

DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2019.02.054>

УДК 621.316.925

**МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СЕЛЕКТИВНАЯ ЗАЩИТА ОТ ЗАМЫКАНИЙ ФАЗЫ НА ЗЕМЛЮ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С КАТУШКОЙ ПЕТЕРСЕНА В НЕЙТРАЛИ**

|          |                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------|
| Журнал   | Технічна електродинаміка                                    |
| Издатель | Институт электродинамики Национальной академии наук Украины |
| ISSN     | 1607-7970 (print), 2218-1903 (online)                       |
| Выпуск   | № 2, 2019 (март/апрель)                                     |
| Страницы | 54 – 62                                                     |

**Авторы**

**В.Ф. Сивокобыленко**, докт. техн. наук, **В.А. Лысенко**, канд. техн. наук  
Донецкий национальный технический университет,  
пл. Шибанкова, 2, Покровск, Донецкая обл., 85300, Украина,  
e-mail: svf1934@gmail.com; viktor.lysenko@donntu.edu.ua

*Разработана селективная защита от замыканий фазы на землю для компенсированных сетей, в которых традиционные защиты из-за влияния катушки Петерсена не обеспечивают их селективного действия. Используются цифровые узкополосные частотные фильтры, которые из напряжений и токов нулевой последовательности сети выделяют и усиливают составляющие с центральной частотой, выбранной из диапазона 150-300 Гц. Математическим моделированием установлено, что при таких частотах катушка Петерсена практически не уменьшает емкостной ток в поврежденном присоединении при замыкании на землю, как это имеет место при частоте 50 Гц. Передаточные функции фильтров напряжения и тока выбирают такими, чтобы обеспечивался сдвиг по фазе на 90 градусов между их выходными сигналами, а для устранения самовозбуждения фильтров их выполняют управляемыми в функции амплитуды напряжения нулевой последовательности. Выходной орган защиты реагирует на знак реактивной мощности, определяемой как произведение выходных сигналов фильтров тока и напряжения. Для исключения подачи дискретного сигнала на выходной*

орган защиты её выполняют двухканальной с подключением к каждому входному сигналу по два фильтра разного типа, выходные сигналы которых после перекрестного перемножения и последующего суммирования подают на двуполярный выходной орган, фиксирующий замыкание как в зоне защиты, так и вне ее для самодиагностики. Работоспособность разработанной защиты подтверждена результатами математического моделирования, испытаниями на лабораторном стенде и правильностью действия при подаче натурных сигналов, записанных с помощью цифровых регистраторов при замыканиях на землю в реальных сетях. Библ. 10, рис. 6, табл. 1.

**Ключевые слова:** компенсированная сеть, замыкания на землю, селективная защита, частотный фильтр, ток, напряжение, нулевая последовательность, реактивная мощность.

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| Поступила             | 29.01.2018 |
| Окончательный вариант | 26.12.2018 |
| Подписано в печать    | 19.02.2019 |

УДК 621.316.925

## **МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ СЕЛЕКТИВНИЙ ЗАХИСТ ВІД ЗАМИКАННЯ ФАЗИ НА ЗЕМЛЮ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ З КОТУШКОЮ ПЕТЕРСЕНА В НЕЙТРАЛІ**

|          |                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------|
| Журнал   | Технічна електродинаміка                                    |
| Видавець | Інститут електродинаміки Національної академії наук України |
| ISSN     | 1607-7970 (print), 2218-1903 (online)                       |
| Випуск   | № 2, 2019 (березень/квітень)                                |
| Сторінки | 54 – 62                                                     |

**Автори**

**В.Ф. Сивокобиленко**, докт.техн.наук, **В.А. Лисенко**, канд.техн.наук  
Донецький національний технічний університет,  
пл. Шибанкова, 2, Покровськ, Донецька обл., 85300, Україна,  
e-mail: svf1934@gmail.com; viktor.lysenko@donntu.edu.ua

*Розроблено селективний захист від замикань на землю для компенсованих мереж, в яких традиційні захисти через вплив котушки Петерсена не забезпечують їхньої селективної дії. Використано цифрові вузькосмугові частотні фільтри, які з напруг і струмів нульової послідовності мережі виділяють і підсилюють складові з центральною частотою, обраною з діапазону 150?300 Гц. Математичним моделюванням встановлено, що за таких частот котушка Петерсена практично не зменшує ємнісний струм у пошкоджені приєднанні у разі замикання на землю, як це має місце за частоти 50 Гц. Передавальні функції фільтрів напруги і струму відрізняються між собою для забезпечення фазового зсуву на 90 градусів між їхніми вихідними сигналами. Для усунення самозбудження фільтрів їх виконують керованими в функції амплітуди напруги нульової послідовності. Вихідний орган захисту реагує на знак реактивної потужності, яка визначається як добуток вихідних сигналів фільтрів струму і напруги. Для виключення подання дискретного сигналу на вихідний орган захист виконують двоканальним. При цьому до кожного вхідного сигналу підключають два фільтри різного типу, вихідні сигнали яких після перехресного множення сумують і подають на біполярний вихідний орган, що фіксує замикання як в зоні захисту, так і поза зоною для самодіагностики. Працездатність розробленого захисту підтверджена результатами математичного моделювання, випробуваннями на лабораторному стенді та правильністю дії у разі подачі натурних сигналів, записаних із застосуванням цифрових реєстраторів у випадку замикання на землю в реальних мережах. Бібл. 10, рис. 6, табл. 1.*

**Ключові слова:** компенсована мережа, замикання на землю, селективний захист, частотний фільтр, струм, напруга, нульова послідовність, реактивна потужність.

|                    |            |
|--------------------|------------|
| Надійшла           | 23.01.2018 |
| Остаточний варіант | 26.12.2018 |
| Підписано до друку | 19.02.2019 |

## Література

1. Федосеев А.М. Релейная защита электроэнергетических систем. Релейная защита сетей: М.: Энергоатомиздат, 1984. 520 с.
2. Назарычев А.Н., Пугачев А.А., Титенков С.С. Комбинированное заземление нейтрали в сетях 6–35 кВ. *Мифы и реальность. Новости ЭлектроТехники*. 2016. № 3(99).
3. Hengxu Ha, Sankara Subramanian. Transient earth fault detection on compensated earthed system, CIREN- 2013. *22<sup>th</sup> Intern. Conf. and Exhibition on Electricity Distribution*, Stockholm, 10-13 June 2013. Paper No 0119.
4. Altonen J., Wahlroos A., Vähäkuopus, S. Application of multi-frequency admittance-based fault passage indication in practical compensated mv-network 2017. *24<sup>th</sup> Intern. Conf. and Exhibition CIREN -2017*. Glasgow. 12-15 June 2017. Paper 0967.
5. URL: <https://new.abb.com/medium-voltage>
6. URL: <https://w3.siemens.com>
7. Pitot F., Venkataraman k., Vassilevsky N., Teon C.P. Wattmetric earth fault protection – innovation for compensated distribution networks. *23<sup>rd</sup> Intern. Conf. on Electricity Distribution CIREN-2015*, Lyon. 15-18 June 2015. Vol. 1. Paper 0963. Pp. 1.1,1-5.
8. Сивокобыленко В.Ф., Лебедев В.К., Сердюков Р.П. Развитие математической модели для анализа переходных процессов в системе собственных нужд электростанций при замыканиях фазы на землю. *Наукові праці ДонНТУ, серія Електротехніка і енергетика*. 2011. Вип. 10(180). С. 153-161.
9. Toader D., Haragus St., Blaj C., Numeric Simulation of Faults in Electrical Network. Proc. of the *10<sup>th</sup> WSEAS Intern. Conf. on Fuzzy System*, Prague, March, 2009. Pp. 128-135.
10. URL: <http://www.st.com>

[PDF](#)