

ELEKTRONSKE KOMPONENTE IN SENZORJI

KOLOKVIJ NA DALJAVO

1. kolokvij 21.12.2020

1. naloga

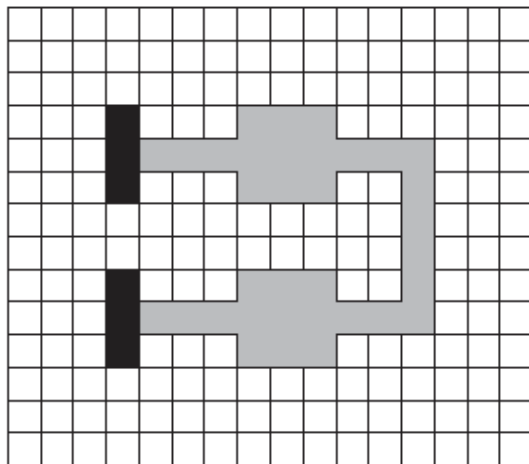
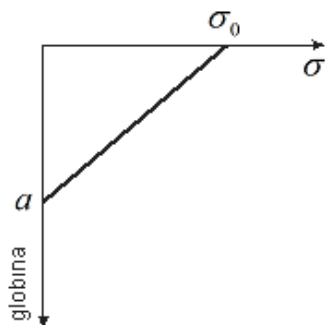
Še pred desetim letom starosti se pokvarijo vsi izdelki. Povprečen čas do odpovedi izdelka je 10/3 let. Določite funkcijo gostote verjetnosti odpovedi sistema $f(t)$ (z enačbo in grafično), če velja, da je gostota verjetnosti odpovedi sistema $f(t)$ zvezna linearna funkcija na zaprtem intervalu $[0, 10]$ let.

2. naloga

Določite upornost uporovne proge (med črnima kontaktoma), katere specifična prevodnost pada z globino. Odvisnost je podana grafično.

$$\sigma_0 = 10 \text{ kS/m}$$

$$a = 3 \text{ } \mu\text{m}$$



3. naloga

Za dani četverpol izračunajte šumno napetost na izhodnih sponkah, če je na vhod priključen idealni napetostni generator z efektivno napetostjo 10 V. Temperatura okolice je $T_{amb} = 27 \text{ } ^\circ\text{C}$. Toplotna upornost površin uporov do okolice je $R_{tk} = 900 \text{ } ^\circ\text{C/W}$. Razdalje med upori so zelo velike. Zanimarite temperaturni gradient v uporih in predpostavite, da je njihov temperaturni koeficient upornost TK_R enak 0. Zanima nas šum v frekvenčnem področju od 20 Hz do 20 kHz.

$$R = 100 \text{ } \Omega$$

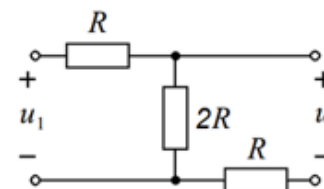
$$U = 10 \text{ V}$$

$$T_{amb} = 27 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$R_{tk} = 900 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$f_{zp} = 20 \text{ Hz}; f_{zg} = 20 \text{ kHz}$$



4. naloga

Varistor z nazivno napetostjo $U_N = 110 \text{ V}$ ima temperaturni koeficient napetosti $TK_U = -0,2 \text{ } \%/^\circ\text{C}$. Tok varistorja pri napetosti 160 V je 0,85 A. Izpelji zvezo med TK_I in TK_U iz osnovne enačbe za varistor. Kolikšen je temperaturni koeficient toka TK_I pri konstantni napetosti?

1. Naloga

$$M_{TTF} = \int_0^{10} f(t) t dt$$

$$\frac{10}{3} = \int_0^{10} t(kt+h) dt = \int_0^{10} kt^2 + ht = \left. \frac{kt^3}{3} \right|_0^{10} + \left. \frac{ht^2}{2} \right|_0^{10} = \frac{1000k}{3} + 50h$$

$$\frac{10}{3} = \frac{1000}{3} k + 50h$$

$f(10) = 0$... KER SO SE DO DESETEGA LETA POKVARILI ŽE VSI IZDELKI, JE FUNKCIJA GOSTOTE VERJETNOSTI ODPOVED) SISTEMA V ČASU $t = 10$ LET ENAKA 0. TO POMENI, DA NI MOGOČE, DA SE V DESETEM LETU POKVARI ŠE KAK IZDELEK.

$$f(t) = kt + h$$

$$0 = 10k + h$$

$$\boxed{h = -10k}$$

$$\frac{10}{3} = \frac{1000}{3} k - 500k$$

$$10 = 1000k - 1500k$$

$$10 = -500k$$

$$k = -\frac{10}{500} = -\frac{1 \cdot 2}{50 \cdot 2} = -\frac{2}{100} = -\underline{\underline{0,02}}$$

$$h = -10k = 0,2$$

$$\boxed{f(t) = -0,02t + 0,2}$$

PREIZKUS:

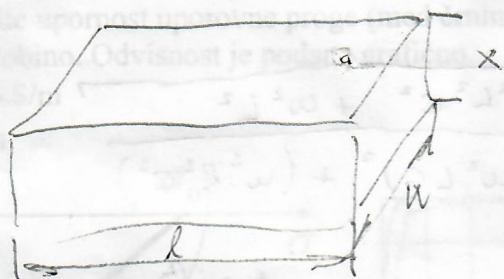
$$\int_0^{10} f(t) dt = 1 \quad ?$$

2. Naloga

ZAPIŠEMO ODVISNOST Z ENAČBO:

$$U = -\frac{U_0}{a} x + U_a$$

ZAPIŠEMO PREVODNOST DELA PROGE



$$dG = \frac{w}{l} \sigma(x) dx$$

$$G = \frac{w}{l} \int_0^a \sigma(x) dx$$

ZAPIŠEMO IZRAZ ZA PLASTNO UPORNOST

$$G = \frac{w}{L} \cdot \frac{1}{R_{SH}} \Rightarrow R_{SH} = \frac{w}{lG}$$

$$R_{SH} = \frac{1}{\int_0^a \sigma(x) dx} = \frac{1}{-\frac{U_0}{a} \frac{x^2}{2} \Big|_0^a + U_0 x \Big|_0^a}$$

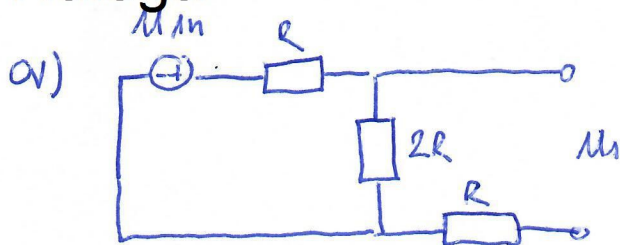
$$= \frac{1}{-\frac{U_0}{a} \left(\frac{a^2}{2}\right) + U_0 a} = \frac{2}{U_0 a}$$

$$R_{SH} = 66,7 \text{ } \Omega/\square$$

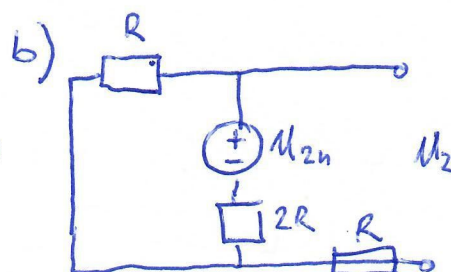
PREŠTEJEMO KVADRATE IN UPOŠTEVAMO KOREKCIJSKI FAKTOR ZA KVADRATE, KJER PROGA ZAVIJE ZA 90°.

$$R = 16 \cdot R_{\square} + 2 \cdot R_{\square} \cdot 0,6 = \underline{\underline{1147 \Omega}}$$

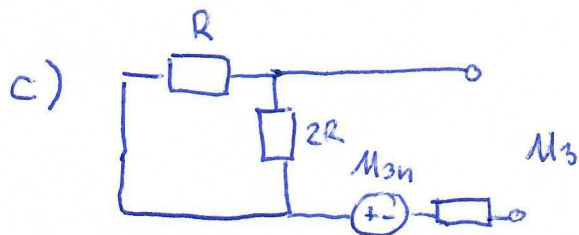
3. Naloga



$$U_1 = U_{1n} \cdot \frac{2R}{R+2R} = U_{1n} \cdot \frac{2}{3}$$



$$U_2 = U_{2n} - U_{2n} \cdot \frac{2R}{2R+R} = \frac{1}{3} U_{2n}$$



$$U_3 = U_{3n}$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = \frac{2}{3} U_{1n} + \frac{1}{3} U_{2n} + U_{3n}$$

$$U_N = \text{RMS} \{ U \} \quad \dots \text{KVADRIRAMO} \\ \dots \text{POVPREČIMO} \\ \dots \text{KORENIMO}$$

$$U^2 = \frac{4}{9} U_{1n}^2 + \frac{1}{9} U_{2n}^2 + U_{3n}^2 \quad \text{KVADRIRAMO}$$

$$\overline{U^2} = \frac{4}{9} U_{1n}^2 + \frac{1}{9} U_{2n}^2 + U_{3n}^2 \quad \text{POVPREČIMO}$$

$$U_N = \sqrt{\frac{4}{9} U_{1n}^2 + \frac{1}{9} U_{2n}^2 + U_{3n}^2} \quad \text{KORENIMO}$$

* IZRAČUNAMO TEMPERATURE UPOROV

$$P_1 = \frac{U^2}{R} = \frac{(10V \cdot \frac{R}{3R})^2}{R} = \frac{1}{9} W$$

$$P_2 = \frac{(10V \cdot \frac{2R}{3R})^2}{2R} = \frac{2}{9} W$$

$$T_{S1} = T_0 + R_{th} \cdot P_1 = 300K + 900 \text{ } ^\circ\text{C/W} \cdot \frac{1}{9} W = 400K$$

$$T_{S2} = 300K + 900 \text{ } ^\circ\text{C/W} \cdot \frac{2}{9} W = 500K$$

$$U_N = \sqrt{\frac{4}{9} U_{N1}^2 + \frac{1}{9} U_{N2}^2 + U_{N3}^2}$$

$$U_{N1} = \sqrt{4kT_1 R_B} = \sqrt{4 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \cdot 400K \cdot 100\Omega \cdot 19,98 \cdot 10^3 \text{ Hz}} = \underline{\underline{210 \text{ nV}}}$$

$$U_{N2} = \sqrt{4kT_2 2R_B} = \sqrt{4 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \cdot 500K \cdot 2 \cdot 100\Omega \cdot 19,98 \cdot 10^3 \text{ Hz}} = \underline{\underline{332 \text{ nV}}}$$

$$U_{N3} = \sqrt{4kT_3 R_B} = \sqrt{4 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \cdot 300K \cdot 100\Omega \cdot 19,98 \cdot 10^3 \text{ Hz}} = \underline{\underline{182 \text{ nV}}}$$

$$U_N = \sqrt{\frac{4}{9} U_{N1}^2 + \frac{1}{9} U_{N2}^2 + U_{N3}^2} = \underline{\underline{254,89 \text{ nV}}}$$

4. Naloga

I T_{KU} = TEMPERATURNI KOEFICIENT NAPETOSTI PRI KONSTANT. TOKU

$$T_{KU} = \frac{\Delta U}{U \Delta T} = \frac{dU}{U dT}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{dI}{dT} = 0$$

T_{KI} = TEMPERATURNI KOEFICIENT TOKA PRI KONSTANTNI NAPETOSTI

$$\frac{dU}{dT} = 0$$

II ZVEZO MED OBEMA KOEFICIENTOMA DOBIMO IZ OSNOVNE ENAČBE ZA VARISTOR, KI JO LOGARITMIRAMO IN ODVAJAMO PO TEMPERATURI

$$I = k \cdot U^\alpha$$

$$I(T) = k(T) \cdot U^\alpha(T)$$

$$\ln(I(T)) = \ln(k(T)) + \alpha \cdot \ln(U(T))$$

$$\frac{1}{I(T)} \cdot \frac{dI(T)}{dT} = \frac{1}{k(T)} \cdot \frac{dk(T)}{dT} + \alpha \cdot \frac{1}{U(T)} \cdot \frac{dU(T)}{dT}$$

$$\boxed{\frac{1}{I} \cdot \frac{dI}{dT} = \frac{1}{k} \frac{dk}{dT} + \alpha \cdot \frac{1}{U} \cdot \frac{dU}{dT}} \quad \text{POENOST. ZAPIS}$$

— ENAČBA II

a) $T_{KU} = -0,1\% / ^\circ C$ [PRI KONSTANTNEM TOKU]

$$0 = \frac{1}{k} \frac{dk}{dT} + \alpha \frac{1}{U} \frac{dU}{dT} = T_{KU}$$

II $\frac{dI}{dT} = 0$ — VSTAVIMO V ENAČBO II

$$\Downarrow$$

$$\boxed{\frac{1}{k} \cdot \frac{dk}{dT} = -\alpha T_{KU}} \quad \text{— ENAČBA III}$$

b) $T_{KI} = ?$ [PRI KONSTANTNI NAPETOSTI]

$$\frac{1}{I} \cdot \frac{dI}{dT} = \frac{1}{k} \cdot \frac{dk}{dT}$$

II $\frac{dU}{dT} = 0$ — VSTAVIMO V ENAČBO II

$$\Downarrow$$

$$\boxed{\frac{1}{k} \cdot \frac{dk}{dT} = T_{KI}} \quad \text{— ENAČBA IV}$$

c) ZDRUŽIMO III + IV

$$T_{KI} = -\alpha T_{KU}$$

$$T_{KI} = -18 \cdot (-0,2\% / ^\circ C) = 3,6\% / ^\circ C$$

$$\alpha = \frac{\ln\left(\frac{1}{I_w}\right)}{\ln\left(\frac{U}{U_w}\right)} = \frac{\ln\left(\frac{0,85A}{0,001A}\right)}{\ln\left(\frac{160V}{110V}\right)} = 18$$