

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

Розрахунково-графічна робота
“Розрахунок однофазного кола синусоїдного струму”
Варіант № 103

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 закортити.

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).

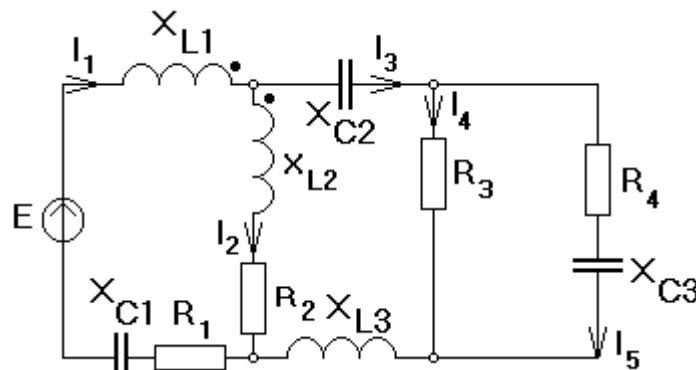
3. ВІДКИНУВШИ ВІТКУ МІЖ ЗАТИСКАЧАМИ 2-2", ВИКОНАТИ ЕКВІВАЛЕНТУВАННЯ ВЗАЄМОІНДУКТИВНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ВІТОК. ОДЕРЖАНУ СХЕМУ РОЗГЛЯДАТИ ЯК ЧОТИРИПОЛЮСНИК З ЗАТИСКАЧАМИ 1-1" ТА 2-2" :

- 3.1 Розрахувати коефіцієнти чотирьохполосника **A,B,C,D**;
- 3.2 Розрахувати параметри R,L,C віток схеми ("Т" чи "П") заміщення.

$$E := 100 \quad \psi := -20 \quad R_1 := 5 \quad R_2 := 7 \quad R_3 := 9 \quad R_4 := 12 \quad X_{L1} := 37 \quad X_{L2} := 27 \quad X_{L3} := 20$$

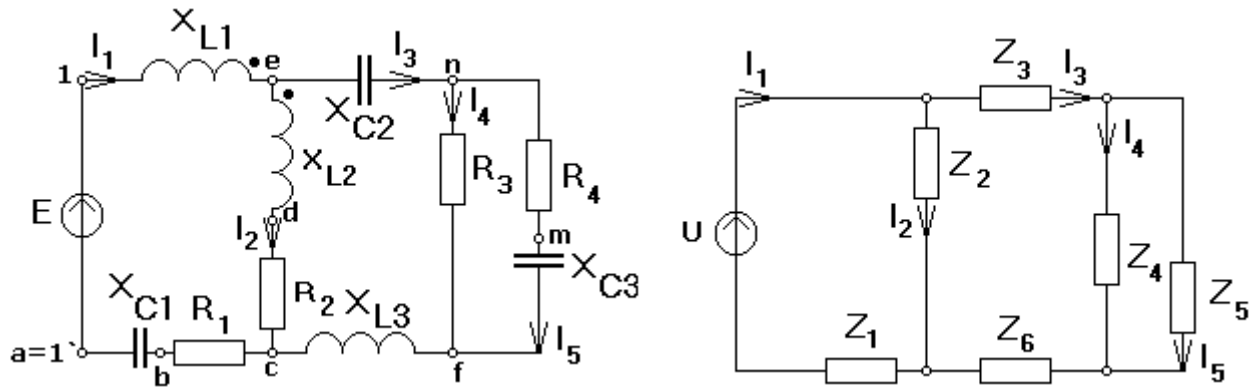
$$X_{C1} := 13 \quad X_{C2} := 10 \quad X_{C3} := 6 \quad X_M := 15 \quad f := 50$$

$$U := E \cdot e^{j \cdot \psi \cdot \frac{\pi}{180}} \quad U = 93.969 - 34.202i \quad F(U) = (100 \quad -20)$$



Для електричного кола без взаємної індукції:

Розрахувати всі струми символьним методом



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1}) \rightarrow 5 + 24 \cdot i$$

$$Z_4 := R_3 \rightarrow 9$$

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2}) \rightarrow 7 + 27 \cdot i$$

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

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

$$Z_6 := i \cdot X_{L3} \rightarrow 20 \cdot i$$

$$Z_E := \frac{\left(\frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 + Z_6 \right) \cdot Z_2}{Z_2 + \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 + Z_6} + Z_1 \quad Z_E = 8.449 + 30.874i$$

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

$$I_1 = -0.256 - 3.114i \quad F(I_1) = (3.124 \quad -94.695)$$

$$I_2 := \frac{I_1 \cdot \left(\frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 + Z_6 \right)}{Z_2 + \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 + Z_6}$$

$$I_2 = -0.249 - 0.825i \quad F(I_2) = (0.861 \quad -106.807)$$

$$I_3 := \frac{I_1 \cdot Z_2}{\left(Z_2 + \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 + Z_6 \right)}$$

$$I_3 = -6.612 \times 10^{-3} - 2.28i \quad F(I_3) = (2.289 \quad -90.166)$$

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

$$I_4 = -0.263 - 1.381i \quad F(I_4) = (1.406 \quad -100.785)$$

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

$$I_5 = 0.257 - 0.908i \quad F(I_5) = (0.943 \quad -74.22)$$

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:

$$-I_1 \cdot [R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1})] + U - I_2 \cdot (R_2 + i \cdot X_{L2}) = 7.105 \times 10^{-15} - 3.553i \times 10^{-15}$$

$$I_2 \cdot (R_2 + i \cdot X_{L2}) - I_4 \cdot R_3 - I_3 \cdot (-i \cdot X_{C2} + i \cdot X_{L3}) = 3.553 \times 10^{-15}$$

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

Перевірка за балансом потужностей

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

$$S_1 = 82.464 + 301.327i$$

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

$$P = 82.464$$

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

$$Q = 301.327$$

Будуємо сумісну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг

$$\phi_a := 0$$

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

$$\phi_b = -40.477 + 3.324i$$

$$F(\phi_b) = (40.613 \quad 175.305)$$

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

$$\phi_c = -41.755 - 12.244i$$

$$F(\phi_c) = (43.513 \quad -163.657)$$

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

$$\phi_d = -43.499 - 18.016i$$

$$F(\phi_d) = (47.082 \quad -157.501)$$

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

$$\phi_e = -21.234 - 24.741i$$

$$F(\phi_e) = (32.604 \quad -130.637)$$

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

$$\phi_1 = 93.969 - 34.202i$$

$$F(\phi_1) = (100 \quad -20)$$

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

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

$$\phi_f := \phi_c + I_3 \cdot i \cdot X_{L3}$$

$$\phi_f = 4.024 - 12.376i$$

$$F(\phi_f) = (13.014 \quad -71.988)$$

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

$$\phi_n = 1.656 - 24.808i$$

$$F(\phi_n) = (24.863 \quad -86.181)$$

$$\phi_m := \phi_f + I_5 \cdot (-i \cdot X_{C3})$$

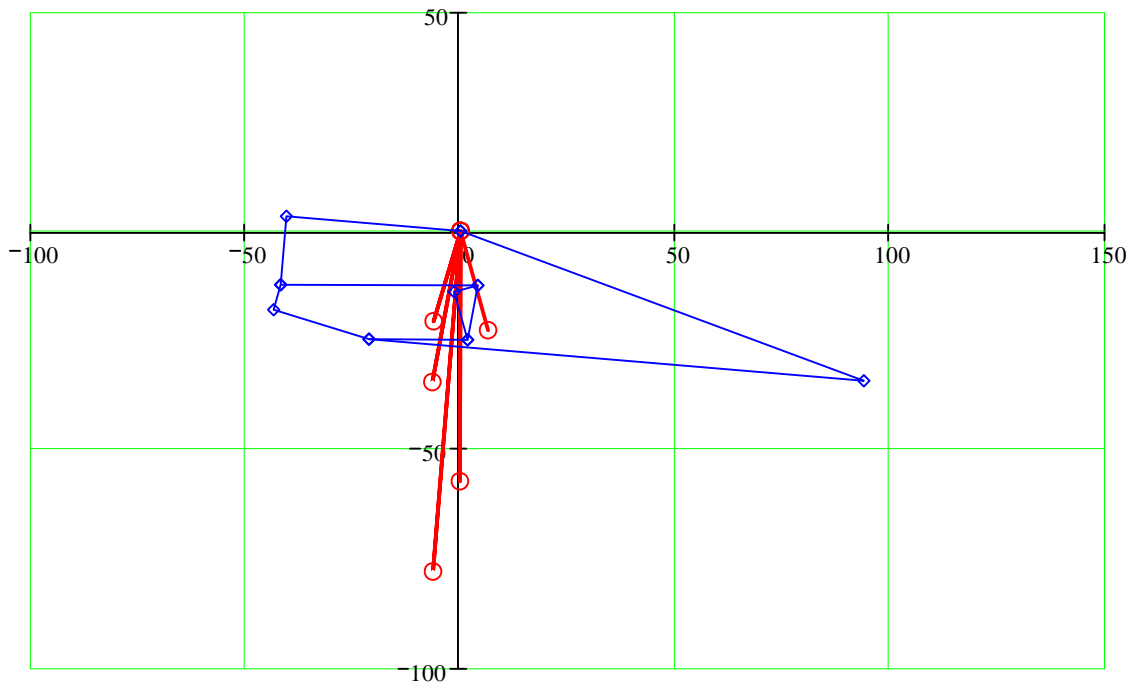
$$\phi_m = -1.422 - 13.915i$$

$$F(\phi_m) = (13.988 \quad -95.835)$$

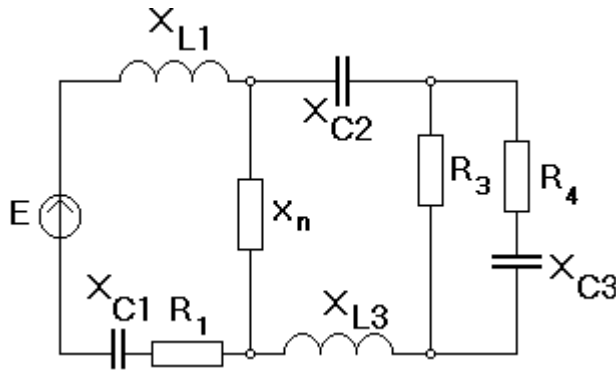
$$\phi_n := \phi_m + I_5 \cdot R_4$$

$$\phi_n = 1.656 - 24.808i$$

$$F(\phi_n) = (24.863 \quad -86.181)$$



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



$$Z_E := \frac{R_3 \cdot (R_4 - i \cdot X_{C3})}{R_3 + R_4 + i \cdot (-X_{C3})} - i \cdot (X_{C2} + X_{L3}) \quad Z_E = 5.434 - 31.019i$$

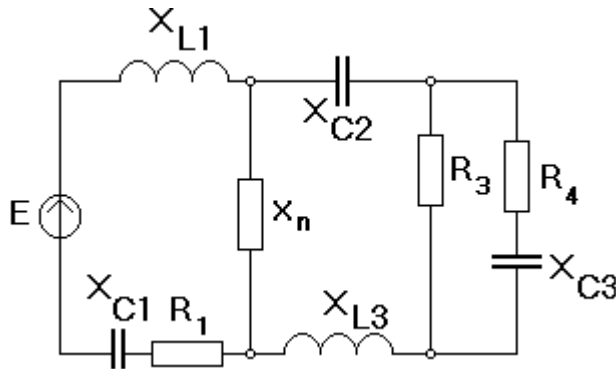
$$Z_E = R_E - j \cdot X_E \quad R_E := \text{Re}(Z_E) \quad R_E = 5.434 \quad X_E := \text{Im}(Z_E) \quad X_E = -31.019$$

За умовою резонансу:

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

$$B_n := \frac{-X_E}{X_E^2 + R_E^2} \quad B_n = 0.031 \quad \text{Реактивний опір вітки: } X_n := \frac{1}{B_n} \quad X_n = 31.971$$

Розрахувати струми для резонансного стану кола;



$$Z_1 := R_1 - X_{C1} \cdot i + X_{L1} \cdot i \quad Z_1 = 5 + 24i$$

$$Z_3 := -X_{C2} \cdot i + X_{L3} \cdot i \quad Z_3 = 10i$$

$$Z_4 := R_3 \quad Z_4 = 9$$

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

$$Z_{345} := \frac{Z_4 \cdot Z_5}{Z_4 + Z_5} + Z_3 \quad Z_{345} = 5.434 + 8.981i$$

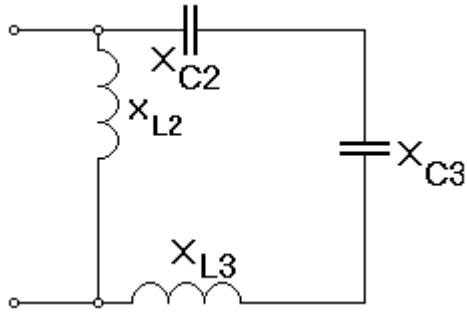
$$\text{Вхідний опір кола: } Z_{VX}(X_N) := \frac{Z_{345} \cdot i \cdot X_N}{Z_{345} + i \cdot X_N} + Z_1$$

$$Z_{VX}(X_N) \left| \begin{array}{l} \text{complex} \\ \text{simplify} \end{array} \right. \rightarrow \frac{(4760 \cdot X_N + 553 \cdot X_N^2 + 29200 + 28688 \cdot i \cdot X_N + 1748 \cdot i \cdot X_N^2 + 140160 \cdot i)}{(5840 + 952 \cdot X_N + 53 \cdot X_N^2)}$$

$$X_N := \text{Im}(Z_{VX}(X_N)) \left| \begin{array}{l} \text{complex} \\ \text{solve, } X_N \rightarrow \\ \text{float, 5} \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} -8.2059 + 3.5841 \cdot i \\ -8.2059 - 3.5841 \cdot i \end{pmatrix}$$

Отже резонанс кола неможливий

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



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

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

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

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

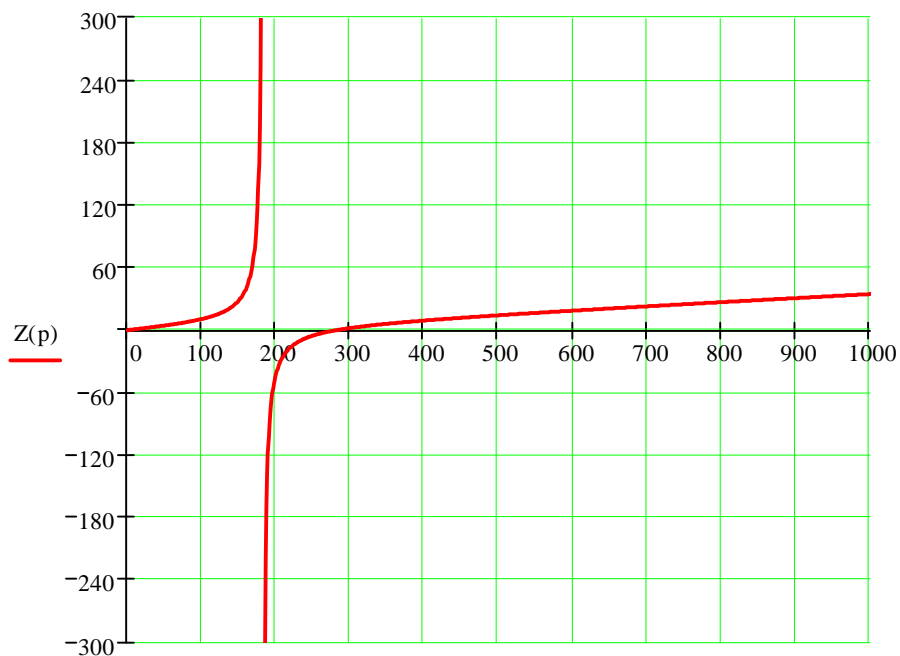
$$Z(p) := \frac{\left(\frac{-1}{C_2 \cdot p} - \frac{1}{C_3 \cdot p} + L_3 \cdot p \right) \cdot L_2 \cdot p}{L_2 \cdot p + \frac{-1}{C_2 \cdot p} - \frac{1}{C_3 \cdot p} + L_3 \cdot p} \rightarrow \frac{27}{100} \cdot \frac{\left(\frac{-1600}{p} \cdot \pi + \frac{1}{5} \cdot \frac{p}{\pi} \right)}{\pi} \cdot \frac{p}{\left(\frac{47}{100} \cdot \frac{p}{\pi} - \frac{1600}{p} \cdot \pi \right)}$$

Знаходимо нулі:

$$p' := Z(p) \text{ solve, } p \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{1}{40 \cdot 5^2 \cdot \pi} \\ \frac{1}{-40 \cdot 5^2 \cdot \pi} \\ 0 \end{pmatrix} \quad p' = \begin{pmatrix} 280.993 \\ -280.993 \\ 0 \end{pmatrix} \quad p' := \begin{pmatrix} p'_0 \\ p'_2 \end{pmatrix} \quad p' = \begin{pmatrix} 280.993 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Знаходимо полюси:

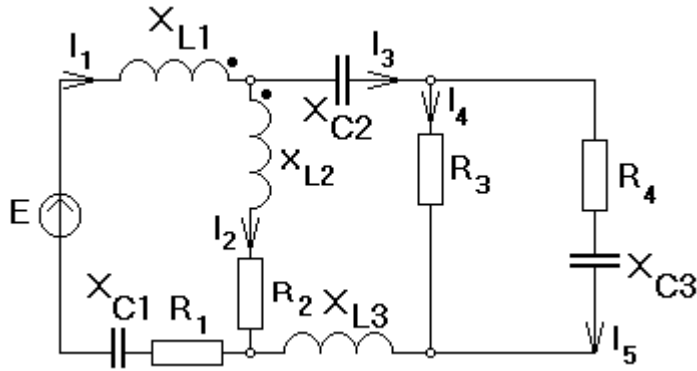
$$p'' := \frac{1}{Z(p)} \text{ solve, } p \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{1}{\frac{400}{47} \cdot 47^2 \cdot \pi} \\ \frac{1}{-\frac{400}{47} \cdot 47^2 \cdot \pi} \end{pmatrix} \quad p'' = \begin{pmatrix} 183.299 \\ -183.299 \end{pmatrix} \quad p'' := p''_0 \quad p'' = 183.299$$



p

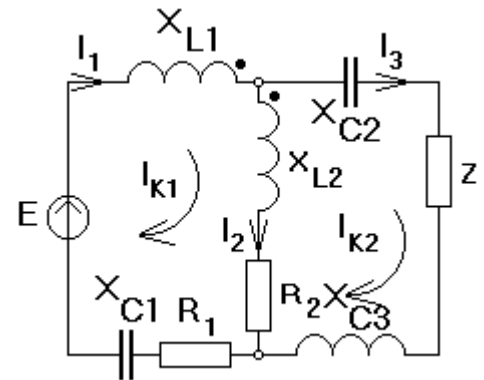
При наявності магнітного зв'язку між індуктивними елементами

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



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

$$Z = 5.434 - 1.019i$$



$$Z_{11} := R_1 + R_2 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1} + X_{L2} - 2 \cdot X_M) \rightarrow 12 + 21 \cdot i$$

$$Z_{12} := R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_M) \rightarrow 7 + 12 \cdot i$$

$$Z_{22} := R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_{C2} + X_{L3}) + Z \rightarrow \frac{659}{53} + \frac{1907}{53} \cdot i$$

Given

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

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

$$\begin{pmatrix} I_{K1} \\ I_{K2} \end{pmatrix} := \text{Find}(I_{K1}, I_{K2}) \text{ float, 15} \rightarrow \begin{pmatrix} .60448876410855 - 5.15953299918741 \cdot i \\ -.149087247778750 - 1.88986723400821 \cdot i \end{pmatrix}$$

$$I_{K1} = 0.604 - 5.16i$$

$$I_{K2} = -0.149 - 1.89i$$

$$I_1 := I_{K1}$$

$$I_1 = 0.604 - 5.16i$$

$$F(I_1) = (5.195 \quad -83.318)$$

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

$$I_2 = 0.754 - 3.27i$$

$$F(I_2) = (3.355 \quad -77.021)$$

$$I_3 := I_{K2}$$

$$I_3 = -0.149 - 1.89i$$

$$F(I_3) = (1.896 \quad -94.511)$$

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

$$I_4 = -0.304 - 1.124i$$

$$F(I_4) = (1.165 \quad -105.13)$$

$$I_5 := I_3 - I_4$$

$$I_5 = 0.155 - 0.766i$$

$$F(I_5) = (0.781 \quad -78.565)$$

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:

$$-I_1 \cdot [R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1} - X_M)] + U - I_2 \cdot [R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_M)] = -9.237 \times 10^{-14} + 2.842i \times 10^{-14}$$

$$I_2 \cdot [R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_M)] - I_4 \cdot R_3 - I_3 \cdot (-i \cdot X_{C2} + i \cdot X_M + i \cdot X_{L3}) = 8.527 \times 10^{-14} - 8.749i \times 10^{-14}$$

$$I_4 \cdot R_3 - I_5 \cdot (R_4 - i \cdot X_{C3}) = 1.776i \times 10^{-15}$$

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

$$S_{M1} = -28.674 - 259.882i$$

$$F(S_{M1}) = (261.459 \quad -96.296)$$

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

$$S_{M2} = 28.674 - 259.882i$$

$$F(S_{M2}) = (261.459 \quad -83.704)$$

Перевірка за балансом потужностей

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

$$S_1 = 233.27 + 464.163i$$

$$P := (|I_1|)^2 \cdot R_1 + (|I_2|)^2 \cdot R_2 + (|I_4|)^2 \cdot R_3 + (|I_5|)^2 \cdot R_4 \quad P = 233.27$$

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

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

$$Q = 464.163i$$

Будуємо сумісну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг

$$\phi_a := 0$$

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

$$\phi_b = -67.074 - 7.858i$$

$$F(\phi_b) = (67.533 \quad -173.318)$$

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

$$\phi_c = -64.051 - 33.656i$$

$$F(\phi_c) = (72.356 \quad -152.28)$$

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

$$\phi_d = -58.776 - 56.544i$$

$$F(\phi_d) = (81.559 \quad -136.109)$$

$$\phi_{d'} := \phi_d + I_2 \cdot i \cdot X_{L2}$$

$$\phi_{d'} = 29.505 - 36.197i$$

$$F(\phi_{d'}) = (46.698 \quad -50.816)$$

$$\phi_e := \phi_{d'} - I_1 \cdot i \cdot X_M$$

$$\phi_e = -47.888 - 45.264i$$

$$F(\phi_e) = (65.895 \quad -136.614)$$

$$\phi_{e'} := \phi_e - I_2 \cdot i \cdot X_M$$

$$\phi_{e'} = -96.933 - 56.568i$$

$$F(\phi_{e'}) = (112.232 \quad -149.733)$$

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

$$\phi_1 = 93.969 - 34.202i$$

$$F(\phi_1) = (100 \quad -20)$$

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

$$\phi_{1'} = 8.527 \times 10^{-14} - 2.842i \times 10^{-14}$$

$$\phi_f := \phi_c + I_3 \cdot i \cdot X_{L3}$$

$$\phi_f = -26.254 - 36.638i$$

$$F(\phi_f) = (45.073 \quad -125.625)$$

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

$$\phi_n = -28.99 - 46.755i$$

$$F(\phi_n) = (55.013 \quad -121.8)$$

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

$$\phi_e = -47.888 - 45.264i$$

$$F(\phi_e) = (65.895 \quad -136.614)$$

$$\phi_m := \phi_f + I_5 \cdot (-i \cdot X_{C3})$$

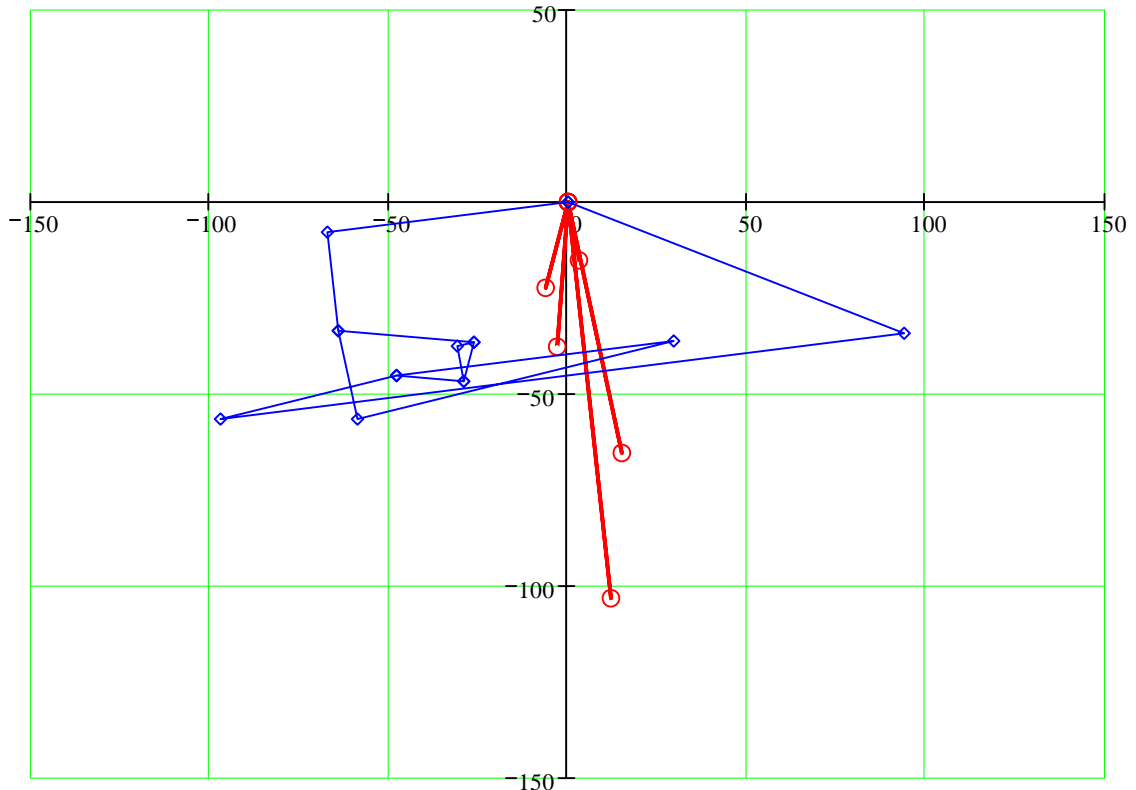
$$\phi_m = -30.848 - 37.567i$$

$$F(\phi_m) = (48.61 \quad -129.391)$$

$$\phi_n := \phi_m + I_5 \cdot R_4$$

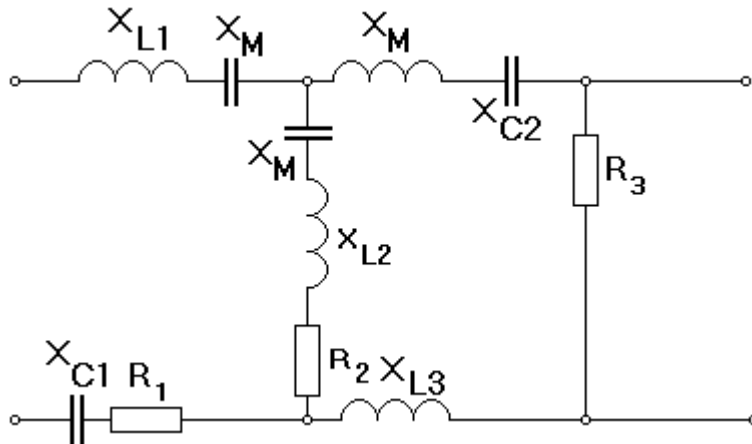
$$\phi_n = -28.99 - 46.755i$$

$$F(\phi_n) = (55.013 \quad -121.8)$$



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

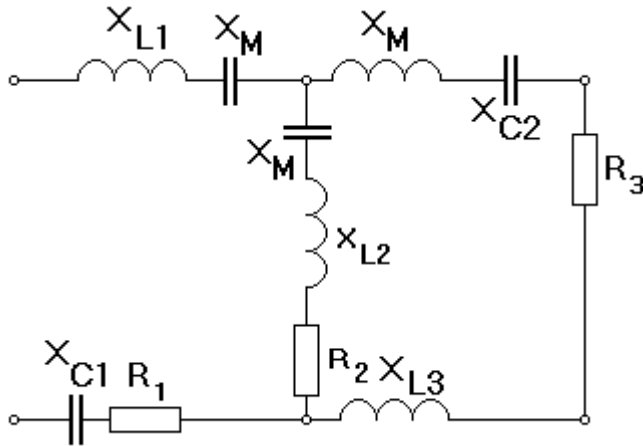
1) Розрахувати коефіцієнти чотириполюсника A, B, C, D



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

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

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



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_M - X_{C1}) \rightarrow 5 + 9 \cdot i$$

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_M) \rightarrow 7 + 12 \cdot i$$

$$Z_3 := R_3 + i \cdot (X_{L3} - X_{C2} + X_M) \rightarrow 9 + 25 \cdot i$$

$$Z_{10} := \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} + Z_1 \quad Z_{10} = 9.11 + 17.183i \quad Z_{20} := \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} + Z_3 \quad Z_{20} = 11.918 + 30.144i$$

$$I_{10} := \frac{U_{10}}{Z_{10}} \quad I_{10} = 0.71 - 5.093i \quad F(I_{10}) = (5.142 \quad -82.068)$$

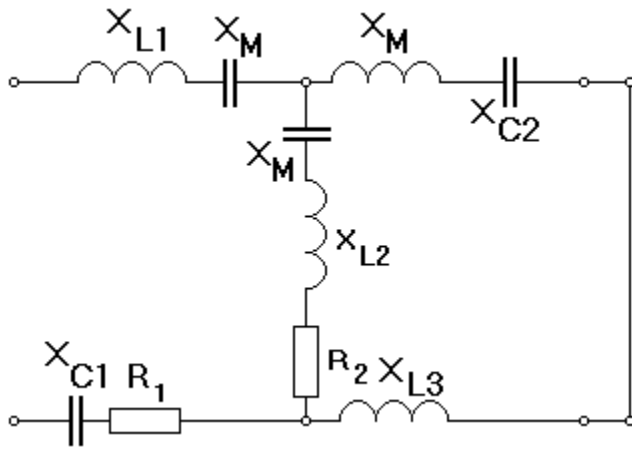
$$I_{30} := I_{10} \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} \quad I_{30} = 0.033 - 1.772i \quad F(I_{30}) = (1.772 \quad -88.939)$$

$$U_{20} := I_{30} \cdot R_3 \quad U_{20} = 0.295 - 15.945i \quad F(U_{20}) = (15.948 \quad -88.939)$$

$$A := \frac{U_{10}}{U_{20}} \quad A = 2.253 + 5.851i \quad F(A) = (6.27 \quad 68.939)$$

$$C := \frac{I_{10}}{U_{20}} \quad C = 0.32 + 0.039i \quad F(C) = (0.322 \quad 6.871)$$

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



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_M - X_{C1}) \rightarrow 5 + 9 \cdot i$$

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_M) \rightarrow 7 + 12 \cdot i$$

$$Z_3 := i \cdot (X_{L3} - X_{C2} + X_M) \rightarrow 25 \cdot i$$

$$Z_K := \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} + Z_1 \quad Z_K = 8.085 + 17.692i$$

$$I_{1K} := \frac{U_K}{Z_K}$$

$$I_{1K} = 0.409 - 5.125i$$

$$F(I_{1K}) = (5.141 \quad -85.439)$$

$$I_{3K} := I_{1K} \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3}$$

$$I_{3K} = -0.49 - 1.832i$$

$$F(I_{3K}) = (1.897 \quad -104.982)$$

$$B := \frac{U_K}{I_{3K}}$$

$$B = 4.611 + 52.523i$$

$$F(B) = (52.725 \quad 84.982)$$

$$D := \frac{I_{1K}}{I_{3K}}$$

$$D = 2.554 + 0.907i$$

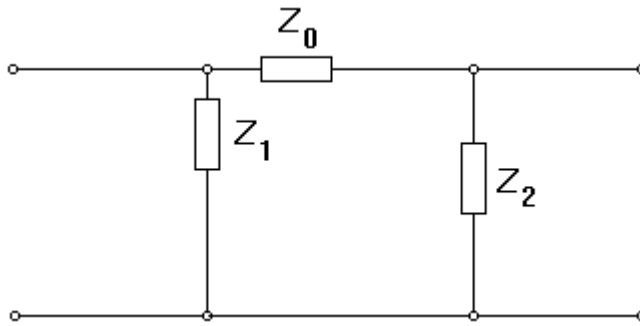
$$F(D) = (2.711 \quad 19.543)$$

Перевірка $A \cdot D - B \cdot C = 1$

$$F(A) = (6.27 \quad 68.939) \quad F(B) = (52.725 \quad 84.982)$$

$$F(C) = (0.322 \quad 6.871) \quad F(D) = (2.711 \quad 19.543)$$

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



$$Z_0 := B \quad Z_0 = 4.611 + 52.523i \quad F(Z_0) = (52.725 \quad 84.982)$$

$$Y_1 := \frac{D-1}{B} \quad Y_1 = 0.02 - 0.028i \quad F(Y_1) = (0.034 \quad -54.726)$$

$$Y_2 := \frac{A-1}{B} \quad Y_2 = 0.113 - 0.014i \quad F(Y_2) = (0.113 \quad -7.072)$$

$$R_0 := \operatorname{Re}(Z_0) \quad R_0 = 4.611 \quad X_{L0} := \operatorname{Im}(Z_0) \quad X_{L0} = 52.523$$

$$Z_1 := \frac{1}{Y_1} \quad Z_1 = 16.92 + 23.92i \quad R_1 := \operatorname{Re}(Z_1) \quad R_1 = 16.92 \quad X_{L1} := \operatorname{Im}(Z_1) \quad X_{L1} = 23.92$$

$$Z_2 := \frac{1}{Y_2} \quad Z_2 = 8.744 + 1.085i \quad R_2 := \operatorname{Re}(Z_2) \quad R_2 = 8.744 \quad X_{L2} := \operatorname{Im}(Z_2) \quad X_{L2} = 1.085$$

$$L_1 := \frac{X_{L1}}{\omega} \quad L_1 = 0.076$$

$$L_2 := \frac{X_{L2}}{\omega} \quad L_2 = 3.453 \times 10^{-3}$$

$$L_0 := \frac{X_{L0}}{\omega} \quad L_0 = 0.167$$

