

DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2019.04.012>

УДК 621.314

## ТЕОРІЯ МИТТЄВОЇ ПОТУЖНОСТІ БАГАТОФАЗНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ З УРАХУВАННЯМ РЕЗИСТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛІНІЇ ПЕРЕДАЧІ

Журнал	Технічна електродинаміка
Видавник	Інститут електродинаміки Національної академії наук України
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Випуск	№ 4, 2019 (липень/серпень)
Сторінки	12 – 22

### Автори

**М.Ю. Артеменко**<sup>1\*</sup>, докт.техн.наук, **Ю.В. Кутафін**<sup>1</sup>, **В.М. Михальський**<sup>2\*\*</sup>, чл.-кор. НАН України, **С.Й.**

**Поліщук**

<sup>2</sup>

<sup>\*\*\*</sup>, канд.техн.наук,

**В.В. Чопик**

<sup>2</sup>

<sup>\*\*\*\*</sup>, канд.техн.наук,

**І.А. Шаповал**

<sup>2</sup>

<sup>\*\*\*\*\*</sup>, канд.техн.наук

<sup>1</sup>- Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»,

пр. Перемоги, 37, Київ, 03056, Україна

<sup>2</sup>- Інститут електродинаміки НАН України,

пр. Перемоги, 56, Київ, 03057, Україна,

e-mail: mikhalsky@ied.org.ua

\* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0001-9341-9238>

\*\* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0002-8251-3111>

\*\*\* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0002-6978-2747>

\*\*\*\* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0002-5046-5223>

\*\*\*\*\* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0002-9107-5061>

*У роботі отримала подальший розвиток теорія миттєвої потужності багатофазних систем електроживлення, обґрунтовано нові співвідношення для миттєвого активного струму та миттєвої повної потужності, які враховують залежність від співвідношення опорів лінії передачі та відповідають аналогічним інтегральним величинам періодичного режиму трифазної чотирипровідної системи. В результаті застосування підходів матрично-векторної алгебри отримано нове співвідношення для декомпозиції миттєвих потужностей втрат у лінії передачі, в якій виокремлено мінімально можливі втрати, зумовлені запропонованим миттєвим активним струмом. Отримано нове розрахункове співвідношення для коефіцієнта виграшу за потужністю втрат у лінії передачі у разі застосування паралельного активного фільтра зі стратегією керування, що забезпечує мінімально можливі втрати. Як наслідок загальної теорії миттєвої потужності багатофазних систем визначено її базові поняття для трифазної трипровідної системи електроживлення в координатній системі для методу двох ватметрів, яка не потребує матричних перетворень координат, притаманних класичній теорії миттєвої потужності, що дає змогу підвищити точність та швидкодію систем керування напівпровідниковими перетворювачами у складі активних фільтрів та відновлюваних джерел енергії. Результати комп'ютерного моделювання підтвердили адекватність усіх модифікованих співвідношень для базових понять теорії миттєвої потужності багатофазних систем. Бібл. 17, рис. 5.*

**Ключові слова:** теорія миттєвої потужності, багатофазна система живлення, стратегія керування паралельним активним фільтром з мінімально можливими втратами.

Надійшла	29.03.2019
Остаточний варіант	13.05.2019
Підписано до друку	05.06.2019

УДК 621.314

## ТЕОРИЯ МГНОВЕННОЙ МОЩНОСТИ МНОГОФАЗНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ С УЧЕТОМ РЕЗИСТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ

Журнал	Технічна електродинаміка
Издатель	Институт электродинамики Национальной академии наук Украины
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Выпуск	№ 4, 2019 (июль/август)
Страницы	12 – 22

### Авторы

**М.Ю. Артеменко**<sup>1</sup>, докт. техн. наук, **Ю.В. Кутафин**<sup>1</sup>, **В.М. Михальский**<sup>2</sup>, чл.-корр. НАН Украины, **С.И.**

**Полищук**

<sup>2</sup>

, канд. техн. наук,

**В.В. Чопик**

<sup>2</sup>

, канд. техн. наук, И.А. Шаповал

<sup>2</sup>

, канд. техн. наук

<sup>1</sup>- Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. И. Сикорского»,  
пр. Победы, 37, Киев, 03056, Украина

<sup>2</sup>- Институт электродинамики НАН Украины,  
пр. Победы, 56, Киев, 03057, Украина,  
e-mail: mikhalsky@ied.org.ua

*В работе получила дальнейшее развитие теория мгновенной мощности многофазных систем электропитания, обоснованы новые соотношения для мгновенного активного тока и мгновенной полной мощности, которые учитывают зависимости от соотношения сопротивлений линии передачи и соответствуют аналогичным интегральным величинам периодического режима трехфазной четырехпроводной системы. В результате применения подходов матрично-векторной алгебры получено новое соотношение для декомпозиции мгновенных мощностей потерь в линии передачи, в которой выделены минимально возможные потери, обусловленные предложенным мгновенным активным*

током. Получено новое расчетное соотношение для коэффициента выигрыша по мощности потерь в линии передачи при применении параллельного активного фильтра со стратегией управления, что обеспечивает минимально возможные потери. Как следствие общей теории мгновенной мощности многофазных систем определены ее базовые понятия для трехфазной трехпроводной системы электропитания в координатной системе для метода двух ваттметров, не требующей матричных преобразований координат, присущих классической теории мгновенной мощности, что позволяет повысить точность и быстродействие систем управления полупроводниковыми преобразователями в составе активных фильтров и возобновляемых источников энергии. Результаты компьютерного моделирования подтвердили адекватность всех модифицированных соотношений для базовых понятий теории мгновенной мощности многофазных систем. Би бл. 17, рис. 5.

**Ключевые слова:** заряд конденсатора, активное сопротивление, индуктивность, переходный процесс, стохастическое изменение, вероятностные свойства, непрерывное распределение вероятностей.

Поступила	29.03.2019
Окончательный вариант	13.05.2019
Подписано в печать	05.06.2019

## Література

1. Akagi H., Kanazawa Y., Nabae A. Generalized theory of the instantaneous reactive power in three-phase circuits. Proceedings of IEEJ *International Power Electronics Conference* (IPEC-Tokyo). 1983. Pp. 1375–1386.
2. Akagi H., Watanabe E.H., Aredes M. Instantaneous power theory and applications to power conditioning. Piscataway: IEEE Press, 2017. 472 p. <https://doi.org/10.1002/9781119307181>
3. Nabae A., Cao L., Tanaka T. A universal theory of instantaneous active-reactive power current and power including zero-sequence components. Proceedings of 7<sup>th</sup> *International*

*Conference on Harmonics and Quality of Power*

. Oct. 1996. Nevada, USA. Pp. 90–95.

4. Kim H., Akagi H. The instantaneous power theory on the rotating p-q-r reference frames. *IEEE International Conference on Power Electronics and Drive Systems (PEDS'99)*. Hong Kong. July 1999. Pp. 422–427. DOI:

<https://doi.org/10.1109/PEDS.1999.794600>

5. Peng F.Z., Lai J.S. Generalized instantaneous reactive power theory of three-phase power systems. *IEEE Trans. Instrum. Meas.* 1996. Vol. 45. No 1. Pp. 293–297. DOI: <https://doi.org/10.1109/19.481350>

6. Garcesa A., Molinas M., Rodriguez P. A generalized compensation theory for active filters based on mathematical optimization in ABC frame. *Electric Power Systems Research*. 2012. Vol. 90. Pp. 1–10. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.epsr.2012.03.011>

7. Mayordomo J. G., Usaola J. Apparent power and power factor definitions for polyphase non-linear loads when supply conductors present different resistances. *European Transactions on Electrical Power*

Nov/Dec 1993. Vol. 3. No 6. Pp. 415–420. DOI:

<https://doi.org/10.1002/etep.4450030604>

8. Salmeron P., Herrera R.S. Instantaneous Reactive Power Theory – A General Approach to Poly-Phase Systems. *Electric Power Systems Research*. 2009. Vol. 79(2009). Pp. 1263–1270. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.epsr.2009.03.07>

9. Herrera R.S., Salmeron P., Vazquez J.R., Litran S.P., Perez A. Generalized instantaneous reactive power theory in poly-phase power systems. *Proceedings of 13<sup>th</sup> European Conference on Power Electronics and Application*

, (EPE'2009). Barcelona, Spain. Sept. 2009. Pp. 1–10.

10. Artemenko M.Yu., Mykhalskyi V.M., Polishchuk S.Y., Chopyk V.V., Shapoval I.A. Modified Instantaneous Power Theory for Three-Phase Four-Wire Power Systems. *Proceedings of IEEE 39<sup>th</sup>*

*International Scientific Conference Electronics and Nanotechnology*

(ELNANO 2019). Kyiv, Ukraine. 2019. Pp. 600–605.

11. Korn G., Korn T. *Mathematical handbook for scientists and engineers*. Moskva: Nauka, 1978. 832 p.

12. IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities under Sinusoidal Non-sinusoidal, Balanced or Unbalanced Conditions. IEEE Standard 1459-2010, Sept. 2010.

13. Artemenko M.Yu., Batrak L.M., Polishchuk S.Y., Mykhalskyi V.M., Shapoval I.A. Minimization of Cable Losses in Three-Phase Four-Wire Systems by Means of Instantaneous Compensation with Shunt Active Filters. *Proceedings of IEEE XXXIII International Scientific Conference Electronics and Nanotechnology*

(ELNANO 2013). 2013. Kyiv, Ukraine. Pp. 359–362. DOI:

<https://doi.org/10.1109/ELNANO.2013.6552031>

14. Artemenko M.Yu., Batrak L.M., Polishchuk S.Y., Mykhalskyi V.M., Shapoval I.A. The Effect of Load Power Factor on the Efficiency of Three-Phase Four-Wire Power System with Shunt Active Filter. *Proceedings of IEEE 36<sup>th</sup> International Conference on Electronics and Nanotechnology* (ELNANO 2016). 2016. Kyiv, Ukraine.

Pp. 277–282. DOI:

<https://doi.org/10.1109/ELNANO.2016.7493067>

[09/ELNANO.2016.7493067](https://doi.org/10.15407/techned2018.06.069)

15. Artemenko M.Yu., Batrak L.M., Polishchuk S.Y. Active current and apparent power of three-phase power systems. *Tekhnichna Elektrodynamika*. 2018. No 6. Pp. 69–72. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2018.06.069>

16. Artemenko M.Yu., Mykhalskyi V.M., Polishchuk S.Y., Chopyk V.V., Shapoval I.A. The Instantaneous Power Theory of Multiphase Power Supply Systems and Its Application to Energy-Saving Shunt Active Filtering. *IEEE 2<sup>nd</sup> Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering* (UKRCON). 2-6 Juni, 2019. Lviv, Ukraine.

[PDF](#)