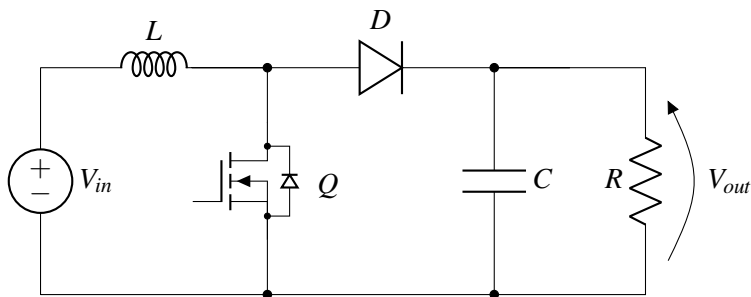
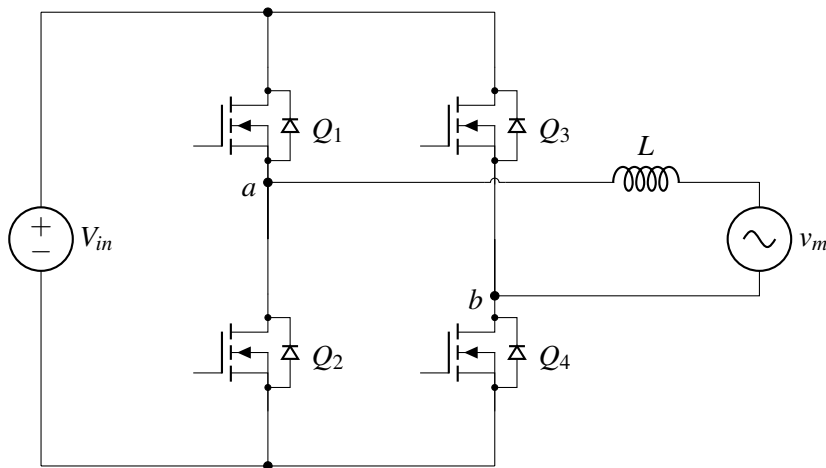


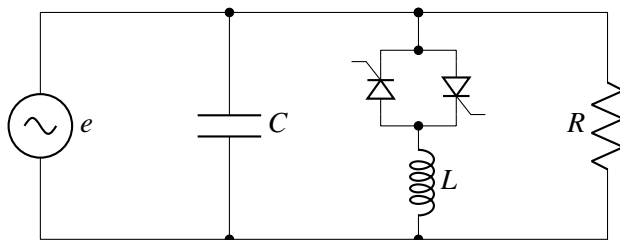
1. zadatak: Za prikazani DC-DC pretvarač poznata je vrednost ulaznog napona $V_{in} = 10\text{ V}$, vrednost izlaznog napona $V_{out} = 25\text{ V}$, prekidačka frekvencija $f = 60\text{ kHz}$ i otpornost opterećenja $R = 12,5\ \Omega$. Kapacitivnost kondenzatora C na izlazu smatrati dovoljno velikom da se valovitost izlaznog napona može zanemariti. Odrediti induktivnost prigušnice L tako da ovaj pretvarač radi na granici prekidnog i neprekidnog režima. (15 poena)



2. zadatak: Monofazni mosni inverter je priključen na monofaznu mrežu efektivne vrednosti 230 V i frekvencije 50 Hz preko prigušnice $L = 10\text{ mH}$. Ako je ulazni napon invertora jednak 400 V , odrediti maksimalnu aktivnu snagu koju inverter može da injektuje u mrežu u linearnom režimu rada. Usvojiti da je reaktivna snaga osnovnog harmonika koju inverter injektuje u mrežu jednaka nuli. (15 poena)



3. zadatak: 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. Opterećenje je čisto rezistivno, otpornosti $R = 8\Omega$. Napon mreže je sinusoidalni, 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 vrednost $0,9$ (induktivno). **(15 poena)**



1. pitanje: Nacrtati čoper podizač napona i izvesti izraz koji predstavlja odnos izlaznog i ulaznog napona (karakteristika) ako se uvaži otpornost prigušnice R_L . Skicirati karakteristiku ovog čopera za različite vrednosti odnosa otpora R_L i otpora R koji predstavlja opterećenje. **(10 poena)**

2. pitanje: Opisati raspregnutu modulaciju i skicirati frekvencijski spektar nefiltriranog napona mosnog invertora, ako invertor radi u linearnom režimu rada. Frekvencija referenci i nosioca jednaka je f i f_n , respektivno. **(10 poena)**

3. pitanje: Skicirati šemu trofaznog jednostranog ispravljača. Prikazati talasne oblike izlaznog napona, struja tiristora i struje faze A mreže. Ispravljač je priključen na mrežu pomoću transformatora sprege Yyn. Izvesti izraz za srednju vrednost napona. Pri crtanju talasnih oblika i proračunu napona zanemariti uticaj komutacije. **(10 poena)**

Napomene:

- Ispit traje 180 minuta.
- Dozvoljena je 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.
- Rešenja zadataka pisati počev od prve, a odgovore na pitanja počev od poslednje stranice vežbanke.
- Student je položio ispit ukoliko ostvari najmanje 30 poena na pismenom ispitu i najmanje 50 poena u zbiru na pismenom ispitu i laboratorijskim vežbama.

1. zadatak: Prikazana topologija je BOOST pretvarač. Granica između prekidnog i neprekidnog režima rada odgovara uslovu:

$$I_L^{AVG} - \frac{\Delta I_L}{2} = 0. \quad (1)$$

Srednja vrednost struje prigušnice kod BOOST pretvarača odgovara srednjoj vrednosti ulazne struje:

$$I_L^{AVG} = I_{in} = \frac{V_{out}^2}{RV_{in}}. \quad (2)$$

Rippl struje prigušnice je određen sledećim izrazom:

$$\Delta I_L = \frac{V_{in}}{Lf} D. \quad (3)$$

Duty cycle D se može odrediti na osnovu poznatih vrednosti ulaznog i izlaznog napona i iznosi:

$$D = 1 - \frac{V_{in}}{V_{out}} = 1 - \frac{10 \text{ V}}{25 \text{ V}} = 0,6. \quad (4)$$

Ukoliko se u izraz (1) uvrste izrazi (2) i (3), može se pisati:

$$\frac{V_{out}^2}{RV_{in}} - \frac{V_{in}}{2Lf} D = 0, \quad (5)$$

odakle je:

$$L = \frac{V_{in}^2 RD}{2V_{out}^2 f}. \quad (6)$$

Vrednosti V_{in} , V_{out} , R i f su date tekstem zadatka, a vrednost D je određena izrazom (4), što konačno daje:

$$L = 10 \mu\text{H}. \quad (7)$$

2. zadatak: Maskimalna amplituda osnovnog harmonika izlaznog napona mosta koju inverter može da generiše u linearnom režimu rada jedanka je

$$V_{ab,1} = V_{dc} = 400 \text{ V}. \quad (8)$$

Kako je reaktivna snaga osnovnog harmonika na priključcima mreže jedanaka nuli, sledi da su napon mreže i struja mreže u fazi. Tada važi:

$$\underline{V}_{ab,1} = V_m + j \cdot \omega L I_1, \quad (9)$$

gde je I_1 amplituda osnovnog harmonika struje mreže. Sledi

$$I_1 = \frac{1}{\omega L} \sqrt{V_{ab,1}^2 - V_m^2} = 74,1 \text{ A}, \quad (10)$$

pa je maksimalna aktivna snaga jednaka

$$P_1 = \frac{V_m I_1}{2} = 12,05 \text{ kW}. \quad (11)$$

3. zadatak: Kako bi faktor snage osnovnog harmonika na priključcima mreže imao traženu vrednost, potrebno je da ukupna reaktivna snaga osnovnog harmonika u smeru iz mreže ka opterećenju ima vrednost:

$$Q_1 = P_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{E^2}{R} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 = 3202,6 \text{ var}, \quad (12)$$

gde je $P_1 = 6612,5 \text{ W}$. Ukupna reaktivna snaga jednaka je algebarskoj sumi reaktivnih snaga kondenzatora i faznog regulatora sa prigušnicom:

$$Q_1 = Q_{C1} + Q_{L1} = -\omega C E^2 + E I_{L1}, \quad (13)$$

gde je $Q_{C1} = -3988,6 \text{ var}$ (za referentni smer *iz mreže*). Na osnovu prethodnog uslova, dobija se potrebna vrednost osnovnog harmonika reaktivne snage prigušnice:

$$Q_{L1} = Q_1 - Q_{C1} = 7191,1 \text{ var}. \quad (14)$$

Efektivna vrednost osnovnog harmonika struje prigušnice, tj. faznog regulatora, pri kojoj se ima ova vrednost reaktivne snage iznosi:

$$I_{L1} = \frac{Q_{L1}}{E} = 31,27 \text{ A}. \quad (15)$$

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

$$I_{L1} = \frac{2E}{\omega L} \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right). \quad (16)$$

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

$$\alpha = 77,13^\circ. \quad (17)$$

Kako je dobijena vrednost ugla paljenja manja od 90° , traženu vrednost struje prigušnice, a samim tim i reaktivne snage, nije moguće ostvariti. Zadatak se smatra uspešno rešenim ako se dobije ova vrednost ugla paljenja i konstatuje se da nije moguće ostvariti rad u zahtevanom radnom režimu.

Maksimalna vrednost ostvaruje se za $\alpha = 90^\circ$ (za manje vrednosti α ima se ista vrednost) i iznosi:

$$I_{L1, \max} = \frac{E}{\omega L} = 24,40 \text{ A}. \quad (18)$$

Maksimalna vrednost reaktivne snage koja odgovara ovoj struji iznosi:

$$Q_{L1, \max} = E \cdot I_{L1, \max} = \frac{E^2}{\omega L} = 5612,9 \text{ var}. \quad (19)$$

Ukupna reaktivna snaga koja se uzima iz mreže tada je jednaka:

$$Q_{1, \max} = Q_{L1, \max} + Q_{C1} = \frac{E^2}{\omega L} = 1624,3 \text{ var}, \quad (20)$$

te minimalno ostvariva vrednost faktora snage iznosi:

$$\cos \varphi_{1, \min} = 0,9711 \text{ (ind)}. \quad (21)$$