

ELEKTROMOTORNI POGONI ZA ELEKTRIČNA VOZILA - DIO 2



Univerzitet u Istočnom Sarajevu
Elektrotehnički fakultet
Bosna i Hercegovina

ISHODI UČENJA

Savladavanjem ovog predmeta student će biti osposobljen da:

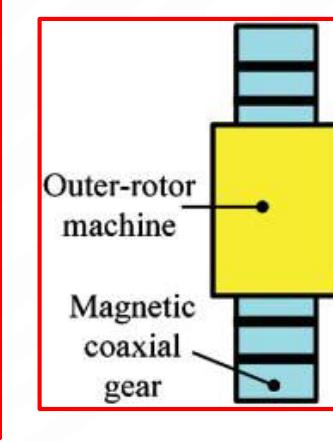
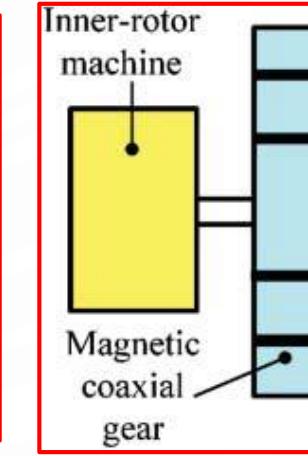
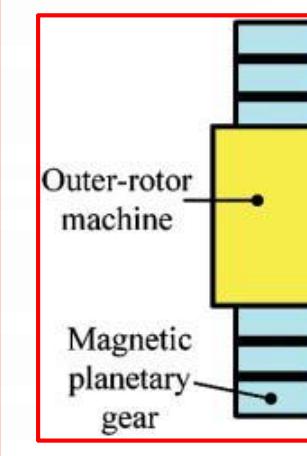
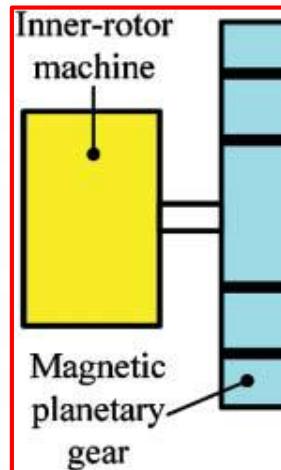
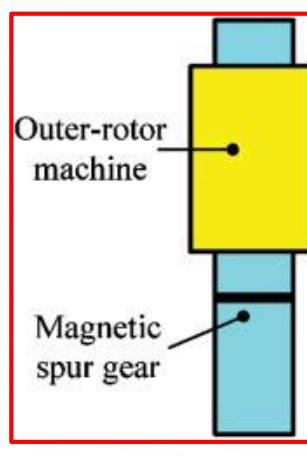
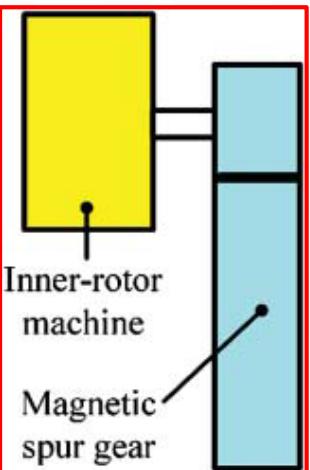
- Razumije funkcije osnovnih projektnih parametara i njihov uticaj na elektromotore za električna vozila (EV).
- Demonstrira poznavanje trendova u istraživanju i razvoju elektromotora za EV/Hibridna električna vozila (HEV).
- Primjeni rezultate istraživanja u oblasti elektromotornih pogona i njihove primjene u EV/HEV.

SADRŽAJ PREDMETA

1. **Uvod u električna vozila. Klasifikacija, izazovi, pregled različitih tehnologija razvoja**
2. **DC pogoni za EV**
3. **AC pogoni za EV**
4. **Elektromotorni pogoni sa stalnim magnetom bez četkica**
5. **Prekidački reluktantni motori za EV**
6. **Napredni elektromotorni pogoni za EV**
7. **Elektromotorni pogoni sa stalnim magnetom na statoru**
 8. **Elektromotorni pogoni sa magnetnim zupčanicima**
 9. **Vernierov motor sa stalnim magnetom**
 10. **Struktura hibridnih električnih vozila**
 11. **Napredni pogoni motora bez magneta**
 12. **Sistemi integrisanog starter-generatora**
 13. **Električni promenljivi sistemi prenosa sa planetarnim zupčanicima**
 14. **Električni promenljivi sistemi prenosa sa dvostrukim rotorom**
 15. **Električni promenljivi sistemi prenosa sa magnetnim zupčanicima**

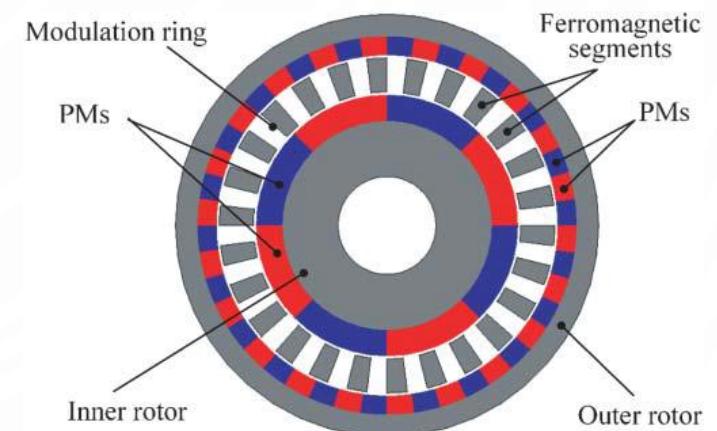
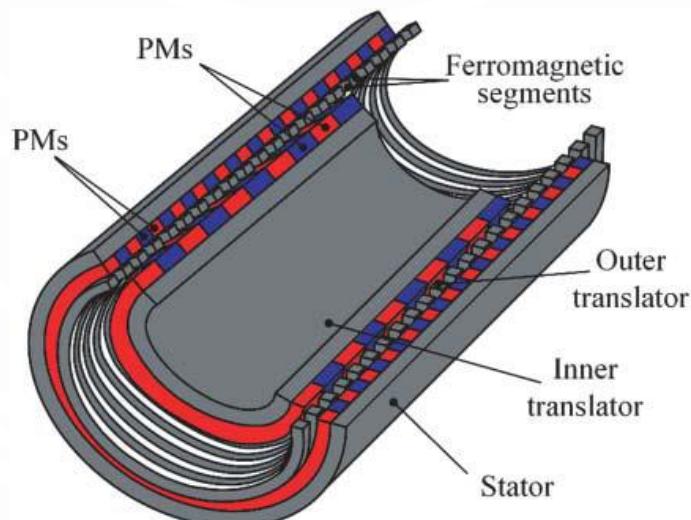
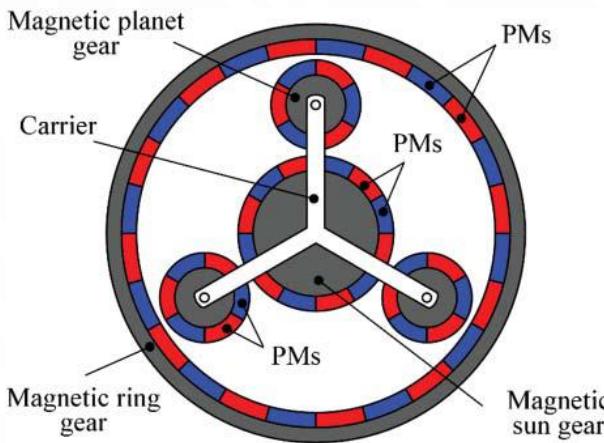
8. ELEKTROMOTORNI POGONI SA MAGNETNIM ZUPČANICIMA

- EMP sa magnetnim zupčanicima se može klasifikovati u sljedećih šest tipova:
 - Mašina sa unutrašnjim rotorom uparena sa magnetnim zupčanikom (spur gear).
 - Mašina sa spoljašnjim rotorom uparena sa magnetnim zupčanikom (spur gear).
 - Mašina sa unutrašnjim rotorom uparena sa magnetnim planetarnim zupčanikom.
 - Mašina sa spoljašnjim rotorom uparena sa magnetnim planetarnim zupčanikom.
 - Mašina sa unutrašnjim rotorom uparena sa magnetnim koaksijalnim zupčanikom.
 - Mašina sa spoljašnjim rotorom uparena sa magnetnim koaksijalnim zupčanikom.



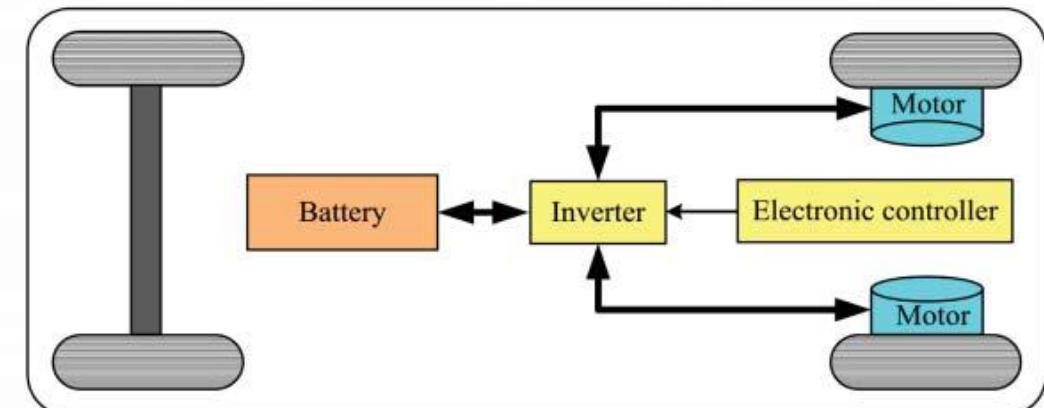
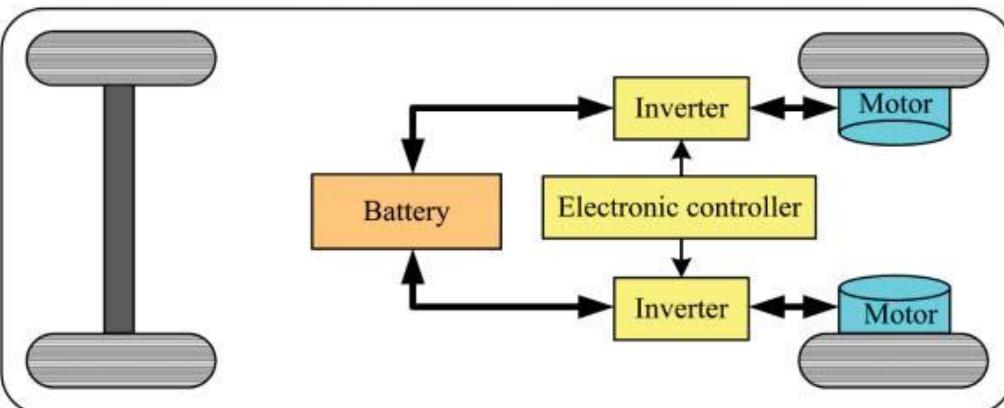
8. ELEKTROMOTORNI POGONI SA MAGNETNIM ZUPČANICIMA

- Magnetni planetarni zupčanik, linearni zupčanik i koaksijalni zupčanik



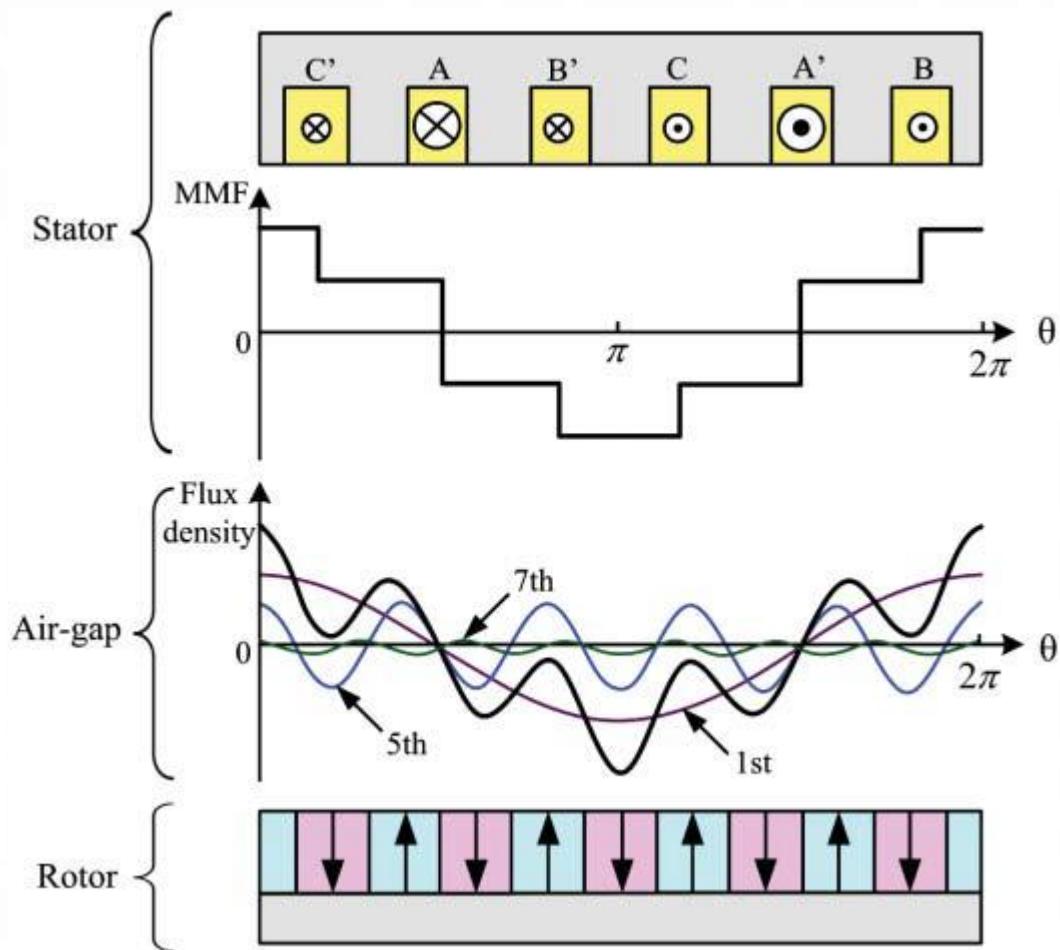
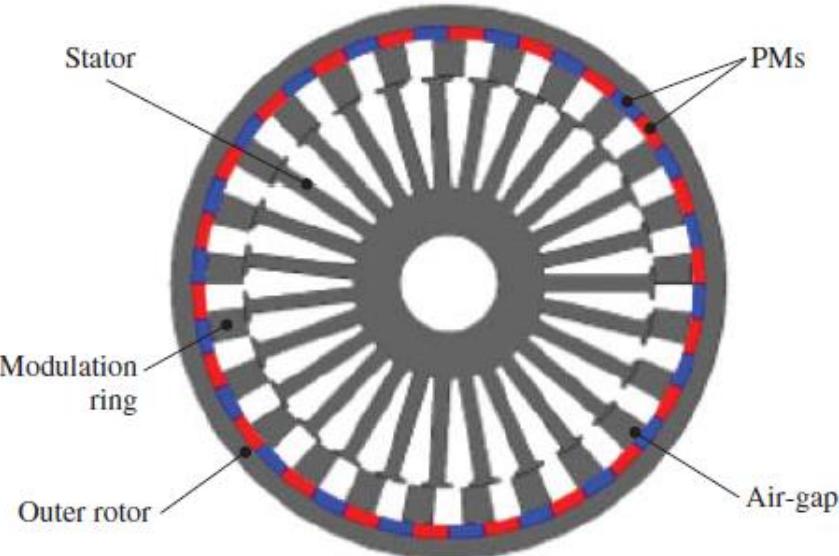
9. VERNIEROV MOTOR SA STALNIM MAGNETOM

- VPM mašina je vrsta sinhronne mašine, pa je konfiguracija pogona VPM motora slična pogonu bezčetkastog motora sa permanentnim magnetima (PM), i sastoјi se od elektromotora, pretvarača, invertera i opcionalnog zupčastog prenosnika. Zbog inherentnog rada VPM mašine pri niskim brzinama sa visokim obrtnim momentom, pogon VPM motora se preferira kao direktni pogon za pokretanje točka (in-wheel propulsion), čime se eliminiše potreba za prenosnim zupčanikom.



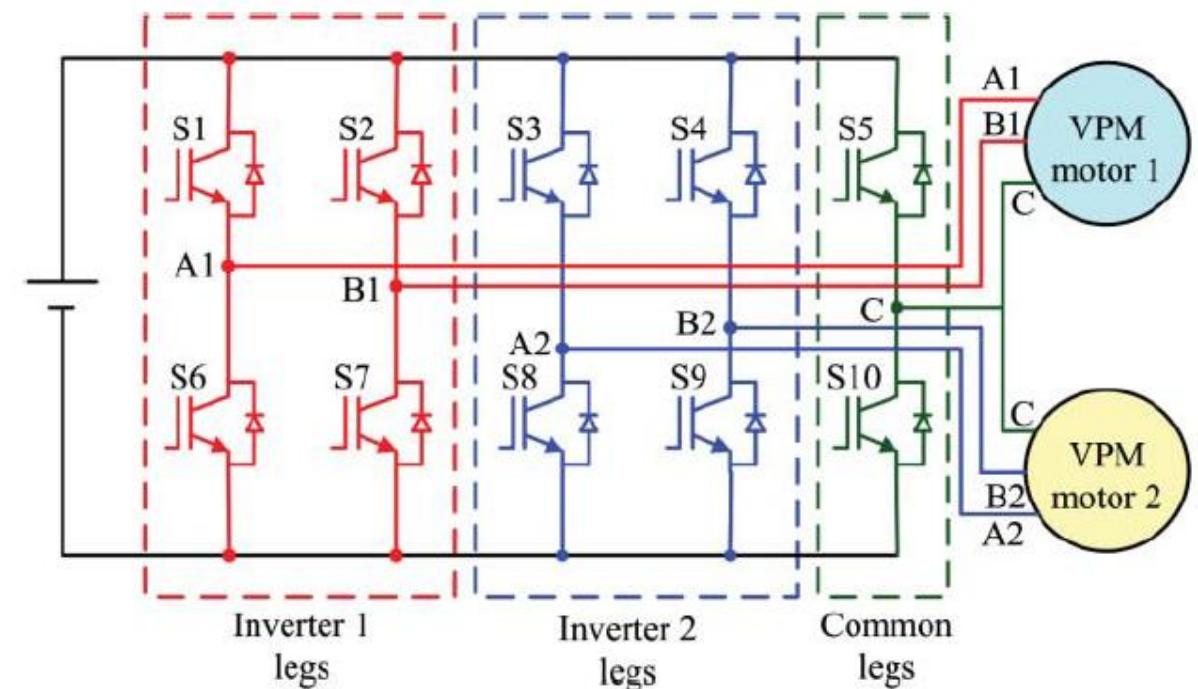
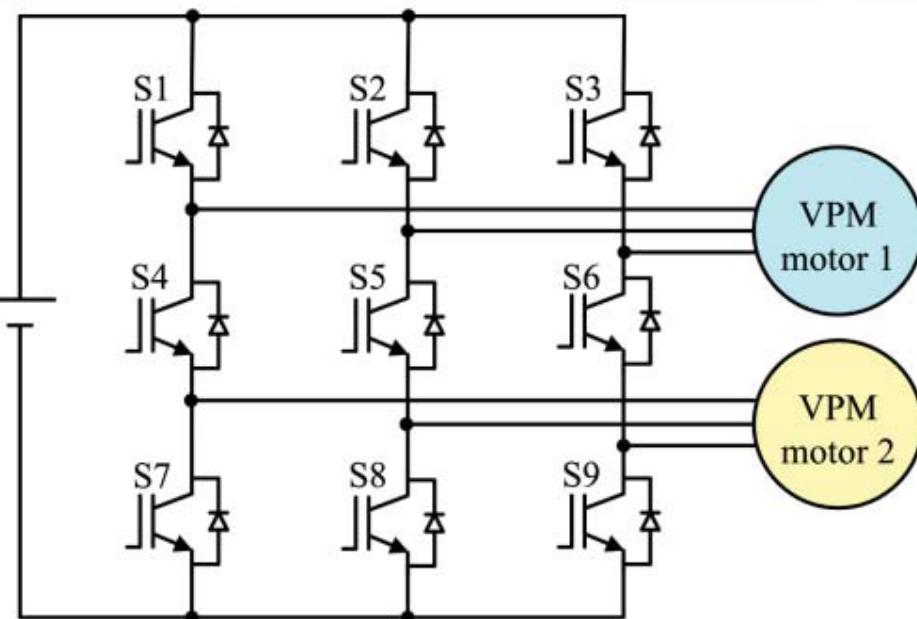
9. VERNIEROV MOTOR SA STALNIM MAGNETOM

- Princip rada VPM mašine



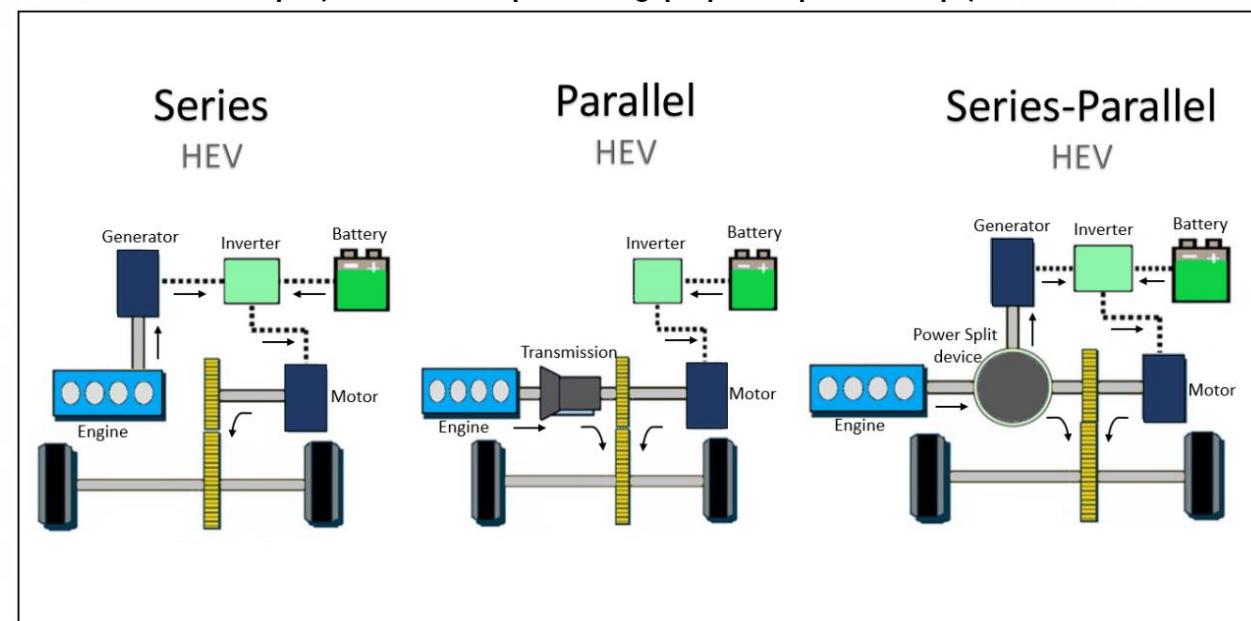
9. VERNIEROV MOTOR SA STALNIM MAGNETOM

- Invertor sa devet prekidača za dvostrukе VPM mašine naspram invertora sa pet grana za dvostrukе VPM mašine



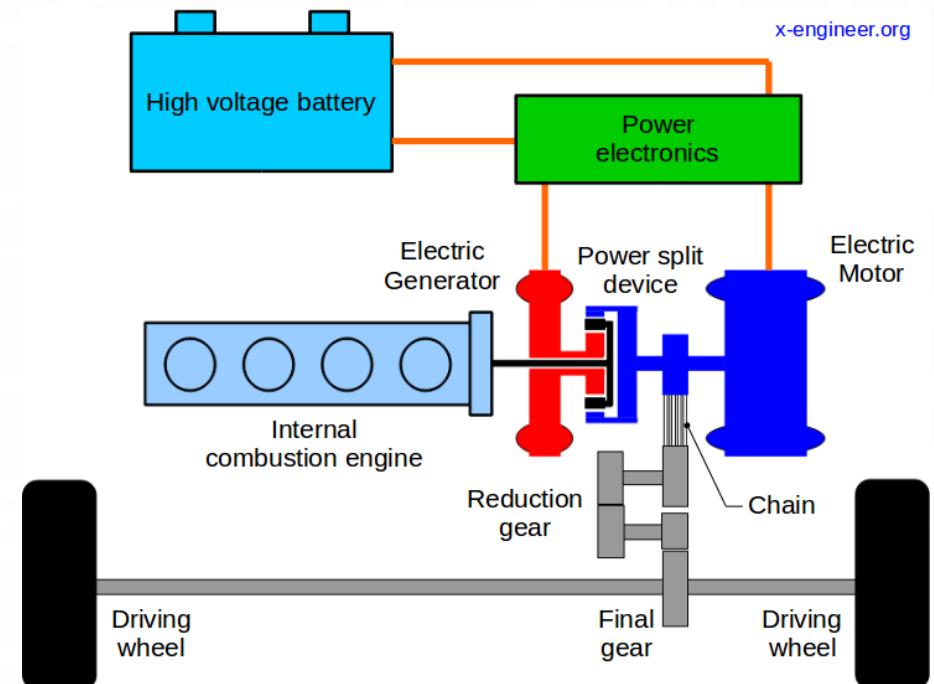
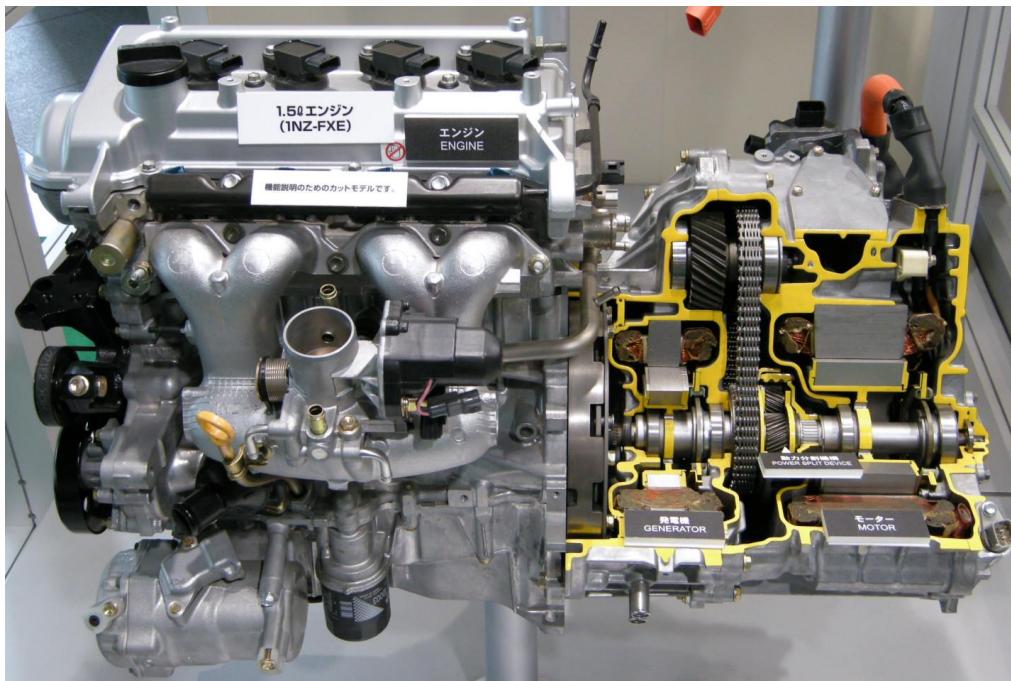
10. STRUKTURA HIBRIDNIH ELEKTRIČNIH VOZILA

- Hibridno električno vozilo (HEV) kombinuje motor sa unutrašnjim sagorijevanjem sa jednim ili više elektromotora i paketom baterija, upravljujući se preko jedinice za kontrolu snage i specijalizovanog prenosa.
- Elektromotor pokreće vozilo pri niskim brzinama i pomaže motoru sa unutrašnjim sagorijevanjem tokom ubrzanja kako bi se poboljšala potrošnja goriva i smanjile emisije, dok motor sa unutrašnjim sagorijevanjem pokreće vozilo pri većim brzinama.
- Energija se skladišti u bateriji, koja se puni kroz regenerativno kočenje (akumuliranje energije pri usporavanju) i rad motora sa unutrašnjim sagorijevanjem.



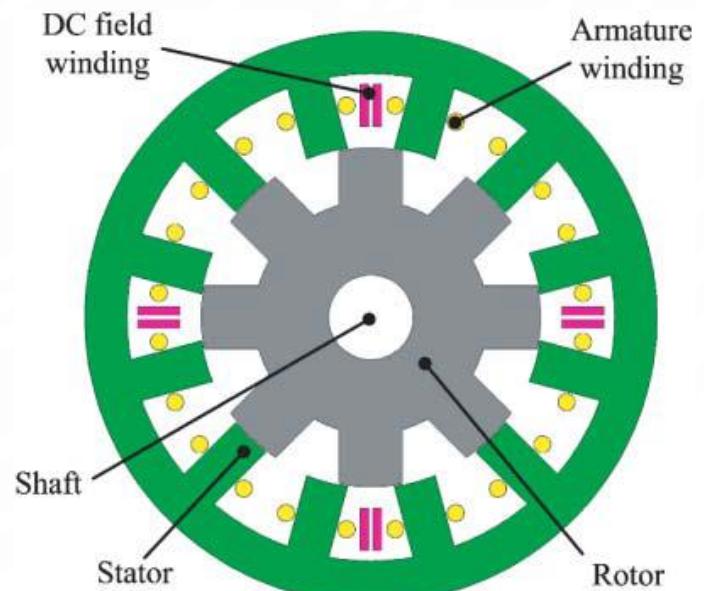
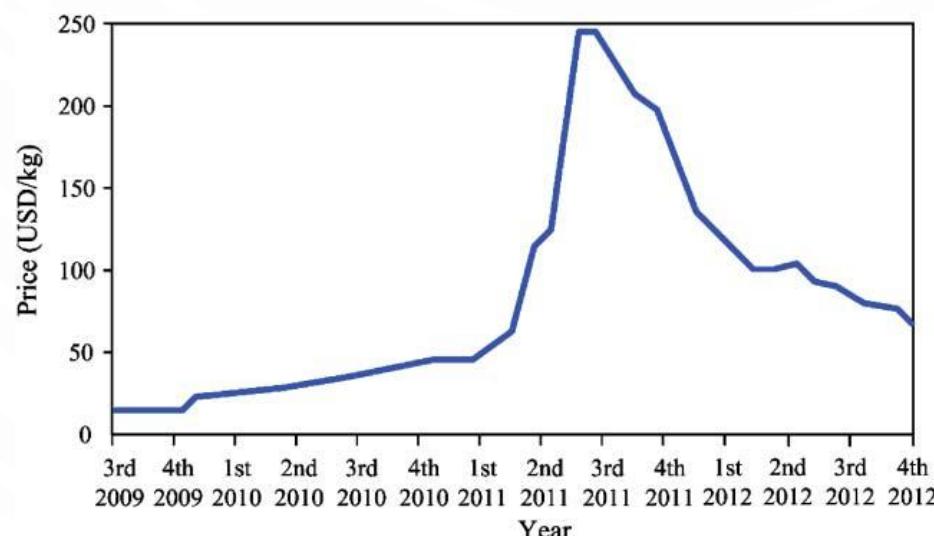
10. STRUKTURA HIBRIDNIH ELEKTRIČNIH VOZILA

- Primjer!



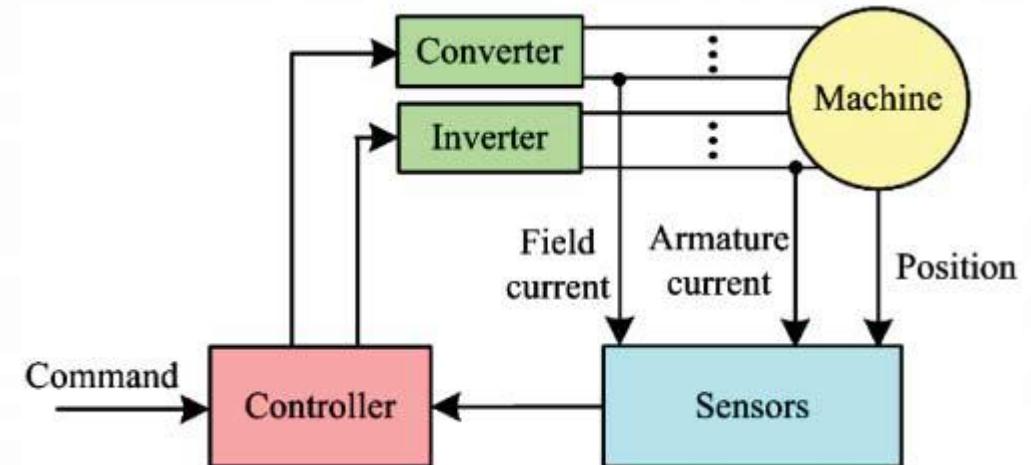
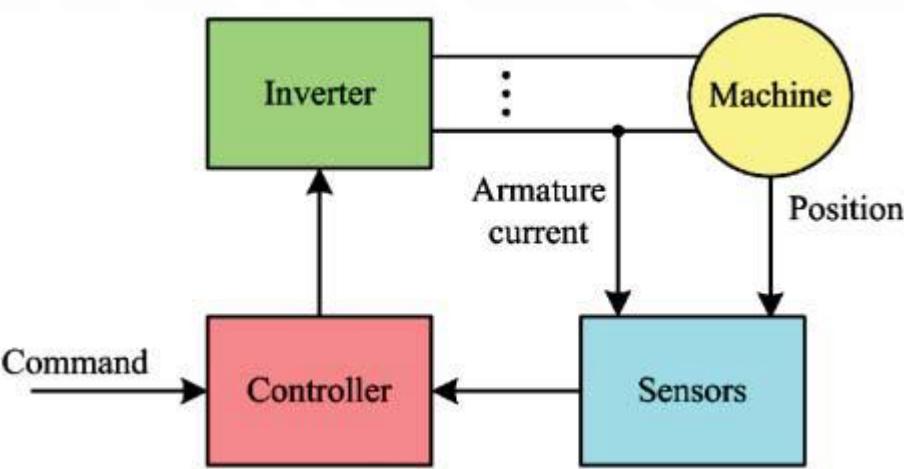
11. NAPREDNI POGONI MOTORA BEZ MAGNETA

- Sa sve većom popularnošću motora sa permanentnim magnetima (PM) za električna vozila, potražnja za PM materijalom na bazi neodim-željezo-bor (Nd-Fe-B) naglo raste. Cijena sirovog materijala neodima predstavlja ključni faktor u formiranju cijene Nd-Fe-B PM materijala.
- Fokusirajući se na napredne motore bez magneta koji su primjenjivi za pogon električnih vozila, identifikovano je pet glavnih tipova:
 - SynR mašina
 - DSDC mašina
 - FSDC mašina
 - VR mašina
 - DFVR mašina



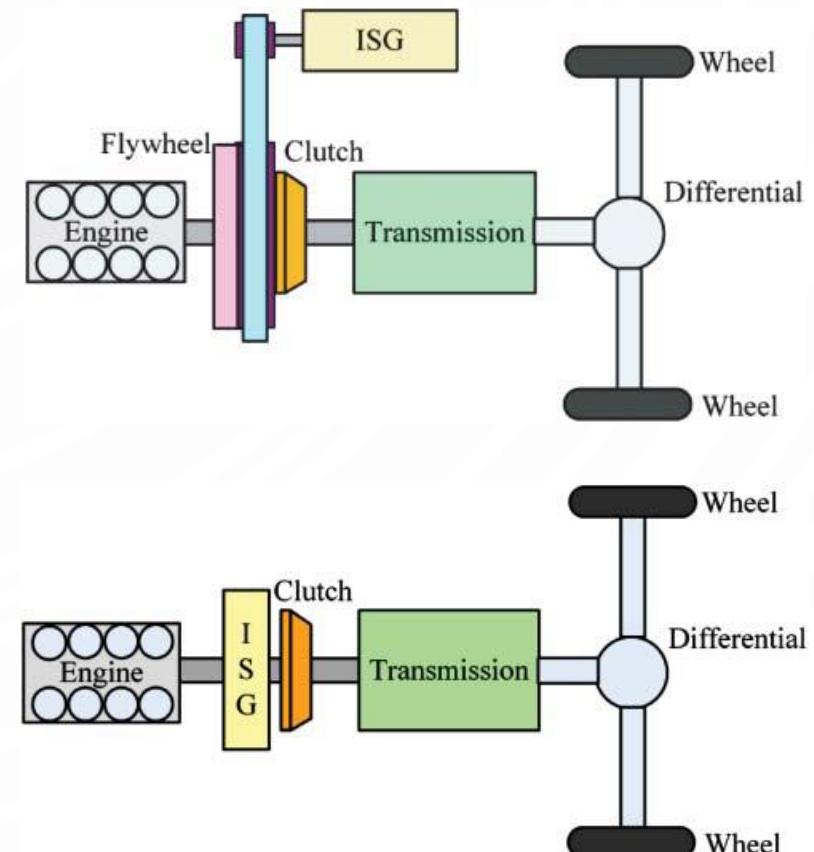
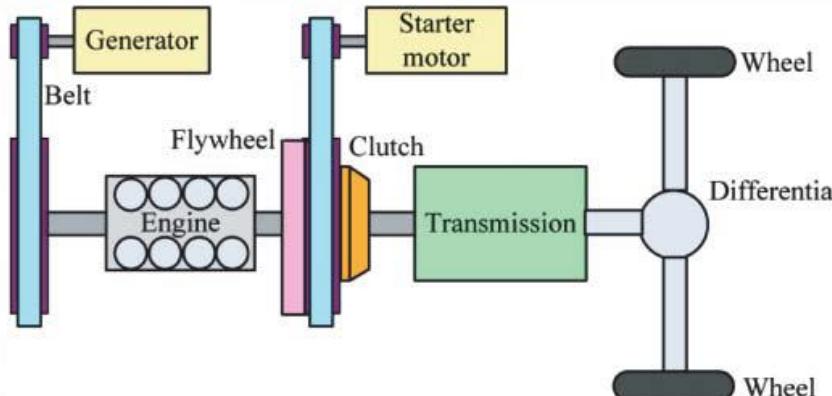
11. NAPREDNI POGONI MOTORA BEZ MAGNETA

- Konfiguracija single-fed i doubly-fed pogona naprednog motora bez magneta



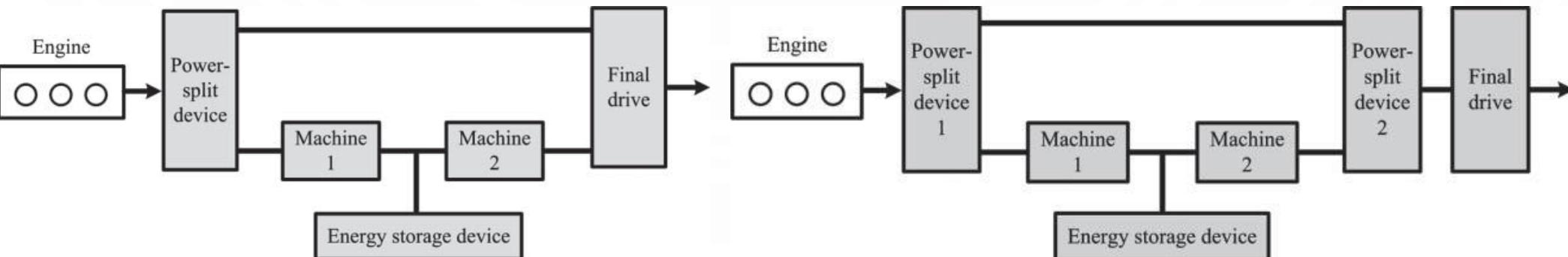
12. SISTEMI INTEGRISANOG STARTER-GENERATORA

- Integrисани starter-generator (ISG) је важна компонента хибридних електричних возила (HEV), која замјенију конвенијонални starter i generator (познат као alternator или dinamo). Други уobičajeni назив му је integrисани starter-alternator (ISA). Поред покretanja мотора и производње електричне енергије за пунjenje батерије, ISG пружа три специфичне функције за микро и blage HEV: аутоматско заустављање и покретање мотора у леру (idle stop-start), регенеративно коћење и помоћ при пуној снази (power assistance).



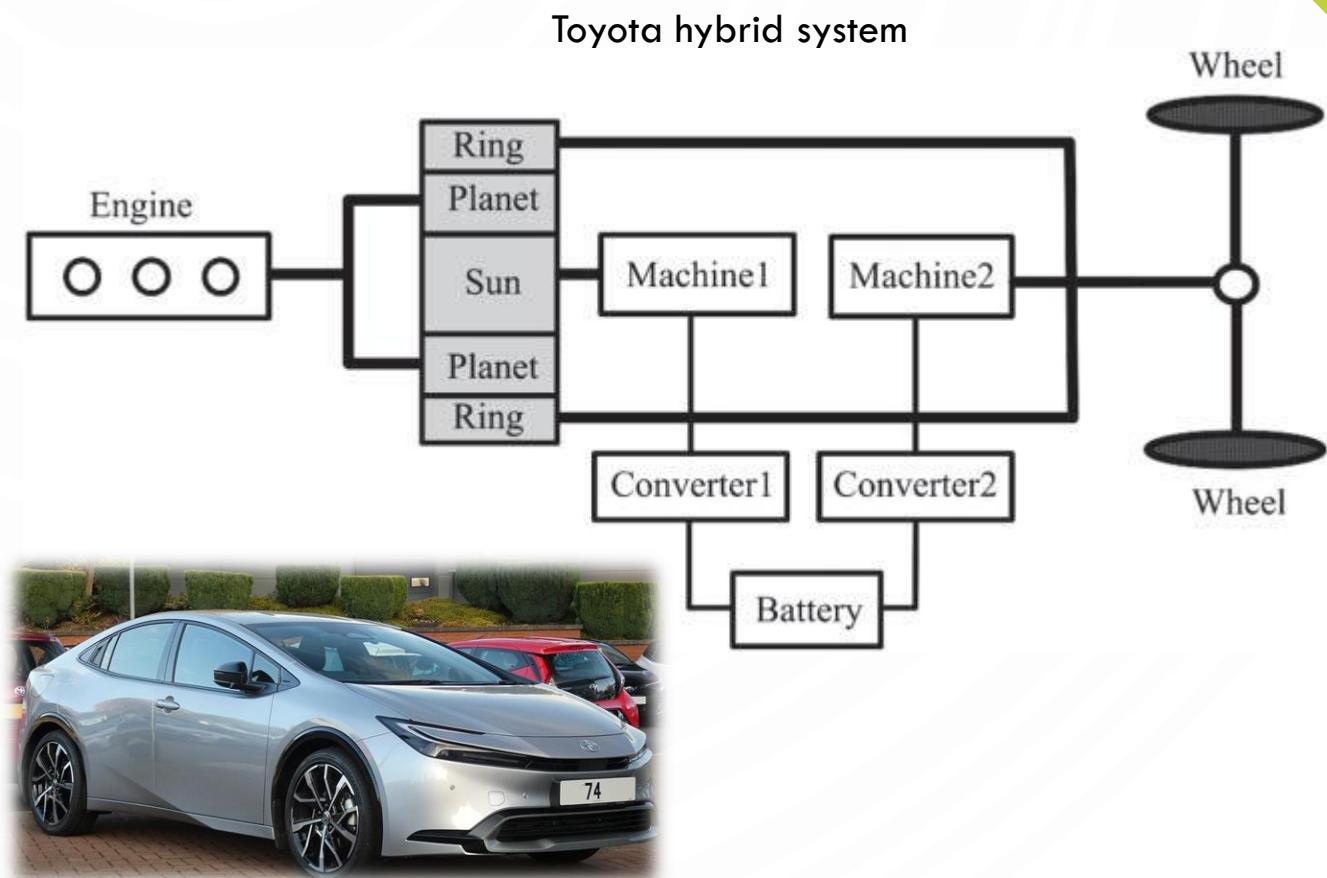
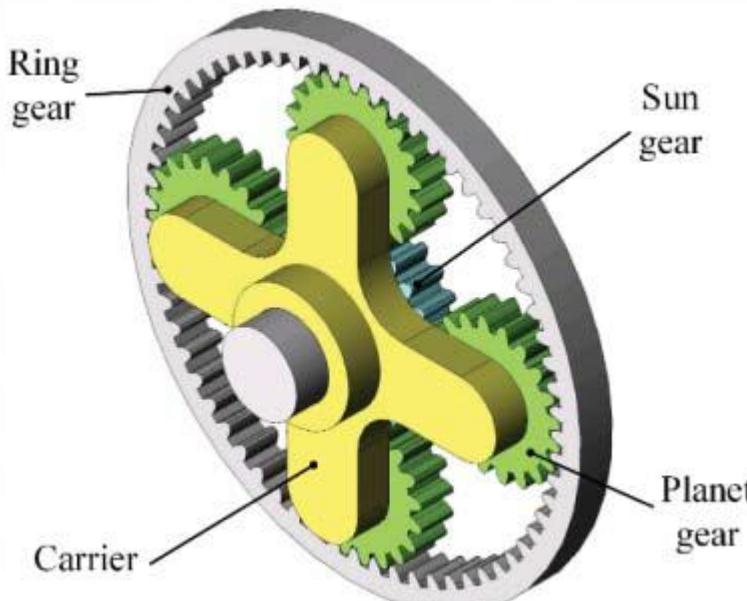
13. ELEKTRIČNI PROMENLJIVI SISTEMI PRENOSA SA PLANETARNIM ZUPČANICIMA

- Dok mikro i blagi hibridi koriste prednosti integrisanog starter-generatora kako bi ponudili određene hibridne funkcije, puni hibrid može pružiti sve hibridne funkcije i time postići najvišu ekonomičnost potrošnje goriva. Ključna tehnologija punog hibrida je sistem električne varijabilne transmisije (EVT), takođe nazvan elektronski kontinuirano varijabilni transmisijski sistem. Od uvođenja prvog EVT sistema 1997. godine, razvijeno je mnogo derivata od strane različitih proizvođača automobila. U suštini, većina njih zasnovana je na korištenju planetarnih zupčanika za podjelu snage (power-split), čime se postiže EVT.
- Konfiguracije Input-split PG EVT sistema i Compound-split PG EVT sistema prikazane su na slikama.



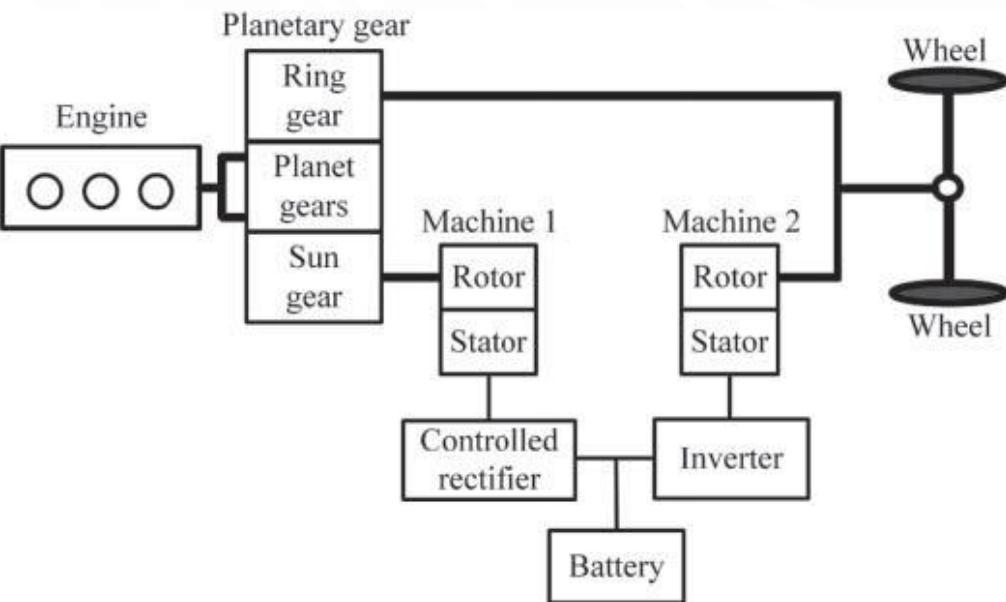
13. ELEKTRIČNI PROMENLJIVI SISTEMI PRENOSA SA PLANETARNIM ZUPČANICIMA

- Planetary gear structure

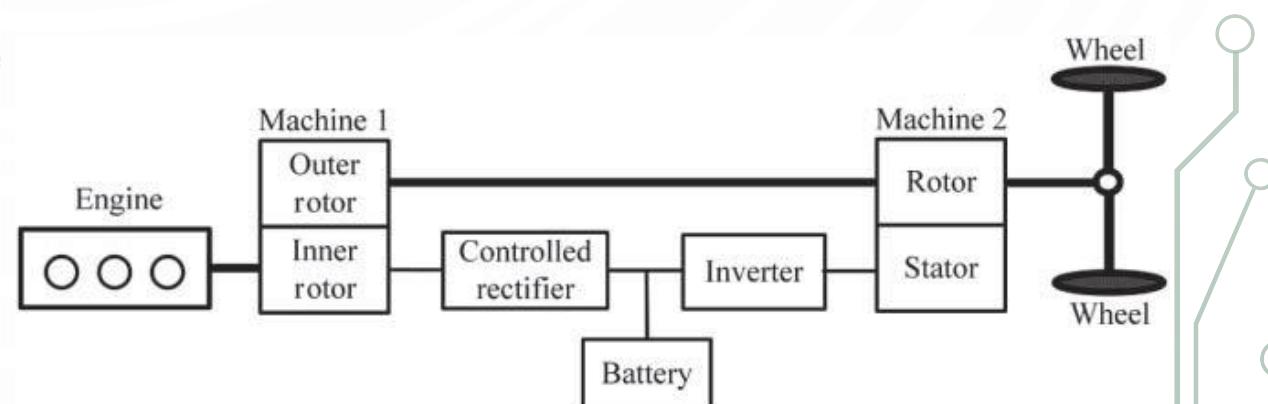


14. ELEKTRIČNI PROMENLJIVI SISTEMI PRENOSA SA DVOSTRUKIM ROTOROM

- As the electric variable transmission (EVT) system is the core technology for full hybrids, it is undergoing continual development. The existing EVT systems are all based on the use of planetary gearing, which inherently suffers from transmission loss, gear noise, and need for regular lubrication. In order to overcome these drawbacks, a new class of EVT systems has been developed. The key is to employ a double-rotor (DR) machine to perform the desired power-split.

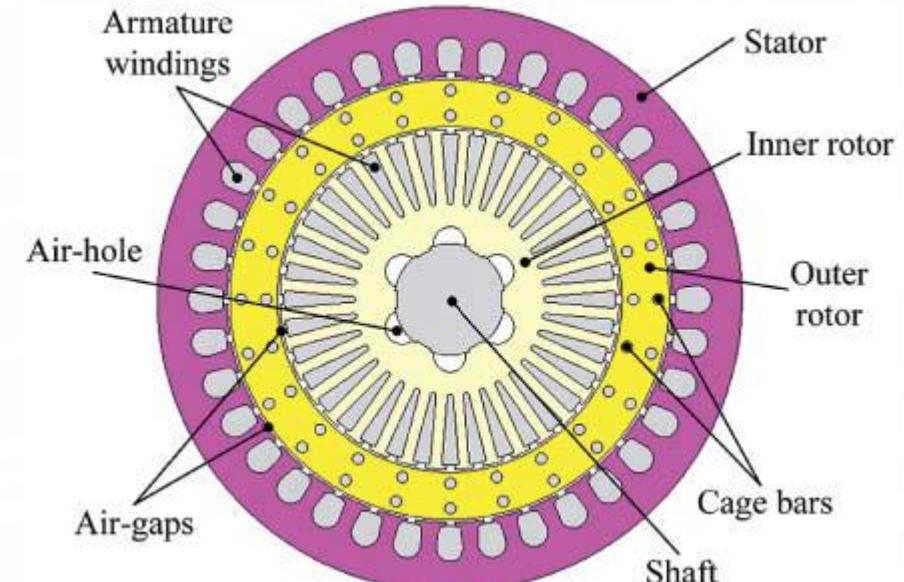
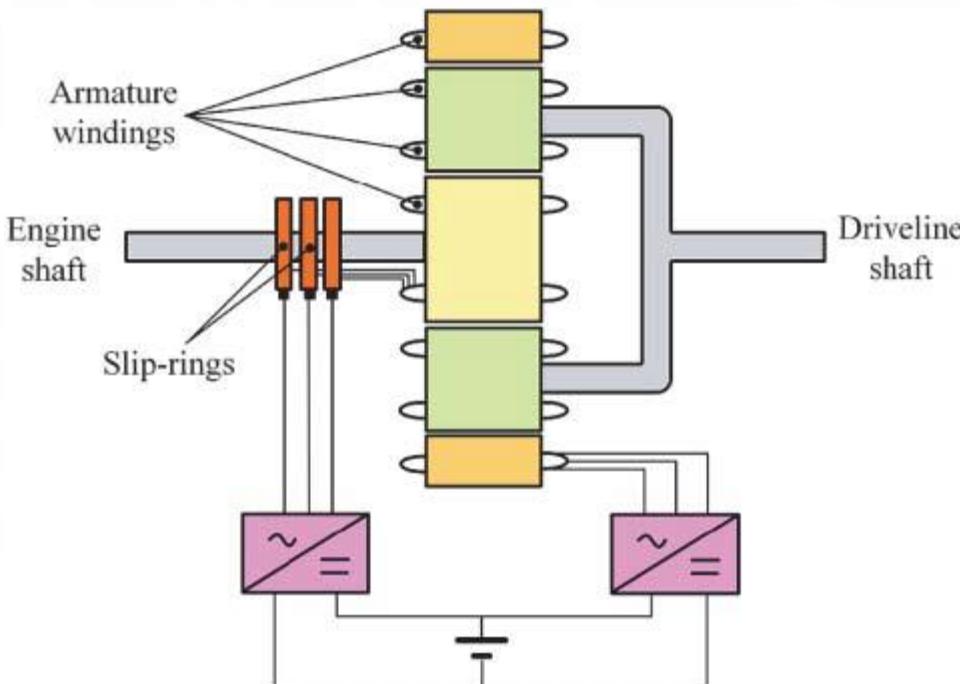


PG EVT vs. DR EVT system configuration



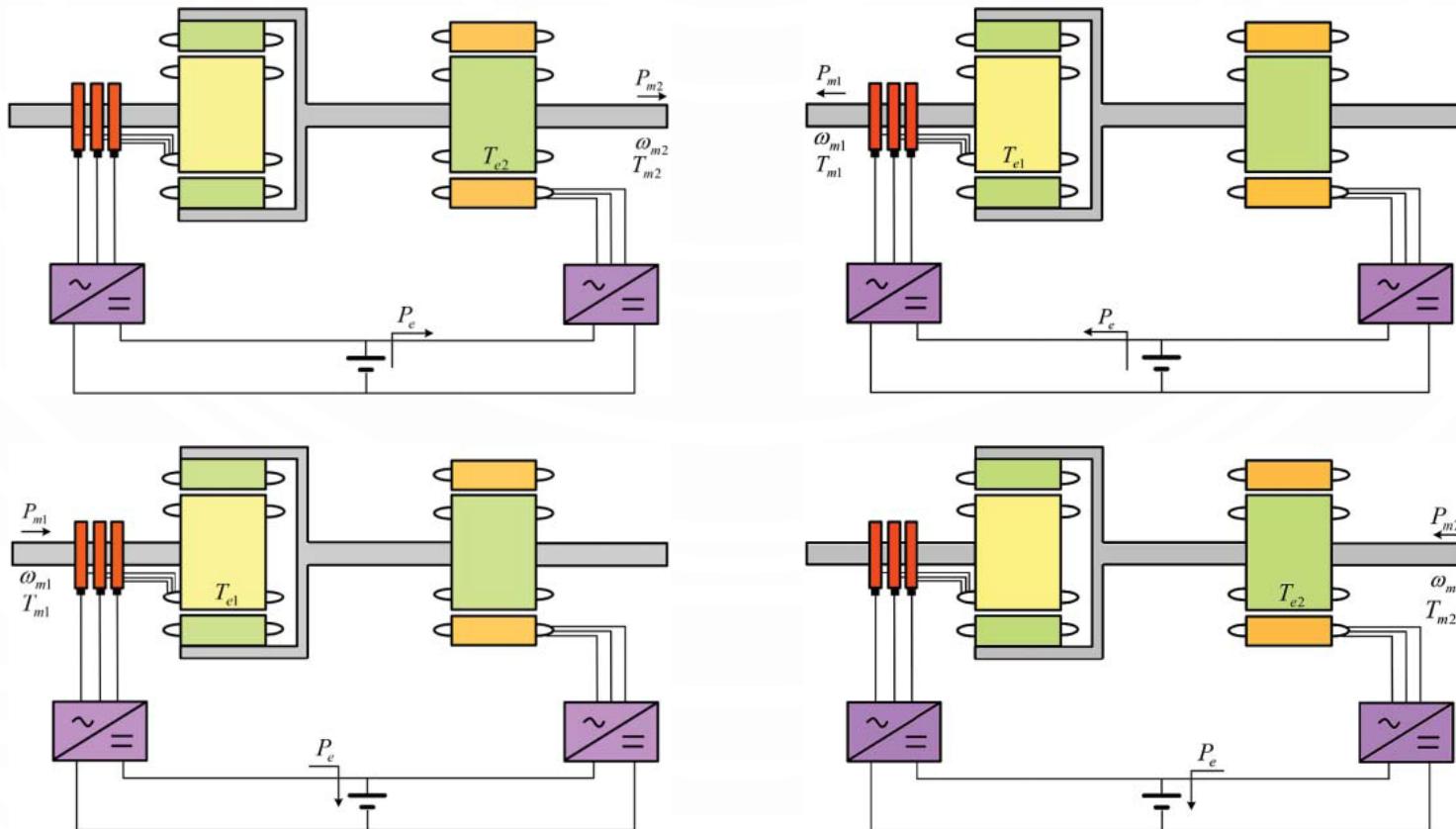
14. ELEKTRIČNI PROMENLJIVI SISTEMI PRENOSA SA DVOSTRUKIM ROTOROM

- Asinhroni DR EVT sistem



14. ELEKTRIČNI PROMENLJIVI SISTEMI PRENOSA SA DVOSTRUKIM ROTOROM

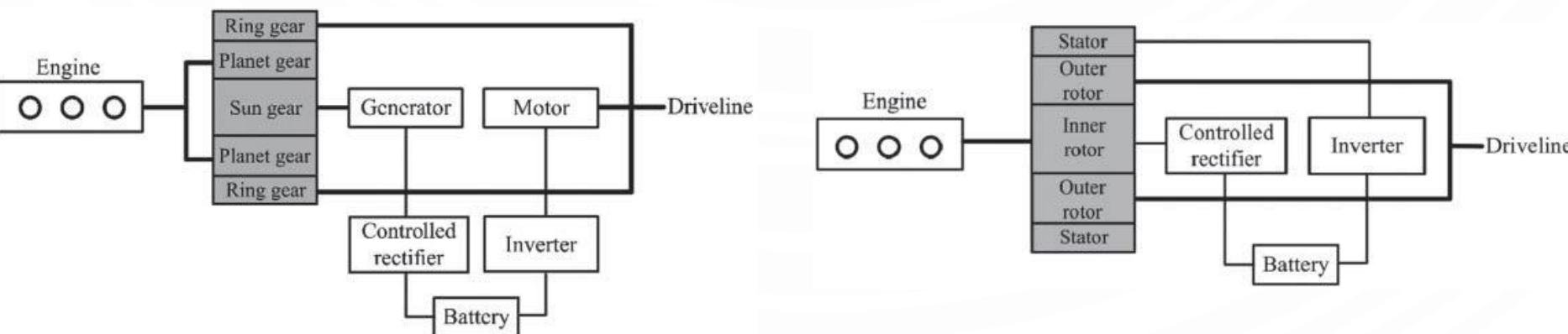
- Tok snage tokom električnog pokretanja, startovanja motora, punjenja baterije i regenerativnog kočenja



15. ELEKTRIČNI PROMENLJIVI SISTEMI PRENOSA SA MAGNETNIM ZUPČANICIMA

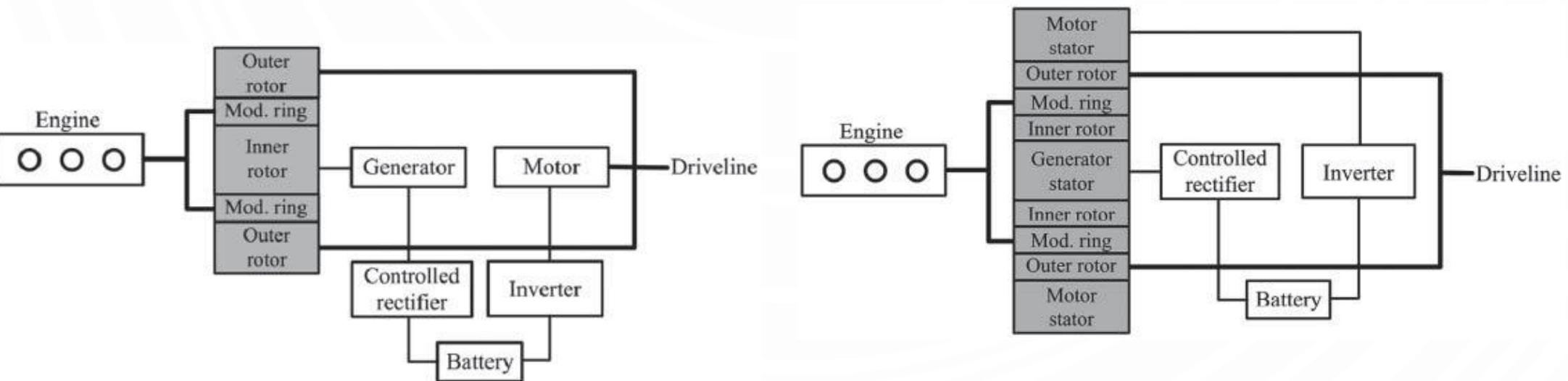
- Ključ sistema električne varijabilne transmisije (EVT) za hibridna električna vozila (HEV) je uređaj za podjelu snage (power-split device). Planetarni zupčanik je najčešće korišćen uređaj za podjelu snage. Međutim, on ima problema sa gubicima u transmisiji, bukom zupčanika i potrebotom za redovnim podmazivanjem. Mašina sa dvostrukim rotorom (DR) je novouvedeni uređaj za podjelu snage bez zupčanika, ali zahtijeva četkice i klizne prstenove, što je manje pouzdano i zahtijeva redovno održavanje.
- Kako bi se prevazišli ovi nedostaci, razvijena je nova klasa sistema magnetno-zupčastih električnih varijabilnih transmisija (MG EVT) zasnovana na beskontaktim magnetskim zupčanicima, koja pruža jasnu prednost upravljanja bez četkica i pseudo-bezzupčastog rada uređaja za podjelu snage.

Konfiguracija EVT sistema sa planetarnim zupčanicima naspram konfiguracije EVT sistema sa dvostrukim rotorom



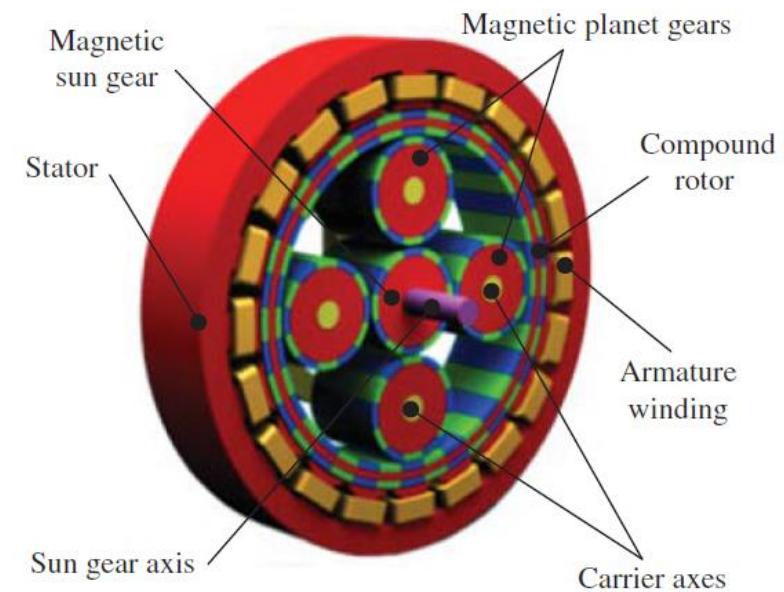
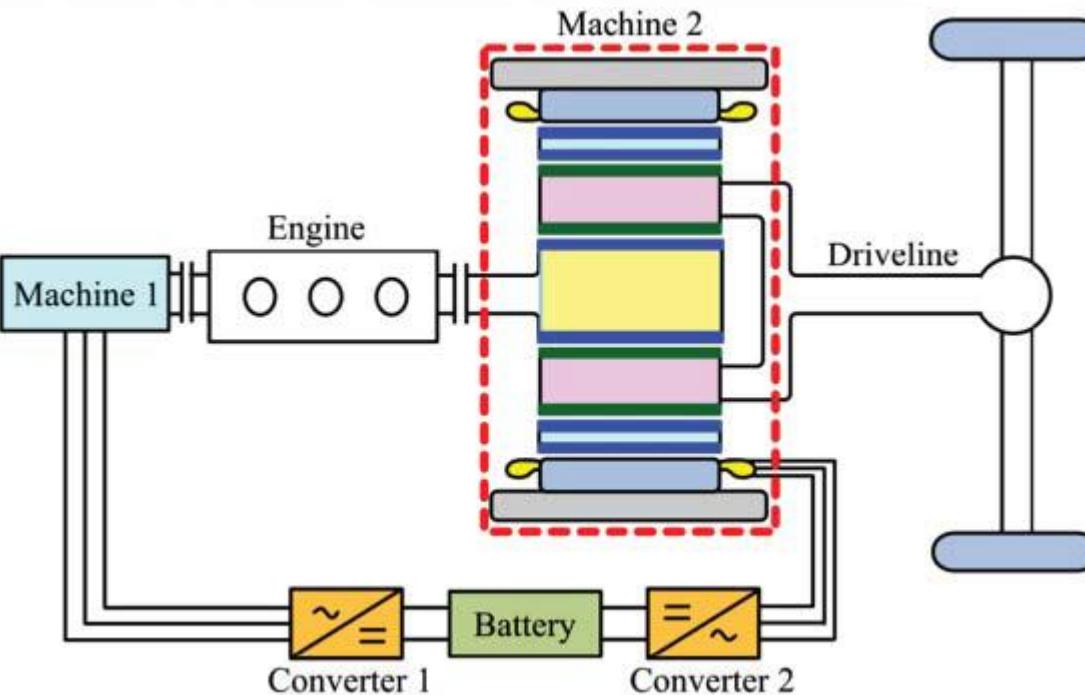
15. ELEKTRIČNI PROMENLJIVI SISTEMI PRENOSA SA MAGNETNIM ZUPČANICIMA

Konfiguracija magnetno-zupčastog EVT sistema naspram konfiguracije integrisanog magnetno-zupčastog EVT sistema



15. ELEKTRIČNI PROMENLJIVI SISTEMI PRENOSA SA MAGNETNIM ZUPČANICIMA

- Magnetni planetarni zupčasti EVT sistem
- Magnetni planetarni zupčasti PM bezčetkasti motor



Literatura: K. T. Chau „Electric Vehicle Machines And Drives. Design, Analysis and Application“



Univerzitet u Istočnom Sarajevu
Elektrotehnički fakultet
Bosna i Hercegovina