**DOI:** https://doi.org/10.15407/techned2018.05 . 044

УДК 621.314

# СУЧАСНИЙ СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НАПРУГИ ЗМІННОГО СТРУМУ З ТРАНСФОРМАТОРНО-КЛЮЧОВИМИ ВИКОНАВЧИМИ СТРУКТУРАМИ

| | |
|---|---|
| Журнал | Технічна електродинаміка |
| Видавник | Інститут електродинаміки Національної академії наук України |
| ISSN | 1607-7970 (print), 2218-1903 (online) |
| Випуск | № 5, 2018 (вересень/жовтень) |
| Сторінки | 44 – 51 |

**Автори**
**К.О. Липківський***, докт.техн.наук, **А.Г. Можаровський****, канд.техн.наук
Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Перемоги, 56, Київ, 03057, Україна,
e-mail: lypkivskyk@ukr.net; AnatMozhrvsk@ukr.net
* ORCID ID : http://orcid.org/0000-0002-3292-1360
** ORCID ID : http://orcid.org/0000-0001-9801-2728

*Перетворювачі напруги змінного струму (регулятори, стабілізатори) з ТКВС – трансформаторно-ключовими виконавчими структурами (tap changing transformer, discrete smart transformer) відрізняються високими енергетичними показниками та електромагнітною сумісністю з мережею живлення і споживачем. У роботі проаналізовано характерні об'єкти дослідження та патентування пристроїв цього класу, які внаслідок апріорної бага-товаріантності можуть суттєво відрізнятися типом побудови регулювальних блоків та їх комплексуванням, законом секціонування обвиток трансформуючого*

*елемента. Обґрунтовано ефективність та доцільність чіткого дотримання вже апробованих основних положень теорії ТКВС та визначено шляхи їхнього подальшого вдосконалення з розширенням кола значущих показників якості перетворювачів напруги на їхній основі.* Бібл. 24.

***Ключові слова***: трансформаторно-ключова виконавча структура, перетворювач напруги змінного струму, секціонована обвитка, tap changing transformer, discrete smart transformer, voltage stabilizer, regulator.

Надійшла 05.03.2018
Остаточний варіант 03.05.2018
Підписано до друку 16.08.2018

УДК 621.314

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ТРАНСФОРМАТОРНО-КЛЮЧЕВЫМИ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМИ СТРУКТУРАМИ**

| | |
|---|---|
| Журнал | Технічна електродинаміка |
| Издатель | Институт электродинамики Национальной академии наук Украины |
| ISSN | 1607-7970 (print), 2218-1903 (online) |
| Выпуск | № 5, 2018 (сентябрь/октябрь) |
| Страницы | 44 – 51 |

**Авторы**
**К.А. Липковский***, докт.техн.наук, **А.Г. Можаровский****, канд.техн.наук
Институт электродинамики НАН Украины,
пр. Победы, 56, Киев, 03057, Украина,
e-mail: lypkivskyk@ukr.net; AnatMozhrvsk@ukr.net

*Преобразователи напряжения переменного тока (регуляторы, стабилизаторы) с ТКИС – трансформаторно-ключевыми исполнительными структурами отличаются высокими энергетическими показателями и электромагнитной совместимостью с питающей сетью и потребителем. В работе проанализированы характерные объекты исследования и патентования устройств этого класса, которые в силу априорной многовариантности могут существенно отличаться типом построения регулировочных блоков и их комплексированием, законом секционирования обмоток трансформирующего элемента. Обоснована эффективность и целесообразность четкого соблюдения уже апробированных основных положений теории ТКИС и определены пути их дальнейшего совершенствования с расширением круга значимых показателей качества преобразователей напряжения на их основе.* Библ. 24.

***Ключевые слова***: трансформаторно-ключевая исполнительная структура, преобразователь напряжения переменного тока, секционированная обмотка, tap changing transformer, discrete smart transformer, voltage stabilizer, regulator.

Поступила 05.03.2018
Окончательный вариант 03.05.2018
Подписано в печать 16.08.2018

**Література**


1. Bimal K. Bose. Power Electronics - Why the Field is so Exciting? *IEEE Power Electronics Society Newsletter* . Fourth Quarter. 2007. Vol. 19. No 4. Pp. 11-20.
2. Ram G., Prasanth V., Bauer P., Bärthlein E.M. Comparative analysis of on-load tap changing (OLTC) transformer topologies. *Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition* (PEMC). 2014 16th International. IEEE. 21-24 Sept. 2014. Antalya, Turkey. Pp. 918-923. DOI: http://dx.doi.org/10.1109/EPEPEMC.2014.6980624
3. Electronic Tap Switching Voltage Regulator. Available at: http://www.ustpower.com/comparing-automatic-voltage-regulation-technologies/avr-guide-electronic-tap-switching-voltage-regulator/ (accessed 01.03.2018).
4. Willems W., Vandoorn T.L., De Kooning J.D., Vandevelde L. Development of a smart transformer to control the power exchange of a microgrid. *4-th International Conference Innovative Smart Grid Technologies Conference* Europe (ISGT - Europe 2013). IEEE. 6-9 Oct. 2013. At Lyngby. Denmark. Pp. 1-5. DOI: http://dx.doi.org/ 10.1109/ISGTEurope.2013.6695300
5. Липковский К.А. Трансформаторно-ключевые исполнительные структуры преобразователей переменного напряжения. К.: Наукова думка, 1983. 216 с.
6. William O. Kramer, Alireza Daneshpooy. Static voltage regulator and controller. US Patent 6351106B1. Feb. 26, 2002.
7. Robert C. Degeneff, Steven Raedy. Regulator with asymmetrical voltage increase/decrease capability for utility system. US Patent 5990667. Nov. 23, 1999.
8. James W. Kronberg. Digitally-controlled AC voltage stabilizer. US Patent 6417651B1. 09.07.2002.
9. Liu Zhiyong. Voltage deviation adjustor. Patent CN103178527B. 2015.07.01.
10. Mohammad Sarvi, Haniyeh Marefatjou. Compensation of Voltage Single-Phase SAG and SWELL Using Dynamic Voltage Restorer and Difference Per-Unit Value Method. *International Journal of Electrical and Computer Engineering* (IJECE). Vol. 3. No 1. February 2013. Pp. 83-92. DOI: https://doi.org/10.11591/ijece.v3i1.2134
11. Santilio F.P., Silva T.V., Oliveira J.C., Barbosa J.A.F. A computational and experimental performance analysis of an electromagnetic voltage regulator proposal throughout controlled series voltage injection. *Renewable Energies and Power Quality Journal* (RE&PQJ). Vol. 1. No 10. April 2012. Pp. 767-772. DOI: https://doi.org/10.24084/repqj10.465
12. Липківський К.О. Дуальність побудови трансформаторно-ключових виконавчих структур дискретних стабілізаторів та регуляторів напруги змінного струму. *Технічна електродинаміка* . 2010. № 6. С. 16-23.
13. 5KVA Voltage Stabilizer Circuit. Available at: https://makingcircuits.com/blog/5kva-voltage-stabilizer-circuit/ (accessed 01.03.2018).
14. Paul D. Brooks. Tap switching power supply apparatus and methods for supporting multiple

input voltages. US Patent 9568931B1. Feb.14, 2017.
15. Tonkal V.E., Lipkovskyi K.A. Alternating voltage regulators and stabilizers whit undistorted out-put voltage. *Electrical energy supply and other application.* 3rd Power electronics conference Budapest'77. 1977. Vol. 6.15. Pp. 1-15.
16. Шварц Д.Л., Шевелев В.А., Гендельман Г.А., Антонов Ю.Г., Гольберг Г.Ю. Трансформатор з ступінчатим регулюванням напруги. Патент України № 5107. 28.12.94.
17. Липковский К.А., Тонкаль В.Е., Озерянский А.А. Устройство для регулирования переменного напряжения. АС СССР № 413468. 30.01.1974.
18. Robert C. Degeneff, Friedrich K. Schaeffer; Robert H. Frazer, David A. Torrey, Osman Demirci. Tap chan-ging system having discrete cycle modulation and fauld rotation for coupling to an inductive device. US Patent 5604423. Feb. 18. 1997.
19. Липківський К.О. Систематизація трансформаторно-ключових виконавчих структур перетворювачів напруги з ключовими елементами у колі силового струму. *Технічна електродинаміка*
. 2011. № 3. С. 26-32.
20. Steven M. Raedy. 3-Phase electronic tap changer commutation and device. US Patent 7737667B2. Jun. 15. 2010.
21. Коротецький Ю.Л. Пристрій для регулювання змінної напруги. Патент України № 36418. 15.07.2003.
22. Шестеренко В.Є., Шестеренко О.В. Спосіб дискретного регулювання напруги вольтододатними трансформаторами. Патент України № 72050. 10.08.2012.
23. Allan David Crane, Warren Mark Blewitt. Power converters. Patent US 2015/0295498A1. Oct. 15, 2015.
24. Липківський К.О., Можаровський А.Г. Моделювання трансформуючих елементів з секціонуванням обвиток у складі перетворювачів напруги змінного струму. *Технічна електродинаміка*
. 2016. № 3. С. 39-44. DOI:
https://doi.org/10.15407/techned2016.03.039

**PDF**