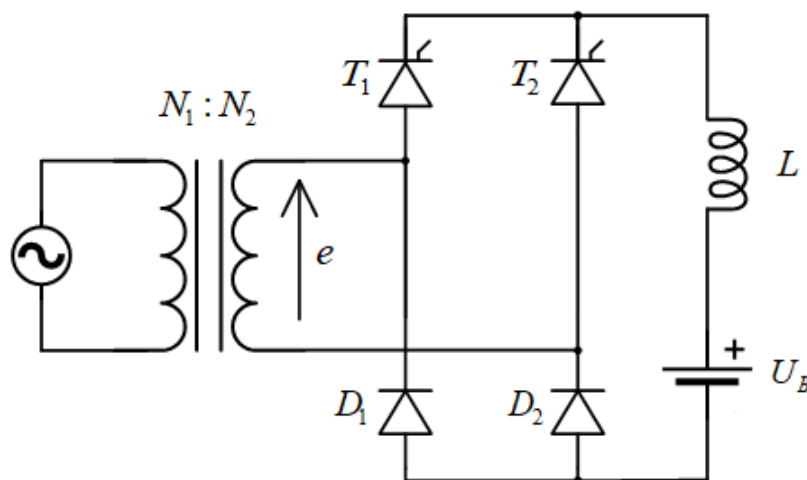


**1. zadatak** Monofazni mosni poluupravljivi ispravljač prikazan je na Slici 1. Ugao paljenja tiristora se kreće u opsegu  $0 \leq \alpha < \pi$ . Efektivna vrednost napona na sekundarnom namotaju transformatora iznosi  $E = 50$  V, frekvencija tog napona je  $f = 50$  Hz, srednja vrednost izlazne struje jednaka je  $I_d = 10$  A.

a) Odrediti ugao paljenja tiristora, tako da trenutna vrednost napona  $u_d(t = \alpha/\omega)$  bude jednaka srednjoj vrednosti tog napona.

b) Za ugao paljenja izračunat u prethodnoj tački, naći minimalnu vrednost induktivnosti prigušnice  $L$ , tako da ripl izlazne struje bude manji od 1 A.



Slika 1

**Rešenje 1. zadatka** Za početak, može se pretpostaviti da je struja prigušnice  $L$  neprekidna. Na Slici 2.1 prikazani su talasni oblici izlaznog napona ispravljača i izlazne struje ispravljača. U trenutku  $t = \alpha/\omega$ , trenutna vrednost napona  $u_d(t)$  jednaka je srednjoj vrednosti tog napona:

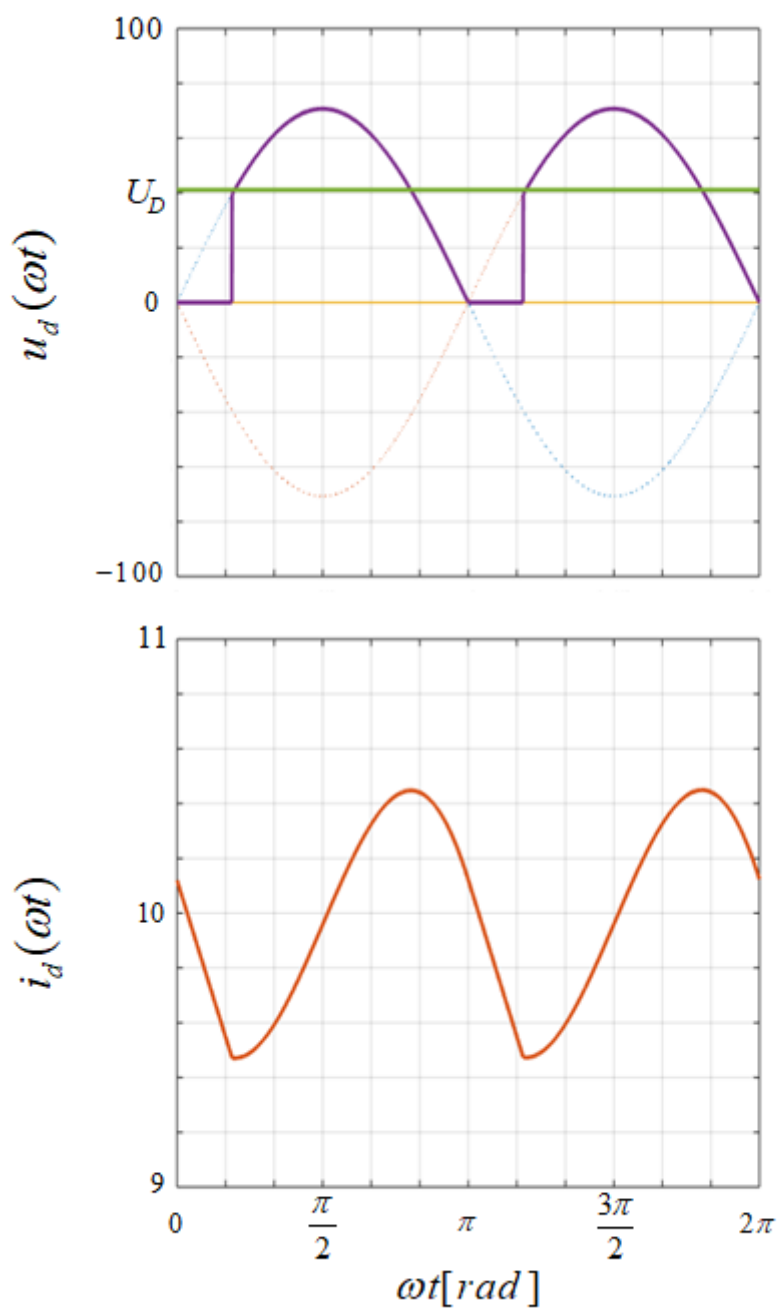
$$E\sqrt{2}\sin\alpha = \frac{E\sqrt{2}}{\pi}(1 + \cos\alpha). \quad (1.1)$$

Rešenje ove trigonometrijske jednačine koje će biti usvojeno jeste:

$$\alpha = 35.313^\circ, \quad (1.2)$$

pa je srednja vrednost izlaznog napona ispravljača jednaka:

$$U_d = U_B = 40.752 \text{ V}. \quad (1.3)$$



Slika 1.1

Napon na prigušnici  $L$  jednak je razlici napona  $u_d$  i  $U_B$ . U trenutku  $t = \alpha/\omega$ , struja prigušnice je minimalna, i sve dok je napon  $u_d$  veći od napona  $U_B$ , struja prigušnice

će rasti. U trenutku  $t = \beta/\omega$ , napon  $u_d$  postaje jednak naponu  $U_B$ , i u toj tački, struja prigušnice ima svoj maksimum. Ugao  $\beta$  je rešenje trigonometrijske jednačine:

$$U_B = E\sqrt{2} \sin \omega t, \quad (1.4)$$

koje je različito od  $\alpha$ . Sledi:

$$\beta = 144.687^\circ. \quad (1.5)$$

Ripl struje prigušnice jednak je:

$$\Delta I_d = \frac{1}{\omega L} \int_{x=\alpha}^{\beta} (E\sqrt{2} \sin x - U_B) dx, \quad (1.6)$$

tj.:

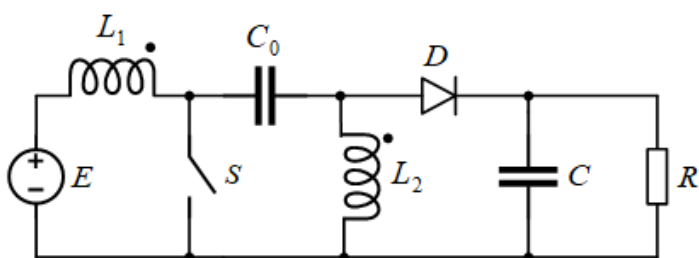
$$\Delta I_d = \frac{2E\sqrt{2} \cos \alpha - U_B(\beta - \alpha)}{\omega L}. \quad (1.7)$$

Iz uslova da je ripl struje prigušnice manji od 1 A, dobija se minimalna vrednost induktivnosti struje prigušnice  $L$  koja ispunjava taj uslov:

$$L_{min} = 0.12 \text{ H}. \quad (1.8)$$

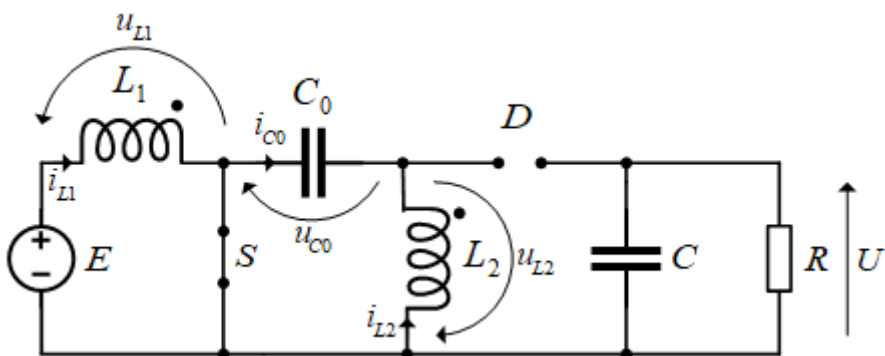
Ripl struje prigušnice je manji od srednje vrednosti struje prigušnice, pa je početna pretpostavka da je ta struja neprekidna tačna.

**2. zadatak** Kod SEPIC pretvarača (Slika 2.), prigušnice  $L_1$  i  $L_2$  su magnetski spregnute, i koeficijent te sprege iznosi  $k = 0.9$ . Njihove soptvene induktivnosti su međusobno jednake i iznose  $L_1 = L_2 = 3.3$  mH. Da li pretvarač radi u prekidnom ili neprekidnom režimu? Ostali parametri: ulazni napon  $E = 18$  V, *duty-cycle*  $D = 0.4$ , prekidačka frekvencija  $f = 10$  kHz, otpornost opterećenja  $R = 10$   $\Omega$ . Zanemariti valovitost napona na kondenzatorima  $C$  i  $C_0$ .

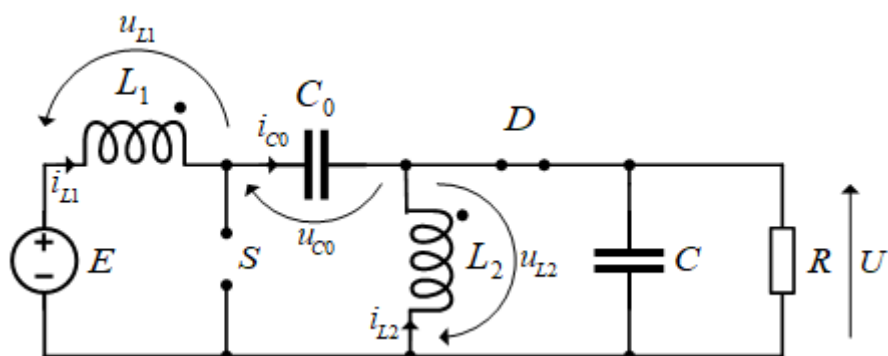


Slika 2

**2. zadatak** Najpre, neka se pretpostavi da čoper radi u neprekidnom režimu. Napon kondenzatora  $C_0$  jednak je ulaznom naponu. Kada je prekidač  $S$  zatvoren (Slika 2.1), napon na prigušnicama  $L_1$  i  $L_2$  jednak je  $E$ , dok je struja kondenzatora  $C_0$  jednaka negativnoj vrednosti struje prigušnice  $L_2$ . Nakon otvaranja prekidača (Slika 2.2), naponi na prigušnicama jednaki su naponu  $-U$ , dok je struja kondenzatora jednaka struji prigušnice  $L_1$ . Iz uslova da je u ustaljnom stanju, srednja vrednost napona prigušnice jednaka nuli, sledi:



Slika 2.1



Slika 2.2

$$ED = U(1 - D), \quad (2.1)$$

odnosno:

$$U = \frac{ED}{1 - D} = 12 \text{ V}. \quad (2.2)$$

Naponi na prigušnicama su dati sledećim izrazima:

$$u_{L1} = L_1 \frac{di_1}{dt} + L_m \frac{di'_2}{dt}, \quad (2.3)$$

$$u_{L2} = L_2 \frac{di_2}{dt} + L_m'' \frac{di''_1}{dt}. \quad (2.4)$$

Induktivnosti prigušnica su međusobno jednake, pa je njihov prenosni odnos  $n = 1$ . Kada se to uzme u obzir, izrazi (2.3) i (2.4) postaju:

$$u_{L1} = L_1 \frac{di_1}{dt} + L_m \frac{di_2}{dt}, \quad (2.5)$$

$$u_{L2} = L_1 \frac{di_2}{dt} + L_m \frac{di_1}{dt}. \quad (2.6)$$

Naponi  $u_{L1}$  i  $u_{L2}$  su jednaki, iz čega sledi:

$$L_1 \frac{d(i_1 - i_2)}{dt} = L_m \frac{d(i_1 - i_2)}{dt}. \quad (2.7)$$

Induktivnost magnećenja jednaka je:

$$L_m = kn\sqrt{L_1L_2} = kL_1 = 0.9L_1, \quad (2.8)$$

dakle, različita je od induktivnosti  $L_1$ , pa je jedino rešenje jednačine (2.7):

$$\frac{d(i_1 - i_2)}{dt} = 0, \quad (2.9)$$

odnosno:

$$\frac{di_1}{dt} = \frac{di_2}{dt}. \quad (2.10)$$

Na osnovu izraza (2.5), (2.8) i (2.10), napon na prigušnici  $L_1$  jednak je:

$$u_{L1} = 1.9L_1 \frac{di_1}{dt}. \quad (2.11)$$

Za interval vremena tokom kog je prekidač zatvoren ( $0 \dots DT$ ), važi:

$$E = 1.9L_1 \frac{\Delta I_{L1}}{DT}. \quad (2.12)$$

Riplovi struja prigušnica  $L_1$  i  $L_2$  su jednaki, i iznose:

$$\Delta I_{L1} = \Delta I_{L2} = \frac{ED}{1.9L_1 f} = 0.115 \text{ A}. \quad (2.13)$$

Srednja struja prigušnice  $L_1$  jednaka je srednjoj vrednosti ulazne struje. U ustaljenom stanju važi da je ulazna snaga jednaka izlaznoj snazi:

$$EI_{L1, sr} = \frac{U^2}{R}, \quad (2.14)$$

sledi:

$$I_{L1, sr} = \frac{U^2}{ER} = 0.8 \text{ A}. \quad (2.15)$$

Takođe u ustaljenom stanju, srednja vrednost struje prigušnice jednaka je nuli, iz čega

sledi:

$$I_{L2, sr} D = I_{L1, sr} (1 - D), \quad (2.16)$$

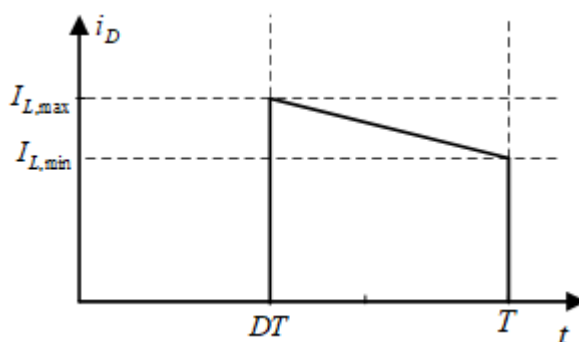
pa je srednja vrednost struje prigušnice  $L_2$  jednaka:

$$I_{L2, sr} = I_{L1, sr} \frac{(1 - D)}{D} = 1.2 \text{ A}. \quad (2.17)$$

SEPIC pretvarač radi u neprekidnom režimu ukoliko struja diode ne padne na nulu tokom intervala ( $DT \dots T$ ). Kako je tokom tog intervala struja diode jednaka sumi struja prigušnica  $L_1$  i  $L_2$ , potreban i dovoljan uslov neprekidnog režima jeste:

$$I_{L1, sr} + I_{L2, sr} \geq \frac{\Delta I_{L1} + \Delta I_{L2}}{2}, \quad (2.18)$$

što se zamenom brojnih vrednosti potvrđuje, pa čoper zaista radi u neprekidnom režimu.



Slika 2.3