

ETP
Laboratorijas darbs Nr.2
**Elektrisko ķēžu tiešo analīzes metožu
eksperimentālā pārbaude**
Atskaite

Mārtiņš Dundurs
rect0,

Marts 2017

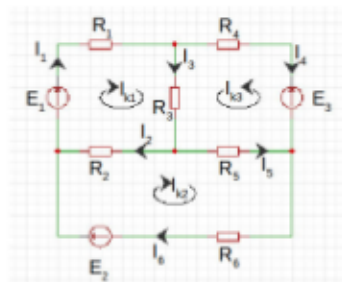
Pielikumā: laboratorijas darba protokols (teorētiskais pamatojums, shēma un aprēķini)

1 Darba mērķis

Laboratorijas darba mērķis ir elektrisko ķēžu kontūrstrāvu un mezglu spriegumu aprēķina metožu eksperimentālā pārbaude. Darba plāns ir veikt aprēķinus vispirms ar vienu metodi (mezglu sprieguma), tad izdarīt mērījumus reālajā shēmā un salīdzināt ar aprēķinu.

2 Aprēķins pēc kontūrstrāvu metodes

Pirms laboratorijas darba izpildes izdarījām aprēķinu ar mezglu potenciālu metodi. Tagad pārbaudīsim vai tās rezultāti sakrīt ar kontūrstrāvu metodi. Vispirms iezīmēsim shēmā kontūrstrāvas.



Tagad varam katram kontūram sastādīt vienādojumu un izveidot trīs vienādojumu sistēmu.

$$\begin{cases} I_{k1}(R_1 + R_2 + R_3) + I_{k3}R_3 + I_{k2}R_2 = E_1 \\ I_{k3}(R_3 + R_4 + R_5) + I_{k1}R_3 + I_{k2}R_5 = E_3 \\ I_{k2}(R_2 + R_5 + R_6) - I_{k1}R_2 + I_{k3}R_5 = E_2 \end{cases}$$

Sakārtosim vienādojumu sistēmu pareizā elementu secībā.

$$\begin{cases} (R_1 + R_2 + R_3)I_{k1} + R_2I_{k2} + R_3I_{k3} = E_1 \\ -R_2I_{k1} + (R_2 + R_5 + R_6)I_{k2} + R_5I_{k3} = E_2 \\ R_3I_{k1} + R_5I_{k2} + (R_3 + R_4 + R_5)I_{k3} = E_3 \end{cases}$$

Izveidosim pretestības 3x3 matricu R.

$$R = \begin{pmatrix} (R_1 + R_2 + R_3) & R_2 & R_3 \\ -R_2 & (R_2 + R_5 + R_6) & R_5 \\ R_3 & R_5 & (R_3 + R_4 + R_5) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 694 & -382 & 120 \\ -382 & 1433 & 264 \\ 120 & 264 & 888 \end{pmatrix} \Omega$$

Izveidosim avotu 1x3 matricu E.

$$E = \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10.5 \\ 7 \\ 5 \end{pmatrix} \text{ V}$$

Rezultātā varam pārrakstīt mūsu vienādojumu sistēmu matricu vienādojuma formā: $RI=E$. Izteiksim strāvas matricu: $I=R^{-1}E$
Rezultātā, izmantojot matricu kalkulatoru, iegūstam:

$$I = \begin{pmatrix} I_{k1} \\ I_{k2} \\ I_{k3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 20.9921 \\ 10.5436 \\ -0.3407 \end{pmatrix} \text{ mA}$$

Izmantojot šo kontūrstrāvu vērtības varam izteikt visas mums vajadzīgās strāvas:

$$\begin{aligned}
I_1 &= I_{k1} = 20.9921mA; \\
I_2 &= I_{k1} - I_{k2} = 20.9921 - 10.5436 = 10.4485mA; \\
I_3 &= I_{k1} + I_{k3} = 20.9921 + (-0.3407) = 20.6514mA; \\
I_4 &= I_{k3} = -0.3407mA; \\
I_5 &= I_{k2} + I_{k3} = 10.5436 + (-0.3407) = 10.2029mA; \\
I_6 &= I_{k2} = 10.5436mA.
\end{aligned}$$

Redzams, ka vērtības sakrīt ar pirms laboratorijas darba aprēķinātajām.

3 Relatīvās kļūdas aprēķins

Relatīvo kļūdu aprēķinam pēc šādas formulas, kur i - attiecīgās strāvas vai sprieguma numurs.

$$\varepsilon_{I_i} = \left| \frac{I_i - I_{im\bar{e}r}}{I_i} 100 \right|$$

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{I_1} &= \left| \frac{I_1 - I_{1m\bar{e}r}}{I_1} 100 \right| = \left| \frac{20.9921 - 20.01}{20.9921} 100 \right| = 4.6785\% \\
\varepsilon_{I_2} &= \left| \frac{I_2 - I_{2m\bar{e}r}}{I_2} 100 \right| = \left| \frac{10.4485 - 10.12}{10.4485} 100 \right| = 3.1444\% \\
\varepsilon_{I_3} &= \left| \frac{I_3 - I_{3m\bar{e}r}}{I_3} 100 \right| = \left| \frac{20.6514 - 20.01}{20.6514} 100 \right| = 3.1058\% \\
\varepsilon_{I_4} &= \left| \frac{I_4 - I_{4m\bar{e}r}}{I_4} 100 \right| = \left| \frac{-0.3407 - 0.22}{-0.3407} 100 \right| = 164.5696\% \\
\varepsilon_{I_5} &= \left| \frac{I_5 - I_{5m\bar{e}r}}{I_5} 100 \right| = \left| \frac{10.2029 - 10.21}{10.2029} 100 \right| = 0.07\% \\
\varepsilon_{I_6} &= \left| \frac{I_6 - I_{6m\bar{e}r}}{I_6} 100 \right| = \left| \frac{10.5436 - 10.23}{10.5436} 100 \right| = 2.9741\% \\
\varepsilon_{U_1} &= \left| \frac{U_1 - U_{1m\bar{e}r}}{U_1} 100 \right| = \left| \frac{4.0305 - 4.0398}{4.0305} 100 \right| = 0.2311\% \\
\varepsilon_{U_2} &= \left| \frac{U_1 - U_{2m\bar{e}r}}{U_2} 100 \right| = \left| \frac{3.9913 - 3.973}{203.9913} 100 \right| = 0.4596\% \\
\varepsilon_{U_3} &= \left| \frac{U_1 - U_{3m\bar{e}r}}{U_3} 100 \right| = \left| \frac{2.4782 - 2.4832}{2.4782} 100 \right| = 0.203\% \\
\varepsilon_{U_4} &= \left| \frac{U_1 - U_{4m\bar{e}r}}{U_4} 100 \right| = \left| \frac{-0.1717 - 0.0788}{-0.1717} 100 \right| = 145.8882\% \\
\varepsilon_{U_5} &= \left| \frac{U_1 - U_{5m\bar{e}r}}{U_5} 100 \right| = \left| \frac{2.6936 - 2.739}{2.6936} 100 \right| = 1.6872\% \\
\varepsilon_{U_6} &= \left| \frac{U_1 - U_{6m\bar{e}r}}{U_6} 100 \right| = \left| \frac{8.2978 - 8.239}{8.2978} 100 \right| = 0.7085\%
\end{aligned}$$

4 Rezultātu un mērījumu kopsavilkums

Apzīmējums	Aprēķināts	Mērījums	Kļūda
I_1	20.9921 mA	20.01 mA	4.7 %
I_2	10.4485	10.12	3.1
I_3	20.6514	20.01	3.1
I_4	-0.3407	0.22	165
I_5	10.2029	10.21	0.07
I_6	10.5436	10.23	2.97
U_1	4.0305 V	4.0398 V	0.2 %
U_2	3.9913	3.973	0.5
U_3	2.4782	2.4832	0.2
U_4	-0.1717	0.0788	146
U_5	2.6936	2.739	1.7
U_6	8.2978	8.239	0.7

5 Rezultātu analīze un secinājumi

Apskatot rezultātu kopsavilkumu, redzam ka visiem elementiem, izņemot vienu, strāvas un sprieguma vērtības būtiski neatšķiras no teorētiski aprēķinātā. Starp šiem elementiem lielākā kļūda ir 4.7% strāvai 1. elementam. 4. elementam redzam, ka gan strāvas, gan sprieguma vērtības ir ļoti mazas. Pēc aprēķiniem tās ir negatīvas un tuvas nullei, bet no mērījumiem pozitīvas un tuvas nullei. Mērījumu izdarīšanas brīdī mēs varējām novērot, ka rādījums ir nepastāvīgs - tā acumirkīgās izmaiņas sasniedz 100% un vairāk procentus. Šo nepastāvību izraisa viegli pieskārieni ķēdei un/vai taustiem, vai pat pārvietošanās ap darbavietu. Šādus traucējumus var izraisīt apkārtne esošās elektriskās ķēdes un ierīces (mobilie telefoni, datori). Katrā ziņā, par cik aprēķinātās un mērītās vērtības ir ļoti mazas, varam praktiski uzskatīt ka attiecīgajā zarā strāvas un sprieguma vērtības ir nenozīmīgas un nevarēs mums kalpot, lai izdarītu secinājumus par teorētisko metožu darbību.

Neskatoties uz to, pēc pārējiem rezultātiem varam secināt, ka mezglu spriegumu teorētiskā aprēķina metode sniedz mums rezultātus, kuriem varam uzticēties. Šī teorētiskā aprēķina metode darbojas. Par cik kontūrstrāvu metode deva mums tādas pašas vērtības kā mezglu potenciālu, esam pārliecinājušies arī par to.

.....

Paraksts

Datums: