

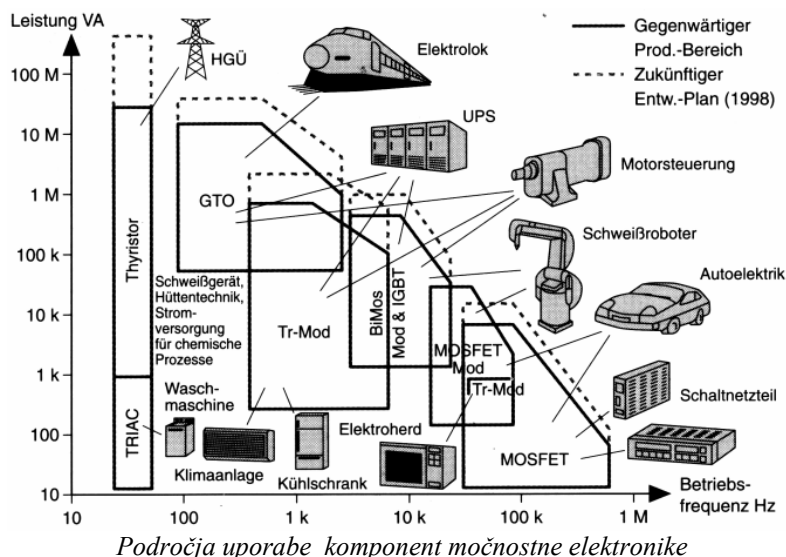
7 MOČNOSTNA ELEKTRONIKA

7.1 PODROČJA UPORABE KOMPONENT MOČNOSTNE ELEKTRONIKE

V področje močnostne elektronike prištevamo komponente in elektronska vezja, ki omogočajo krmiljenje, regulacijo in posredno druge tehnološke postopke (npr. induktivno segrevanje), pri katerih se krmilijo moči od nekaj kW naprej.

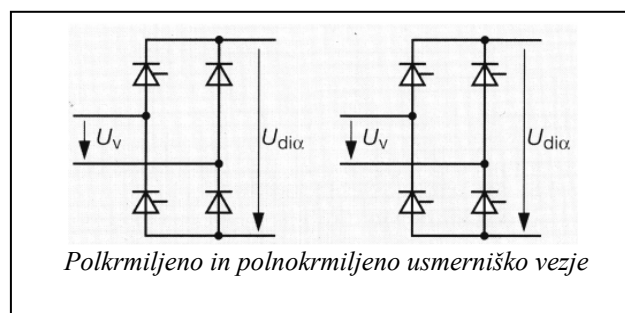
Najznačilnejši predstavniki so:

- Frekvenčni pretvorniki
- Elektronske varilne naprave
- Električna vleka (žičnice,...)
- Regulacija vrtljajev motorjev
- Napetostni pretvorniki-UPS
- Elektronski transformatorji
- Induktivno segrevanje
- Mikrovalovno segrevanje
- Elektronika v energetiki

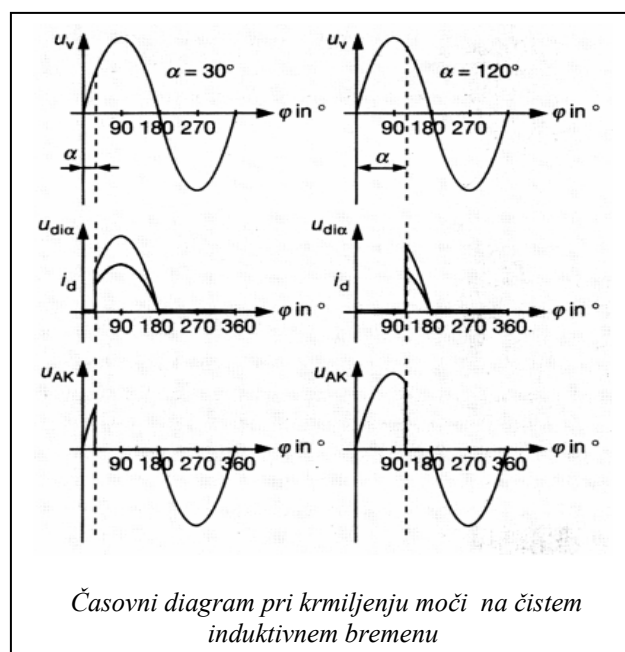
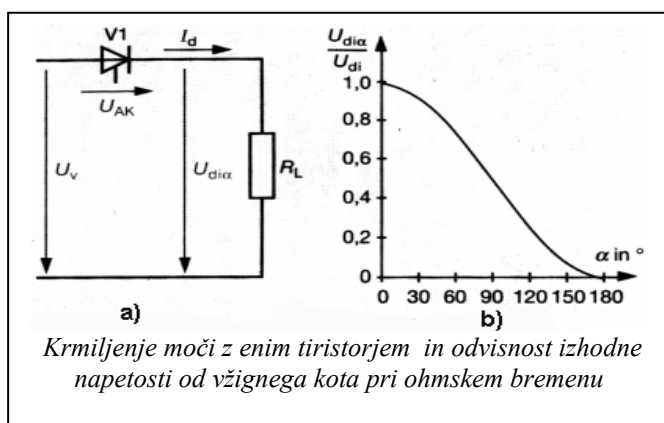


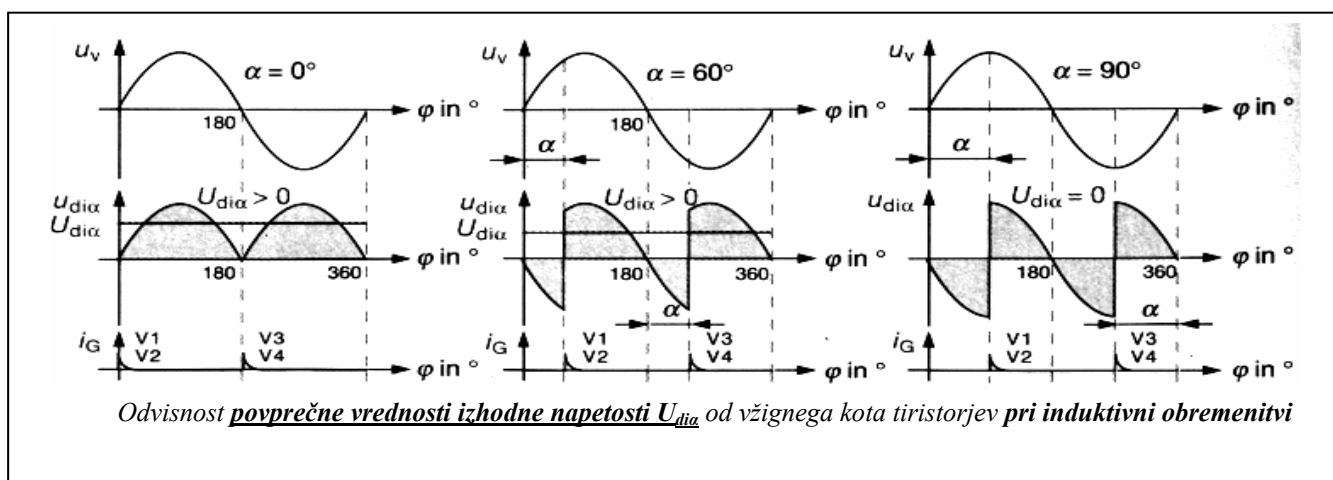
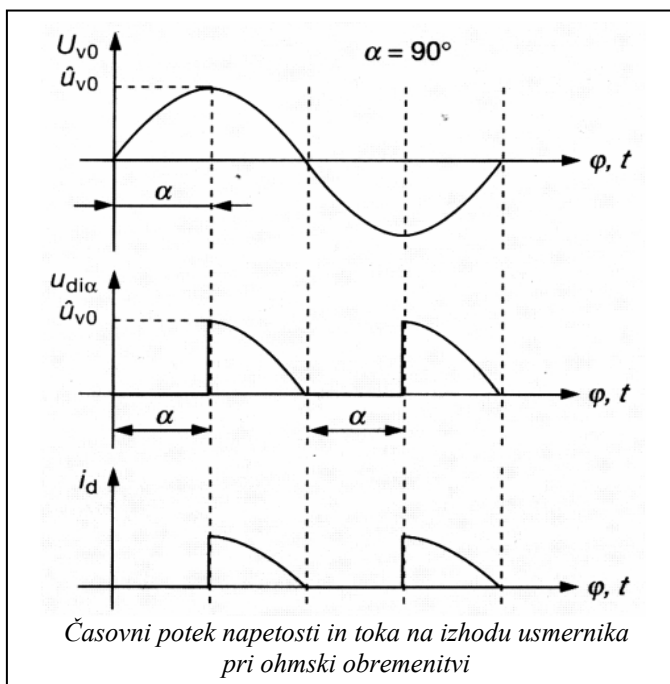
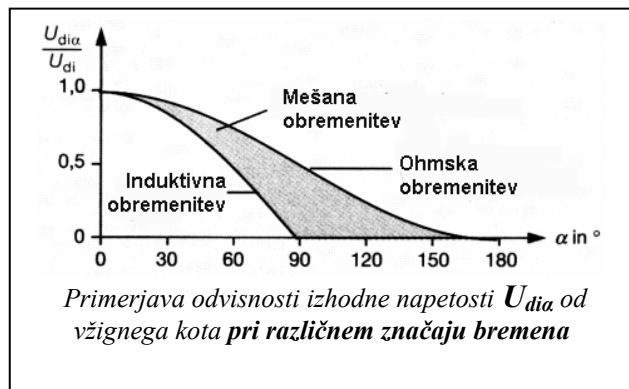
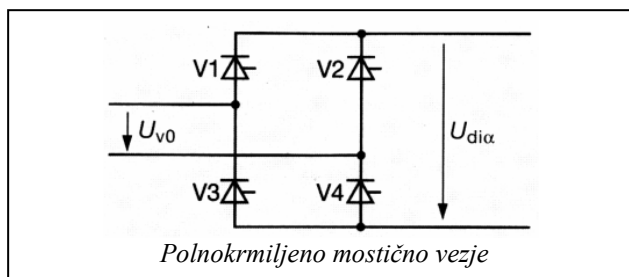
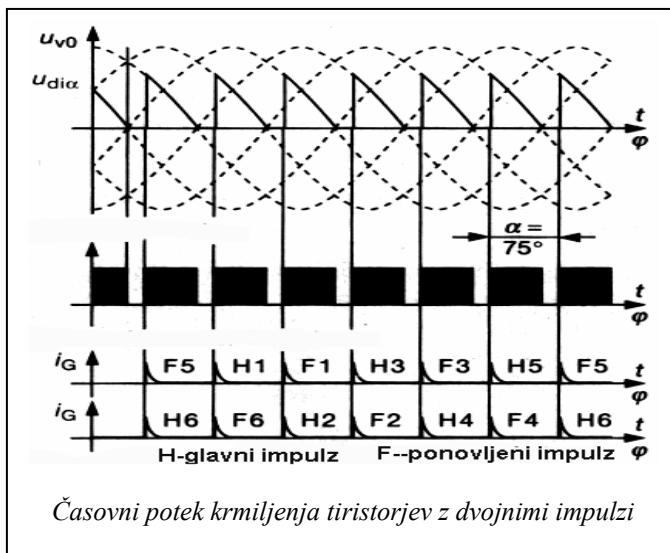
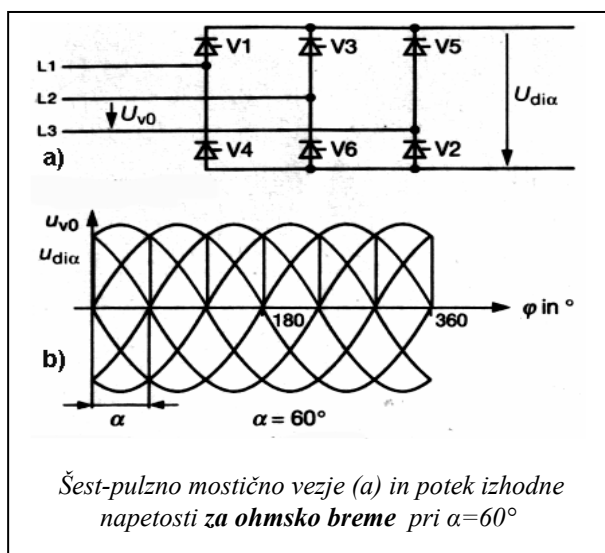
7.2 KRMILJENI USMERNIKI

Pri krmiljenih usmernikih so usmerniške diode zamenjane z tiristorji. Na izhodu takšnega vezja dobimo pulzirajočo enosmerno napetost, katere velikost je odvisna od velikosti vhodne izmenične napetosti, vrste bremena in faznega kota krmilnega impulza. Krmiljeni usmerniki omogočajo spremenljivo enosmerno napetost na podlagi konstantne izmenične napetosti. Običajno že zadošča, da je v vsaki veji usmernika le eden tiristor, ki določa časovno odpiranje tokovne poti, diode pa imajo pasivno vlogo - polkrmiljen usmernik. V drugih primerih pa se tiristorji odpirajo po pari-h-polnokrmiljen usmernik..



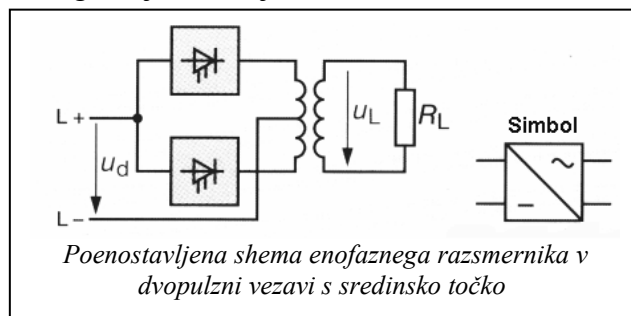
Krmiljenje moči z enim tiristorjem



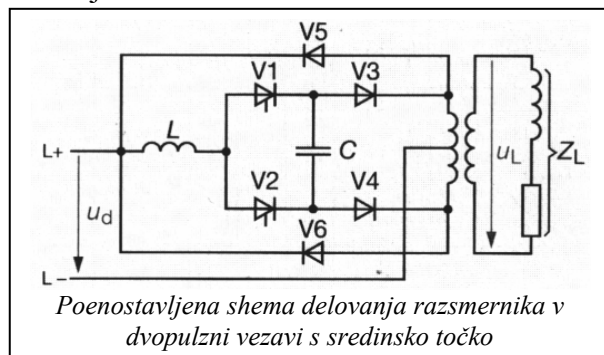
Krmiljenje moči s polnokrmiljenim enofaznim mostičnim vezjem - B2C**Krmiljenje moči s polnokrmiljenim trifaznim mostičnim vezjem - B6C**

7.3 RAZSMERNIKI (INVERTERJI)

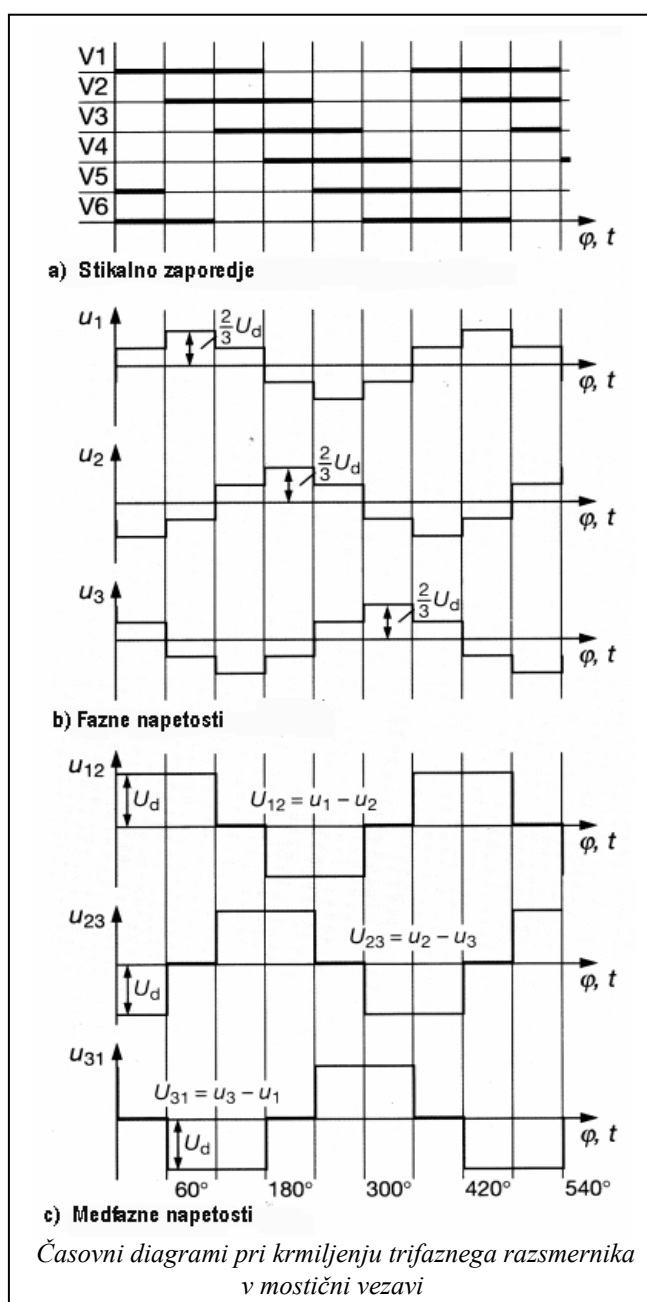
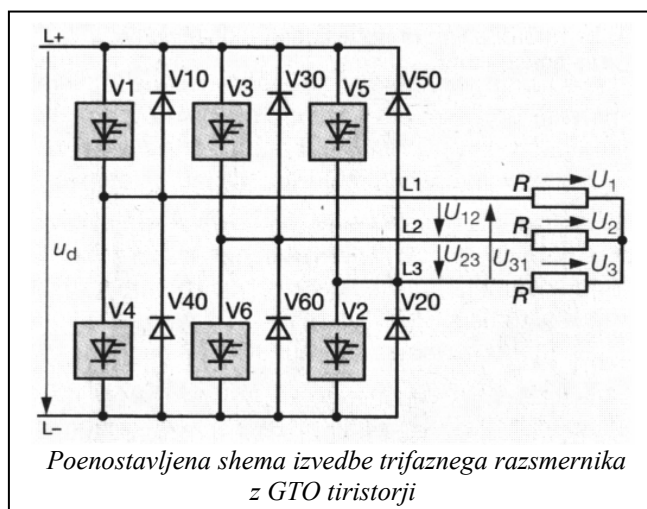
Razsmerniki so pretvorniki energije enosmerne napetosti v izmenično. Iz slike je razvidno, da se morata dva tiristorja izmenično vključevati in bipolarno vzbujati transformator. Na sekundarni stani dobljena izmenična napetost je pravokotne oblike in frekvenca, ki jo določa krmilno vezje za vžig oz. ugašanje tiristorjev.



Na poenostavljeni shemi razsmernika je kondenzator C namenjen ugašanju tiristorjev, diodi V3 in V4 preprečujeta praznjenje kondenzatorja preko primarnega navitja, diodi V5 in V6 omejujejo inducirane napetostne konice in preprečujeta poškodovanje tiristorjev. Frekvenca je nastavljiva v širokem delovnem območju.



Pri večfaznih izvedbah razsmernikov (slika 10.16) mora krmilno vezje zagotavljati tudi medsebojni fazni kot med posameznimi fazami na izhodu kot je prikazano na sliki 10.18. K tiristorjem antiparalelno vezane diode od V10 do V60 omejujejo negativne napetostne konice povzročene zaradi indukcije. Izhodne napetosti so pri tej izvedbi približno pravokotne oblike, efektivna vrednost pa je odvisna neposredno od velikosti napetosti na vходу U_d . Bolj sinusno obliko izhodne napetosti je možno doseči z impulzno-širinsko izvedbo razsmernika in poleg tega je možno spreminjati še efektivno vrednost. Zaradi teh prednosti je impulzno-širinska izvedba uporabljiva pri frekvenčnih pretvornikih.



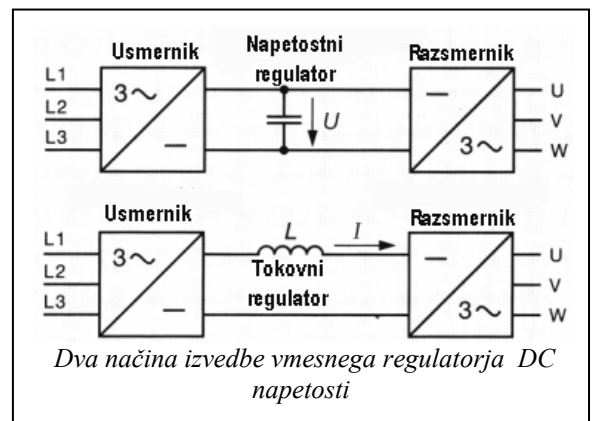
7.4 FREKVENČNI PRETVORNIKI

7.4.1 SPLOŠNE ZNAČILNOSTI

Frekvenčni pretvorniki so naprave, ki pretvarjajo električno energijo ene frekvence v izmenično napetost druge frekvence. Pri tem je možno drugačno ali enako število faz in različno fazno zaporedje. Najpogosteje se uporabljajo za krmiljenje vrtljajev izmeničnih trifaznih elektromotorjev.

Po načinu delovanja lahko frekvenčne pretvornike razdelimo na tiste z **vmesnim napetostnim oz. tokovnim regulatorjem** in **direktne pretvornike**. Pri relativno širokem razponu izhodne frekvence se mora v smislu doseganja enake moči na elektromotorju, prilagajati tudi efektivna vrednost izhodne napetosti.

S frekvenco se namreč bistveno spreminja tudi induktivna upornost navitja katera neposredno vpliva na velikost toka. Pri nižjih frekvencah je nižja tudi induktivna upornost navitja zato mora biti napetost nižja, da ni tokovne prekoračitve. Nasprotno je potrebno pri višjih frekvencah zaradi zvišane induktivne upornosti napetost zvišati, da je dosežen ustrezen tok. Ta odvisnost je določena z ustrežno U/f karakteristiko.

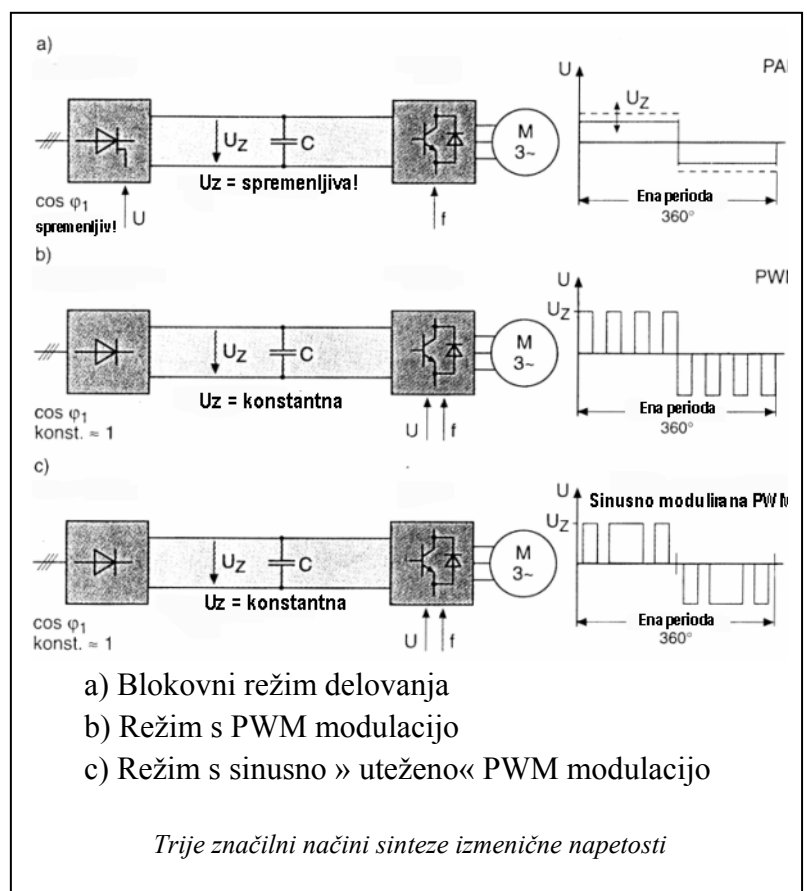


7.4.2 NAČINI DELOVANJA FREKVENČNIH PRETVORNIKOV

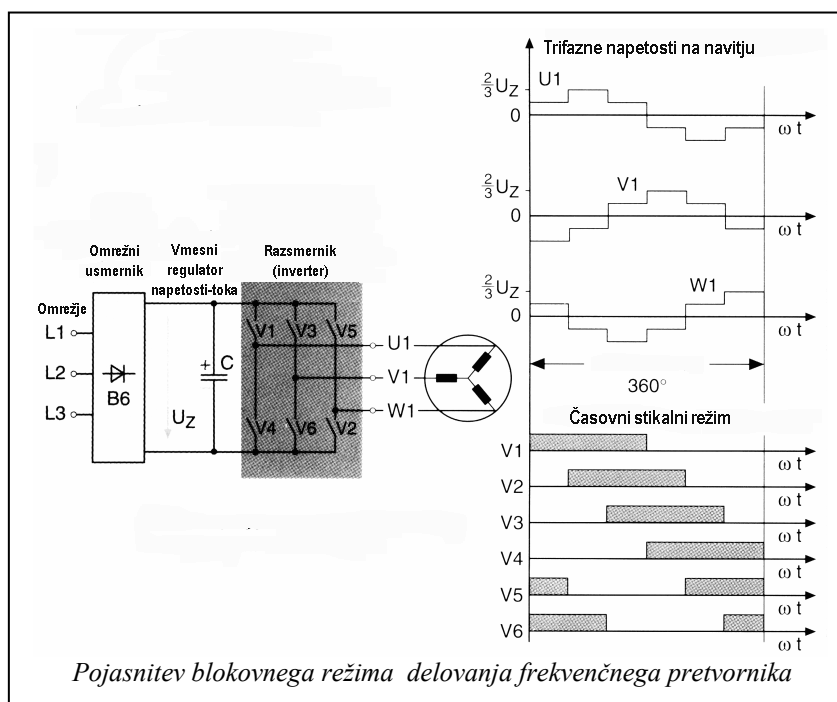
Frekvenčni pretvorniki so v izvedbah z bipolarnimi tranzistorji, MOSFET-ti, IGBT komponentami ali tiristorji, ki so lahko v posameznih ohišjih ali pa v novejšem času pogosteje v obliki inteligentnih modulov modulov.

Sinteza izmenične napetosti je možna s pomočjo PAM oz. PWM moduliranih krmilnih signalov. V tem smislu so značilni sledeči režimi delovanja.

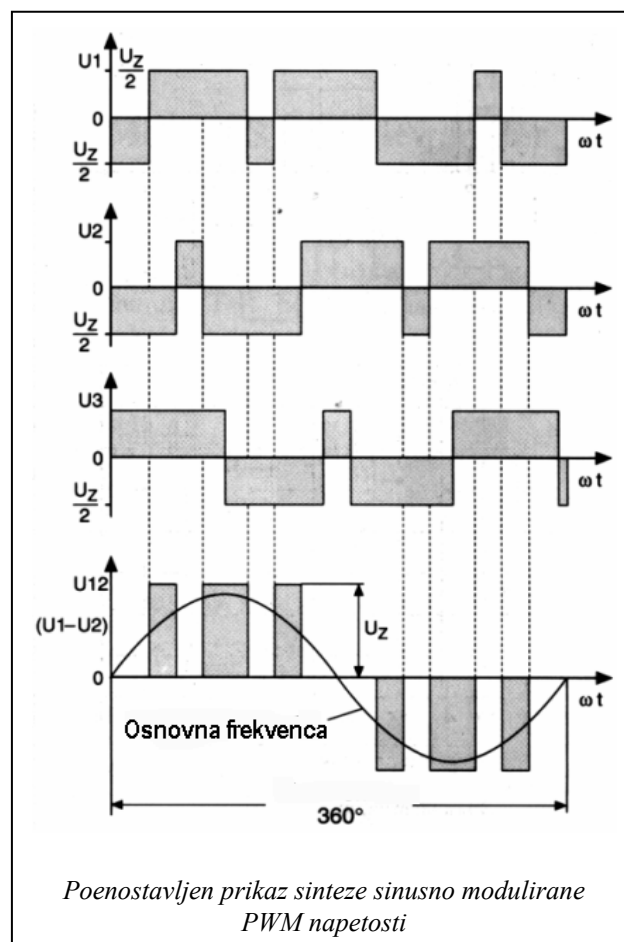
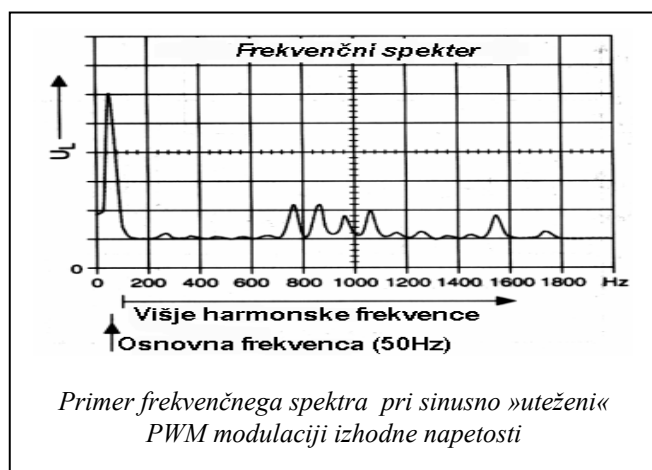
PAM - blokovni režim (a) delovanja zahteva relativno enostavno krmiljenje, vendar pa predstavljajo problem izrazite višje harmonske komponente na izhodu. Zato je ta način v uporabi predvsem za male moči bremen, kjer segrevanje zaradi harmonskih komponent ne predstavlja večjega problema. V smislu krmiljenja glede na U/f karakteristiko mora biti usmernik krmiljen, kar pa povzroča frekvenčno odvisnost $\cos \varphi$ na vходу. Tak način se uporablja pri krmiljenju elektromotorjev za male moči in visoke vrtljaje npr. pri gravirni, zobotehniški in podobnih tehnologijah.



Pulzno širinski (PWM) režim (b) ne potrebuje krmiljenega usmernika saj je možno z razmerjem impulz/pavza direktno vplivati na povprečno vrednost napetosti na motorju. Pri tem ostane perioda izhodne napetosti ohranjena. V tem primeru znaša $\cos\phi$ na vходу 1 in je neodvisen od izhodne frekvence. Seveda pa po drugi strani pulzni način prilagajanja napetosti vodi v povečanje stikalnih izgub, ki s frekvenco še naraščajo.

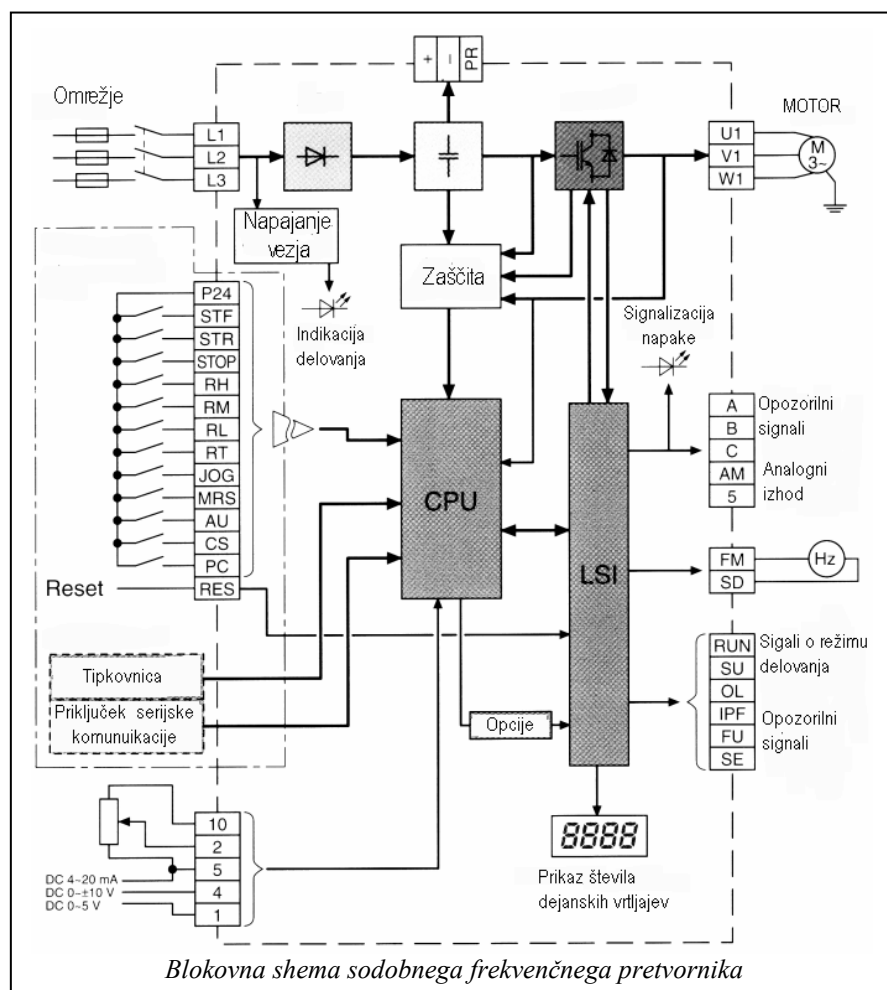
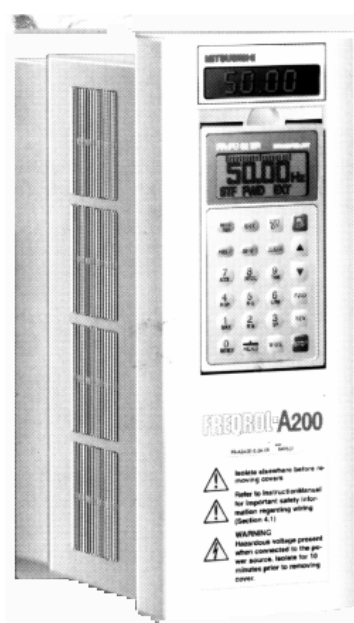


Sinusno modulirani PWM režim (c) omogoča, da se tok skozi navitje spreminja kolikor je mogoče po sinusni obliki. Bolj ko je tok sinusne oblike, večji je delež željene osnovne frekvence in manjši je delež neželenih višjih harmonskih komponent, ki motor dodatno segrevajo in povzročajo motnje. Priprava krmilnih impulzov za sinusno PWM je komplicirana in je največkrat izvedena z mikroprocesorjem oz. je »vzorec« shranjen v spominskem vezju. Več kot je impulzov v periodi tem manj so zastopane višje harmonske frekvence.



Pretekle praktične izkušnje kažejo, da so do nazivnih moči 120 kVA najvišje še uporabljive stikalne frekvence okrog 15kHz (vir. Mitsubishi Electric). Frekvenčni pretvorniki so v izvedbah z bipolarnimi tranzistorji, MOSFET-ti ali pa IGBT komponentami, ki so lahko v posameznih ohišjih ali pa v novjšem času pogostejše v obliki že pripravljenih modulov v ta namen. Pri teh izvedbah so možne izvedbe s PAM ali PWM modulacijo.

7.4.3 PRIMER SODOBNE IZVEDBE FREKVENČNEGA PRETVORNIKA



Delovanje sodobnega frekvenčnega pretvornika nadzira mikroprocesor, ki poleg osnovnih funkcij potrebnih za krmiljenje usmernika in inverterja, izvaja še zaščitne funkcije (temperaturna, tokovna, zagona, ...) in omogoča daljinsko kontrolo. Mikroprocesor sprejema signale iz senzorjev, instrukcije iz interne tipkovnice za nastavitve parametrov oz. omejitev in preko priključka za serijsko komunikacijo. Tako je možno nastaviti različne parametre za način delovanja (zagona karakteristika, časovni potek spreminjanja vrtljajev, nadziranja vrtljajev, zavornega režima, ...). Tak frekvenčni pretvornik je zaradi tega sorazmerno inteligentna naprava saj neprestano preverja delovanje sklopov in preprečuje zagon oz. delovanje pri nenormalnih pogojih.

POZOR!!!

Pri poseganju v elektronsko vezje, je potrebno biti posebno pozoren na kondenzatorje v krmiljenem usmerniku. Kapacitivnosti kondenzatorjev so velike in lahko **ohranijo naboj z visoko napetostjo** še daljši čas po izključitvi naprave, kar predstavlja veliko nevarnost za električni udar in poškodbe.