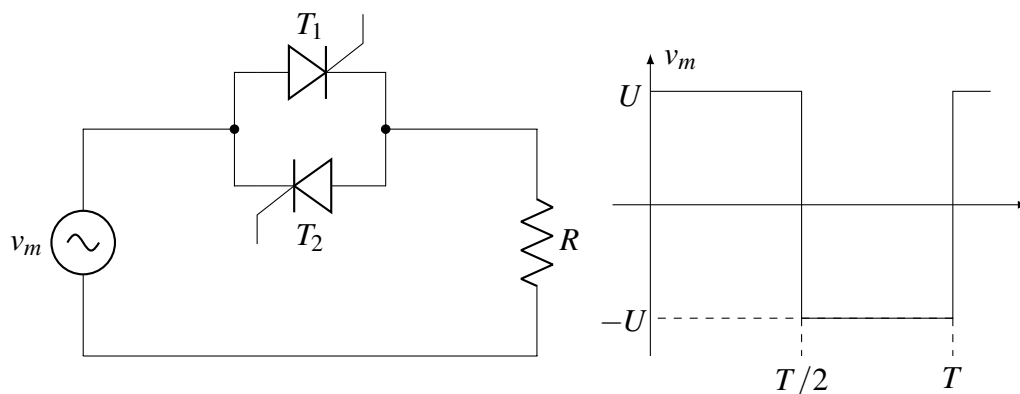


1. zadatak [23 poena] Monofazni fazni regulator priključen je na svom ulazu na napon v_m čiji talasni oblik je prikazan na Slici 1. Ugao paljenja tiristora T_1 jednak je $\alpha = \pi/2$. Odrediti ugao paljenja drugog tiristora za koji je efektivna vrednost drugog harmonika struje opterećenja minimalna, kao i ugao paljenja drugog tiristora za koji je efektivna vrednost drugog harmonika struje opterećenja maksimalna.



Slika 1.

Rešenje 1. 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:

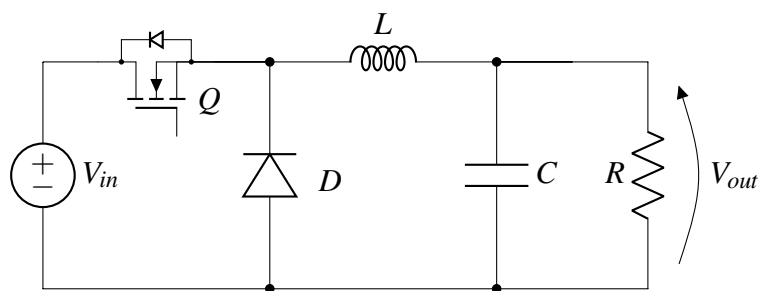
$$A_2 = \frac{1}{\pi} \left[\int_{\alpha}^{\pi} U \sin(x) dx + \int_{\alpha_2}^{2\pi} -U \sin(x) dx \right] = -\frac{U}{2\pi} [1 + \cos(2\alpha_2)], \quad (1.1)$$

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

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

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

2. zadatak [23 poena] Za čoper spuštač napona prikazan na Slici 2. poznati su sledeći podaci: $V_{in} = 24 \text{ V}$, $f = 100 \text{ kHz}$, $R = 10 \text{ } \Omega$. Odrediti induktivnost prigušnice L tako da čoper radi u neprekidnom režimu rada za sve vrednosti *duty cycle*-a iz opsega od 0 do 1. Zanemariti gubitke u kolu, kao i valovitost napona na kondenzatoru C .



Slika 2.

Rešenje 2. zadatka Uslov neprekidnog režima za pretvarač sa Slike 2. jeste:

$$L \geq \frac{R(1-D)}{2f}. \quad (2.1)$$

Uslov je zadovoljen za svaku vrednost D iz opsega od 0 do 1 ukoliko važi:

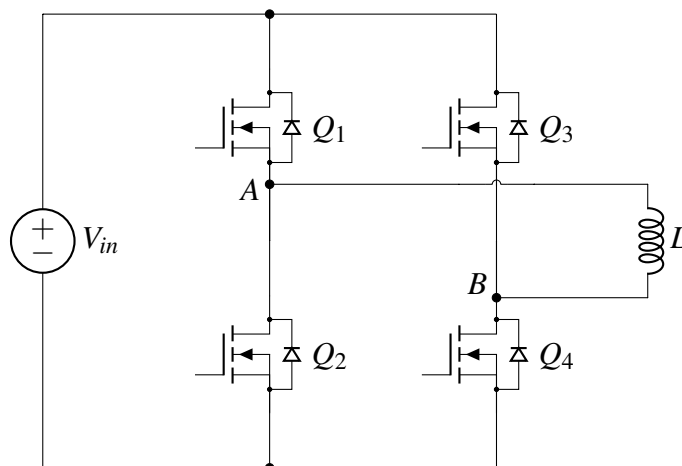
$$L \geq \frac{R}{2f}. \quad (2.2)$$

Pretvarač radi u neprekidnom režimu za svaku vrednost D ukoliko je induktivnost prigušnice veća ili jednaka od $50 \text{ } \mu\text{F}$.

3. zadatak [24 poena] Na Slici 3. prikazan je monofazni mosni inverter priključen na svom ulazu na jednosmerni napon $V_{in} = 300$ V, dok je na izlazu invertora priključena prigušnica $L = 20$ mH. Upravljanje je izvedeno tako što se testerasti nosilac v_n frekvencije 10 kHz (tokom jednog prekidačkog perioda referenca linearno raste od -1 do 1) poredi sa referencama. Ako je trenutna vrednost izlazne struje na početku perioda bila 5 A, odrediti trenutnu vrednost te struje na kraju prekidačkog perioda, ako je:

- Primijenjeno spregnuto upravljanje, referenca $v_{ref} = 0.5$.
 $v_{ref} \geq v_n \implies Q_1 = Q_4 = 1, Q_2 = Q_3 = 0; v_{ref} \leq v_n \implies Q_1 = Q_4 = 0, Q_2 = Q_3 = 1.$
- Primijenjeno raspregnuto upravljanje, referenca $v_{ref} = 0.5$.
 $v_{ref} \geq v_n \implies Q_1 = 1, Q_2 = 0; v_{ref} \leq v_n \implies Q_1 = 0, Q_2 = 1,$
 $-v_{ref} \geq v_n \implies Q_3 = 1, Q_4 = 0; -v_{ref} \leq v_n \implies Q_3 = 0, Q_4 = 1.$

Pretpostaviti da su reference konstantne tokom jednog prekidačkog perioda.



Slika 3.

Rešenje 3. zadatka Kod spregnutog upravljanja, od trenutka 0 do $3T/4$ uključeni su tranzistori Q_1 i Q_4 , pa je na tom intervalu napon na opterećenju jednak ulaznom naponu. Od trenutka $3T/4$ do T uključeni su Q_2 i Q_3 , pa je napon opterećenja jednak $-V_{in}$ na tom intervalu. Struja opterećenja na kraju perioda jednaka je:

$$i(T) = i(0) + \frac{1}{L} \left[\int_0^{3T/4} V_{in} dt + \int_{3T/4}^T -V_{in} dt \right] = 5.75 \text{ A.} \quad (3.1)$$

Kod raspregnutog upravljanja, na intervalima od 0 do $T/4$ i od $3T/4$ do T napon na opterećenju jednak je nuli (tokom prvog intervala vode Q_1 i Q_3 , dok na drugom intervalu

vode Q_2 i Q_4). Na intervalu od $T/4$ do $3T/4$ napon na opterećenju jednak je ulaznom naponu V_{in} (vode Q_1 i Q_4). Struja opterećenja na kraju perioda jednaka je:

$$i(T) = i(0) + \frac{1}{L} \int_{T/4}^{3T/4} V_{in} dt = 5.75 \text{ A.} \quad (3.2)$$

Teorijsko pitanje [20 poena] Invertorski limit.

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.