

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

***Розрахунково-графічна робота***  
*“Розрахунок однофазного кола синусоїдного струму”*  
*Варіант № 206*

Виконав: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Перевірив: \_\_\_\_\_

### Умова завдання

В електричному колі діє джерело синусоїдної ЄРС:

#### Необхідно:

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

- 1.1. Розрахувати струми віток символічним методом скласти баланс активних і реактивних потужностей кола;
- 1.2. Побудувати діаграму струмів і топографічну діаграму напруг, показати кут зсуву фаз;
- 1.3. Приймаючи активний опір  $R_2$  за нульовий і вважаючи реактивний опір цієї вітки невідомий, розрахувати його за умови резонансу струмів;
- 1.4. Розрахувати струму для резонансного стану кола; визначити покази вольтметра;
- 1.5. 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 закоротити.

#### 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  $A, B, C, D$  чотириполусника;
- 3.2. Розрахувати параметри  $R, L, C$  віток схеми заміщення.

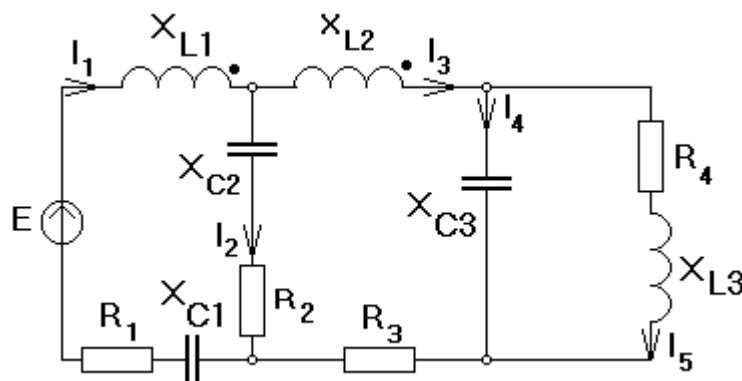
$$E := 120 \quad \psi := -30 \quad R_1 := 7 \quad R_2 := 9 \quad R_3 := 11 \quad R_4 := 13 \quad X_{L1} := 37 \quad X_{L2} := 27 \quad X_{L3} := 20$$

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

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

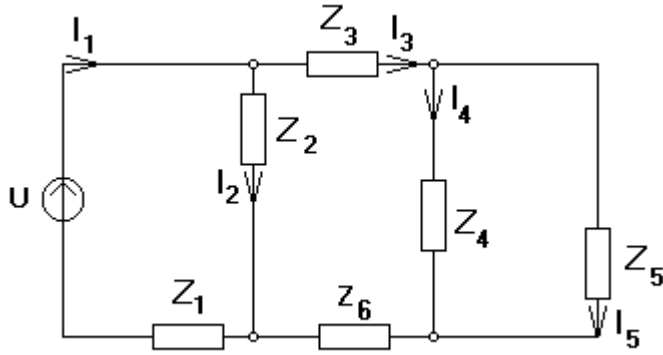
$$U = 103.923 - 60i$$

$$F(U) = (120 \quad -30)$$



**Для електричного кола без взаємної індукції:**

**Розрахувати всі струми символічним методом**



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1}) \rightarrow 7 + 24 \cdot i$$

$$Z_4 := -i \cdot X_{C3} \rightarrow -6 \cdot i$$

$$Z_2 := R_2 - i \cdot (X_{C2}) \rightarrow 9 - 10 \cdot i$$

$$Z_5 := R_4 + i \cdot X_{L3} \rightarrow 13 + 20 \cdot i$$

$$Z_3 := R_3 + i \cdot X_{L2} \rightarrow 11 + 27 \cdot i$$

$$Z_E := \frac{\left( \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 \right) \cdot Z_2}{Z_2 + \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3} + Z_1 \quad Z_E = 19.916 + 20.688i$$

$$I_1 := \frac{U}{Z_E}$$

$$I_1 = 1.005 - 4.056i$$

$$F(I_1) = (4.179 \quad -76.09)$$

$$I_2 := \frac{I_1 \cdot \left( \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 \right)}{Z_2 + \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3}$$

$$I_2 = 3.055 - 2.796i$$

$$F(I_2) = (4.142 \quad -42.46)$$

$$I_3 := \frac{I_1 \cdot Z_2}{\left( Z_2 + \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 \right)}$$

$$I_3 = -2.051 - 1.26i$$

$$F(I_3) = (2.407 \quad -148.425)$$

$$I_4 := I_3 \cdot \frac{Z_5}{Z_5 + Z_4}$$

$$I_4 = -2.253 - 1.989i$$

$$F(I_4) = (3.006 \quad -138.57)$$

$$I_5 := I_3 \cdot \frac{Z_4}{Z_4 + Z_5}$$

$$I_5 = 0.203 + 0.728i$$

$$F(I_5) = (0.756 \quad 74.454)$$

**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 балансом потужностей**

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

$$S_1 = 347.776 + 361.264i$$

$$P := (|I_1|)^2 \cdot R_1 + (|I_2|)^2 \cdot R_2 + (|I_3|)^2 \cdot R_3 + (|I_5|)^2 \cdot R_4$$

$$P = 347.776$$

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

$$Q = 361.264$$

## Будуємо сумісну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг

Знаходимо потенціали точок:

$$\phi_a := 0$$

$$\phi_b := \phi_a + I_1 \cdot (-i \cdot X_{C1}) \quad \phi_b = -52.731 - 13.06i \quad F(\phi_b) = (54.325 \quad -166.09)$$

$$\phi_c := \phi_b + I_1 \cdot R_1 \quad \phi_c = -45.699 - 41.454i \quad F(\phi_c) = (61.699 \quad -137.789)$$

$$\phi_d := \phi_c + I_2 \cdot R_2 \quad \phi_d = -18.201 - 66.616i \quad F(\phi_d) = (69.058 \quad -105.281)$$

$$\phi_e := \phi_d - I_2 \cdot i \cdot X_{C2} \quad \phi_e = -46.159 - 97.17i \quad F(\phi_e) = (107.576 \quad -115.409)$$

$$\phi_l := \phi_e + I_1 \cdot i \cdot X_{L1} \quad \phi_l = 103.923 - 60i \quad F(\phi_l) = (120 \quad -30)$$

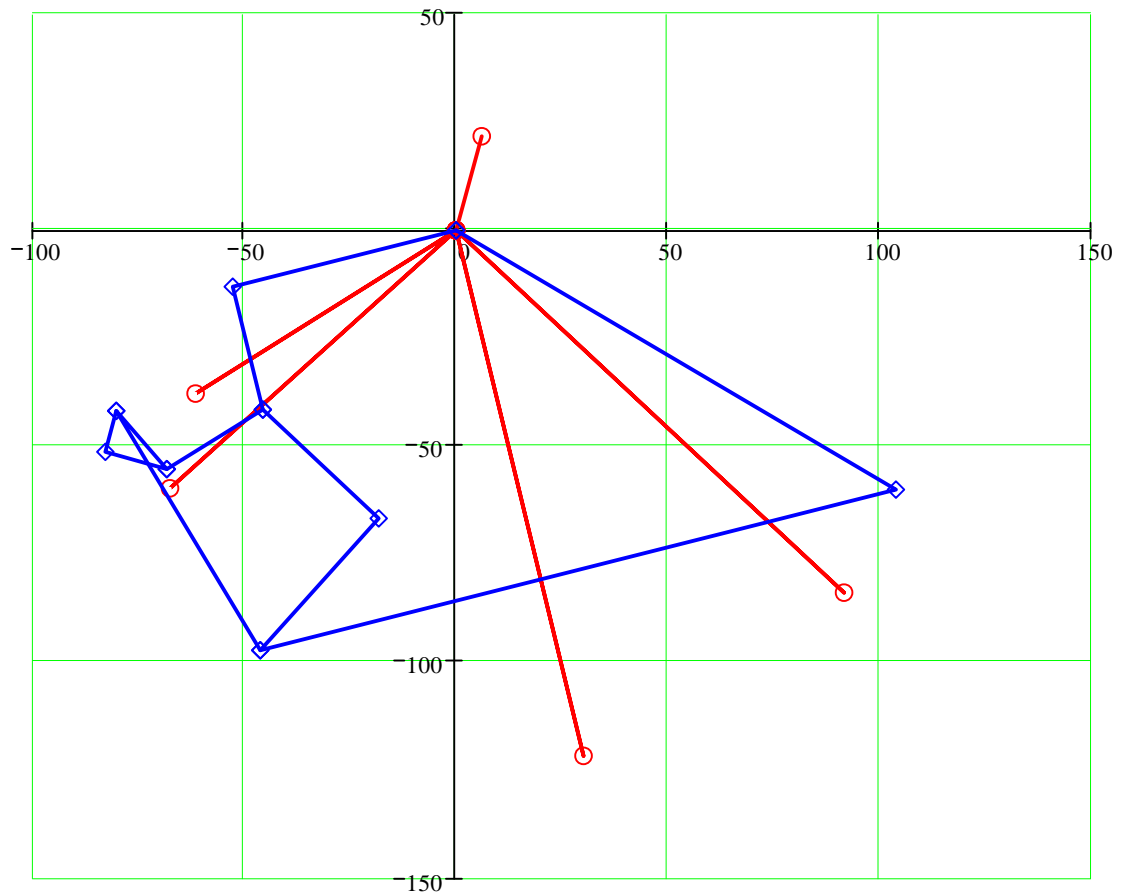
$$\phi_{l'} := \phi_l - U \quad \phi_{l'} = 1.421 \times 10^{-14} - 1.421i \times 10^{-14}$$

$$\phi_m := \phi_c + I_3 \cdot R_3 \quad \phi_m = -68.258 - 55.319i \quad F(\phi_m) = (87.86 \quad -140.978)$$

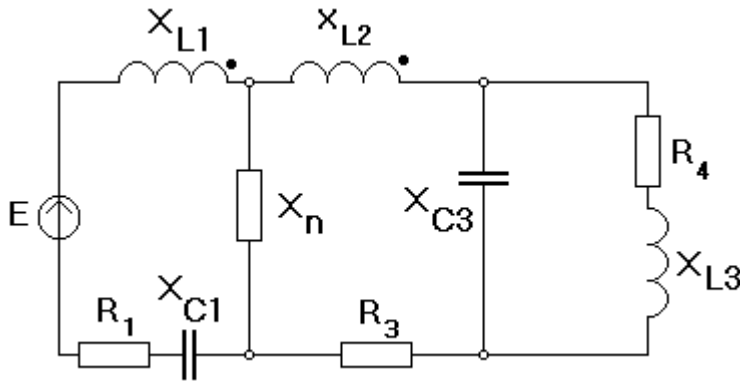
$$\phi_n := \phi_m + I_4 \cdot (-i \cdot X_{C3}) \quad \phi_n = -80.191 - 41.798i \quad F(\phi_n) = (90.43 \quad -152.47)$$

$$\phi_k := \phi_m + I_5 \cdot i \cdot X_{L3} \quad \phi_k = -82.825 - 51.266i \quad F(\phi_k) = (97.407 \quad -148.244)$$

$$\phi_n := \phi_k + I_5 \cdot R_4 \quad \phi_n = -80.191 - 41.798i \quad F(\phi_n) = (90.43 \quad -152.47)$$



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



$$Z_E := \frac{(R_4 + i \cdot X_{L3}) \cdot (-i \cdot X_{C3})}{R_4 + i \cdot (X_{L3} - X_{C3})} + i \cdot X_{L2} + R_3 \quad Z_E = 12.282 + 19.619i$$

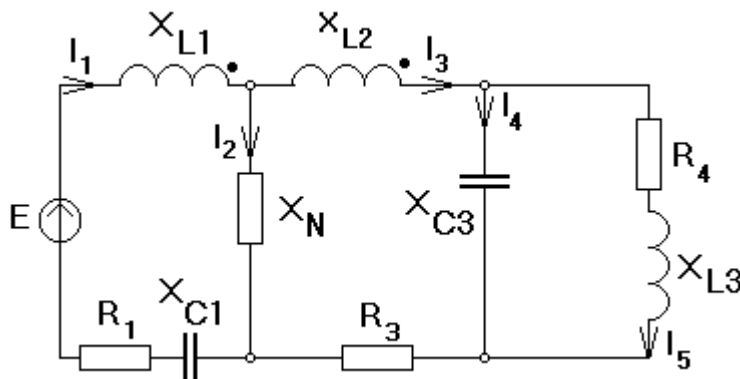
$$Z_E = R_E + j \cdot X_E \quad R_E := \text{Re}(Z_E) \quad R_E = 12.282 \quad X_E := \text{Im}(Z_E) \quad X_E = 19.619$$

За умовою резонансу:

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

$$B_n := \frac{-X_E}{X_E^2 + R_E^2} \quad B_n = -0.037 \quad \text{Реактивний опір вітки: } X_n := \frac{1}{B_n} \quad X_n = -27.308$$

Розрахувати струми для резонансного стану кола;



$$\begin{aligned} Z_1 &:= R_1 - X_{C1} \cdot i + X_{L1} \cdot i & Z_1 &= 7 + 24i \\ Z_3 &:= R_3 + X_{L2} \cdot i & Z_3 &= 11 + 27i \\ Z_4 &:= -X_{C3} \cdot i & Z_4 &= -6i \\ Z_5 &:= R_4 + X_{L3} \cdot i & Z_5 &= 13 + 20i \\ Z_{345} &:= \frac{Z_4 \cdot Z_5}{Z_4 + Z_5} + Z_3 & Z_{345} &= 12.282 + 19.619i \end{aligned}$$

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

$$Z_{VX}(X_N) \Big|_{\text{simplify}}^{\text{complex}} \rightarrow \frac{(100254 \cdot X_N + 7038 \cdot X_N^2 + 1368878 + 539282 \cdot i \cdot X_N + 15921 \cdot i \cdot X_N^2 + 4693296 \cdot i)}{(195554 + 14322 \cdot X_N + 365 \cdot X_N^2)}$$

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

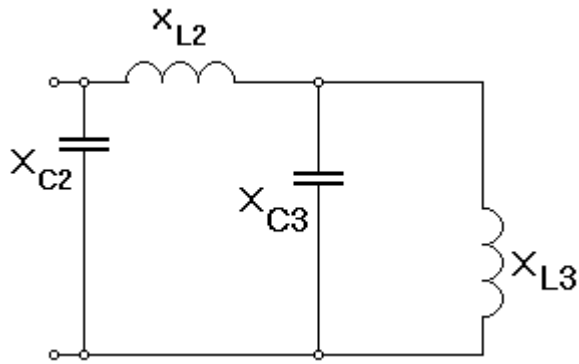
$$X_{VX}(X_N) := \text{Im}(Z_{VX}(X_N)) \Big|_{\text{simplify}}^{\text{complex}} \rightarrow \frac{(539282 \cdot X_N + 15921 \cdot X_N^2 + 4693296)}{(195554 + 14322 \cdot X_N + 365 \cdot X_N^2)}$$

Нулі функції (уявної частини вхідного опору) дорівнюють:

$$X_N := X_{VX}(X_N) \Big|_{\text{float}, 30}^{\text{solve}, X_N} \rightarrow \begin{pmatrix} -16.9361849130079768858740028893 + 2.81995549212264569288757279660 \cdot i \\ -16.9361849130079768858740028893 - 2.81995549212264569288757279660 \cdot i \end{pmatrix}$$

$$\text{Отже резонанс кола буде неможливий, так як: } X_N = \begin{pmatrix} -16.936 + 2.82i \\ -16.936 - 2.82i \end{pmatrix}$$

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



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

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

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

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

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

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

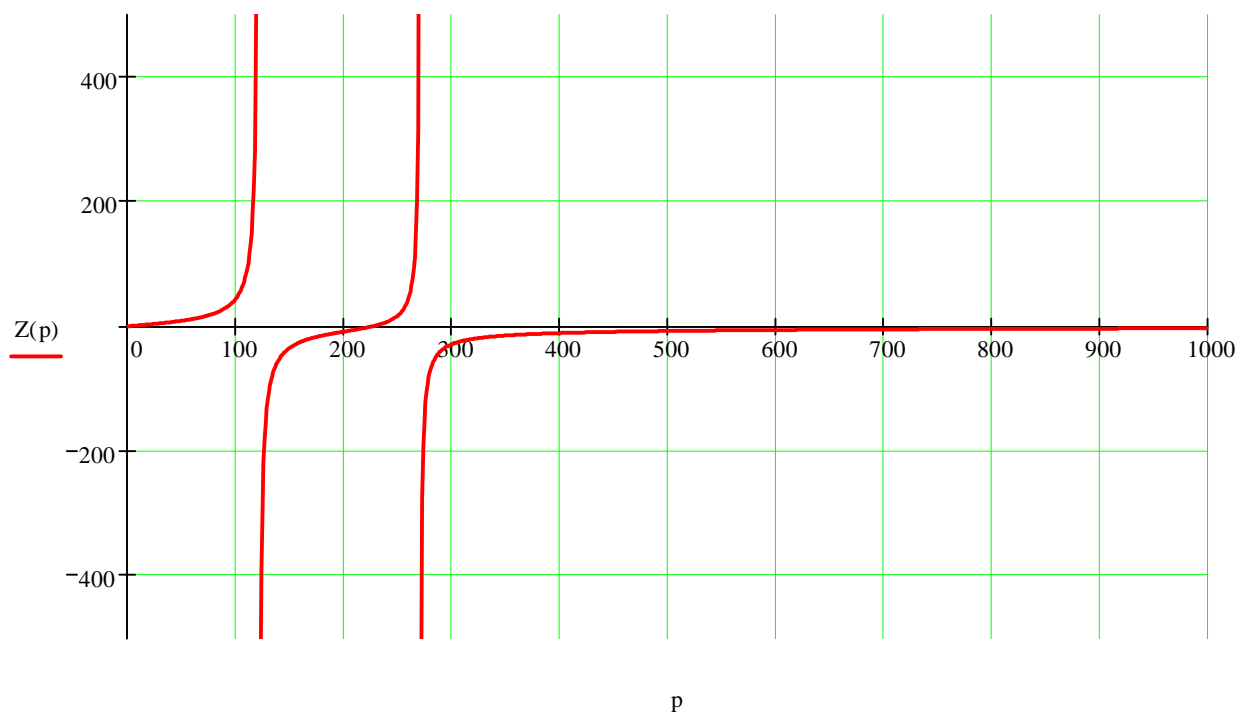
Знаходимо нулі:

$$\omega := Z(p) \left| \begin{array}{l} \text{solve, p} \\ \text{float, 11} \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} 227.02701916 \\ -227.02701916 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \omega = \begin{pmatrix} 227.027 \\ -227.027 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\omega := \begin{pmatrix} \omega_0 \\ \omega_2 \end{pmatrix} \quad \omega = \begin{pmatrix} 227.027 \\ 0 \end{pmatrix}$$

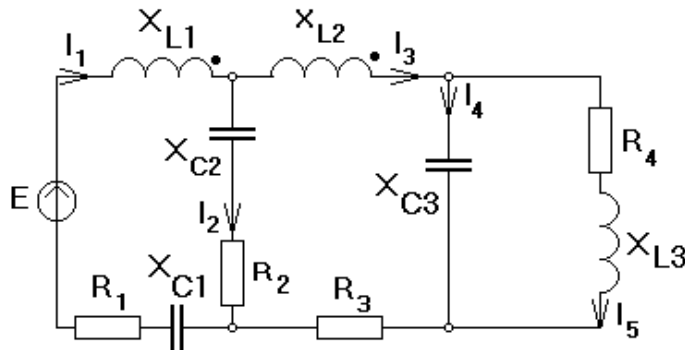
Знаходимо полюси:

$$\omega_1 := \frac{1}{Z(p)} \left| \begin{array}{l} \text{solve, p} \\ \text{float, 11} \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} 270.80837956 \\ 121.48324728 \\ -121.48324728 \\ -270.80837956 \end{pmatrix} \quad \omega_1 = \begin{pmatrix} 270.808 \\ 121.483 \\ -121.483 \\ -270.808 \end{pmatrix} \quad \omega_1 := \begin{pmatrix} \omega_{10} \\ \omega_{12} \end{pmatrix} \quad \omega_1 = \begin{pmatrix} 270.808 \\ -121.483 \end{pmatrix}$$



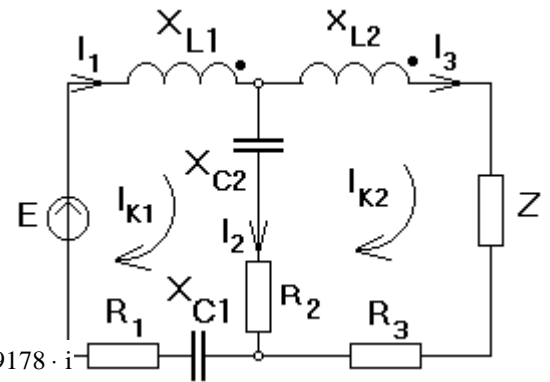
### При наявності магнітного зв'язку між індуктивними елементами

- 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 сімисну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг



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

$$Z = 1.282 - 7.381i$$



$$Z_{11} := R_1 + R_2 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1} - X_{C2}) \rightarrow 16 + 14 \cdot i$$

$$Z_{12} := R_2 - i \cdot (X_{C2} + X_M) \rightarrow 9 - 25 \cdot i$$

$$Z_{22} := R_2 + R_3 + i \cdot (X_{L2} - X_{C2}) + Z \text{ float,7} \rightarrow 21.28219 + 9.619178 \cdot i$$

Given

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

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

$$\begin{pmatrix} I_{K1} \\ I_{K2} \end{pmatrix} := \text{Find}(I_{K1}, I_{K2}) \rightarrow \begin{pmatrix} 1.3384200845238904663 - 1.9795267507225205571 \cdot i \\ -2.3651429215567554696 - 1.3403466519049721250 \cdot i \end{pmatrix}$$

$$I_{K1} = 1.338 - 1.98i$$

$$I_{K2} = -2.365 - 1.34i$$

$$I_1 := I_{K1}$$

$$I_1 = 1.338 - 1.98i$$

$$F(I_1) = (2.39 \quad -55.936)$$

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

$$I_2 = 3.704 - 0.639i$$

$$F(I_2) = (3.758 \quad -9.792)$$

$$I_3 := I_{K2}$$

$$I_3 = -2.365 - 1.34i$$

$$F(I_3) = (2.719 \quad -150.459)$$

$$I_4 := \frac{I_3 \cdot Z}{-i \cdot X_{C3}}$$

$$I_4 = -2.623 - 2.154i$$

$$F(I_4) = (3.394 \quad -140.604)$$

$$I_5 := \frac{I_3 \cdot Z}{R_4 + i \cdot X_{L3}}$$

$$I_5 = 0.258 + 0.814i$$

$$F(I_5) = (0.854 \quad 72.42)$$

Перевірка за першим законом Кіргофа:

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

$$S_{M1} := I_1 \cdot \overline{I_3} \cdot i \cdot X_M$$

$$S_{M1} = -97.137 - 7.685i$$

$$F(S_{M1}) = (97.441 \quad -175.477)$$

$$S_{M2} := \overline{I_1} \cdot I_3 \cdot i \cdot X_M$$

$$S_{M2} = 97.137 - 7.685i$$

$$F(S_{M2}) = (97.441 \quad -4.523)$$

Перевірка за балансом потужностей

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

$$S_1 = 257.864 + 125.413i$$

$$P := (|I_1|)^2 \cdot R_1 + (|I_2|)^2 \cdot R_2 + (|I_3|)^2 \cdot R_3 + (|I_5|)^2 \cdot R_4$$

$$P = 257.864$$

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

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

$$Q = 125.413i$$

## Будуємо сумісну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг

$$\phi_a := 0$$

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

$$\phi_b = 9.369 - 13.857i$$

$$F(\phi_b) = (16.727 \quad -55.936)$$

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

$$\phi_c = -16.365 - 31.256i$$

$$F(\phi_c) = (35.281 \quad -117.635)$$

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

$$\phi_d = 16.967 - 37.009i$$

$$F(\phi_d) = (40.713 \quad -65.37)$$

$$\phi_e := \phi_d - I_2 \cdot i \cdot X_{C2}$$

$$\phi_e = 10.575 - 74.044i$$

$$F(\phi_e) = (74.796 \quad -81.872)$$

$$\phi_{1''} := \phi_e + I_3 \cdot i \cdot X_M$$

$$\phi_{1''} = 30.681 - 109.522i$$

$$F(\phi_{1''}) = (113.738 \quad -74.351)$$

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

$$\phi_1 = 103.923 - 60i$$

$$F(\phi_1) = (120 \quad -30)$$

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

$$\phi_{1'} = -7.105i \times 10^{-15}$$

$$\phi_m := \phi_c + I_3 \cdot R_3$$

$$\phi_m = -42.381 - 46i$$

$$F(\phi_m) = (62.547 \quad -132.656)$$

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

$$\phi_k = -52.274 - 28.543i$$

$$F(\phi_k) = (59.559 \quad -151.364)$$

$$\phi_z := \phi_k + I_3 \cdot \text{Re}(Z)$$

$$\phi_z = -55.307 - 30.262i$$

$$F(\phi_z) = (63.045 \quad -151.314)$$

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

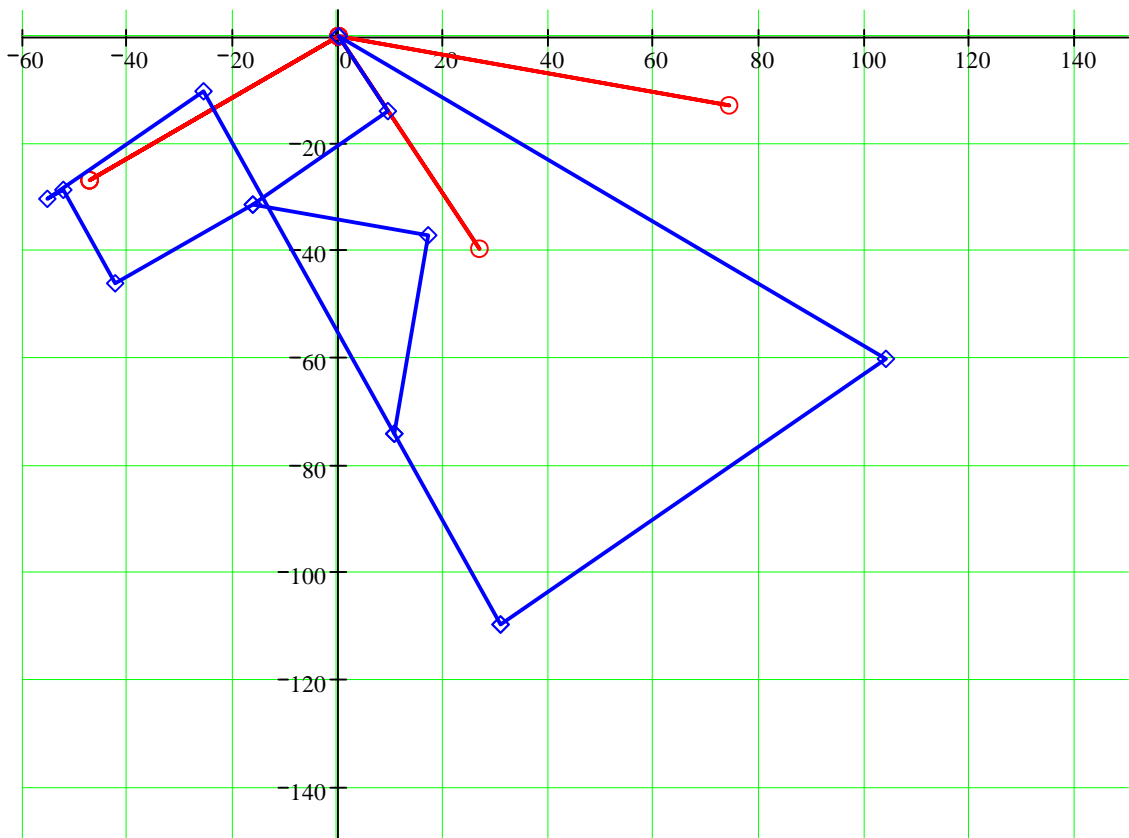
$$\phi_{e'} = -25.614 - 10.186i$$

$$F(\phi_{e'}) = (27.565 \quad -158.314)$$

$$\phi_e := \phi_{e'} + I_3 \cdot i \cdot X_{L2}$$

$$\phi_e = 10.575 - 74.044i$$

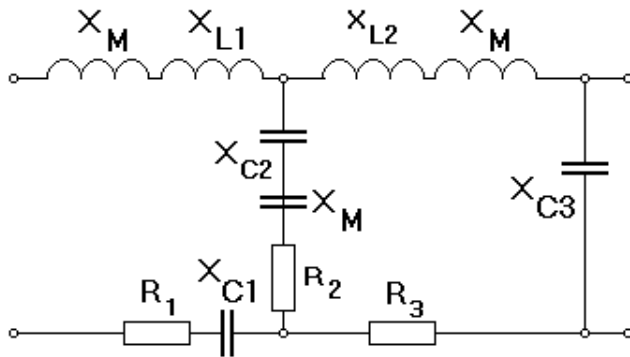
$$F(\phi_e) = (74.796 \quad -81.872)$$





**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":**

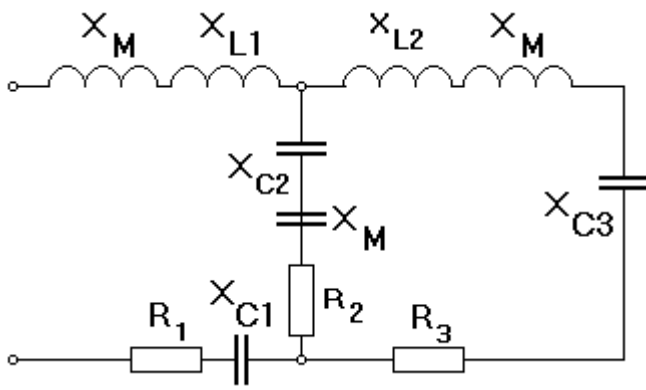
1) Розрахувати коефіцієнти чотириполіусника **A, B, C, D**



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

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

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



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} + X_M - X_{C1}) \rightarrow 7 + 39 \cdot i$$

$$Z_2 := R_2 - i \cdot (X_{C2} + X_M) \rightarrow 9 - 25 \cdot i$$

$$Z_3 := R_3 + i \cdot (X_{L2} - X_{C3} + X_M) \rightarrow 11 + 36 \cdot i$$

$$Z_{10} := \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} + Z_1$$

$$Z_{10} = 46.384 + 19.789i$$

$$Z_{20} := \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} + Z_3$$

$$Z_{20} = 53.195 + 10.08i$$

$$I_{10} := \frac{U_{10}}{Z_{10}}$$

$$I_{10} = 1.429 - 1.903i$$

$$F(I_{10}) = (2.38 \quad -53.105)$$

$$I_{30} := I_{10} \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3}$$

$$I_{30} = -2.448 - 1.295i$$

$$F(I_{30}) = (2.77 \quad -152.117)$$

$$U_{20} := I_{30} \cdot (-i \cdot X_{C3})$$

$$U_{20} = -7.773 + 14.691i$$

$$F(U_{20}) = (16.62 \quad 117.883)$$

$$A := \frac{U_{10}}{U_{20}}$$

$$A = -6.115 - 3.839i$$

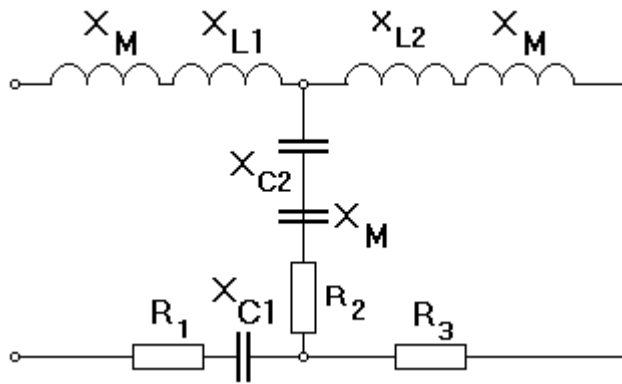
$$F(A) = (7.22 \quad -147.883)$$

$$C := \frac{I_{10}}{U_{20}}$$

$$C = -0.141 - 0.022i$$

$$F(C) = (0.143 \quad -170.988)$$

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



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} + X_M - X_{C1}) \rightarrow 7 + 39 \cdot i$$

$$Z_2 := R_2 - i \cdot (X_{C2} + X_M) \rightarrow 9 - 25 \cdot i$$

$$Z_3 := R_3 + i \cdot (X_{L2} + X_M) \rightarrow 11 + 42 \cdot i$$

$$Z_K := \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} + Z_1 \quad Z_K = 42.894 + 13.64i$$

$$I_{1K} := \frac{U_K}{Z_K} \quad I_{1K} = 1.796 - 1.97i \quad F(I_{1K}) = (2.666 \quad -47.64)$$

$$I_{3K} := I_{1K} \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} \quad I_{3K} = -2.506 - 1.002i \quad F(I_{3K}) = (2.699 \quad -158.206)$$

$$B := \frac{U_K}{I_{3K}} \quad B = -27.501 + 34.941i \quad F(B) = (44.465 \quad 128.206)$$

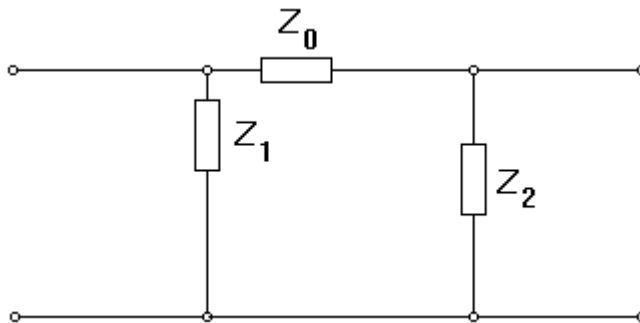
$$D := \frac{I_{1K}}{I_{3K}} \quad D = -0.347 + 0.925i \quad F(D) = (0.988 \quad 110.566)$$

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

$$F(A) = (7.22 \quad -147.883) \quad F(B) = (44.465 \quad 128.206)$$

$$F(C) = (0.143 \quad -170.988) \quad F(D) = (0.988 \quad 110.566)$$

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



$$Z_0 := B \quad Z_0 = -27.501 + 34.941i \quad F(Z_0) = (44.465 \quad 128.206)$$

$$Y_1 := \frac{D - 1}{B} \quad Y_1 = 0.035 + 0.011i \quad F(Y_1) = (0.037 \quad 17.319)$$

$$Y_2 := \frac{A - 1}{B} \quad Y_2 = 0.031 + 0.179i \quad F(Y_2) = (0.182 \quad 80.14)$$

$$R_0 := \operatorname{Re}(Z_0) \quad R_0 = -27.501 \quad X_{L0} := \operatorname{Im}(Z_0) \quad X_{L0} = 34.941$$

$$Z_1 := \frac{1}{Y_1} \quad Z_1 = 25.979 - 8.101i \quad R_1 := \operatorname{Re}(Z_1) \quad R_1 = 25.979 \quad X_{C1} := -\operatorname{Im}(Z_1) \quad X_{C1} = 8.101$$

$$Z_2 := \frac{1}{Y_2} \quad Z_2 = 0.942 - 5.419i \quad R_2 := \operatorname{Re}(Z_2) \quad R_2 = 0.942 \quad X_{L2} := -\operatorname{Im}(Z_2) \quad X_{L2} = 5.419$$

$$C_1 := \frac{1}{\omega \cdot X_{C1}}$$

$$C_1 = 3.929 \times 10^{-4}$$

$$C_2 := \frac{1}{\omega \cdot X_{C2}}$$

$$C_2 = 3.183 \times 10^{-4}$$

$$L_0 := \frac{X_{L0}}{\omega}$$

$$L_0 = 0.111$$

