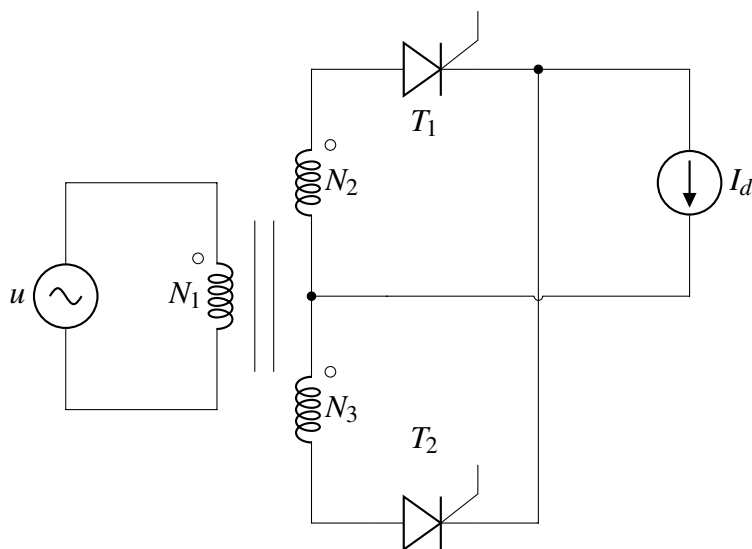


1. zadatak [25 poena] Na Slici 1. prikazan je monofazni dvostrani ispravljač sa tronamotajnim transformatorom. Pretpostaviti da su poznate vrednost izlazne struje I_d , ugao paljenja tiristora α , odnos broja navojaka na primarnom namotaju u odnosu na broj navojaka na sekundarom i tercijarom namotaju $N_1 : N_2 : N_3 = N : 1 : 1$, frekvencija f , kao i efektivna vrednost ulaznog mrežnog napona U (mrežni napon je prostoperiodična funkcija vremena). Skicirati talasni oblik struje koja teče kroz primarni namotaj transformatora i izvesti izraz za njenu efektivnu vrednost osnovnog harmonika I_1 . Pored toga, izvesti i izraz za aktivnu snagu koja se dobija iz mreže P_{in} . Pretpostaviti da je induktivnost rasipanja dovoljno mala da se može zanemariti vreme trajanja komutacije.



Slika 1.

Rešenje 1. zadatka Tiristor T_1 provodi od trenutka α , do trenutka $\alpha + \pi$, dok tiristor T_2 provodi od trenutka $\alpha + \pi$ do trenutka $\alpha + 2\pi$. Kada su tiristori uključeni, struja koja teče kroz njih je konstantna i jednaka I_d . Jednačina za magnetsko kolo transformatora je:

$$N_1 i = N_2 i_{T1} - N_3 i_{T2}, \quad (1.1)$$

gde je sa i označena struja primarnog namotaja. Kada tiristor T_1 vodi (interval $(\alpha, \alpha + \pi)$), za struju primara važi:

$$i = \frac{I_d}{N}, \quad (1.2)$$

a kada T_2 vodi (interval $(\alpha + \pi, \alpha + 2\pi)$), struja i je jednaka:

$$i = -\frac{I_d}{N}. \quad (1.3)$$

Nakon što se primeni Furijeova transformacija na struju i , dobijaju se komponente osnovnog harmonika te struje:

$$A_1 = \frac{4I_d}{N\pi} \cos(\alpha), \quad (1.4)$$

$$B_1 = \frac{4I_d}{N\pi} \sin(\alpha). \quad (1.5)$$

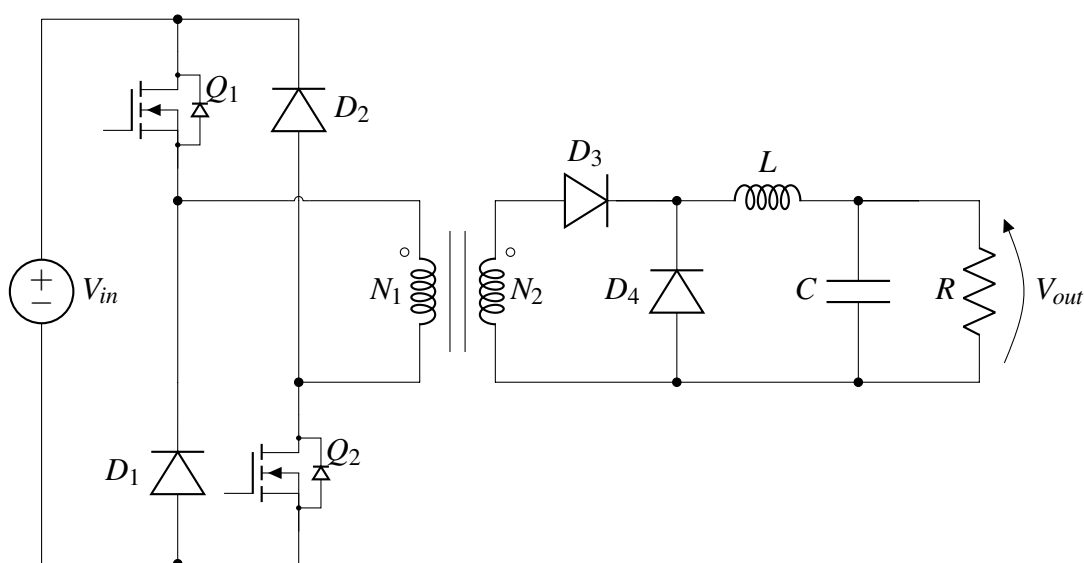
Efektivna vrednost osnovnog harmonika struje primarnog namotaja je:

$$I_1 = \frac{2I_d\sqrt{2}}{N\pi}. \quad (1.6)$$

Aktivna snaga jednaka je:

$$P = U \frac{2I_d\sqrt{2}}{N\pi} \cos(\alpha). \quad (1.7)$$

2. zadatak [25 poena] Za čoper prikazan na Slici 2. poznati su sledeći podaci: $f = 100$ kHz, $R = 10 \Omega$, $L = 100 \mu\text{H}$. Ulazni napon čopera jednak je 600 V, dok se izlazni napon održava na konstantnoj vrednosti od 24 V. Prenosni odnos transformatora je $n = N_1/N_2 = 10$. Zanimariti valovitost napona na kondenzatoru C i gubitke u kolu. Da li transformator radi u zasićenju? Da li je struja prigušnice L neprekidna ili prekidna? Odrediti maksimalnu trenutnu vrednost struje kroz prekidače Q_1 i Q_2 , kao i maksimalan napon koji blokiraju ovi elementi. Pretpostaviti da je induktivnost magnećenja transformatora dovoljno velika da se može zanemariti struja magnećenja.



Slika 2.

Rešenje 2. zadatka Duty cycle D jednak je 0.4. Ripl struje prigušnice jednak je:

$$\Delta I_L = D \frac{V_{in} - NV_{out}}{NLf} = 1.44 \text{ A.} \quad (2.1)$$

dok se srednja vrednost struje prigušnice može izračunati iz jednakosti snage na ulazu i izlazu pretvarača:

$$I_L^{avg} = \frac{V_{out}}{R} = 2.4 \text{ A.} \quad (2.2)$$

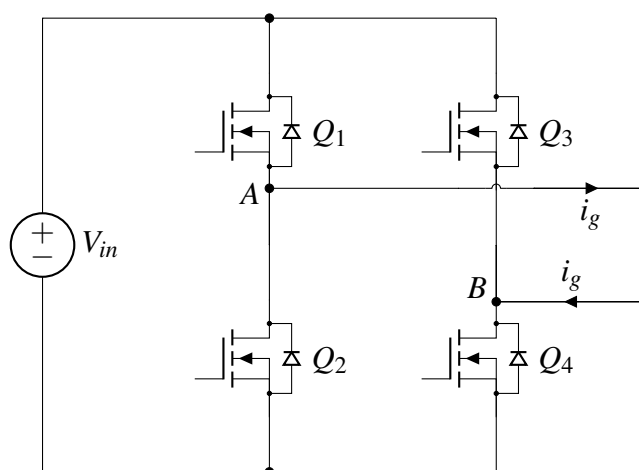
Kako je srednja vrednost struje prigušnice veća od polovine ripla te iste struje, sledi da je struja prigušnice neprekidna.

Transformator se magneti sa naponom od +600 V, a razmagnećuje sa naponom od –600 V, sledi da je vreme magnećenja jednako vremenu razmagnećenja. Sledi da transformator ne bi otišao u zasićenje, *duty cycle* mora biti manji od 0.5.

Što se tiče maksimalnih napona koje blokiraju tranzistori, oni su jednaki ulaznom naponu $V_{in} = 600$ V. Kako je struja magnećenja zanemarljivo mala, maksimalne struje koje teku kroz tranzistore:

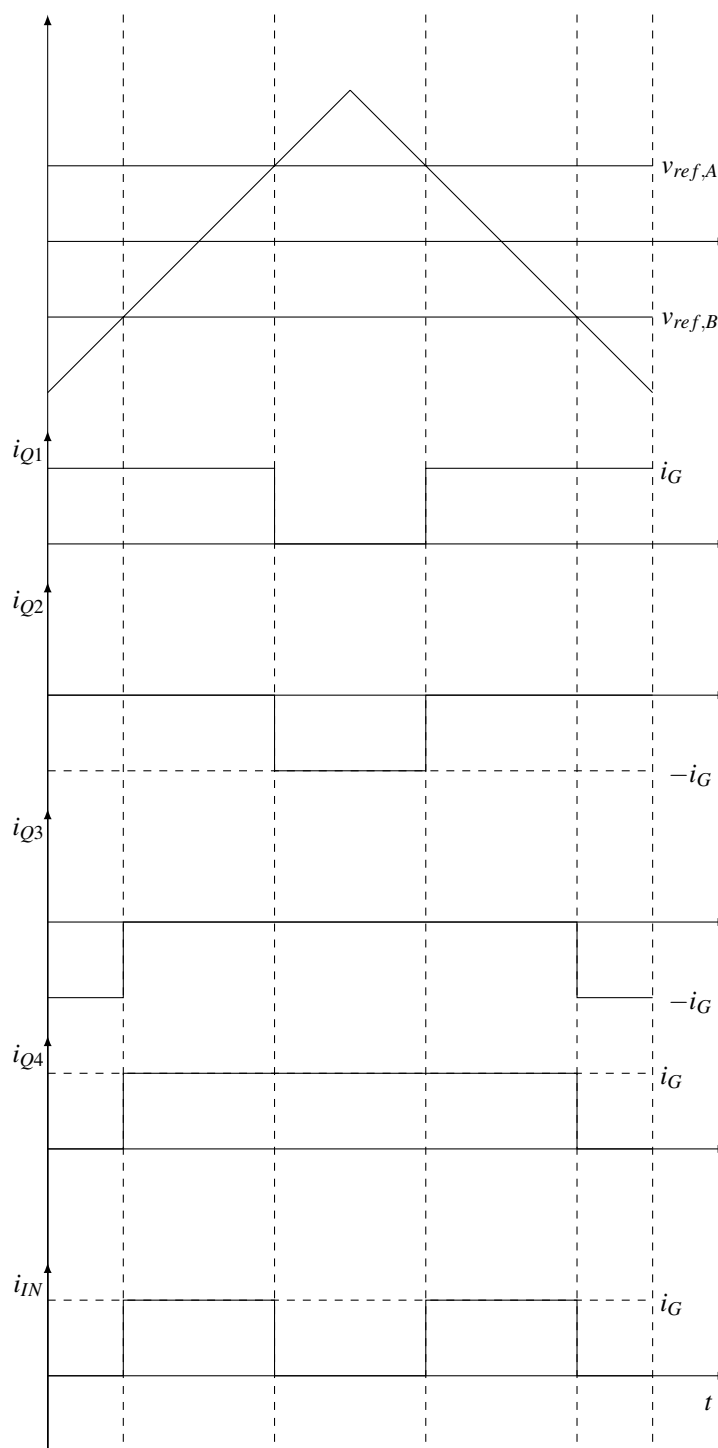
$$\frac{I_L^{max}}{N} = \frac{I_L^{avg} + \frac{\Delta I_L}{2}}{N} = 0.312 \text{ A.} \quad (2.3)$$

3. zadatak [20 poena] Na Slici 3. prikazan je monofazni mosni inverter. Kod upravljanja inverterom primenjena je raspregnuta modulacija sa testerastim nosiocem amplitude $V_n = 10$ V i učestanosti $f_n = 10$ kHz. Tokom jedne periode nosioca može se uzeti da su referentni naponi za grane A i B konstantni i jednaki $V_{ref,A} = 5$ V i $V_{ref,B} = -5$ V, redom, dok je struja opterećenja jednaka $I_g = 10$ A. Skicirati talasne oblike struje kroz prekidače Q_1 , Q_2 , Q_3 i Q_4 , kao i talasni oblik ulazne struje I_{in} za posmatranu periodu.



Slika 3.

Rešenje 3. zadatka Na Slici 3.1 prikazane su tražene struje.



Slika 3.1

Teorijsko pitanje [20 poena] Uticaj gubitaka na funkciju prenosa čopera podizača napona.

Napomene:

- Dozvoljena upotreba kalkulatora, grafitne olovke i šablona za crtanje talasnih oblika.
- Svaku tvrdnju u rešenju zadatka potkrepiti kratkim i preciznim objašnjenjem. U suprotnom, zadatak neće biti ocenjen punim brojem poena.
- Student je položio ispit ukoliko ostvari 40 poena na pismenom i ukoliko ostvari 50 u zbiru poena sa pismenog i laboratorijskih vežbi.