

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

Розрахунково-графічна робота
“Розрахунок однофазного кола синусоїдного струму”
Варіант № 304

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 замикнути.

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 вольметра;
- 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.

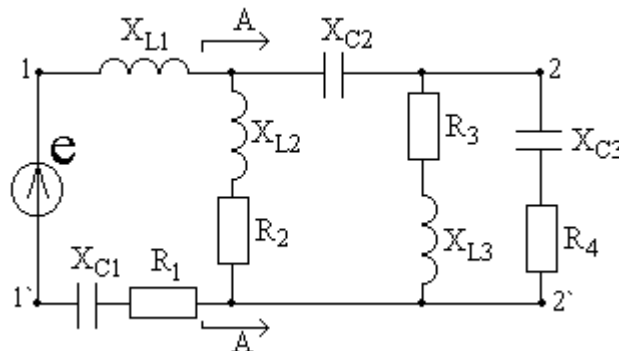
$$E := 140 \quad \psi := -45 \quad R_1 := 9 \quad R_2 := 11 \quad R_3 := 13 \quad R_4 := 15 \quad X_{L1} := 37 \quad X_{L2} := 27 \quad X_{L3} := 20$$

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

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

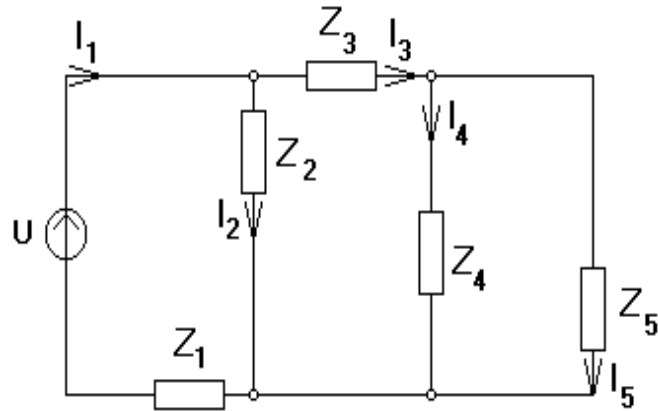
$$U = 98.995 - 98.995i$$

$$F(U) = (140 \quad -45)$$



Для електричного кола без взаємної індукції:

Розрахувати всі струми символьним методом



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1}) \rightarrow 9 + 24 \cdot i$$

$$Z_4 := R_3 + i \cdot X_{L3} \rightarrow 13 + 20 \cdot i$$

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2}) \rightarrow 11 + 27 \cdot i$$

$$Z_5 := R_4 - i \cdot X_{C3} \rightarrow 15 - 6 \cdot i$$

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

$$Z_E := \frac{\left(\frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 \right) \cdot Z_2}{Z_2 + \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3} + Z_1 \quad Z_E = 23.246 + 22.725i$$

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

$$I_1 = 0.049 - 4.306i$$

$$F(I_1) = (4.307 \quad -89.351)$$

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

$$I_2 = -2.013 - 0.642i$$

$$F(I_2) = (2.113 \quad -162.298)$$

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

$$I_3 = 2.062 - 3.664i$$

$$F(I_3) = (4.204 \quad -60.635)$$

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

$$I_4 = -0.706 - 2.051i$$

$$F(I_4) = (2.17 \quad -109.001)$$

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

$$I_5 = 2.768 - 1.612i$$

$$F(I_5) = (3.203 \quad -30.224)$$

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:

$$-I_1 \cdot [R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1})] + U - I_2 \cdot (R_2 + i \cdot X_{L2}) = 8.882 \times 10^{-15}$$

$$I_2 \cdot (R_2 + i \cdot X_{L2}) - I_4 \cdot (R_3 + i \cdot X_{L3}) - I_3 \cdot (-i \cdot X_{C2}) = -7.105 \times 10^{-15} + 3.553i \times 10^{-15}$$

$$I_4 \cdot (R_3 + i \cdot X_{L3}) - I_5 \cdot (R_4 - i \cdot X_{C3}) = -3.553 \times 10^{-15} - 7.105i \times 10^{-15}$$

Перевірка за балансом потужностей

$$S_1 := U \cdot I_1$$

$$S_1 = 431.13 + 421.465i$$

$$P := (|I_1|)^2 \cdot R_1 + (|I_2|)^2 \cdot R_2 + (|I_4|)^2 \cdot R_3 + (|I_5|)^2 \cdot R_4 \quad P = 431.13$$

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

$$Q = 421.465$$

Будуємо сумісну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг

Знаходимо потенціали точок:

$$\phi_a := 0$$

$$\phi_b := \phi_a + I_1 \cdot (-i \cdot X_{C1}) \quad \phi_b = -55.981 - 0.635i \quad F(\phi_b) = (55.985 \quad -179.351)$$

$$\phi_c := \phi_b + I_1 \cdot R_1 \quad \phi_c = -55.542 - 39.391i \quad F(\phi_c) = (68.092 \quad -144.655)$$

$$\phi_d := \phi_c + I_2 \cdot R_2 \quad \phi_d = -77.682 - 46.458i \quad F(\phi_d) = (90.514 \quad -149.119)$$

$$\phi_e := \phi_d + I_2 \cdot i \cdot X_{L2} \quad \phi_e = -60.336 - 100.801i \quad F(\phi_e) = (117.479 \quad -120.903)$$

$$\phi_1 := \phi_e + I_1 \cdot i \cdot X_{L1} \quad \phi_1 = 98.995 - 98.995i \quad F(\phi_1) = (140 \quad -45)$$

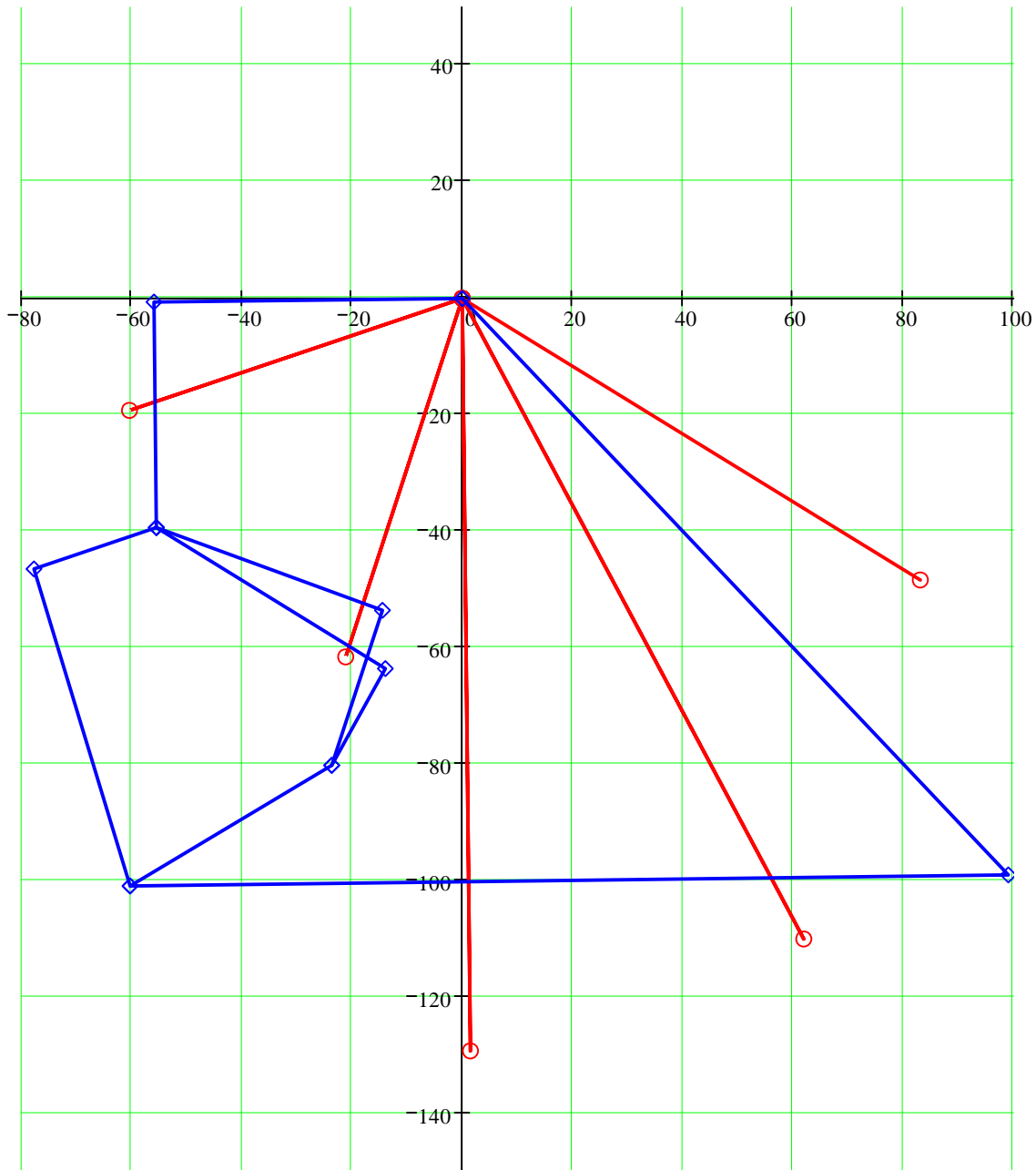
$$\phi_{1'} := \phi_1 - U \quad \phi_{1'} = -1.421 \times 10^{-14} - 1.421i \times 10^{-14}$$

$$\phi_m := \phi_c + I_4 \cdot i \cdot X_{L3} \quad \phi_m = -14.515 - 53.518i \quad F(\phi_m) = (55.452 \quad -105.175)$$

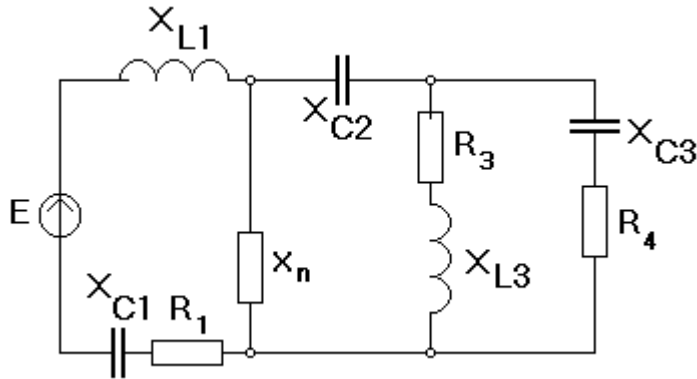
$$\phi_n := \phi_m + I_4 \cdot R_3 \quad \phi_n = -23.698 - 80.186i \quad F(\phi_n) = (83.614 \quad -106.465)$$

$$\phi_k := \phi_c + I_5 \cdot R_4 \quad \phi_k = -14.023 - 63.578i \quad F(\phi_k) = (65.106 \quad -102.438)$$

$$\phi_n := \phi_k + I_5 \cdot i \cdot (-X_{C3}) \quad \phi_n = -23.698 - 80.186i \quad F(\phi_n) = (83.614 \quad -106.465)$$



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



$$Z_E := \frac{(R_3 + i \cdot X_{L3}) \cdot (R_4 - i \cdot X_{C3})}{R_3 + R_4 + i \cdot (X_{L3} - X_{C3})} - i \cdot X_{C2} \quad Z_E = 12.171 - 8.157i$$

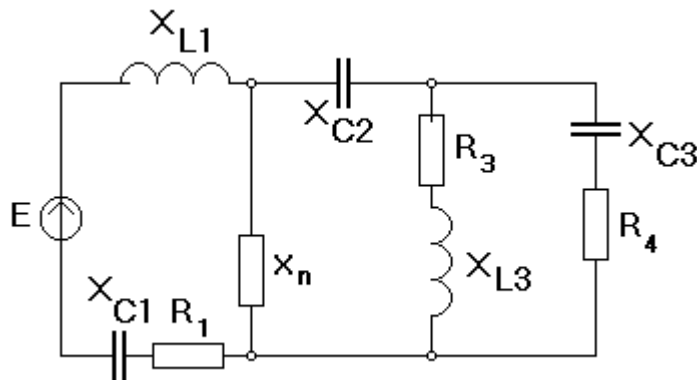
$$Z_E = R_E + j \cdot X_E \quad R_E := \text{Re}(Z_E) \quad R_E = 12.171 \quad X_E := \text{Im}(Z_E) \quad X_E = -8.157$$

За умовою резонансу:

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

$$B_n := \frac{-X_E}{X_E^2 + R_E^2} \quad B_n = 0.038 \quad \text{Реактивний опір вітки: } X_n := \frac{1}{B_n} \quad X_n = 26.318$$

Розрахувати струми для резонансного стану кола;



$$\begin{aligned} Z_1 &:= -X_{C1} \cdot i + X_{L1} \cdot i + R_1 & Z_1 &= 9 + 24i \\ Z_3 &:= -X_{C2} \cdot i & Z_3 &= -10i \\ Z_4 &:= R_3 + X_{L3} \cdot i & Z_4 &= 13 + 20i \\ Z_5 &:= R_4 - X_{C3} \cdot i & Z_5 &= 15 - 6i \\ Z_{345} &:= \frac{Z_4 \cdot Z_5}{Z_4 + Z_5} + Z_3 & Z_{345} &= 12.171 - 8.157i \end{aligned}$$

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

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

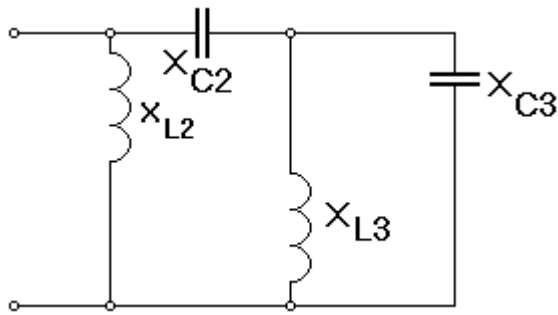
$$X_{VX}(X_N) := \text{Im}(Z_{VX}(X_N)) \quad \left| \begin{array}{l} \text{complex} \\ \text{simplify} \end{array} \right. \rightarrow \frac{(-173323 \cdot X_N + 15526 \cdot X_N^2 + 5049336)}{(210389 - 15988 \cdot X_N + 980 \cdot X_N^2)}$$

Нулі функції (уявної частини вхідного опору) дорівнюють:

$$X_N := X_{VX}(X_N) \quad \left| \begin{array}{l} \text{solve, } X_N \\ \text{float, 5} \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} 5.5817 + 17.148 \cdot i \\ 5.5817 - 17.148 \cdot i \end{pmatrix}$$

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



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

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

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

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

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

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

Знаходимо нулі:

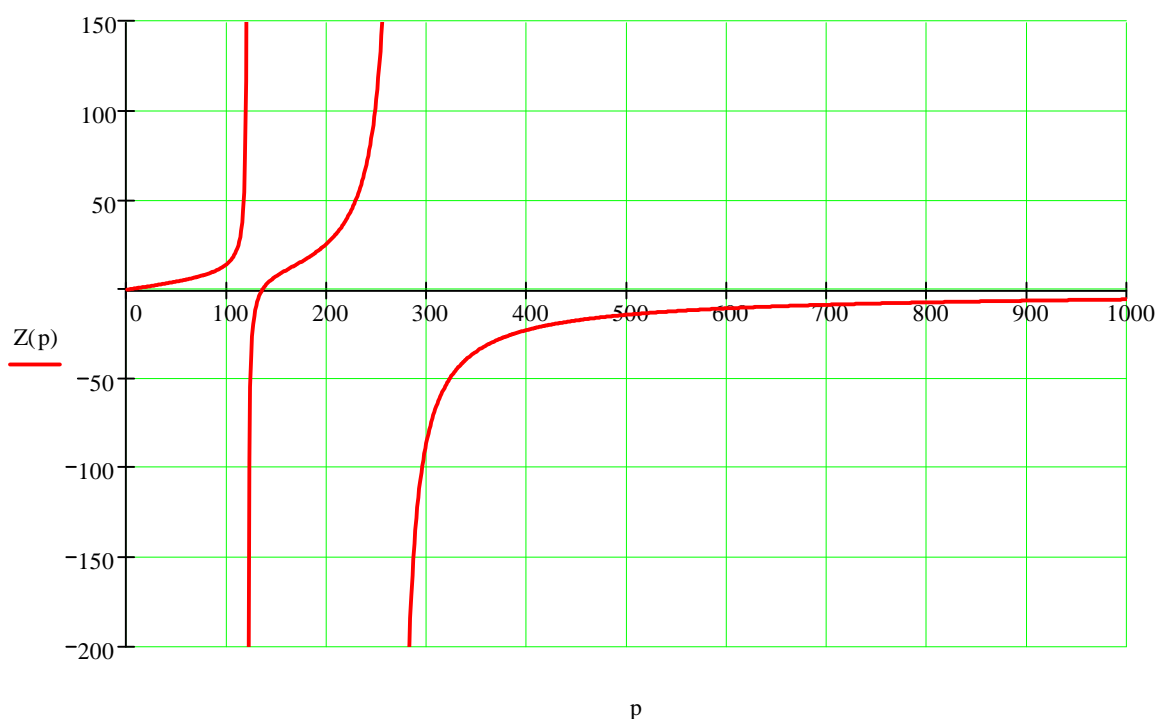
$$\omega := Z(p) \quad \left| \begin{array}{l} \text{solve, p} \\ \text{float, 11} \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 136.03495232 \\ -136.03495232 \end{pmatrix} \quad \omega = \begin{pmatrix} 0 \\ 136.035 \\ -136.035 \end{pmatrix}$$

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

Знаходимо полюси:

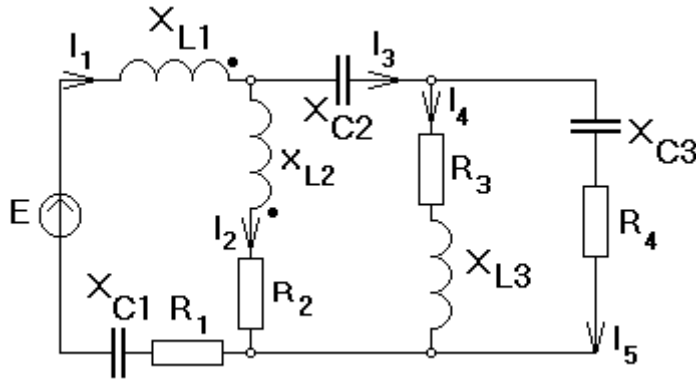
$$\omega_1 := \frac{1}{Z(p)} \quad \left| \begin{array}{l} \text{solve, p} \\ \text{float, 11} \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} 270.80837956 \\ 121.48324728 \\ -121.48324728 \\ -270.80837956 \end{pmatrix} \quad \omega_1 = \begin{pmatrix} 270.808 \\ 121.483 \\ -121.483 \\ -270.808 \end{pmatrix}$$

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



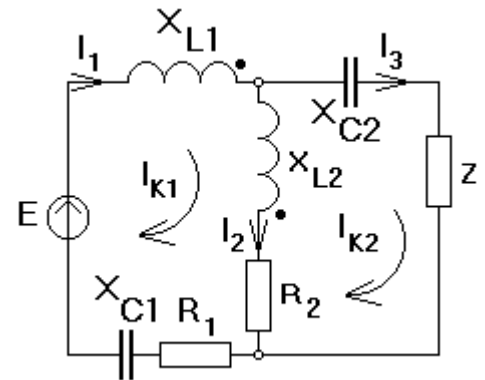
При наявності магнітного зв'язку між індуктивними елементами

- 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 сімисну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг



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

$$Z = 12.171 + 1.843i$$



$$Z_{11} := R_1 + R_2 + i \cdot (X_{L1} + 2 \cdot X_M - X_{C1} + X_{L2}) \rightarrow 20 + 81 \cdot i$$

$$Z_{12} := R_2 + i \cdot (X_{L2} + X_M) \rightarrow 11 + 42 \cdot i$$

$$Z_{22} := R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_{C2}) + Z_{\text{float}, 7} \rightarrow 23.17143 + 18.84286 \cdot i$$

Given

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

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

$$\begin{pmatrix} I_{K1} \\ I_{K2} \end{pmatrix} := \text{Find}(I_{K1}, I_{K2}) \rightarrow \begin{pmatrix} .87570686283528630272 - 2.7457599062006903883 \cdot i \\ 3.3849800757322326017 - 2.4688323680902484636 \cdot i \end{pmatrix}$$

$$I_{K1} = 0.876 - 2.746i$$

$$I_{K2} = 3.385 - 2.469i$$

$$I_1 := I_{K1}$$

$$I_1 = 0.876 - 2.746i$$

$$F(I_1) = (2.882 \quad -72.311)$$

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

$$I_2 = -2.509 - 0.277i$$

$$F(I_2) = (2.525 \quad -173.702)$$

$$I_3 := I_{K2}$$

$$I_3 = 3.385 - 2.469i$$

$$F(I_3) = (4.19 \quad -36.105)$$

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

$$I_4 = 0.208 - 2.152i$$

$$F(I_4) = (2.162 \quad -84.472)$$

$$I_5 := I_3 - I_4$$

$$I_5 = 3.177 - 0.317i$$

$$F(I_5) = (3.192 \quad -5.694)$$

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:

$$-I_1 \cdot [R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1} + X_M)] + U - I_2 \cdot [R_2 + i \cdot (X_{L2} + X_M)] = -8.882 \times 10^{-15}$$

$$I_2 \cdot [R_2 + i \cdot (X_{L2} + X_M)] - I_4 \cdot (R_3 + i \cdot X_{L3}) - I_3 \cdot (-i \cdot X_{C2} - i \cdot X_M) = 1.189 \times 10^{-5} + 6.144i \times 10^{-6}$$

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

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

$$S_{M1} = -106.986 - 21.555i$$

$$F(S_{M1}) = (109.135 \quad -168.609)$$

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

$$S_{M2} = 106.986 - 21.555i$$

$$F(S_{M2}) = (109.135 \quad -11.391)$$

Перевірка за балансом потужностей

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

$$S_1 = 358.507 + 185.126i$$

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

$$P = 358.507$$

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

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

$$Q = 185.126i$$

Будуємо сумісну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг

Знаходимо потенціали точок:

$$\phi_a := 0$$

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

$$\phi_b = -35.695 - 11.384i$$

$$F(\phi_b) = (37.466 \quad -162.311)$$

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

$$\phi_c = -27.814 - 36.096i$$

$$F(\phi_c) = (45.569 \quad -127.616)$$

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

$$\phi_d = -55.416 - 39.142i$$

$$F(\phi_d) = (67.845 \quad -144.765)$$

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

$$\phi_{e'} = -14.229 - 26.007i$$

$$F(\phi_{e'}) = (29.645 \quad -118.685)$$

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

$$\phi_e = -6.752 - 93.757i$$

$$F(\phi_e) = (94 \quad -94.119)$$

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

$$\phi_{1''} = -2.598 - 131.396i$$

$$F(\phi_{1''}) = (131.422 \quad -91.133)$$

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

$$\phi_1 = 98.995 - 98.995i$$

$$F(\phi_1) = (140 \quad -45)$$

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

$$\phi_{1'} = -1.421i \times 10^{-14}$$

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

$$\phi_f = 13.387 - 66.145i$$

$$F(\phi_f) = (67.486 \quad -78.559)$$

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

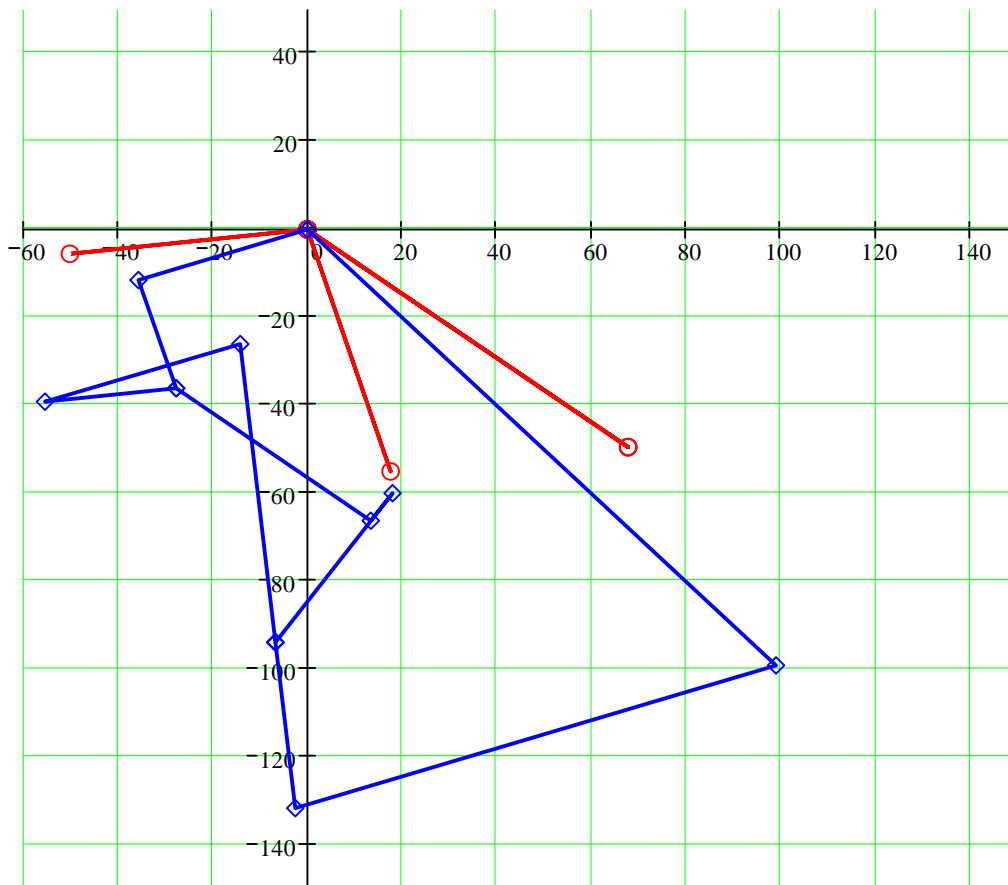
$$\phi_m = 17.936 - 59.907i$$

$$F(\phi_m) = (62.535 \quad -73.332)$$

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

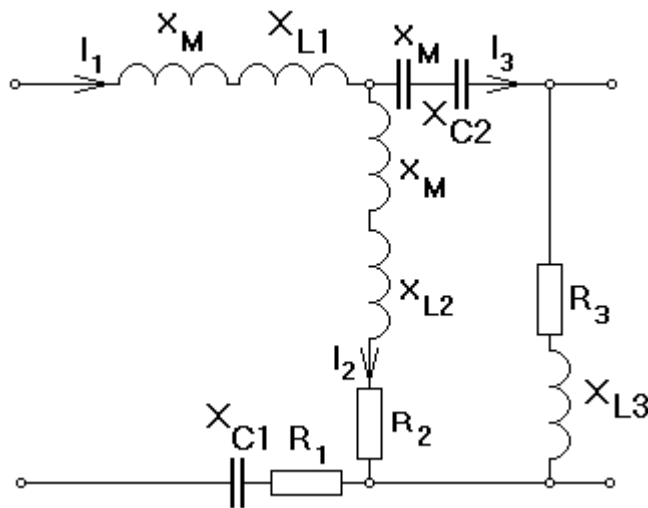
$$\phi_e = -6.752 - 93.757i$$

$$F(\phi_e) = (94 \quad -94.119)$$



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":

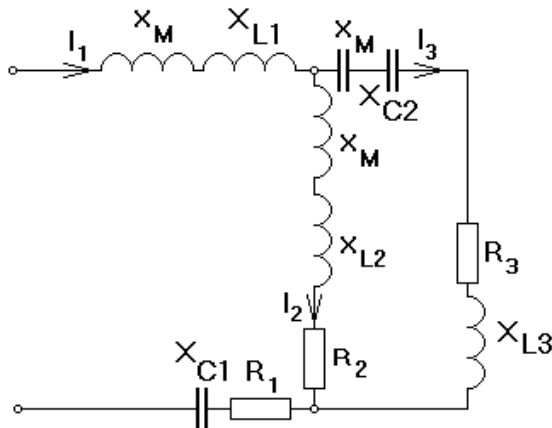
1) Розрахувати коефіцієнти чотириполіусника **A, B, C, D**



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

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

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



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} + X_M - X_{C1}) \rightarrow 9 + 39 \cdot i$$

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2} + X_M) \rightarrow 11 + 42 \cdot i$$

$$Z_3 := R_3 + i \cdot (X_{L3} - X_{C2} - X_M) \rightarrow 13 - 5 \cdot i$$

$$Z_{10} := \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} + Z_1 \quad Z_{10} = 22.696 + 38.343i \quad Z_{20} := \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} \cdot 6Z_3 \quad Z_{20} = 994.362 + 1.429i \times 10^3$$

$$I_{10} := \frac{U_{10}}{Z_{10}} \quad I_{10} = -0.78 - 3.044i \quad F(I_{10}) = (3.142 \quad -104.378)$$

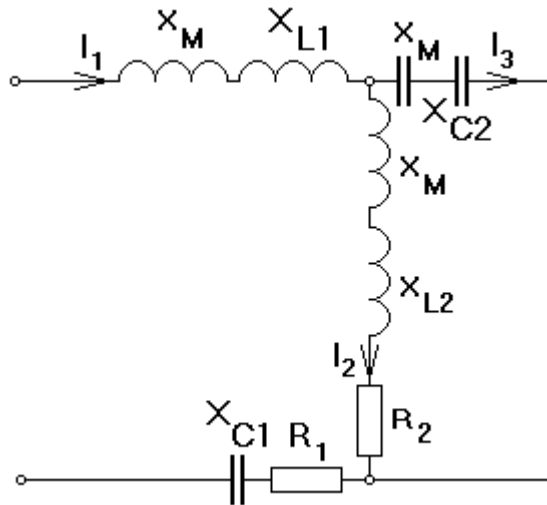
$$I_{30} := I_{10} \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} \quad I_{30} = 0.211 - 3.086i \quad F(I_{30}) = (3.093 \quad -86.085)$$

$$U_{20} := I_{30} \cdot (R_3 + i \cdot X_{L3}) \quad U_{20} = 64.465 - 35.894i \quad F(U_{20}) = (73.784 \quad -29.109)$$

$$A := \frac{U_{10}}{U_{20}} \quad A = 1.825 - 0.52i \quad F(A) = (1.897 \quad -15.891)$$

$$C := \frac{I_{10}}{U_{20}} \quad C = 0.011 - 0.041i \quad F(C) = (0.043 \quad -75.269)$$

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



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} + X_M - X_{C1}) \rightarrow 9 + 39 \cdot i$$

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2} + X_M) \rightarrow 11 + 42 \cdot i$$

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

$$Z_K := \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} + Z_1 \quad Z_K = 25.768 - 11.915i$$

$$I_{1K} := \frac{U_K}{Z_K} \quad I_{1K} = 4.629 - 1.702i \quad F(I_{1K}) = (4.931 \quad -20.185)$$

$$I_{3K} := I_{1K} \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} \quad I_{3K} = 10.568 - 0.361i \quad F(I_{3K}) = (10.574 \quad -1.956)$$

$$B := \frac{U_K}{I_{3K}} \quad B = 9.676 - 9.037i \quad F(B) = (13.24 \quad -43.044)$$

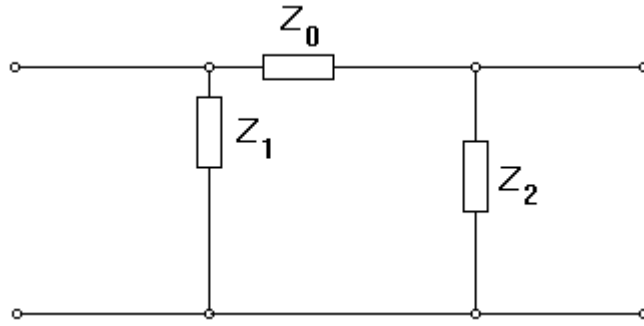
$$D := \frac{I_{1K}}{I_{3K}} \quad D = 0.443 - 0.146i \quad F(D) = (0.466 \quad -18.229)$$

Перевірка $A \cdot D - B \cdot C = 1$

$$F(A) = (1.897 \quad -15.891) \quad F(B) = (13.24 \quad -43.044)$$

$$F(C) = (0.043 \quad -75.269) \quad F(D) = (0.466 \quad -18.229)$$

розрахувати параметри R,L,C віток схеми її замщення;



$$Z_0 := B \quad Z_0 = 9.676 - 9.037i \quad F(Z_0) = (13.24 \quad -43.044)$$

$$Y_1 := \frac{D-1}{B} \quad Y_1 = -0.023 - 0.037i \quad F(Y_1) = (0.043 \quad -122.28)$$

$$Y_2 := \frac{A-1}{B} \quad Y_2 = 0.072 + 0.014i \quad F(Y_2) = (0.074 \quad 10.841)$$

$$R_0 := \operatorname{Re}(Z_0) \quad R_0 = 9.676 \quad X_{C0} := -\operatorname{Im}(Z_0) \quad X_{C0} = 9.037$$

$$Z_1 := \frac{1}{Y_1} \quad Z_1 = -12.28 + 19.44i \quad R_1 := \operatorname{Re}(Z_1) \quad R_1 = -12.28 \quad X_{L1} := \operatorname{Im}(Z_1) \quad X_{L1} = 19.44$$

$$Z_2 := \frac{1}{Y_2} \quad Z_2 = 13.339 - 2.554i \quad R_2 := \operatorname{Re}(Z_2) \quad R_2 = 13.339 \quad X_{C2} := -\operatorname{Im}(Z_2) \quad X_{C2} = 2.554$$

$$L_1 := \frac{X_{L1}}{\omega} \quad L_1 = 0.062 \quad C_2 := \frac{1}{\omega \cdot X_{C2}} \quad C_2 = 1.246 \times 10^{-3} \quad C_0 := \frac{1}{\omega \cdot X_{C0}} \quad C_0 = 3.522 \times 10^{-4}$$