Практичне заняття 4.
"Розрахунок трифазної системи споживачів"

Завдання. Для трифазної лінії промислової частоти $f = 50Гц$ (рис.1.) напругою $380/220\,В$ з допомогою вимикачів $SA1$, $SA2$, $SA3$ під'єднуються споживачі – лампи розжарювання з загальною потужністю кожної з фаз P_A, P_B і P_C і номінальною напругою $U_H = 220В$.

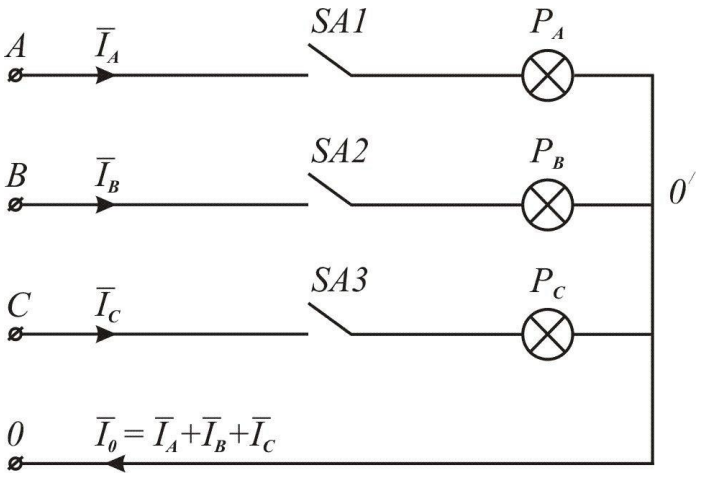


Рис.1.

Необхідно:

1. Накреслити електричну схему рис.1.
2. Визначити лінійні (фазні) струми споживачів P_A, P_B і P_C
3. Побудувати в масштабі векторну діаграму напруг і струмів фаз і визначити графічно струм I_0 в нейтральному (нульовому) проводі.
4. побудувати векторну діаграму і визначити напругу і струм кожної з фаз при:

а) рівномірному навантаженні фаз $P_A = P_B = P_c = 2200Вт$;

б) обриві одної із фаз;

в) при обриві нульового провідника.

Вихідні значення:
P_A=2300 (Вт);
P_B=3300 (Вт);
P_C=4300 (Вт);

Розв'язок.

2. Лампочки розжарювання номінальною напругою $U_н = 220B$ вмикаються в трифазну чотирьохпроводну мережу $380/220$ на фазну напругу $U_ф = 220B$.

Наявність четвертого (нейтрального) провідника забезпечує симетрію фазних напруг навіть при заданому несиметричному навантаженні окремих фаз і тому струм кожної фази може бути визначений за формулами

$$I_A = \frac{P_A}{U_ф};\ I_B = \frac{P_B}{U_ф} \text{ і } I_C = \frac{P_C}{U_ф}.$$

$$I_A = \frac{2300}{220} = 10{,}45(A);\ I_B = \frac{3300}{220} = 15(A);\ I_C = \frac{4300}{220} = 19{,}55(A).$$

3. Векторна діаграма напруг зображена на рис.2. Де $U_A = U_B = U_C = U_ф$ - фазні напруги (220 В); $U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = U_Л$ - лінійні напруги (380 В).

Векторна діаграма струмів зображена на рис.3. Де I_A, I_B, I_C - фазні струми споживачів; I_0 - струм нейтрального провідника. З векторної діаграми визначаємо I_0=*7,88 (А).*

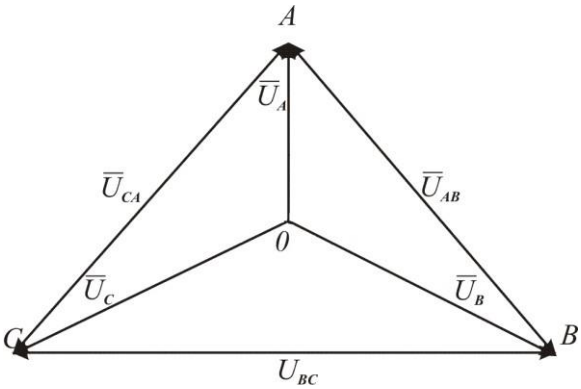


Рис.2. Векторна діаграма напруг з нульовим провідником.

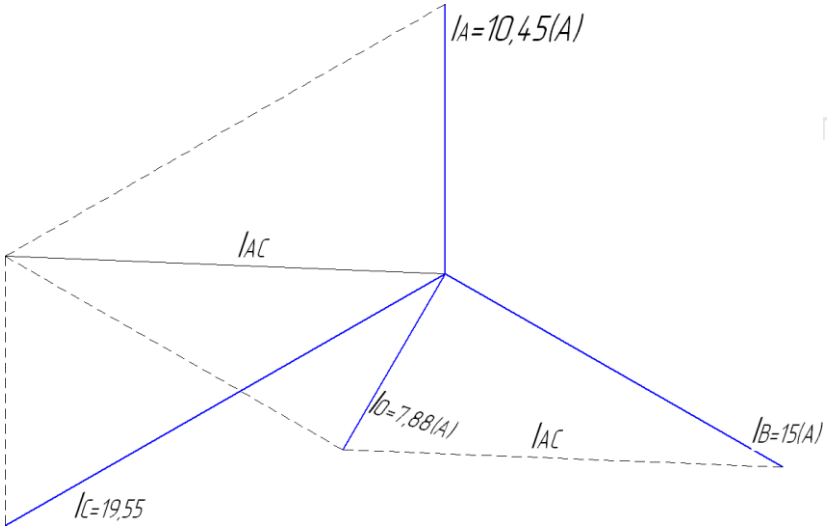


Рис.3. Векторна діаграма струмів при нерівномірному навантаженні з нульовим провідником.

4а). У випадку рівномірного навантаження усі фазні струми будуть рівними $I_A = I_B = I_C = \frac{2200}{220} = 10(A)$. А їх сума (струм нульового провідника I_0) буде рівна нулю (рис.4)

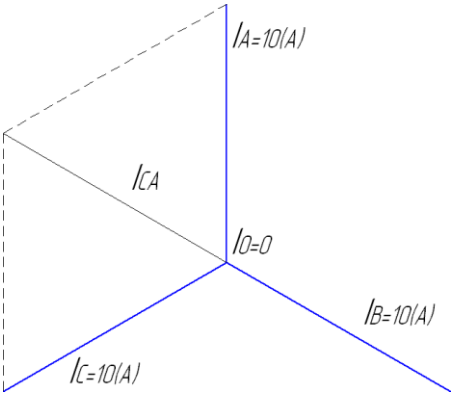


Рис.4. Векторна діаграма струмів при симетричному навантаженні.

Тобто при такому навантаженні нульовий провідник не обов'язковий.

4б). У випадку обриву одного з фазних провідників, відповідний фазний струм буде рівний нулю. А струм нульового провідника значно зросте. Зобразимо цей випадок при обриві фази А (рис.5).

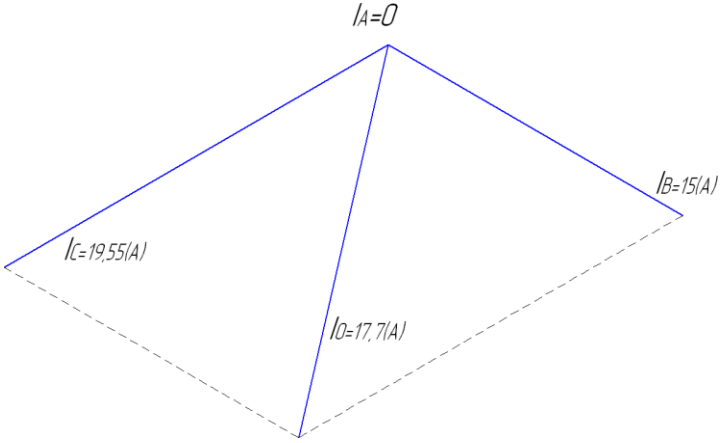


Рис.3.5. Векторна діаграма струмів при обриві фази "А".

З векторної діаграми рис.5. знаходимо струм нульового провідника $I_0=17,7A$.

4.в.) При нерівномірному навантаженні і обриві нульового провідника виникає так зване явище "Перекосу фаз". Для побудови векторної діаграми в такому випадку, спочатку необхідно визначити напругу $\dot{U}_0$ між нейтральними точками генератора N та споживачів N' за формулою:

$$\dot{U}_0 = \frac{\dot{U}_A Y_A + \dot{U}_B Y_B + \dot{U}_C Y_C}{Y_A + Y_B + Y_C + Y_0}$$

де Y_A, Y_B, Y_C – повні провідності споживачів; $\dot{U}_A, \dot{U}_B, \dot{U}_C$ - фазні напруги генератора.

$$Y_A = \frac{1}{R_A} = \frac{P}{U^2} = \frac{2300}{220^2} = 0{,}0475 \text{ (Сім);}$$

$$Y_B = \frac{3300}{220^2} = 0{,}0682 \text{ (Сім);}$$

$$Y_C = \frac{4300}{220^2} = 0{,}0888 \text{ (Сім).}$$

Тоді $\dot{U}_0 = \frac{220 \cdot 0{,}0475 + 220 \cdot 0{,}0682 + 220 \cdot 0{,}0888}{0{,}0475 + 0{,}0682 + 0{,}0888 + 1} = 38{,}45 \text{ (В).}$

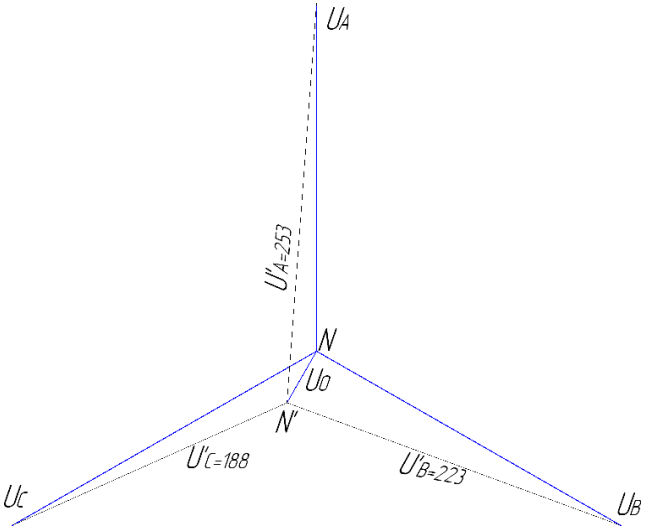


Рис.6. Векторна діаграма напруг при нерівномірному навантаженні без нульового провідника.

З векторної діаграми рис.6. знаходимо напруги на споживачах: $U'_A = 253(B); U'_B = 223(B); U'_C = 188(B).$

Та струми: $I_A = U'_A \cdot Y_A = 12(A); I_B = 15{,}2(A); I_C = 16{,}7(A).$

Домашнє завдання.

Виконати розрахунки пунктів 1-4 та побудувати векторні діаграми по вихідних даних таблиці 1. Числові значення P_A, P_B, P_C визначають, як середнє значення, що відповідають десяткам і одиницям шифру.

Наприклад, для шифру 13

$$P_A = \frac{3100 + 3300}{2} = 3200; P_B = \frac{1100 + 1300}{2} = 1200;$$

$$Pc = \frac{2100 + 2300}{2} = 2200.$$

Таблиця 1.

Варіант	**P_A**	**P_B**	**P_C**
0	3000	1000	2000
1	3100	1100	2100
2	3200	1200	2200
3	3300	1300	2300
4	3400	1400	2400
5	3500	1500	2500
6	3600	1600	2600
7	3700	1700	2700
8	3800	1800	2800
9	3900	1900	2900