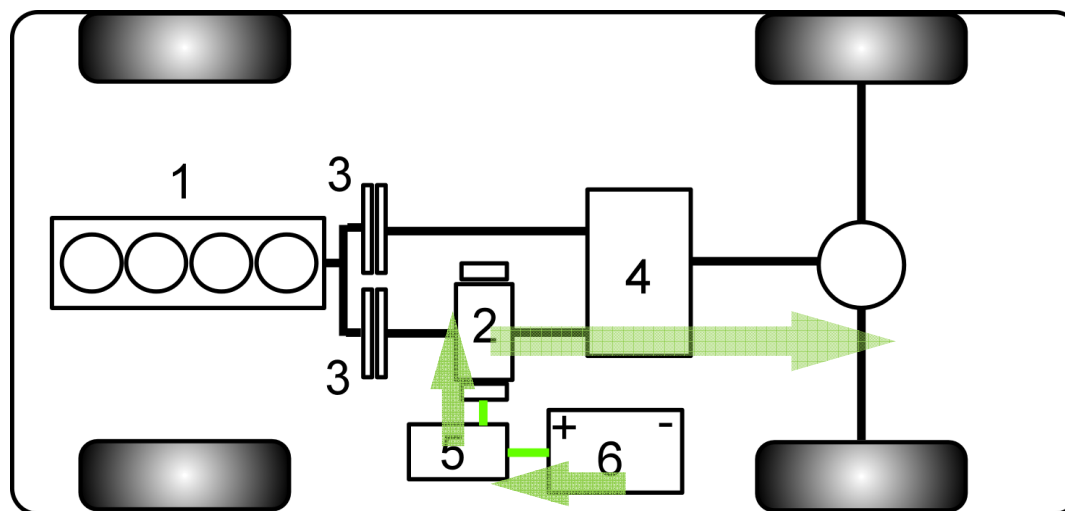
Hibridni pogon: MSUS + EM



Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa transmisijom sa dvostrukom spojnicom

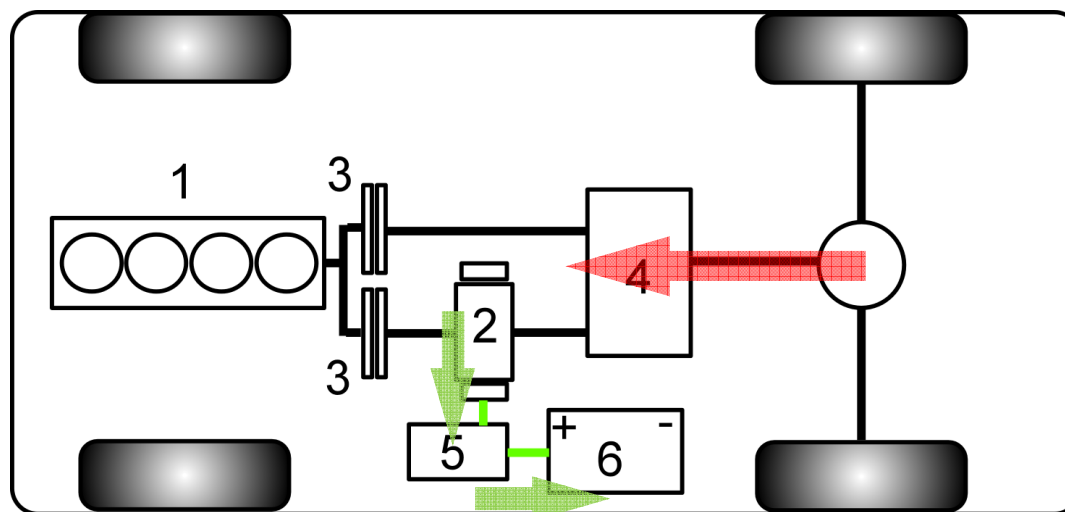
Električni pogon = potpuni hibrid



Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa transmisijom sa dvostrukom spojnicom

Rekuperativno kočenje sa odvojenim motorom SUS: punjenje baterije

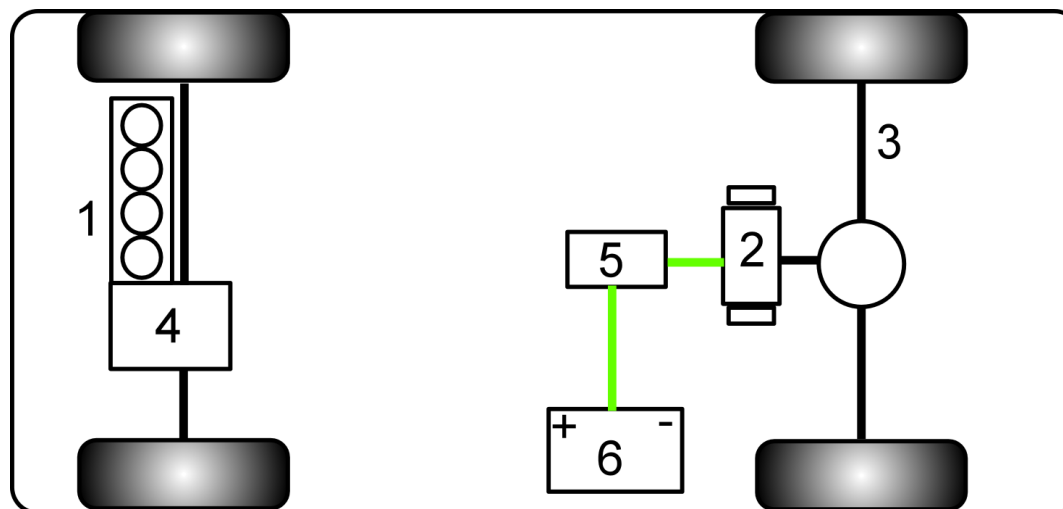


Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa elektrificiranom osovino

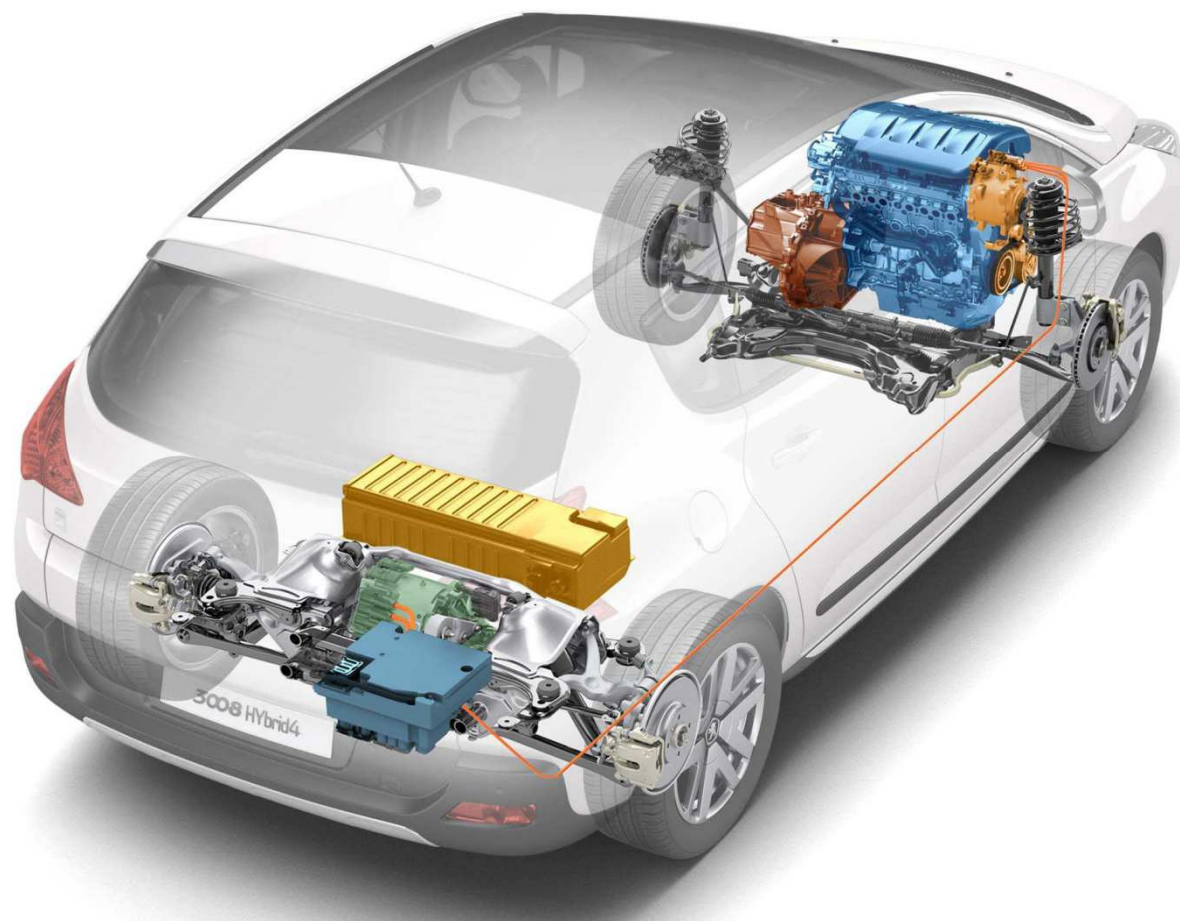
1 - MSUS, 2 - EM, 3 - elektrificirana osovina, 4 - mehanička transmisija, 5 - pretvarač (invertor), 6 - trakciona baterija

Poluautomatska transmisija i start/stop sistem su neophodni. Trakciona baterija se ne može puniti kada vozilo stoji sa MSUS koji radi, nego samo tokom kretanja i kočenja.



Konfiguracije hibridnih vozila

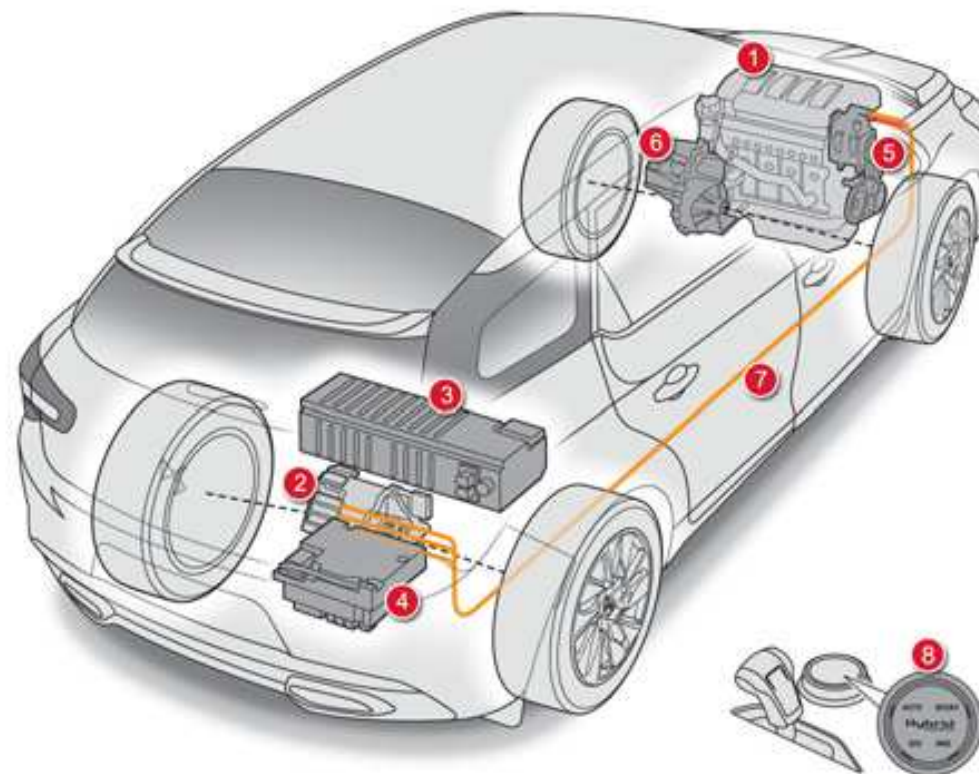
Paralelni hibrid sa elektrificiranom osovinom



Konfiguracije hibridnih vozila

Paralelni hibrid sa elektrificiranom osovino

1 - MSUS, 2 - EM, 3 - trakciona baterija, 4 - pretvarač (invertor), 5 - start-stop alternator, 6 - mehanička transmisija, 7 - el. provodnik, 8 - komanda izbora režima rada

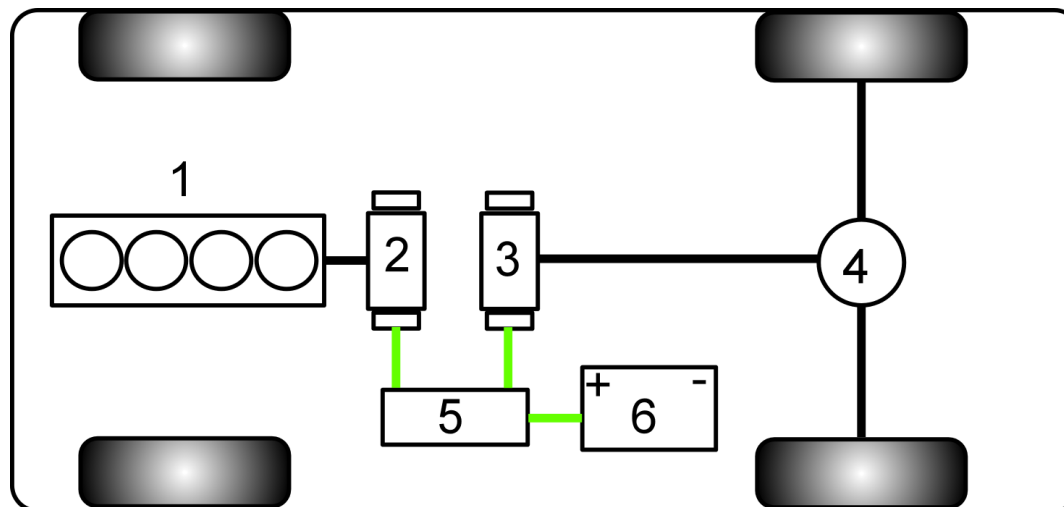


Konfiguracije hibridnih vozila

Serijski hibrid

MSUS pogoni generator i nije mehanički povezan sa pogonskim točkovima - potpuni hibrid, odnosno EV sa produženim dometom (plug-in hybrid + range extender).

1 - MSUS, 2 i 3 - EM, 4 - mehanička transmisija, 5 - pretvarač (invertor), 6 - trakciona baterija

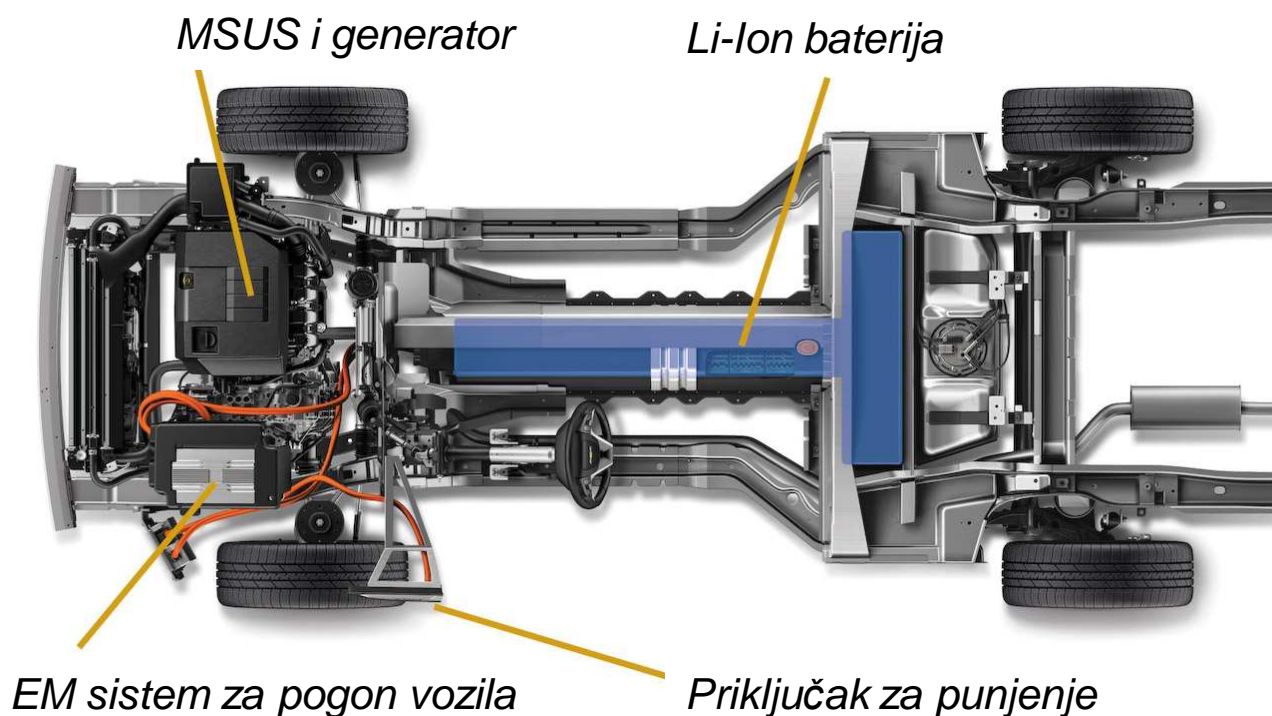


Konfiguracije hibridnih vozila

Serijski hibrid

MSUS pogoni generator i nije mehanički povezan sa pogonskim točkovima - potpuni hibrid, odnosno EV sa produženim dometom (plug-in hybrid + range extender).

Električna energija se mora dva puta konvertovati i gubici će biti veći nego u mehaničkoj transmisiji. Potrebne su dve električne mašine istog reda veličine snage kao što je MSUS.

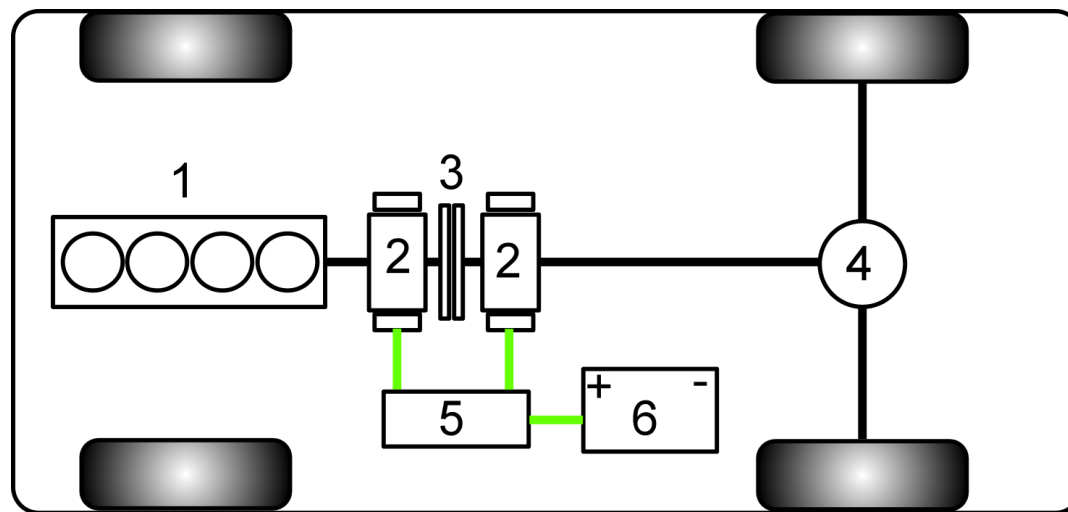


Konfiguracije hibridnih vozila

Serijsko-paralelni hibrid

Na malim brzinama kretanja se koristi električni prenos snage, na višim brzinama se uključí mehanički prenos snage sa MSUS na točkove. (Honda Accord Hybrid)

1 - MSUS, 2 - EM, 3 - spojnica, 4 - mehanička transmisija, 5 - pretvarač (invertor), 6 - trakciona baterija

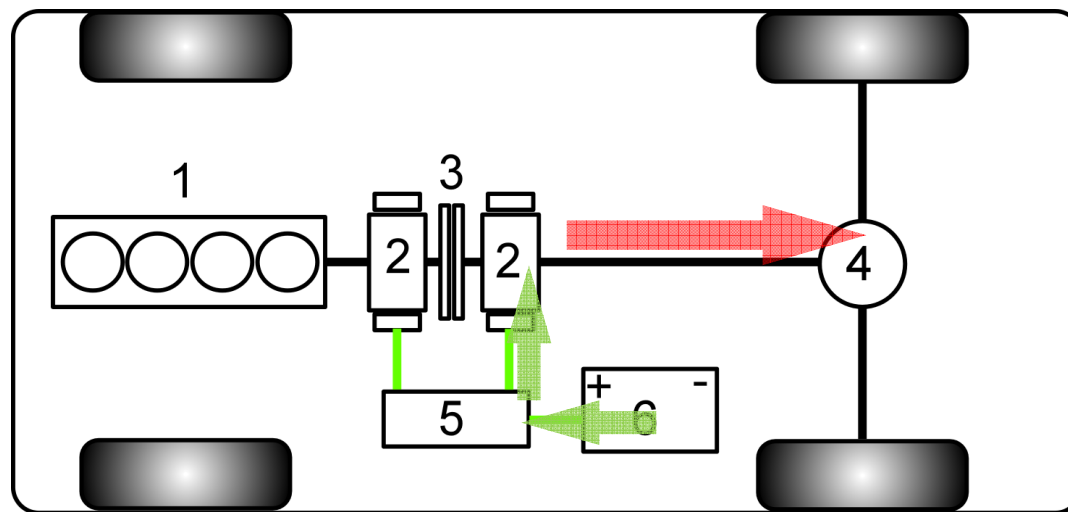


Konfiguracije hibridnih vozila

Serijsko-paralelni hibrid

Na malim brzinama kretanja se koristi električni prenos snage, na višim brzinama se uključuje mehanički prenos snage sa MSUS na točkove. (Honda Accord Hybrid)

Pogon EM = potpuni hibrid

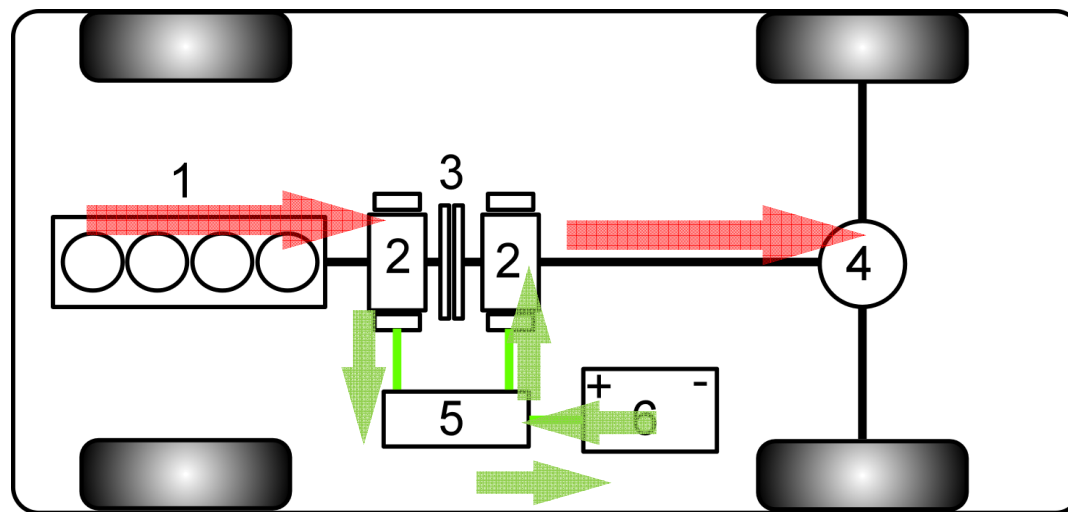


Konfiguracije hibridnih vozila

Serijsko-paralelni hibrid

Na malim brzinama kretanja se koristi električni prenos snage, na višim brzinama se uključuje mehanički prenos snage sa MSUS na točkove. (Honda Accord Hybrid)

Pogon EM + dopunjavanje baterije = potpuni hibrid (gradska vožnja)

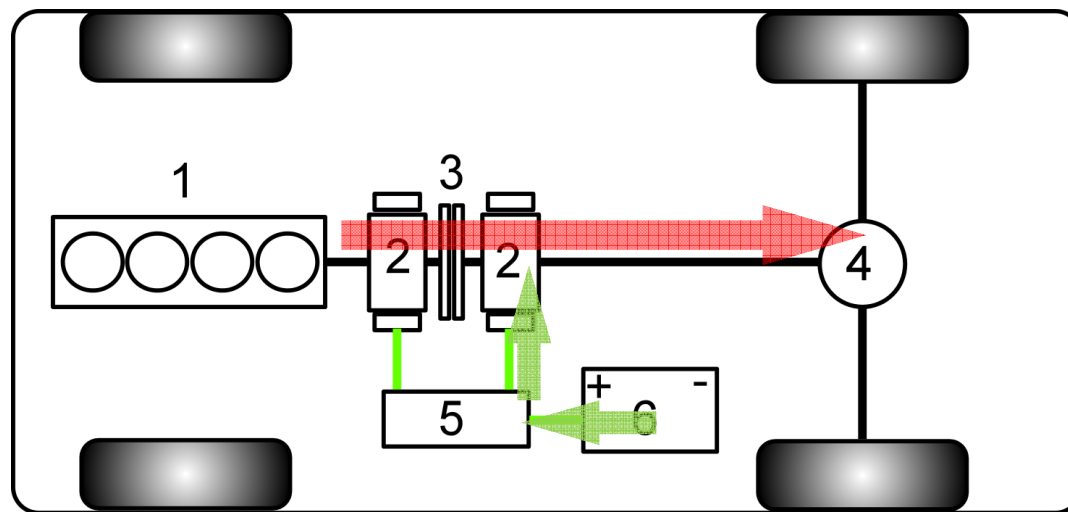


Konfiguracije hibridnih vozila

Serijsko-paralelni hibrid

Na malim brzinama kretanja se koristi električni prenos snage, na višim brzinama se uključuje mehanički prenos snage sa MSUS na točkove. (Honda Accord Hybrid)

Pogon EM + MSUS + mehanički prenos snage na višim brzinama (>60 km/h)



Regeneracija energije

Režim kočenja motorom

Čim vozač pusti pedalu gasa bez pritiska na pedalu kočnice, EM počinje da radi u generatorskom režimu. U potpunom hibridu se motor SUS odvaja od transmisije, a EM generiše obrtni moment jednak obrtnom momentu koji stvara MSUS u režimu kočenja motorom. U delimičnom hibridu MSUS se ne može odvojiti od transmisije i EM generiše manji obrtni moment zajedno sa obrtnim momentom MSUS u režimu kočenja motorom. Ponašanje vozila je manje-više slično kao vozilo sa konvencionalnim pogonom.

Regenerativno kočenje

Prilikom kočenja EM može stvarati dodatni moment kočenja. Pri istom pritisku na pedalu kočnice, usporenje će tada biti veće nego u slučaju kočenja bez regeneracije (ili konvencionalnog vozila). Obrtni moment kojim generator koči točkove zavisiće od brzine kretanja vozila, trenutnog stepena prenosa i stanja napunjenosti baterije. Iz tih razloga, vozilo se pri kočenju može različito ponašati za isti pritisak pedale kočnice, što može stvarati neugodnost vozaču.

Rekuperacija energije

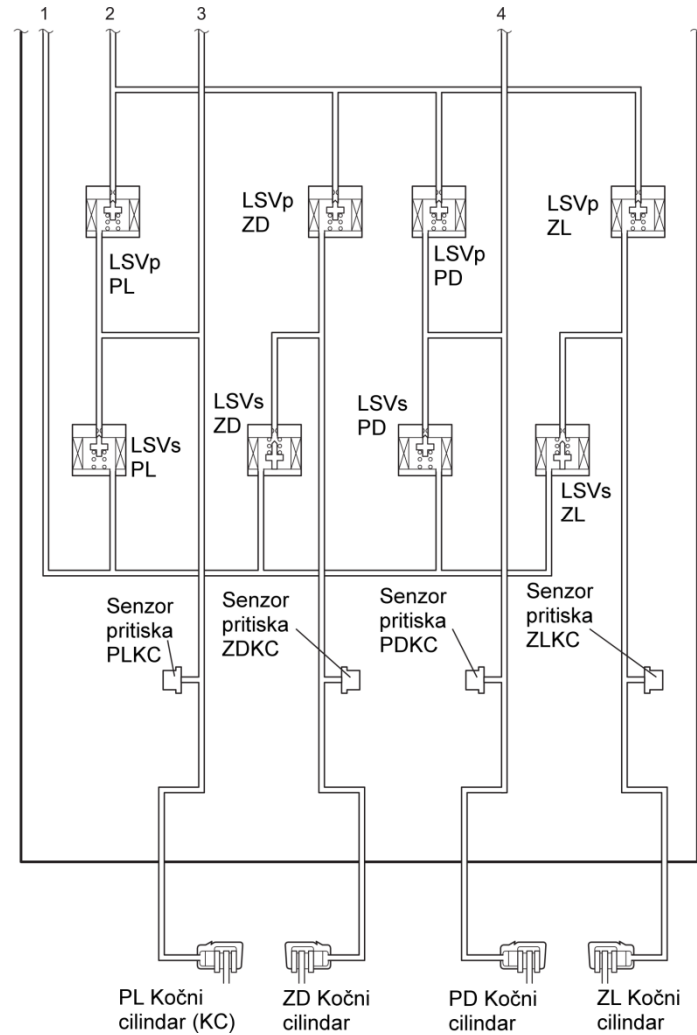
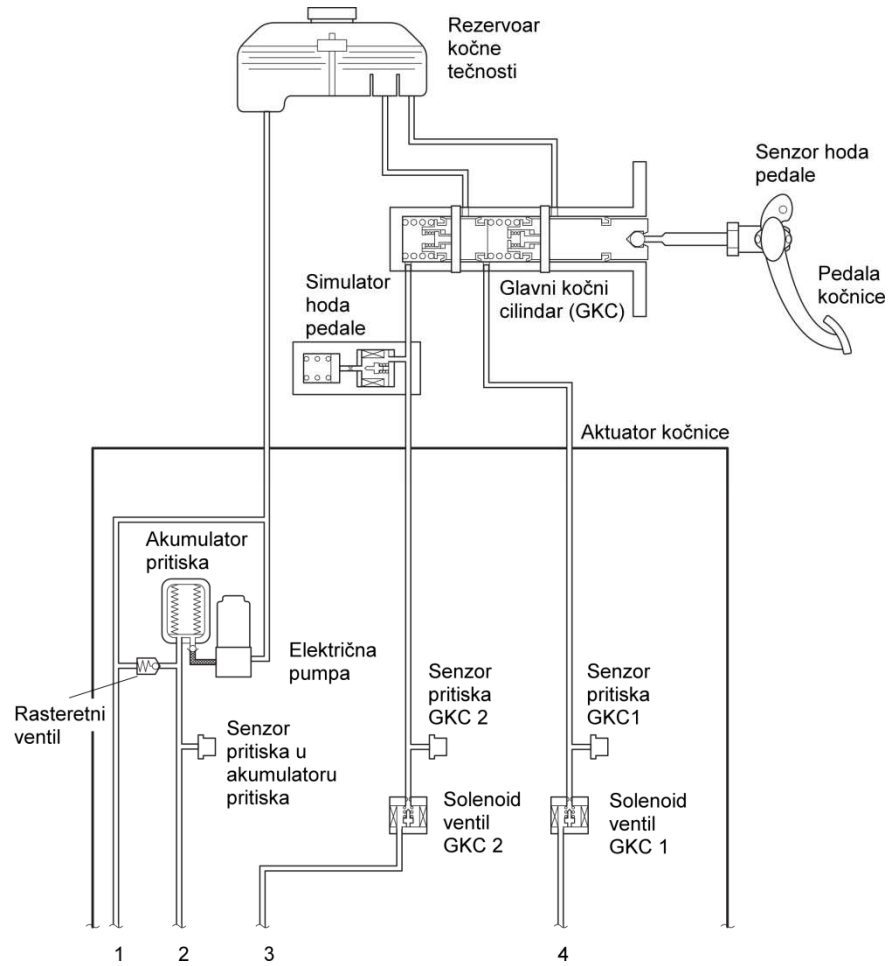
Regeneracija integrisana sa sistemom za kočenje

U zavisnosti od situacije pri istom usporenju, deo ili ceo moment kočenja mehaničkih kočnica može preuzeti generator, a bez promene dejstva na pedalu kočnice.

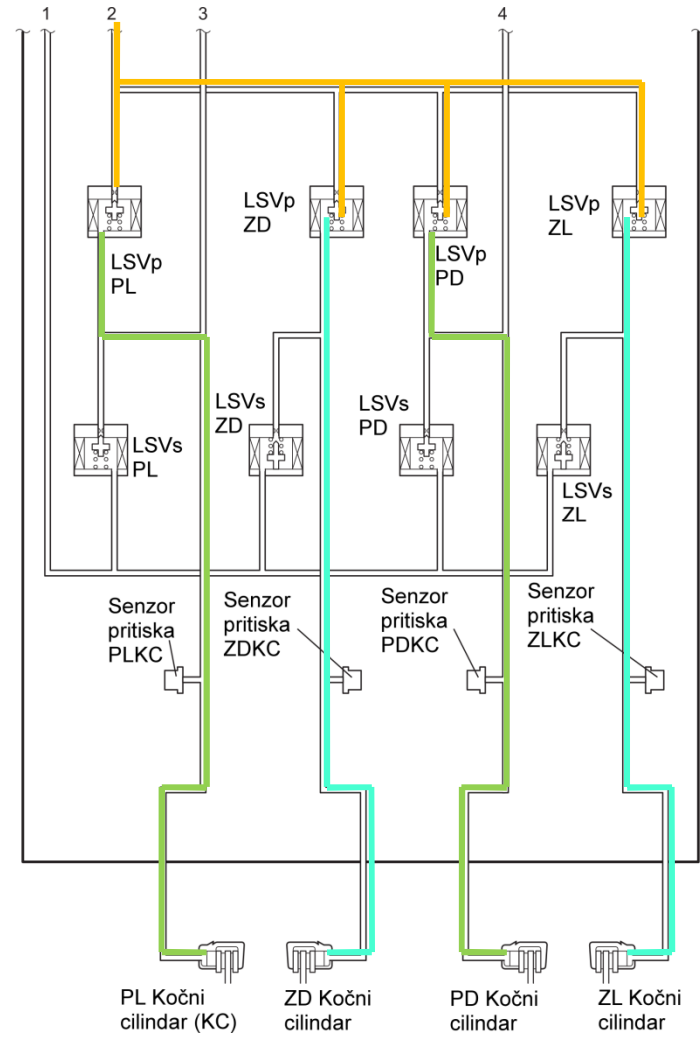
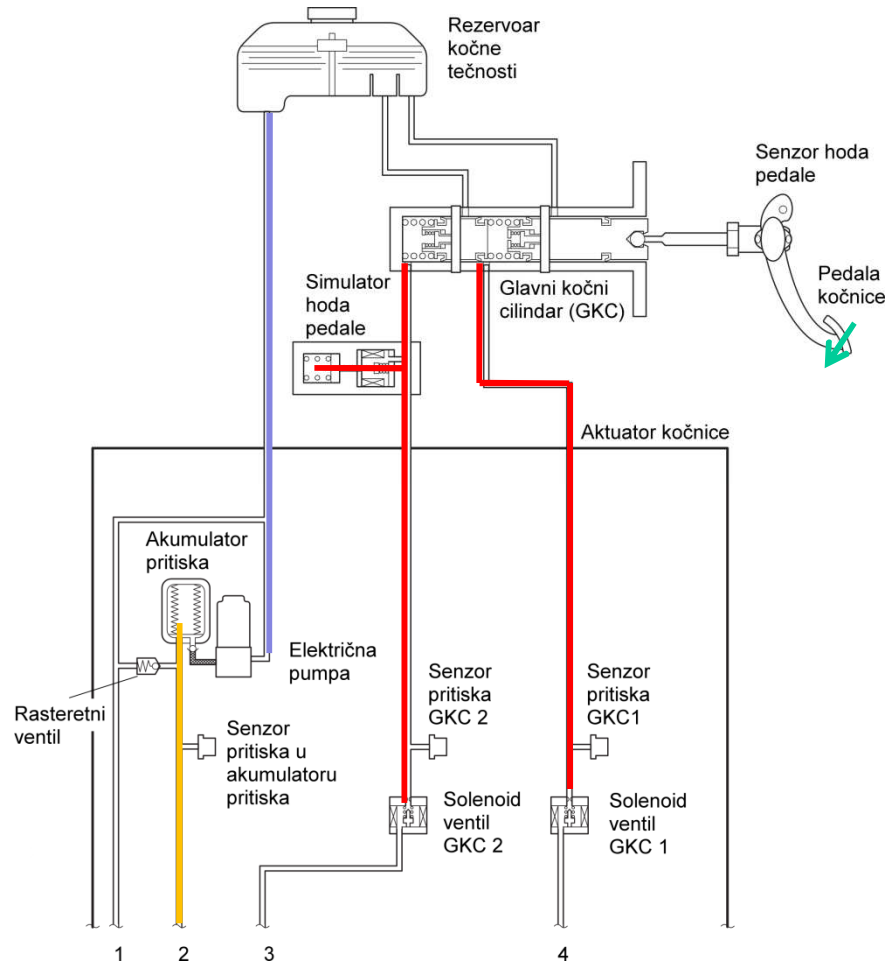
Sistem za radno kočenje u takvom vozilu radi zajedno sa generatorom i prilagođava kočni moment na mehaničkim kočnicama shodno željenom usporenju i kočnom momentu generatora.

Prenosni mehanizam sistema za kočenje (hidraulički) mora biti takav da omogući smanjenje vrednosti pritiska na radnim kočnicama za isti pritisak na pedalu kočnice, u funkciji udela regenerativnog kočenja.

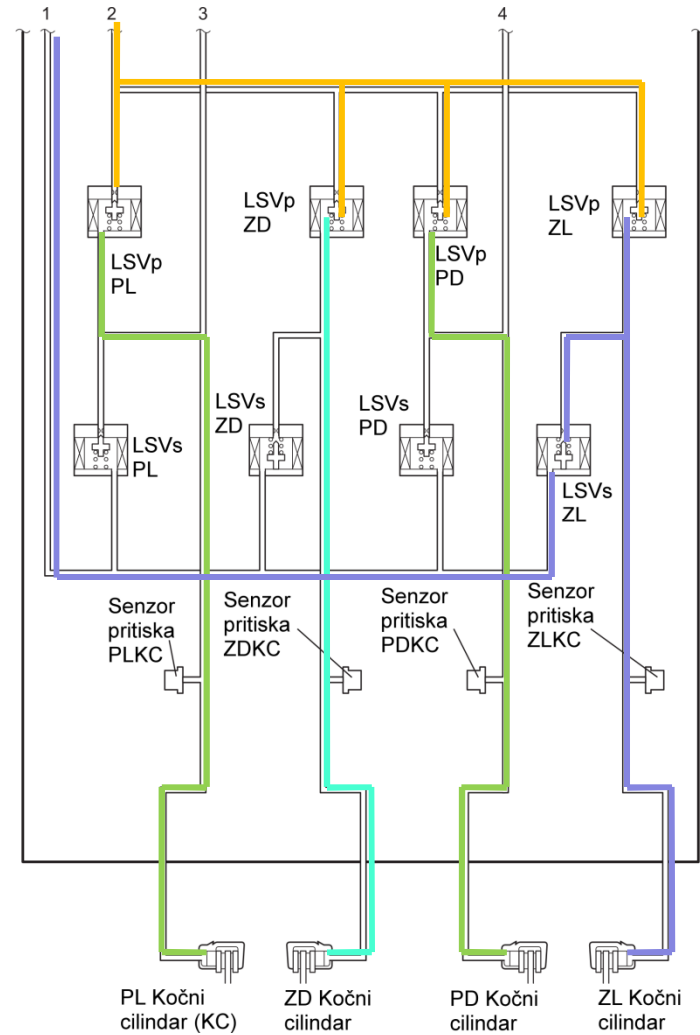
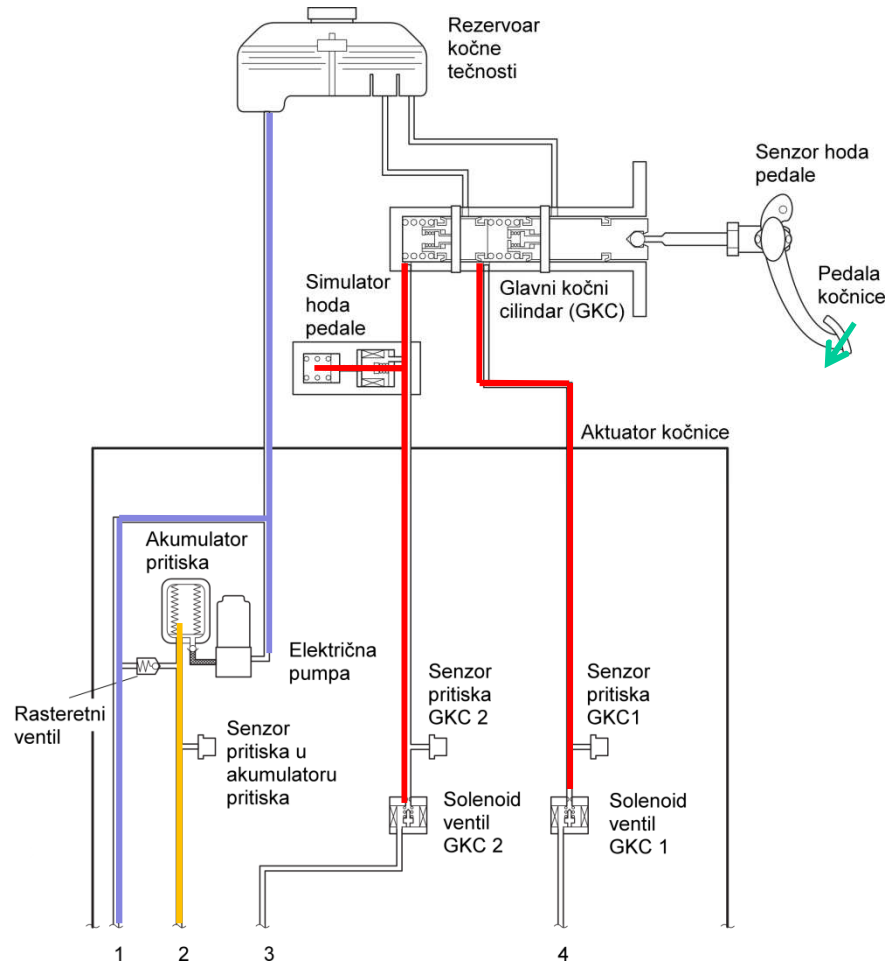
Hibridni sistem integrisan sa sistemom za kočenje



Radno kočenje



Radno kočenje - aktiviran ABS ZL točka



Radno kočenje u slučaju neaktivnog hibridnog sistema (neispravnost)

