

ZADATAK 05

1

PROJEKOVATI ELEMENTE KOLA ZA UKLJUČENJE ENERGETSKOG
TIRISTORA SKT491/12E (SEMICON). POTREBNO JE DIMENZIONIRATI
SVOJIM PULSNI TRANSFORMATOR (BROJEVA NAJOMNIJA I
PRIMARNU, SEKUNDARNU, DEBYNU ŽICE), ODPORNIK R , ODR-
ŽELITI NAPON ŽENRE DIODE DZ . UČESTOŠĆ POBUĐENJA IMPU-
LSA TRANSISTORA T JE 8 kHz, AMPLITUDE 15V. TRAJANJE
IMPULSA I PAUZE SU JEDNAKE. PODACI O TRANSISTORU
 T : $V_{CES} = 0,1V$, $h_{FE} = 200$, $U_{BE} = 0,7V$
(BD177)

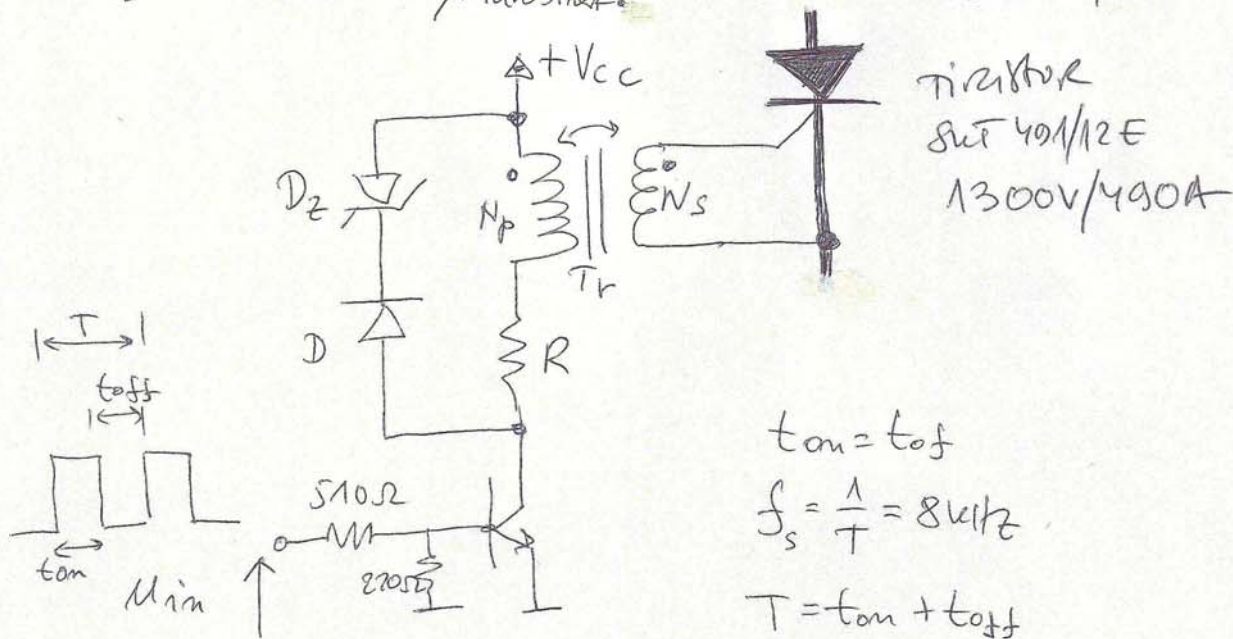
Ostali podaci:

NAPON NABAVNIJA $V_{CC} = +24V$.

TORUSNO JEZGRO: TDK T31x8x19, EFEKATNA PLOŠTINA
 $A_e = 47,1 \text{ mm}^2$, EFEKATNA DULJINA $l_e = 7,5 \text{ mm}$.

UNUTRAŠNJI PREČNIK TORUSA $D_u = 19 \text{ mm}$, SPOJNA
PREČNIK TORUSA $D_s = 31 \text{ mm}$, DEBYNA TORUSA
 $d = 8 \text{ mm}$. MATERIJAL OD KOGA SE NAČINJEN TORUS
JE FERITNI HS10 KODI IMA KOEFIC. INDUKCIJSKOSTI

$$A_L = 7700 \text{ nH/majonast}^2 \text{ ŽARIČENJE } B_{sat} = 0,4T$$



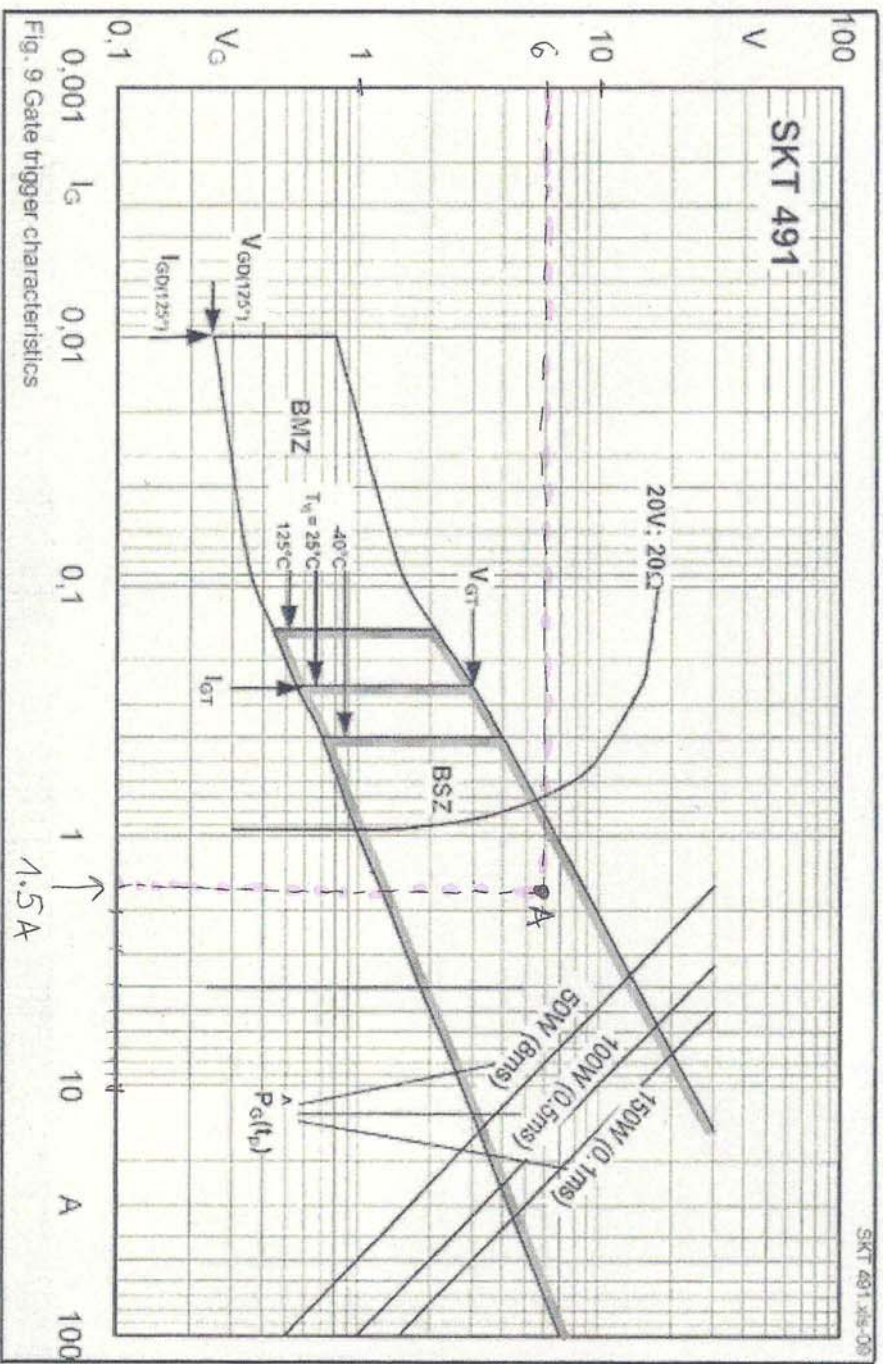


Fig. 9 Gate trigger characteristics

REŠENJE

3

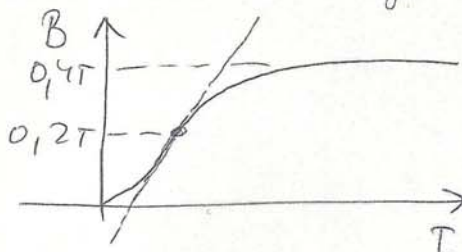
OTPORNIK R OGRANIČAVA STRUJOM PRIMARA T_r (SPREČAVA DA PAK DOĐE DO ZASIĆENJA ŽEZRA TRANSF.). TRANSISTOR T MOŽE DA RADI U ZASIĆENJU. KADA SE ON UMGUDEU DOČI DO MAGNEĆENJA ŽEZRA TRANSF., KADA SE ON IŠČUPUJE TADA SE MOŽE IZRITI DEMAGNETIZACIJA ŽEZRA TRANSF. U SUPROTNOM DOČI DO ZASIĆENJA DIODA D_1 ŽENER DIODA D_2 OBEZBEĐUJE OVU FUNKCIJU. PORED OVOGA ONE OBEZBEĐUJE OGRANIČENJE NAPONA NA KOLEKTORU T , ŠE BI U SUPROTNOM MOGLA DOĆI DO NEPOGODNOG UMISTENJA.

SA KARAKTERISTIKAMA NA STRANI 2, MORA SE SIMULIRATI NAPON PRI KOME SE OBEZBEĐUJE SIGURNO PAGAŽE TIRISTRA PREKO ČEŽA:

$$U_{GK} = 6V \quad I_{GK} = 1,5A$$

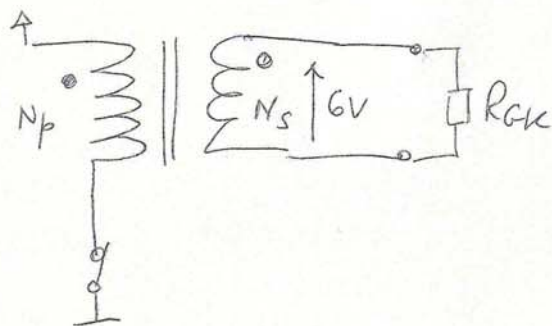
FERITNO ŽEZRO ULTIM ZASIĆENJE PRI INDUKCiji

$$B_{sat} = 0,4T$$



KAKO SIGURNOSTI UGRANIMO DA NAJVEĆA DOVOLENA INDUKCIJA U FERITU IZNOŠI $\Delta B_{max} = 0,2T$ (ODAKLE POMOĆU LINEARNOM DELU KAVE MAGNEĆENJA).

BRČI NAVOZAKA SE KUDAKA:



$$U_s = L \frac{\Delta I_s}{\Delta t} \quad \Delta t \rightarrow t_{on}$$

$$L \Delta I_s = \Delta \Phi \quad (\text{FUNKS})$$

$$\Delta \Phi = N \cdot B \cdot A_e$$

$$= N_s \Delta B_{max} \cdot A_e$$

(4)

$$U_s = \frac{N_s \cdot \Delta B_{\max} \cdot A_e}{t_{on}} \rightarrow N_s = \frac{U_s \cdot t_{on}}{A_e \cdot \Delta B_{\max}}$$

POSSO DE $U_s = U_{GK} = 6V$

$$N_s = \frac{U_{GK} \cdot t_{on}}{A_e \cdot \Delta B_{\max}}$$

$$t_{on} = \frac{1}{2} T$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{8kHz} = 125\mu s$$

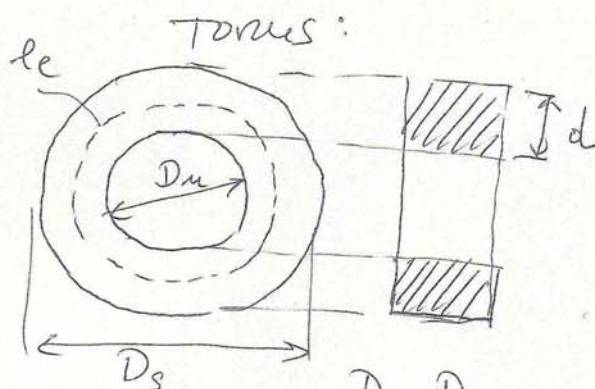
$$N_s = \frac{6 \cdot 62,5 \cdot 10^{-6}}{47,1 \cdot (10^{-3})^2 \cdot 0,2}$$

$$t_{on} = \frac{125\mu s}{2} = 62,5\mu s$$

$$t_{off} = 62,5\mu s$$

$$N_s = \frac{6 \cdot 62,5 \cdot 10^{-6}}{47,1 \cdot 10^{-6} \cdot 0,2}$$

$N_s = 39,81$ NÚMERO
VIRADO $N_s \approx 40$



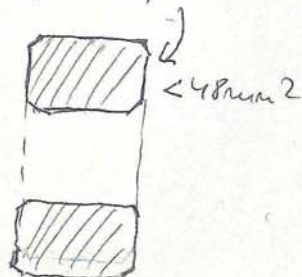
$$A_e \approx 6 \times 8 \approx 48 \text{ mm}^2$$

$$\frac{D_s - D_i}{2} = \frac{31 - 19}{2} = 6 \text{ mm}$$

$$A_{estr} < 48 \text{ mm}^2$$

$$A_{estr} \approx 47,1 \text{ mm}^2$$

$$d = 8 \text{ mm}$$



MAXIMIZADA

DOTROGANT PONDIVSUA
INFLUA STREME N
PROVORICIA IMPULSIVIT
TRANSFORMATORA DE
N ORSCU (IȘUSTRO!!)

$$J_s = 3 \dots 5 \text{ A/mm}^2$$

VIRADO $J_s^* = 4 \text{ mm}^2$

ZA STREME SEKUNDARA OD 1,5A DOBIZIMO

$$S_s = \frac{I_s}{J_s^*} = \frac{1,5}{4} \text{ mm}^2 = 0,375 \text{ mm}^2$$

$$\frac{\pi d_s^2}{4} = S_s \Rightarrow d_s = \sqrt{\frac{4 S_s}{\pi}} = 2 \sqrt{\frac{S_s}{\pi}}$$

5

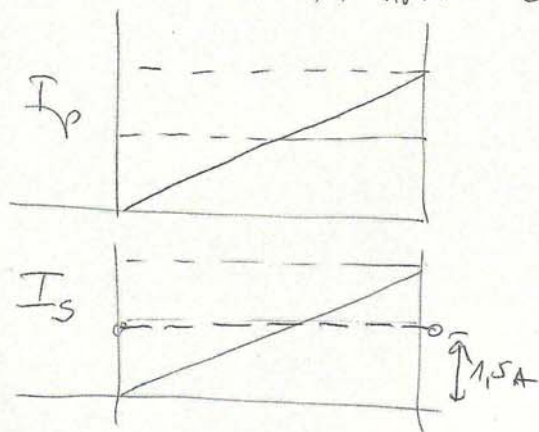
Prečnik provo. sekundara

$$d_s = 2 \sqrt{\frac{0,375}{\pi}} = 0,69 \text{ mm} \rightarrow \text{ustavljeno žice prečnik}$$

$$\underline{d_s = 0,7 \text{ mm (standard)}}$$

ODREĐIVANJE d_p, N_p :

M TOMU INTERVALU t_{on} struje I_p i I_s imamo u vremenom toku oblike



$$N_p I_p \approx N_s I_s$$

$$I_p \approx \frac{N_s I_s}{N_p}$$

Površina primarnog provodnika se dimenzioniše prema efektivnoj vrednosti struje. Može se uzeti vrednost

$$I_{peff} \approx \frac{I_p}{2}$$

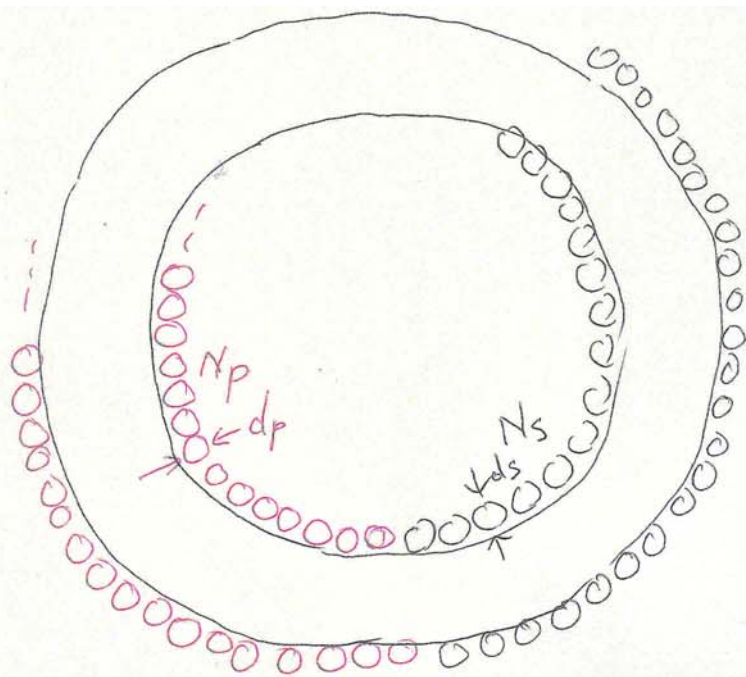
$$S_p = \frac{I_{peff}}{J_s^*} = \frac{I_p}{2 J_s^*}$$

$$S_p = \frac{\pi d_p^2}{4}$$

$$d_p = \sqrt{\frac{4 S_p}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot I_p}{\pi \cdot 2 J_s^*}} = \sqrt{\frac{4 \cdot N_s I_s}{\pi \cdot N_p \cdot 2 J_s^*}}$$

$$d_p \cdot \sqrt{N_p} = \sqrt{\frac{2 N_s I_s}{\pi J_s^*}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 40 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 4}} \approx 3 \text{ mm}$$

(6)



$$N_p d_p + N_s d_s = L_{\text{unwr.}}$$

$$L_{\text{unwr.}} \approx \pi D_m$$

$$\approx 3,14 \cdot 19$$

$$\approx 59,66 \text{ mm.}$$

$$N_s = 40$$

$$d_s = 0,7 \text{ mm.}$$

$$L_{\text{unwr.}} = 59,66 \text{ mm.}$$

$$N_p d_p = 59,66 - 40 \cdot 0,7$$

$$N_p d_p = 31,66 \text{ mm.} \rightarrow 32 \text{ mm.}$$

Iz poznatog proporcija imamo $d_p \sqrt{N_p} = 3$

$$\frac{N_p d_p}{d_p \sqrt{N_p}} \approx \frac{32 \text{ mm}}{3,3 \text{ mm}} = \sqrt{N_p} \Rightarrow N_p \approx \left(\frac{32}{3}\right)^2$$

$$N_p = 113,77 \rightarrow \text{uzajamo } N_p \approx 120_{\text{navor.}}$$

Tako je sada poznati odnos TRANSF.

$$\eta = \frac{N_p}{N_s} = \frac{120}{40} = 3$$

Iz poznatog odnosa dobijemo da je

$$V_p = 6 \cdot 3 = 18 \text{ V}$$

PROVERA PRIMARNOG NAPONA (Slično kao kod sekundarnog naponskog pretvarača)

$$N_p = \frac{V_p \cdot t_{on}}{A_e \cdot \Delta B_{max}}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

$$N_p = \frac{V_p \cdot T/2}{A_e \cdot \Delta B_{max}} = \frac{V_p \cdot T}{2 A_e \cdot \Delta B_{max}} = \frac{V_p}{2 A_e \Delta B_{max} \cdot f}$$

$$N_p = \frac{18}{2 \cdot 47,1 \cdot 10^{-6} \cdot 0,2 \cdot 8000} = 119,42 \text{ NAV.} \rightarrow 120 \text{ NAV. OK}$$

Postoje snaga u primaru $\frac{1,5}{3} = 0,5 \text{ A}$, preovlađuje li napon DA bude

$$d_p = 2 \sqrt{\frac{S_p}{j \cdot \pi}} = 2 \sqrt{\frac{I_p/2}{j \cdot \pi}} = 2 \sqrt{\frac{0,5/2}{4 \cdot \pi}} \approx 0,28 \text{ mm.}$$

$$L_{unr} = N_p \cdot d_p + N_s \cdot d_s = 120 \cdot 0,28 + 40 \cdot 0,7 = 33,6 + 28 = 61,6 \text{ mm.} > 60 \text{ mm.}$$

ustojimo $d_p \approx 25 \text{ mm.}$ (simultana verifikacija)

$$L_{unr}^* = 120 \cdot 0,25 + 40 \cdot 0,7 \approx 30 + 28 \approx 58 \text{ mm.} < 60 \text{ mm.}$$

TO znači DA DIMENZIJE NAPONA I NAPONOG ZECRA zadovoljavaju.

OTPOROST otpornost R, izračunati po napona u primaru :

$$R = \frac{V_{cc} - V_p - V_{CES}}{I_p} = \frac{24 - 18}{0,5} = 12 \Omega.$$

$$\text{Dissipacija } P_D = 12 \cdot 0,5^2 = 3 \text{ W} \Rightarrow R = 12 \Omega / 3 \text{ W}$$

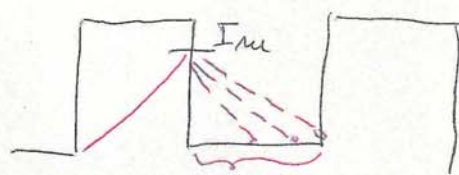
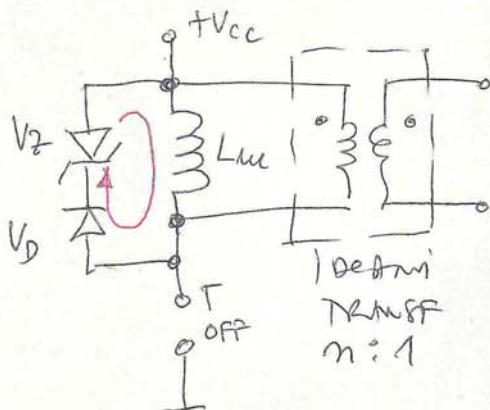
INDUKTIVNOST MAGNETIČNOGA SVEDENA NA PRIMARNI STRANU

8

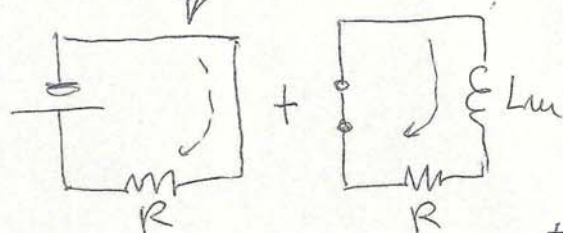
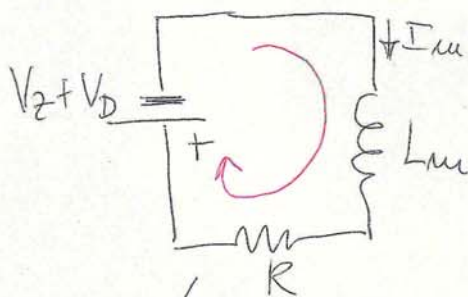
$$L_m = A_L \cdot N_p^2 = 7700 \frac{\mu\text{H}}{\text{mar}^2} \cdot (120 \text{mar})^2 = 111 \mu\text{H}$$

ANALIZA DEMAGNETIZACIJE REZERA (OVO JE BITNO ZA ODREĐIVANJE V_{DZ})

DEMAGNETIZACIJA REZERA TRANSF. MORA DA SE ZAVRŠI TOKOM INTERVALA KADA JE TRANSISTOR T ISKljučen.



TOKOM OVOG INTERVALA (t_{off}) TREBA DA SE ZAVRŠI DEMAGNETIZACIJA !!!



$$i_1 = -\frac{V_2 + V_D}{R} \quad i_2 = K e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\tau = \frac{L_m}{R} = \frac{111 \mu\text{H}}{12} = 9.25 \text{ms}$$

$\tau \gg t_{on}, t_{off}$

Struja demagnetizacije ima DVE komponente: zbrojnu komponentu koja počinje od $V_2 + V_D$ i eksponencijalnu komponentu koja počinje od I_m . I_m = konst u trenutnom početku demagnetizacije.

$$i = i_1 + i_2 \text{ (princip superpozicije)}$$

$$i = -\left(\frac{V_2 + V_D}{R}\right) + K \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

UK

u trenutku potpuna demagnetizacije

9

$t=0 \quad i = I_m = \text{const}$ (ne more biti 0 da se
magnus provodi u priključku)

$$I_m = - \frac{V_z + V_D}{R} + k \cdot e^{-\frac{0}{\tau}}$$

$$I_m = - \frac{V_z + V_D}{R} + k \Rightarrow k = I_m + \frac{V_z + V_D}{R}$$

Struja magnetnog kretanja u toku

$$I_m = \frac{V_p \cdot t_{on}}{L_m} = \frac{18 \cdot 62,5 \cdot 10^{-6}}{111 \cdot 10^{-3}} = 10,13 \text{ mA}$$

Vremena konstante τ dobijemo iz uslova da

$$i(62,5 \mu\text{s}) \approx 0 \quad \text{tj.} \quad i(t_{off}) = 0$$

$$i(t_{off}) = - \frac{V_z + V_D}{R} + k e^{-\frac{t_{off}}{\tau}} = 0$$

$$- \frac{V_z + V_D}{R} + \left(I_m + \frac{V_z + V_D}{R} \right) e^{-\frac{t_{off}}{\tau}} = 0 \quad \tau = 9,25 \mu\text{s}$$

$$\frac{V_z + V_D}{R} \left(1 - e^{-\frac{t_{off}}{\tau}} \right) = I_m e^{-\frac{t_{off}}{\tau}} \quad \text{odnosno}$$

$$V_z + V_D = R \cdot I_m \cdot \frac{e^{-\frac{t_{off}}{\tau}}}{1 - e^{-\frac{t_{off}}{\tau}}} \quad \frac{t_{off}}{\tau} = \frac{62,5 \cdot 10^{-6}}{9,25 \cdot 10^{-3}}$$

$$V_z + V_D = 12 \cdot 10,13 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{e^{-(6,756 \cdot 10^{-3})}}{1 - e^{-(6,756 \cdot 10^{-3})}} = 6,756 \cdot 10^{-3}$$

$$V_Z + V_D = 12 \cdot 10,13 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{9993}{1-0,993}$$

$$V_Z + V_D = R I_{m} \cdot 141,85$$

$$V_Z + V_D = 12 \cdot 10,13 \cdot 10^{-3} \cdot 141,85$$

$$V_Z + V_D \geq 17,24V \quad V_D = 0,7V$$

$$V_Z \geq 17,24 - 0,7 = 16,54$$

$V_Z \geq 16,54V \rightarrow$ Montăm o standardă

$$\underline{\underline{V_Z^* = 18V}}$$

scara de tensiune
timp de 0,5
4 = 0,125

Dissipația de putere de $\approx 7,25W$

Montăm o diodă 18V/2W

NAPOUMĂ: Am recomandat eliminarea negativității
valorii de tensiune TIRISTOR (A ON se dă la timpul
de magnetizare) pentru a nu se dea vătă
Dioda D1 i oporțune să oprimă curentul de
Curentul de $\approx 2-3A$. A tot suntem
păstrăm valoarea de 17600mV la sursă.

