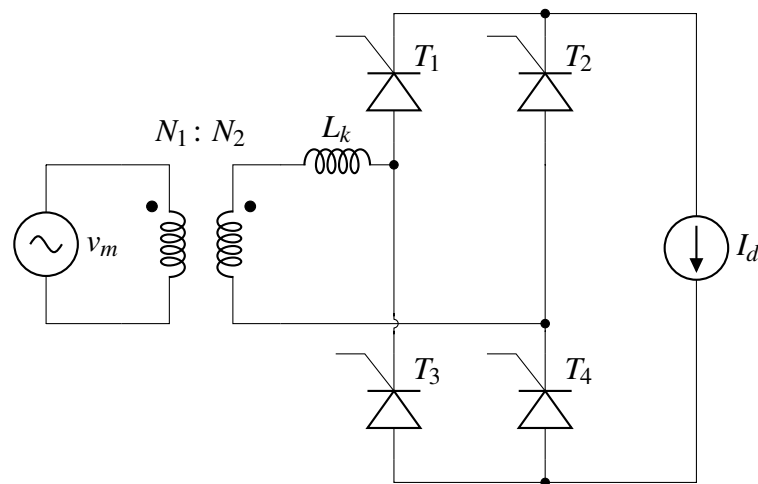


1. zadatak [23 poena] Monofazni mosni ispravljač sa Slike 1. priključen je preko transformatora prenosnog odnosa $n = N_1/N_2 = 5$ na mrežu napona efektivne vrednosti 230 V i frekvencije 50 Hz. Struja opterećenja je konstantna i jednaka 10 A. Uglovi uključenja tiristora T_1 , T_2 , T_3 i T_4 su redom jednaki α_1 , $\alpha_1 + \pi$, $\alpha_2 + \pi$ i α_2 , gde je $\alpha_1 = \pi/3$, a $\alpha_2 = 2\pi/3$. Odrediti efektivnu vrednost struje mreže. Pretpostaviti da je induktivnost rasipanja L_k dovoljno mala da se može smatrati da se komutacija dešava trenutno.



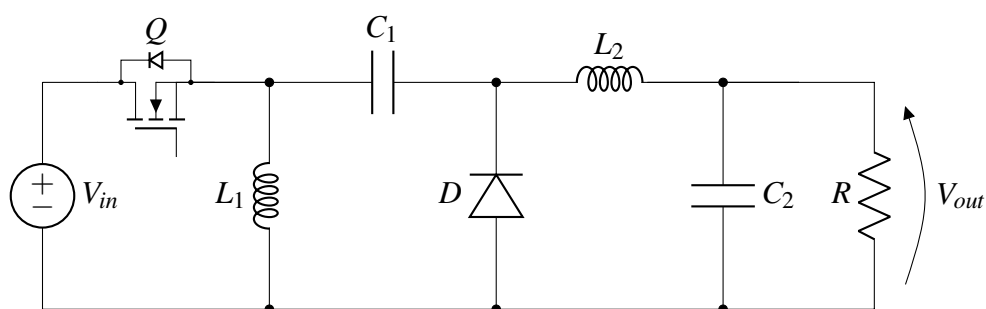
Slika 1.

Rešenje 1. zadatka: Tiristori T_1 i T_3 su uključeni (struja primara jednaka nuli) na intervalu od $\pi/3$ do $2\pi/3$. Na intervalu od $2\pi/3$ do $4\pi/3$ uključeni su T_1 i T_4 (struja primara jednaka I_d/n). Na intervalu od $4\pi/3$ do $5\pi/3$ uključeni su T_2 i T_4 (struja primara jednaka nuli). Tiristori T_2 i T_3 su uključeni (struja primara jednaka $-I_d/n$) na intervalu od $5\pi/3$ do $7\pi/3$. Efektivna vrednost struje primara jednaka je:

$$I = \frac{I_d}{n} \sqrt{\frac{2}{3}} = 1.63 \text{ A.} \quad (1.1)$$

2. zadatak [22 poena] Za čoper sa Slike 2. poznati su sledeći podaci: $f = 100$ kHz, $R = 2 \Omega$, $L_1 = L_2 = 250 \mu\text{H}$, $V_{in} = 24$ V, $D = 1/3$.

- Zanemarujući valovitost napona na kondenzatorima C_1 i C_2 , dokazati da čoper radi u neprekidnom režimu rada.
- Odrediti opseg kapacitivnosti C_2 tako da ripl izlaznog napona bude manji od 4 %.



Slika 2.

Rešenje 2. zadatka: Primenom uslova ustaljenog stanja, izračunava se da je izlazni napon jednak:

$$V_{out} = \frac{D}{1-D} V_{in} = 12 \text{ V}, \quad (2.1)$$

da je srednja vrednost struje druge prišnice jednaka:

$$I_{L2}^{avg} = \frac{V_{out}}{R} = 6 \text{ A}, \quad (2.2)$$

a prve:

$$I_{L1}^{avg} = \frac{I_{L2}^{avg}}{2} = 3 \text{ A}, \quad (2.3)$$

dok je ripl struje prigušnice jednak:

$$\Delta I_L = \frac{V_{in} D}{L_1 f} = 0.32 \text{ A}. \quad (2.4)$$

Uslov neprekidnog režima rada je:

$$I_{L1}^{avg} + I_{L2}^{avg} - \Delta I_L \geq 0, \quad (2.5)$$

koji je ispunjen. Stoga pretvarač zaista radi u neprekidnom režimu rada. *Peak-to-peak* ripl izlaznog napona jednak je:

$$\Delta V_{C2} = \frac{\Delta I_L T}{8C_2}, \quad (2.6)$$

pa je uslov zadovoljen ako važi:

$$C_2 \geq 10\mu\text{F}. \quad (2.7)$$

3. zadatak [25 poena] Na izlaz trofaznog invertora priključeno je trofazno redno $R - L$ opterećenje, gde je $R = 4 \Omega$, dok je $L = 30/\pi$ mH. Sprega opterećenja je uzemljena zvezda, a zvezdište opterećenja je kratkospojeno sa središnjom tačkom ulaznog jednosmernog napona. Kod upravljanja invertorom primenjena modulacija sa injektovanim trećim harmonikom tako da je referenca za fazu A jednaka $v_{ref,A} = m \cdot [\sin(\omega t) + \sin(3\omega t)/6]$, za fazu B referenca je zadata funkcijom $v_{ref,B} = m \cdot [\sin(\omega t - 2\pi/3) + \sin(3\omega t)/6]$, dok za fazu C važi $v_{ref,C} = m \cdot [\sin(\omega t + 2\pi/3) + \sin(3\omega t)/6]$, gde je $\omega = 2\pi \cdot 50$. Odrediti opseg u kom može da se menja indeks modulacije m tako da efektivna vrednost struje osnovnog harmonika bude veća od 35 A, da efektivna vrednost struje trećeg harmonika bude manja od 4.4 A. Ulazni jednosmerni napon jednak je $480\sqrt{2}$ V.

Rešenje 3. zadatka: Impedansa opterećenja pri frekvenciji od 50 Hz:

$$Z_1 = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} = 5 \Omega. \quad (3.1)$$

Kako je konfiguracija opterećenja uzemljena zvezda, nulte struje imaju put kojim mogu da se zatvore. Stoga, impedansa opterećenja pri frekvenciji od 150 Hz:

$$Z_3 = \sqrt{R^2 + (3\omega L)^2} = 9.85 \Omega. \quad (3.2)$$

Prema uslovima zadatka, minimalna efektivna vrednost napona osnovnog harmonika koji je potrebno da generiše inverter jednaka je:

$$V_1^{min} = Z_1 I_1 = 175 \text{ V}, \quad (3.3)$$

dok je maksimalna efektivna vrednost napona trećeg harmonika koji je potrebno da generiše inverter jednaka je:

$$V_3^{max} = Z_3 I_3 = 43.34 \text{ V}. \quad (3.4)$$

Minimalna vrednost indeksa modulacija dobija se iz uslova za struju osnovnog harmonika:

$$m^{min} = \frac{2V_1^{min}\sqrt{2}}{V_{dc}} = 0.73. \quad (3.5)$$

Minimalna vrednost indeksa modulacija dobija se iz uslova za struju trećeg harmonika:

$$m^{max} = \frac{2V_3^{max}\sqrt{2}}{V_{dc}} = 1.08. \quad (3.6)$$

Teorijsko pitanje [20 poena] Strujni inverter sa induktivnim opterećenjem.

Napomene:

- Ispit traje 180 minuta.
- 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.