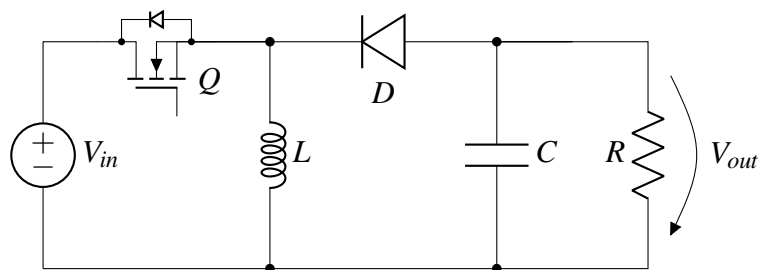


1. zadatak [14 poena] Za čoper prikazan na Slici 1 poznati su sledeći parametri: frekvencija prekidanja $f = 10 \text{ kHz}$, otpornost opterećenja $R = 5 \ \Omega$, induktivnost prigušnice $L = 100 \ \mu\text{H}$, izlazni napon čopera $V_{out} = 30 \text{ V}$, pad napona na diodi u provodnom stanju $V_F = 0.5 \text{ V}$. Ulazni napon može uzeti bilo koju vrednost iz opsega od 20 V do 40 V .

- Za koje vrednosti ulaznog napona čoper radi u prekidnom, a za koje vrednosti u neprekidnom režimu rada?
- Za koje vrednosti *duty-cycle*-a pretvarač radi kao podizač, a za koje kao spuštač napona?
- Odrediti srednju snagu gubitaka na diodi.



Slika 1

Rešenje 1. zadatka: Izraz za *duty-cycle* dobija se iz uslova ustaljenog stanja za prigušnicu, i predstavljen je sledećim izrazom

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

Srednja vrednost struje diode sa jedne strane jednaka je srednoj izlaznoj struji, dok sa druge strane važi

$$I_D^{avg} = \frac{1}{T} \int_0^T i_D dt = I_L^{avg} (1 - D), \quad (1.2)$$

pa je srednja vrednost struje prigušnice jednaka

$$I_L^{avg} = \frac{I_{out}}{1 - D}. \quad (1.3)$$

Uslov koji mora biti zadovoljen da bi pretvarač radio u neprekidnom režimu rada je

$$I_L^{avg} \geq \frac{\Delta I_L}{2}. \quad (1.4)$$

Zamenom brojnih vrednosti u prethodnoj nejednakosti može se izvesti

$$1.5164V_{in}^2 - 60V_{in} - 915 \leq 0, \quad (1.5)$$

i ova nejednakost je zadovoljena za vrednosti ulaznog napona od -11.755 do 51.324 V. Zada-ti opseg ulaznog napona od 20 do 40 V je podskup ovog skupa, pa čoper radi u neprekidnom režimu rada za navedeni opseg vrednosti ulaznog napona.

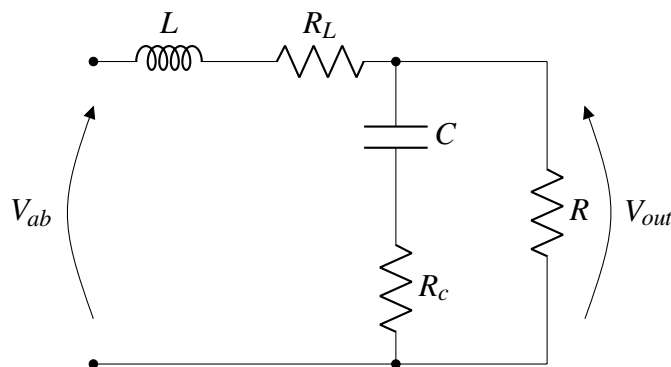
Čoper radi kao spuštač napona kada je ulazni napon veći od izlaznog (opseg D : (0.4326,0.504)), u suprotnom radi kao podizač (opseg D : (0.504,0.604)).

Srednja snaga gubitaka diode jednaka je

$$P_D = \frac{1}{T} \int_0^T v_{ak} i_D = V_F I_D^{avg} = V_F I_{out} = 3W, \quad (1.6)$$

i ne zavisi od vrednosti ulaznog napona.

2. zadatak [13 poena] Izlaz monofaznog mosnog invertora priključen je, preko LC filtra ($L = 5/\pi$ mH, $R_L = 0.1 \Omega$, $C = 2.5/\pi \mu\text{F}$, $R_c = 0.01 \Omega$) na opterećenje $R = 20 \Omega$. Osnovna frekvencija invertora jednaka je 50 Hz. Pri indeksu modulacije $m = 0.9$ i ulaznom naponu invertora od $V_{dc} = 400$ V odrediti aktivnu snagu osnovnog harmonika na opterećenju R . Ukoliko se zanemare parazitni efekti R_L i R_c , odrediti novu vrednost indeksa modulacije tako da se na izlazu ostvari ista aktivna snaga osnovnog harmonika kao u prethodnom slučaju ($V_{dc} = 400$ V).



Slika 2

Rešenje 2. zadatka: Funkcija prenosa filtra u Laplasovom domenu je

$$\underline{G}(s) = \frac{V_{out}(s)}{V_{ab}(s)} = \frac{sCR_cR + R}{s^2LC(R + R_c) + s(L + C(R + R_c)R_L + CRR_c) + R + R_L}. \quad (2.1)$$

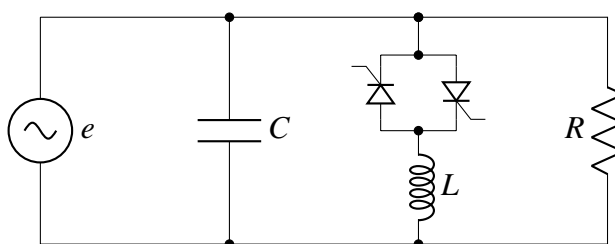
Efektivna vrednost osnovnog harmonika izlaznog napona jednaka je

$$V_{out,1} = m \frac{V_{dc}}{\sqrt{2}} |\underline{G}(j2\pi 50)| = 253.24 \text{ V}, \quad (2.2)$$

pa je aktivna snaga osnovnog harmonika jednaka $P_{out,1} = 3206.43$ W.

Kada se zanemare parazitni efekti, indeks modulacije potreban da se ostvari ista aktivna snaga osnovnog harmonika iznosi $m = 0.89$.

3. zadatak [13 poena] Monofazni fazni regulator sa čisto induktivnim opterećenjem u kombinaciji sa baterijom kondenzatora fiksne kapacitivnosti koristi se za dinamičku kompenzaciju reaktivne snage, kao što je prikazano na Slici 3. Opterećenje je čisto rezistivno, otpornosti $R = 8 \Omega$. Napon mreže je sinusoidalan, efektivne vrednosti $E = 230 \text{ V}$ i učestanosti 50 Hz . Vrednost kapacitivnosti baterije kondenzatora iznosi $C = 240 \mu\text{F}$. Vrednost induktivnosti faznog regulatora iznosi $L = 30 \text{ mH}$. Odrediti potrebnu vrednost ugla paljenja tiristora tako da faktor snage za osnovni harmonik na priključcima mreže ima jediničnu vrednost.



Slika 3

Rešenje 3. zadatka: Kako bi faktor snage osnovnog harmonika na priključcima mreže imao jediničnu vrednost, potrebno je da ukupna reaktivna snaga osnovnog harmonika bude jednaka nuli:

$$Q_1 = Q_{C1} + Q_{L1} = -\omega CE^2 + EI_{L1} = 0, \quad (3.1)$$

Na osnovu prethodnog uslova, dobija se potrebna efektivna vrednost osnovnog harmonika struje prigušnice, tj. faznog regulatora:

$$I_{L1} = 17.34 \text{ A}. \quad (3.2)$$

Efektivna vrednost osnovnog harmonika struje faznog regulatora data je u funkciji ulaznog napona, induktivnost i ugla paljenja kao (pogledati nastavne materijale):

$$I_{L1} = \frac{2E}{\omega L} \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right). \quad (3.3)$$

Izjednačavanjem tražene efektivne vrednosti osnovnog harmonika struje i prethodnog izraza, dobija se potrebna vrednost ugla paljenja:

$$\alpha = 103.2^\circ. \quad (3.4)$$