

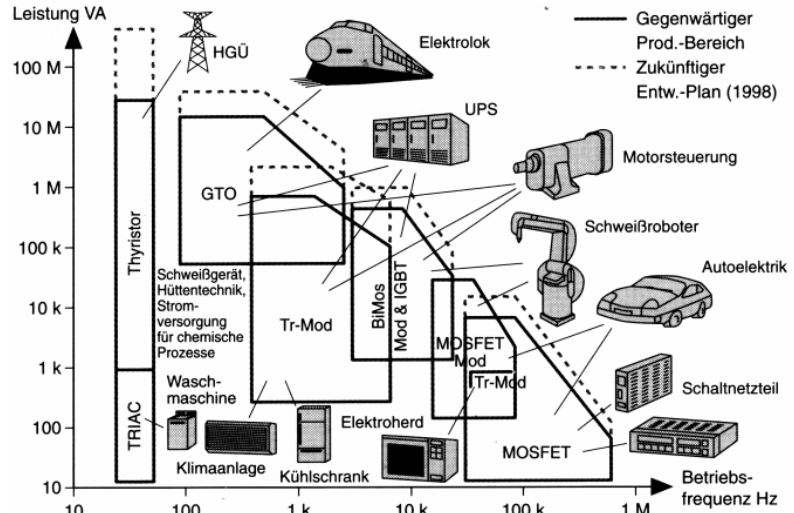
10 MOČNOSTNA ELEKTRONIKA

10.1 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:

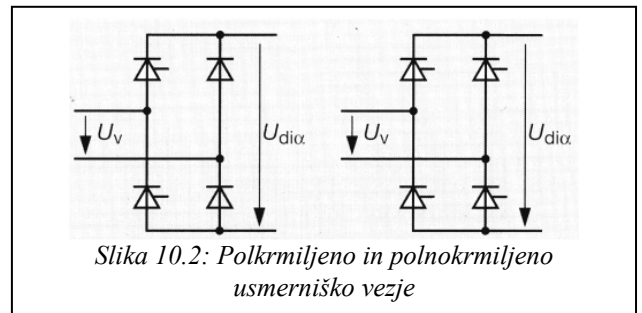
- Frekvenčni pretvorniki
- Elektronske varilne naprave
- Električna vleka (žičnice,...)
- Regulacija vrtljajev motorjev
- Napetostni pretvorniki-UPS
- Elektronski transformatorji
- Induktivno segrevanje
- Mikrovalovno segrevanje
- Elektronika v energetiki



Slika 10.1: Področja uporabe komponent močnostne elektronike

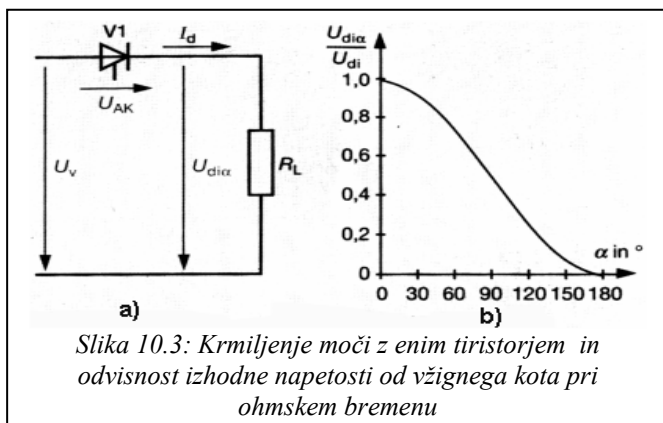
10.2 KRMILJENI USMERNIKI

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 parih-polnokrmiljen usmernik..

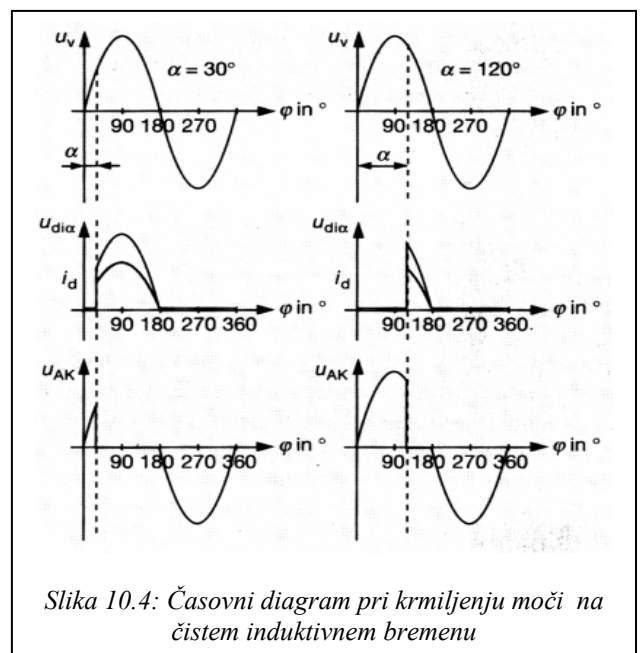


Slika 10.2: Polkrmiljeno in polnokrmiljeno usmerniško vezje

Krmiljenje moči z enim tiristorjem

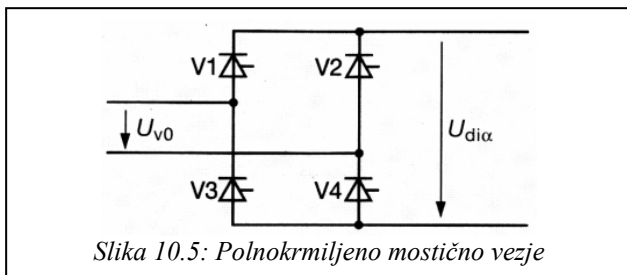


Slika 10.3: Krmiljenje moči z enim tiristorjem in odvisnost izhodne napetosti od vžignega kota pri ohmskem bremenu

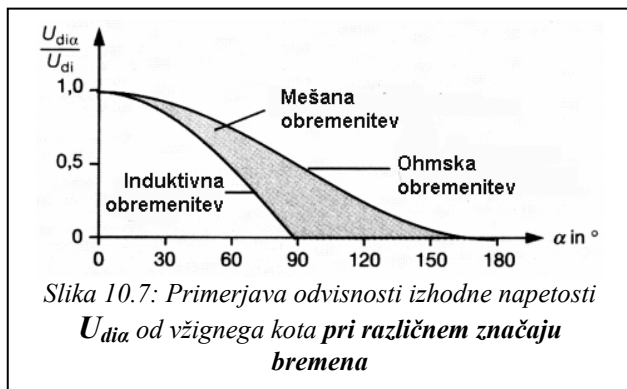


Slika 10.4: Časovni diagram pri krmiljenju moči na čistem induktivnem bremenu

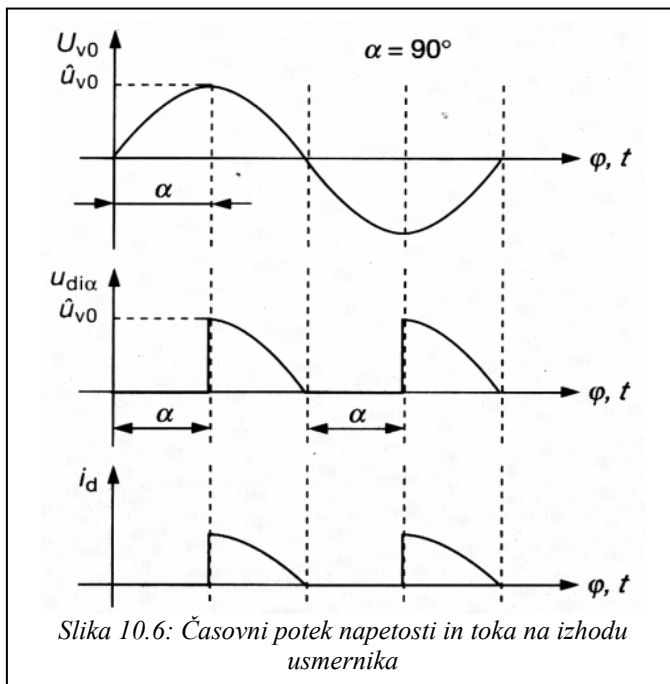
Krmiljenje moči s polnokrmiljenim enofaznim mostičnim vezjem - B2C



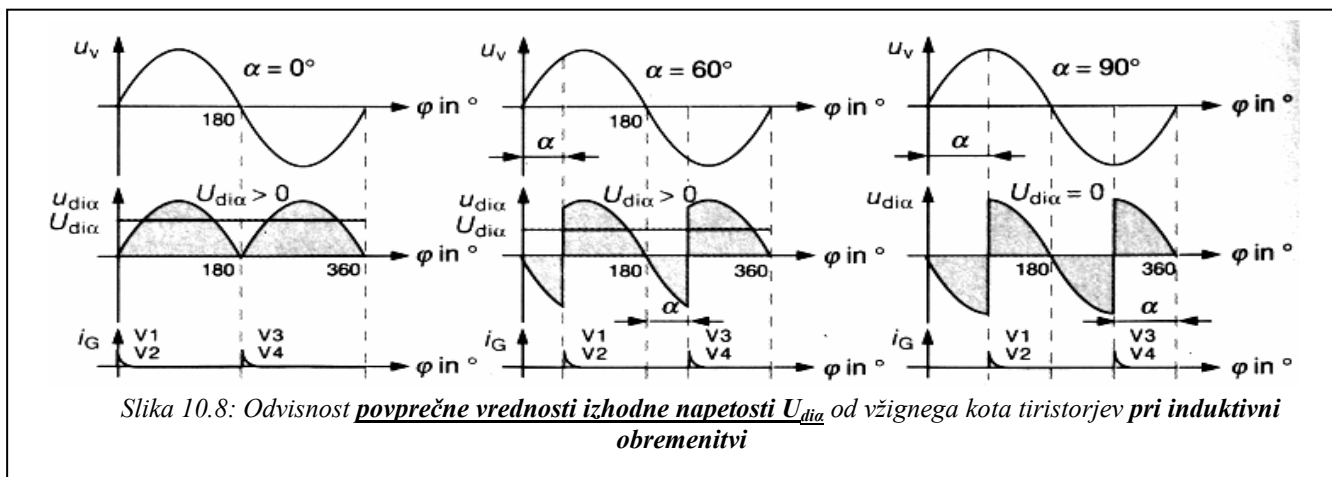
Slika 10.5: Polnokrmiljeno mostično vezje



Slika 10.7: Primerjava odvisnosti izhodne napetosti U_{dia} od vžignega kota pri različnem značaju bremena

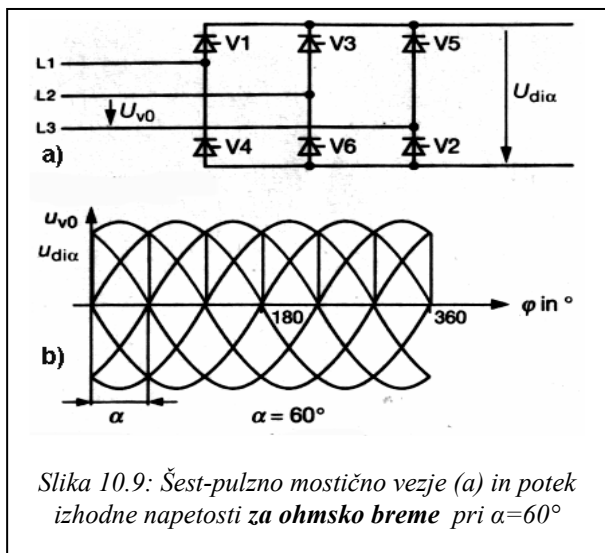


Slika 10.6: Časovni potek napetosti in toka na izhodu usmernika

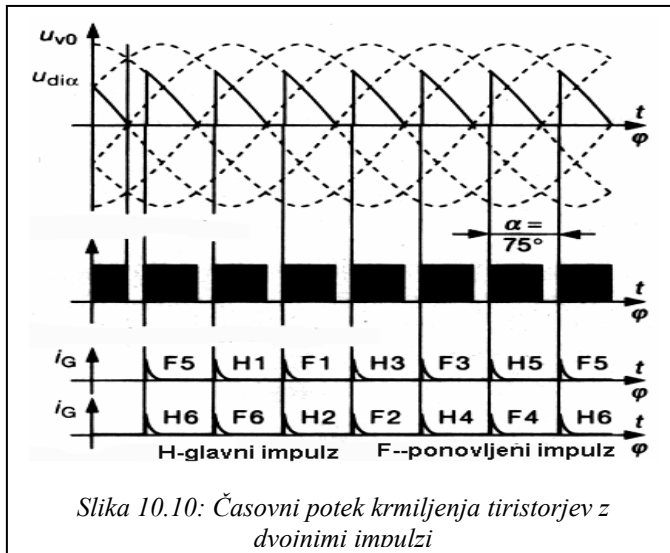


Slika 10.8: Odvisnost povprečne vrednosti izhodne napetosti U_{dia} od vžignega kota tiristorjev pri induktivni obremenitvi

Krmiljenje moči s polnokrmiljenim trifaznim mostičnim vezjem - B6C



Slika 10.9: Šest-pulzno mostično vezje (a) in potek izhodne napetosti za *ohmsko breme* pri $\alpha=60^\circ$

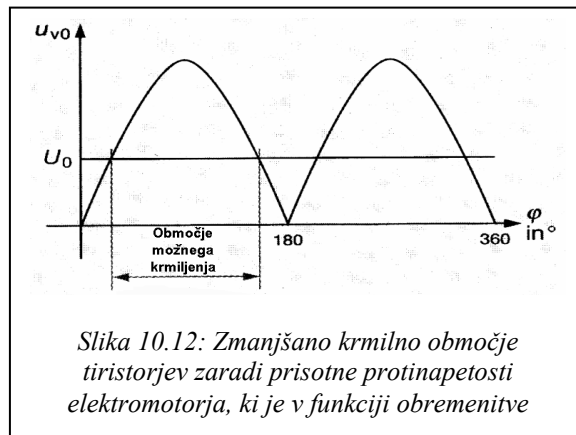
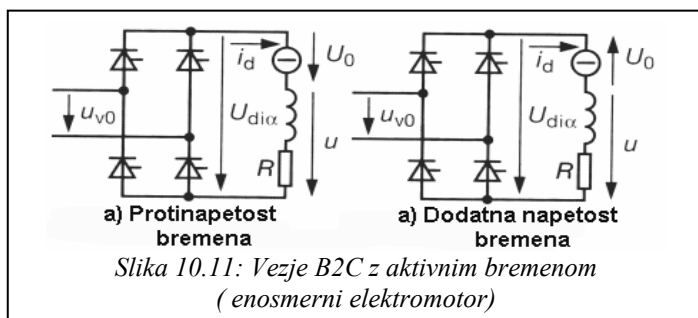


Slika 10.10: Časovni potek krmiljenja tiristorjev z dvojnimi impulzi

10.3 KRMILJENJE MOČI PRI ENOSMERNIH ELEKTROMOTORJIH

V področje močnostne elektronike spada tudi krmiljenje moči na enosmernih elektromotorjih s pomočjo krmiljenega tiristorskega usmernika. Usmerniki so lahko različna polnovalna usmerniška vezja, za primer pa si bomo delovanje pojasnili na enofaznem usmerniku tipa **B2C**. Enosmerni elektromotor se lahko glede na režim delovanja obnaša na dva načina.

Pri obremenitvi (npr. pogon stroja) predstavlja motor **generator protinapetosti**, v drugem slučaju - ko ne »vleče« (npr. pri zaviranju), pa se obnaša kot **generator dodatne napetosti**.

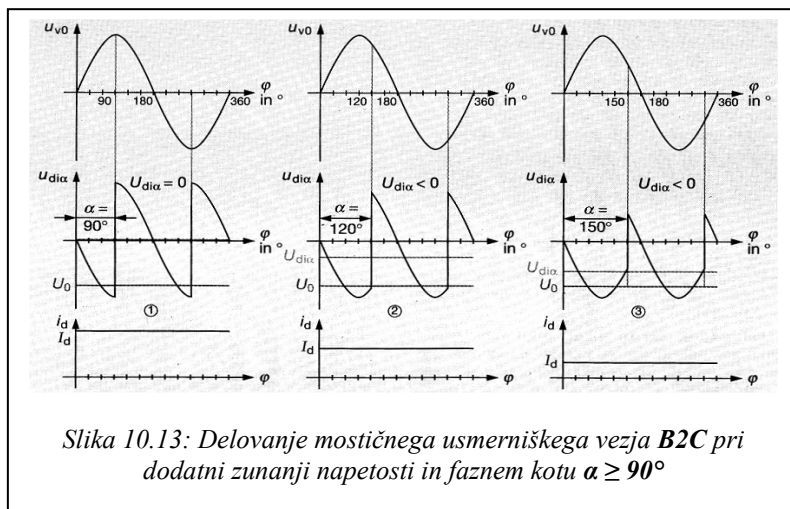


Pri pogonu je zaradi prisotne protinapetosti (iste polariteta) možno tiristorje vžigati šele ko je vhodna napetost U_{v0} višja od protinapetosti (anoda mora biti bolj pozitivna). To pa pomeni občutno zmanjšanje območja krmiljenja tiristorjev (slika 10.12).

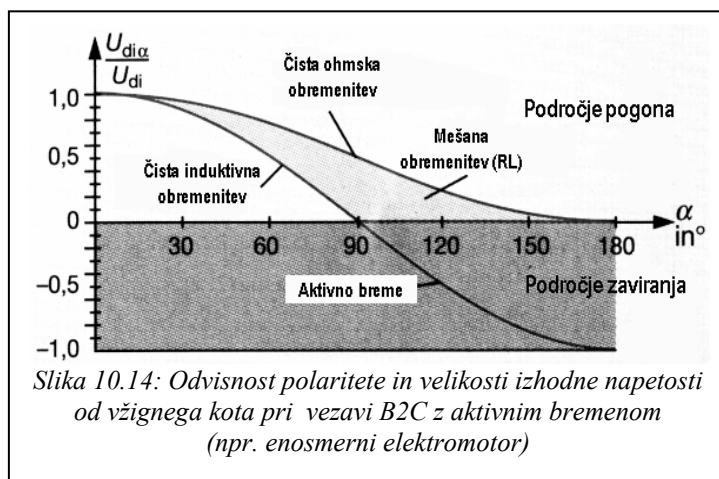
Pri zaviranju pa se zaradi dodatne napetosti (velika induktivnost navitja motorja) in v odvisnosti od vžignega kota tiristorjev pojavijo različne razmere.

Ko je vžigni kot $\alpha < 90^\circ$ deluje vezje kot usmernik. Pri $\alpha = 90^\circ$ znaša izhodna napetost $U_{dia} = 0$, kar pomeni, da je samo dodatna napetost U_0 vzrok toka skozi breme (slika 10.13a).

Pri $\alpha > 90^\circ$ postane izhodna napetost usmernika U_{dia} negativna (slika 10.13b,c). V tem primeru se smer pretoka energije obrne in enosmerni elektromotor kot aktivno breme povzroča tok skozi usmernik v nasprotno smer nazaj v omrežje. To traja vse dokler je inducirana napetost U_0 bolj negativna od U_{dia} . Pravimo da deluje takšno vezje kot **menjevalec smeri** (nem. *wechslerichter*).

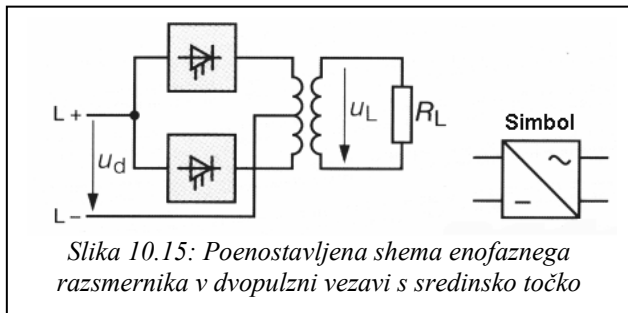


V praksi to pomeni, da lahko v območju $\alpha < 90^\circ$ enosmernemu elektromotorju krmilimo moč vleka, v območju vžignega kota $\alpha > 90^\circ$ pa krmilimo moč zaviranja brez izgub, pri čemer se energija vrača v omrežje. Zaradi zaščite tiristorjev pred uničenjem mora biti omejitev vžignega kota pri 150° . S tem je omogočeno zanesljivo ugašanje tiristorjev in s tem neproblematično komutiranje. Na sliki 10.14 je odvisnost režima delovanja od vžignega kota in značilnosti bremena.



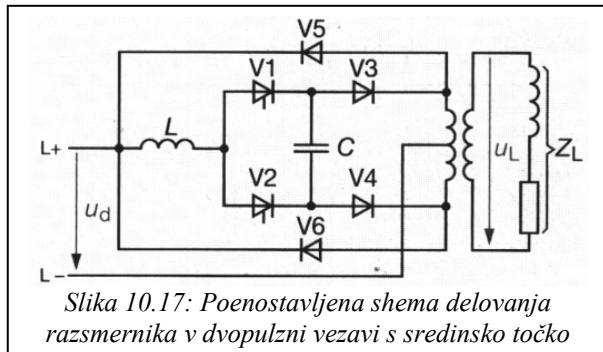
10.4 RAZSMERNIKI (INVERTERJI)

Razsmerniki so pretvorniki energije enosmerne napetosti v izmenično. Iz slike 10.15 je razvidno, da se morata dva tiristorja izmenično vključevati in bipolarno vzbujati transformator. Na sekundarni stani dobljena izmenična napetost je pravokotne oblike in frekvence, ki jo določa krmilno vezje za vžig oz. ugašanje tiristorjev.



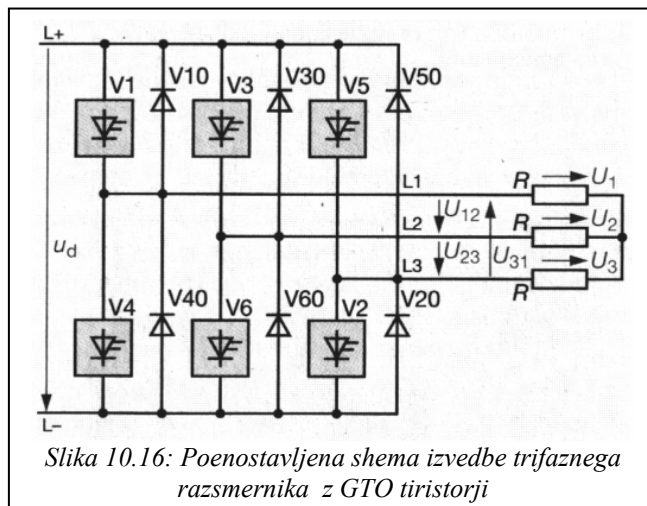
Slika 10.15: Poenostavljena shema enofaznega razsmernika v dvopolzni vezavi s sredinsko točko

Na poenostavljeni shemi razsmernika (slika 10.17) je kondenzator C namenjen ugašanju tiristorjev, diodi V3 in V4 preprečujeta praznjenje kondenzatorja preko primarnega navitja, diodi V5 in V6 omejujeeta inducirane napetostne konice in preprečujeta poškodovanje tiristorjev. Frekvenca je nastavljiva v širokem delovnem območju.

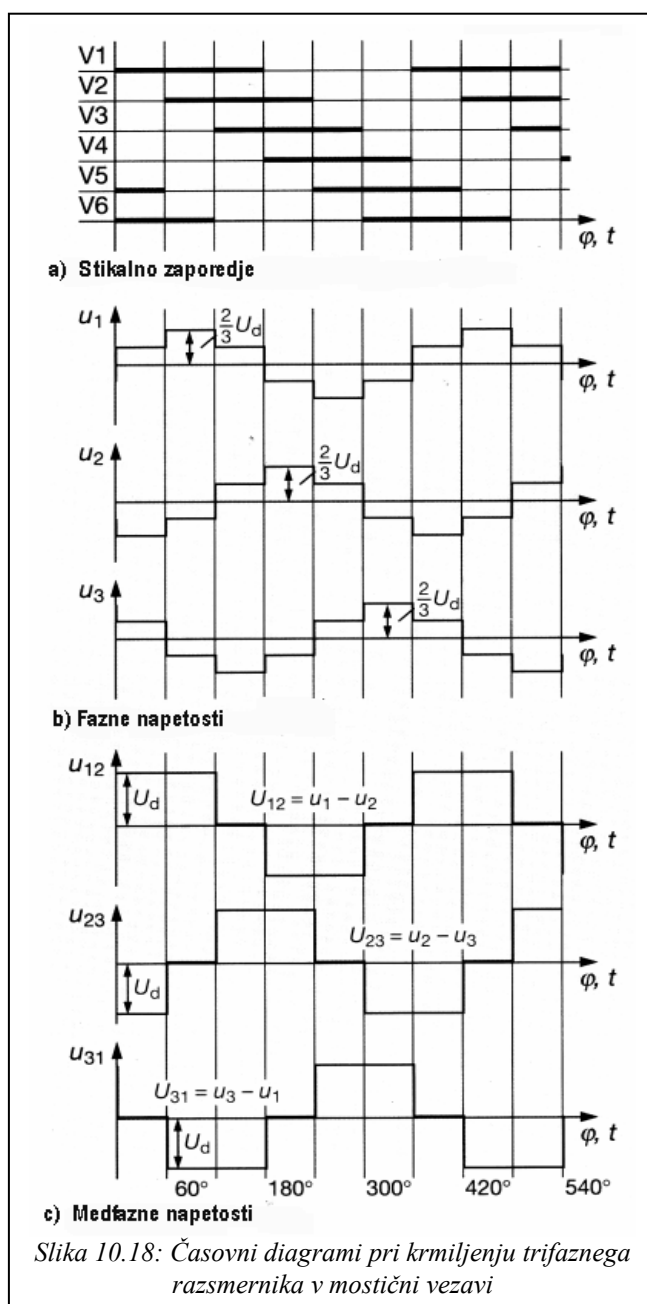


Slika 10.17: Poenostavljena shema delovanja razsmernika v dvopolzni vezavi s sredinsko točko

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 vhodu- 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.



Slika 10.16: Poenostavljena shema izvedbe trifaznega razsmernika z GTO tiristorji



Slika 10.18: Časovni diagrami pri krmiljenju trifaznega razsmernika v mostični vezavi