

DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2016.01.047>

УДК 621.314.2.015.08

**МОДЕЛЮВАННЯ ТА МІНІМІЗАЦІЯ ПОХИБОК ВИСОКОВОЛЬТНИХ
ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ СТРУМУ** (За оглядом закордонних
публікацій)

Журнал	Технічна електродинаміка
Видавець	Інститут електродинаміки Національної академії наук України
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Випуск	№ 1, 2016 (січень/лютий)
Сторінки	47 – 54

Автори

М.Ф. Сопель, докт.техн.наук, **В.І. Паньків**, **Є.М. Танкевич**, докт.техн.наук, **В.В. Гречко**

Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна,
e-mail: pankiv.volodimir@gmail.com

Представлено опис та результати аналізу основних характеристик та особливостей нових сучасних математичних моделей трансформаторів струму високовольтних електричних мереж за кордоном. Досліджено основні причини насичення магнітних систем трансформаторів струму і спотворення їхніх вторинних струмів, а також найбільш досконалі на сьогодні методи і способи зменшення похибок трансформаторів струму за таких робочих умов. На основі проведеного аналізу найбільш придатною для комп'ютерного моделювання при проектуванні, налаштуванні та оцінюванні продуктивності пристроїв і систем керування та захисту електричних мереж визнана

математична модель трансформатора струму, побудована на феноменологічній теорії Прейзаха. Бібл. 31, рис. 1.

Ключові слова: трансформатор струму, залишкова індукція, насичення, гістерезис, математична модель, похибка, корекція.

Надійшла	26.08.2015
Остаточний варіант	02.11.2015
Підписано до друку	29.01.2016

УДК 621.314.2.015.08

МОДЕЛИРОВАНИЕ И МИНИМИЗАЦИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ МАГНИТНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА

Журнал	Технічна електродинаміка
Издатель	Институт электродинамики Национальной академии наук Украины
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Выпуск	№ 1, 2016 (январь/февраль)
Страницы	47 – 54

Авторы

М.Ф. Сопель, докт.техн.наук, **В.И. Панькив**, **Е.Н. Танкевич**, докт.техн.наук, **В.В.**

Гречко

Институт электродинамики НАН Украины,
пр. Победы, 56, Киев-57, 03680, Украина,
e-mail: pankiv.volodimir@gmail.com

Представлены результаты поиска и описание основных характеристик и особенностей новых современных математических моделей трансформаторов тока высоковольтных электрических сетей. Выявлены основные причины насыщения магнитных систем трансформаторов тока и искажения их вторичных токов, а также наиболее совершенные на сегодняшний день методы и способы уменьшения погрешностей трансформаторов тока в рабочих условиях. Цель исследования – обоснованный выбор математической модели трансформаторов тока, наиболее подходящей для их компьютерного моделирования при проектировании, настройке и оценке производительности устройств и систем защиты электрических сетей. Библ. 31, рис. 1.

Ключевые слова: трансформатор тока, остаточная индукция, насыщение, математическая модель, погрешность, коррекция.

Поступила	26.08.2015
Окончательный вариант	02.11.2015
Подписано в печать	29.01.2016

Література

1. *Ajaei F.B, Sanaye-Pasand M., Davarpanah M.* Compensation of the current-transformer saturation effects for digital relays // IEEE Transaction on power delivery. – 2011. – Vol. 26. – No 4. – Pp. 2531-2540. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2011.2161622>
2. *Al-Abbas N.H.* Efficient proposed solutions for current transformers saturation effects on overcurrent relays operations in distribution systems // Proceedings of 44th International Universities power engineering conference (UPEC), 1-4 Sept., 2009, Glasgow. – 2009. – Pp. 1-6.
3. *Annakkage U.D., McLaren P.G., Jayasinghe R.P., Parker A.D.* A current transformer model based on the Jiles-Atherton theory of ferromagnetic hysteresis // IEEE Transaction on power delivery. – 2000. – Vol. 15. – No 1. – Pp. 57-61. DOI: <https://doi.org/10.1109/61.847229>
4. *Benabou A., Clene S., Piriou F.* Comparison of Preisach and Jiles-Atherton models to take into account hysteresis phenomenon for finite element analysis // Journal of magnetism and magnetic materials. – 2003. – Vol. 261. – No 1-2. – Pp. 139-160. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-8853\(02\)01463-4](https://doi.org/10.1016/S0304-8853(02)01463-4)
5. *Bruce R.G., Wright A.* Remanent flux in current-transformer cores // IET Proceedings of the Institution of electrical engineers. – 1966. – Vol. 113. – No 5. – Pp. 915-920.
6. *Chan J.H., Vladimirescu A., Gao X.-C.* Nonlinear transformer model for circuit simulation // IEEE Transactions on computer-aided design. – 1991. – Vol. 10. – No 4. – Pp. 476-482.
7. *Conner E.E., Greb R.G., Wentz E.C.* Control of residual flux in current transformers // IEEE Transaction on power apparatus and systems. – 1973. – Vol. PAS-92. – No 4. – Pp. 1266-1233. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPAS.1973.293804>
8. *Damnjanovic A., Islam A., Domijan A.* Harmonic domain modeling of transformer nonlinear characteristic with piece-wise approximation // 14th International conference on harmonics and quality of power (ICHQP), 26-29 Sept., 2010, Bergamo. – 2010. – Pp. 1-6.
9. *Guerra F., Das C.F., Mota W.S.* Current transformer model // IEEE Transaction on power delivery. – 2007. – Vol. 22. – No 1. – Pp. 187-194. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2006.887092>
10. *Henze O., Rucker W.M.* Identification procedures of Preisach model // IEEE Transactions on magnetics. – 2002. – Vol. 38. – No 2. – Pp. 833-836. DOI: <https://doi.org/10.1109/20.996215>
11. *Hong Y.-Y., Wei D.-W.* Compensation of distorted secondary current caused by saturation and remanence in a current transformer // IEEE Transaction on power delivery. – 2010. – Vol. 25. – No 1. – Pp. 47-54. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2009.2034820>
12. IEEE Guide for the application of current transformers used for protective relaying purposes: IEEE C37.110-1996. – N-Y.: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1996. – 59 p.
13. *Kang Y.C., Kang S.H., Park J.K.* Development and hardware implementation of a compensating algorithm for the secondary current of current transformers // IEE Proceedings on electric power applications. – 1996. – Vol. 143. – No 1. – Pp. 41-49. DOI: <https://doi.org/10.1049/ip-epa:19960040>
14. *Khorashadi-Zaden H., Sanaye-Pasand M.* Correction of saturated current transformers secondary current using ANNs // IEEE Transaction on power delivery. – 2006. – Vol. 21. – No 1. – Pp. 73-79. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPW>

[RD.2005.858799](#)

15. *Kuczmann M.* Dynamic Preisach hysteresis model // Journal of advanced research in physics. – 2010. – Vol. 1. – No 1. – Pp. 1-5.
16. *Liu S.-T., Huang S.-R., Chen H.-W.* Using TACS functions within EMTP to set up current-transformer model based on the Jiles-Atherton theory of ferromagnetic hysteresis // IEEE Transaction on power delivery. – 2007. – Vol. 22. – No 4. – Pp. 2222-2227. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2007.905809>
17. *Locci N., Muscas C.* A digital compensation method for improving current transformer accuracy // IEEE Transaction on power delivery. – 2000. – Vol. 15. – No 4. – Pp. 1104-1109. DOI: <https://doi.org/10.1109/61.891489>
18. *Locci N., Muscas C.* Hysteresis and eddy currents compensation in current transformer // IEEE Transaction on power delivery. – 2001. – Vol. 16. – No 2. – Pp. 154-159. DOI: <https://doi.org/10.1109/61.915475>
19. *Naghizadeh R.-A., Vahidi B., Hosseini S.H.* Parameter identification of Jiles-Atherton model using SFLA // Computation and mathematics in electrical and electronic engineering. – 2012. – Vol. 31. – No 4. – Pp. 1293-1309.
20. *Pan J., Vu K., Hu Y.* An efficient compensation algorithm for current transformer saturation effects // IEEE Transaction on power delivery. – 2004. – Vol. 19. – No 4. – Pp. 1623-1628. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2004.835273>
21. *Rezaei-Zare A., Iravany R., Sanaye-Pasand M.* An accurate current transformer model based on Preisach theory for the analysis of electromagnetic transients // IEEE Transaction on power delivery. – 2008. – Vol. 23. – No 1. – Pp. 233-242. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2007.905416>
22. *Smith T., Hunt R.* Current transformer saturation effects on coordinating interval // IEEE Transactions on industry applications. – 2013. – Vol. 49. – No 2. – Pp. 825-831. DOI: <https://doi.org/10.1109/TIA.2013.2243397>
23. *Stachel P., Schegner P.* Detection and correction of current transformer saturation effects in secondary current signals // IEEE Power & energy society general meeting PES'09., 26-30 July 2009, Calgary. – 2009. – Pp. 1-6.
24. *Stognii B.S., Selehman N.A., Tankevych Ye.N.* A mathematical model of electromagnetic processes in the current transformers and determining its characteristics // Tekhnicheskaya Elektrodynamika. – 1993. – No 2. – Pp. 58-61.
25. *Stognii B.S., Selehman N.A., Tankevych Ye.N.* Digital restoration of the output of high-voltage measurement current transformers // Tekhnicheskaya Elektrodynamika. – 1993. – No 5. – Pp. 64-67.
26. The effects of EHV relaying of fault and switching generated transients / Working group 04 of study committee № 34. Protection // La conference international des grands reseaux electrique, Cigre session 30 aug. – 7 sept., 1978. – Pp. 1-15.
27. *Tziouvaras D.A., McLaren P., Alexander G.* Mathematical models for current, voltage and coupling capacitor voltage transformers // IEEE Transaction on power delivery. – 2000. – Vol. 15. – No 1. – Pp. 62-72. DOI: <https://doi.org/10.1109/61.847230>
28. *Wiszniewski A., Rebizant W., Schiel L.* Correction of current transformer transient performance // IEEE Transaction on power delivery. – 2008. – Vol. 23. – No 2. – Pp. 624-632. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2008.915832>
29. *Yu C.-S.* Detection and correction of saturated current transformer measurements using

decaying DC components // IEEE Transaction on power delivery. – 2010. – Vol. 25. – No 3. – Pp. 1340-1347.

30. *Yu D.C., Cummins J.C., Wang Z.* Correction of current transformer distorted secondary currents due to saturation using artificial neural networks // IEEE Transaction on power delivery. – 2001. – Vol. 16. – No 2. – Pp. 189-194.

31. *Zhang D., Chen J.C., Phung T.* Study on transient and frequency response of current transformer using Jiles-Atherton model // 2013 IEEE TENCON Spring conference, 17-19 April, 2013, Sydney. – 2013. – Pp. 257-261. DOI: <https://doi.org/10.1109/61.915481>

[PDF](#)