

PRETVARAČI ENERGETSKE ELEKTRONIKE U ELEKTRIČNIM VOZILIMA

Prvi dio

Prof. dr Srđan Lale

Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Elektrotehnički fakultet

Uvod

- ▶ Električna vozila (EV), uključujući baterijska električna vozila (BEV), hibridna električna vozila (HEV), plug-in hibridna električna vozila (PHEV), i električna vozila sa gorivnim ćelijama (FCEV), postaju sve uobičajenija u sektoru saobraćaja u posljednje vrijeme.
- ▶ Trenutni trend sugerše da bi ovaj način saobraćaja mogao da zamijeni vozila sa motorima sa unutrašnjim sagorijevanjem (ICE) u bliskoj budućnosti.
- ▶ Svaka od glavnih komponenti EV ima niz tehnologija koje su trenutno u upotrebi ili bi mogle postati istaknute u budućnosti.
- ▶ EV mogu izazvati značajan uticaj na životnu sredinu, elektroenergetski sistem i druge povezane sektore. U posljednje vrijeme, EV postaju sve popularnija, što ima mnogo razloga.

Uvod

- ▶ Najznačajniji razlog je njihov doprinos smanjenju emisije gasova sa efektom staklene bašte (GHG). 2009. godine sektor saobraćaja je emitovao 25% GHG-a, koje su proizvedeni od strane sektora vezanih za energiju. Očekuje se da će EV, sa dovoljnom zastupljenošću u saobraćaju, smanjiti tu cifru, ali ovo nije jedini razlog koji vraća ovaj stari i nekada zamrli koncept u život. Ovaj put se vraća kao komercijalno isplativ i dostupan proizvod. Kao vozilo, EV je tiho, lako za vožnju i ne zahtijeva nikakve troškove goriva koji su povezani sa konvencionalnim vozilima.
- ▶ Kao način urbanog transporta, EV su veoma korisna. Ne koriste nikakvu uskladištenu energiju niti izazivaju štetnu emisiju dok stoje, sposobna su za učestalu vožnju od starta do zaustavljanja, pružaju ukupni obrtni moment od pokretanja i ne zahtijevaju nikakva putovanja do benzinskih stanica.
- ▶ Takođe, ne doprinose stvaranju smoga koji čini atmosferu grada veoma zagađenom.
- ▶ Trenutni obrtni moment u EV čini njegove performanse veoma poželjnim za učešće u moto sportovima. Tišina i nizak infracrveni potpis im takođe daju vrijednost za vojnu upotrebu.

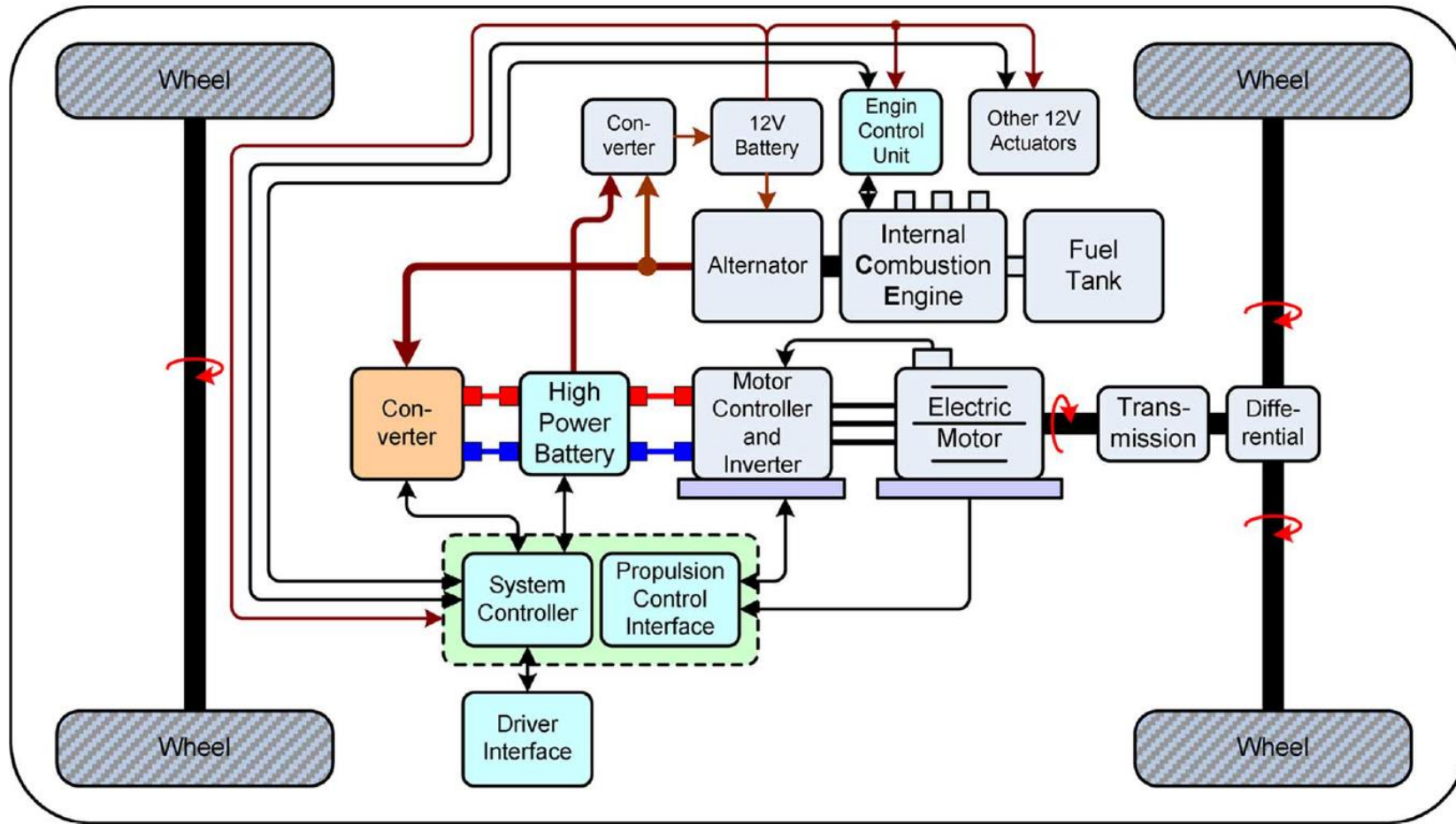
Uvod

- ▶ Ideja da se koriste električni motori za pokretanje vozila pojavila se nakon inovacije samog motora. Od 1897. do 1900. godine, EV su činila 28% ukupnog broja vozila i bila su omiljena u odnosu na vozila sa motorima sa unutrašnjim sagorijevanjem. Međutim, motori sa unutrašnjim sagorijevanjem su dobili zamah nakon toga, a uz vrlo niske cijene nafte, ubrzo su osvojili tržište, postali mnogo zreliji i napredniji, a EV su pala u zaborav. Mogućnost reinkarnacije pojavila se u obliku EV koncepta kompanije General Motors, koji je pokrenut 1996. godine, i brzo postao vrlo popularan. Drugi vodeći proizvođači automobila, uključujući Ford, Toyota i Honda, takođe su proizveli svoja EV.
- ▶ Toyota Prius, izuzetno uspješan hibridni automobil, proizveden je u Japanu 1997. godine, sa 18.000 prodatih jedinica u prvoj godini proizvodnje. Danas skoro nijedno od tih električnih vozila iz dvadesetog vijeka ne postoji; izuzetak se može napraviti za Toyota Prius, koji još uvijek uspješno funkcioniše u boljoj i evoluiranoj formi. Sada tržištem dominiraju Nissan Leaf, Chevrolet Volt i Tesla Model S, dok je kinesko tržište pod dominacijom BYD Auto Co., Ltd (Nacionalna visoko-tehnološka industrijska razvojna zona, Xi'an, Kina).

Vrste električnih vozila

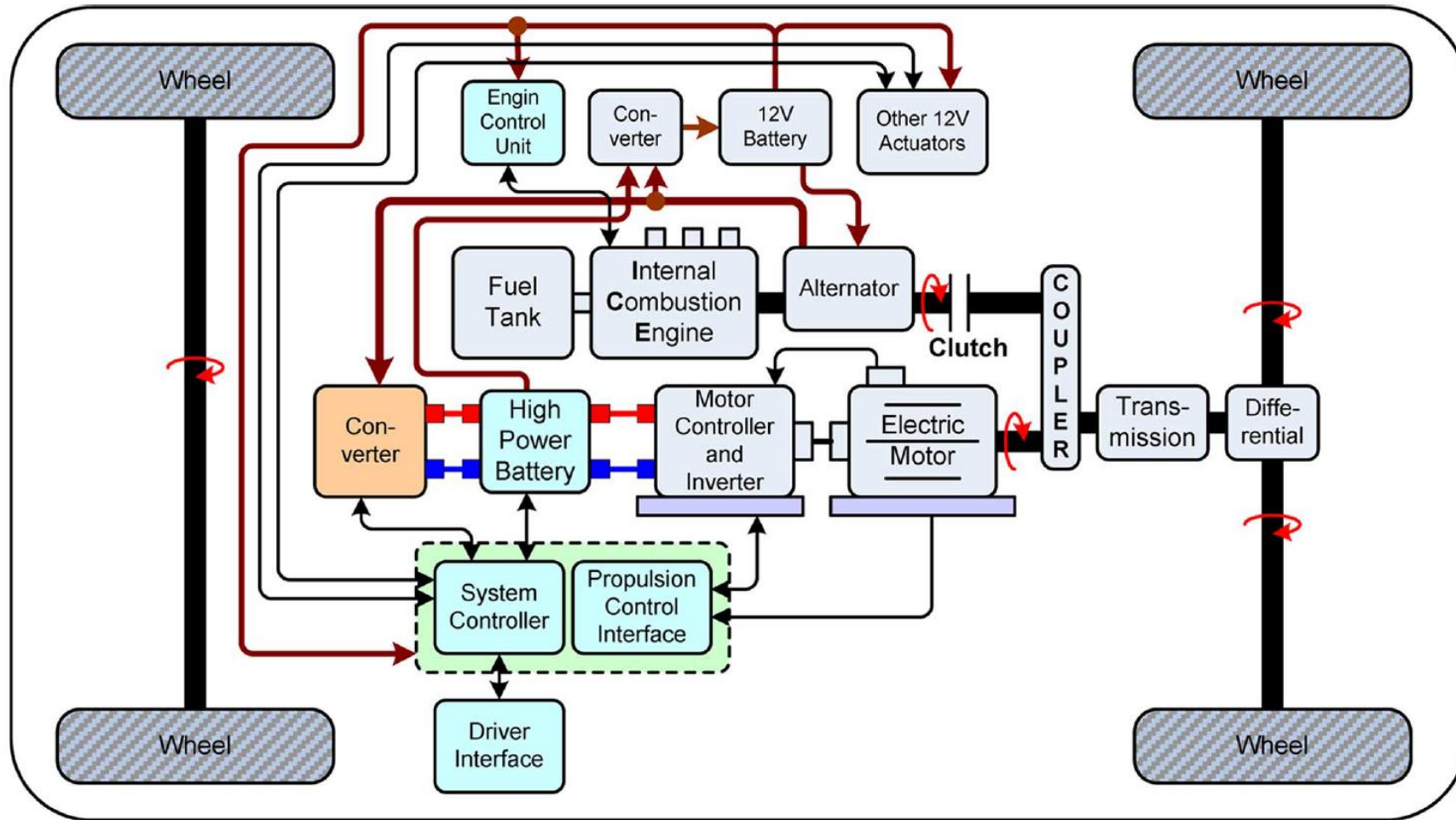
- ▶ EV se mogu smatrati kombinacijom različitih podsistema i tehnologija. EV mogu raditi isključivo na električni pogon, ili mogu imati motor sa unutrašnjim sagorijevanjem (ICE) koji radi zajedno sa njima. Imati samo baterije kao izvor energije čini osnovnu vrstu EV, ali postoje vrste koje mogu koristiti druge izvore energije. One se mogu nazvati hibridnim električnim vozilima (HEV). Međunarodna tehnička komisija, koja reguliše oblast elektromotora na putevima, predložila je da se vozilima koja koriste dva ili više tipova izvora energije, skladišta energije ili pretvarača može nazvati HEV, sve dok barem jedan od njih obezbjeđuje električnu energiju.
- ▶ Ova definicija omogućava mnoge kombinacije za HEV-ove kao što su ICE i baterija, baterija i flywheel, baterija i kondenzator, i baterija i gorivna ćelija (FC). Stoga su i populacija i stručnjaci počeli da nazivaju vozila sa kombinacijom ICE i električnog motora kao HEV, ona sa baterijom i kondenzatorom kao ultra-kondenzator (UC)-asistirane EV, a ona sa baterijom i gorivnom ćelijom kao FCEV. Ove terminologije su postale široko prihvaćene i prema ovoj normi.
- ▶ EV se mogu kategorizovati na sljedeći način:
 - BEV,
 - HEV,
 - PHEV, i
 - FCEV.

Vrste električnih vozila



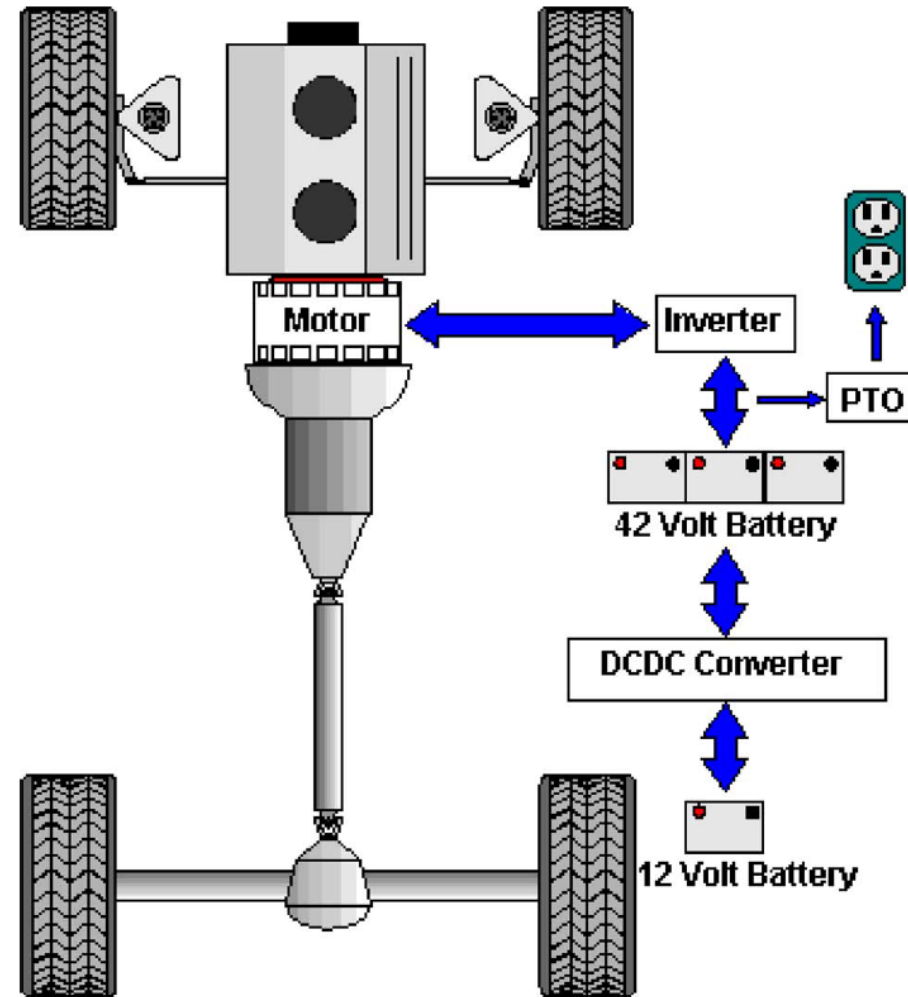
Serijski sistem propulzije hibridnog vozila (HEV)

Vrste električnih vozila



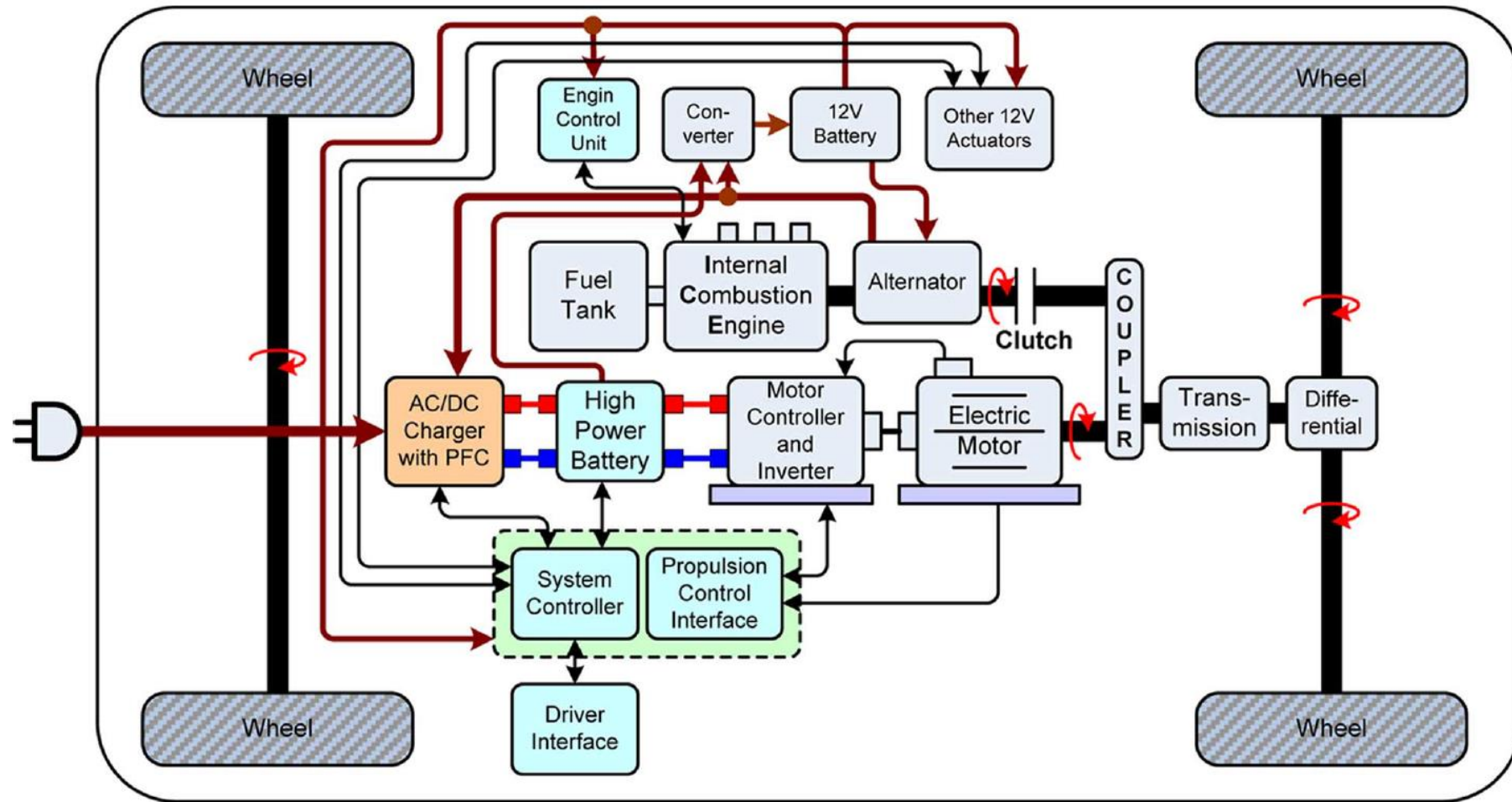
Paralelni sistem propulzije hibridnog vozila (HEV)

Vrste električnih vozila



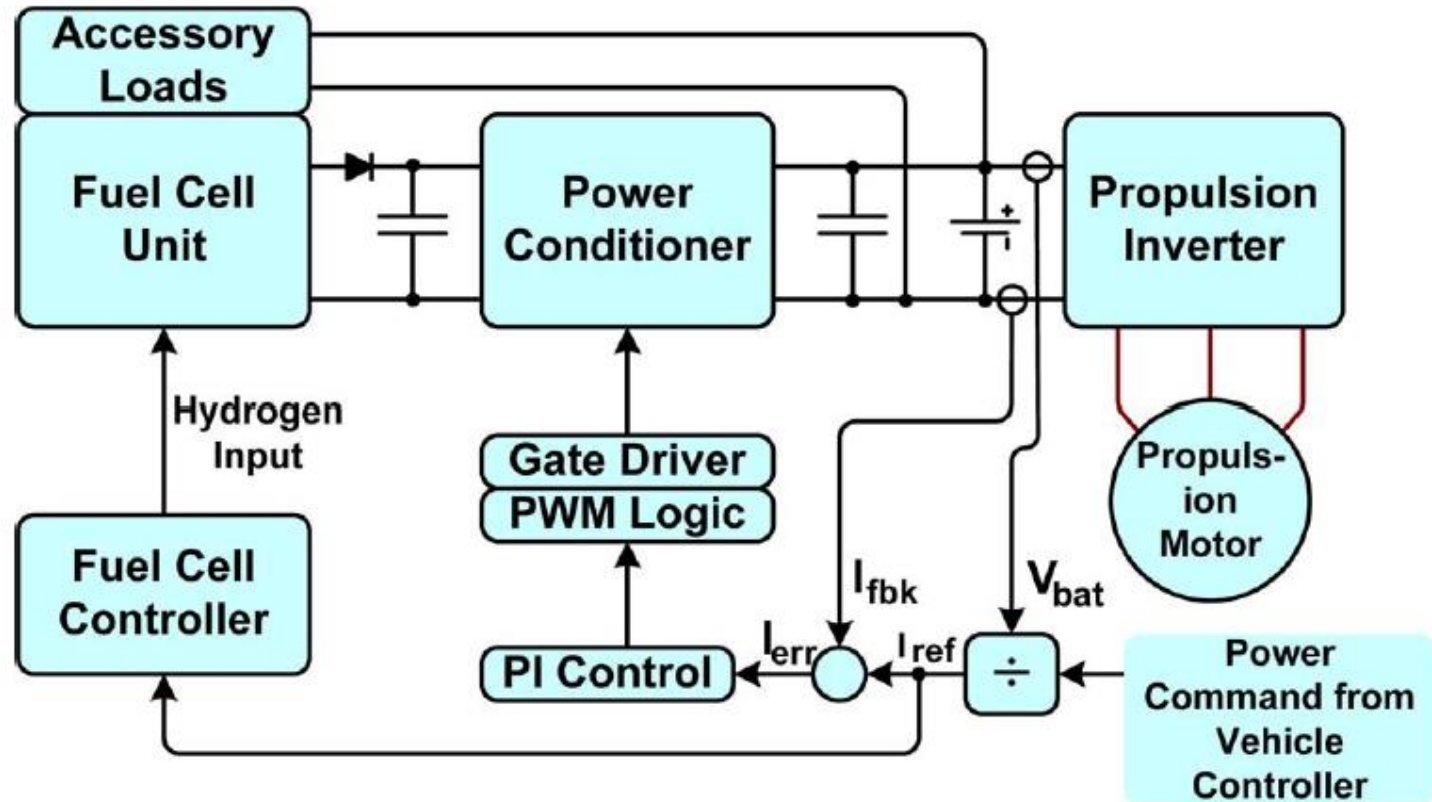
Integrirani starter-generator (ISG) zasnovan na arhitekturi sistema Energen-10 (HEV)

Vrste električnih vozila



Hibridno električno vozilo sa spoljašnjim punjenjem - paralelna konfiguracija (PHEV)

Vrste električnih vozila



Tipičan sistem vozila sa gorivnim ćelijama (FCEV)

Baterije

- ▶ Osnovni zahtjev za čista EV je prenosivi izvor električne energije, koja se pretvara u mehaničku energiju u električnom motoru za pogon vozila.
- ▶ Električna energija se obično dobija kroz pretvaranje hemijske energije u uređajima kao što su baterije i gorivne ćelije. Među dostupnim izborom prenosivih izvora energije, baterije su najpopularniji izvor energije za EV.
- ▶ EV, koja su danas komercijalno dostupna, koriste baterije kao izvor električne energije. Željene karakteristike baterija za EV aplikacije su visoka specifična snaga, visoka specifična energija, veoma brzo punjenje, mogućnost punjenja tokom regenerativnog kočenja i dug životni vijek.
- ▶ Glavne vrste punjivih baterija koje se koriste ili se razmatraju za EV su sljedeće:

Baterije

- Nikal-metal-hidridne (NiMH),
 - Litijum-jonske (Li-ion),
 - Litijum-polimerne (Li-pol), i
 - Natrijum-sumporne.
- ▶ Tehnologija litijum-jonskih baterija je najperspektivnija među četiri pomenute tehnologije izrade baterija.
 - ▶ Postoji nekoliko različitih vrsta litijum-jonskih baterija, uključujući litijum-željezo-fosfatne, litijum-titanatne, litijum-manganske i litijum-kobaltne.
 - ▶ Izbor za određenu vrstu litijum-jonskih baterija zavisi od tipa EV.

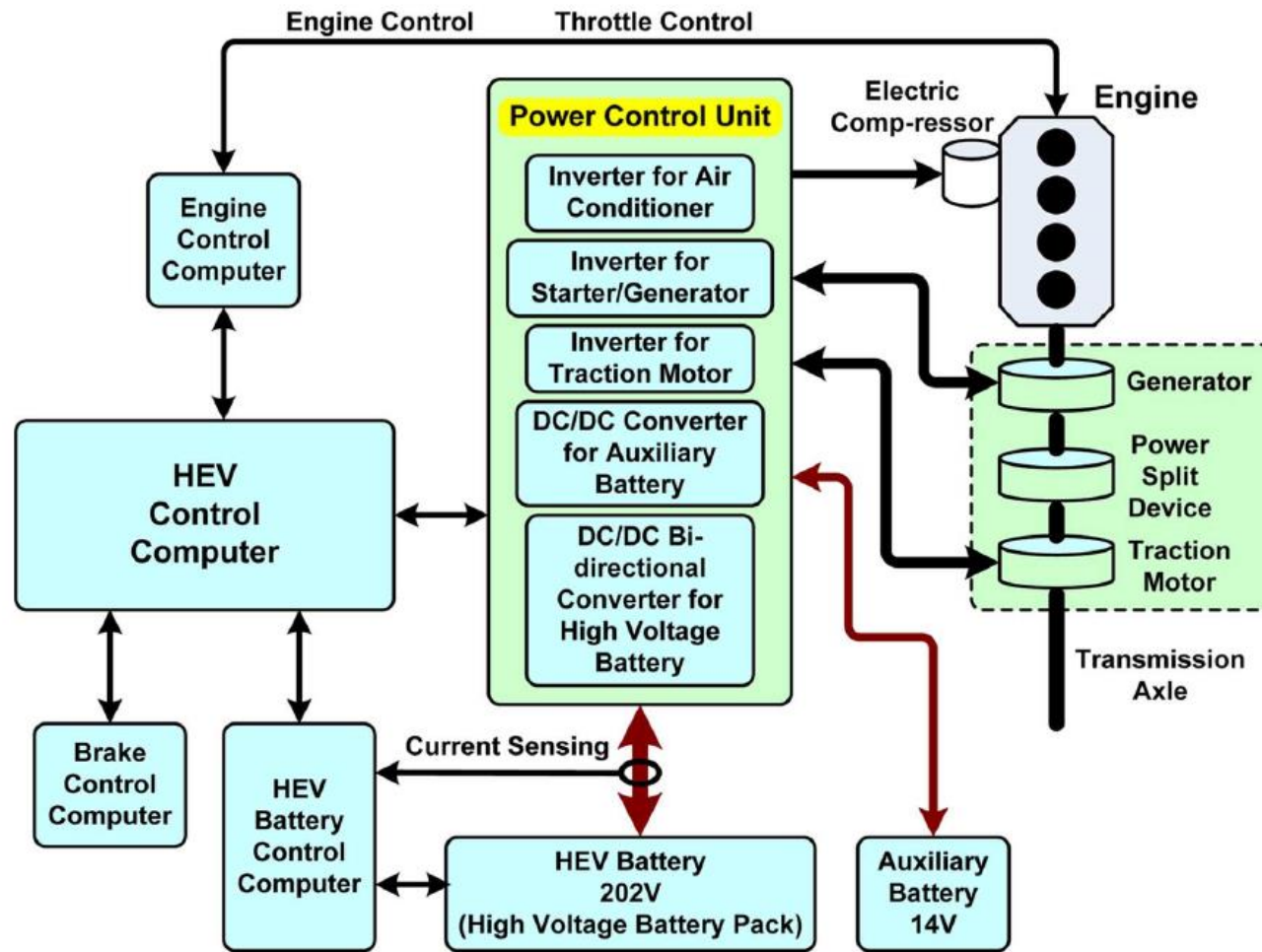


Energetska elektronika u električnim vozilima

- ▶ Snažni prekidači, električni motori i odgovarajući upravljački sistemi i komponente igraju ključnu ulogu u donošenju EV na tržište sa pouzdanošću i pristupačnošću.
- ▶ Sistem energetske elektronike treba da bude efikasan kako bi poboljšao autonomiju EV i ekonomičnost goriva.
- ▶ Izbor poluprovodničkih komponenti, pretvarača/invertora i upravljanja, zatim pakovanje pojedinačnih jedinica i integracija sistema su od ključnog značaja za razvoj efikasnih EV visokih performansi.
- ▶ Pored snažnih poluprovodničkih komponenti i kontrolera, postoji i niz ostalih komponenti poput kondenzatora, zavojnica, magistrala, rashladnih sistema itd., koje čine jednu cjelinu sistema energetske elektronike u EV.

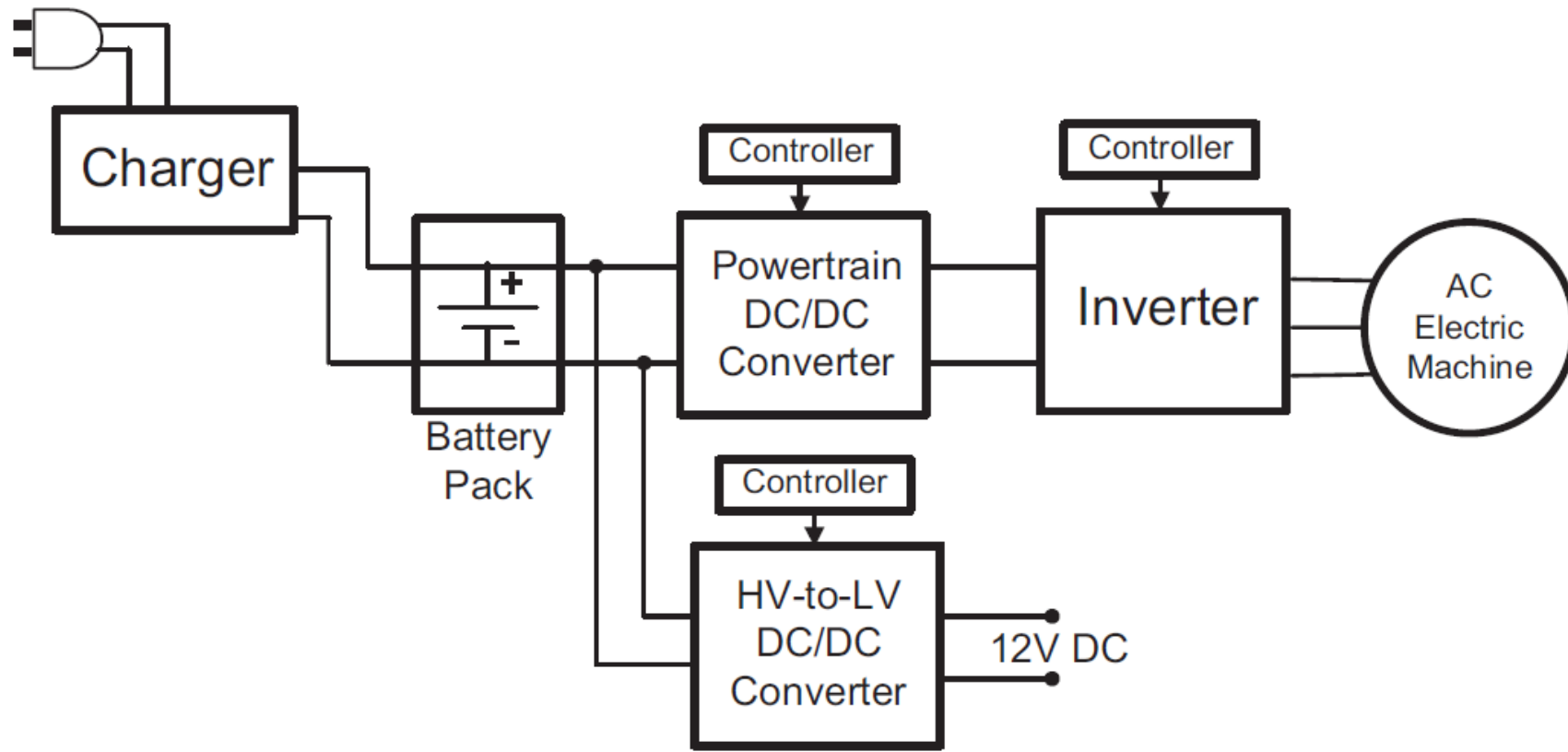
Energetska elektronika u električnim vozilima

► Primjer:



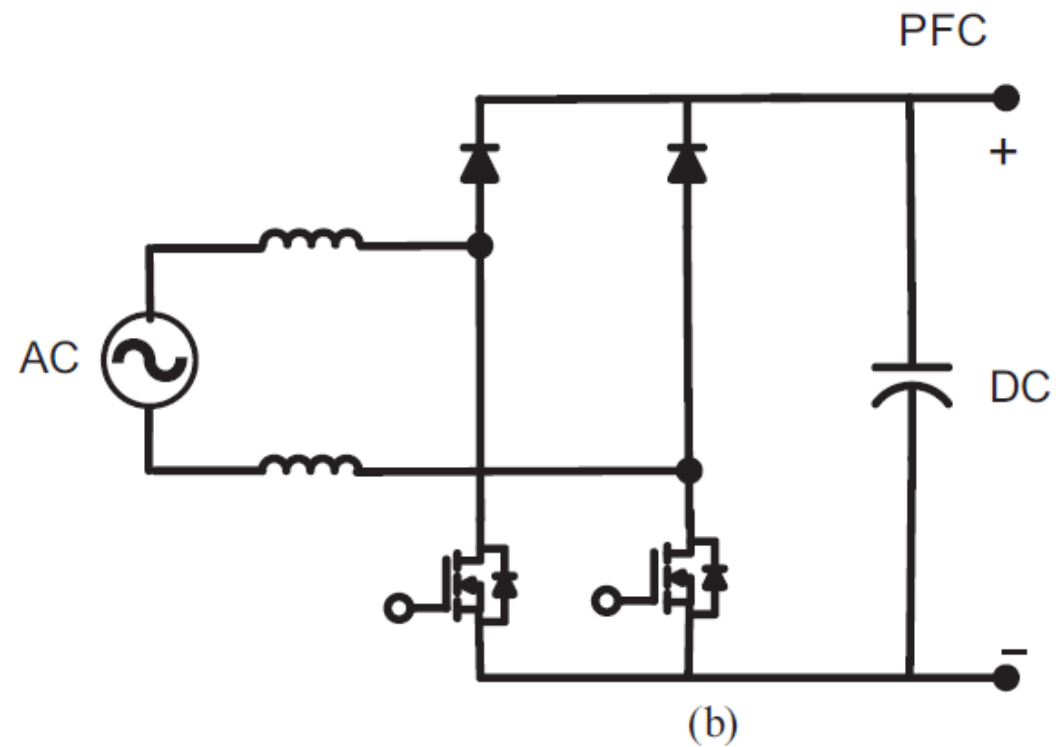
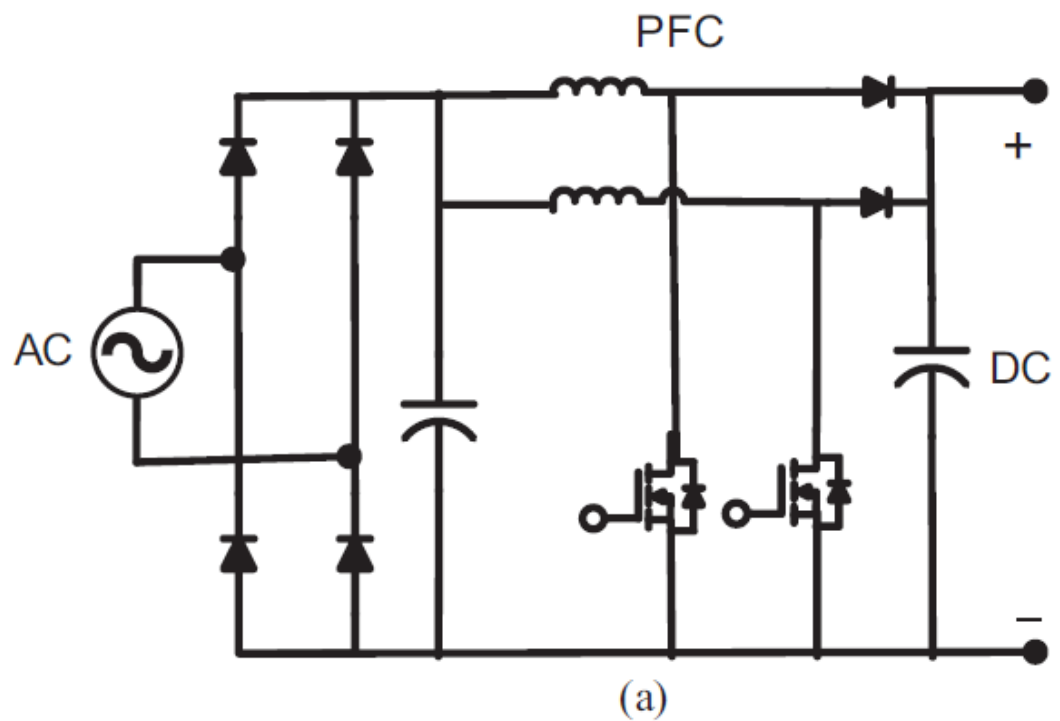
Upravljačka jedinica (Toyota Hybrid Synergy II)

Energetska elektronika u električnim vozilima



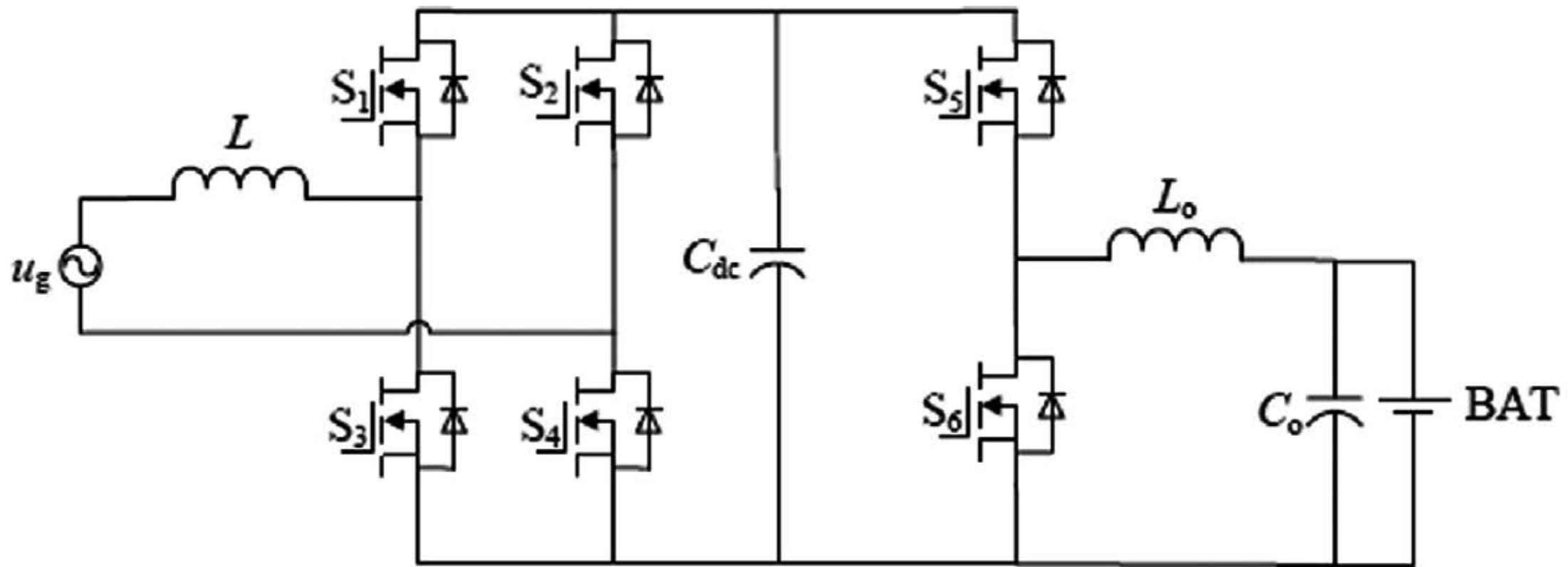
Pretvarači energetske elektronike u EV

Punjači baterija



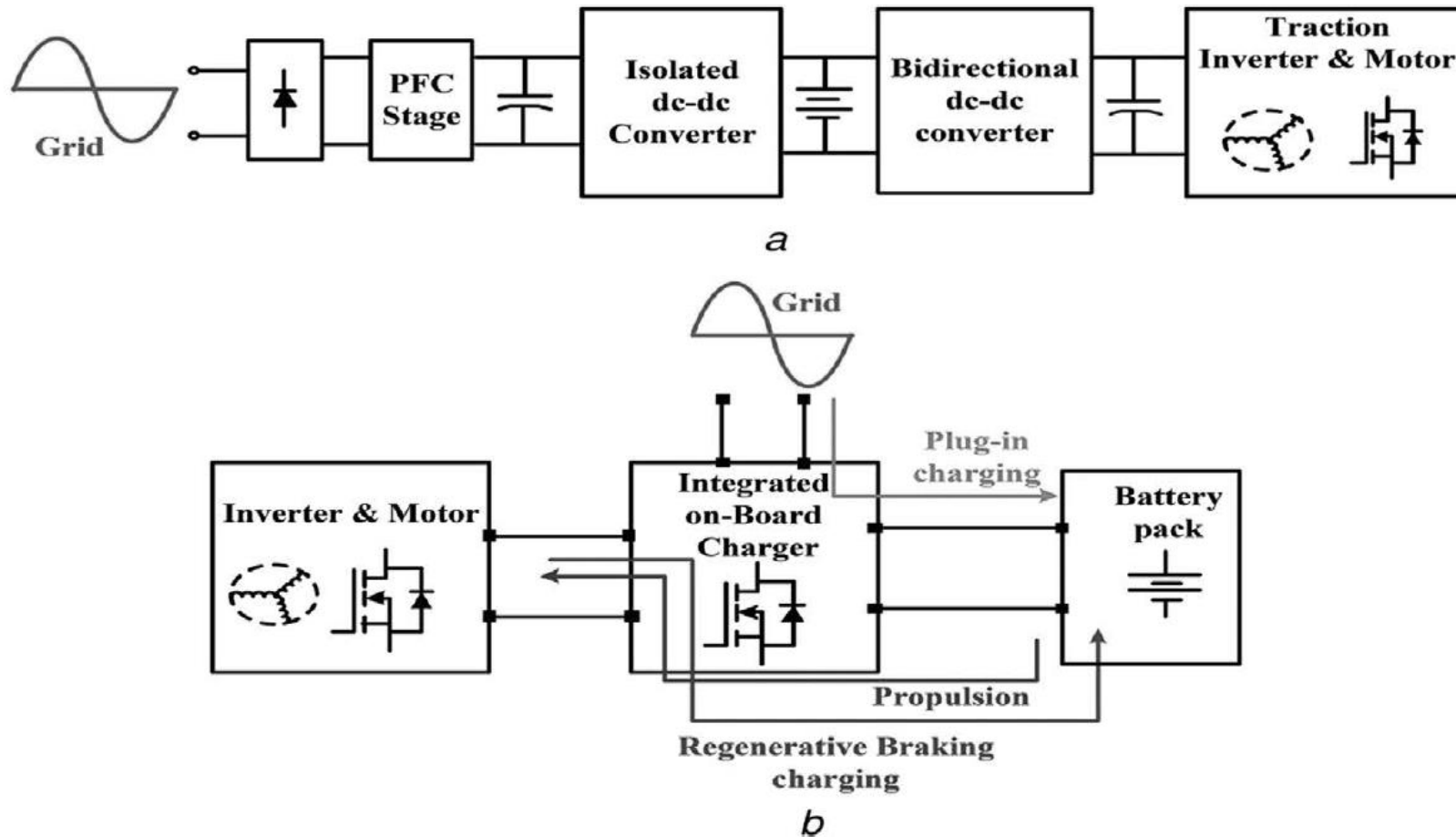
Topologije prednje strane za ugrađeni punjač baterija (OBC):
(a) višefazni PFC i (b) bridgeless PFC

Punjači baterija



Topologija neizolovanog bidirekcionog punjača

Punjači baterija

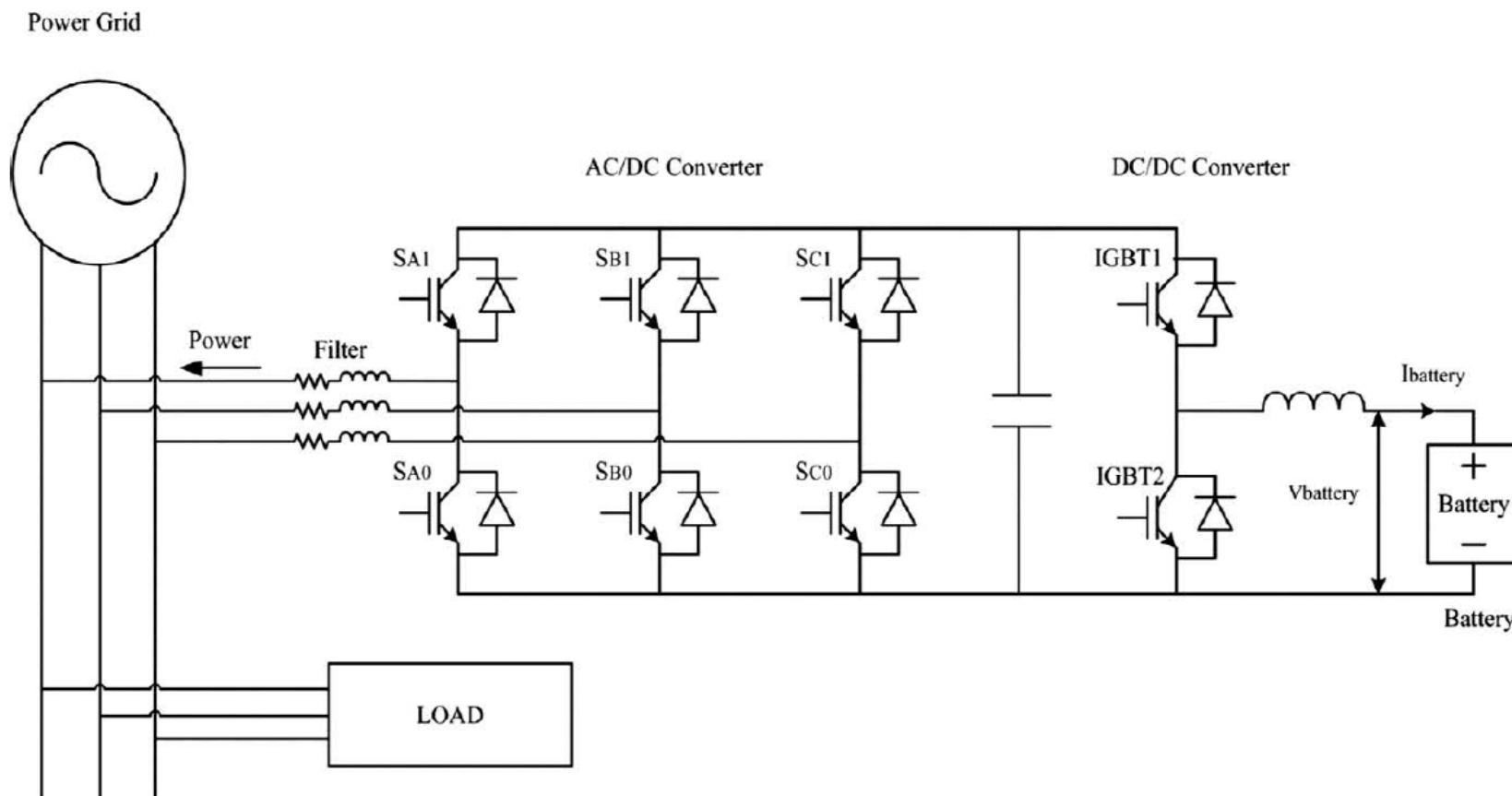


Blok dijagram punjenja baterije EV:

(a) sa konvencionalnim dvostepenim punjačem i

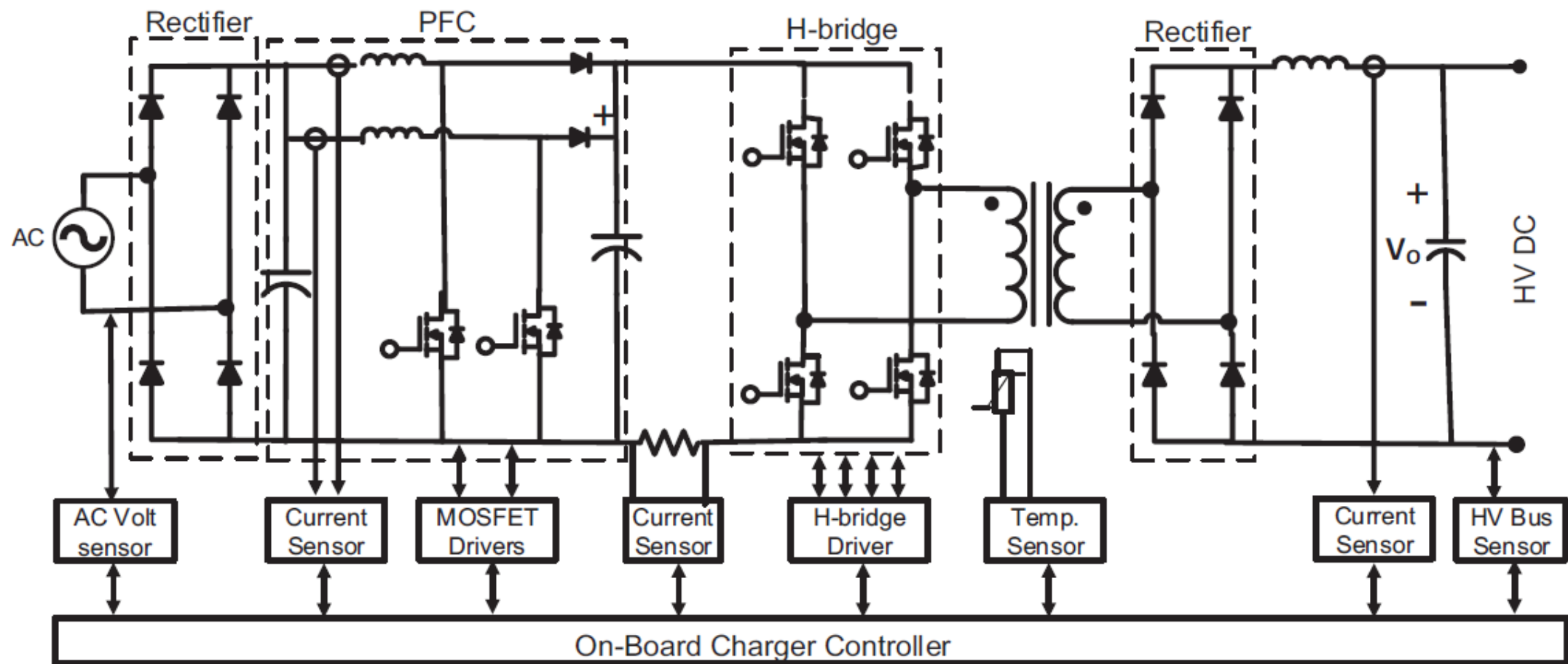
(b) sa integrisanim pretvaračem (AC/DC i DC/DC pretvarači)

Punjači baterija



Trofazni bidirekcionni pretvarač

Punjači baterija



OBC topologija