

Методичні вказівки до виконання задачі 5

Трифазне коло це сукупність трьох однофазних кіл, в яких одночасно діють три рівні за величиною і зміщені за фазою одна відносно іншої на третину періода (120 градусів) синусоїдальні ЕРС однакової частоти.

З'єднання, при якому кінці трьох споживачів електроенергії з опором Z_a, Z_b, Z_c , (рис. 5.11) з'єднані в одну точку, а до їх початків підведена напруга трифазного змінного струму, називається зіркою. Кожний із цих однофазних споживачів називають фазою.

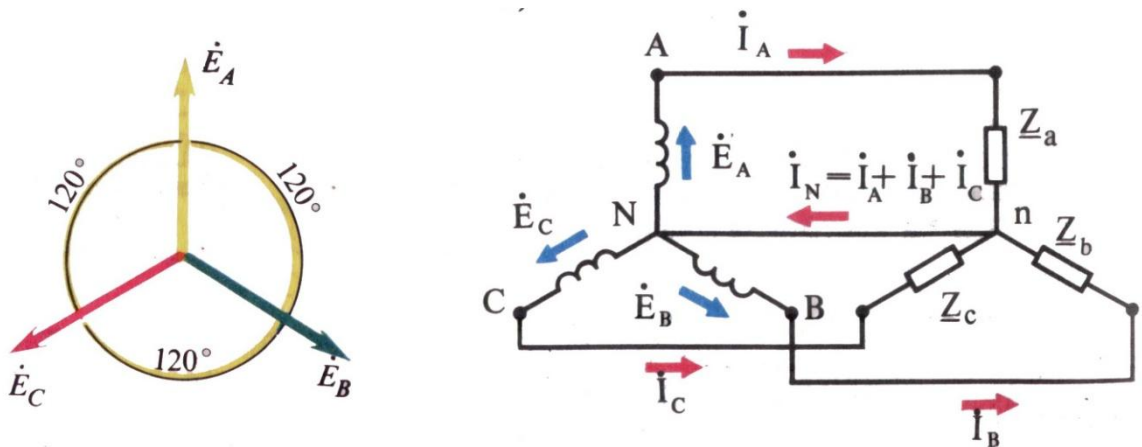


Рисунок 5.11. – З'єднання джерела та споживача зіркою

Точка з'єднання кінців споживачів називається нейтральною, а провідник, який з'єднує її з нейтральною точкою джерела - нейтральним провідником. Решта провідників, які з'єднують джерело із споживачем, називають лінійними.

Напруги між лінійними провідниками U_{ab}, U_{bc}, U_{ca} називаються лінійними, а між нейтральними і лінійними провідниками - фазними напругами (U_a, U_b, U_c). Лінійна і фазна напруга зв'язані між собою векторними рівняннями:

$$\vec{U}_{ab} = \vec{U}_a - \vec{U}_b; \vec{U}_{bc} = \vec{U}_b - \vec{U}_c; \vec{U}_{ca} = \vec{U}_c - \vec{U}_a$$

Струми в лінійних провідниках називають лінійними, а струми в споживачах (в фазах) - фазними. При з'єднанні споживачів зіркою лінійні струми дорівнюють фазним: $\vec{I}_L = \vec{I}_\phi$.

Струм в нейтральному провіднику I_n дорівнює геометричній сумі струмів фаз: $\vec{I}_n = \vec{I}_a + \vec{I}_b + \vec{I}_c$

Навантаження трифазного кола може бути симетричним і несиметричним. Умова симетричного навантаження: $Z_a = Z_b = Z_c$, а також $R_a = R_b = R_c$ і $X_a = X_b = X_c$, де Z, R, X - відповідно повний, активний і реактивний опори фаз споживачів електроенергії.

При симетричній підведеній напрузі і симетричному навантаженні система струмів кола також буде симетричною. На рис. 5.13 зображена векторна діаграма струмів і напруг для симетричного режиму і активно-індуктивного навантаження (кут зсуву фаз $\varphi \geq 0$). З цієї діаграми видно, що симетричні системи лінійних і фазних напруг зміщені між собою на кут 30 градусів. Крім цього, користуючись діаграмою можна легко встановити, що:

$$U_{\text{л}} = \sqrt{3} U_{\phi} = 1,73 U_{\phi}$$

Струм в нейтральному провіднику $\vec{I}_n = \vec{I}_a + \vec{I}_b + \vec{I}_c = 0$. Тому при симетричному режимі необхідності в нейтральному проводі немає, передача електроенергії від джерела до споживача здійснюється трипровідною системою.

Якщо симетрія навантаження порушується ($Z_a \neq Z_b \neq Z_c$), то система фазних струмів не буде симетричною. При наявності в системі четвертого (нейтрального) провідника в ньому з'являється струм $\vec{I}_n = \vec{I}_a + \vec{I}_b + \vec{I}_c > 0$. Потенціал нейтральної точки джерела 0' стає близьким до потенціалу нейтральної точки джерела 0 і несиметрія фазної напруги значно послаблюється.

При відсутності нейтрального провідника фазні (вони ж і лінійні) струми встановлюються так, щоб їх геометрична сума дорівнювала нулю (рис.5.12). Нейтральна точка навантаження 0' переміщується відносно нейтральної точки джерела 0. Це призводить до порушення симетрії фазних напруг на зажимах споживачів навіть при симетрії напруг джерела. Споживач з меншим опором (більшим навантаженням) попаде під більш низьку напругу, ніж споживач з більшим опором (меншим навантаженням).

Порушується також симетрія кутів зсуву фазної напруги і співвідношення між лінійними і фазними напругами ($\frac{U_{\text{л}}}{U_{\phi}} = \sqrt{3}$).

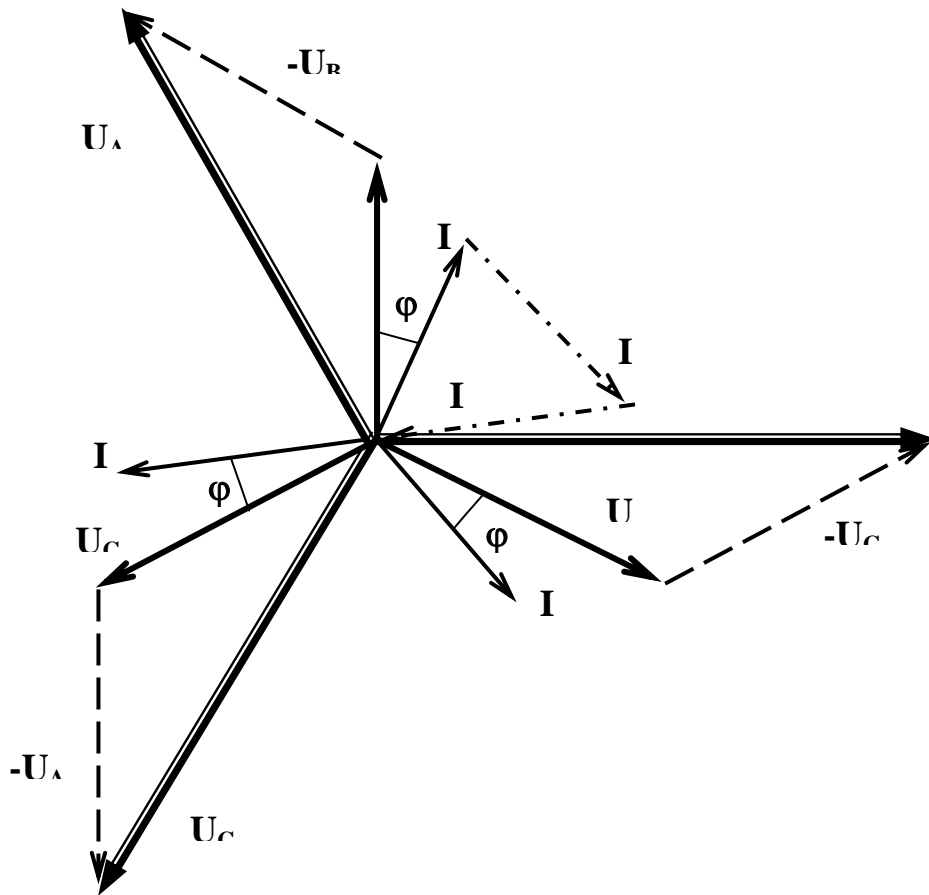


Рисунок 5.13. – Векторна діаграма струмів та напруг трифазного кола при симетричному навантаженні

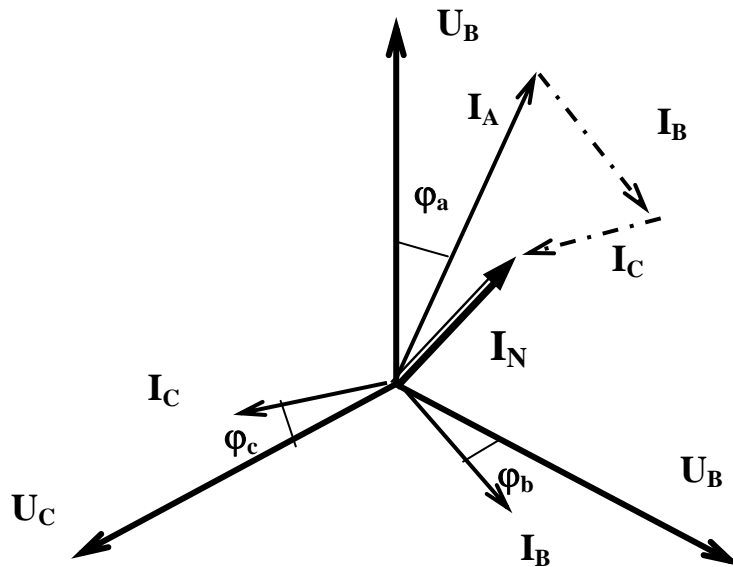


Рисунок 5.14 – Графічне визначення струму в нейтральному провіднику

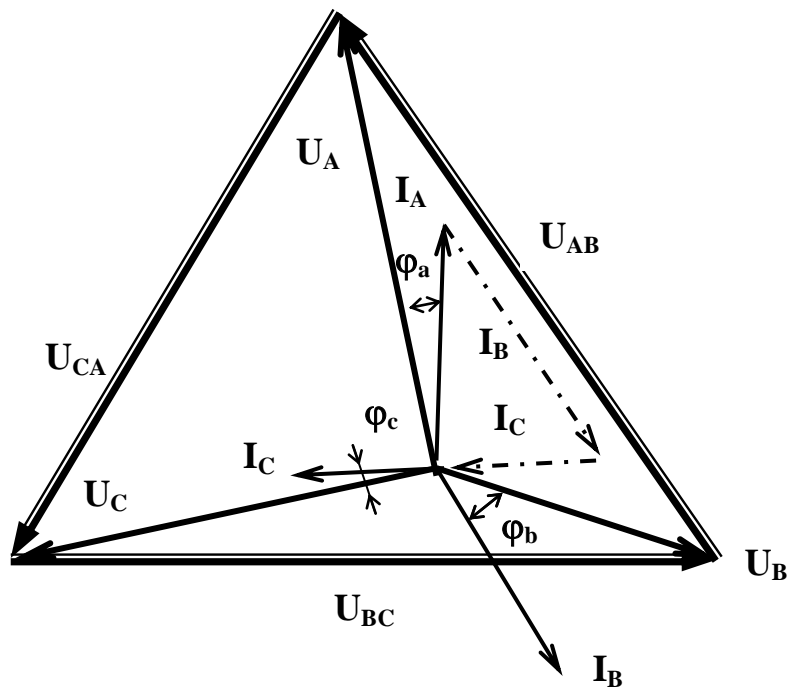


Рисунок 5.15. – Зміна фазних напруг при відсутності нейтрального проводу з несиметричним навантаженням.

Струм в нейтральному провіднику I_n звичайно менший, ніж струми в лінійних провідниках, тому перетин його, як правило менший, ніж перетин лінійних.

Розрив лінійного провідника призводить до вимикання одного із споживачів. Наприклад, при розриві фази А вимикається споживач Z_a .

При наявності нейтрального провідника це не впливає на роботу двох інших споживачів (двох інших фаз), або, іншими словами, фазні напруги не змінюються. Якщо нейтральний провідник відсутній, то решта два споживача лишаються ввімкнутими послідовно на лінійну напругу. Напруга ж на споживачах розподіляється пропорційно їх повним опорам, у цьому разі режим роботи кола буде порушений.