

**ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET U BEOGRADU**  
**KATEDRA ZA ELEKTRONIKU**

**ENERGETSKA ELEKTRONIKA**  
**LABORATORIJSKE VEŽBE**

***VEŽBA BROJ 1:***  
***BOOST KONVERTOR***

*Autori: Predrag Pejović i Vladan Božović*

**A. OPIS VEŽBE**

Vežba obuhvata niz merenja na maketi boost konvertora. Prema uputstvima iz tačke D treba povezati maketu sa ostalim instrumentima i priborom. Tokom vežbe biće potrebno podešavanje otpornosti potrošača i promena pozicije sonde osciloskopa. Ostale veze ne treba menjati.

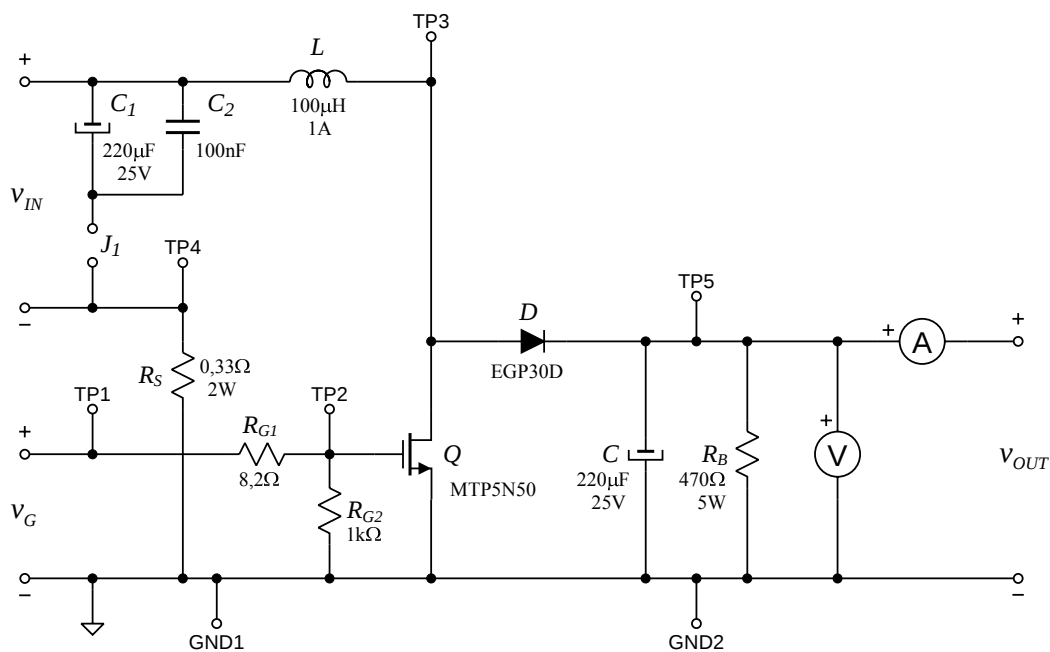
Pre vežbe treba proučiti materijal sa predavanja koji se odnosi na buck, boost i buck-boost konvertor, diskontinualni i kontinualni režim rada, kao i na ekvivalentnu serijsku otpornost i kapacitivnost izlaznog kondenzatora i njihovo određivanje. Korisno je da studenti poznaju osnove korišćenja programa MS Excel, što će ubrzati izračunavanja i uštedeti vreme.

**B. POTREBAN PRIBOR I INSTRUMENTI**

1. maketa boost konvertora
2. generator signala
3. izvor jednosmernog napona 5 V
4. ampermetar
5. voltmetar
6. osciloskop
7. BNC/BNC kabl za sinhronizaciju
8. reostat 100  $\Omega$

### C. OPIS MAKETE

Šema veze makete boost konvertora je prikazana na slici 1.1. Na maketi su predviđena mesta za priključenje ampermetra, voltmetra, potrošača, generatora signala i izvora za napajanje. Upravljanje konvertorom se vrši promenom faktora ispunjenosti pobudnih impulsa, koji se dovode iz generatora signala. Sonde osciloskopa se mogu priključiti u tačke TP1 do TP5, u zavisnosti od signala koji treba posmatrati. Masa osciloskopa se može priključiti na GND1 i GND2. Prilikom merenja ulazne struje konvertora masa sonde kojom se struja meri treba da bude povezana na GND1. U cilju sagledavanja nivoa smetnji koje konvertor stvara, tokom rada konvertora treba pogledati napone kada je naponska sonda masom vezana na GND1, a aktivnim krajem (sondom u užem smislu) vezana za GND2 i obrnuto. Takođe, u cilju sagledavanja *common mode* smetnji, treba pogledati napone koje osciloskop prikazuje na ekranu u slučaju da je naponska sonda i masom i aktivnim krajem vezana za GND1, a potom isto ponoviti za GND2. Svi ovi naponi bi teorijski trebalo da budu jednaki nuli. Takođe, treba proveriti zavisnost smetnji od struje potrošača, što se tipično čini prilikom rada konvertora na polovini maksimalne snage i pri maksimalnoj snazi. Prilikom merenja treba stalno držati postavljen džemper J1, osim ako se eksplicitno ne naznači drugačije.



Slika 1.1. Šema veze makete boost konvertora

## **D. ZADATAK**

Uključiti generator signala i isključiti njegov izlazni napon. Izabrati tip signala *Square*, što omogućava promenu faktora ispunjenosti impulsa u rasponu od 0,2 do 0,8. Podesiti visoki naponski nivo impulsa na 10 V, a niski naponski nivo impulsa na 0 V. Povezati generator signala na mesto na maketi označeno sa VG.

Pomoću posebnog kabla povezati *trigger output* (Sync) generatora signala sa ulazom *External Trigger* na osciloskopu. Sinhronizaciju osciloskopa postaviti na *External*.

Povezati ampermetar i voltmetar na mesta na maketi označena sa A, odnosno V. Povezati reostat otpornosti 100  $\Omega$  kao potrošač na mesto na maketi označeno sa VOUT. Postaviti klizač reostata na maksimalnu vrednost otpornosti.

Povezati izvor jednosmernog napona od 5 V na mesto na maketi označeno sa VIN. Pre uključjenja pozvati dežurnog asistenta da proverí veze i odobri uključenje.

**D.1.** Frekvenciju generatora signala podesiti na 20 kHz. Faktor ispunjenosti pobudnih impulsa *D* podesiti na 0,2. Osciloskop priključiti tako da se na ekranu vide talasni oblici struje kalema (proporcionalna naponu na TP4) i napona na prekidaču (TP3). Podešavanjem otpornosti potrošača menjati izlaznu struju do 0,5 A u koracima po 100 mA. Popuniti tabelu 1.1. Odrediti struju i napon potrošača na granici između kontinualnog (CCM) i diskontinualnog (DCM) režima provođenja. Prilikom računanja koeficijenta korisnog dejstva uzeti u obzir snagu disipiranu na otporniku  $R_B$ , tako da se izlazna snaga računa kao:

$$P_{OUT} = V_{OUT} I_{OUT} + \frac{V_{OUT}^2}{470 \Omega}$$

**D.2.** Frekvenciju generatora signala podesiti na 20 kHz. Faktor ispunjenosti pobudnih impulsa *D* podesiti na 0,5. Osciloskop priključiti tako da se na ekranu vide talasni oblici struje kalema i napona na prekidaču. Podešavanjem otpornosti potrošača menjati izlaznu struju do 0,5 A u koracima po 100 mA. Popuniti tabelu 1.2. Odrediti struju i napon potrošača na granici između kontinualnog i diskontinualnog režima provođenja.

**D.3.** Faktor ispunjenosti pobudnih impulsa *D* podesiti na 0,5. Otpornost potrošača podesiti na 100  $\Omega$ . Osciloskop priključiti tako da se na ekranu vide talasni oblici struje kalema i napona na prekidaču. Frekvenciju generatora signala menjati od 20 kHz do 100 kHz u koracima po 10 kHz. Popuniti tabelu 1.3, gde je  $\Delta i_{L\ p-p}$  *peak-to-peak ripple* struje kalema.

**D.4** Frekvenciju generatora signala podesiti na 40 kHz. Faktor ispunjenosti pobudnih impulsa *D* podesiti na 0,5. Osciloskop priključiti tako da se na ekranu vide talasni oblici struje kalema i napona na prekidaču. Podešavanjem otpornosti potrošača menjati izlaznu struju do 0,5 A u koracima po 100 mA. Popuniti tabelu 1.4. Odrediti struju i napon potrošača na granici između kontinualnog i diskontinualnog režima provođenja.

**D.5.** Frekvenciju generatora signala podesiti na 100 kHz. Faktor ispunjenosti pobudnih impulsa *D* podesiti na 0,5. Osciloskop priključiti tako da se na ekranu vide talasni oblici struje kalema i napona na prekidaču. Podešavanjem otpornosti potrošača menjati izlaznu struju do 0,5 A u koracima po 100 mA. Popuniti tabelu 1.5. Odrediti struju i napon potrošača na granici između kontinualnog i diskontinualnog režima provođenja.

**D.6.** Frekvenciju generatora signala podesiti na 100 kHz. Osciloskop priključiti tako da se na ekranu vide talasni oblici struje kalema i napona na prekidaču. Otpornost potrošača podesiti na 100  $\Omega$ . Faktor ispunjenosti pobudnih impulsa  $D$  menjati od 0,2 do 0,8 u koracima od 0,1. Popuniti tabelu 1.6. Na osnovu rezultata iz tabele 1.6 do crtati eksperimentalno dobijenu krivu u sliku 1.2.

**D.7.** Frekvenciju generatora signala podesiti na 100 kHz. Osciloskop priključiti tako da se na ekranu vide talasni oblici struje kalema i napona na prekidaču. Podešavanjem otpornosti potrošača menjati izlaznu struju do 0,5 A u koracima po 100 mA. Promenom faktora ispunjenosti impulsa  $D$  održavati izlazni napon na 10 V. Popuniti tabelu 1.7.

**D.8.** Frekvenciju generatora signala podesiti na 100 kHz. Faktor ispunjenosti pobudnih impulsa  $D$  podesiti na 0,8. Otpornost potrošača podesiti na 100  $\Omega$ . Snimiti vremenske dijagrame naizmenične komponente napona na kondenzatoru  $v_c$  (napon između TP5 i GND2) i trenutne vrednosti struje kalema  $i_L$ . Snimljene vremenske dijagrame ucrtati na slici 1.3 i slici 1.4. Na osnovu snimljenih dijagrama izračunati ekvivalentnu serijsku otpornost ( $esr$ ) kondenzatora. Izveštaj treba da sadrži kompletno izračunavanje za  $esr$ , a ne samo rezultat.

**D.9.** Frekvenciju generatora signala podesiti na 20 kHz. Faktor ispunjenosti pobudnih impulsa  $D$  podesiti na 0,2. Otpornost potrošača podesiti na 100  $\Omega$ . Snimiti vremenske dijagrame naizmenične komponente napona na kondenzatoru  $v_c$  (napon između TP5 i GND2) i trenutne vrednosti struje kalema  $i_L$ . Snimljene vremenske dijagrame ucrtati na slici 1.5 i slici 1.6. Na osnovu snimljenih dijagrama i izmerene izlazne struje izračunati kapacitivnost kondenzatora. Izveštaj treba da sadrži ceo postupak izračunavanja kapacitivnosti, a ne samo rezultat.

**D.10.** Frekvenciju generatora signala podesiti na 100 kHz. Faktor ispunjenosti pobudnih impulsa  $D$  podesiti na 0,5. Osciloskop priključiti tako da se na ekranu vide talasni oblici struje kalema i napona na tranzistoru. Podelu naponske ose podesiti tako da se detaljno prikaže talasni oblik napona na tranzistoru dok provodi; napon na neprovodnom tranzistoru je nebitan. Posmatrajući vremenske dijagrame napona na prekidaču i struje kalema pri  $I_{OUT} = 300 \text{ mA}$  i  $I_{OUT} = 500 \text{ mA}$  prikupiti podatke za tabelu 1.8. Struja  $I_0$  je minimalna trenutna vrednost struje kalema, a struja  $I_1$  je maksimalna trenutna vrednost struje kalema. U svakoj od karakterističnih tačaka odrediti otpornost provodnog tranzistora. Odrediti srednju vrednost od dobijenih otpornosti tranzistora.