

УДК 621.313.1

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЮ В ЯКОСТІ ФІЛЬТРУ ЛІНІЙНИХ НАПРУГ

Попова І. О., к.т.н.

[irirnapopova54@gmail.com](mailto:irirnapopova54@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,  
м. Мелітополь

**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 (рис. 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 рис. 1.б і комплексів фазних провідностей  $Y_a, Y_b, Y_c$  за рівняннями

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

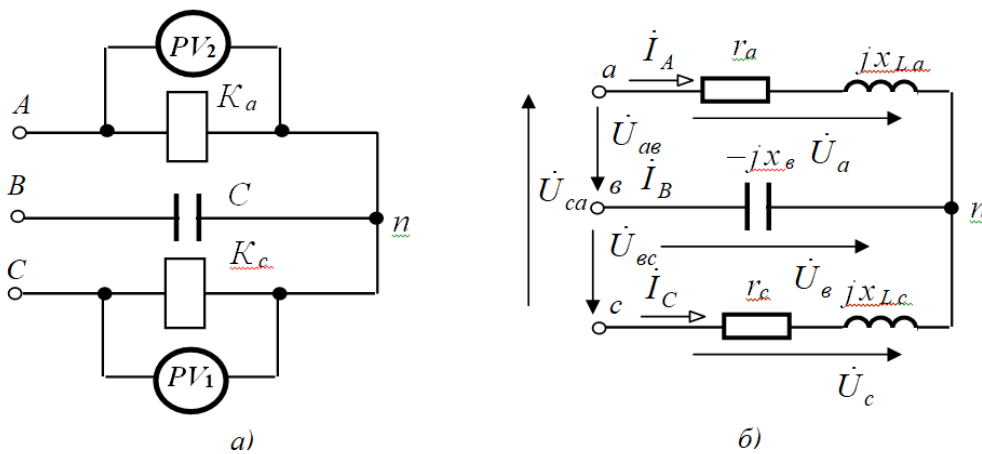


Рисунок 1. Принципова (а) і розрахункова (б) електричні схеми пристрою

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

$$\begin{cases} \dot{U}_{a\bar{b}} = \dot{U}_{a\bar{b}1} + \dot{U}_{a\bar{b}2} = \dot{U}_1 + \dot{U}_2; \\ \dot{U}_{\bar{b}c} = a^2 \cdot \dot{U}_{a\bar{b}1} + a \cdot \dot{U}_{a\bar{b}2} = a^2 \cdot \dot{U}_1 + a \cdot \dot{U}_2; \\ \dot{U}_{ca} = a \cdot \dot{U}_{a\bar{b}1} + a^2 \cdot \dot{U}_{a\bar{b}2} = a \cdot \dot{U}_1 + a^2 \cdot \dot{U}_2, \end{cases} \quad (2)$$

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 вольметра V2), напруга фази «с» містить тільки симетричну складову прямої послідовності (покази вольметра V1). Умовою фільтру є  $Y_a = Y_c = a^2 \cdot Y_\epsilon$ ; якщо провідність фази «с»  $Y_\epsilon = j\omega C$  (де  $\omega$  – 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

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

Пристрій можна використовувати в якості фільтру напруги прямої і зворотної послідовностей за умови підбору параметрів катушок 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*: зб. наук. праць Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. (м. Переяслав-Хмельницький, 17 листопада 2018 р.). Переяслав-Хмельницький, 2018. Вип. 46. С. 495-499.
2. Попова І. О. Визначення параметрів активно-ємнісного фільтра напруги зворотної послідовності. *Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем*: зб. тез доп. 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*. Мелітополь, 2019. Вип. 9, т. 1. 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 доп. 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. ... канд. техн. наук: 05.09.16. Мелітополь: ТДАТА, 2003. 20 с.