

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»  
Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра обчислювальної техніки

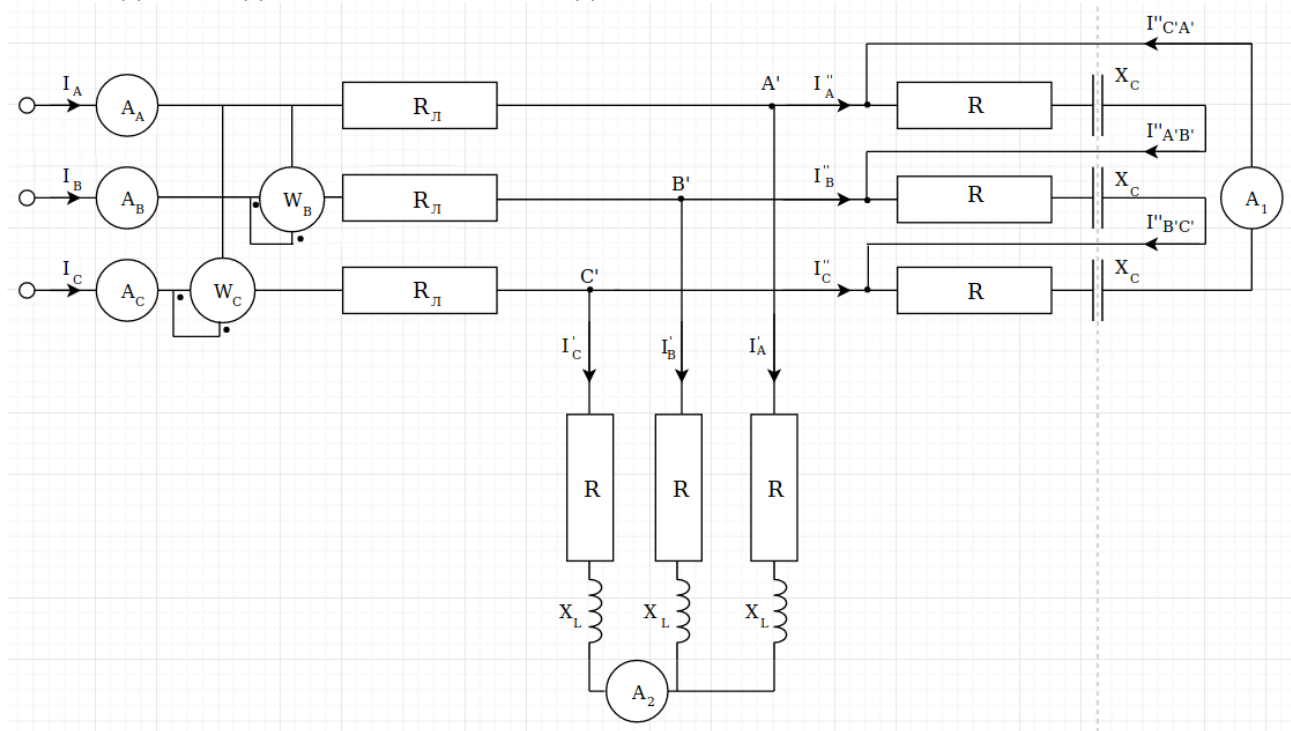
Графічна розрахункова робота №1  
З дисципліни «Додаткові розділи теорії електричних та магнітних кіл»

Виконав:  
студент 2 курсу ФІОТ  
групи ІВ-71  
Мазан Я. В.  
Залікова – 7109  
Варіант – 309

Перевірив:  
асистент  
Лободзинський В. Ю.

Київ – 2019

### Схема для завдання та початкові дані:

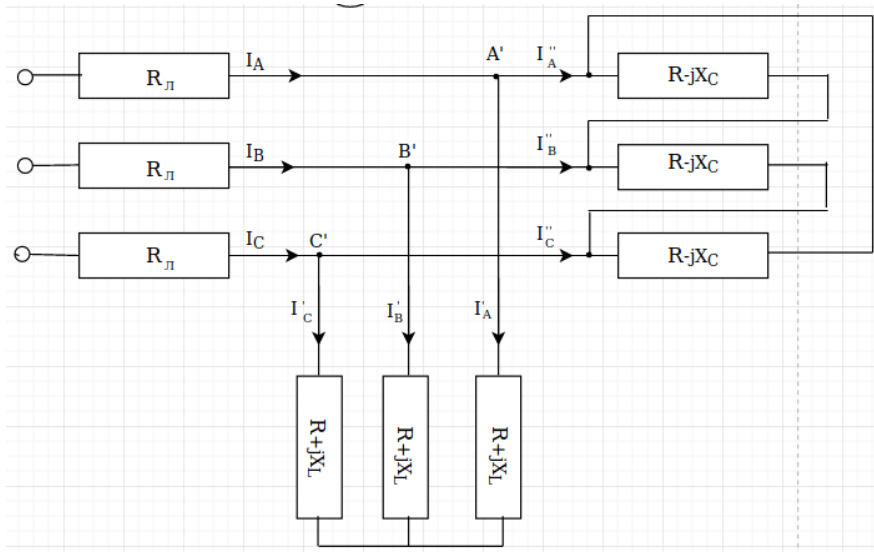


$$U_A = 200 \text{ В}; \quad \psi_A = -20^\circ; \quad R_L = 12 \text{ Ом}; \quad R = 80 \text{ Ом}; \\ X_L = 27 \text{ Ом}; \quad X_C = 93 \text{ Ом}$$

### Розв'язання:

Прийmemo  $U_A = 200 e^{-20j} \text{ В}; U_B = 200 e^{-140j} \text{ В}; U_C = 200 e^{100j} \text{ В};$

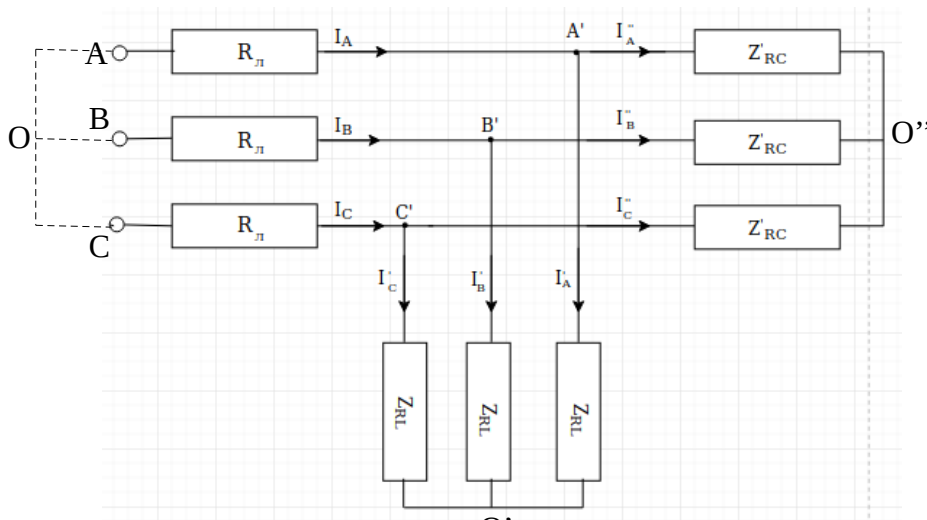
Для зручності перемалюю схему, об'єднавши опори на послідовно з'єднаних елементах:



Буду позначати  $R + jX_L = Z_{RL}; R - jX_C = Z_{RC}$

$$Z_{RL} = 80 + 27j = 84.4 e^{18.6j} \text{ Ом}; \quad Z_{RC} = 80 - 93j = 122.7 e^{-49.3j} \text{ Ом}$$

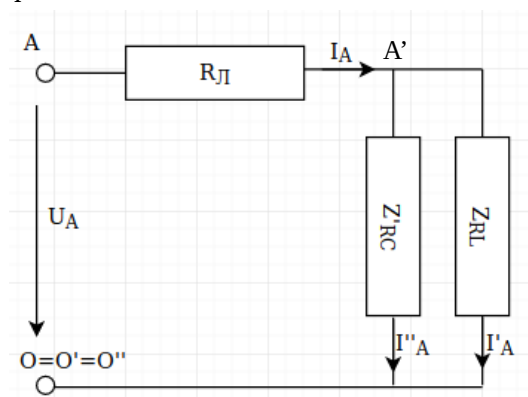
Перетворимо з'єднання типу "трикутник" на "зірку" в місці знаходження опорів  $Z_{RC}$ :



$$Z'_{RC} = \frac{Z_{RC}^2}{3Z_{RC}} = \frac{Z_{RC}}{3} \quad Z'_{RC} = \frac{80}{3} - 31j = 40.9e^{-49.3j} \text{ Ом}$$

Так, як маємо симетричні вітки ( $Z_{i,RL}$  рівні між собою,  $Z_{i,RC}$  ідентично), тому маємо, що  $U_{OO'} = U_{OO''} = 0 \Rightarrow O = O' = O''$

Через те, що в нас система симетрична, можемо розрахувати струми лише для одної вітки (візьмемо вітку А), а струми у інших вітках будуть відставати і випереджати відповідні за фазою  $120^\circ$ .



Пошук сумарного опору  $Z_{екв}$ :

$$Z_{екв} = R_{Л} + \frac{Z'_{RC} Z_{RL}}{Z'_{RC} + Z_{RL}} = 12 + \frac{40.9e^{-49.3j} 84.4e^{18.6j}}{40.9e^{-49.3j} + 84.4e^{18.6j}} = 40.43 - 14.43j \text{ Ом} = 43.2744e^{-20.89j} \text{ Ом}$$

Пошук відповідних струмів/напруг для віток В,С:

$$I_A = \frac{U_A}{Z_{екв}} = 4.62 + 0.07j \text{ Ом} = 4.62e^{0.87j} \text{ Ом}$$

$$I'_A = I_A \frac{Z'_{RC}}{Z'_{RC} + Z_{RL}} = 4.62e^{0.87j} \frac{80 - 93j}{3(\frac{320}{3} - 4j)} = 1.22 - 1.28j \text{ А} = 1.77e^{-46.37j} \text{ А}$$

$$I''_A = I_A \frac{Z_{RL}}{Z'_{RC} + Z_{RL}} = 4.62e^{0.87j} \frac{80 + 27j}{\frac{320}{3} - 4j} = 3.4 + 1.35j \text{ А} = 3.66e^{21.66j} \text{ А}$$

$$U_{AA'} = I_A R_{Л} = 55.44 + 0.84j \text{ В} = 55.44e^{0.87j} \text{ В}$$

Усі струми/напруги у вітці В відстають від відповідних у вітці А на  $120^\circ$ :

$$I_B = 4.62e^{-119.13j} \text{ А} = -2.24 - 4j \text{ А}$$

$$I'_B = 1.77 e^{-166.37} j A = -1.72 - 0.42 j A$$

$$I''_B = 3.66 e^{-98.34} j A = -0.53 - 3.62 j A$$

$$U_{BB'} = 5.44 e^{-119.13} j B = -26.98 - 48.44 j B$$

Усі струми/напруги у вітці С випереджають відповідні у вітці А на 120°:

$$I_C = 4.62 e^{120.87} j A = -2.37 + 4 j A$$

$$I'_C = 1.77 e^{73.63} j A = 0.5 + 1.7 j A$$

$$I''_C = 3.66 e^{141.66} j A = -2.87 + 2.3 j A$$

$$U_{CC'} = 5.44 e^{120.87} j B = -28.46 + 47.6 j B$$

Із перетвореної схеми маємо:

$$U_{A'B'} = Z'_{RC} (I''_A - I''_B) = 40.9 e^{-49.3} j (3.4 + 1.35 j + 0.53 + 3.62 j) = 258.87 + 10.7 j B = 259.09 e^{2.37} j B$$

$$U_{B'C'} = Z'_{RC} (I''_B - I''_C) = 40.9 e^{-49.3} j (-0.53 - 3.62 j + 2.87 - 2.3 j) = -120.19 - 229.61 j B = 259.16 e^{-117.63} j B$$

$$U_{C'A'} = Z'_{RC} (I''_C - I''_A) = 40.9 e^{-49.3} j (-2.87 + 2.3 j - 3.4 - 1.35 j) = -138.68 + 218.9 j B = 259.13 e^{122.36} j B$$

Пошук струмів у “трикутнику”:

$$I''_{C'A'} = \frac{U_{C'A'}}{Z_{RC}} = -2.09 + 0.31 j A = 2.11 e^{171.56} j A$$

$$I''_{A'B'} = \frac{U_{A'B'}}{Z_{RC}} = 1.31 + 1.66 j A = 2.11 e^{51.72} j A$$

$$I''_{B'C'} = \frac{U_{B'C'}}{Z_{RC}} = 0.78 - 1.96 j A = 2.11 e^{-68.3} j A$$

Покази вимірювальних приладів:

$$I_{A_1} = I''_{C'A'} = 2.11 A; I_{A_2} = I'_C = 1.77 A; I_{A_A} = I_A = 4.62 A; I_{A_B} = I_B = 4.62 A; I_{A_C} = I_C = 4.62 A;$$

$$U_{BA} = U_{AB} e^{180j} = U_A \sqrt{3} e^{210j} = 346.41 e^{-170j} = -341.15 - 60.15 j$$

$$U_{CB} = U_{BC} e^{180j} = U_B \sqrt{3} e^{210j} = 346.41 e^{70j} = 118.48 + 325.52 j$$

$$P_B = \Re [U_{BA} \overset{\circ}{I}_A] = \Re [346.4 e^{-170j} 4.62 e^{119.13j}] = 1600.37 \cos(50.87^\circ) = 1009.6 Bm$$

$$P_C = \Re [U_{CB} \overset{\circ}{I}_C] = \Re [346.4 e^{70j} 4.62 e^{-120.87j}] = 1600.37 \cos(50.87^\circ) = 1009.6 Bm$$

$$P_W = P_B + P_C$$

Баланс потужностей:

$$\widetilde{S}_{дж} = 3 U_A \overset{\circ}{I}_A = 3 \cdot 200 e^{-20j} \cdot 4.62 e^{-0.87j} = 2772 e^{-20.87j} Bm = 2590.13 - 987.52 j Bm$$

$$\widetilde{S}_{спож} = 3 (I_A^2 R_L + I_A'^2 Z'_{RC} + I_A'^2 Z_{RL}) = 2775.6 e^{-20.95j} Bm = 2592.11 - 992.42 j Bm$$

$$\widetilde{S}_{дж} \approx \widetilde{S}_{спож}$$

Суміщена векторна діаграма струмів та напруг:

