

22.06.1999.
4/10

1. Na slici 1 je prikazan poluupravljivi tiristorski ispravljač koji služi za punjenje olovne akumulatorske baterije. Ispravljač se preko transformatora napaja iz mreže $V_{IN} = 220V\sqrt{2} \sin(2\pi ft)$, $f = 50Hz$, a struja punjenja akumulatora je $i = 20A$.

a) [3] Nacrtati vremenske dijagrame struja svih prekidača, struje i_S i napona v_X u toku jedne periode mrežnog napona u opštem slučaju.

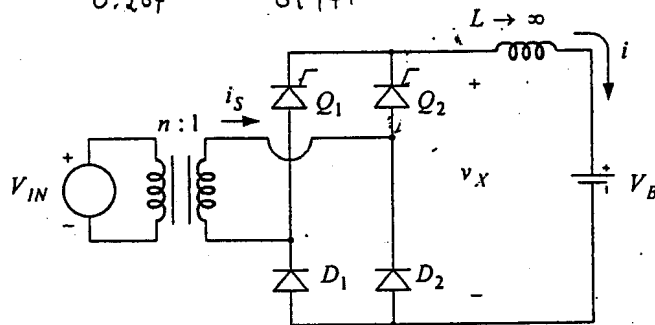
Ako je varijacija ulaznog mrežnog napona u granicama $+10\%$ do -15% od nominalne vrednosti odrediti:

b) [3] prenosni odnos transformatora i opseg promene ugla paljenja tiristora, $\alpha_{min} = 0$ do α_{max} , ako se napon baterije u toku punjenja menja od 42V do 56V.

c) [1] maksimalnu snagu koju daje mreža za napajanje, $4563W$ $3526,1W$

d) [2] faktor snage i $d_{min} = 0,52$ $d_{max} = 0,507$

e) [1] displacement factor. $0,237$ $0,474$



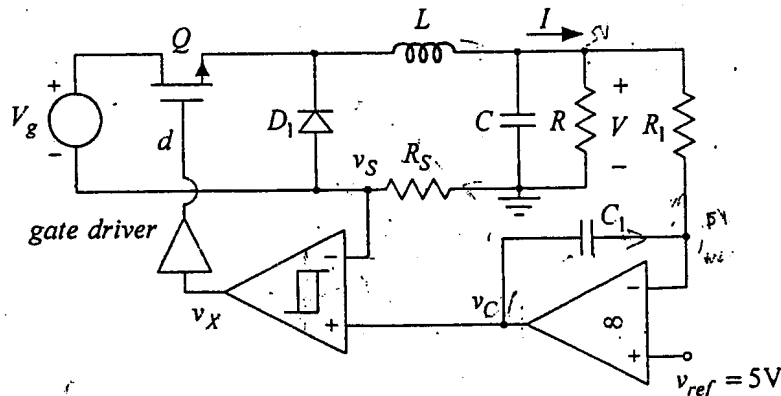
Slika 1

2. Na slici 2 prikazan je Buck konvertor sa kolom za regulaciju napona na potrošaču. Upotrebljeni su idealni prekidači, operacioni pojačavač i komparator se napajaju iz baterija $V_{CC} = -V_{EE} = 12V$, dok je: $L = 30\mu H$, $R_S = 10m\Omega$, $R_1 C_1 \gg T_S$, a širina histerezisne petlje komparatora je $V_H = 30mV$. Smatrati da je talasnost napona na potrošaču zanemarljiva i da otpornost R_S ne utiče na rad konvertora. Odrediti i nacrtati, u ustaljenom stanju, vremenske dijagrame označenih napona, struja prekidača i induktivnosti kada je:

a) [4] $V_g = 12V$ i $R = 0,5\Omega$,

b) [3] $V_g = 12V$ i $R = 0,25\Omega$ i

c) [3] $V_g = 15V$ i $R = 0,5\Omega$.



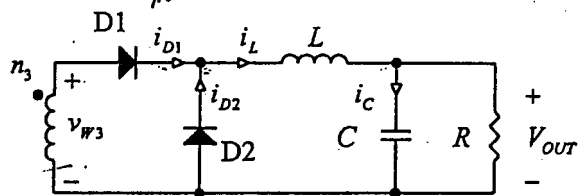
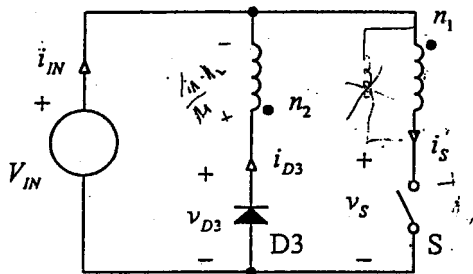
Slika 2

5.115
 $n = 3,08$
 $PF_{max} = 0,93$
 $PF_{min} = 0,81$
 $P_{max} = 1123$

3. Na slici 3 je prikazan forward konvertor kod koga je $n_1 = n_2 = 46$, $L = 18 \mu\text{H}$, $C = 220 \mu\text{F}$, $f_s = 100 \text{ kHz}$. Nominalni ulazni napon je $V_{IN} = 24 \text{ V}$, a izlazni napon je $V_{OUT} = 5 \text{ V}$. Napon na diodama dok su direktno polarisane je $V_D = 1 \text{ V}$, kao i napon na prekidaču dok je provodan, $V_S = 1 \text{ V}$. Uticaj magnetizacione induktivnosti transformatora se može zanemariti.

- a) Odrediti n_3 tako da u kontinualnom režimu rada prekidač u jednoj periodi bude uključen $0,4/f_s$. $V_{D3} = 30$
 b) Nacrtati vremenske dijagrame struja i napona označenih na slici 2 za $R = 1 \Omega$. $I_s = 4 \text{ A}$, $I_1 = 6 \text{ A}$, $I_{OUT} = 5 \text{ A}$
 c) Odrediti opseg R za koji konvertor radi u kontinualnom režimu. $R < 5 \Omega$
 d) Odrediti minimalnu vrednost V_{IN} za koju dati konvertor sa n_3 sračunato pod a) može da obezbedi $V_{OUT} = 5 \text{ V}$.
 e) Ako je maksimalna predviđena izlazna struja $I_{OUT\text{max}} = 5 \text{ A}$, odrediti zavisnost koeficijenta korisnog dejstva od I_{OUT} i maksimalnu vrednost koeficijenta korisnog dejstva. Razmatrati samo kontinualni režim rada.

f) Odrediti prenosnu funkciju $H(s) = \hat{v}_{OUT}(s)/\hat{d}(s)$.



$$V_{IN} + V_D + V_S = 0$$

$$V_D = -V_{IN} - V_S$$

Slika 3.

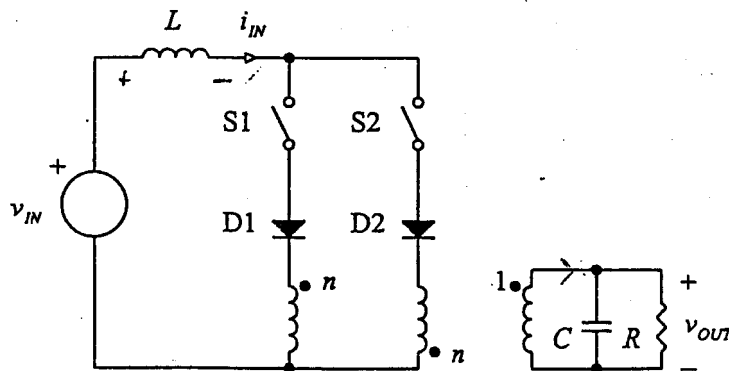
$$\frac{1}{1 + s\frac{L}{R} + s^2 LC} \quad (40.83)$$

$$V_{OUT} = \frac{V_{IN} - V_D}{n_3}$$

$$1 + \frac{V_D}{V_{IN}} = \frac{V_{IN} - V_D}{n_3}$$

4. Na slici 4 je prikazan strujni invertor. Prekidač S1 je uključen tokom dT_s , a prekidač S2 je uključen tokom $d'T_s$. Poznato je: $v_{IN} = 300 \text{ V}$, $n = 2$, $d = \frac{1}{2}(1 + m \sin(\omega t))$, $-1 < m < 1$, $\omega = 100\pi \text{ rad/s}$, $R = 35.35 \Omega$, $C = 90.03 \mu\text{F}$, L je dovoljno veliko da se talasnost i_{IN} može zanemariti, $\omega \ll 2\pi/T_s$.

- a) Za $m = 0.75$ odrediti srednju vrednost v_{OUT} na nivou periode prekidanja T_s . Nacrtati i označiti vremenski dijagram.
 b) Odrediti zavisnost i_{IN} od m .



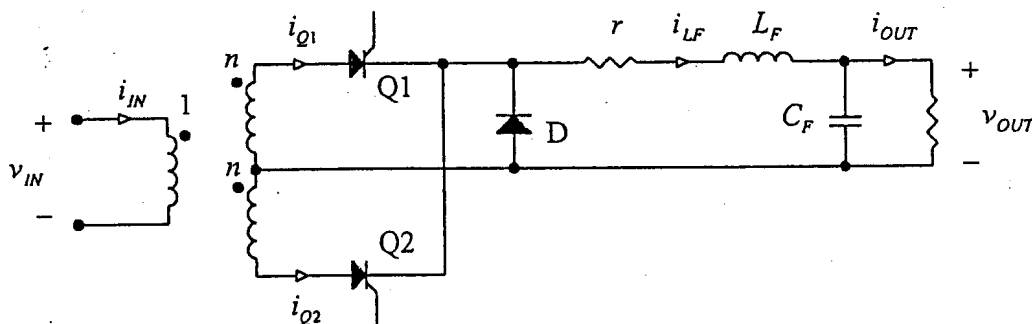
Slika 4.

$$V_{OUT} = \frac{V_{IN} - V_D}{n}$$

ispit traje 4 sata, nije dozvoljeno korišćenje literature.

1. Na slici 1 je prikazan ispravljač kod koga je ulazni napon oblika $v_{IN} = V_m \sin(\omega t)$, gde je nominalna vrednost amplitude $V_{m\text{nom}} = 220\sqrt{2}$ V, a kreće se u granicama od -20 % do +10 % nominalne vrednosti. Izlazna struja se kreće u granicama $0 < i_{OUT} < 100$ A. Induktivnost kalema L_F je dovoljna da se talasnost njegove struje može zanemariti. Gubitke u kalemu modeluje otpornik $r = 0.12 \Omega$. Nominalna vrednost izlaznog napona je $V_{OUT} = 48$ V. Ostali elementi se mogu smatrati idealnim.

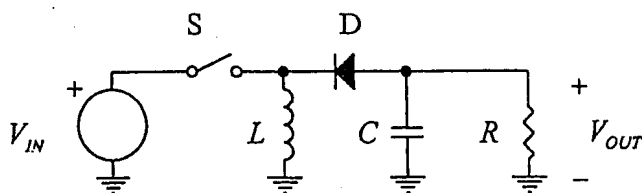
- Odrediti minimalnu vrednost prenosnog odnosa transformatora n tako da ispravljač može da zadovolji date specifikacije.
- Za n određeno pod a) odrediti opseg u kome će se kretati ugao paljenja tiristora.
- Za nominalnu vrednost amplitude ulaznog napona i $i_{OUT} = 40$ A nacrtati vremenske dijagrame struja označenih na slici 1 i označiti karakteristične tačke.
- Za slučaj pod c) izračunati faktor snage ispravljača.



Slika 1.

2. Na slici 2 je prikazan buck-boost konvertor kod koga se upravljanje vrši tehnikom programiranja struje tako što se prekidač isključuje kada struja kalema dostigne vrednost upravljačke promenljive $i_{L\text{max}}$, a ponovo se uključuje kada dioda prestane da provodi. Na taj način konvertor stalno radi na granici između kontinualnog i diskontinualnog režima rada. Poznato je: $V_{IN} = 5$ V, $V_{OUT} = -15$ V, maksimalna izlazna struja iznosi $i_{OUT\text{max}} = 0.5$ A.

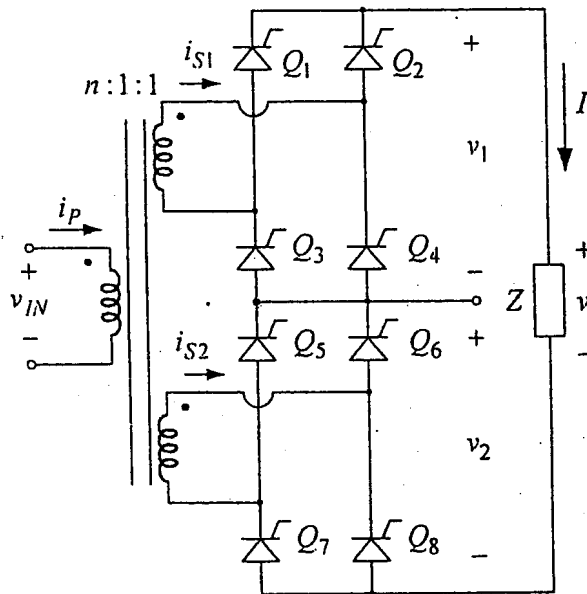
- Odrediti L tako da pri maksimalnoj struji frekvencija uključivanja prekidača bude $f_s = 25$ kHz i odrediti $i_{L\text{max}}$ u ovom slučaju.
- Odrediti zavisnost frekvencije prekidanja f_s od izlazne struje i_{OUT} .
- Ako talasnošću izlaznog napona dominira komponenta nastala usled parazitne ekvivalentne serijske otpornosti kondenzatora R_{ESR} , odrediti maksimalnu vrednost R_{ESR} tako da razlika između minimalne i maksimalne vrednosti izlaznog napona (peak-to-peak ripple) ne bude veća od 50 mV.



Slika 2.

1. Na slici 1 je prikazan monofazni serijski tiristorski ispravljač. Tiristorima Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 nezavisno se upravlja od tiristora Q_5, Q_6, Q_7, Q_8 . Tiristori Q_1, Q_4 , odnosno Q_5, Q_8 i Q_2, Q_3 , odnosno Q_6, Q_7 , se uključuju sa međusobnim faznim pomerajem od 180° . Ugao uključjenja α_1 , odnosno α_2 , meri se od uzlaznog prolaska faznog napona kroz nulu do uključjenja tiristora Q_2, Q_3 , odnosno Q_6, Q_7 . Poznato je: $v_{IN} = 220\sqrt{2}V \cdot \sin(2\pi ft)$, $f = 50\text{Hz}$, $n = 2$, $I = 10\text{A}$, $\alpha_1 = \pi/2$ i $\alpha_2 = \pi$.

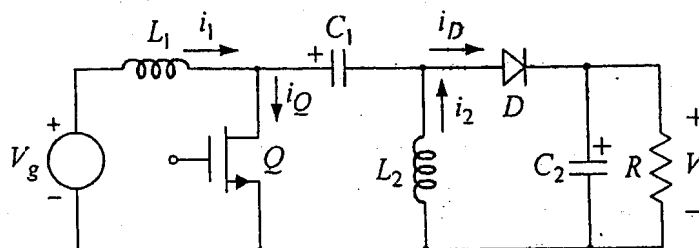
- [5] Odrediti i nacrtati vremenske dijagrame označenih struja, struja svih tiristora i označenih napona.
- [2,5] Odredit srednju i efektivnu vrednost izlaznog napona.
- [2,5] Odrediti faktor snage ispravljača.



Slika 1

2. U SEPIC konvertoru sa slike 2 prekidači su idealnih karakteristika, dok je: $V_g = 120\text{V}$, $D = 0,225$, $f_s = 100\text{kHz}$, $R = 10\Omega$, $L_1 = 50\mu\text{H}$, $L_2 = 75\mu\text{H}$, $C_1 = 47\mu\text{F}$, i $C_2 = 200\mu\text{F}$.

- [4] Odrediti napon na potrošaču, V , a zatim nacrtati vremenske dijagrame obeleženih struja i napona na induktivnostima i prekidačima.
- [2] Odrediti talasnost napona na potrošaču, Δv_{p-p} .
- [4] Ponoviti tačku a) ako je $R = 20\Omega$.



Slika 2

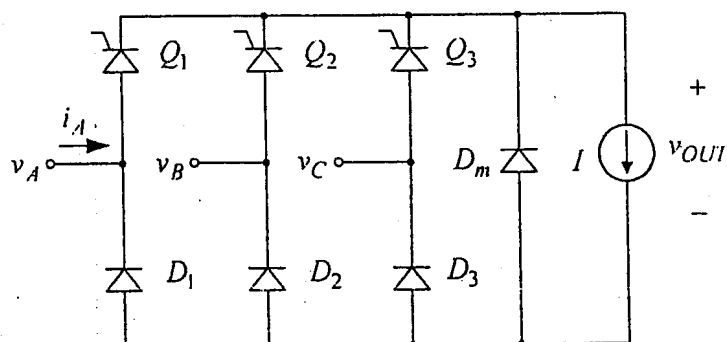
1. Na slici 1 prikazan je polukontrolisani trofazni ispravljač u kome se sve upotrebljene komponente mogu smatрати idealnim, dok je: $v_A = V_m \sin(\omega t)$, $v_B = V_m \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$ i $v_C = V_m \sin(\omega t + \frac{2\pi}{3})$.

Tiristori Q_1 , Q_2 i Q_3 uključuju se pri $\theta_1 = \frac{\pi}{6} + \alpha$, $\theta_2 = \frac{5\pi}{6} + \alpha$ i $\theta_3 = \frac{3\pi}{2} + \alpha$, $\theta = \omega t$,

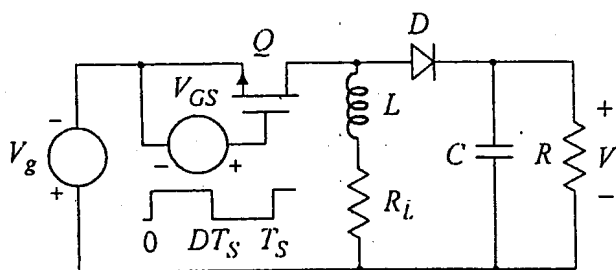
$0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$, respektivno.

Za slučaj kada je $\alpha = \frac{\pi}{3}$:

- odrediti i nacrtati vremenske dijagrame, u ustaljenom stanju u toku jedne periode mrežnog napona, struja svih dioda i tiristora i napona na izlazu, v_{OUT} ;
- odrediti srednju i efektivnu vrednost napona na potrošaču i
- odrediti faktor snage ispravljača.



Slika 1



Slika 2

2. Buck-Boost konvertor sa slike 2 radi u kontinualnom režimu rada sa konstantnom učestanošću prekidanja $f_s = 50\text{kHz}$, dok je $V_g = 1,5\text{V}$, $V = 5\text{V}$ i $R = 5\Omega$. Pad napona na provodnoj diodi je $V_D = 0,5\text{V}$, otpornost prekidača kada provodi je $R_{ON} = 35\text{m}\Omega$, a otpornost kalema je R_L . Smatrati da su talasnosti struje induktivnosti i napona na kondenzatoru zanemarljive.

a) Odrediti izraz koji definiše efikasnost konvertora $\eta = \eta(D, V_g, V_D, R_{ON}, R_L, R)$.

b) Odrediti maksimalnu otpornost kalema $R_{L,max}$ tako da je efikasnost konvertora $\eta \geq 70\%$. Koliko iznosi D ?

c) Pod uslovom iz tačke b) odrediti gubitke na prekidaču P_{ON} , diodi P_D i induktivnosti P_L .

d) Pod uslovom iz tačke b), odrediti efikasnost konvertora ako je $R = 10\Omega$.

cc_04_april

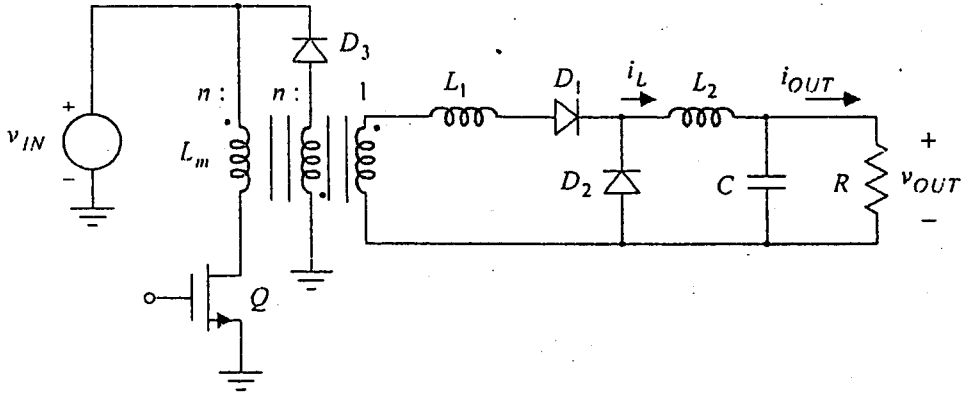
3. U Forward konvertoru sa slike 3, koji radi sa konstantnom učestanošću prekidanja, $f_S = 50\text{kHz}$, upotrebene su komponente idealizovanih karakteristika, a poznato je: $v_{IN} = 48\text{V}$, $n = 4$, $L_2 = 100\mu\text{H}$, $R = 0,12\Omega$, $C \rightarrow \infty$.

a) Ako je $L_1 = 0\text{H}$ odrediti opseg vrednosti izlaznog napona, koji se može dobiti promenom odnosa impuls-perioda. D .

Sa $D = D_{\text{max}}$ iz prethodne tačke i $L_1 = 0,1\mu\text{H}$, smatrajući da je $L_m \rightarrow \infty$ i da se talasnost struje i_L može zanemariti:

b) odrediti maksimalnu vrednost napona na izlazu $v_{OUT\text{max}}$ i

c) nacrtati vremenske dijagrame, u ustaljenom stanju u toku jedne periode prekidanja, napona i struja svih prekidača i induktivnosti.



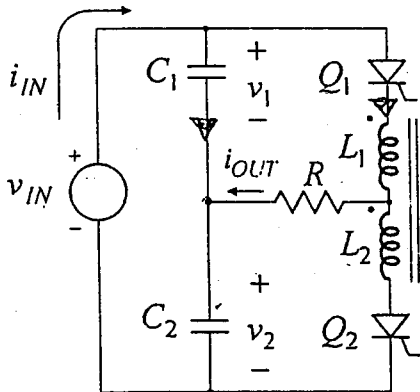
Slika 3

4. Pobudne struje za tiristore u serijskom rezonantnom invertoru sa slike 4.a. prikazane su na slici 4.b. U početnom trenutku je $v_2(0) = -V_2$, $V_2 > 0$ i $i_{OUT}(0) = 0$, a poznato je: $v_{IN} = 220\text{V}$, $C_1 = C_2 = C = 3\mu\text{F}$, $L_1 = L_2 = L = 50\mu\text{H}$, $R = 2\Omega$ i $f_0 = 1/T_0 = 7\text{kHz}$.

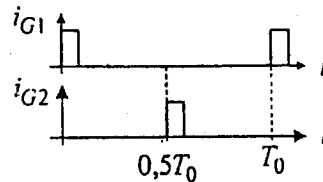
a) Odrediti i nacrtati vremenske dijagrame označenih napona i struja u toku jedne periode T_0 .

b) Kolika je amplituda ulazne struje I_{INm} ?

c) Odrediti maksimalnu učestanost rada invertora $f_{0\text{max}}$ ako je vreme isključivanja tiristora $t_{\text{off}} = 10\mu\text{s}$.



Slika 4.a



Slika 4.b