

1. Εντοπισμός ρευματοκλοπών με χρήση μετρήσεων προερχόμενων από έξυπνους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας

Τα σύγχρονα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας έρχονται αντιμέτωπα με μια πληθώρα εμποδίων, η προέλευση των οποίων μπορεί να αποδοθεί τόσο στην πρόοδο της τεχνολογίας όσο και στις μεταβαλλόμενες ανάγκες των καταναλωτών. Μία από τις πιο σημαντικές εξελίξεις στην τεχνολογία σχετίζεται με την εισαγωγή και εγκατάσταση των έξυπνων μετρητών, οι οποίοι είναι ίσως οι πιο κρίσιμες διεπαφές μεταξύ των καταναλωτών και του ηλεκτρικού δικτύου. Ο ρυθμός εγκατάστασης των έξυπνων μετρητών αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς τα τελευταία χρόνια. Τα δεδομένα που συλλέγονται από αυτές τις συσκευές είναι αντιπροσωπευτικά της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η κλοπή ηλεκτρικού ρεύματος είναι ένα αποτέλεσμα συμπεριφορών καταναλωτών που λαμβάνουν χώρα σε διακριτούς κοινωνικούς και οικονομικούς τομείς. Σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι η δημιουργία ενός αλγορίθμου για τον εντοπισμό της κλοπής ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση δεδομένων από έξυπνους μετρητές, προκειμένου να μειωθούν οι μη τεχνικές απώλειες που συμβαίνουν στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας.

[1] J. Nagi, K. S. Yap, S. K. Tiong, S. K. Ahmed and M. Mohamad, "Nontechnical loss detection for metered customers in power utility using support vector machines", IEEE Trans. Power Del., vol. 25, no. 2, pp. 1162-1171, Apr. 2010.

[2] S. S. S. R. Depuru, L. Wang and V. Devabhaktuni, "Electricity theft: overview issues prevention and a smart meter based approach to control theft", Energy Policy, vol. 39, no. 2, pp. 1007-1015, 2011.

[3] S. McLaughlin, B. Holbert, A. Fawaz, R. Berthier and S. Zonouz, "A multi-sensor energy theft detection framework for advanced metering infrastructures", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 31, no. 7, pp. 1319-1330, 2013.

[4] E. W. S. dos Angelos, O. R. Saavedra, O. A. C. Cortés et al., "Detection and identification of abnormalities in customer consumptions in power distribution systems", IEEE Trans. Power Deliv., vol. 26, no. 4, pp. 2436-2442, 2011.

[5] F. Xiao and Q. Ai, "Electricity theft detection in smart grid using random matrix theory", IET Gen. Transmiss. Distrib., vol. 12, no. 2, pp. 371-378, 2017.

2. Βέλτιστη τοποθέτηση μονάδων μέτρησης φασιθετών και συγκεντρωτών συγχρονισμένων δεδομένων σε έξυπνα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας

Σήμερα, παράλληλα με τις εξελίξεις στην τεχνολογία των μονάδων μέτρησης φάσεων (PMU), πολλές χώρες και πάροχοι ηλεκτρικής ενέργειας κατασκευάζουν το δικό τους σύστημα μέτρησης που βασίζεται στις μονάδες αυτές. Αυτό το σύστημα μέτρησης ονομάζεται σύστημα μέτρησης ευρείας περιοχής (WAMS). Ο όρος σύστημα μέτρησης ευρείας περιοχής χρησιμοποιείται για ένα σύνολο σύγχρονων συσκευών ψηφιακών μετρήσεων με το απαιτούμενο σύστημα επικοινωνιών. Οι συγκεντρωτές συγχρονισμένων δεδομένων (PDC) συλλέγουν τα μετρητικά δεδομένα που προέρχονται από τις συσκευές PMUs και τα οργανώνουν βάσει μιας χρονικής σήμανσης που σχετίζεται με το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS). Σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι η δημιουργία ενός αλγορίθμου για βέλτιστη τοποθέτηση μονάδων μέτρησης φασιθετών και συγκεντρωτών συγχρονισμένων δεδομένων σε έξυπνα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας.

- [1] J. De La Ree, V. Centeno, J. S. Thorp and A. G. Phadke, "Synchronized Phasor Measurement Applications in Power Systems," in IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 1, no. 1, pp. 20-27, June 2010, doi: 10.1109/TSG.2010.2044815.
- [2] M. Zima, M. Larsson, P. Korba, C. Rehtanz and G. Andersson, "Design Aspects for Wide-Area Monitoring and Control Systems," in Proceedings of the IEEE, vol. 93, no. 5, pp. 980-996, May 2005, doi: 10.1109/JPROC.2005.846336.
- [3] N. M. Manousakis, G. N. Korres and P. S. Georgilakis, "Taxonomy of PMU Placement Methodologies," in IEEE Transactions on Power Systems, vol. 27, no. 2, pp. 1070-1077, May 2012, doi: 10.1109/TPWRS.2011.2179816.
- [4] J. S. Bhonsle and A. S. Junghare, "An optimal PMU-PDC placement technique in wide area measurement system," 2015 International Conference on Smart Technologies and Management for Computing, Communication, Controls, Energy and Materials (ICSTM), Avadi, India, 2015, pp. 401-405, doi: 10.1109/ICSTM.2015.7225450.
- [5] F. H. Fesharaki, R. A. Hooshmand and A. Khodabakhshian, "A new method for simultaneous optimal placement of PMUs and PDCs for maximizing data transmission reliability along with providing the power system observability," Electric Power Systems Research, vol. 100, pp. 43-54, Jul. 2013, doi: 10.1016/j.epsr.2013.02.009.

3. Ανθεκτικότητα συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας έναντι καιρικών φαινομένων

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα είναι μία από τις κύριες αιτίες μεγάλων διακοπών ρεύματος στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας. Το μεταβαλλόμενο κλίμα έχει οδηγήσει σε αύξηση της συχνότητας και της σοβαρότητας αυτών των συμβάντων, τα οποία, αν δεν μετριαστούν, αναμένεται να οδηγήσουν σε περισσότερες περιπτώσεις εκτεταμένων διακοπών και σοβαρών κοινωνικών και οικονομικών ζημιών που θα προκύψουν. Η προστασία του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας από τέτοια γεγονότα, τα οποία έχουν υψηλή επίπτωση αλλά χαμηλή συχνότητα, απαιτεί αλλαγή στις πρακτικές σχεδιασμού του δικτύου. Σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι η ενίσχυση της ανθεκτικότητας του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας έναντι ακραίων καιρικών φαινομένων τα οποία αποτελούν συμβάντα μικρής πιθανότητας αλλά μεγάλων επιπτώσεων.

- [1] M. Panteli, D. N. Trakas, P. Mancarella and N. D. Hatziargyriou, "Power Systems Resilience Assessment: Hardening and Smart Operational Enhancement Strategies," in Proceedings of the IEEE, vol. 105, no. 7, pp. 1202-1213, July 2017, doi: 10.1109/JPROC.2017.2691357.
- [2] J. Lu, J. Guo, Z. Jian, Y. Yang and W. Tang, "Dynamic Assessment of Resilience of Power Transmission Systems in Ice Disasters," 2018 International Conference on Power System Technology (POWERCON), Guangzhou, China, 2018, pp. 7-13, doi: 10.1109/POWERCON.2018.8601802.
- [3] T. C. Ly, J. N. Moura and G. Velumylyum, "Assessing the Bulk Power System's resource resilience to future extreme winter weather events," 2015 IEEE Power & Energy Society General Meeting, Denver, CO, USA, 2015, pp. 1-4, doi: 10.1109/PESGM.2015.7286527.
- [4] O. S. Omogoye, K. A. Folly and K. O. Awodele, "Review of Proactive Operational Measures for the Distribution Power System Resilience Enhancement Against Hurricane Events," 2021 Southern African Universities Power Engineering Conference/Robotics and

Mechatronics/Pattern Recognition Association of South Africa (SAUPEC/RobMech/PRASA), Potchefstroom, South Africa, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/SAUPEC/RobMech/PRASA52254.2021.9377252.

[5] M. Panteli and P. Mancarella, "Modeling and Evaluating the Resilience of Critical Electrical Power Infrastructure to Extreme Weather Events," in IEEE Systems Journal, vol. 11, no. 3, pp. 1733-1742, Sept. 2017, doi: 10.1109/JSYST.2015.2389272.

4. Αλγόριθμος εποπτείας συστήματος διανομής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών

Η παρακολούθηση της κατάστασης των δικτύων διανομής είναι πολύ σημαντική για τις επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία, η ικανοποίηση των πελατών και η μείωση του λειτουργικού κόστους. Εκτιμάται ότι οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας στις ΗΠΑ χάνουν έως το 3,5% των ετήσιων εσόδων τους λόγω κλοπής ηλεκτρικού ρεύματος. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας η συνεχής παρακολούθηση του δικτύου. Αν και το σύστημα μεταφοράς, συνήθως, παρακολουθείται πλήρως, είναι δυνατή μόνο η μερική παρακολούθηση του συστήματος διανομής. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι είναι οικονομικά ανέφικτο να παρακολουθείται πλήρως λόγω του σχετικού μεγάλου αριθμού ζυγών και γραμμών σε σύγκριση με το σύστημα μεταφοράς. Στην πραγματικότητα, σε μερικά συστήματα διανομής παρακολουθείται μόνο το 0,1% των ζυγών τους. Η κατάσταση του συστήματος διανομής παρακολουθείται με την εγκατάσταση συσκευών μέτρησης SCADA η οποία είναι πολύ δαπανηρή και γίνεται σε περιορισμένους ζυγούς του συστήματος. Κατά συνέπεια, η απώλεια της παρατηρησιμότητας του συστήματος είναι αναπόφευκτη. Οι ζυγοί αυτοί πρέπει να επιλέγονται προσεκτικά ώστε να μεγιστοποιείται η παρατηρησιμότητα του συστήματος όσο το δυνατόν περισσότερο και να παρακολουθούνται διαφορετικά τμήματα του συστήματος. Για την αντιμετώπιση της πρόκλησης της παρακολούθησης των δικτύων διανομής σε κατάλληλο επίπεδο παρατήρησης με ελάχιστο προϋπολογισμό, προτείνεται η χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών που είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες για την παρακολούθηση διαφόρων θέσεων σε διαφορετικές χρονικές περιόδους. Η παρακολούθηση μπορεί να γίνει με τη σύνδεση των αισθητήρων προσωρινά στη γραμμή για να επιτρέψει τη μέτρηση των τάσεων και των ρευμάτων. Έτσι, δεν υπάρχει ανάγκη να τοποθετηθεί μια μονάδα μέτρησης σε κάθε ζυγό.

[1] Y. Gao, B. Foggo and N. Yu, "A Physically Inspired Data-Driven Model for Electricity Theft Detection with Smart Meter Data," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 15, no. 9, pp. 5076-5088, Sept. 2019.

[2] O. Samuelsson, M. Hemmingsson, A. H. Nielsen, K. O. H. Pedersen and J. Rasmussen, "Monitoring of power system events at transmission and distribution level," IEEE Trans. on Power Sys., vol. 21, no. 2, pp. 1007-1008, May 2006.

[3] P. E. T. Martins, M. Oleskovicz, A. L. d. S. Pessoa and I. de Moura Faria, "Optimized allocation of power quality monitors in distribution systems considering fault location," 2018 18th International Conf. on Harmonics and Quality of Power (ICHQP), Ljubljana, Slovenia, 2018, pp. 1-6.

[4] IEC 61850:2021- Communication networks and systems for power utility automation [Online]. Available: <https://www.iec.ch/>

[5] C. Chaudet, E. Fleury, I. Guérin-Lassous, H. Rivano, and M.-E. Voge, "Optimal positioning of active and passive monitoring devices," CoNEXT 2005, Oct 2005, Toulouse, France.

[6] J. Burgués and S. Marco, "Environmental chemical sensing using small drones: A review", Science of the Total Environment, vol. 748, p. 141172, 2020.

[7] D. Wu et al., "ADDSEN: Adaptive Data Processing and Dissemination for Drone Swarms in Urban Sensing," IEEE Transactions on Computers, vol. 66, no. 2, pp. 183-198, 1 Feb. 2017.

ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ (ΒΑΣΕΙ ΜΑΡΑΤΟΥ)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΣΙΝΙΟΡΟΣ: ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΡΑΜΠΙΑΣ: ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ