

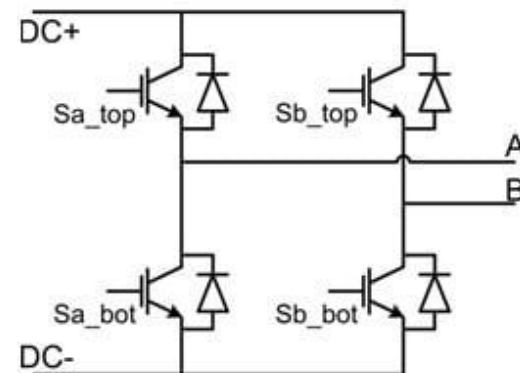
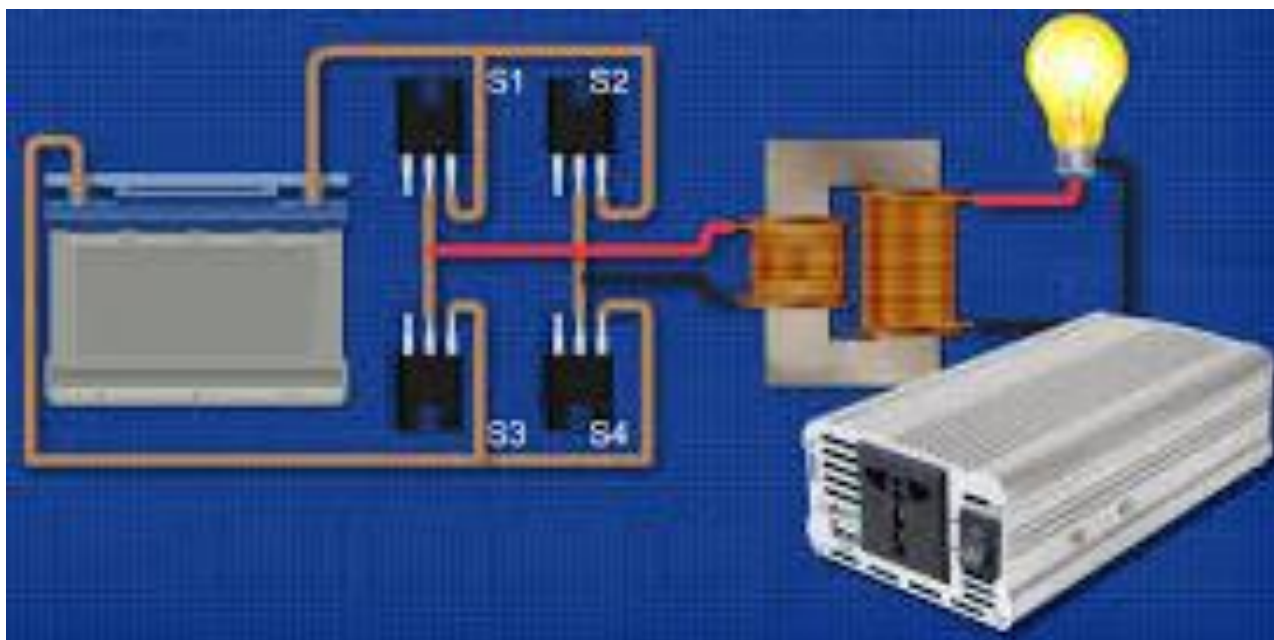
VISOKA ŠKOLA ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA STRUKOVNIH STUDIJA-
VIŠER, BEOGRAD

STUDIJSKI PROGRAM: NET

PREDMET: Električni Pretvarači Snage 2021



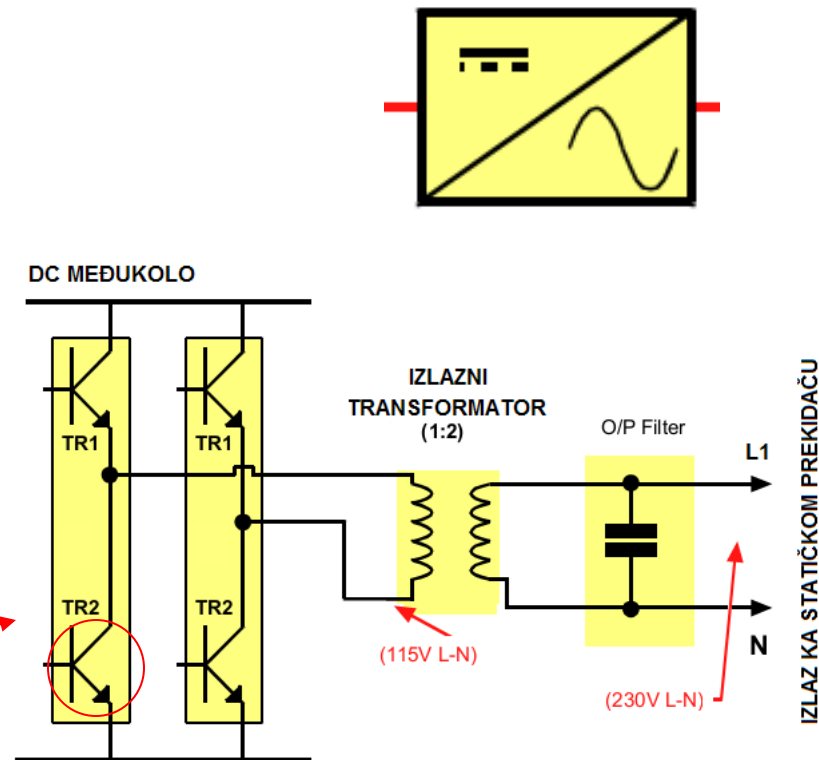
INVERTOR KAO ELEMENAT SISTEMA BESPREKIDNOG NAPAJANJA



Predmetni profesor: Dr Željko Despotović, dipl.el.inž

UVOD

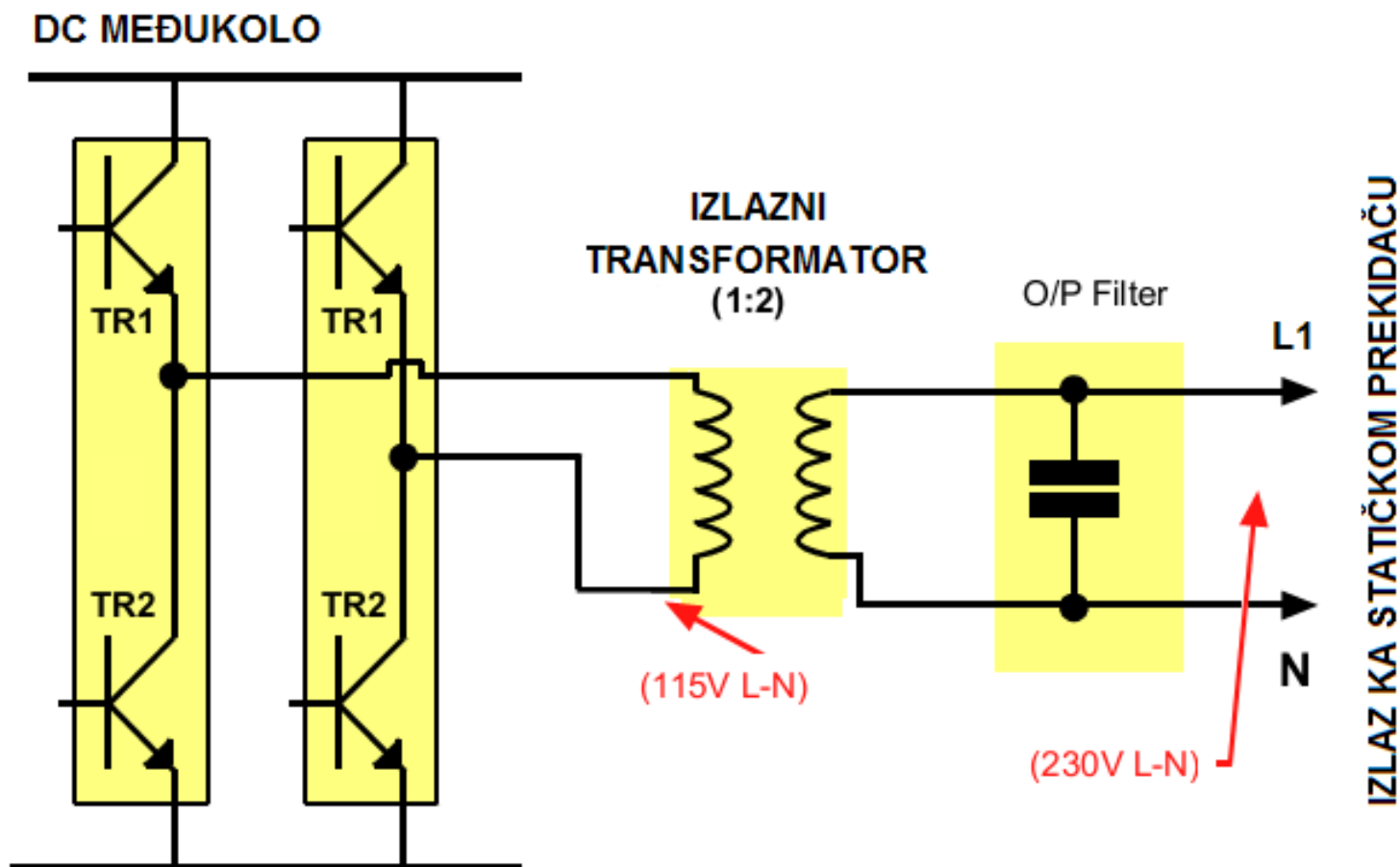
- ZADATAK INVERTORA (dc/ac pretvarača) JE DA KONVERTUJE NAPON NA DC SABIRNICAMA- BATERIJSKI NAPON U NAIZMENIČNI SINUSNI NAPON NA IZLAZU ČIJA JE VREDNOST 50Hz
- INVERTORSKI PREKIDAČI SU NEKADA BILI REALIZOVANI SA BIPOLARNIM TRANZISTORIMA-BJT, DOK SE SADA IZVODE SA MOSFET ili IGBT tranzistorima
- RADNE UČESTANOSTI PREKIDAČE SE KREĆU OD 5kHz-50kHz
- TIPIČNO ZA IGBT TRANZISTORE 10kHz, a za MOSFET i do 100kHz



DA BI SE NA IZLAZU DOBIO SINUSNI NAPON ODNOSNO SINUSNA STRUJA PRIMENJUJU SE TEHNIKE MODULACIJE I ALGORITMI PO KOJIMA RADE PREKIDAČI U INVERTORU

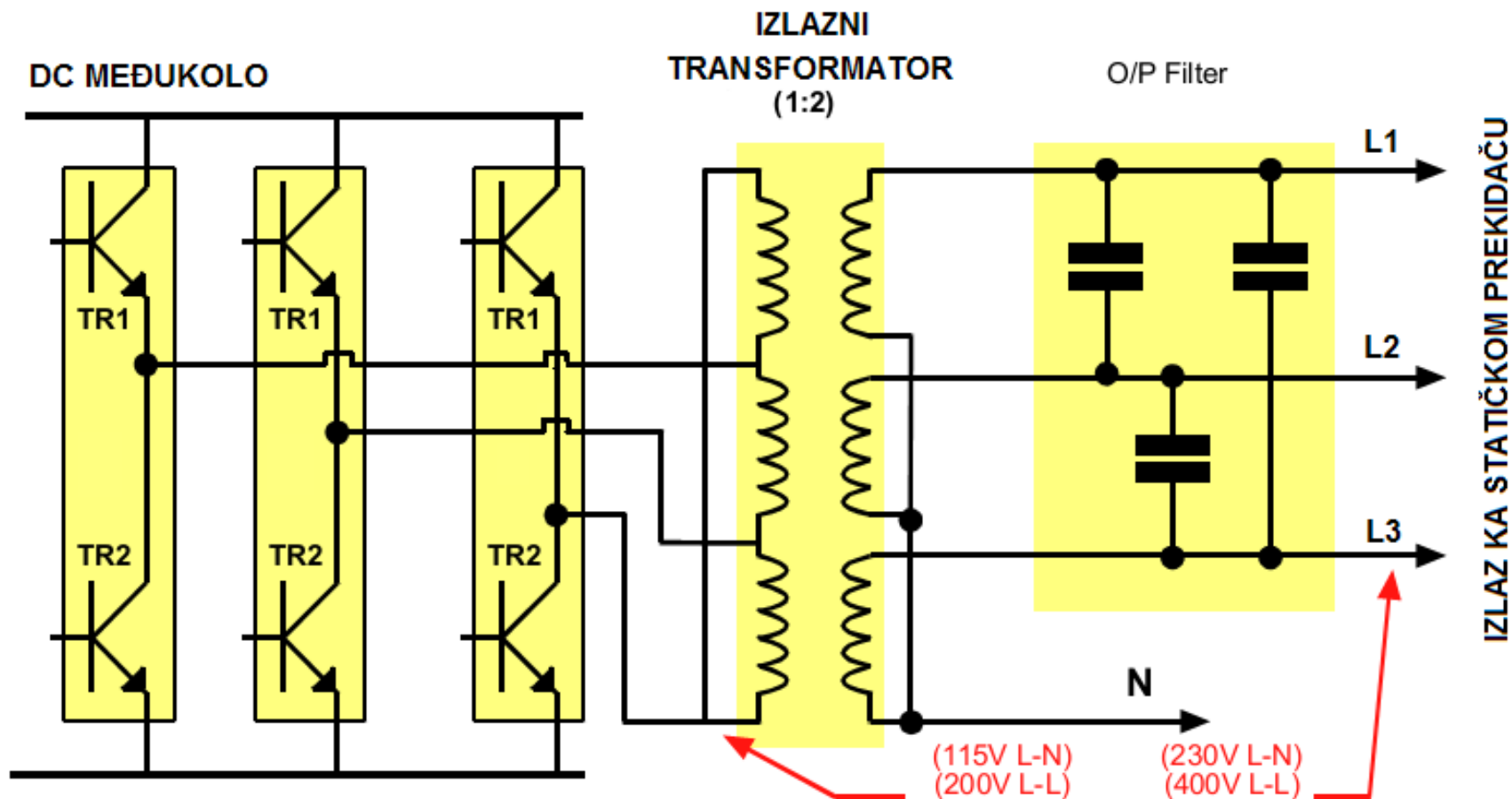
TRADICIONALNO REŠENJE- MONOFAZNI TRANSFORMATOR PODIZAČ NAPONA

Za monofazne potrošače



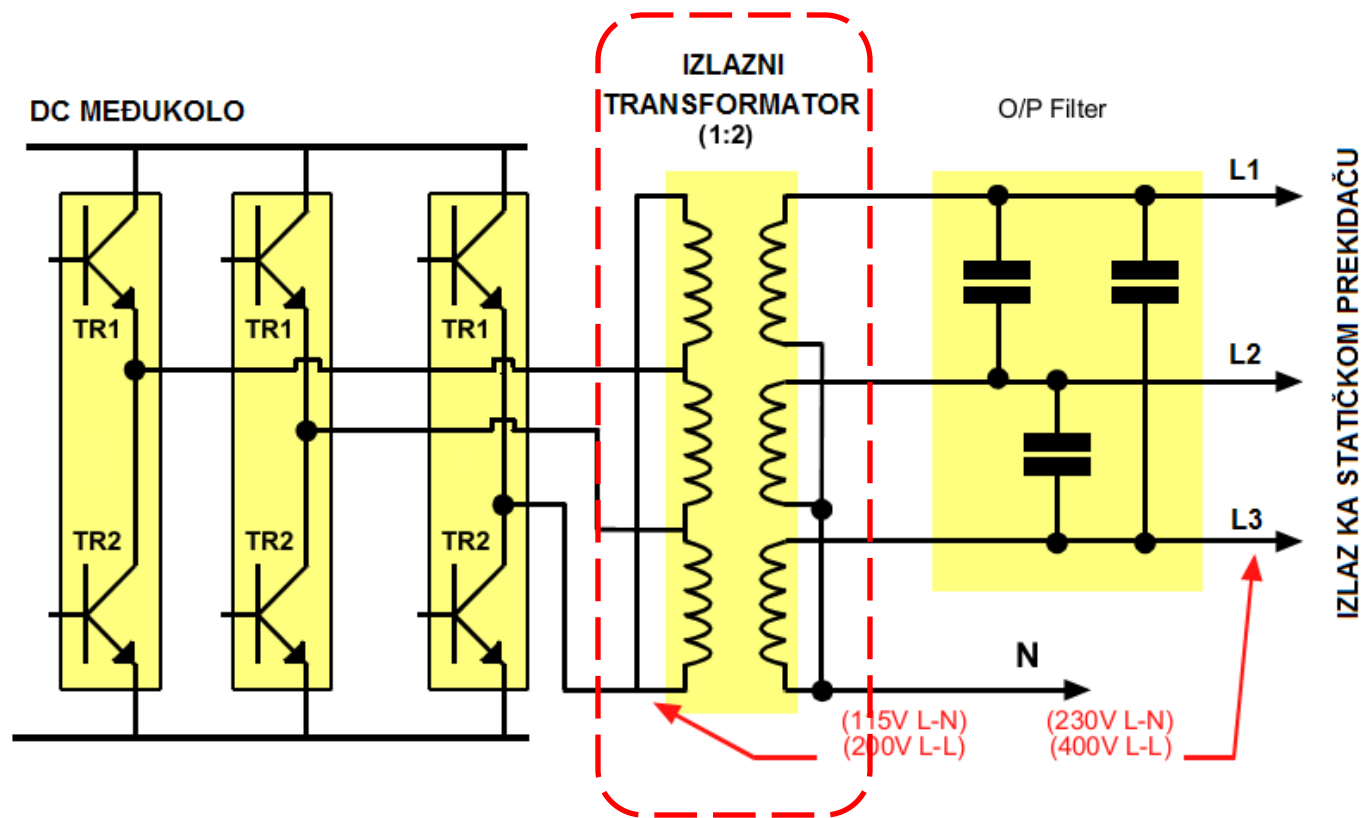
TRADICIONALNO REŠENJE- TROFAZNI TRANSFORMATOR PODIZAČ NAPONA

Za trofazne potrošače



Zapaziti!!!

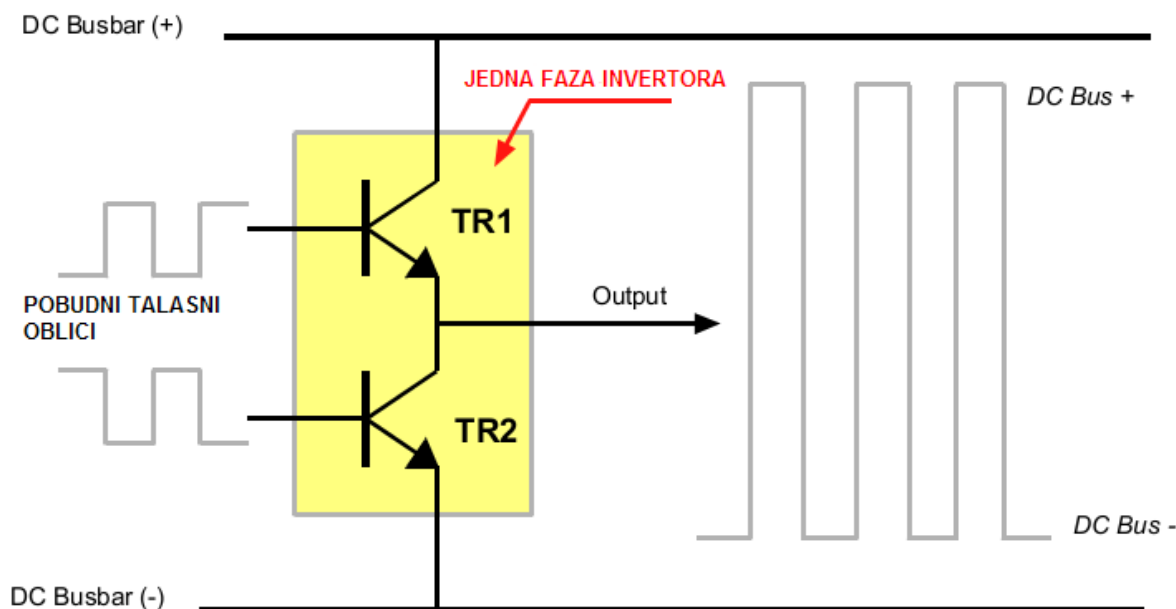
Koja je sprega transformatora?



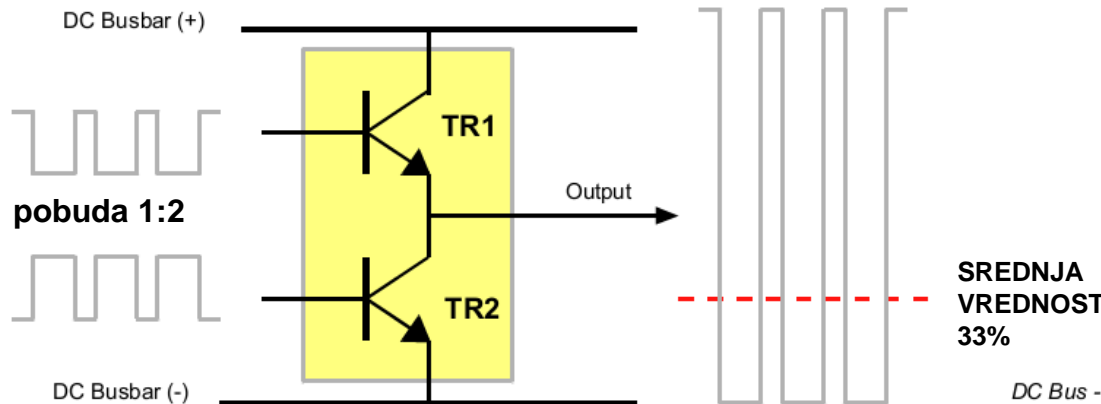
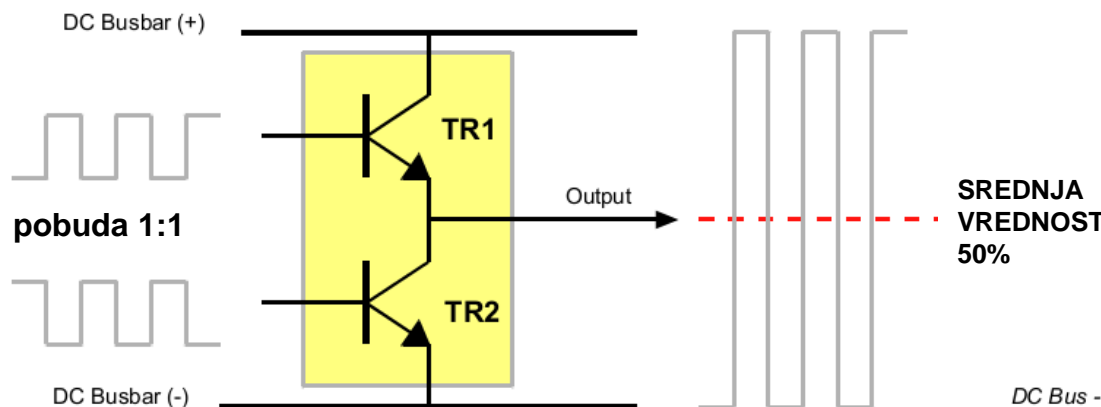
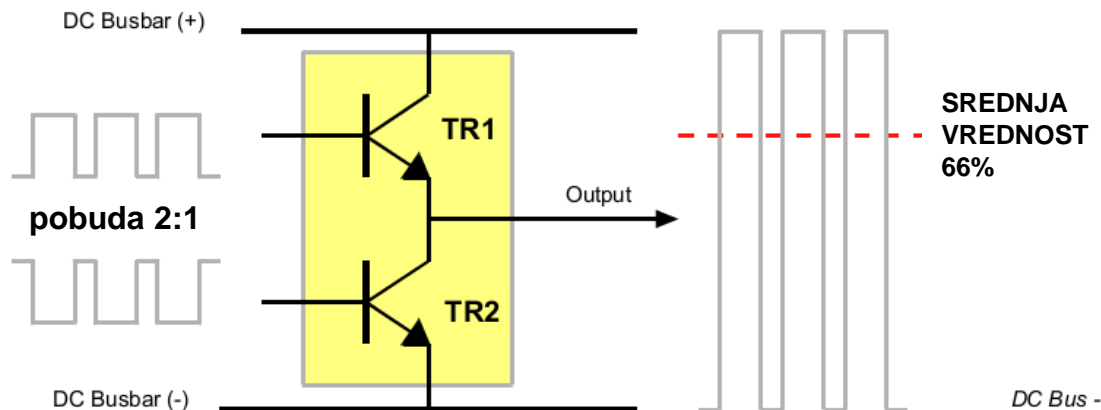
sprega transformatora: Δ -Y

- Izlazni transformator obezbeđuje galvansku izolaciju
- Sprega "Y" na sekundaru obezbeđuje pristupačnu neutralnu tačku
- Ova neutralna tačka se spaja na neutralnu tačku bajpas napajanja
- Ovim je obezbeđena zajednička referenca između dva izvora napajanja
- Izlazni filter O/P u kombinaciji sa sekundarom transformatora (induktivni namotaj) potiskuje više harmonike struje i napona na izlazu, dajući čist sinusni izlaz

POSMATRAJMO JEDNU FAZU INVERTORA



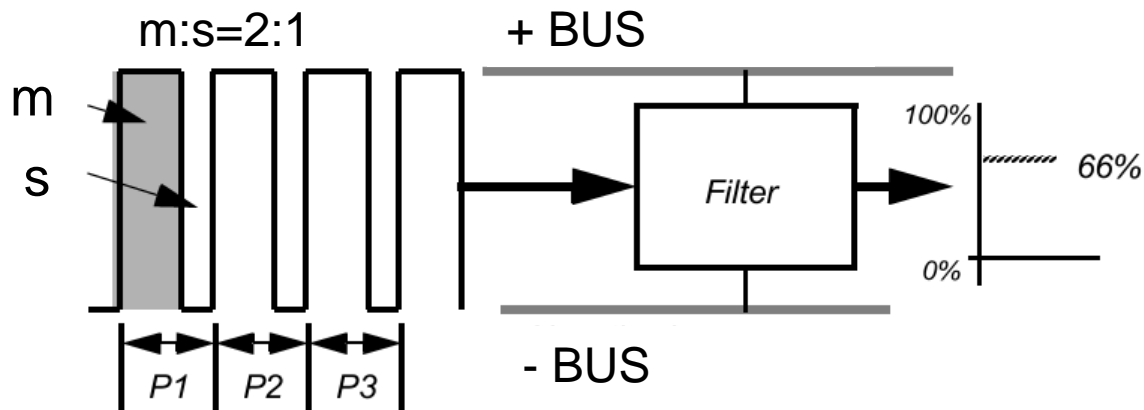
- Jedna faza (jedna vertikalna trofaznog mosta) se sastoji od dva tranzistora koji rade u opoziciji (kada je TR1 ON, drugi komplementarni TR2 je OFF, i obrnuto)
- Pobudni talasni oblici tranzistora su komplementarni $POBUDA_TR1 = \overline{POBUDA_TR2}$
- Zajednički spoj ova dva tranzistora je izlaz koji daje napon koji je širinsko-impulsno modulisan (PWM).
- Kada su uključena oba tranzistora imamo u tom trenutku kratak spoj na DC sabirnicama
- Ovo predstavlja problem, te se stoga u pobudne impulse uvodi tzv. "mrtvo vreme" (dead-time) u toku kojeg su oba tranzistora isključena. Ovo vreme je vrlo kratko (10-20us)



Razmotrimo tri slučaja koji se odnose na tri različita odnosa pobudnih impulsa konstantne učestanosti (tipično 10kHz) koji se dovode na baze tranzistora TR1 i TR2 (oni mogu biti tipa BJT, MOSFET, IGBT, SiC....)

- 1) Pobuda 2:1
 $\text{ton}(\text{TR1}) = 2\text{ton}(\text{TR2})$
- 2) Pobuda 1:1
 $\text{ton}(\text{TR1}) = \text{ton}(\text{TR2})$
- 3) Pobuda 1:2
 $2\text{ton}(\text{TR1}) = \text{ton}(\text{TR2})$

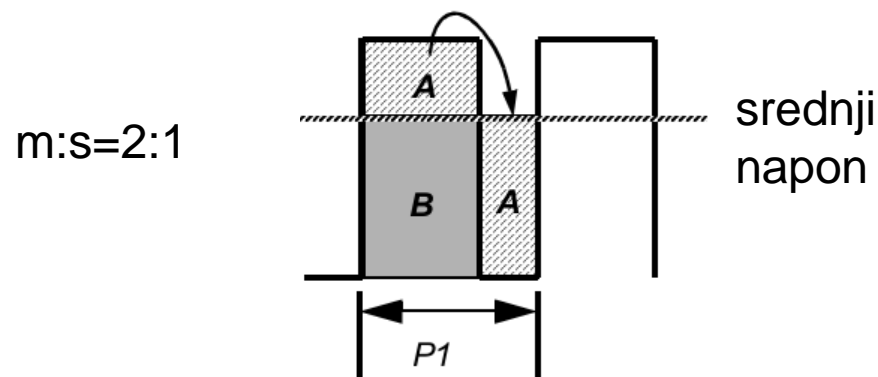
Ovim odnosima odgovaraju srednje vrednosti izlaznog napona 66%, 50%, 33% respektivno
INAČE JE MOGUĆE POSTIĆI KONTINUALNU REGULACIJU SREDNJE VREDNOSTI



OSNOVNI PRINCIP DELOVANJA FILTRA

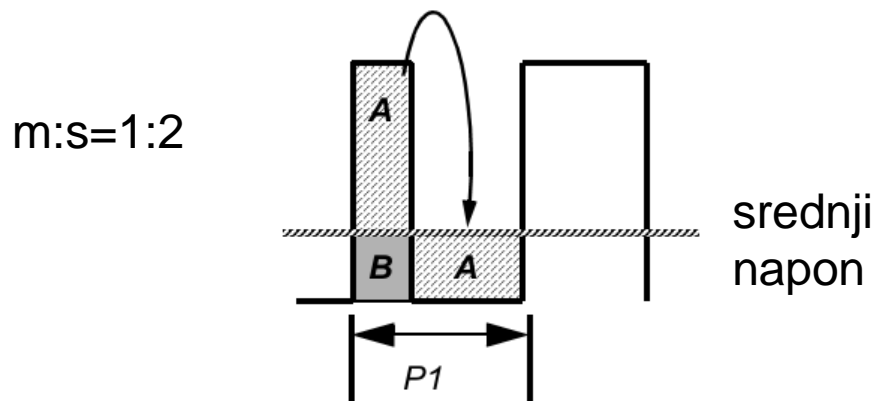
“m” - **m**ark

“s” - **s**pace



Filtriranje odnosa **m:s** se ostvaruje nisko propusnim filtrom (integrator)

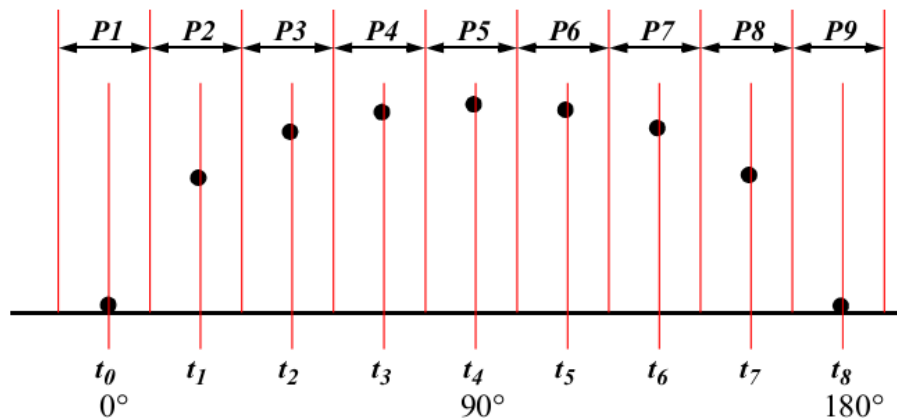
Srednja vrednost je integral širine naponskih impulsa:



$$u = L \frac{di}{dt}$$

$$i = \frac{1}{L} \int u(t) dt$$

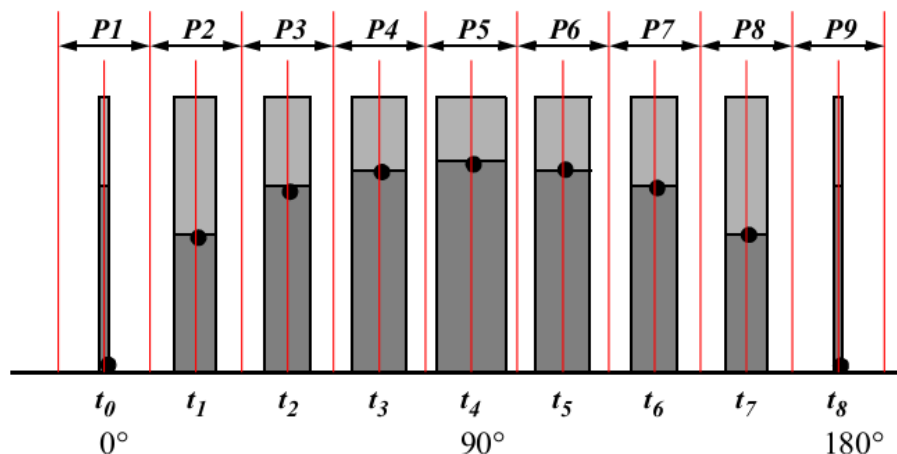
A



ŠIRINSKO IMPULSNA MODULACIJA Pulse Width Modulation-PWM

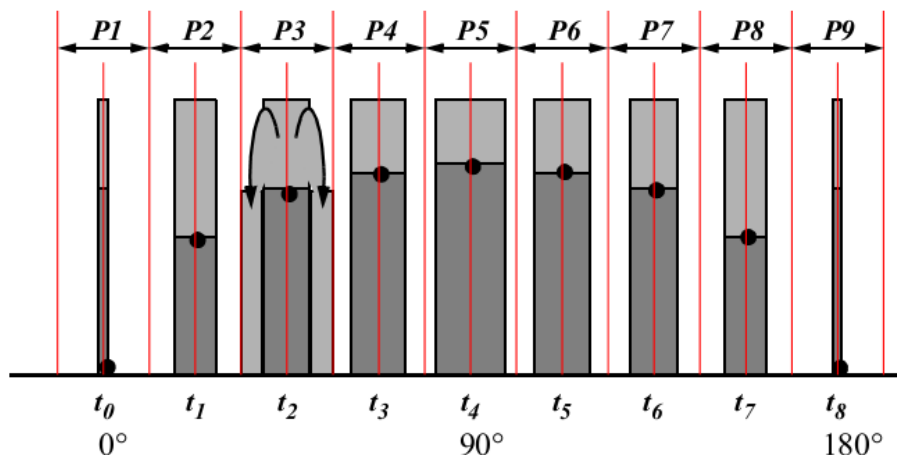
PRIKAZ A - prošireni prikaz pozitivnog Sinusnog polutalasa sa osam diskretnih vrednosti u trenutcima t_1 - t_8 . Ove vrednosti se poklapaju sa centrima širine impulsa na prikazu B

B



PRIKAZ B- Širine impulsa $P1$ - $P8$ koji odgovaraju srednjim vrednostima na Prikazu A

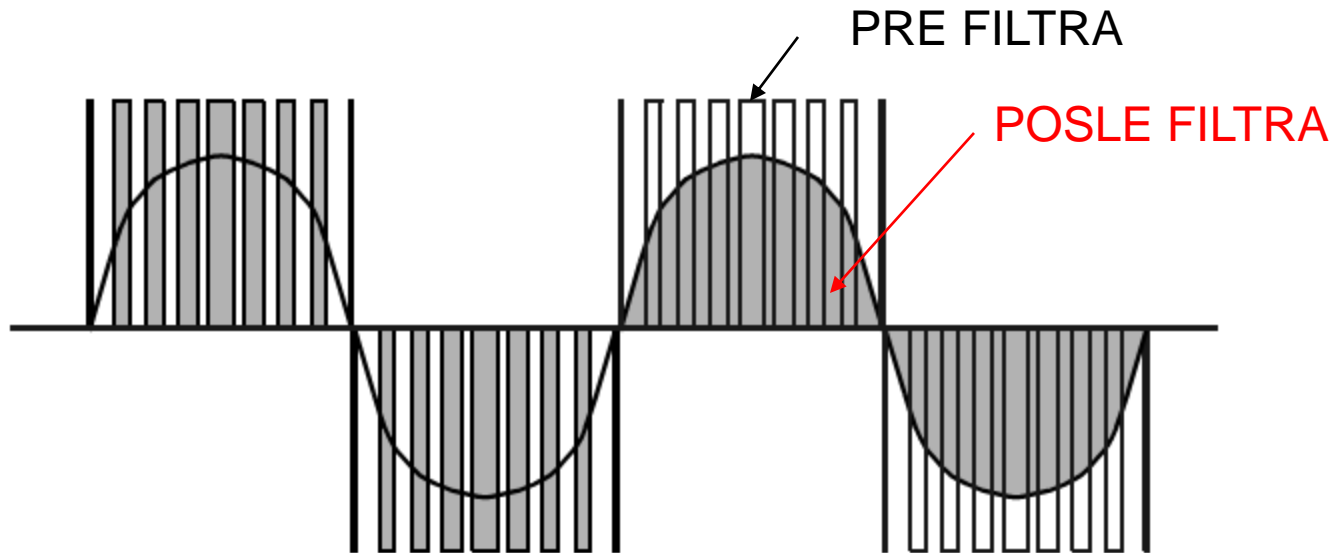
C



PRIKAZ C- U intervalu $P3$ je prikazana promena širine impulsa, promenom odnosa *mark/space* ($m:s$) i njen uticaj na srednju vrednost u tom intervalu

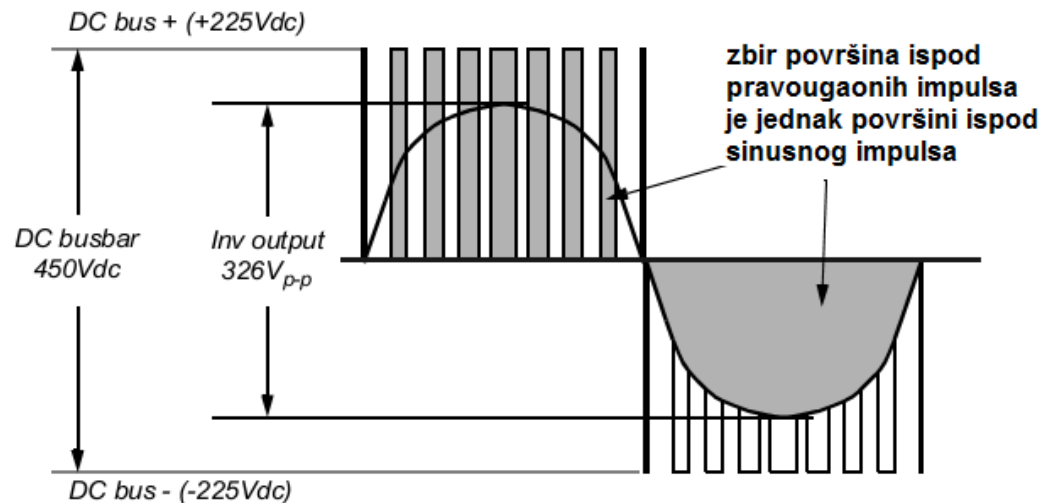
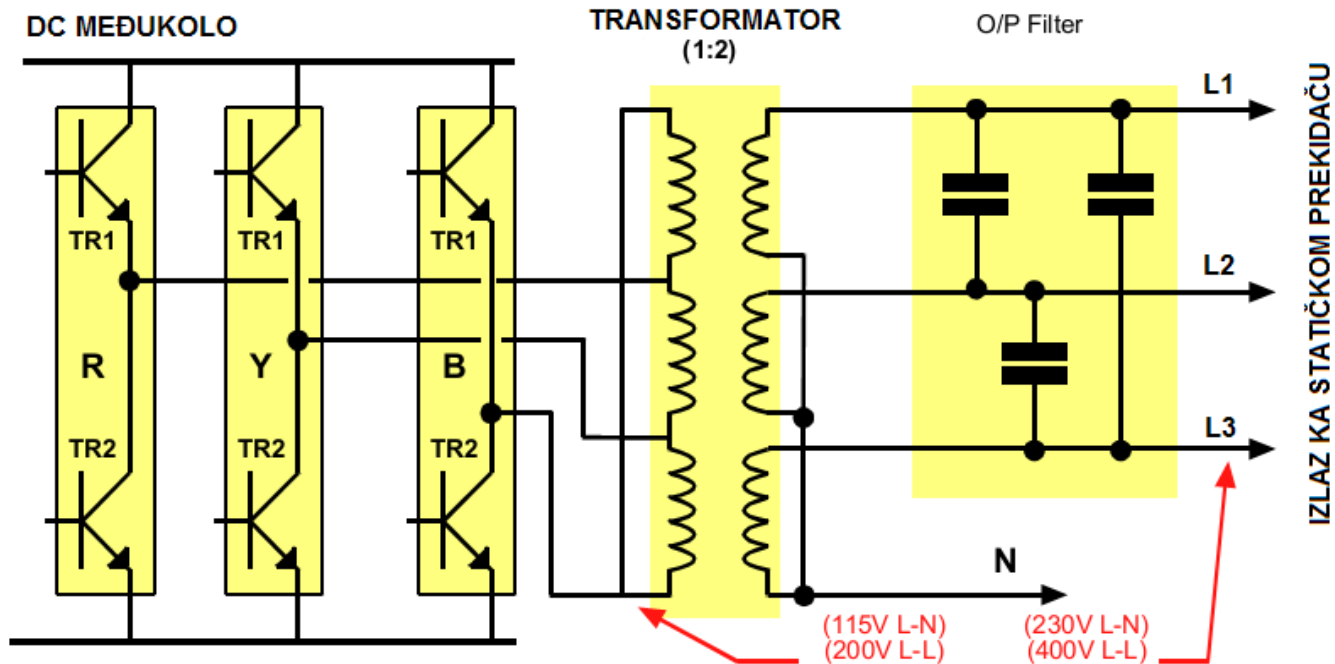
Osnovna učestanost Typ-50Hz
Modulaciona učestanost Typ-20kHz

IZLAZNI NAPON INVERTORA

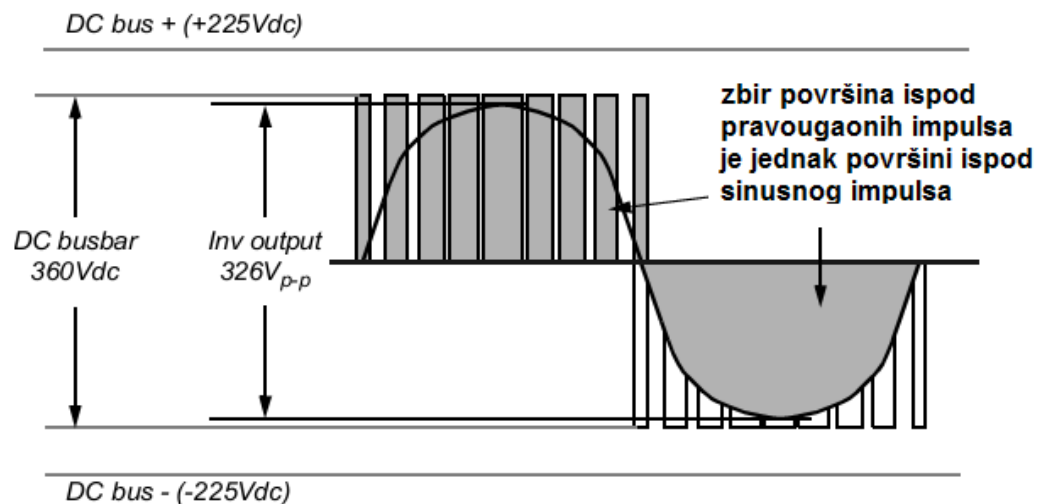
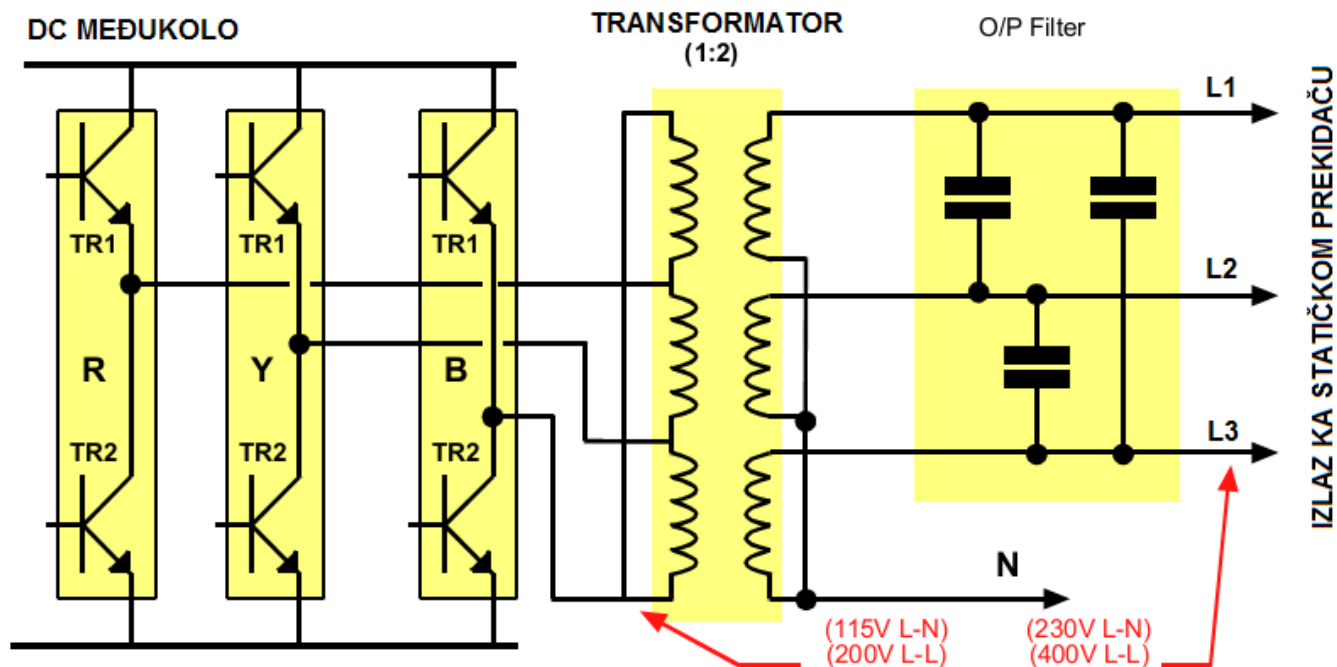


- Površina ispod sinusnog polutalasa je jednaka zbiru površina ispod svakog pojedinačnog pravougaonog impulsa
- Kontinualnim podešavanjem širine impulsa se postiže kontinualna promena trenutne vrednosti sinusnog talasa (ovo važi za kako za pozitivnu, tako i za negativnu poluperiodu)

PWM regulacija pri povećanom naponu DC bus (450Vdc)

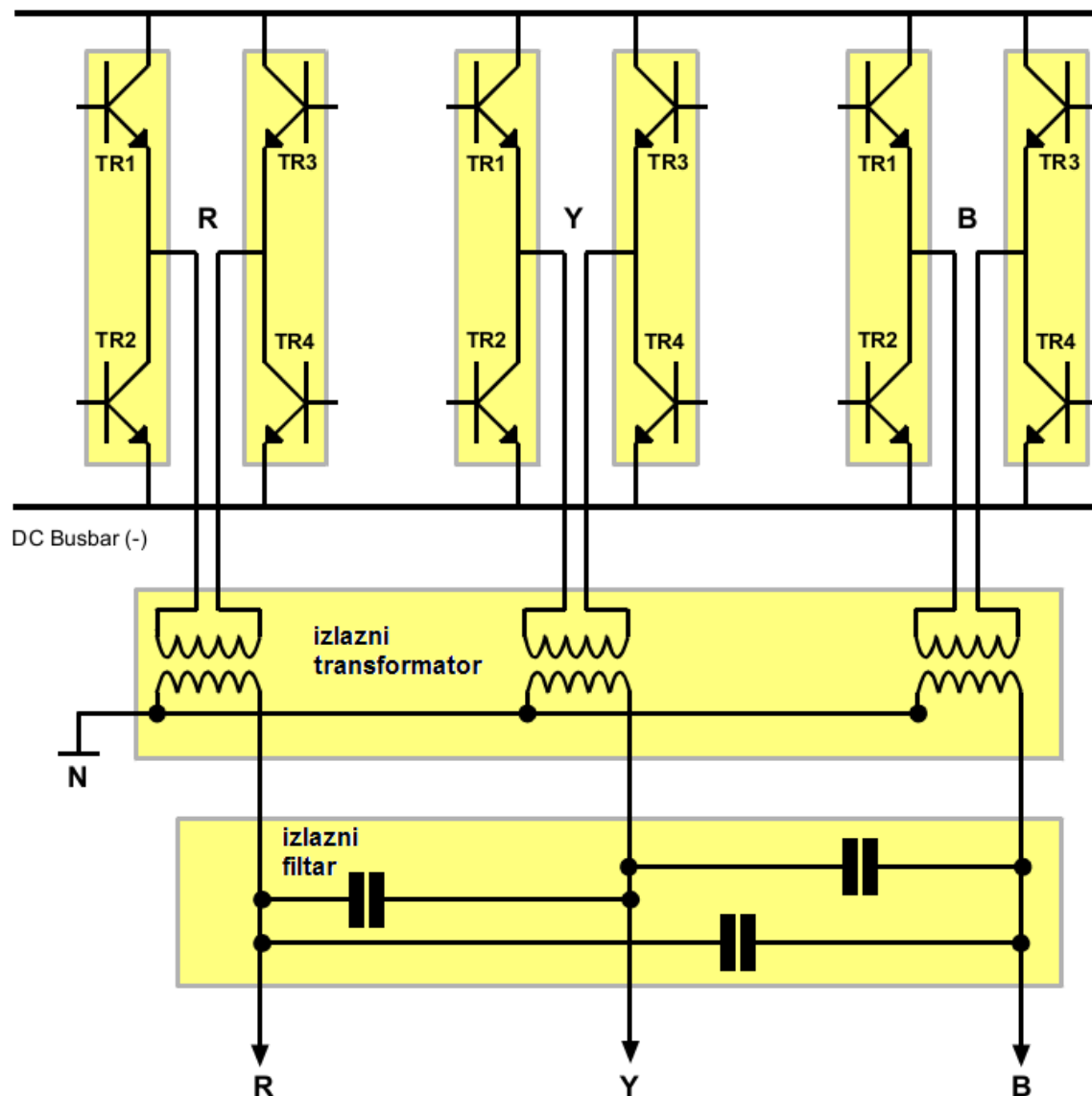


PWM regulacija pri sniženom naponu DC bus (360Vdc)



PRIKAZ TROFAZNOG INVERTORSKOG IZLAZA

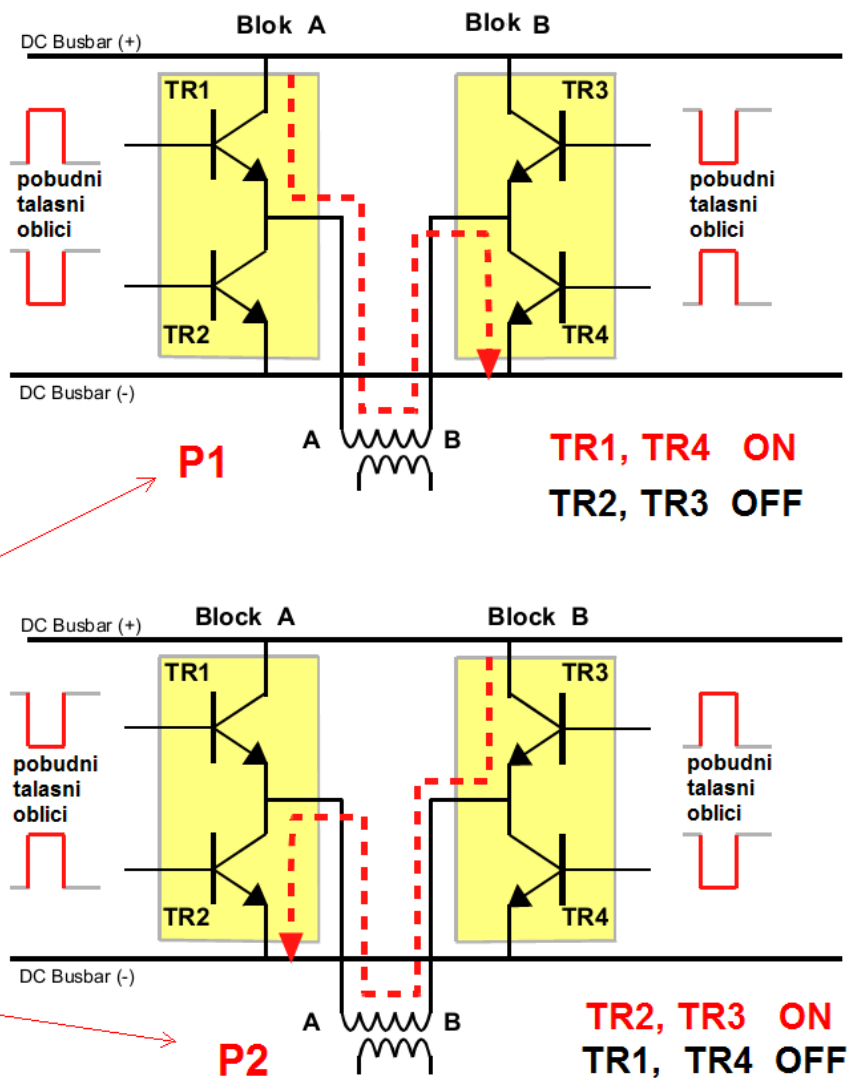
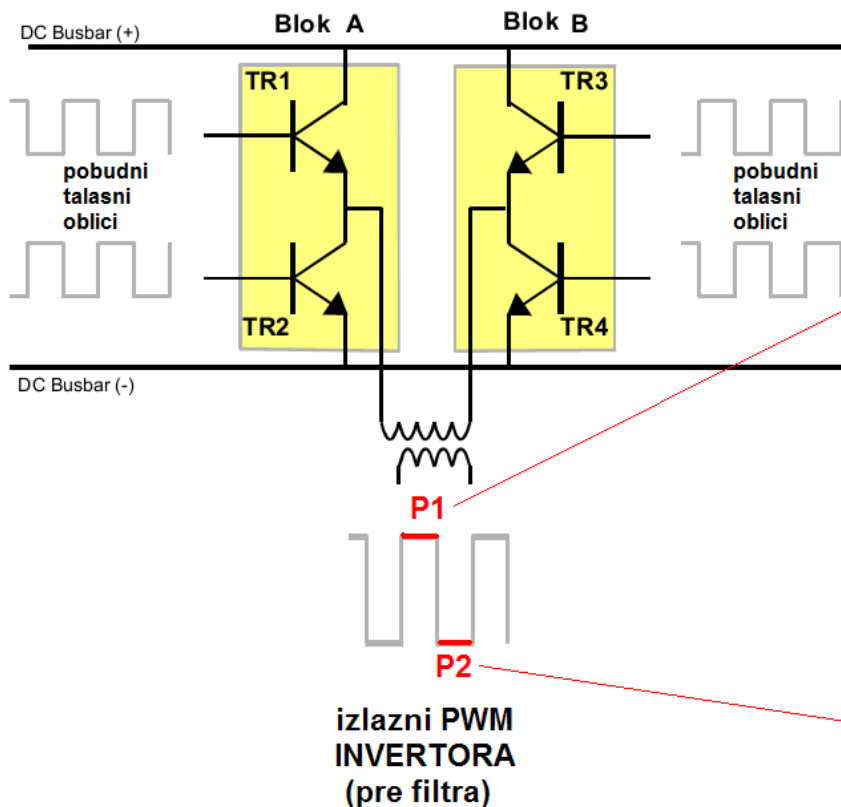
DC Busbar (+)

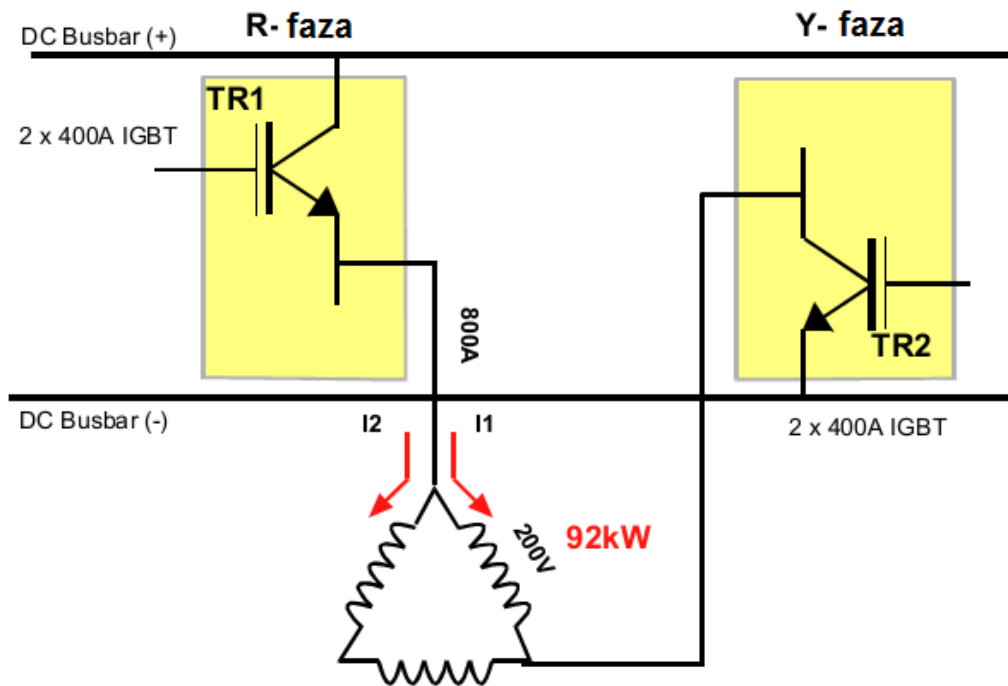


Konfiguracija sa tri monofazna transformatora čiji su sekundari međusobno vezani u spregu ZVEZDA sa izvedenim zvezdištem (nultim provodnikom

Ova konfiguracija podržava i nesimetrično trofazno opterećenje, drugim rečima pojedine faze mogu biti neravnomerno opterećene, tako da svaki invertorski most obezbeđuje regulaciju napona pripadajuće faze i regulaciju učestanosti

PRINCIP RADA JEDNE INVERTORSKE FAZE SA PUNIM TRANZISTORSKIM MOSTOM

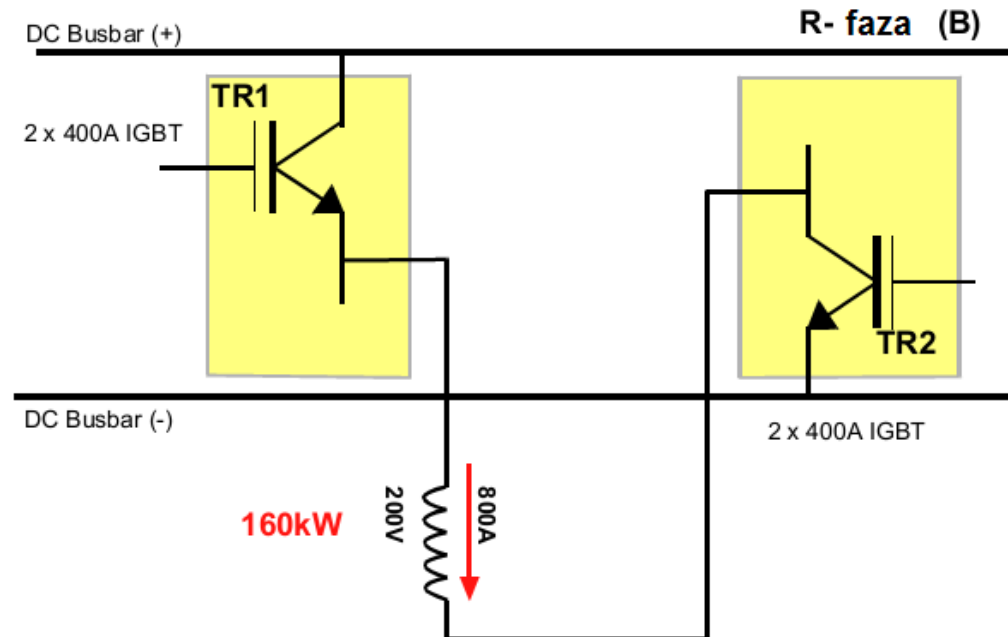




Single Ended-konfiguracija

Struja invertora se deli između dve paralelne grane, a primar transformatora je u sprezi TROUGAO

Snaga po jednoj fazi je 92kW



Double Ended-konfiguracija

Svaki primar se napaja iz svog invertora

Ova konfiguracija nudi 1.73 puta veću snagu.

Snaga po jednoj fazi je dakle 160kW