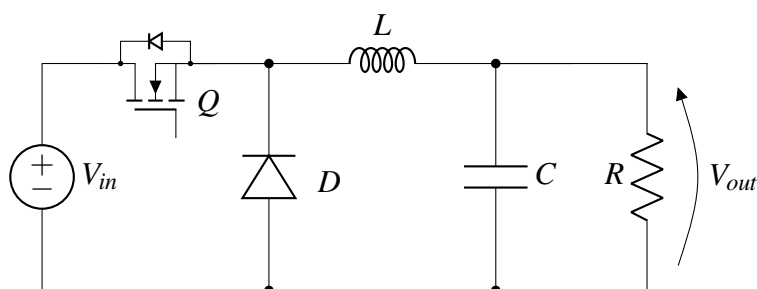


1. zadatak [14 poena] Za čoper prikazan na Slici 1 poznati su sledeći parametri: frekvencija prekidanja $f = 100$ kHz, otpornost opterećenja $R = 4 \Omega$, induktivnost prigušnica $L = 20 \mu\text{H}$, izlazni napon čopera $V_{out} = 5$ V, pad napona na diodi u provodnom stanju $V_F = 0.2$ V. Ulazni napon može uzeti bilo koju vrednost iz opsega od 10 V do 15 V. Za koje vrednosti *duty-cycle*-a čoper radi u prekidnom, a za koje vrednosti u neprekidnom režimu rada? Izračunati maksimalnu snagu gubitaka za sve vrednosti ulaznog napona iz navedenog opsega.



Slika 1

Rešenje 1. zadatka: Početnom pretpostavkom da čoper radi u neprekidnom režimu, dobija se izraz za *duty-cycle*

$$D = \frac{V_{out} + V_F}{V_{in} + V_F}. \quad (1.1)$$

Za zadani opseg ulaznog napona, *duty-cycle* se menja u granicama od 0.342 do 0.509. Izraz za ripl struje prigušnice je

$$\Delta I_L = \frac{(V_{in} - V_{out})D}{Lf}. \quad (1.2)$$

Uslov za neprekidni režim je

$$\frac{V_{out}}{R} \geq \frac{(V_{in} - V_{out})D}{2Lf}, \quad (1.3)$$

odnosno

$$2Lf \frac{V_{out}}{R} \geq \frac{(V_{in} - V_{out})(V_{out} + V_F)}{V_{in} + V_F}. \quad (1.4)$$

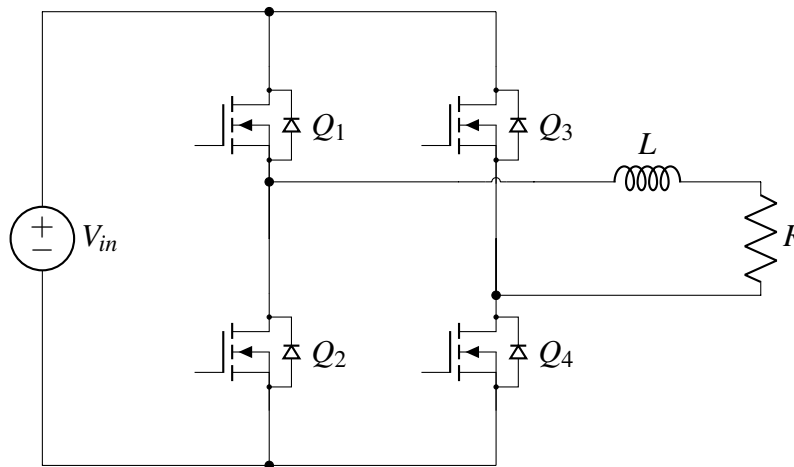
Rešavanjem ove nejednakosti po V_{in} , dobija se da za sve vrednosti ulaznog iz navedenog opsega čoper radi u neprekidnom režimu rada.

Izraz za snagu gubitaka diode je

$$P_{gub} = V_F I_D^{avg} = V_F I_L^{avg} (1 - D) = V_F I_{out} (1 - D). \quad (1.5)$$

Prema ovom izrazu, gubici su najveći kada je *duty-cycle* minimalan, i za $D = 0.342$ oni iznose 0.164 W.

2. zadatak [14 poena] Kod invertora sa Slike 2 primenjena je raspregnuta modulacija, gde se trougaoni nosilac frekvencije 20 kHz menja u opsegu od -1 do 1 i poredi sa dva referentna signala $v_{ref,a}(t) = m \sin(\omega t)$ i $v_{ref,b}(t) = m \sin(\omega t + \pi)$. Invertor radi isključivo u linearnom režimu, gde se indeks modulacije menja linearno u odnosu na učestanost referentnih signala ω prema funkciji $m(\omega) = \omega/\omega_n$, gde je $\omega_n = 100\pi$ rad/s. Odrediti za koju vrednost indeksa modulacije je aktivna snaga osnovnog harmonika na opterećenju maksimalna, i izračunati tu maksimalnu snagu. Ulazni napon jednak je $V_{in} = 400$ V, induktivnost $L = 10$ mH, i otpornost $R = 10 \Omega$.



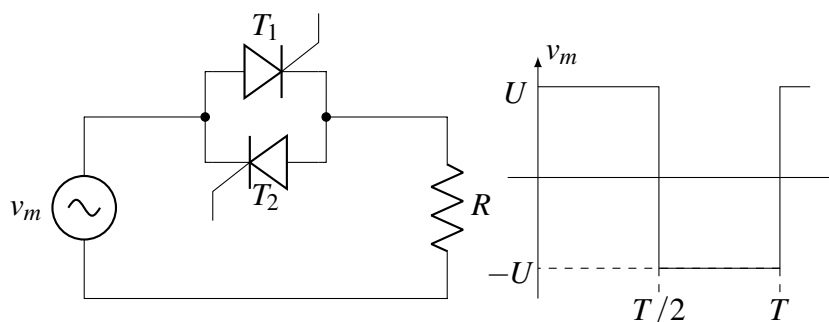
Slika 2

Rešenje 2. zadatka: Izraz za snagu osnovnog harmonika je

$$P_1 = R \frac{\frac{\omega}{\omega_n} V_{in}^2}{2(R^2 + (\omega L)^2)}. \quad (2.1)$$

Prvi izvod ovog izraza po ω je uvek pozitivan, što znači da je funkcija snage osnovnog harmonika od ω strogo rastuća funkcija. Sledi da se maksimalna vrednost snage osnovnog harmonika ima za najveće ω . Kako je uslov da invertor radi u linearnom režimu, najveća snaga se ima za $\omega = \omega_n$, kada je $m = 1$.

3. zadatak [12 poena] Monofazni fazni regulator priključen je na svom ulazu na napon v_m čiji talasni oblik je prikazan na Slici 3. Ugao paljenja tiristora T_1 jednak je $\alpha = \pi/2$. Odrediti ugao paljenja drugog tiristora za koji je efektivna vrednost drugog harmonika struje opterećenja minimalna, kao i ugao paljenja drugog tiristora za koji je efektivna vrednost drugog harmonika struje opterećenja maksimalna.



Slika 3

Rešenje 3. zadatka: Tiristor T_1 provodi od trenutka α , do trenutka π , dok tiristor T_2 provodi od trenutka α_2 do trenutka 2π . Furijeovom transformacijom može se doći do opšteg izraza za efektivnu vrednost drugog harmonika:

$$A_2 = \frac{1}{\pi} \left[\int_{\alpha}^{\pi} U \sin(x) dx + \int_{\alpha_2}^{2\pi} -U \sin(x) dx \right] = -\frac{U}{2\pi} [1 + \cos(2\alpha_2)], \quad (1.1)$$

$$B_2 = \frac{1}{\pi} \left[\int_{\alpha}^{\pi} U \cos(x) dx + \int_{\alpha_2}^{2\pi} -U \cos(x) dx \right] = \frac{U}{2\pi} \sin(\alpha_2), \quad (1.2)$$

$$I_2 = \sqrt{\frac{A_1^2 + B_1^2}{2}} = \frac{U}{2\pi} \sqrt{1 + \cos(2\alpha_2)}. \quad (1.3)$$

Minimum ove funkcije se ima za $\alpha_2 = 3\pi/2$, dok se maksimum ima za uglove $\alpha_2 = \pi$ i $\alpha_2 = 2\pi$.

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 se poziva na usmeni ispit ukoliko ostvari 17.5 poena na pismenom i ukoliko ostvari 32.5 poena u zbiru na pismenom i laboratorijskim vežbama.