

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЮ В ЯКОСТІ ФІЛЬТРУ ЛІНІЙНИХ НАПРУГ

Попова І.О., к.т.н.

irirnapopova54@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імен Дмитра Моторного

Актуальність та постановка проблеми. Причин виходу з ладу обмотки статора АД багато, до них належать: струмові перевантаження обмотки статора збоку виникнення неприпустимої асиметрії напруги фаз мережі (до 50%) або обрив фазного проводу виходить з ладу до 45% статорних обмоток АД та інші [1]. Найбільш простими пристроями надійного діагностування несиметричних режимів трифазної напруги є фільтри симетричних складових, які розділяються на фільтрові датчики напруги: прямої, зворотної і нульової послідовностей, параметри складових елементів фільтрів напруги визначаються таким чином, щоб виділити ту, чи іншу симетричну складову напруги [2, 3].

Основні матеріали дослідження. Фільтр напруги – це спеціальний пристрій у вигляді електричної схеми, який виділяє із несиметричної напруги мережі якусь симетричну складову напруги. Дослідимо можливість використання пристрою (рисунок 1.а), який містить дві котушки з однаковими параметрами і конденсатор в якості фільтру напруги прямої і зворотної послідовностей. При несиметричній системі лінійних напруг кола напруги у фазах *a* і *c* визначаються згідно позначень рисунку 1.б і комплексів фазних провідностей Y_a, Y_b, Y_c за рівняннями

$$\dot{U}_a = \frac{\dot{U}_{ab} \cdot Y_b + \dot{U}_{ac} \cdot Y_c}{Y_a + Y_b + Y_c}; \quad \dot{U}_c = \frac{\dot{U}_{ca} \cdot Y_a + \dot{U}_{cb} \cdot Y_b}{Y_a + Y_b + Y_c}. \quad (1)$$

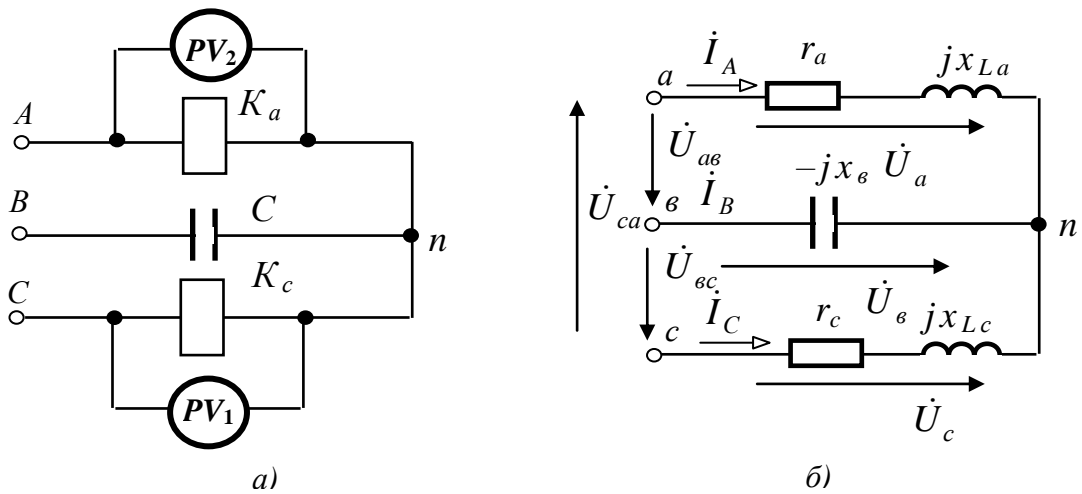


Рисунок 1. Принципова (а) і розрахункова (б) електричні схеми пристрою

Лінійні напруги при з'єднанні зіркою не містять складової напруги нульової послідовності. Тоді представимо лінійні напруги пристрою через симетричні складові несиметричної лінійної напруги

$$\begin{cases} \dot{U}_{ab} = \dot{U}_{ab1} + \dot{U}_{ab2} = \dot{U}_1 + \dot{U}_2; \\ \dot{U}_{bc} = a^2 \cdot \dot{U}_{ab1} + a \cdot \dot{U}_{ab2} = a^2 \cdot \dot{U}_1 + a \cdot \dot{U}_2; \\ \dot{U}_{ca} = a \cdot \dot{U}_{ab1} + a^2 \cdot \dot{U}_{ab2} = a \cdot \dot{U}_1 + a^2 \cdot \dot{U}_2, \end{cases} \quad (2)$$

де a – оператор трифазної системи, $a = e^{j120^\circ}$.

Визначимо фазні напруги (1) через лінійні напруги (2) пристрою

$$\begin{aligned} \dot{U}_a &= \frac{\dot{U}_1 \cdot (Y_\epsilon - a \cdot Y_c) + \dot{U}_2 \cdot (Y_\epsilon - a^2 \cdot Y_c)}{Y_a + Y_\epsilon + Y_c}; \\ \dot{U}_c &= \frac{\dot{U}_1 \cdot (a \cdot Y_a - a^2 \cdot Y_\epsilon) + \dot{U}_2 \cdot (a^2 Y_a - a \cdot Y_\epsilon)}{Y_a + Y_\epsilon + Y_c}. \end{aligned} \quad (3)$$

Якщо прийняти $(Y_\epsilon - a \cdot Y_c) = 0$ та $(a^2 \cdot Y_a - a \cdot Y_\epsilon) = 0$, то з (3)

$$\dot{U}_a = \dot{U}_2 \frac{(Y_\epsilon - a^2 \cdot Y_c)}{Y_a + Y_\epsilon + Y_c}; \quad \dot{U}_c = \dot{U}_1 \frac{(a \cdot Y_a - a^2 \cdot Y_\epsilon)}{Y_a + Y_\epsilon + Y_c}. \quad (4)$$

Таким чином, напруга фази «а» пристрою містить тільки симетричну складову зворотної послідовності (покази вольтметра V2), напруга фази «с» містить тільки симетричну складову прямої послідовності (покази вольтметра V1). Умовою фільтру є $Y_a = Y_c = a^2 \cdot Y_\epsilon$; якщо провідність фази «в» $Y_\epsilon = j\omega C$ (де ω – кругова частота), тоді

$$Y_a = Y_c = a^2 \cdot j\omega C = g - jb_L, \quad (5)$$

де активна провідність $g = \frac{r_a}{z^2} = \frac{\sqrt{3} \cdot \omega C}{2}$, якщо квадрат повного опору $z^2 = r^2 + (\omega L)^2$,

реактивна провідність $b_L = \frac{\omega L}{z^2} = \frac{\omega C}{2}$. Співвідношення опорів котушки і конденсатора в

пристрої: активний опір $r = \frac{z^2 \cdot \sqrt{3} \cdot \omega C}{2}$; індуктивний опір $\omega L = \frac{z^2 \cdot \omega C}{2}$.

Співвідношення опорів котушки дорівнюють $\frac{r}{\omega L} = \sqrt{3}$ [4, 5].

Пристрій можна використовувати в якості фільтру напруги прямої і зворотної послідовностей за умови підбору параметрів котушок і конденсатора.

Висновок. Запропонований пристрій можна використовувати в якості фільтра напруги прямої і зворотної послідовності в разі дотримання співвідношення параметрів.

Список використаних джерел.

1. Попова І.О., Мінкін О.В. Ресурсозберігаючий пристрій захисту від несиметричних режимів асинхронних двигунів двигуна. «Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку»: збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (м. Переяслав-Хмельницький, 17 листопада 2018 р.). Переяслав-Хмельницький, 2018. Вип. 46. С. 495-499.

2. Попова І.О. Визначення параметрів активно-смісного фільтра напруги зворотної послідовності. *Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем*: зб. тез доповідей I Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. пам'яті В.В. Овчарова. Мелітополь, 2020. С.18-19.

3. Попова І.О., Попрядухін В.С. Параметри контролю несиметричних режимів роботи асинхронних двигунів для розробки ефективного захисту. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Вип. 9. Т. 1 (41), 2019. DOI: 10.31388/2220-8674-2019-1-41

4. Попова І.О. Пристрій діагностування та захисту групи асинхронних електродвигунів. *Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем*.: зб. тез доповідей II Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. пам'яті В.В. Овчарова. Мелітополь, 2020. С. 44-45.

5. Попова І.О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі. /Автореф. дис. кандидата техн. наук. Мелітополь: 2003. 20 с.