

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

Розрахунково-графічна робота
“Розрахунок однофазного кола синусоїдного струму”
Варіант № 384

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 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.

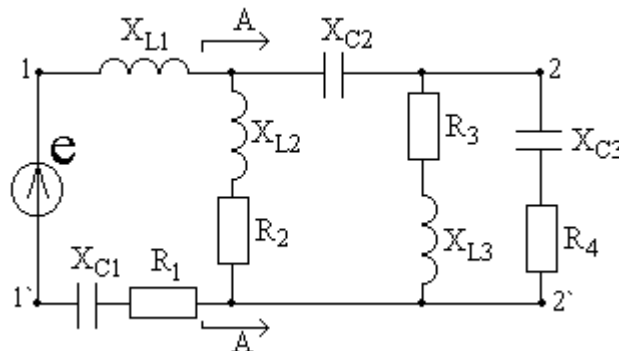
$$E := 140 \quad \psi := -45 \quad R_1 := 9 \quad R_2 := 11 \quad R_3 := 13 \quad R_4 := 15 \quad X_{L1} := 60 \quad X_{L2} := 50 \quad X_{L3} := 43$$

$$X_{C1} := 20 \quad X_{C2} := 15 \quad X_{C3} := 13 \quad X_M := 32 \quad f := 100$$

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

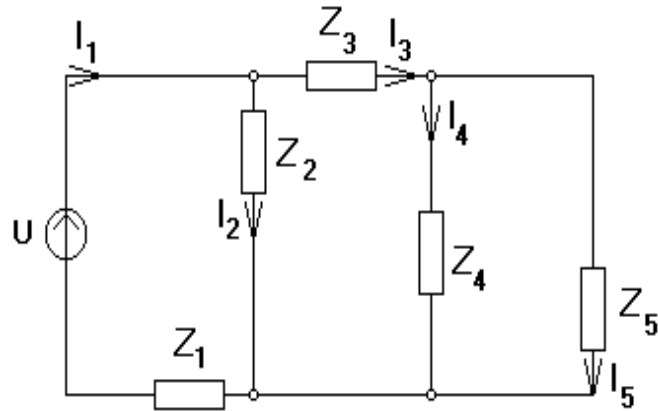
$$U = 98.995 - 98.995i$$

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



Для електричного кола без взаємної індукції:

Розрахувати всі струми символьним методом



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1}) \rightarrow 9 + 40 \cdot i$$

$$Z_4 := R_3 + i \cdot X_{L3} \rightarrow 13 + 43 \cdot i$$

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2}) \rightarrow 11 + 50 \cdot i$$

$$Z_5 := R_4 - i \cdot X_{C3} \rightarrow 15 - 13 \cdot i$$

$$Z_3 := -i \cdot X_{C2} \rightarrow -15 \cdot i$$

$$Z_E := \frac{\left(\frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 \right) \cdot Z_2}{Z_2 + \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3} + Z_1 \quad Z_E = 43.089 + 34.381i$$

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

$$I_1 = 0.284 - 2.524i$$

$$F(I_1) = (2.54 \quad -83.587)$$

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

$$I_2 = -1.691 - 0.282i$$

$$F(I_2) = (1.714 \quad -170.539)$$

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

$$I_3 = 1.974 - 2.242i$$

$$F(I_3) = (2.987 \quad -48.634)$$

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

$$I_4 = -1.049 - 0.994i$$

$$F(I_4) = (1.445 \quad -136.524)$$

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

$$I_5 = 3.023 - 1.248i$$

$$F(I_5) = (3.27 \quad -22.431)$$

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:

$$-I_1 \cdot [R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1})] + U - I_2 \cdot (R_2 + i \cdot X_{L2}) = 8.882 \times 10^{-15} - 2.842i \times 10^{-14}$$

$$I_2 \cdot (R_2 + i \cdot X_{L2}) - I_4 \cdot (R_3 + i \cdot X_{L3}) - I_3 \cdot (-i \cdot X_{C2}) = 7.105 \times 10^{-15} + 1.066i \times 10^{-14}$$

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

Перевірка за балансом потужностей

$$S_1 := U \cdot I_1$$

$$S_1 = 277.926 + 221.76i$$

$$P := (|I_1|)^2 \cdot R_1 + (|I_2|)^2 \cdot R_2 + (|I_4|)^2 \cdot R_3 + (|I_5|)^2 \cdot R_4 \quad P = 277.926$$

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

$$Q = 221.76$$

Будуємо сумісну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг

Знаходимо потенціали точок:

$$\phi_a := 0$$

$$\phi_b := \phi_a + I_1 \cdot (-i \cdot X_{C1}) \quad \phi_b = -50.476 - 5.674i \quad F(\phi_b) = (50.794 \quad -173.587)$$

$$\phi_c := \phi_b + I_1 \cdot R_1 \quad \phi_c = -47.923 - 28.388i \quad F(\phi_c) = (55.7 \quad -149.359)$$

$$\phi_d := \phi_c + I_2 \cdot R_2 \quad \phi_d = -66.519 - 31.487i \quad F(\phi_d) = (73.595 \quad -154.669)$$

$$\phi_e := \phi_d + I_2 \cdot i \cdot X_{L2} \quad \phi_e = -52.433 - 116.016i \quad F(\phi_e) = (127.314 \quad -114.32)$$

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

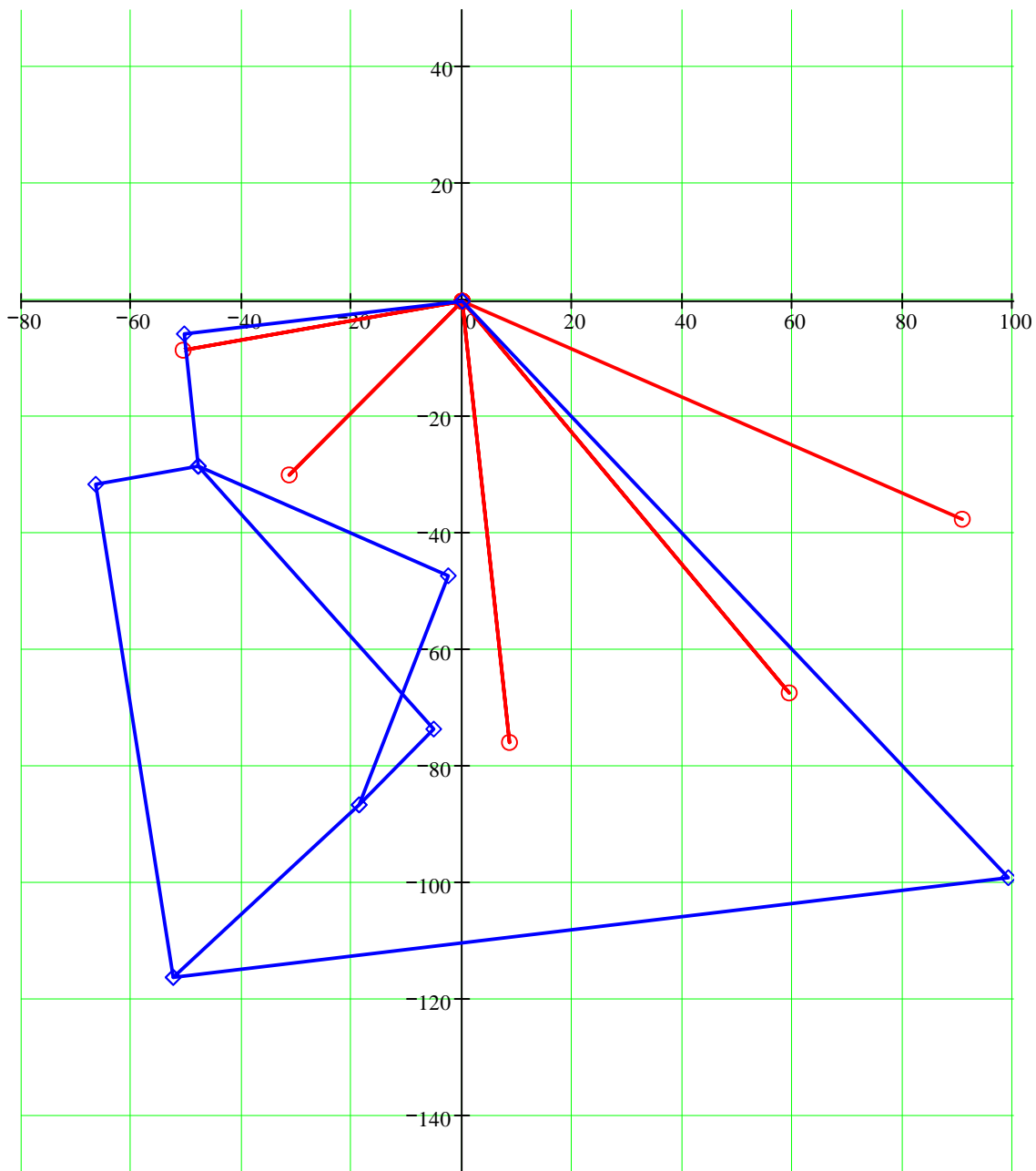
$$\phi_{1'} := \phi_1 - U \quad \phi_{1'} = 0$$

$$\phi_m := \phi_c + I_4 \cdot i \cdot X_{L3} \quad \phi_m = -5.17 - 73.477i \quad F(\phi_m) = (73.658 \quad -94.025)$$

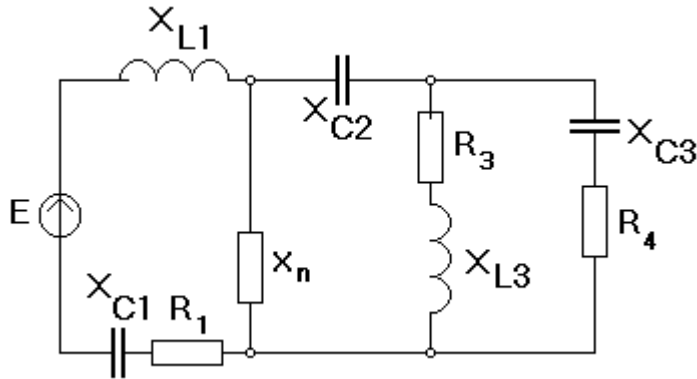
$$\phi_n := \phi_m + I_4 \cdot R_3 \quad \phi_n = -18.802 - 86.402i \quad F(\phi_n) = (88.424 \quad -102.277)$$

$$\phi_k := \phi_c + I_5 \cdot R_4 \quad \phi_k = -2.58 - 47.105i \quad F(\phi_k) = (47.176 \quad -93.135)$$

$$\phi_n := \phi_k + I_5 \cdot i \cdot (-X_{C3}) \quad \phi_n = -18.802 - 86.402i \quad F(\phi_n) = (88.424 \quad -102.277)$$



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



$$Z_E := \frac{(R_3 + i \cdot X_{L3}) \cdot (R_4 - i \cdot X_{C3})}{R_3 + R_4 + i \cdot (X_{L3} - X_{C3})} - i \cdot X_{C2} \quad Z_E = 21.017 - 20.518i$$

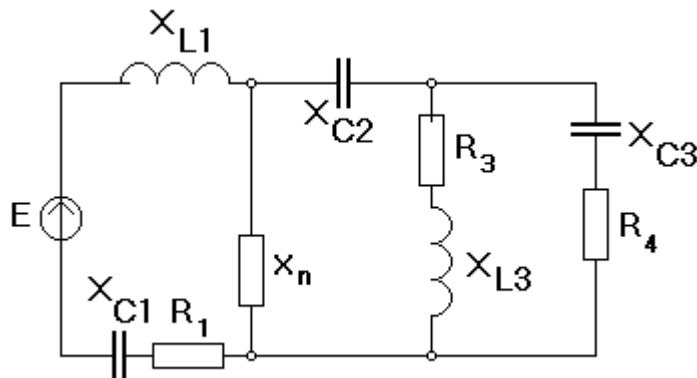
$$Z_E = R_E + j \cdot X_E \quad R_E := \text{Re}(Z_E) \quad R_E = 21.017 \quad X_E := \text{Im}(Z_E) \quad X_E = -20.518$$

За умовою резонансу:

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

$$B_n := \frac{-X_E}{X_E^2 + R_E^2} \quad B_n = 0.024 \quad \text{Реактивний опір вітки: } X_n := \frac{1}{B_n} \quad X_n = 42.045$$

Розрахувати струми для резонансного стану кола;



$$Z_1 := -X_{C1} \cdot i + X_{L1} \cdot i + R_1 \quad Z_1 = 9 + 40i$$

$$Z_3 := -X_{C2} \cdot i \quad Z_3 = -15i$$

$$Z_4 := R_3 + X_{L3} \cdot i \quad Z_4 = 13 + 43i$$

$$Z_5 := R_4 - X_{C3} \cdot i \quad Z_5 = 15 - 13i$$

$$Z_{345} := \frac{Z_4 \cdot Z_5}{Z_4 + Z_5} + Z_3 \quad Z_{345} = 21.017 - 20.518i$$

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

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

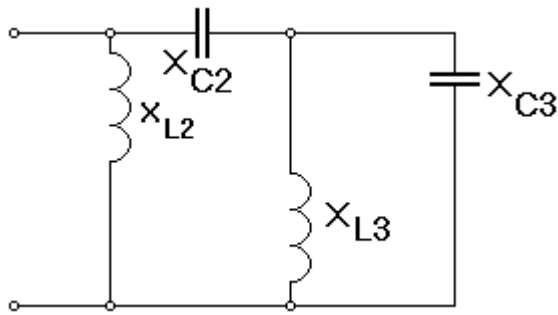
$$X_{VX}(X_N) := \text{Im}(Z_{VX}(X_N)) \quad \left| \begin{array}{l} \text{complex} \\ \text{simplify} \end{array} \right. \rightarrow 2 \cdot \frac{(-163926 \cdot X_N + 4101 \cdot X_N^2 + 7263760)}{(363188 - 17276 \cdot X_N + 421 \cdot X_N^2)}$$

Нулі функції (уявної частини вхідного опору) дорівнюють:

$$X_N := X_{VX}(X_N) \quad \left| \begin{array}{l} \text{solve, } X_N \\ \text{float, 5} \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} 19.986 + 37.038 \cdot i \\ 19.986 - 37.038 \cdot i \end{pmatrix}$$

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



$$L_2 := \frac{X_{L2}}{\omega} \rightarrow \frac{1}{4 \cdot \pi} \quad L_2 = 0.08$$

$$L_3 := \frac{X_{L3}}{\omega} \rightarrow \frac{43}{200 \cdot \pi} \quad L_3 = 0.068$$

$$C_2 := \frac{1}{\omega \cdot X_{C2}} \rightarrow \frac{1}{3000 \cdot \pi} \quad C_2 = 1.061 \times 10^{-4}$$

$$C_3 := \frac{1}{\omega \cdot X_{C3}} \rightarrow \frac{1}{2600 \cdot \pi} \quad C_3 = 1.224 \times 10^{-4}$$

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

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

Знаходимо нулі:

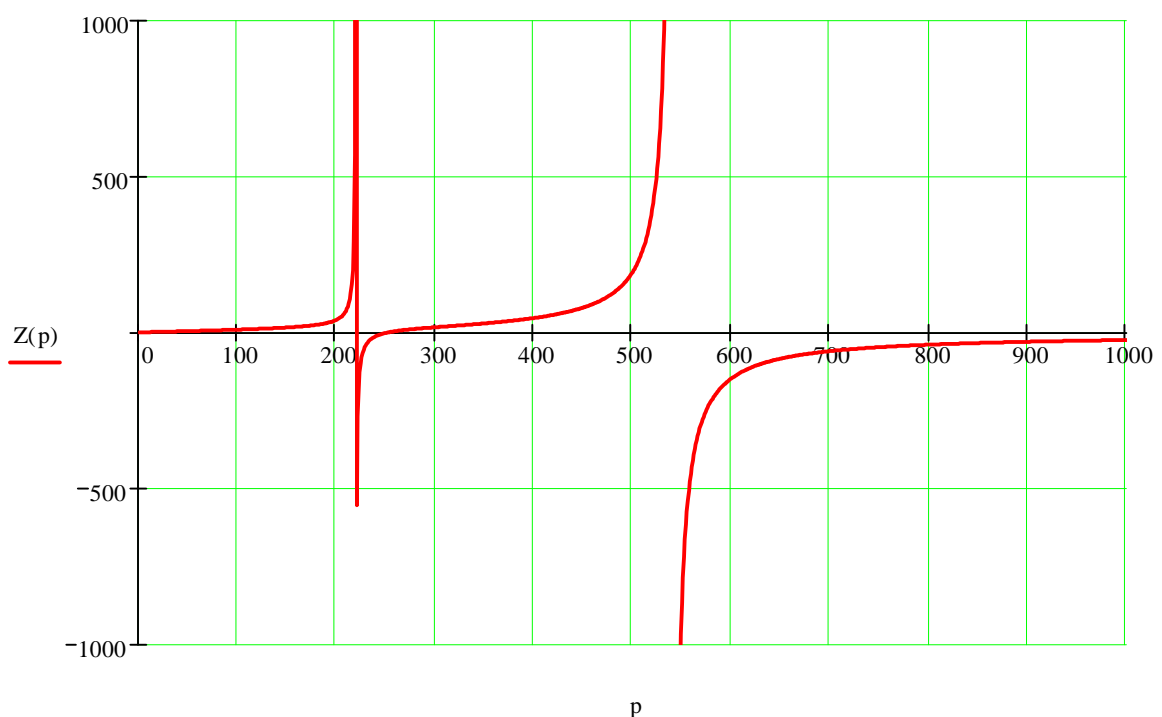
$$\omega := Z(p) \quad \left| \begin{array}{l} \text{solve, p} \\ \text{float, 11} \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 252.86221073 \\ -252.86221073 \end{pmatrix} \quad \omega = \begin{pmatrix} 0 \\ 252.862 \\ -252.862 \end{pmatrix}$$

$$\omega := (\omega_0 \ \omega_1) \quad \omega = (0 \ 252.862 \ -252.862)$$

Знаходимо полюси:

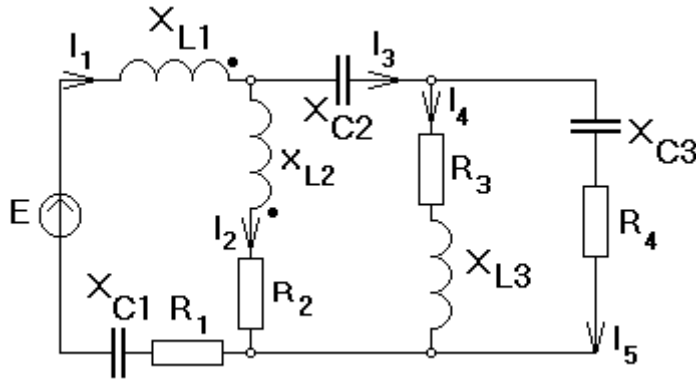
$$\omega_1 := \frac{1}{Z(p)} \quad \left| \begin{array}{l} \text{solve, p} \\ \text{float, 11} \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} 540.39547791 \\ -540.39547791 \\ 220.01186693 \\ -220.01186693 \end{pmatrix} \quad \omega_1 = \begin{pmatrix} 540.395 \\ -540.395 \\ 220.012 \\ -220.012 \end{pmatrix}$$

$$\omega_1 := \begin{pmatrix} \omega_{10} \\ \omega_{12} \end{pmatrix} \quad \omega_1 = \begin{pmatrix} 540.395 \\ 220.012 \end{pmatrix}$$



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



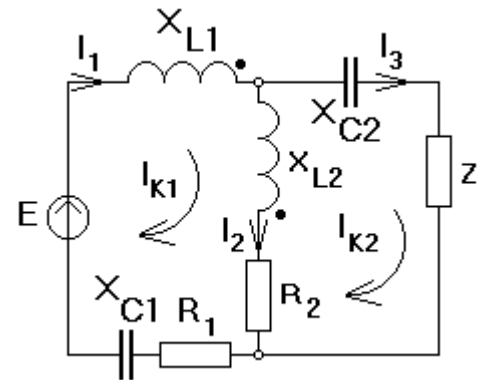
$$Z := \frac{(R_4 - i \cdot X_{C3}) \cdot (R_3 + i \cdot X_{L3})}{R_4 + R_3 + i \cdot (X_{L3} - X_{C3})}$$

$$Z = 21.017 - 5.518i$$

$$Z_{11} := R_1 + R_2 + i \cdot (X_{L1} + 2 \cdot X_M - X_{C1} + X_{L2}) \rightarrow 20 + 154 \cdot i$$

$$Z_{12} := R_2 + i \cdot (X_{L2} + X_M) \rightarrow 11 + 82 \cdot i$$

$$Z_{22} := R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_{C2}) + Z \text{ float, 7} \rightarrow 32.01663 + 29.48219 \cdot i$$



Given

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

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

$$\begin{pmatrix} I_{K1} \\ I_{K2} \end{pmatrix} := \text{Find}(I_{K1}, I_{K2}) \rightarrow \begin{pmatrix} .73515585180304433361 - 1.1035158492449343770 \cdot i \\ 2.4154147034067235131 - .72048837458768498375 \cdot i \end{pmatrix}$$

$$I_{K1} = 0.735 - 1.104i$$

$$I_{K2} = 2.415 - 0.72i$$

$$I_1 := I_{K1}$$

$$I_1 = 0.735 - 1.104i$$

$$F(I_1) = (1.326 \quad -56.329)$$

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

$$I_2 = -1.68 - 0.383i$$

$$F(I_2) = (1.723 \quad -167.158)$$

$$I_3 := I_{K2}$$

$$I_3 = 2.415 - 0.72i$$

$$F(I_3) = (2.521 \quad -16.609)$$

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

$$I_4 = -0.305 - 1.18i$$

$$F(I_4) = (1.219 \quad -104.499)$$

$$I_5 := I_3 - I_4$$

$$I_5 = 2.721 + 0.46i$$

$$F(I_5) = (2.759 \quad 9.594)$$

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:

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

$$I_2 \cdot [R_2 + i \cdot (X_{L2} + X_M)] - I_4 \cdot (R_3 + i \cdot X_{L3}) - I_3 \cdot (-i \cdot X_{C2} - i \cdot X_M) = 1.046 \times 10^{-5} + 9.312i \times 10^{-6}$$

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

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

$$S_{M1} = -68.345 - 26.002i$$

$$F(S_{M1}) = (73.124 \quad -159.17)$$

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

$$S_{M2} = 68.345 - 26.002i$$

$$F(S_{M2}) = (73.124 \quad -20.83)$$

Перевірка за балансом потужностей

$$S_1 := U \cdot \bar{I}_1$$

$$S_1 = 182.019 + 36.466i$$

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

$$P = 182.019$$

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

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

$$Q = 36.466i$$

Будуємо сумісну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг

Знаходимо потенціали точок:

$$\phi_a := 0$$

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

$$\phi_b = -22.07 - 14.703i$$

$$F(\phi_b) = (26.519 \quad -146.329)$$

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

$$\phi_c = -15.454 - 24.635i$$

$$F(\phi_c) = (29.081 \quad -122.101)$$

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

$$\phi_d = -33.937 - 28.848i$$

$$F(\phi_d) = (44.541 \quad -139.634)$$

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

$$\phi_{e'} = 1.376 - 5.323i$$

$$F(\phi_{e'}) = (5.498 \quad -75.509)$$

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

$$\phi_e = 20.527 - 89.336i$$

$$F(\phi_e) = (91.664 \quad -77.06)$$

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

$$\phi_{1''} = 32.784 - 143.104i$$

$$F(\phi_{1''}) = (146.812 \quad -77.097)$$

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

$$\phi_1 = 98.995 - 98.995i$$

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

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

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

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

$$\phi_f = 35.31 - 39.777i$$

$$F(\phi_f) = (53.188 \quad -48.405)$$

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

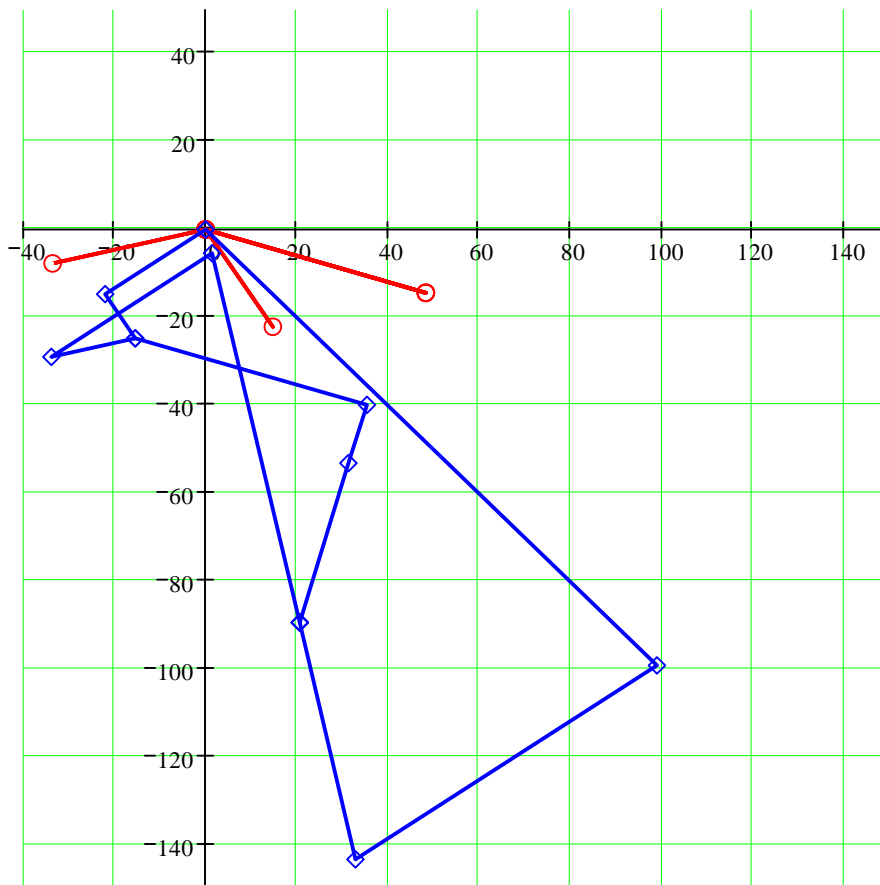
$$\phi_m = 31.334 - 53.105i$$

$$F(\phi_m) = (61.66 \quad -59.457)$$

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

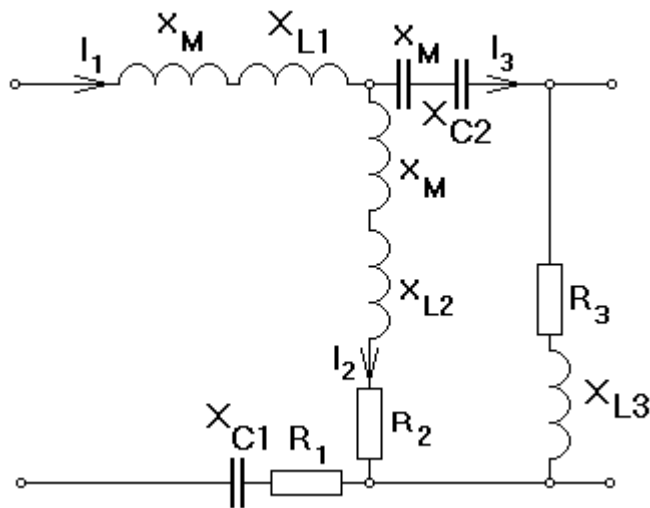
$$\phi_e = 20.527 - 89.336i$$

$$F(\phi_e) = (91.664 \quad -77.06)$$



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":

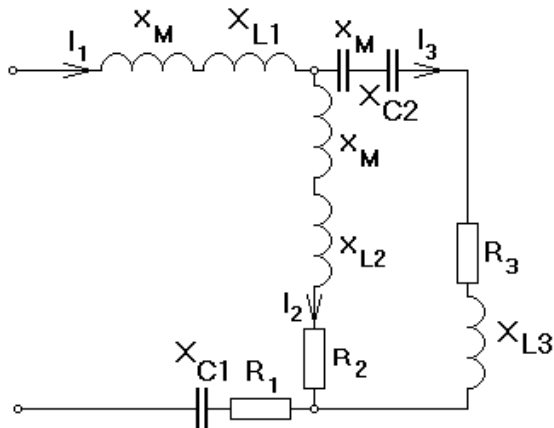
1) Розрахувати коефіцієнти чотириполіусника **A, B, C, D**



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

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

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



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} + X_M - X_{C1}) \rightarrow 9 + 72 \cdot i$$

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2} + X_M) \rightarrow 11 + 82 \cdot i$$

$$Z_3 := R_3 + i \cdot (X_{L3} - X_{C2} - X_M) \rightarrow 13 - 4 \cdot i$$

$$Z_{10} := \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} + Z_1 \quad Z_{10} = 22.667 + 70.167i \quad Z_{20} := \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} \parallel Z_3 \quad Z_{20} = 1.307 \times 10^3 + 2.871i \times 10^3$$

$$I_{10} := \frac{U_{10}}{Z_{10}} \quad I_{10} = -0.865 - 1.69i \quad F(I_{10}) = (1.899 \quad -117.097)$$

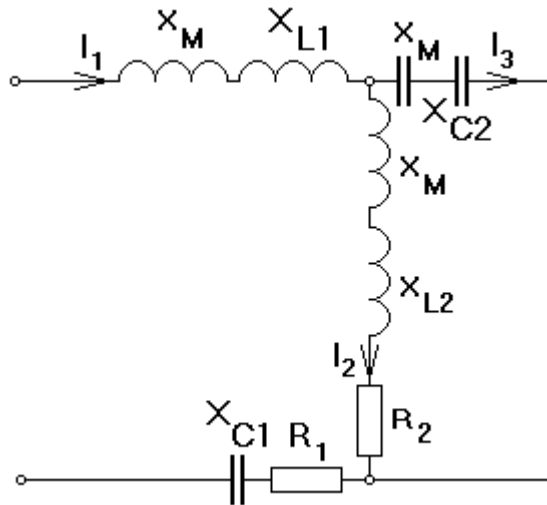
$$I_{30} := I_{10} \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} \quad I_{30} = -0.583 - 1.834i \quad F(I_{30}) = (1.925 \quad -107.635)$$

$$U_{20} := I_{30} \cdot (R_3 + i \cdot X_{L3}) \quad U_{20} = 71.297 - 48.922i \quad F(U_{20}) = (86.468 \quad -34.457)$$

$$A := \frac{U_{10}}{U_{20}} \quad A = 1.592 - 0.296i \quad F(A) = (1.619 \quad -10.543)$$

$$C := \frac{I_{10}}{U_{20}} \quad C = 2.813 \times 10^{-3} - 0.022i \quad F(C) = (0.022 \quad -82.641)$$

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



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} + X_M - X_{C1}) \rightarrow 9 + 72 \cdot i$$

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2} + X_M) \rightarrow 11 + 82 \cdot i$$

$$Z_3 := -i \cdot (X_{C2} + X_M) \rightarrow -47 \cdot i$$

$$Z_K := \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} + Z_1 \quad Z_K = 27.053 - 32.441i$$

$$I_{1K} := \frac{U_K}{Z_K} \quad I_{1K} = 3.301 + 0.299i \quad F(I_{1K}) = (3.314 \quad 5.175)$$

$$I_{3K} := I_{1K} \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} \quad I_{3K} = 7.22 + 1.932i \quad F(I_{3K}) = (7.474 \quad 14.981)$$

$$B := \frac{U_K}{I_{3K}} \quad B = 9.371 - 16.219i \quad F(B) = (18.731 \quad -59.981)$$

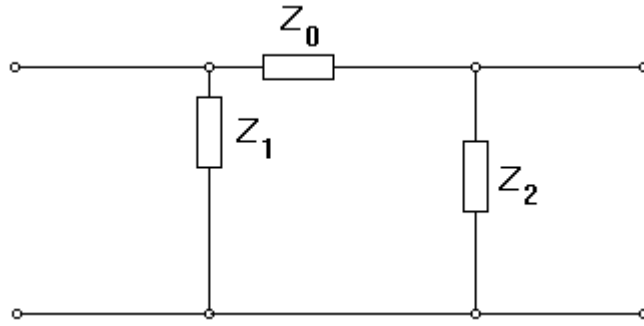
$$D := \frac{I_{1K}}{I_{3K}} \quad D = 0.437 - 0.076i \quad F(D) = (0.443 \quad -9.807)$$

Перевірка $A \cdot D - B \cdot C = 1$

$$F(A) = (1.619 \quad -10.543) \quad F(B) = (18.731 \quad -59.981)$$

$$F(C) = (0.022 \quad -82.641) \quad F(D) = (0.443 \quad -9.807)$$

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



$$Z_0 := B \quad Z_0 = 9.371 - 16.219i \quad F(Z_0) = (18.731 \quad -59.981)$$

$$Y_1 := \frac{D-1}{B} \quad Y_1 = -0.012 - 0.028i \quad F(Y_1) = (0.03 \quad -112.378)$$

$$Y_2 := \frac{A-1}{B} \quad Y_2 = 0.03 + 0.019i \quad F(Y_2) = (0.035 \quad 33.387)$$

$$R_0 := \operatorname{Re}(Z_0) \quad R_0 = 9.371 \quad X_{C0} := -\operatorname{Im}(Z_0) \quad X_{C0} = 16.219$$

$$Z_1 := \frac{1}{Y_1} \quad Z_1 = -12.553 + 30.489i \quad R_1 := \operatorname{Re}(Z_1) \quad R_1 = -12.553 \quad X_{L1} := \operatorname{Im}(Z_1) \quad X_{L1} = 30.489$$

$$Z_2 := \frac{1}{Y_2} \quad Z_2 = 23.633 - 15.575i \quad R_2 := \operatorname{Re}(Z_2) \quad R_2 = 23.633 \quad X_{C2} := -\operatorname{Im}(Z_2) \quad X_{C2} = 15.575$$

$$L_1 := \frac{X_{L1}}{\omega} \quad L_1 = 0.049 \quad C_2 := \frac{1}{\omega \cdot X_{C2}} \quad C_2 = 1.022 \times 10^{-4} \quad C_0 := \frac{1}{\omega \cdot X_{C0}} \quad C_0 = 9.813 \times 10^{-5}$$