

**Міністерство освіти України**  
**Національний технічний університет України**  
**“Київський політехнічний інститут”**  
*Кафедра ТОЕ*

***Розрахунково-графічна робота***

*“Розрахунок однофазного кола синусоїдного струму”*  
*Варіант № 804*

Виконав: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Перевірив: \_\_\_\_\_

### Умова завдання

В електричному колі діє джерело синусоїдної ЄРС:

#### Необхідно:

#### 1. ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОЛА БЕЗ ВЗАЄМНОЇ ІНДУКЦІЇ:

- 1.1. Розрахувати вхідний струм методом провідностей;
- 1.2. Розрахувати струми віток символічним методом скласти баланс активних і реактивних потужностей кола;
- 1.3. Побудувати діаграму струмів і топографічну діаграму напруг, показати кут зсуву фаз;
- 1.4. Приймаючи активний опір  $R_2$  за нульовий і вважаючи реактивний опір цієї вітки невідомий, розрахувати його за умови резонансу струмів;
- 1.5. Розрахувати струму для резонансного стану кола, перевірити правильність розрахунків за балансом потужностей;
- 1.6. Розрахувати (знайти нулі і полюси) і побудувати частотну характеристику вхідного опору частини кола, розміщеної справа від перерізу А-А. Для одержання реактивного двополюсника активні опори замкнути.

#### 2. ПРИ НАЯВНОСТІ МАГНІТНОГО ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ІНДУКТИВНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ $L_1$ ТА $L_2$ (ОДНОЙМЕННІ ПОЧАТКИ ПОЗНАЧЕНІ НА СХЕМІ ТОЧКАМИ):

- 2.1. Перетворивши схему до двох незалежних контурів, розрахувати струми у всіх вітках схеми методом контурних струмів, визначити покази вольтметра;
- 2.2. Перевірити правильність розрахунків за балансом потужностей, визначити активну і реактивну потужності магнітного зв'язку;
- 2.3. Побудувати сумісну векторну діаграму струмів і топографічну діаграму напруг (на діаграмі показати напруги взаємної індукції).

#### 3. ВІДКИНУВШИ ВІТКУ МІЖ ЗАТИСКАЧАМИ 2-2", ВИКОНАТИ ЕКВІВАЛЕНТУВАННЯ ВЗАЄМОІНДУКТИВНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ВІТОК. ОДЕРЖАНУ СХЕМУ РОЗГЛЯДАТИ ЯК ЧОТИРИПОЛЮСНИК З ЗАТИСКАЧАМИ 1-1" ТА 2-2" :

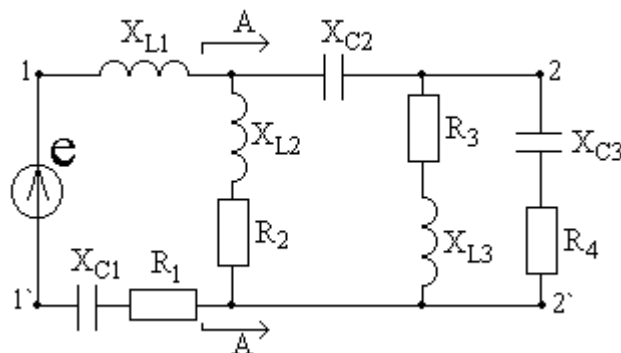
- 3.1. Розрахувати коефіцієнти А, В, С, D чотиріполюсника;
- 3.2. Розрахувати параметри R, L, C віток схеми заміщення.

$$E := 240 \quad \psi := 70 \quad R_1 := 18 \quad R_2 := 16 \quad R_3 := 14 \quad R_4 := 12 \quad X_{L1} := 37 \quad X_{L2} := 27 \quad X_{L3} := 20$$

$$X_{C1} := 13 \quad X_{C2} := 10 \quad X_{C3} := 6 \quad X_M := 15 \quad f := 50$$

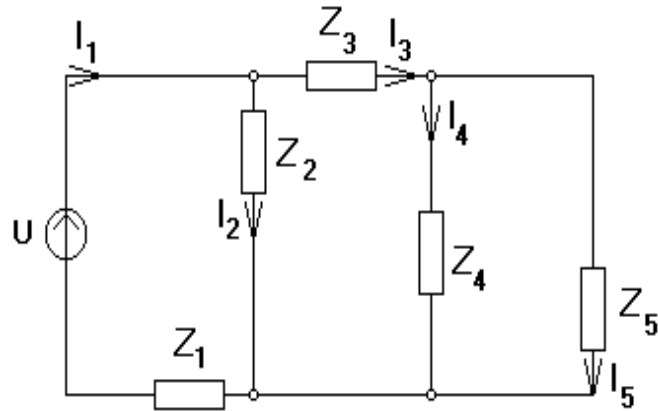
$$U := E \cdot e^{j\psi \cdot \frac{\pi}{180}}$$

$$U = 82.085 + 225.526i \quad F(U) = (240 \quad 70)$$



**Для електричного кола без взаємної індукції:**

**Розрахувати всі струми символічним методом**



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1}) \rightarrow 18 + 24 \cdot i$$

$$Z_4 := R_3 + i \cdot X_{L3} \rightarrow 14 + 20 \cdot i$$

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2}) \rightarrow 16 + 27 \cdot i$$

$$Z_5 := R_4 - i \cdot X_{C3} \rightarrow 12 - 6 \cdot i$$

$$Z_3 := -i \cdot X_{C2} \rightarrow -10 \cdot i$$

$$Z_E := \frac{\left( \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 \right) \cdot Z_2}{Z_2 + \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3} + Z_1 \quad Z_E = 32.147 + 20.273i$$

$$I_1 := \frac{U}{Z_E} \quad I_1 = 4.992 + 3.867i \quad F(I_1) = (6.315 \quad 37.763)$$

$$I_2 := \frac{I_1 \cdot \left( \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 \right)}{Z_2 + \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3} \quad I_2 = 2.371 - 1.745i \quad F(I_2) = (2.944 \quad -36.345)$$

$$I_3 := \frac{I_1 \cdot Z_2}{\left( Z_2 + \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 \right)} \quad I_3 = 2.621 + 5.612i \quad F(I_3) = (6.194 \quad 64.962)$$

$$I_4 := I_3 \cdot \frac{Z_5}{Z_5 + Z_4} \quad I_4 = 2.77 + 0.493i \quad F(I_4) = (2.814 \quad 10.097)$$

$$I_5 := I_3 \cdot \frac{Z_4}{Z_4 + Z_5} \quad I_5 = -0.149 + 5.118i \quad F(I_5) = (5.121 \quad 91.67)$$

**Перевірка за першим законом Кіргофа:**

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0 \quad I_3 - I_4 - I_5 = 0 \quad I_2 + I_5 + I_4 - I_1 = 0$$

**Перевірка за другим законом Кіргофа:**

$$-I_1 \cdot [R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1})] + U - I_2 \cdot (R_2 + i \cdot X_{L2}) = -2.842 \times 10^{-14} - 7.105i \times 10^{-15}$$

$$I_2 \cdot (R_2 + i \cdot X_{L2}) - I_4 \cdot (R_3 + i \cdot X_{L3}) - I_3 \cdot (-i \cdot X_{C2}) = 7.105i \times 10^{-15}$$

$$I_4 \cdot (R_3 + i \cdot X_{L3}) - I_5 \cdot (R_4 - i \cdot X_{C3}) = -3.553 \times 10^{-15}$$

Перевірка за балансом потужностей

$$S_1 := U \cdot \overline{I_1}$$

$$S_1 = 1.282 \times 10^3 + 808.441i$$

$$P := (|I_1|)^2 \cdot R_1 + (|I_2|)^2 \cdot R_2 + (|I_4|)^2 \cdot R_3 + (|I_5|)^2 \cdot R_4$$

$$P = 1.282 \times 10^3$$

$$Q := (|I_1|)^2 \cdot (-X_{C1} + X_{L1}) + (|I_2|)^2 \cdot X_{L2} + (|I_3|)^2 \cdot (-X_{C2}) + (|I_4|)^2 \cdot (X_{L3}) + (|I_5|)^2 \cdot (-X_{C3})$$

$$Q = 808.441$$

**Будуємо сумісну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг**

Знаходимо потенціали точок:

$$\phi_a := 0$$

$$\phi_b := \phi_a + I_1 \cdot (-i \cdot X_{C1})$$

$$\phi_b = 50.274 - 64.899i$$

$$F(\phi_b) = (82.093 \quad -52.237)$$

$$\phi_c := \phi_b + I_1 \cdot R_1$$

$$\phi_c = 140.134 + 4.711i$$

$$F(\phi_c) = (140.213 \quad 1.925)$$

$$\phi_d := \phi_c + I_2 \cdot R_2$$

$$\phi_d = 178.069 - 23.202i$$

$$F(\phi_d) = (179.574 \quad -7.424)$$

$$\phi_e := \phi_d + I_2 \cdot i \cdot X_{L2}$$

$$\phi_e = 225.171 + 40.814i$$

$$F(\phi_e) = (228.84 \quad 10.274)$$

$$\phi_1 := \phi_e + I_1 \cdot i \cdot X_{L1}$$

$$\phi_1 = 82.085 + 225.526i$$

$$F(\phi_1) = (240 \quad 70)$$

$$\phi_{1'} := \phi_1 - U$$

$$\phi_{1'} = 2.842 \times 10^{-14} + 2.842i \times 10^{-14}$$

$$\phi_m := \phi_c + I_4 \cdot i \cdot X_{L3}$$

$$\phi_m = 130.267 + 60.12i$$

$$F(\phi_m) = (143.471 \quad 24.774)$$

$$\phi_n := \phi_m + I_4 \cdot R_3$$

$$\phi_n = 169.054 + 67.027i$$

$$F(\phi_n) = (181.856 \quad 21.627)$$

$$\phi_k := \phi_c + I_5 \cdot R_4$$

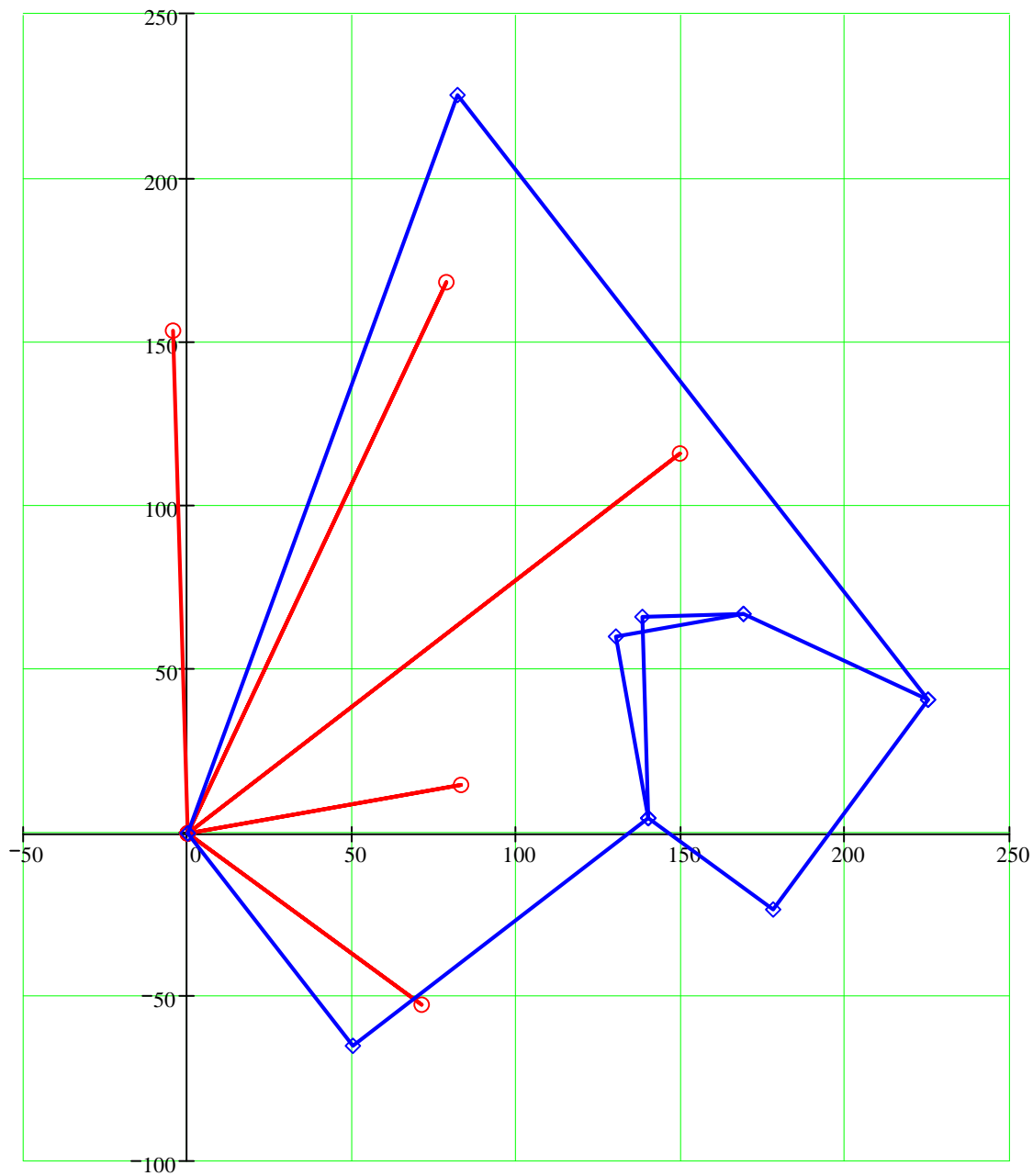
$$\phi_k = 138.343 + 66.131i$$

$$F(\phi_k) = (153.337 \quad 25.549)$$

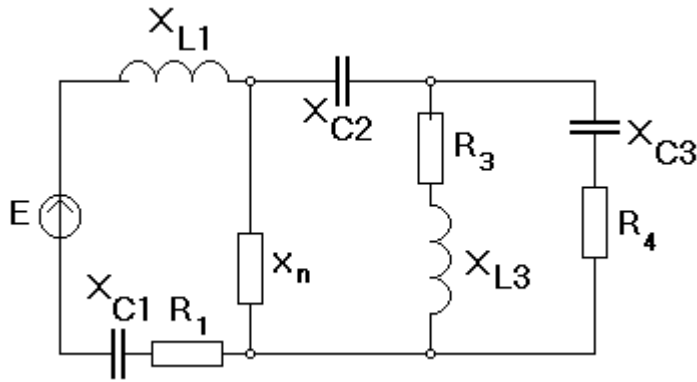
$$\phi_n := \phi_k + I_5 \cdot i \cdot (-X_{C3})$$

$$\phi_n = 169.054 + 67.027i$$

$$F(\phi_n) = (181.856 \quad 21.627)$$



Прийняти опір  $R_2 = 0$  і, вважаючи реактивний опір цієї вітки невідомим, визначити його за умовою резонансу струмів.



$$Z_E := \frac{(R_3 + i \cdot X_{L3}) \cdot (R_4 - i \cdot X_{C3})}{R_3 + R_4 + i \cdot (X_{L3} - X_{C3})} - i \cdot X_{C2} \quad Z_E = 11.092 - 9.972i$$

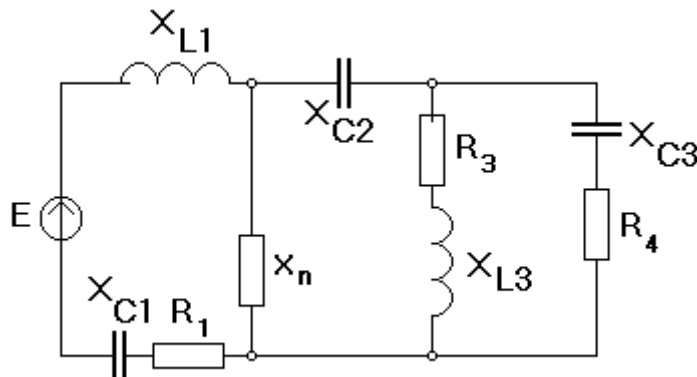
$$Z_E = R_E + j \cdot X_E \quad R_E := \operatorname{Re}(Z_E) \quad R_E = 11.092 \quad X_E := \operatorname{Im}(Z_E) \quad X_E = -9.972$$

За умовою резонансу:

$$B_{ab} = B_n + B_E \quad B_n = -B_E = \frac{-X_E}{X_E^2 + R_E^2}$$

$$B_n := \frac{-X_E}{X_E^2 + R_E^2} \quad B_n = 0.045 \quad \text{Реактивний опір вітки: } X_n := \frac{1}{B_n} \quad X_n = 22.309$$

Розрахувати струми для резонансного стану кола;



$$Z_1 := -X_{C1} \cdot i + X_{L1} \cdot i + R_1 \quad Z_1 = 18 + 24i$$

$$Z_3 := -X_{C2} \cdot i \quad Z_3 = -10i$$

$$Z_4 := R_3 + X_{L3} \cdot i \quad Z_4 = 14 + 20i$$

$$Z_5 := R_4 - X_{C3} \cdot i \quad Z_5 = 12 - 6i$$

$$Z_{345} := \frac{Z_4 \cdot Z_5}{Z_4 + Z_5} + Z_3 \quad Z_{345} = 11.092 - 9.972i$$

$$\text{Вхідний опір кола: } Z_{VX}(X_N) := \frac{Z_{345} \cdot i \cdot X_N}{Z_{345} + i \cdot X_N} + Z_1$$

Уявна частина вхідного опору, яка за умовою резонансу дорівнює нулю:

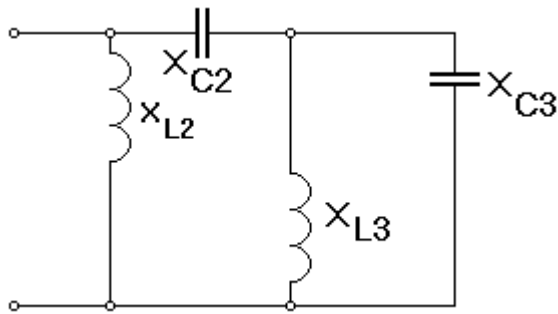
$$X_{VX}(X_N) := \operatorname{Im}(Z_{VX}(X_N)) \left| \begin{array}{l} \text{complex} \\ \text{simplify} \end{array} \right. \rightarrow \frac{(-27926 \cdot X_N + 1529 \cdot X_N^2 + 582000)}{(24250 - 2174 \cdot X_N + 109 \cdot X_N^2)}$$

Нулі функції (уявної частини вхідного опору) дорівнюють:

$$X_N := X_{VX}(X_N) \left| \begin{array}{l} \text{solve, } X_N \\ \text{float, 5} \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} 9.1321 + 17.241 \cdot i \\ 9.1321 - 17.241 \cdot i \end{pmatrix}$$

Отже резонанс кола не можливий.

Розрахувати (знайти нулі і полюси) і побудувати частотну характеристику вхідного опору частини кола, розміщеної справа від перерізу **A-A**. Активні опори закоротити



$$L_2 := \frac{X_{L2}}{\omega} \rightarrow \frac{27}{100 \cdot \pi} \quad L_2 = 0.086$$

$$L_3 := \frac{X_{L3}}{\omega} \rightarrow \frac{1}{5 \cdot \pi} \quad L_3 = 0.064$$

$$C_2 := \frac{1}{\omega \cdot X_{C2}} \rightarrow \frac{1}{1000 \cdot \pi} \quad C_2 = 3.183 \times 10^{-4}$$

$$C_3 := \frac{1}{\omega \cdot X_{C3}} \rightarrow \frac{1}{600 \cdot \pi} \quad C_3 = 5.305 \times 10^{-4}$$

$$Z(p) := \frac{\left( \frac{-1}{p \cdot C_3} \cdot p \cdot L_3 + \frac{-1}{p \cdot C_2} \right) \cdot p \cdot L_2}{p \cdot L_2 + \frac{\frac{-1}{p \cdot C_3} \cdot p \cdot L_3}{p \cdot L_3 + \frac{-1}{p \cdot C_3}} + \frac{-1}{p \cdot C_2}}$$

Знаходимо нулі:

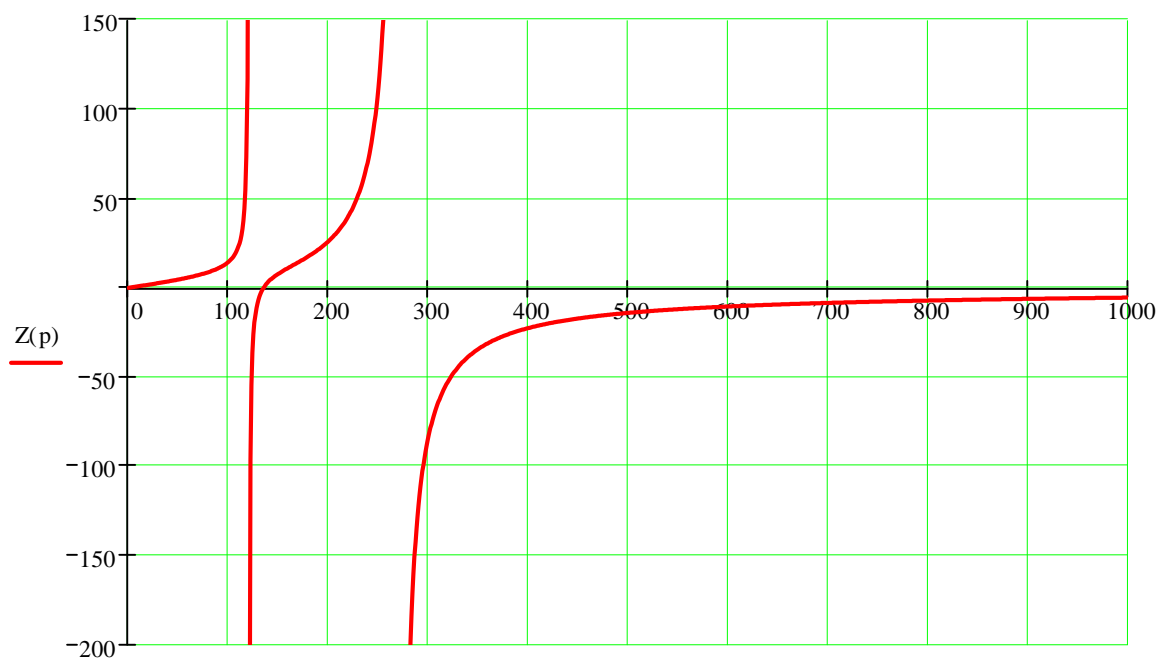
$$\omega := Z(p) \left| \begin{array}{l} \text{solve, p} \\ \text{float, 11} \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 136.03495232 \\ -136.03495232 \end{pmatrix} \quad \omega = \begin{pmatrix} 0 \\ 136.035 \\ -136.035 \end{pmatrix}$$

$$\omega := (\omega_0 \ \omega_1) \quad \omega = (0 \ 136.035)$$

Знаходимо полюси:

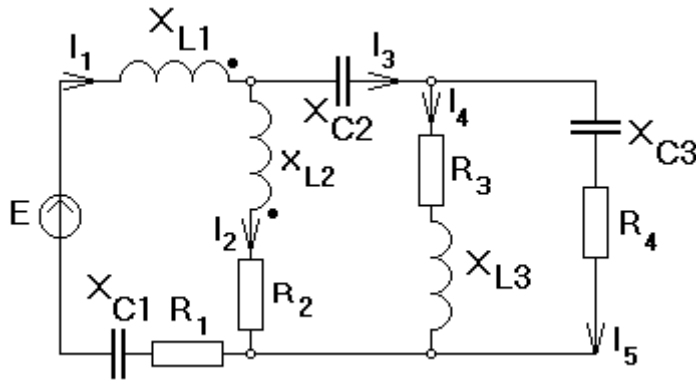
$$\omega_1 := \frac{1}{Z(p)} \left| \begin{array}{l} \text{solve, p} \\ \text{float, 11} \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} 270.80837956 \\ 121.48324728 \\ -121.48324728 \\ -270.80837956 \end{pmatrix} \quad \omega_1 = \begin{pmatrix} 270.808 \\ 121.483 \\ -121.483 \\ -270.808 \end{pmatrix}$$

$$\omega_1 := \begin{pmatrix} \omega_{10} \\ \omega_{12} \end{pmatrix} \quad \omega_1 = \begin{pmatrix} 270.808 \\ -121.483 \end{pmatrix}$$



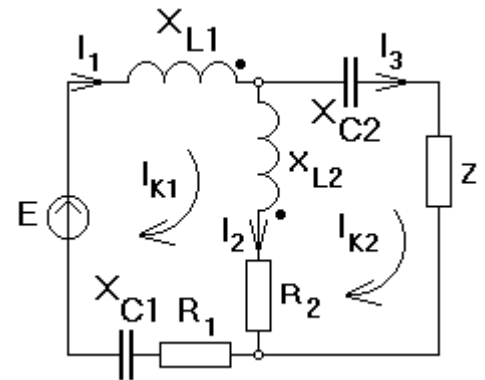
### При наявності магнітного зв'язку між індуктивними елементами

- 1) Перетворити схему до двох незалежних контурів, розрахувати струми у всіх вітках методом контурних струмів, визначити покази вольметра;
- 2) Перевірити правильність розрахунків за балансом потужностей, визначити активну і реактивну потужності магнітного зв'язку;
- 3) Побудувати сімісну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг



$$Z := \frac{(R_4 - i \cdot X_{C3}) \cdot (R_3 + i \cdot X_{L3})}{R_4 + R_3 + i \cdot (X_{L3} - X_{C3})}$$

$$Z = 11.092 + 0.028i$$



$$Z_{11} := R_1 + R_2 + i \cdot (X_{L1} + 2 \cdot X_M - X_{C1} + X_{L2}) \rightarrow 34 + 81 \cdot i$$

$$Z_{12} := R_2 + i \cdot (X_{L2} + X_M) \rightarrow 16 + 42 \cdot i$$

$$Z_{22} := R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_{C2}) + Z_{float,7} \rightarrow 27.09174 + 17.02752 \cdot i$$

Given

$$I_{K1} \cdot Z_{11} - I_{K2} \cdot Z_{12} = U$$

$$-I_{K1} \cdot Z_{12} + I_{K2} \cdot Z_{22} = 0$$

$$\begin{pmatrix} I_{K1} \\ I_{K2} \end{pmatrix} := \text{Find}(I_{K1}, I_{K2}) \rightarrow \begin{pmatrix} 2.8722139953834864224 + 3.2404844109707701974 \cdot i \\ 0.48318881194992804086 + 6.0628527817845998147 \cdot i \end{pmatrix}$$

$$I_{K1} = 2.872 + 3.24i$$

$$I_{K2} = 0.483 + 6.063i$$

$$I_1 := I_{K1}$$

$$I_1 = 2.872 + 3.24i$$

$$F(I_1) = (4.33 \quad 48.448)$$

$$I_2 := I_{K1} - I_{K2}$$

$$I_2 = 2.389 - 2.822i$$

$$F(I_2) = (3.698 \quad -49.753)$$

$$I_3 := I_{K2}$$

$$I_3 = 0.483 + 6.063i$$

$$F(I_3) = (6.082 \quad 85.443)$$

$$I_4 := I_3 \cdot \frac{R_4 - i \cdot X_{C3}}{R_4 + R_3 + i \cdot (X_{L3} - X_{C3})}$$

$$I_4 = 2.379 + 1.406i$$

$$F(I_4) = (2.763 \quad 30.578)$$

$$I_5 := I_3 - I_4$$

$$I_5 = -1.896 + 4.657i$$

$$F(I_5) = (5.028 \quad 112.151)$$

Перевірка за першим законом Кіргофа:

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

$$I_2 + I_5 + I_4 - I_1 = 0$$

Перевірка за другим законом Кіргофа:

$$-I_1 \cdot [R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1} + X_M)] + U - I_2 \cdot [R_2 + i \cdot (X_{L2} + X_M)] = 2.842 \times 10^{-14} - 1.421i \times 10^{-14}$$

$$I_2 \cdot [R_2 + i \cdot (X_{L2} + X_M)] - I_4 \cdot (R_3 + i \cdot X_{L3}) - I_3 \cdot (-i \cdot X_{C2} - i \cdot X_M) = 1.629 \times 10^{-5} - 2.033i \times 10^{-5}$$

$$I_4 \cdot (R_3 + i \cdot X_{L3}) - I_5 \cdot (R_4 - i \cdot X_{C3}) = 0$$

$$S_{M1} := I_1 \cdot \overline{I_2} \cdot i \cdot X_M$$

$$S_{M1} = -237.721 - 34.261i$$

$$F(S_{M1}) = (240.177 \quad -171.799)$$

$$S_{M2} := I_1 \cdot I_2 \cdot i \cdot X_M$$

$$S_{M2} = 237.721 - 34.261i$$

$$F(S_{M2}) = (240.177 \quad -8.201)$$



# Перевірка за балансом потужностей

$$S_1 := U \cdot \overline{I_1}$$

$$S_1 = 966.579 + 381.765i$$

$$P := (|I_1|)^2 \cdot R_1 + (|I_2|)^2 \cdot R_2 + (|I_4|)^2 \cdot R_3 + (|I_5|)^2 \cdot R_4$$

$$P = 966.58$$

$$Q := (|I_1|)^2 \cdot i \cdot (-X_{C1} + X_{L1}) + (|I_2|)^2 \cdot i \cdot X_{L2} + (|I_3|)^2 \cdot (-X_{C2} \cdot i) + (|I_4|)^2 \cdot (X_{L3} \cdot i) + (|I_5|)^2 \cdot (-X_{C3} \cdot i)$$

$$Q := Q + S_{M1} + S_{M2}$$

$$Q = 381.765i$$

**Будуємо сумісну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг**

Знаходимо потенціали точок:

$$\phi_a := 0$$

$$\phi_b := \phi_a + I_1 \cdot (-i \cdot X_{C1})$$

$$\phi_b = 42.126 - 37.339i$$

$$F(\phi_b) = (56.292 \quad -41.552)$$

$$\phi_c := \phi_b + I_1 \cdot R_1$$

$$\phi_c = 93.826 + 20.99i$$

$$F(\phi_c) = (96.145 \quad 12.61)$$

$$\phi_d := \phi_c + I_2 \cdot R_2$$

$$\phi_d = 132.051 - 24.168i$$

$$F(\phi_d) = (134.244 \quad -10.372)$$

$$\phi_{e'} := \phi_d + I_1 \cdot i \cdot X_M$$

$$\phi_{e'} = 83.443 + 18.915i$$

$$F(\phi_{e'}) = (85.56 \quad 12.772)$$

$$\phi_e := \phi_{e'} + I_2 \cdot i \cdot X_{L2}$$

$$\phi_e = 159.647 + 83.419i$$

$$F(\phi_e) = (180.128 \quad 27.588)$$

$$\phi_{1''} := \phi_e + I_2 \cdot i \cdot X_M$$

$$\phi_{1''} = 201.983 + 119.254i$$

$$F(\phi_{1''}) = (234.56 \quad 30.558)$$

$$\phi_1 := \phi_{1''} + I_1 \cdot i \cdot X_{L1}$$

$$\phi_1 = 82.085 + 225.526i$$

$$F(\phi_1) = (240 \quad 70)$$

$$\phi_{1'} := \phi_1 - U$$

$$\phi_{1'} = -4.263 \times 10^{-14} + 2.842i \times 10^{-14}$$

$$\phi_f := \phi_c + I_3 \cdot \text{Re}(Z)$$

$$\phi_f = 99.186 + 88.238i$$

$$F(\phi_f) = (132.754 \quad 41.657)$$

$$\phi_m := \phi_f + I_3 \cdot i \cdot \text{Im}(Z)$$

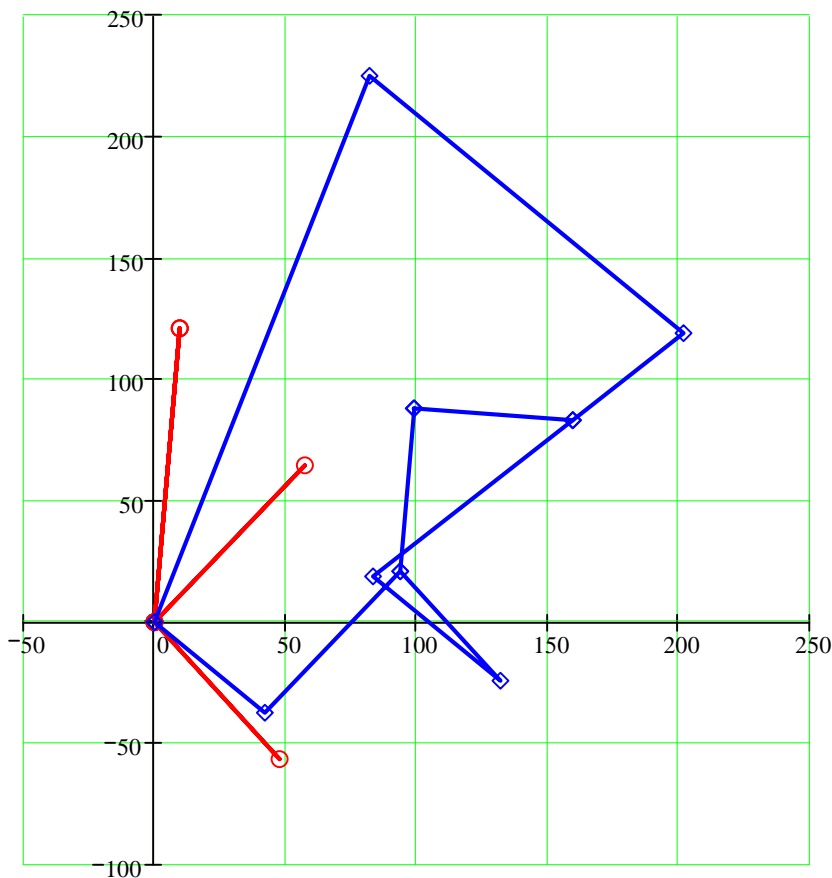
$$\phi_m = 99.019 + 88.251i$$

$$F(\phi_m) = (132.638 \quad 41.709)$$

$$\phi_e := \phi_m + I_3 \cdot (-i \cdot X_{C2})$$

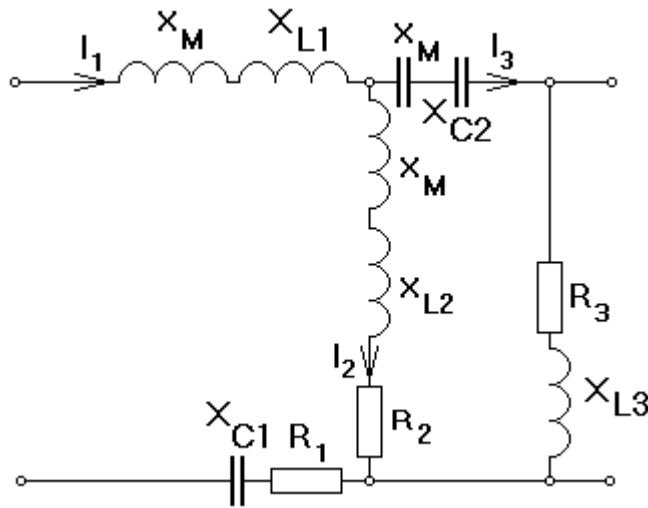
$$\phi_e = 159.647 + 83.419i$$

$$F(\phi_e) = (180.128 \quad 27.588)$$



**3. Відкинувши крайню вітку між полбсами 2,2", зробити розв'язку магнітного зв'язку. Одержану схему розглядати як чотириполіусник з полюсами 1,1" та 2,2":**

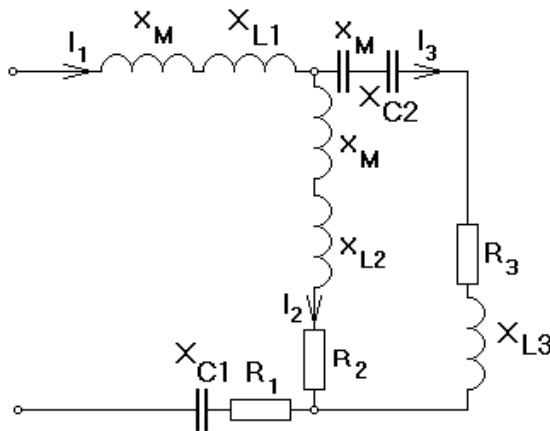
1) Розрахувати коефіцієнти чотириполіусника **A, B, C, D**



$$U_1 = A \cdot U_2 + B \cdot I_2$$

$$I_1 = C \cdot U_2 + D \cdot I_2$$

Неробочий хід:  $I_2 = 0$   $U_{10} := U$   $U_1 = A \cdot U_2$   $I_1 = C \cdot U_2$



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} + X_M - X_{C1}) \rightarrow 18 + 39 \cdot i$$

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2} + X_M) \rightarrow 16 + 42 \cdot i$$

$$Z_3 := R_3 + i \cdot (X_{L3} - X_{C2} - X_M) \rightarrow 14 - 5 \cdot i$$

$$Z_{10} := \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} + Z_1 \quad Z_{10} = 32.022 + 38.639i \quad Z_{20} := \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} \parallel Z_3 \quad Z_{20} = 1.325 \times 10^3 + 1.445i \times 10^3$$

$$I_{10} := \frac{U_{10}}{Z_{10}} \quad I_{10} = 4.504 + 1.608i \quad F(I_{10}) = (4.782 \quad 19.65)$$

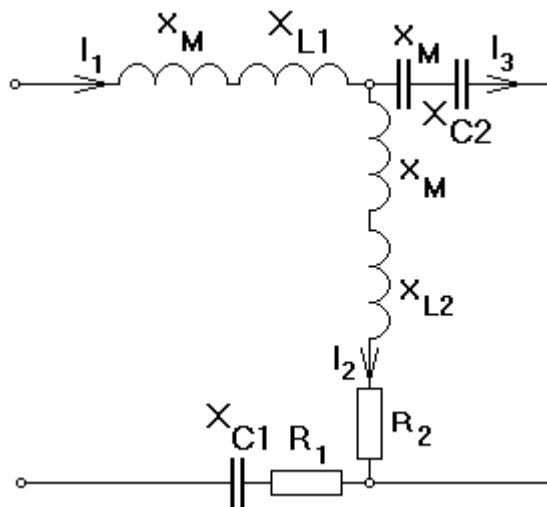
$$I_{30} := I_{10} \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} \quad I_{30} = 3.564 + 2.768i \quad F(I_{30}) = (4.512 \quad 37.831)$$

$$U_{20} := I_{30} \cdot (R_3 + i \cdot X_{L3}) \quad U_{20} = -5.456 + 110.026i \quad F(U_{20}) = (110.161 \quad 92.839)$$

$$A := \frac{U_{10}}{U_{20}} \quad A = 2.008 - 0.846i \quad F(A) = (2.179 \quad -22.839)$$

$$C := \frac{I_{10}}{U_{20}} \quad C = 0.013 - 0.042i \quad F(C) = (0.043 \quad -73.189)$$

Коротке замикання:  $U_2 = 0$      $U_K := U$      $U_1 = B \cdot I_2$      $I_1 = D \cdot I_2$



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} + X_M - X_{C1}) \rightarrow 18 + 39 \cdot i$$

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2} + X_M) \rightarrow 16 + 42 \cdot i$$

$$Z_3 := -i \cdot (X_{C2} + X_M) \rightarrow -25 \cdot i$$

$$Z_K := \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} + Z_1 \quad Z_K = 36.349 - 5.495i$$

$$I_{1K} := \frac{U_K}{Z_K} \quad I_{1K} = 1.291 + 6.4i$$

$$F(I_{1K}) = (6.529 \quad 78.597)$$

$$I_{3K} := I_{1K} \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} \quad I_{3K} = -2.4 + 12.338i$$

$$F(I_{3K}) = (12.569 \quad 101.007)$$

$$B := \frac{U_K}{I_{3K}} \quad B = 16.366 - 9.837i$$

$$F(B) = (19.095 \quad -31.007)$$

$$D := \frac{I_{1K}}{I_{3K}} \quad D = 0.48 - 0.198i$$

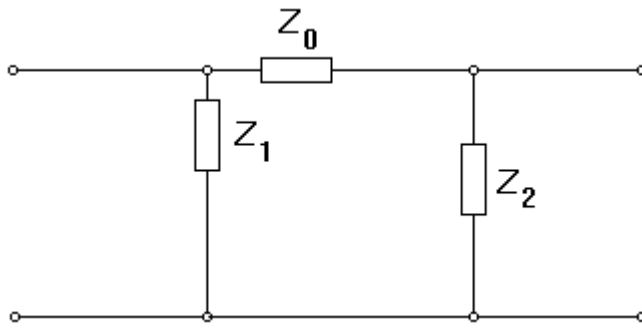
$$F(D) = (0.519 \quad -22.41)$$

Перевірка     $A \cdot D - B \cdot C = 1$

$$F(A) = (2.179 \quad -22.839) \quad F(B) = (19.095 \quad -31.007)$$

$$F(C) = (0.043 \quad -73.189) \quad F(D) = (0.519 \quad -22.41)$$

Розрахувати параметри R,L,C віток схеми "П" заміщення;



$$Z_0 := B \quad Z_0 = 16.366 - 9.837i \quad F(Z_0) = (19.095 \quad -31.007)$$

$$Y_1 := \frac{D-1}{B} \quad Y_1 = -0.018 - 0.023i \quad F(Y_1) = (0.029 \quad -128.138)$$

$$Y_2 := \frac{A-1}{B} \quad Y_2 = 0.068 - 0.011i \quad F(Y_2) = (0.069 \quad -8.991)$$

$$R_0 := \operatorname{Re}(Z_0) \quad R_0 = 16.366 \quad X_{C0} := -\operatorname{Im}(Z_0) \quad X_{C0} = 9.837$$

$$Z_1 := \frac{1}{Y_1} \quad Z_1 = -21.2 + 27i \quad R_1 := \operatorname{Re}(Z_1) \quad R_1 = -21.2 \quad X_{L1} := \operatorname{Im}(Z_1) \quad X_{L1} = 27$$

$$Z_2 := \frac{1}{Y_2} \quad Z_2 = 14.336 + 2.268i \quad R_2 := \operatorname{Re}(Z_2) \quad R_2 = 14.336 \quad X_{L2} := \operatorname{Im}(Z_2) \quad X_{L2} = 2.268$$

$$L_1 := \frac{X_{L1}}{\omega} \quad L_1 = 0.086 \quad L_2 := \frac{X_{L2}}{\omega} \quad L_2 = 7.22 \times 10^{-3} \quad C_0 := \frac{1}{\omega \cdot X_{C0}} \quad C_0 = 3.236 \times 10^{-4}$$