

ELEKTROMOTORNI POGONI ZA ELEKTRIČNA VOZILA - DIO 1



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.

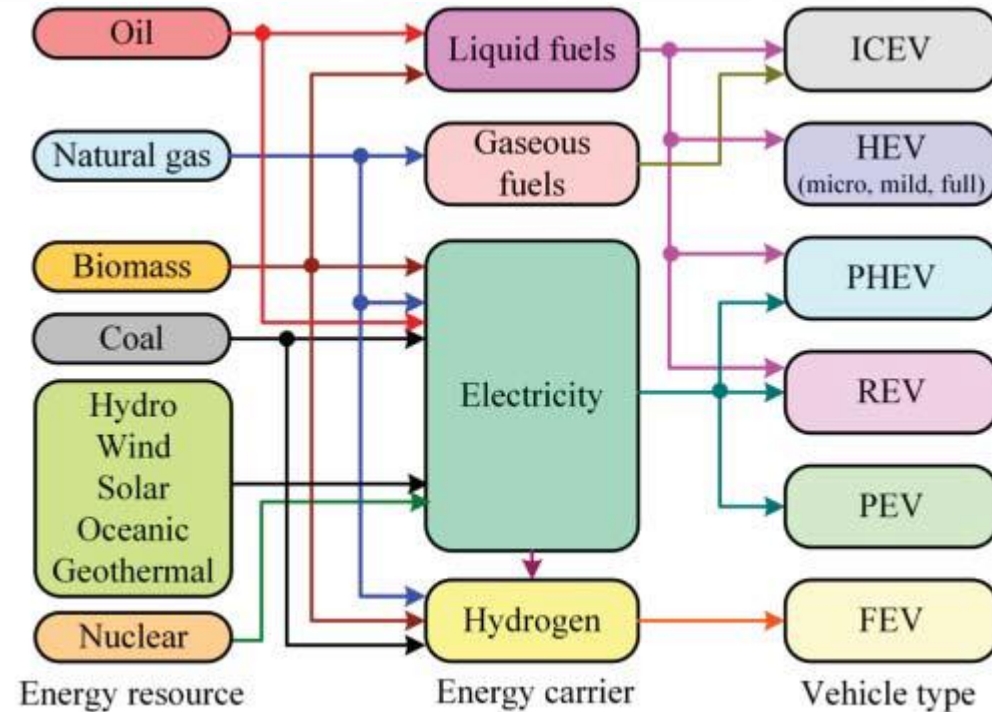
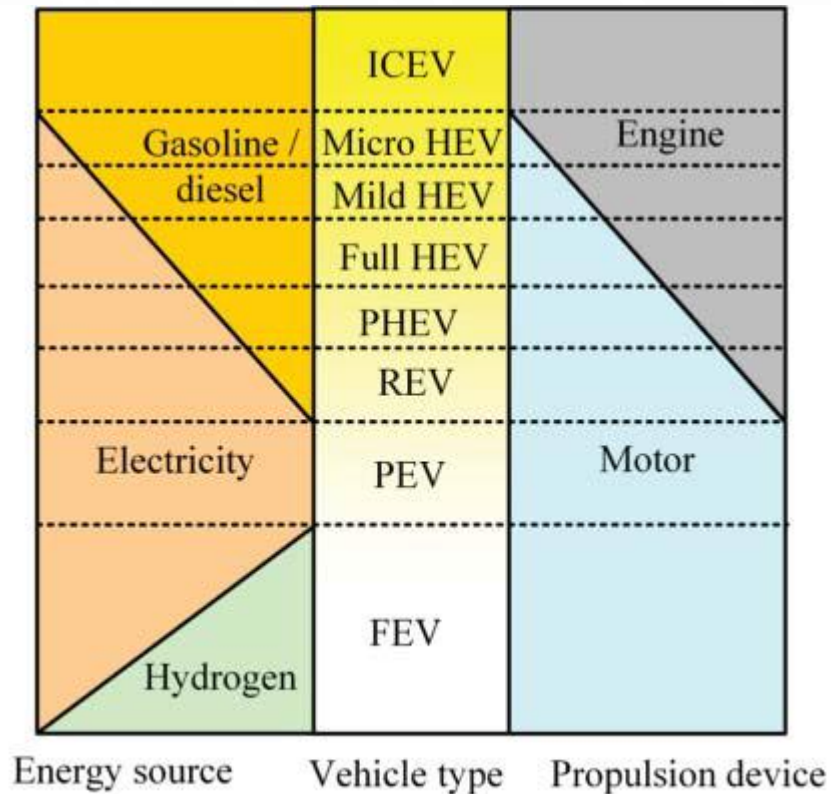
SADRŽAJ PREDMETA

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

1. UVOD U ELEKTRIČNA VOZILA. KLASIFIKACIJA, IZAZOVI, PREGLED RAZLIČITIH TEHNOLOGIJA RAZVOJA

- Električna vozila (EV) se klasifikuju kao PEV (vozilo na čisto električni pogon), HEV (hibridno električno vozilo) i FEV (vozilo sa gorivnim ćelijama) na osnovu izvora energije i pogonskih uređaja.
- U suštini, PEV koristi isključivo električnu energiju, dok je pogon u potpunosti zasnovan na elektromotoru; HEV koristi i električnu energiju i benzin/dizel, pri čemu pogon uključuje i elektromotor i motor sa unutrašnjim sagorijevanjem; FEV koristi vodonik (direktno ili indirektno), dok je pogon u potpunosti zasnovan na elektromotoru.
- Radi razlikovanja načina dopunjavanja goriva, HEV se može dodatno podijeliti na konvencionalni HEV i mrežno priključivi HEV. Konvencionalni se dopunjava isključivo benzinom/dizelom na pumpama, dok se mrežno priključivi može puniti i električnom energijom putem priključnih portova. Na osnovu koordinacije između elektromotora i motora sa unutrašnjim sagorijevanjem, mrežno priključivi HEV se dalje dijeli na plug-in hibridno električno vozilo (PHEV) i električno vozilo sa produženim dosegom (REV).

1. UVOD U ELEKTRIČNA VOZILA. KLASIFIKACIJA, IZAZOVI, PREGLED RAZLIČITIH TEHNOLOGIJA RAZVOJA

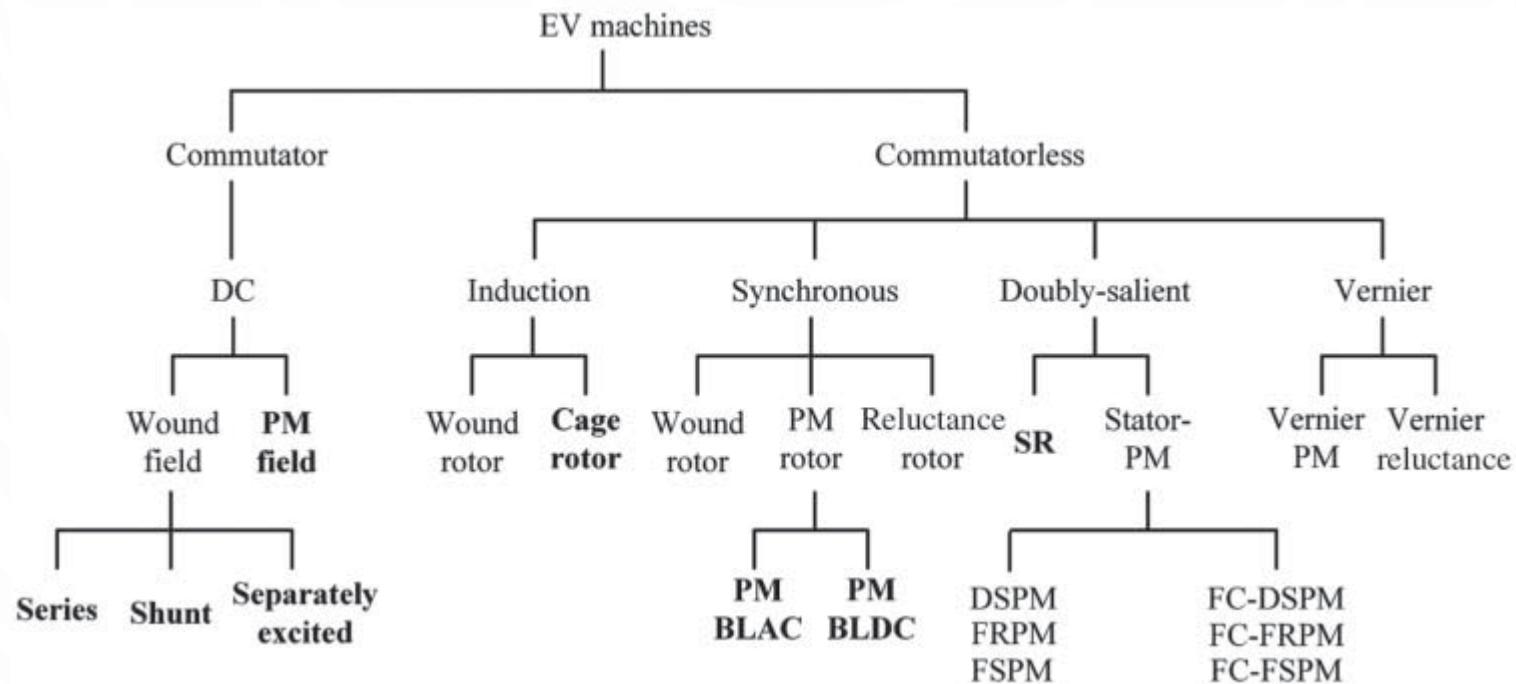


1. UVOD U ELEKTRIČNA VOZILA. KLASIFIKACIJA, IZAZOVI, PREGLED RAZLIČITIH TEHNOLOGIJA RAZVOJA

- Kao pregled ključnih tehnologija za različite tipove električnih vozila, tehnologija pogona motora je u posljednjim godinama najintenzivnije razvijana, pri čemu je došlo do brojnih inovacija i napredaka u dizajnu, analizi i upravljanju pogonima motora.
- Pogoni motora predstavljaju osnovnu tehnologiju električnih vozila, jer pretvaraju električnu energiju iz sistema vozila u željeno mehaničko kretanje. Glavni zahtjevi za električne mašine u EV su:
 - visoka gustina obrtnog momenta i visoka gustina snage,
 - širok opseg brzina, od vrlo malih (za puzajuću vožnju) do visokih (za krstarenje),
 - visoka efikasnost u širokom opsegu momenta i brzina,
 - široka mogućnost rada u režimu konstantne snage,
 - visok obrtni moment za električno pokretanje i vožnju uzbrdo,
 - velika sposobnost kratkotrajnog preopterećenja za preticanje,
 - visoka pouzdanost i robusnost u uslovima eksploatacije vozila,
 - nizak nivo akustične buke, razumna cijena.

1. UVOD U ELEKTRIČNA VOZILA. KLASIFIKACIJA, IZAZOVI, PREGLED RAZLIČITIH TEHNOLOGIJA RAZVOJA

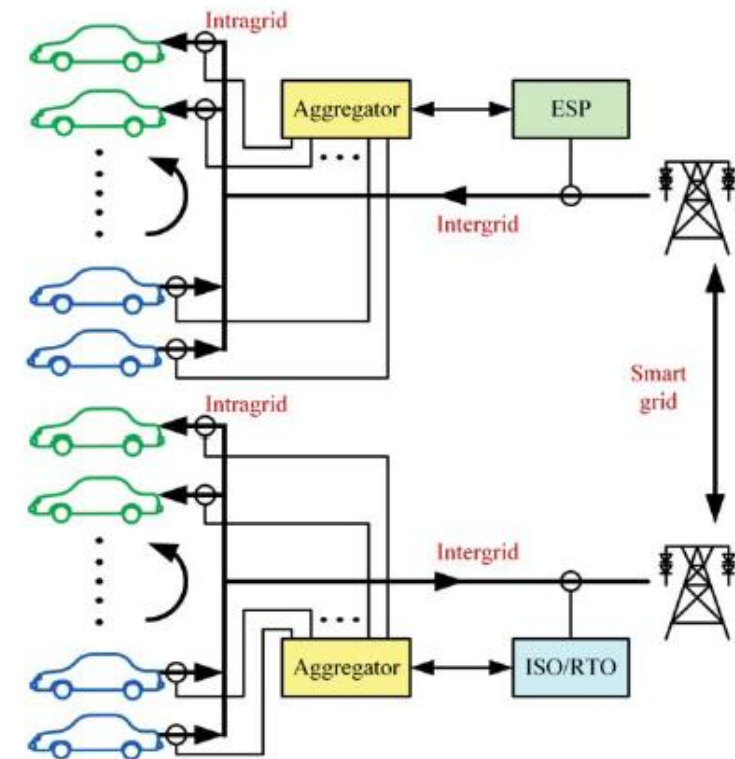
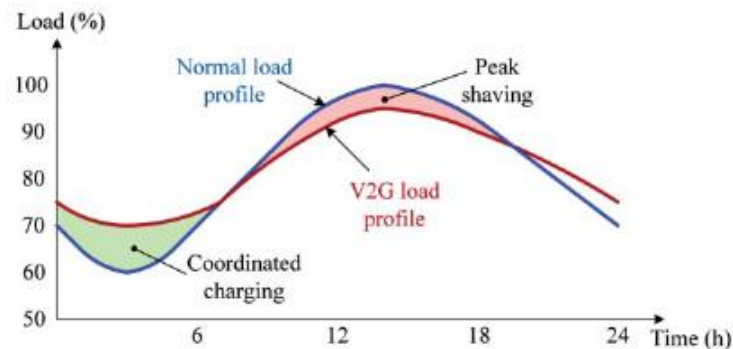
Klasifikacija električnih mašina u EV



1. UVOD U ELEKTRIČNA VOZILA. KLASIFIKACIJA, IZAZOVI, PREGLED RAZLIČITIH TEHNOLOGIJA RAZVOJA

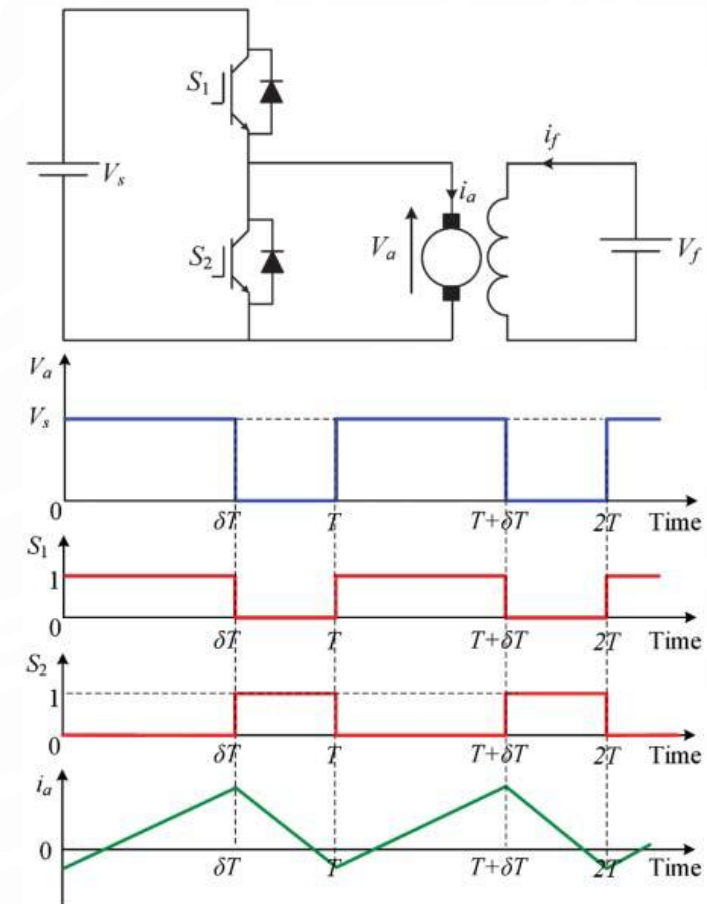
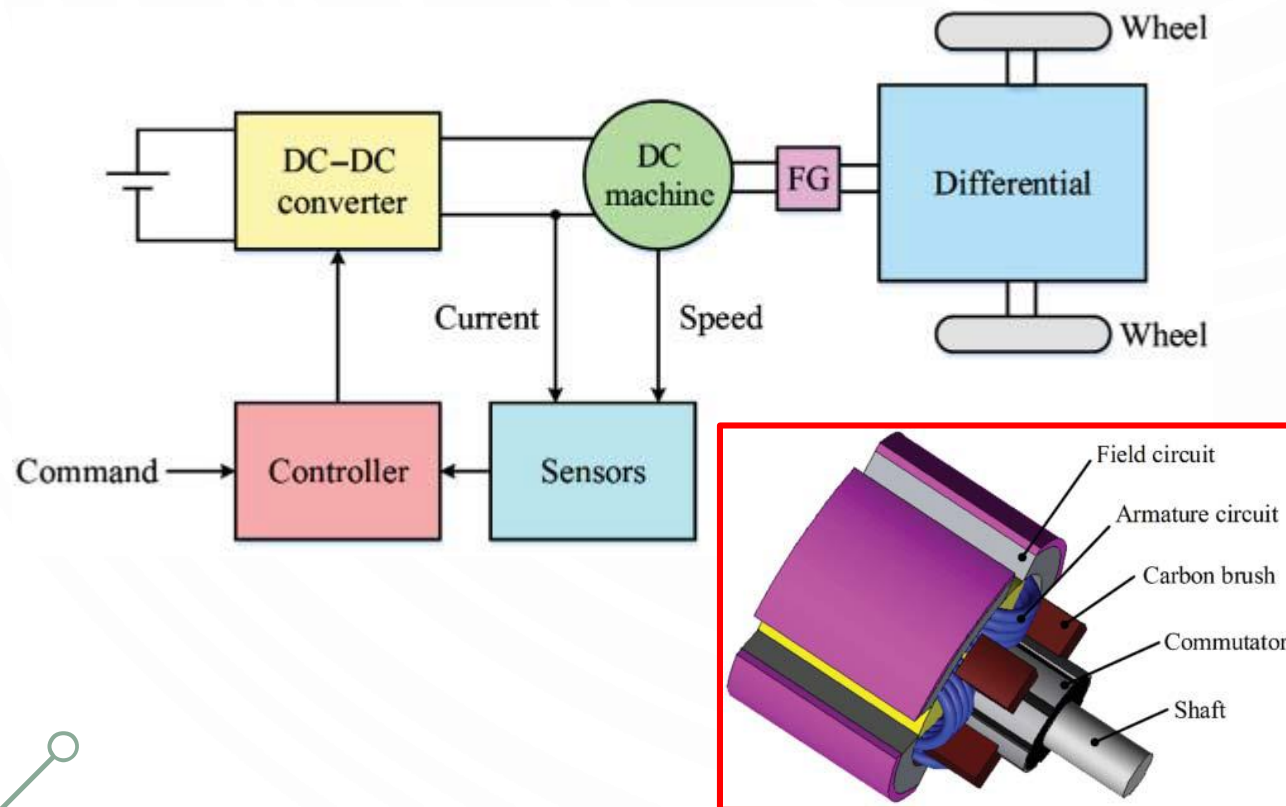
Glavne baterije razvijene za električna vozila

	Specific energy (Wh/kg)	Specific power (W/kg)	Cycle life (cycles)	Cost (USD/kWh)
VRLA	30–45	200–300	400–600	150
Ni-Cd	40–60	150–350	600–1200	300
Ni-MH	60–120	150–400	600–1200	200–350
Zn/air	230	105	NA	90–120
Na/S	100	200	800	250–450
Li-ion	90–160	250–450	1200–2000	600–1000

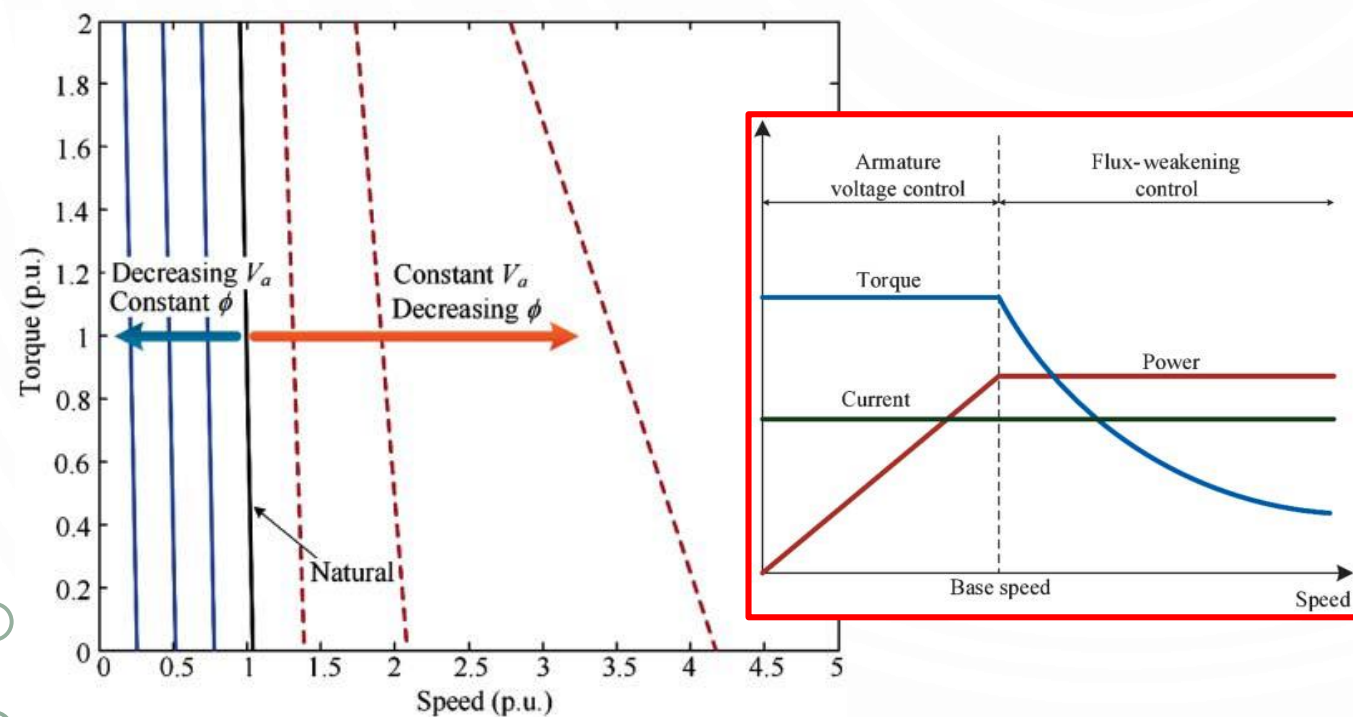


2. DC POGONI ZA EV

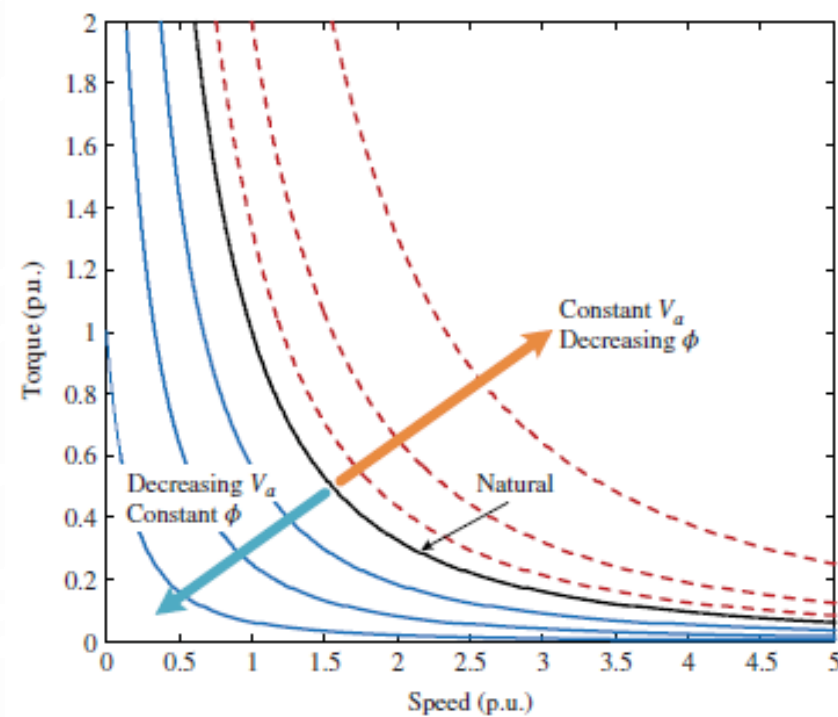
- Osnovna konfiguracija DC pogona



2. DC POGONI ZA EV



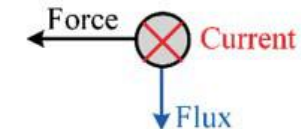
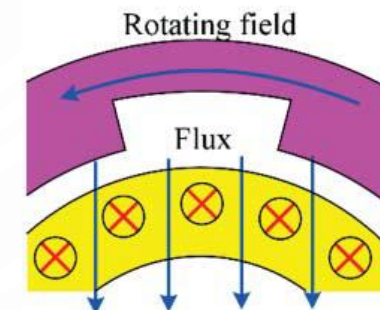
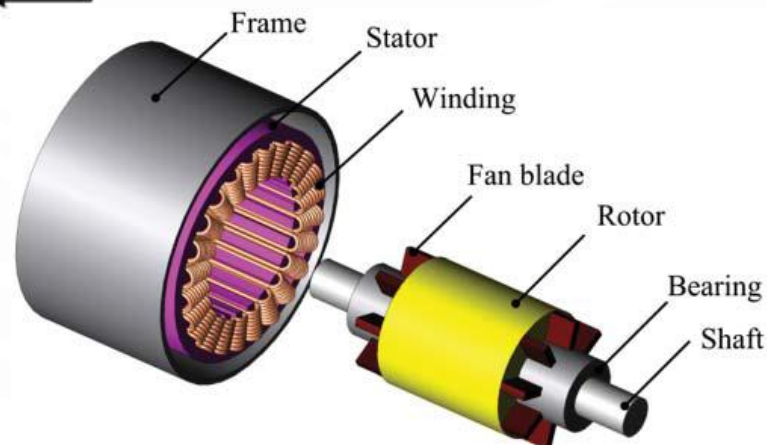
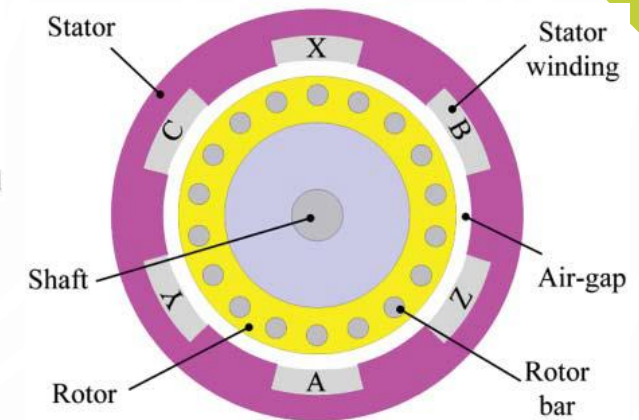
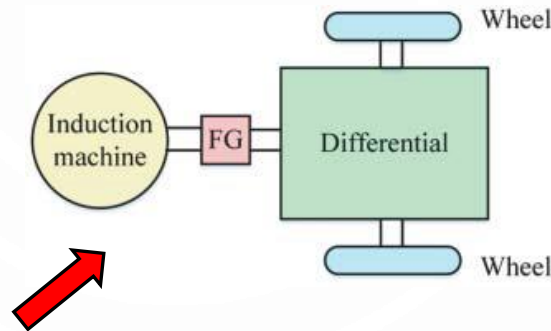
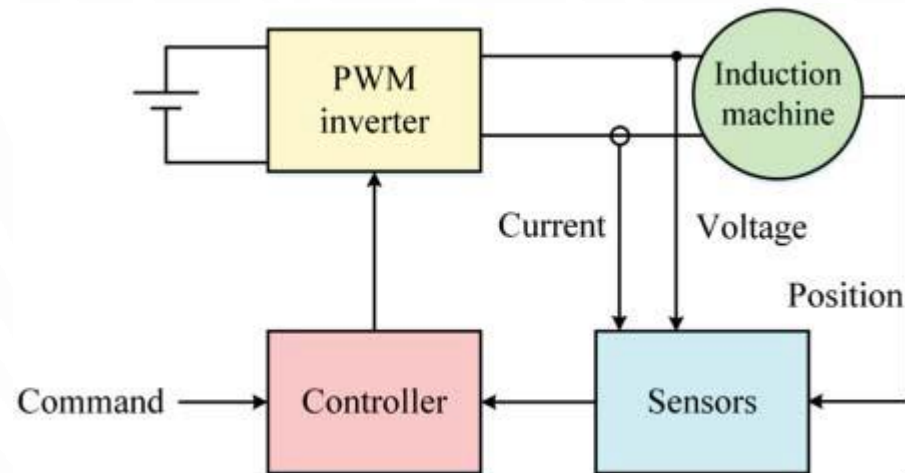
Karakteristike upravljanja nezavisno pobuđenim jednosmjernim motorom



Karakteristike upravljanja redno pobuđenim jednosmjernim motorom

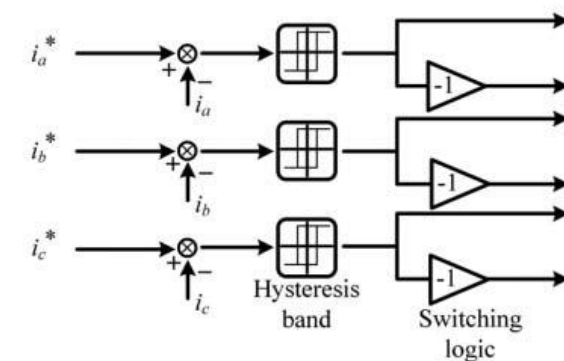
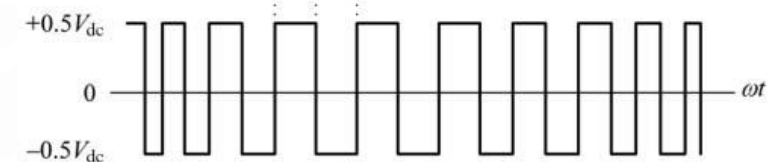
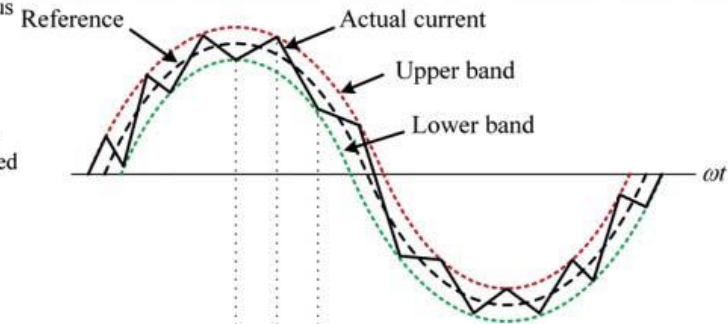
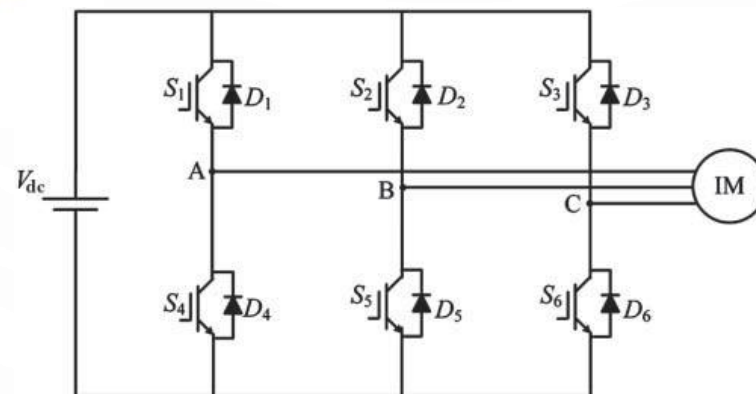
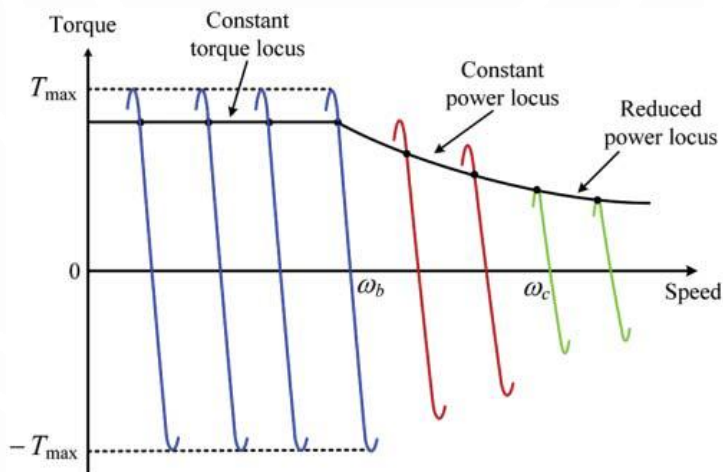
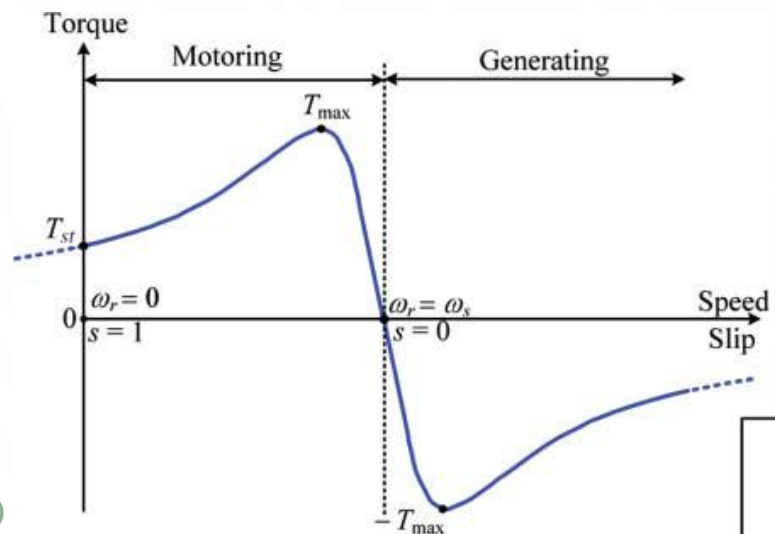
3. AC POGONI ZA EV

- Osnovna konfiguracija pogona sa asinhronim motorom



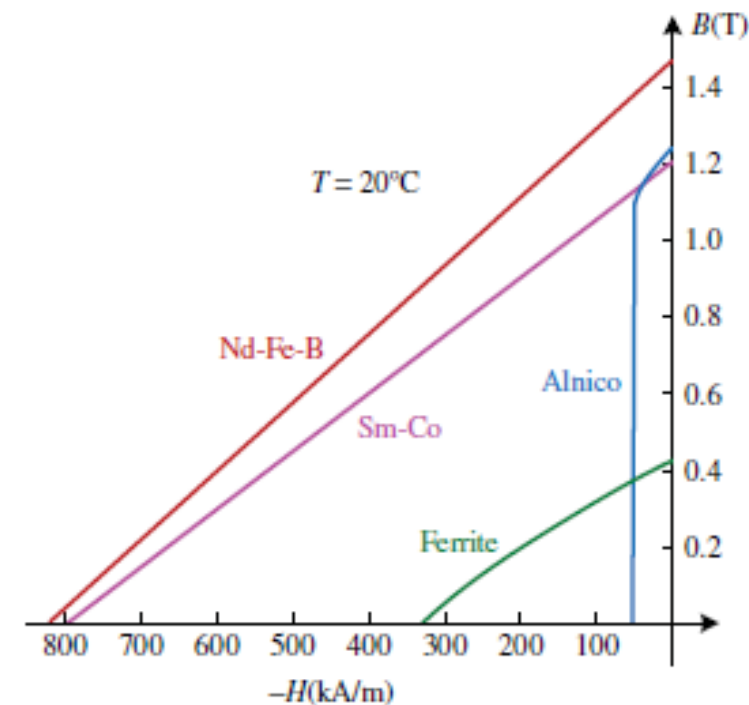
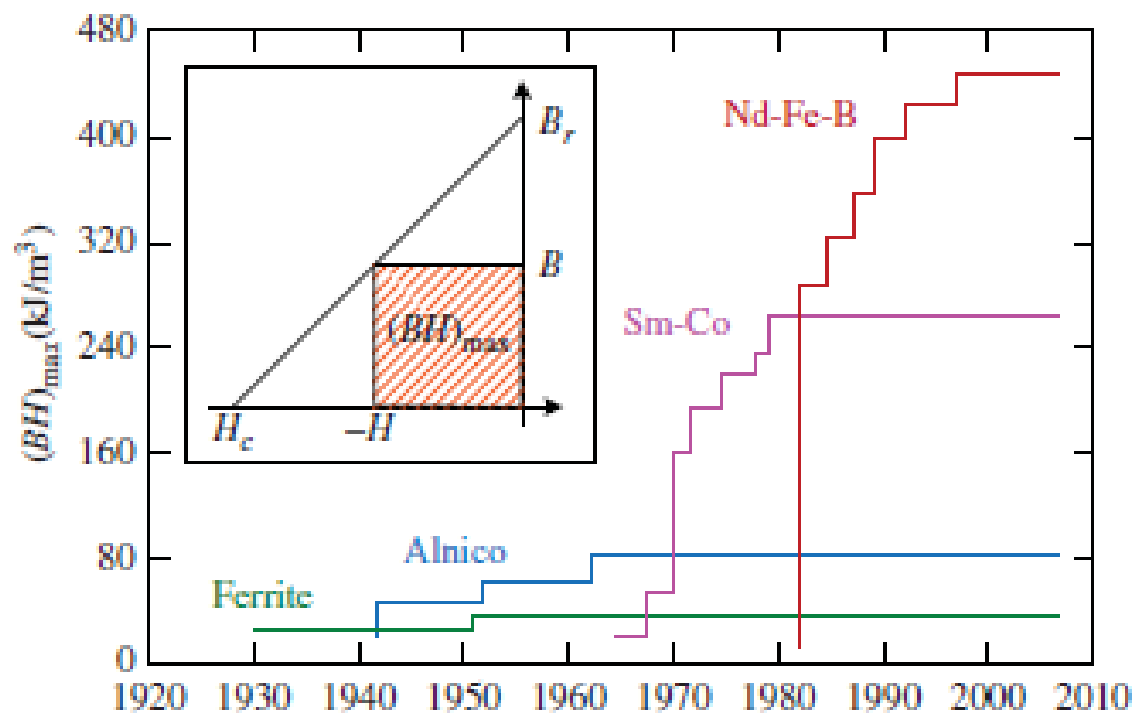
3. AC POGONI ZA EV

- Karakteristika moment-brzina asinhronne mašine



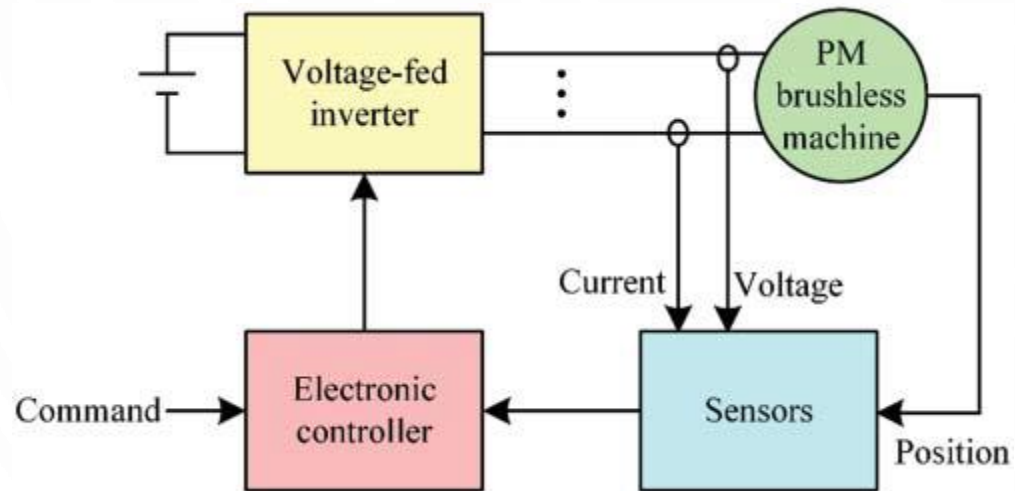
4. ELEKTROMOTORNI POGONI SA STALNIM MAGNETOM BEZ ČETKICA

- Razvoj PM materijala i krive razmagnetisanja PM materijala

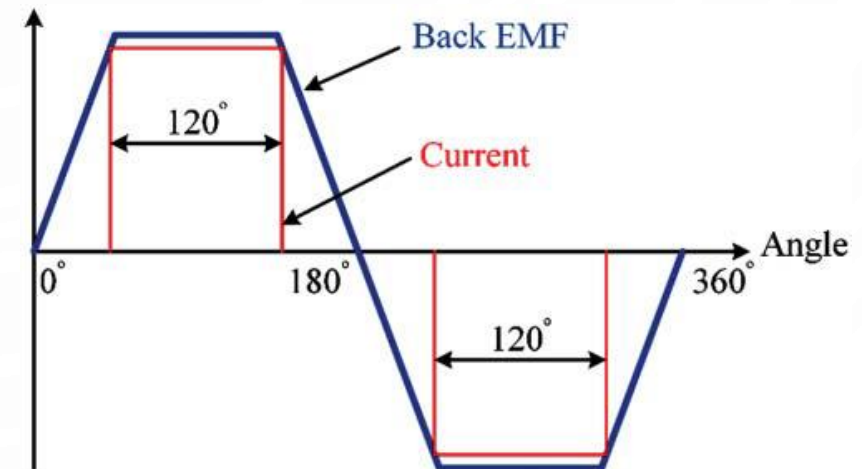
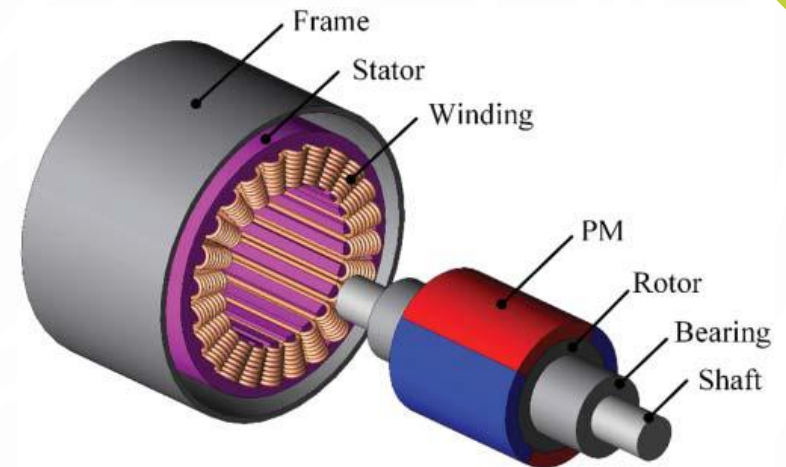


4. ELEKTROMOTORNI POGONI SA STALNIM MAGNETOM BEZ ČETKICA

- Osnovna konfiguracija pogona bezčetkastog motora sa permanentnim magnetima

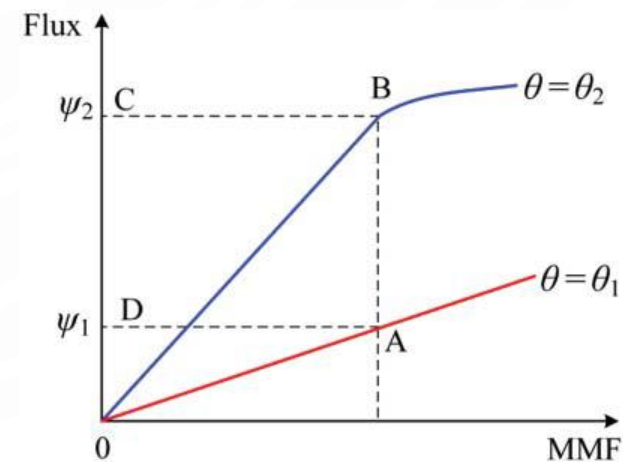
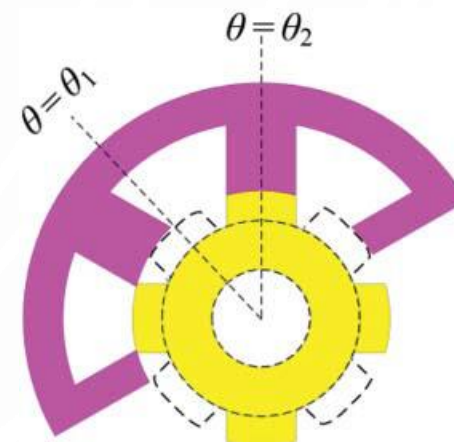
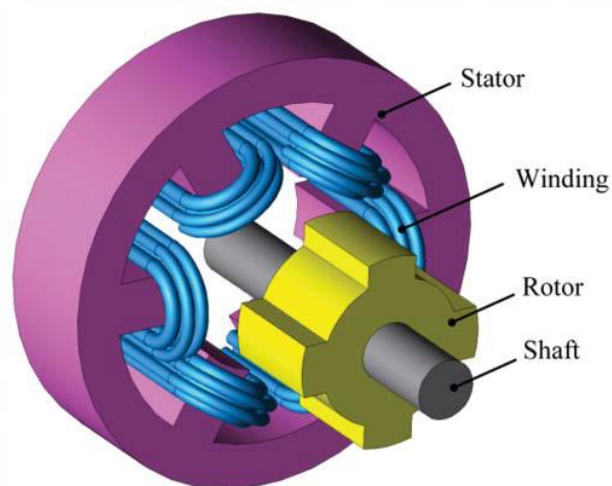
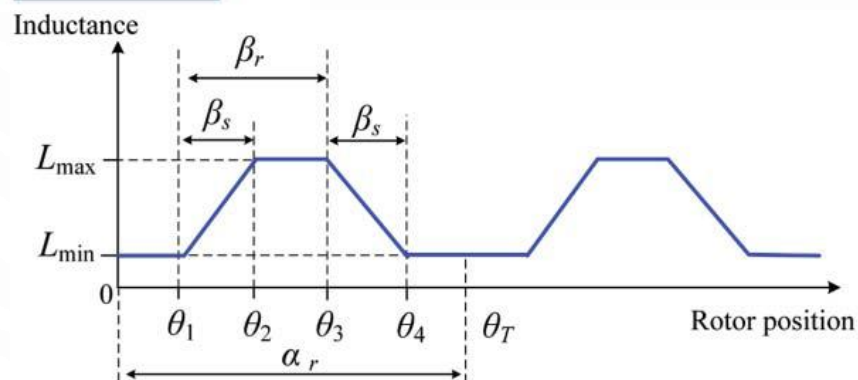
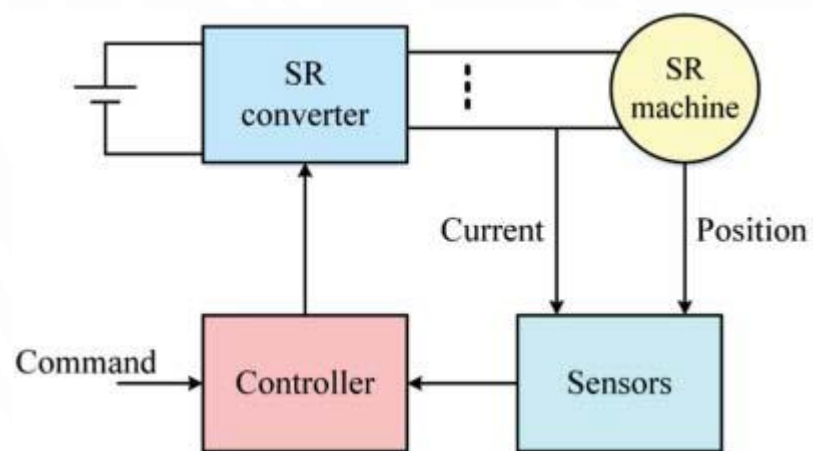


Nissan
Leaf



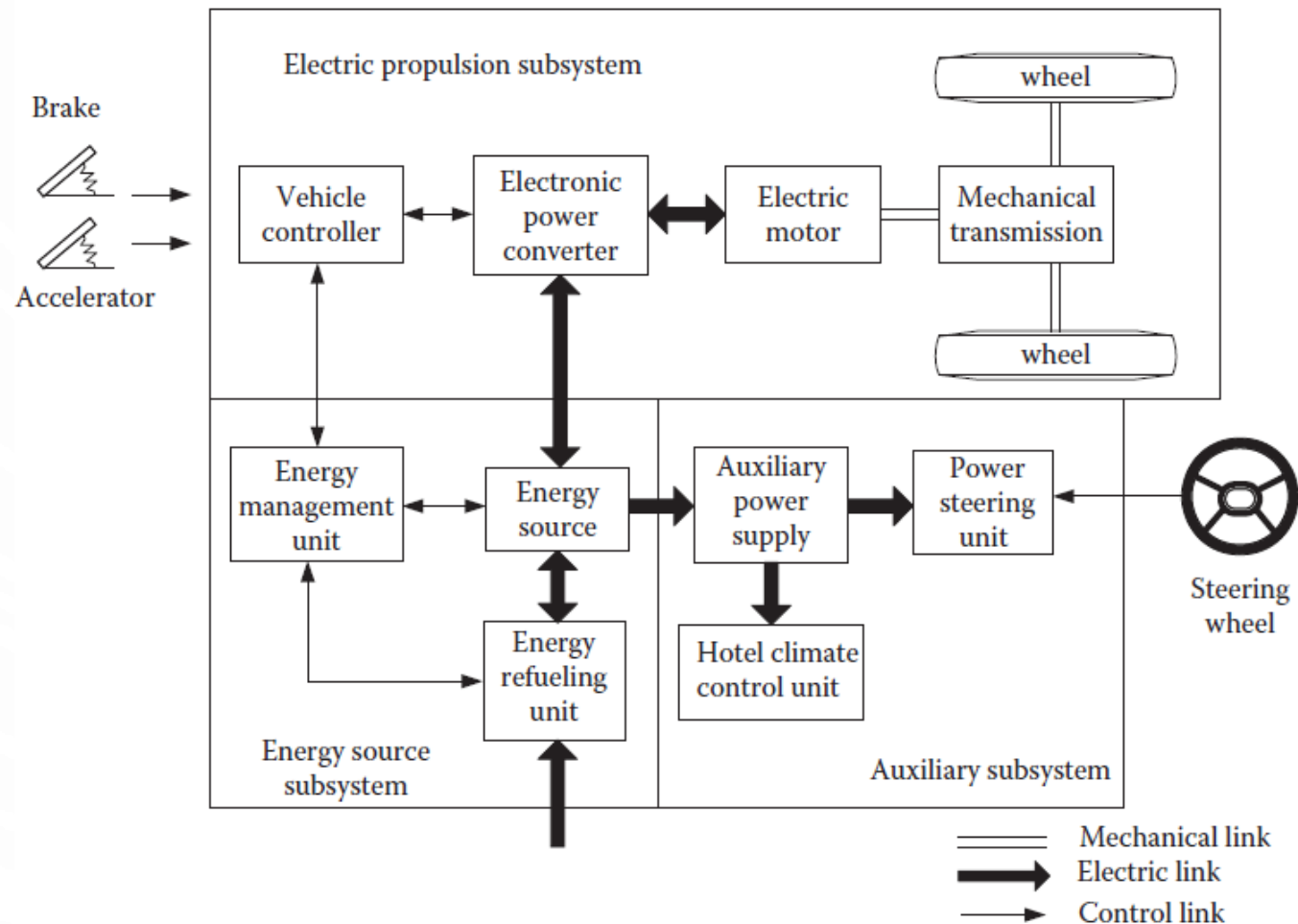
5. PREKIDAČKI RELUKTANTNI MOTORI ZA EV

- Osnovna konfiguracija pogona sa reluktantnim motorom

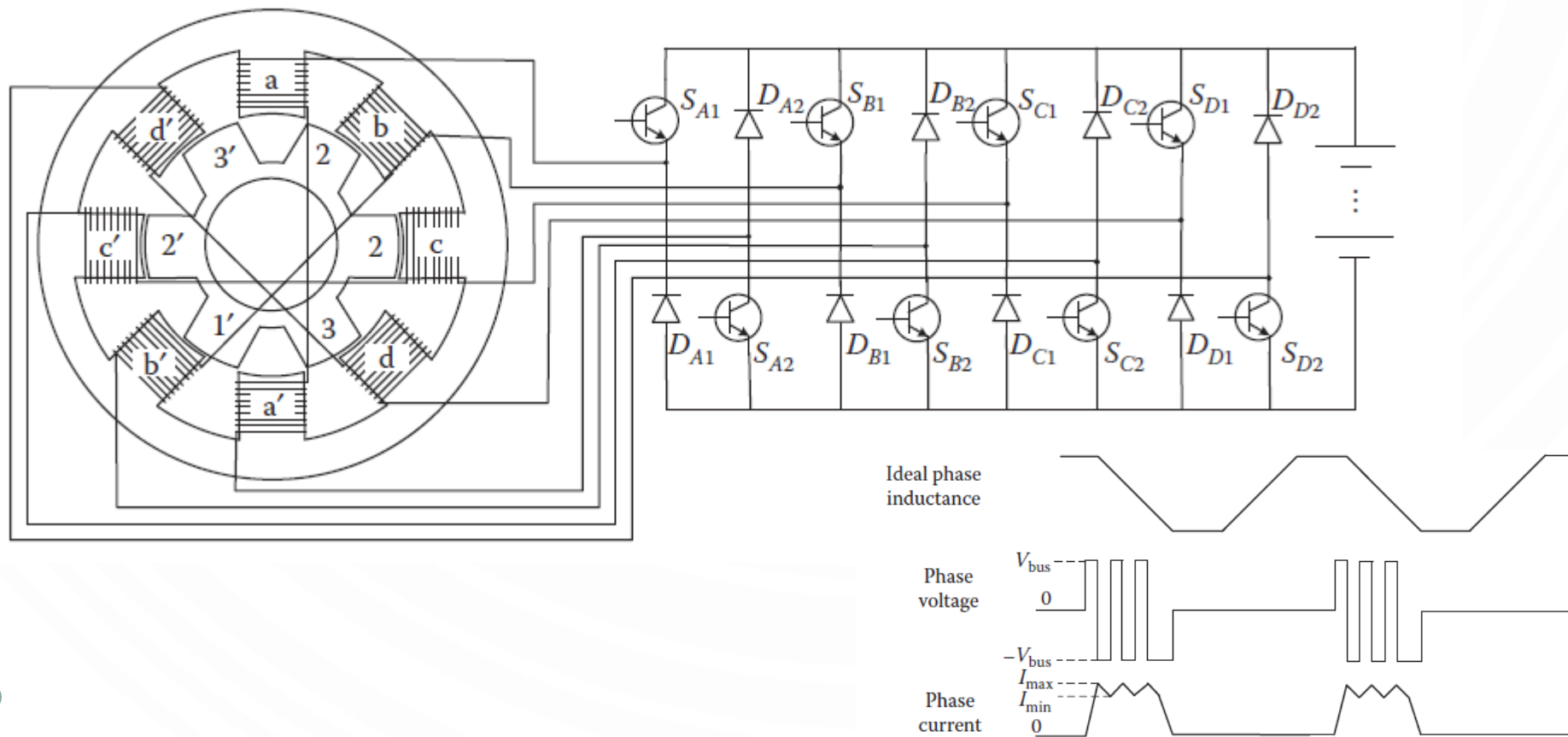


6. NAPREDNI ELEKTROMOTORNI POGONI ZA EV

- Napredni reluktantni motori, uključujući motore sa preklopnom reluktansom (SRM) i sinhronu reluktantne mašine (SynRM), sve više se primjenjuju u električnim vozilima zbog svoje robusnosti, ekonomičnosti i činjenice da ne koriste rijetke zemljane materijale, pružajući održivu alternativu tradicionalnim motorima sa permanentnim magnetima. Iako SRM motori predstavljaju izazove poput talasanja momenta i buke, napredne strategije upravljanja i optimizacija dizajna poboljšavaju njihovu primjenjivost.

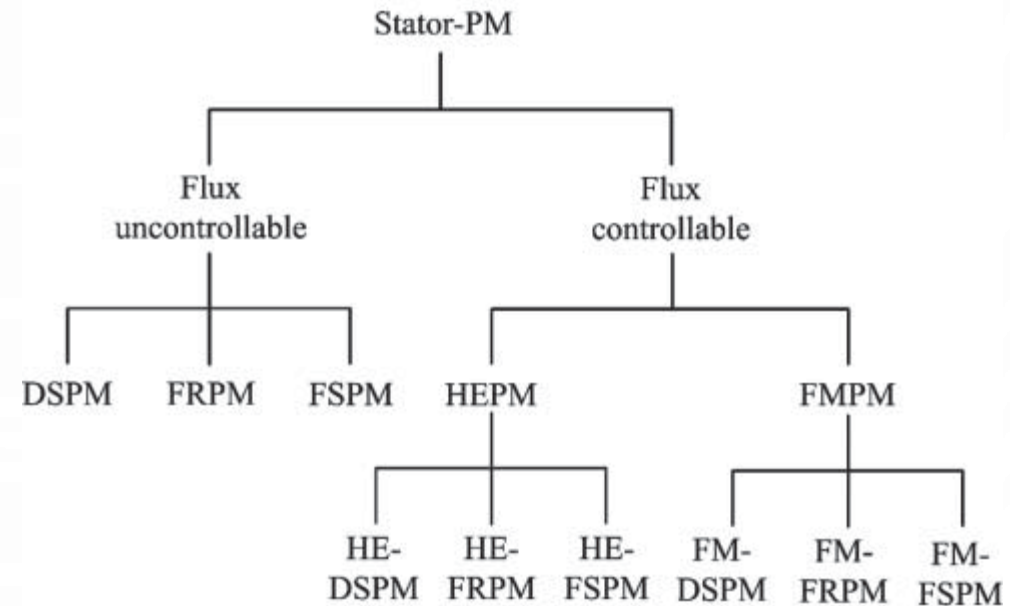


6. NAPREDNI ELEKTROMOTORNI POGONI ZA EV



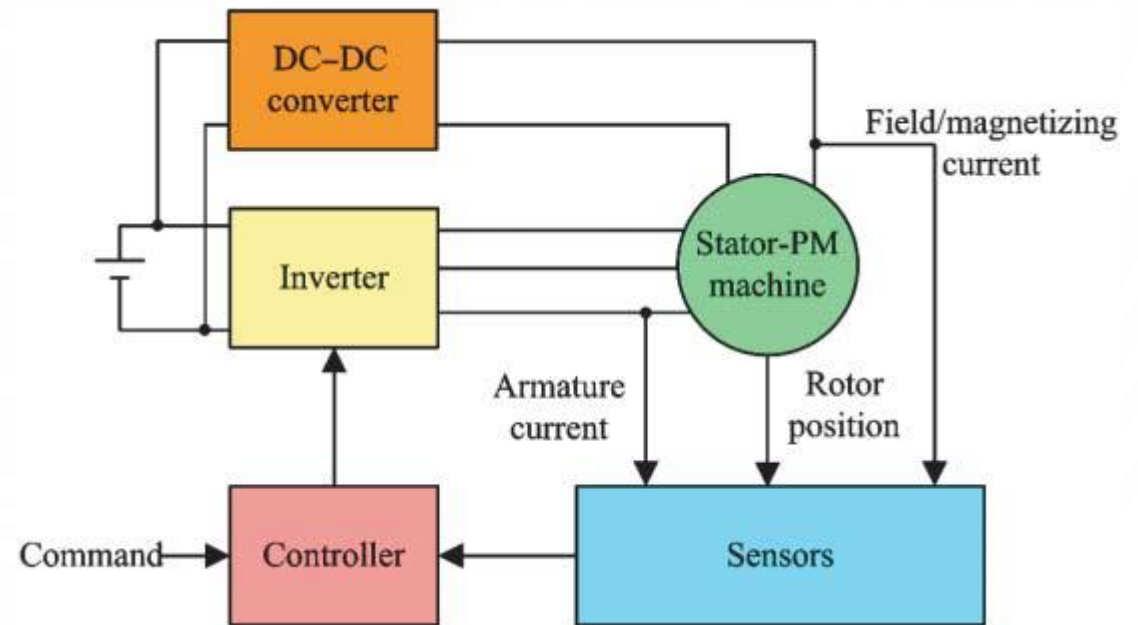
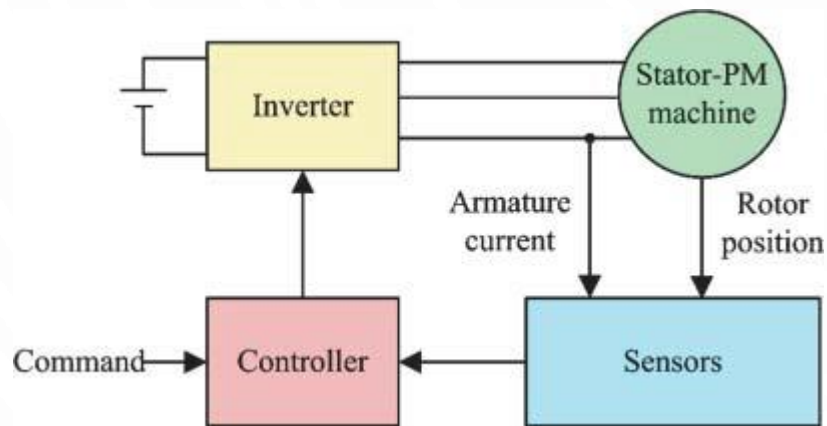
7. ELEKTROMOTORNI POGONI SA STALNIM MAGNETOM NA STATORU

- Za razliku od tradicionalnih pogona bezčetkastih motora sa permanentnim magnetima (PM), pogoni motora sa PM na statoru imaju jasne prednosti jer su svi PM materijali smješteni na statoru, dok je rotor jednostavno gvozdена jezgra sa istaknutim polovima. To omogućava veću robusnost pri radu na visokim brzinama i bolju termičku stabilnost PM materijala.
- Pogoni motora sa PM u statoru obuhvataju:
 - DSPM – dvostruko izraženi permanentni magnet (doubly-salient permanent magnet)
 - FRPM – permanentni magnet sa obrnutim tokom (flux-reversal permanent magnet)
 - FSPM – permanentni magnet sa preklapajućim tokom (flux-switching permanent magnet)
 - HEPM – hibridno pobuđeni permanentni magnet (hybrid-excited permanent magnet)
 - FMPM – permanentni magnet sa memorijskim tokom (flux-mnemonic permanent magnet)



7. ELEKTROMOTORNI POGONI SA STALNIM MAGNETOM NA STATORU

- Konfiguracija singly-fed i double-fed elektromotornih pogona sa PM na statoru



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



Univerzitet u Istočnom Sarajevu
Elektrotehnički fakultet
Bosna i Hercegovina