

1) zadatak -> odgovor: C) -0,45%

$$S_n = 30 \text{ VA}$$

$$\frac{I_{1n}}{I_{2n}} = \frac{100}{5} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$R_1 = 0,07 \, \Omega$$

$$L_{1\sigma} = 23 \text{ mH}$$

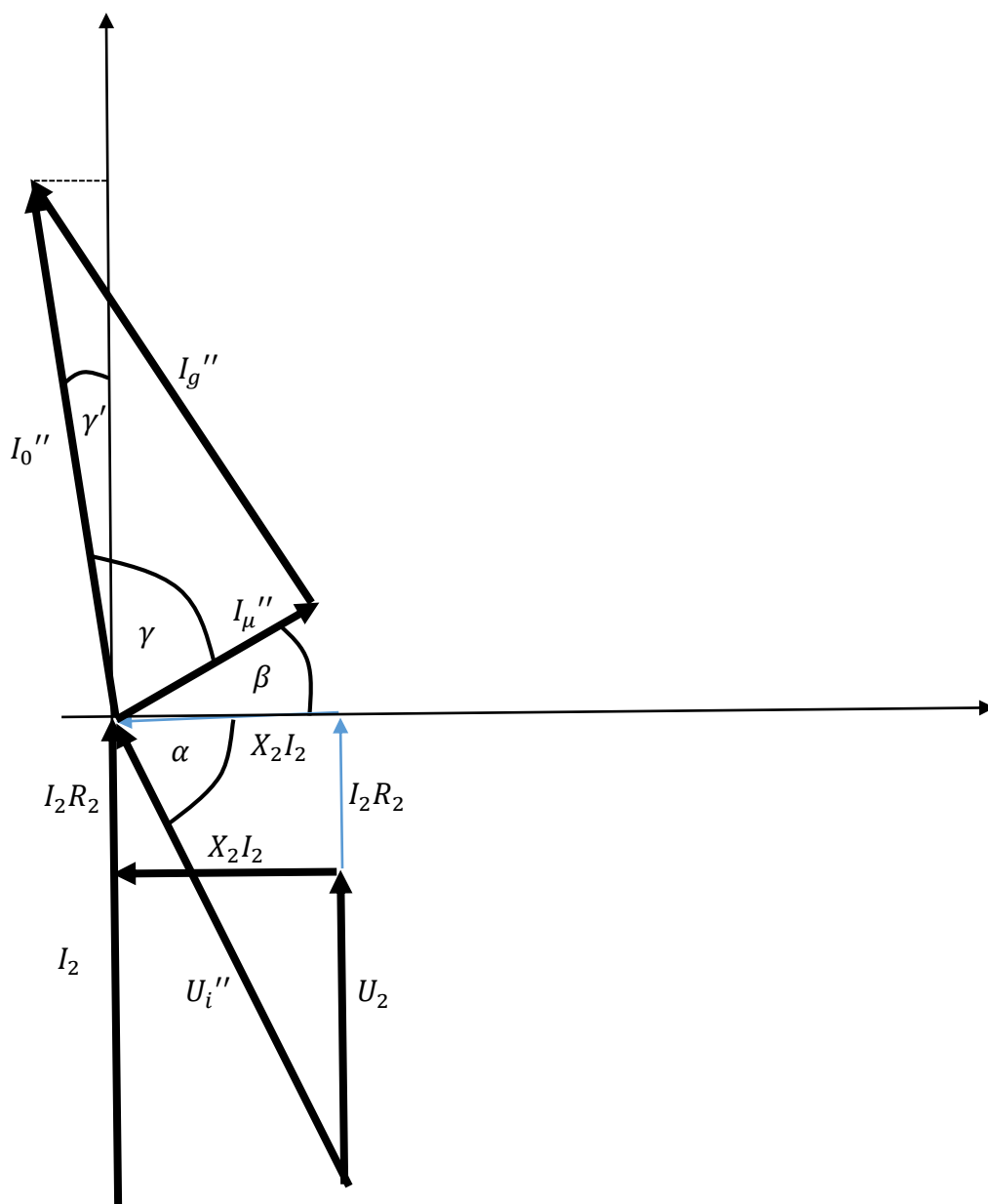
$$R_2 = 0,8 \, \Omega$$

$$L_{2\sigma} = 7,4 \text{ mH}$$

$$I_g = 0,412 \text{ A}$$

$$I_\mu = 0,208 \text{ A}$$

Zadatak se rješava na temelju Geweckeovog dijagrama na donjoj slici.



Najprije treba izračunati sve potrebne struje i kuteve na danom dijagramu.

Pošto se određuje pogreška pri **nazivnom radnom opterećenju**, vektor napona  $U_2$  je paralelan s y osi, odnosno okomit na x os.

Pogreška se određuje pri nazivnoj sekundarnoj struji pa se uzima

$$I_2 = I_{2n} = 5 \text{ A}$$

Može se dobiti nazivni napon sekundara

$$U_{2n} = \frac{S_n}{I_{2n}} = 6 \text{ V}$$

koji odgovara naponu  $U_2$  s danog dijagrama, znači  $U_2 = U_{2n} = 6 \text{ V}$ .

Rasipna reaktancija na sekundarnoj strani jednaka je (uzima se frekvencija 50 Hz):

$$X_2 = 2\pi f \cdot L_{2\sigma} = 2,325 \Omega$$

Sada se može izračunati kut  $\alpha$  s danog dijagrama:

$$\tan \alpha = \frac{I_2 R_2 + U_2}{I_2 X_2} = 0,860215$$
$$\alpha = 40,7026^\circ$$

Prema tome je  $\beta$ :

$$\beta = 90 - \alpha = 49,297^\circ$$

Struje  $I_\mu$  i  $I_g$  je potrebno preračunati na sekundarnu stranu:

$$I''_\mu = I_\mu \cdot \frac{N_1}{N_2} = 0,0104 \text{ A}$$

$$I''_g = I_g \cdot \frac{N_1}{N_2} = 0,0206 \text{ A}$$

Struja  $I_0''$  je tada:

$$I_0'' = \sqrt{I''_\mu^2 + I''_g^2} = 0,023076 \text{ A}$$

Kut  $\gamma$  se računa kao:

$$\gamma = \arctan \frac{I''_g}{I''_\mu} = 63,213^\circ$$

Kut  $\gamma'$  se onda može izračunati kao

$$\gamma' = \gamma + \beta - 90^\circ = 22,51^\circ$$

Sad se konačno može izračunati apsolutna struja pogreška kao odsječak na osi y:

$$p_i = \cos \gamma' \cdot I_0'' = 0,021318 \text{ A}$$

Relativna pogreška dobiva se djeljenjem sa strujom  $I_2$  i uz dodavanje negativnog predznaka jer je struja pogreška po predznaku negativna:

$$p_{i\%} = -\frac{p_i}{I_2} \cdot 100\% = -0,42635 \%$$

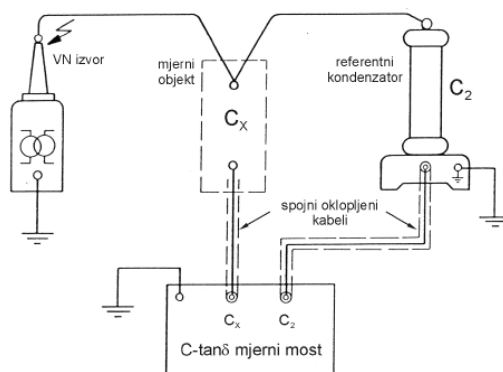
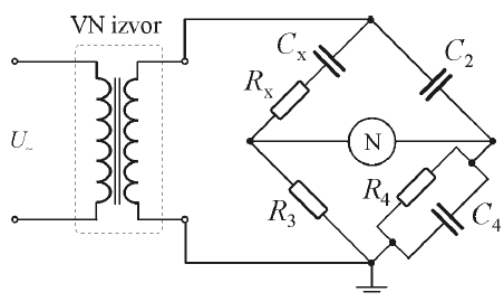
Prema tome, najbliže rješenje od ponuđenih je C) **-0,45 %**.

**NISAM SIGURAN ZA OVAJ ZADATAK, provjeriti i ispraviti ako treba!**

---

**2) zadatak -> odgovor: A) 37%**

Zadatak se rješava prema donjoj shemi:



Zadani podaci:

- $C_2 = 10 \text{ nF}$
- $R_3 = 345 \Omega$
- $R_4 = 940 \Omega$
- $C_4 = 5,4 \text{ nF}$
- $R_K = 50 \Omega$  – kontakti otpor

Prema danoj shemi, u prvoj grani nalazi se mjerni objekt koji je predstavljen s  $C_x$  i  $R_x$ . U drugoj grani se nalazi referentni kondenzator predstavljen s  $C_2$ . Elementi donjih grana mosta su  $R_3$ ,  $R_4$  i  $C_4$ .

Zadane vrijednosti u zadatku vrijede za uravnotežen most uz dodani otpor kontakata  $R_K$  koji se dodaje u seriju s otporom  $R_x$  (otpor kontakata nalazi se na mjestu spoja kabela i mjernog objekta).

U tom slučaju (s dodanim otporom kontakata) tangens kuta gubitaka se određuje prema:

$$\tan \delta' = \omega C_x (R_x + R_K)$$

Kapacitet mjernog objekta  $C_x$  je određen s:

$$C_x = C_2 \frac{R_4}{R_3} = 27,246 \text{ nF}$$

Otpor mjernog objekta ( $R_x + R_K$ ) određen je s:

$$R_x + R_K = R_3 \frac{C_4}{C_2}$$

iz čega se može izračunati čisti otpor mjerenog objekta bez otpora kontakta:

$$R_x = 136,303 \, \Omega$$

Sada je samo potrebno izračunati tangens kuta gubitaka sa i bez dodanog otpora kontakata i izračunati relativnu pogrešku.

Kut gubitaka uz dodani otpor  $R_K$ :

$$\tan \delta' = \omega C_x (R_x + R_K) = 1,594672 \cdot 10^{-3}$$

Kut gubitaka bez otpora  $R_K$ :

$$\tan \delta = \omega C_x R_x = 1,1667 \cdot 10^{-3}$$

Relativna pogreška se računa prema:

$$p_{\%} = \frac{\tan \delta' - \tan \delta}{\tan \delta} \cdot 100\% = 36,682 \%$$

pa je odgovor **A) 37 %**.

**3) zadatak -> odgovor: B) 96,4 V**

Prezentacija *Mjerenje otpora uzemljenja*, slajdovi 13 i 14.

Zadani podaci:

- $a = 10 \text{ m}$  – udaljenost sonde
- $I_A = 3 \text{ A}$
- $U_V = 2,2 \text{ V}$
- $f = 108 \text{ Hz}$
- $l = 25 \text{ m}$  – duljina uzemljivača
- $d = 7 \text{ cm}$  – širina uzemljivača
- $I_K = 25 \text{ A}$  – struja kvara

Otpornost tla:

$$\rho = 2\pi a \frac{U_V}{I_A} = 46,076 \Omega \text{m}$$

Otpor uzemljenja:

$$R_Z = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{2l}{d} = 3,855 \Omega$$

Očekivani napon na uzemljivaču prilikom struje kvara:

$$U_K = I_K \cdot R_Z = 96,375 \text{ V}$$

Odgovor je **B) 96,4 V**.

---

**4) zadatak -> odgovor: B) -5%**

stranice 56,57 i 58 u skripti

Gubici zbog histereze rastu **proporcionalno s frekvencijom**, a gubici zbog vrtložnih struja rastu **proporcionalno s kvadratom frekvencije**.

Zadani su ukupni gubici pri dvije različite frekvencije uz nepromijenjenu indukciju  $B = 1,2 \text{ T}$  i uz nepromijenjeni faktor oblika  $\xi = 1,15$ .

Zadani gubici pri  $f_1 = 50 \text{ Hz}$ :

$$P_1 = P_{h1} + P_{v1} \left( \frac{\xi}{\xi_0} \right)^2 = P_{h1} + P'_{v1} = 1,89 \text{ W} \quad (1)$$

Zadani gubici pri  $f_2 = 85 \text{ Hz}$ :

$$P_2 = P_{h2} + P_{v2} \left( \frac{\xi}{\xi_0} \right)^2 = P_{h2} + P'_{v2} = 4,78 \text{ W} \quad (2)$$

Gubici zbog histereze rastu proporcionalno s frekvencijom:

$$P_{h2} = \frac{f_2}{f_1} P_{h1} \quad (3)$$

Gubici zbog vrtložnih struja rastu proporcionalno s kvadratom frekvencije:

$$P_{v2}' = \left( \frac{f_2}{f_1} \right)^2 P_{v1}' \quad (4)$$

Ako se (3) i (4) ubace u (2) i iz toga se izrazi  $P_{h1}$  dobije se:

$$P_{h1} = 4,78 \frac{f_1}{f_2} - \frac{f_2}{f_1} P_{v1}' \quad (5)$$

Ako se (5) ubaci u (1), može se izračunati  $P_{v1}'$ :

$$P_{v1}' = \frac{f_1}{f_2} \cdot \frac{1,89 f_2 - 4,78 f_1}{f_1 - f_2} = 1,3168 \text{ W} \quad (6)$$

Pošto vrijedi da je  $P_{v1}' = P_{v1} \left( \frac{\xi}{\xi_0} \right)^2$ , može se izračunati  $P_{v1} = 1,226789 \text{ W}$ , to su gubici zbog vrtložnih struja kod 50 Hz i uz sinusoidalni tok ( $\xi = 1,11$ ).

Sada se može izračunati apsolutni iznos korekcije snage gubitaka pri 50 Hz i uz sinusoidalni tok:

$$\Delta P = P_{v1} \cdot \left( 1 - \left( \frac{\xi}{\xi_0} \right)^2 \right) = -0,09 \text{ W}.$$

Relativni iznos korekcije dobiva se djeljenjem dobivenog apsolutnog iznosa sa ukupnim gubicima pri 50 Hz i uz sinusoidalni tok, a oni se računaju prema

$$P = P_{h1} + P_{v1}$$

Gubici  $P_{h1}$  se mogu izračunati iz (1) pa prema tome iznose  $P_{h1} = 0,5732 \text{ W}$ .

Ukupni gubici  $P$  sada iznose

$$P = P_{h1} + P_{v1} = 0,5732 + 1,226789 = 1,799989 \text{ W}$$

Relativni iznos korekcije snaga iznosi:

$$\Delta P_{\%} = \frac{\Delta P}{P} \cdot 100\% = -5 \%$$

Odgovor je **B) -5 %**.

---

**5) zadatak -> odgovor: D) 0,210 V**

stranica 42. u skripti

Struja je zadana izrazom:

$$i(t) = -9,2 + 17,4 \sin \omega t - 8,6 \sin 3\omega t$$

Efektivna vrijednost struje koja se koja se inducira u svitku računa se prema:

$$I_{eff} = \sqrt{\frac{I_1^2}{2} + \frac{I_3^2}{2}} = 13,724 \text{ A}$$

pri čemu se  $I_1$  i  $I_3$  amplitude 1. i 3. harmonika, istosmjerna komponenta se ne inducira u svitku.

Zadani parametri integratora su:

- $K_i = 100 \text{ s}^{-1}$
- $M = 153 \text{ } \mu\text{H}$

Efektivna vrijednost induciranog napona računa se prema:

$$U_{eff} = K_i \cdot M \cdot I_{eff} = 0,2099 \text{ V} \rightarrow \text{odgovor je D) 0,210 V}$$

**6) zadatak -> odgovor: D) impulsan**

stranica 22 u skripti

**7) zadatak -> odgovor: B) 76,9 V**

prezentacija *Mjerenje otpora uzemljenja*, slajd 8

Zadano je:

- $R_Z = 2,5 \, \Omega$  – otpor uzemljenja na mjestu proboja
- $U(d) = \frac{25 \cdot U_Z}{d+25} \, \text{V}$  – opis izvodnice potencijalnog lijevka uzemljivača
- $I_K = 800 \, \text{A}$  – najveća dozvoljena struja kratkog spoja

Kada dođe do kratkog spoja, tlo neposredno oko uzemljivača nalazi se na potencijalu:

$$U_Z = I_K \cdot R_Z = 2000 \, \text{V}$$

Napon dodira određuje se na udaljenosti od  $d = 1 \, \text{m}$  od uzemljivača. Potencijal tla na mjestu udaljenom  $1 \, \text{m}$  od uzemljivača određuje se iz funkcije izvodnice potencijalnog lijevka i iznosi:

$$U(1 \, \text{m}) = 1923,076 \, \text{V}$$

Prema tome, između čovjeka koji je u kontaktu sa uzemljenim uređajem pod naponom i samog uređaja postoji napon dodira koji iznosi:

$$U_d = U_Z - U(1 \, \text{m}) = 76,923 \, \text{V}$$

Odgovor je **B) 76,9 V**.

---

**8) zadatak -> odgovor: A) negativna**

Stranica 13. u skripti (prva rečenica).



# 9) zadatak -> odgovor: A) 55'

Zadatak se rješava prema formulama i shemi prikazanima ispod (prikazan je isječak 29. stranice u skripti).

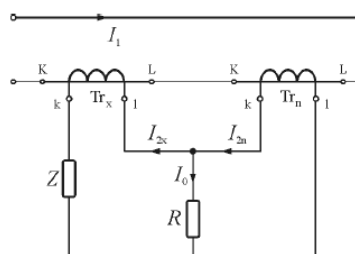
## Elektrotehnička mjerenja

prikazan je vektorski odnos struja  $I_{2x}$ ,  $I_{2n}$  i  $I_0$ . Komponenta  $I_{0y}$  struje pogreške  $I_0$ , koja je u fazi s referentnom strujom  $I_{2n}$ , bit će razmjerna relativnoj strujnoj pogrešci transformatora  $p_i$ :

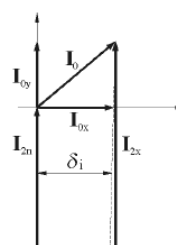
$$p_i = \frac{|I_{0y}|}{|I_{2n}|} = \frac{I_{0y}}{I_{2n}}, \quad (1.45)$$

a komponenta  $I_{0x}$ , okomita na referentnu struju  $I_{2n}$ , određuje sa zanemarivim odstupanjem fazni kut između sekundarnih struja, odnosno faznu pogrešku  $\delta_i$ :

$$\delta_i = \arctg\left(\frac{I_{0x}}{I_{2n}}\right). \quad (1.46)$$



Slika 1.31. Diferencijska metoda za određivanje pogrešaka strujnog transformatora



Slika 1.32. Vektorski odnos struja u diferencijskoj metodi

Zadani podaci:

- $S_n = 15 \text{ VA}$  – nazivna snaga
- $Z_n = 0,6 \Omega$  – zaključni **nazivni** teret ispitivanog transformatora
- $R = 0,15 \Omega$  – mjerni otpor
- $U_V = 12 \text{ mV}$  – izmjereni napon na mjernom otporu

Diferencijska struja  $I_0$  se u općenitom slučaju sastoji od komponenta  $I_{0x}$  i  $I_{0y}$ , kao što se može vidjeti na *slici 1.32*. Komponenta  $I_{0x}$  izravno određuje faznu pogrešku, a komponenta  $I_{0y}$  određuje strujnu pogrešku.

U zadatku je naznačeno da nema **strujne pogreške**, što znači da je  $I_{0y} = 0$  pa prema tome vrijedi da je  $I_{0x} = I_0$ .

Struja  $I_0$  određuje se prema (to je ujedno struja  $I_{0x}$ ):

$$I_0 = \frac{U_V}{R} = 0,08 \text{ A} = I_{0x}$$

Referentna struja  $I_{2n}$  može se izračunati iz zadanih podataka o nazivnoj snazi i nazivnoj impedanciji:

$$I_{2n} = \sqrt{\frac{S_n}{Z_n}} = 5 \text{ A}$$

Koristeći formulu (1.46) može se izračunati fazna pogreška  $\delta_i = 54' \ 59,955''$ .

Odgovor je **A) 55'**.

---

**10) zadatak -> odgovor: C) kontaktnih otpora**

Prezentacija *Magnetska mjerenja i ispitne mjerne metode*, slajd 12.