

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

Розрахунково-графічна робота
“Розрахунок однофазного кола синусоїдного струму”
Варіант № 163

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" :

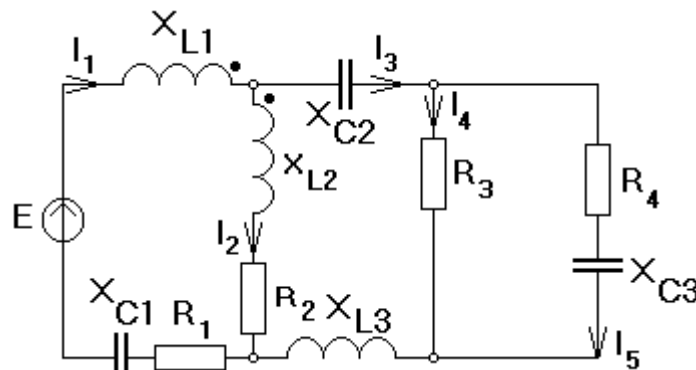
3.1 Розрахувати коефіцієнти чотиріполосника **A,B,C,D**;

3.2 Розрахувати параметри R,L,C віток схеми ("Т" чи "П") заміщення.

$$E := 100 \quad \psi := -20 \quad R_1 := 5 \quad R_2 := 7 \quad R_3 := 9 \quad R_4 := 12 \quad X_{L1} := 40 \quad X_{L2} := 35 \quad X_{L3} := 25$$

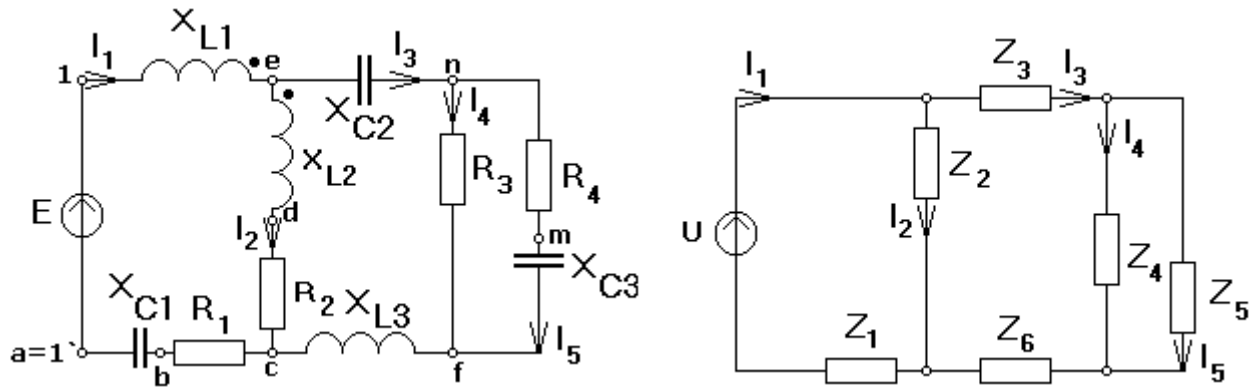
$$X_{C1} := 15 \quad X_{C2} := 10 \quad X_{C3} := 8 \quad X_M := 20 \quad f := 50$$

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



Для електричного кола без взаємної індукції:

Розрахувати всі струми символьним методом



$$Z_1 := R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1}) \rightarrow 5 + 25 \cdot i$$

$$Z_4 := R_3 \rightarrow 9$$

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2}) \rightarrow 7 + 35 \cdot i$$

$$Z_5 := R_4 - i \cdot X_{C3} \rightarrow 12 - 8 \cdot i$$

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

$$Z_6 := i \cdot X_{L3} \rightarrow 25 \cdot i$$

$$Z_E := \frac{\left(\frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 + Z_6 \right) \cdot Z_2}{Z_2 + \frac{Z_5 \cdot Z_4}{Z_5 + Z_4} + Z_3 + Z_6} + Z_1 \quad Z_E = 8.44 + 34.938i$$

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

$$I_1 = -0.311 - 2.765i$$

$$F(I_1) = (2.782 \quad -96.419)$$

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

$$I_2 = -0.201 - 0.795i$$

$$F(I_2) = (0.82 \quad -104.204)$$

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

$$I_3 = -0.11 - 1.97i$$

$$F(I_3) = (1.973 \quad -93.193)$$

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

$$I_4 = -0.35 - 1.217i$$

$$F(I_4) = (1.266 \quad -106.028)$$

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

$$I_5 = 0.24 - 0.753i$$

$$F(I_5) = (0.79 \quad -72.338)$$

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:

$$-I_1 \cdot [R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1})] + U - I_2 \cdot (R_2 + i \cdot X_{L2}) = -3.553 \times 10^{-15} + 8.882i \times 10^{-15}$$

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

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

Перевірка за балансом потужностей

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

$$S_1 = 65.334 + 270.442i$$

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

$$P = 65.334$$

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

$$Q = 270.442$$

Будуємо сумісну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг

$$\phi_a := 0$$

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

$$\phi_b = -41.472 + 4.665i$$

$$F(\phi_b) = (41.733 \quad 173.581)$$

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

$$\phi_c = -43.027 - 9.158i$$

$$F(\phi_c) = (43.991 \quad -167.984)$$

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

$$\phi_d = -44.435 - 14.721i$$

$$F(\phi_d) = (46.81 \quad -161.67)$$

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

$$\phi_e = -16.622 - 21.761i$$

$$F(\phi_e) = (27.383 \quad -127.374)$$

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

$$\phi_1 = 93.969 - 34.202i$$

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

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

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

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

$$\phi_f = 6.226 - 11.906i$$

$$F(\phi_f) = (13.435 \quad -62.392)$$

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

$$\phi_n = 3.079 - 22.86i$$

$$F(\phi_n) = (23.066 \quad -82.328)$$

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

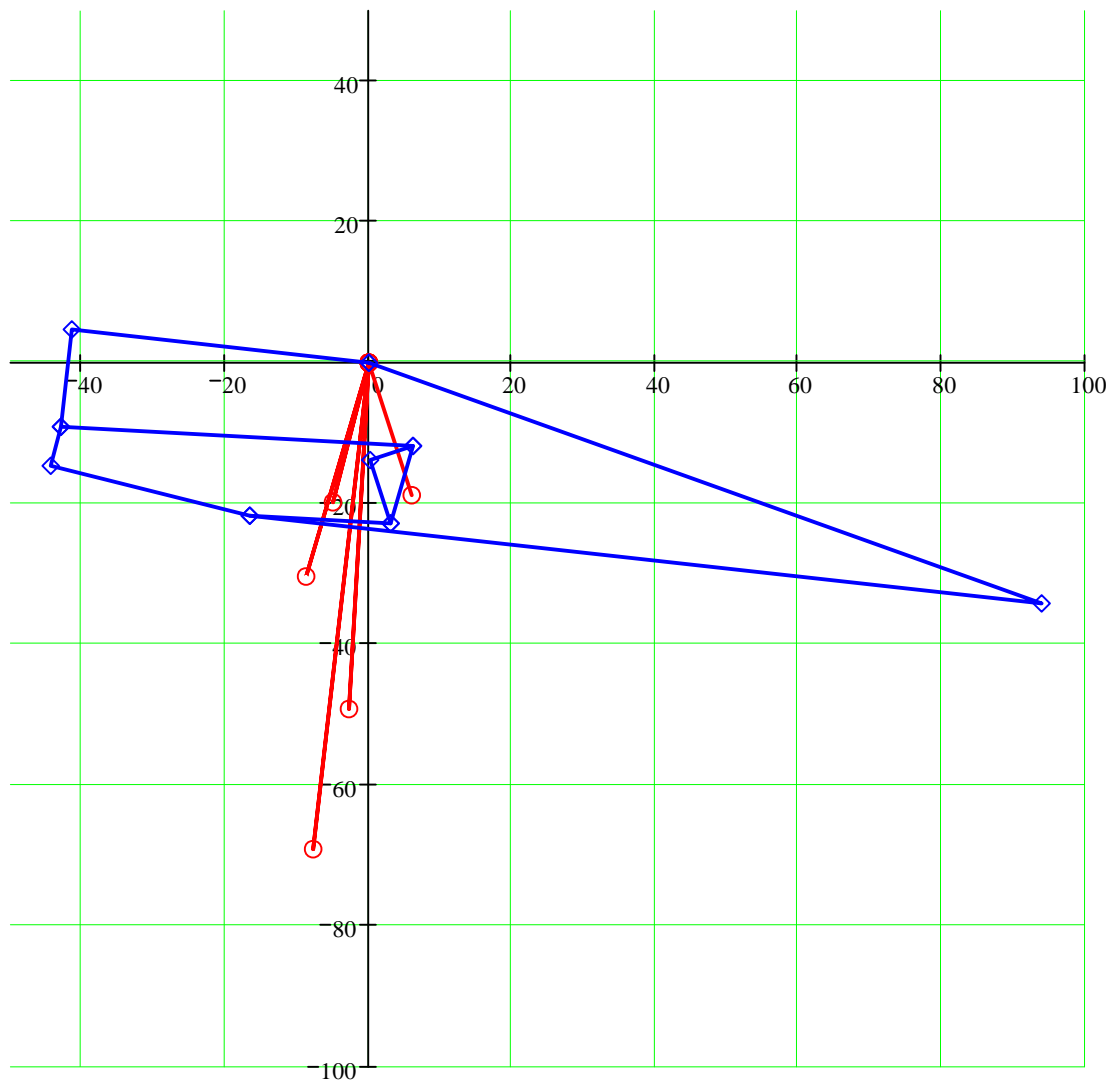
$$\phi_m = 0.202 - 13.824i$$

$$F(\phi_m) = (13.825 \quad -89.162)$$

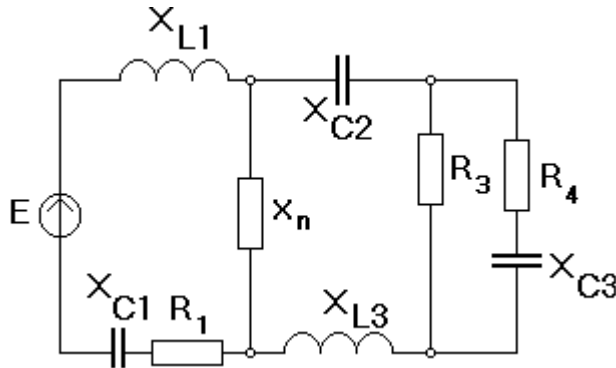
$$\phi_n := \phi_m + I_5 \cdot R_4$$

$$\phi_n = 3.079 - 22.86i$$

$$F(\phi_n) = (23.066 \quad -82.328)$$



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



$$Z_E := \frac{R_3 \cdot (R_4 - i \cdot X_{C3})}{R_3 + R_4 + i \cdot (-X_{C3})} - i \cdot (X_{C2} + X_{L3}) \quad Z_E = 5.632 - 36.283i$$

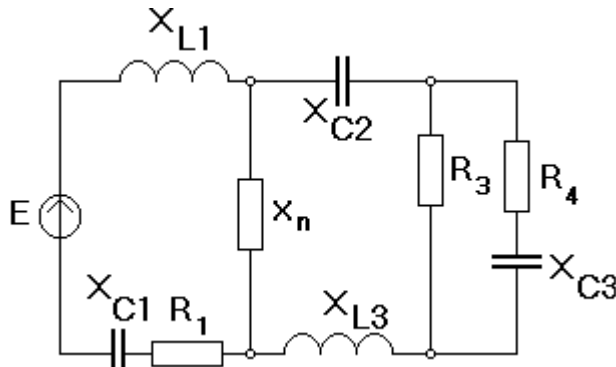
$$Z_E = R_E - j \cdot X_E \quad R_E := \operatorname{Re}(Z_E) \quad R_E = 5.632 \quad X_E := \operatorname{Im}(Z_E) \quad X_E = -36.283$$

За умовою резонансу:

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

$$B_n := \frac{-X_E}{X_E^2 + R_E^2} \quad B_n = 0.027 \quad \text{Реактивний опір вітки: } X_n := \frac{1}{B_n} \quad X_n = 37.157$$

Розрахувати струми для резонансного стану кола;



$$Z_1 := R_1 - X_{C1} \cdot i + X_{L1} \cdot i \quad Z_1 = 5 + 25i$$

$$Z_3 := -X_{C2} \cdot i + X_{L3} \cdot i \quad Z_3 = 15i$$

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

$$Z_5 := R_4 - X_{C3} \cdot i \quad Z_5 = 12 - 8i$$

$$Z_{345} := \frac{Z_4 \cdot Z_5}{Z_4 + Z_5} + Z_3 \quad Z_{345} = 5.632 + 13.717i$$

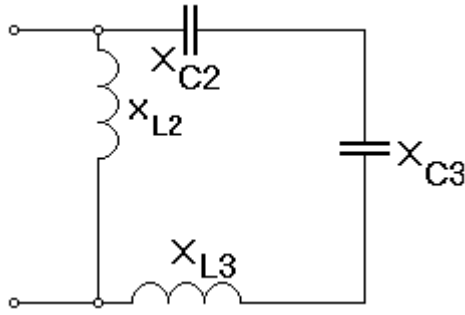
$$\text{Вхідний опір кола: } Z_{VX}(X_N) := \frac{Z_{345} \cdot i \cdot X_N}{Z_{345} + i \cdot X_N} + Z_1$$

$$Z_{VX}(X_N) \left| \begin{array}{l} \text{complex} \\ \text{simplify} \end{array} \right. \rightarrow \frac{(69270 \cdot X_N + 5369 \cdot X_N^2 + 555165 + 457383 \cdot i \cdot X_N + 19552 \cdot i \cdot X_N^2 + 2775825 \cdot i)}{(111033 + 13854 \cdot X_N + 505 \cdot X_N^2)}$$

$$X_N := \operatorname{Im}(Z_{VX}(X_N)) \left| \begin{array}{l} \text{complex} \\ \text{solve, } X_N \rightarrow \\ \text{float, 5} \end{array} \right. \rightarrow \begin{pmatrix} -11.697 + 2.2719 \cdot i \\ -11.697 - 2.2719 \cdot i \end{pmatrix}$$

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



$$L_3 := \frac{X_{L3}}{\omega} \rightarrow \frac{1}{4 \cdot \pi} \quad L_3 = 0.08$$

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

$$C_3 := \frac{1}{\omega \cdot X_{C3}} \rightarrow \frac{1}{800 \cdot \pi} \quad C_3 = 3.979 \times 10^{-4}$$

$$L_2 := \frac{X_{L2}}{\omega} \rightarrow \frac{7}{20 \cdot \pi} \quad L_2 = 0.111$$

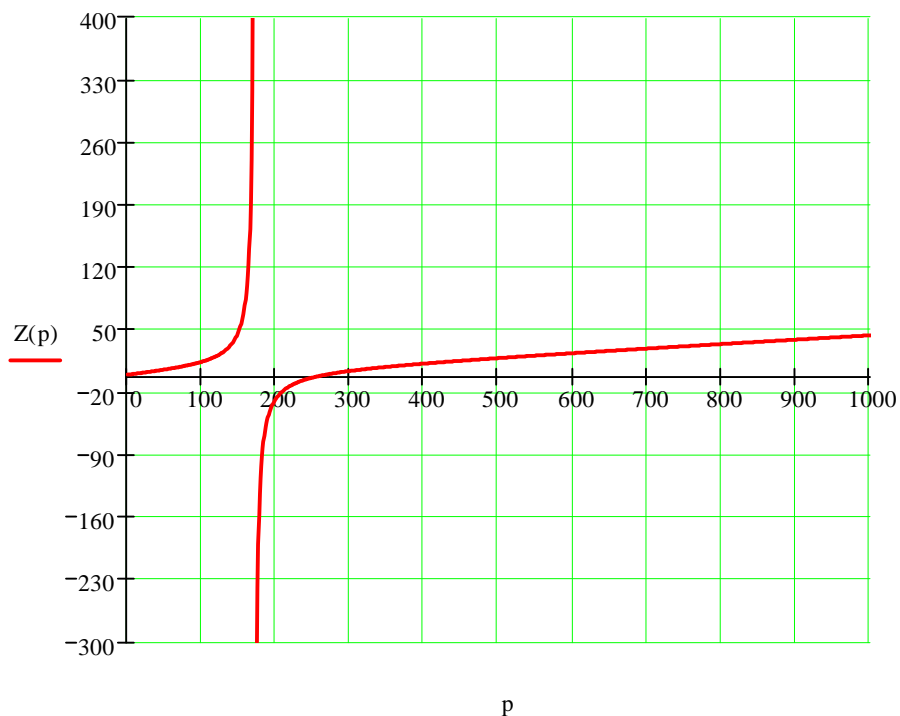
$$Z(p) := \frac{\left(\frac{-1}{C_2 \cdot p} - \frac{1}{C_3 \cdot p} + L_3 \cdot p \right) \cdot L_2 \cdot p}{L_2 \cdot p + \frac{-1}{C_2 \cdot p} - \frac{1}{C_3 \cdot p} + L_3 \cdot p} \rightarrow \frac{7}{20} \cdot \frac{\left(-1800 \cdot \frac{\pi}{p} + \frac{1}{4 \cdot \pi} \cdot p \right)}{\pi} \cdot \frac{p}{\left(\frac{3}{5 \cdot \pi} \cdot p - 1800 \cdot \frac{\pi}{p} \right)}$$

Знаходимо нулі:

$$p' := Z(p) \text{ solve, } p \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{1}{60 \cdot 2^2 \cdot \pi} \\ \frac{1}{-60 \cdot 2^2 \cdot \pi} \\ 0 \end{pmatrix} \quad p' = \begin{pmatrix} 266.573 \\ -266.573 \\ 0 \end{pmatrix} \quad p' := \begin{pmatrix} p'_0 \\ p'_2 \end{pmatrix} \quad p' = \begin{pmatrix} 266.573 \\ 0 \end{pmatrix}$$

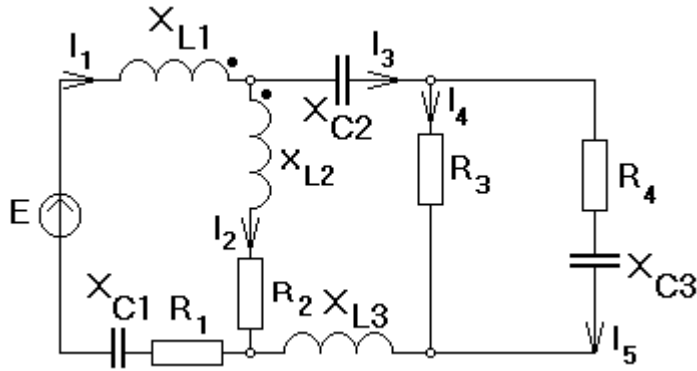
Знаходимо полюси:

$$p'' := \frac{1}{Z(p)} \text{ solve, } p \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{1}{10 \cdot 30^2 \cdot \pi} \\ \frac{1}{-10 \cdot 30^2 \cdot \pi} \end{pmatrix} \quad p'' = \begin{pmatrix} 172.072 \\ -172.072 \end{pmatrix} \quad p'' := p''_0 \quad p'' = 172.072$$



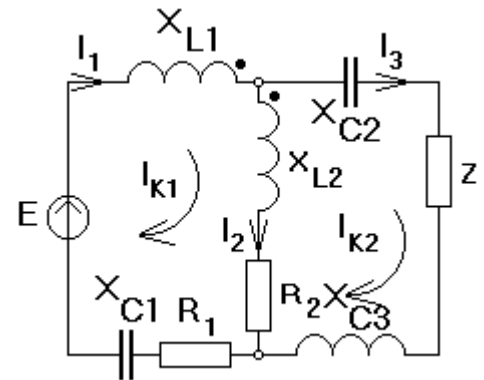
При наявності магнітного зв'язку між індуктивними елементами

- 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



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

$$Z = 5.632 - 1.283i$$



$$Z_{11} := R_1 + R_2 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1} + X_{L2} - 2 \cdot X_M) \rightarrow 12 + 20 \cdot i$$

$$Z_{12} := R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_M) \rightarrow 7 + 15 \cdot i$$

$$Z_{22} := R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_{C2} + X_{L3}) + Z \rightarrow \frac{6379}{505} + \frac{24602}{505} \cdot i$$

Given

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

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

$$\begin{pmatrix} I_{K1} \\ I_{K2} \end{pmatrix} := \text{Find}(I_{K1}, I_{K2}) \text{ float, 15} \rightarrow \begin{pmatrix} .93024942113617 - 5.50805515745742 \cdot i \\ -2.86899567286150 \cdot 10^{-2} - 1.83704425475279 \cdot i \end{pmatrix}$$

$$I_{K1} = 0.93 - 5.508i$$

$$I_{K2} = -0.029 - 1.837i$$

$$I_1 := I_{K1}$$

$$I_1 = 0.93 - 5.508i$$

$$F(I_1) = (5.586 \quad -80.414)$$

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

$$I_2 = 0.959 - 3.671i$$

$$F(I_2) = (3.794 \quad -75.36)$$

$$I_3 := I_{K2}$$

$$I_3 = -0.029 - 1.837i$$

$$F(I_3) = (1.837 \quad -90.895)$$

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

$$I_4 = -0.28 - 1.145i$$

$$F(I_4) = (1.179 \quad -103.73)$$

$$I_5 := I_3 - I_4$$

$$I_5 = 0.251 - 0.692i$$

$$F(I_5) = (0.736 \quad -70.04)$$

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:

$$-I_1 \cdot [R_1 + i \cdot (X_{L1} - X_{C1} - X_M)] + U - I_2 \cdot [R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_M)] = -5.684 \times 10^{-14} + 1.954i \times 10^{-14}$$

$$I_2 \cdot [R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_M)] - I_4 \cdot R_3 - I_3 \cdot (-i \cdot X_{C2} + i \cdot X_M + i \cdot X_{L3}) = 1.421 \times 10^{-14} - 1.148i \times 10^{-13}$$

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

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

$$S_{M1} = -37.339 - 422.244i$$

$$F(S_{M1}) = (423.891 \quad -95.053)$$

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

$$S_{M2} = 37.339 - 422.244i$$

$$F(S_{M2}) = (423.891 \quad -84.947)$$

Перевірка за балансом потужностей

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

$$S_1 = 275.801 + 485.771i$$

$$P := (|I_1|)^2 \cdot R_1 + (|I_2|)^2 \cdot R_2 + (|I_4|)^2 \cdot R_3 + (|I_5|)^2 \cdot R_4 \quad P = 275.801$$

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

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

$$Q = 485.771i$$

Будуємо сумісну векторну діаграму струмів та топографічну діаграму напруг

$$\phi_a := 0$$

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

$$\phi_b = -82.621 - 13.954i$$

$$F(\phi_b) = (83.791 \quad -170.414)$$

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

$$\phi_c = -77.97 - 41.494i$$

$$F(\phi_c) = (88.323 \quad -151.979)$$

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

$$\phi_d = -71.257 - 67.191i$$

$$F(\phi_d) = (97.94 \quad -136.682)$$

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

$$\phi_{d'} = 57.228 - 33.628i$$

$$F(\phi_{d'}) = (66.377 \quad -30.439)$$

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

$$\phi_e = -52.933 - 52.233i$$

$$F(\phi_e) = (74.365 \quad -135.381)$$

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

$$\phi_{e'} = -126.353 - 71.412i$$

$$F(\phi_{e'}) = (145.137 \quad -150.526)$$

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

$$\phi_1 = 93.969 - 34.202i$$

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

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

$$\phi_{1'} = 4.263 \times 10^{-14} - 2.132i \times 10^{-14}$$

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

$$\phi_f = -32.043 - 42.211i$$

$$F(\phi_f) = (52.996 \quad -127.203)$$

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

$$\phi_n = -34.562 - 52.52i$$

$$F(\phi_n) = (62.872 \quad -123.348)$$

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

$$\phi_e = -52.933 - 52.233i$$

$$F(\phi_e) = (74.365 \quad -135.381)$$

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

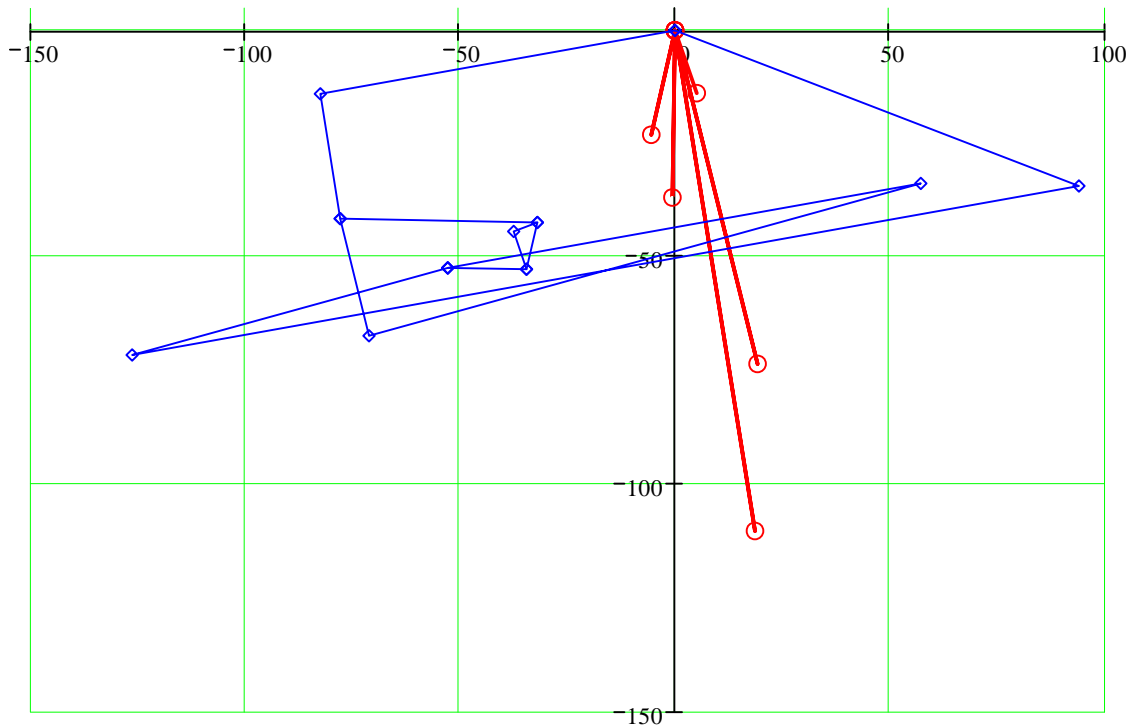
$$\phi_m = -37.576 - 44.221i$$

$$F(\phi_m) = (58.03 \quad -130.356)$$

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

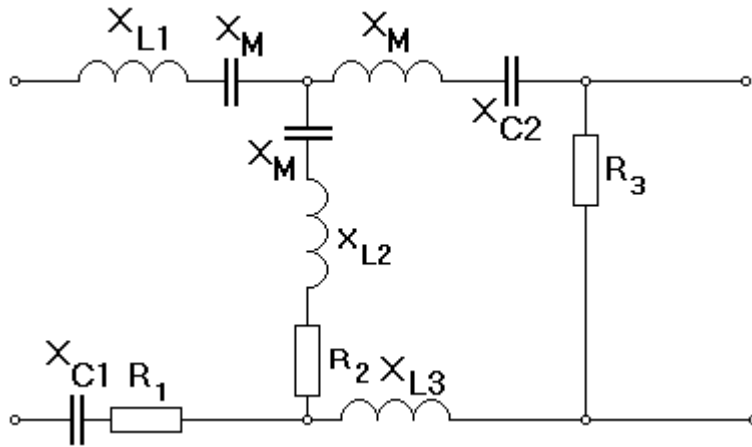
$$\phi_n = -34.562 - 52.52i$$

$$F(\phi_n) = (62.872 \quad -123.348)$$



3. 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":

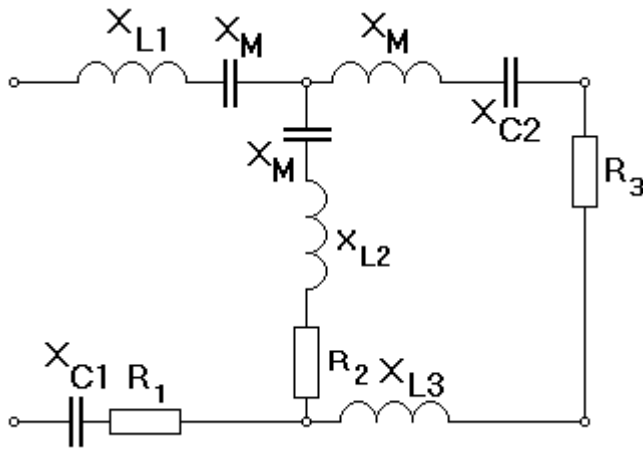
1) Розрахувати коефіцієнти чотириполюсника A, B, C, D



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

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

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



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

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_M) \rightarrow 7 + 15 \cdot i$$

$$Z_3 := R_3 + i \cdot (X_{L3} - X_{C2} + X_M) \rightarrow 9 + 35 \cdot i$$

$$Z_{10} := \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} + Z_1 \quad Z_{10} = 9.212 + 15.588i \quad Z_{20} := \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} + Z_3 \quad Z_{20} = 12.162 + 38.897i$$

$$I_{10} := \frac{U_{10}}{Z_{10}} \quad I_{10} = 1.014 - 5.429i \quad F(I_{10}) = (5.523 \quad -79.418)$$

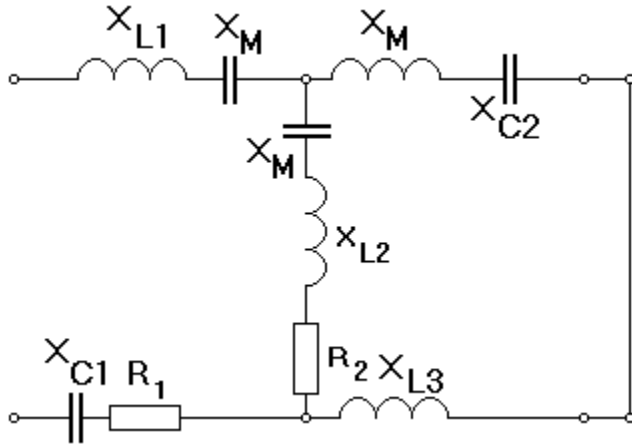
$$I_{30} := I_{10} \cdot \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} \quad I_{30} = 0.101 - 1.739i \quad F(I_{30}) = (1.741 \quad -86.69)$$

$$U_{20} := I_{30} \cdot R_3 \quad U_{20} = 0.905 - 15.647i \quad F(U_{20}) = (15.673 \quad -86.69)$$

$$A := \frac{U_{10}}{U_{20}} \quad A = 2.525 + 5.86i \quad F(A) = (6.38 \quad 66.69)$$

$$C := \frac{I_{10}}{U_{20}} \quad C = 0.35 + 0.045i \quad F(C) = (0.352 \quad 7.272)$$

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



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

$$Z_2 := R_2 + i \cdot (X_{L2} - X_M) \rightarrow 7 + 15 \cdot i$$

$$Z_3 := i \cdot (X_{L3} - X_{C2} + X_M) \rightarrow 35 \cdot i$$

$$Z_K := \frac{Z_2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} + Z_1 \quad Z_K = 8.364 + 15.971i$$

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

$$I_{1K} = 0.738 - 5.497i$$

$$F(I_{1K}) = (5.547 \quad -82.359)$$

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

$$I_{3K} = -0.297 - 1.794i$$

$$F(I_{3K}) = (1.819 \quad -99.406)$$

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

$$B = 10.109 + 54.051i$$

$$F(B) = (54.988 \quad 79.406)$$

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

$$D = 2.916 + 0.894i$$

$$F(D) = (3.05 \quad 17.047)$$

Перевірка $A \cdot D - B \cdot C = 1$

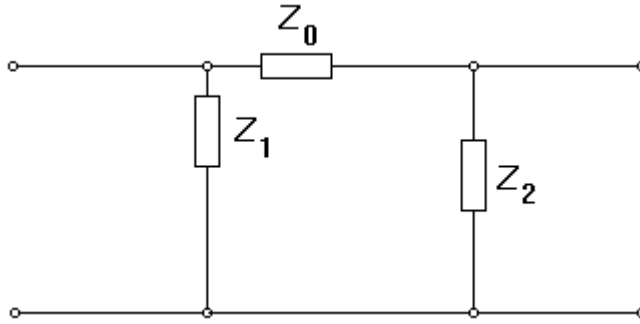
$$F(A) = (6.38 \quad 66.69)$$

$$F(B) = (54.988 \quad 79.406)$$

$$F(C) = (0.352 \quad 7.272)$$

$$F(D) = (3.05 \quad 17.047)$$

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



$$Z_0 := B \quad Z_0 = 10.109 + 54.051i \quad F(Z_0) = (54.988 \quad 79.406)$$

$$Y_1 := \frac{D - 1}{B} \quad Y_1 = 0.022 - 0.031i \quad F(Y_1) = (0.038 \quad -54.389)$$

$$Y_2 := \frac{A - 1}{B} \quad Y_2 = 0.11 - 7.664i \times 10^{-3} \quad F(Y_2) = (0.11 \quad -3.991)$$

$$R_0 := \operatorname{Re}(Z_0) \quad R_0 = 10.109 \quad X_{L0} := \operatorname{Im}(Z_0) \quad X_{L0} = 54.051$$

$$Z_1 := \frac{1}{Y_1} \quad Z_1 = 15.143 + 21.143i \quad R_1 := \operatorname{Re}(Z_1) \quad R_1 = 15.143 \quad X_{L1} := \operatorname{Im}(Z_1) \quad X_{L1} = 21.143$$

$$Z_2 := \frac{1}{Y_2} \quad Z_2 = 9.06 + 0.632i \quad R_2 := \operatorname{Re}(Z_2) \quad R_2 = 9.06 \quad X_{L2} := \operatorname{Im}(Z_2) \quad X_{L2} = 0.632$$

$$L_1 := \frac{X_{L1}}{\omega} \quad L_1 = 0.067$$

$$L_2 := \frac{X_{L2}}{\omega} \quad L_2 = 2.012 \times 10^{-3}$$

$$L_0 := \frac{X_{L0}}{\omega} \quad L_0 = 0.172$$

