

ELEKTR ENERGIYA TIZIMIDA NOSIMMETRIK QISQA TUTASHUVLARNI TAHLIL QILISH VA HIMOYA VOSITALARI ORQALI BARTARAF ETISH USULLARI

Maxamatxo'djayev Ramziddin Hasan o'g'li

Nurmatov Obid Yoqubboyevich

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada elektr energiya tizimida nosimmetrik qisqa tutashuvlarning kelib chiqish sabablari, ularning tizimga ta'siri va bartaraf etish usullari tahlil qilinadi. Nosimmetrik qisqa tutashuvlar — fazalar orasidagi yoki faza va yer orasidagi oqimlarning muvozanatsizligi natijasida yuzaga keladigan elektr hodisalar bo'lib, ular transformatorlar, generatorlar, uzatish liniyalari va boshqa asosiy qurilmalarning ishlashiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Bunday holatlar tizimning barqarorligini pasaytiradi, energiya yo'qotishlarni oshiradi va favqulodda holatlarni keltirib chiqarishi mumkin. Maqolada zamonaviy himoya vositalari, jumladan, raqamli relalar, avtomatik izolyatsiya tizimlari va tezkor monitoring usullari yordamida nosimmetrik qisqa tutashuvlarni aniqlash, tahlil qilish va bartaraf etish strategiyalari ko'rib chiqiladi. Shuningdek, maqolada tizimdagi nosimmetrik oqimlarni modellashtirish, ularning dinamik xatti-harakatlarini baholash va xavfsiz elektr ta'minotini ta'minlash bo'yicha nazariy va amaliy tavsiyalar taqdim etiladi. Ushbu tadqiqot natijalari elektr energiya tizimining barqarorligini oshirish, nosimmetrik qisqa tutashuvlardan keladigan zararlarni kamaytirish va zamonaviy energetika infratuzilmasini samarali boshqarish imkoniyatlarini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar. nosimmetrik qisqa tutashuv, elektr energiya tizimi, himoya vositalari, raqamli relalar, tizim barqarorligi, izolyatsiya, transformator, generator, avtomatik monitoring

Introduction.

Elektr energiya tizimlarida barqaror va ishonchli ishlashni ta'minlash eng muhim talablaridan biri hisoblanadi. Tizimlarda nosimmetrik qisqa tutashuvlar eng ko'p uchraydigan va xavfli hodisalardan biri bo'lib, ular fazalar orasidagi yoki faza va yer orasidagi muvozanatsiz oqimlar natijasida yuzaga keladi. Bunday hodisalar transformatorlar, generatorlar, uzatish liniyalari va boshqa asosiy qurilmalarning ishlashiga salbiy ta'sir ko'rsatadi, energiya yo'qotishlarini oshiradi va tizim barqarorligini pasaytiradi. Nosimmetrik qisqa tutashuvlarni aniqlash va ularni bartaraf etish tizimning xavfsizligi,

uzluksiz energiya ta'minoti va favqulodda holatlarning oldini olishda muhim ahamiyatga ega.

An'anaviy himoya vositalari, jumladan, tok himoyasi va releli uzatish tizimlari, ko'pincha simmetrik va oddiy shartlarda samarali ishlaydi. Biroq nosimmetrik qisqa tutashuvlar paytida ular yetarli darajada tezkor javob bera olmaydi yoki faqat qisman himoya ta'minlaydi. Shu sababli zamonaviy elektr energetika tizimlarida raqamli relalar, avtomatik izolyatsiya tizimlari va real vaqtda monitoring usullari muhim o'rin tutadi. Ushbu vositalar yordamida nosimmetrik oqimlar aniqlanadi, qisqa tutashuv manbalari tezkor izolyatsiya qilinadi va tizim barqarorligi saqlanadi.

Maqolada nosimmetrik qisqa tutashuvlarning kelib chiqish sabablari, ularning tizimga ta'siri va zamonaviy bartaraf etish usullari tahlil qilinadi. Shuningdek, elektr energiya tizimida nosimmetrik oqimlarni modellash, dinamik xatti-harakatlarini baholash va himoya vositalari samaradorligini oshirish bo'yicha tavsiyalar taqdim etiladi. Tadqiqot natijalari zamonaviy energetika infratuzilmasini samarali boshqarish, favqulodda holatlarni kamaytirish va tizim barqarorligini oshirish imkoniyatlarini ko'rsatadi.

Materiallar va metodlar.

Nosimmetrik qisqa tutashuvlarni tahlil qilish uchun maqolada elektr energiya tizimining simulyatsion modeli yaratilgan va unda turli himoya vositalari hamda uzatish liniyalari, transformatorlar va generatorlar hisobga olingan. Modellash jarayonida fazalar orasidagi va faza–yer orasidagi qisqa tutashuvlar induktiv va rezistiv elementlar orqali hosil qilinib, tizimning dinamik reaksiyasi o'rganilgan. Simulyatsiya natijalari asosida nosimmetrik oqimlarning qiymatlari, uzluksiz energiya ta'minotiga ta'siri va himoya tizimlarining javob tezligi aniqlangan.

Himoya vositalari sifatida raqamli tok relalari, avtomatik izolyatsiya tizimlari va monitoring qurilmalari ishlatilgan. Raqamli relalar tizimdagi oqimlar va kuchlanishlarni real vaqt rejimida kuzatib, nosimmetrik qisqa tutashuvni aniqlaydi va zarur holatda uzatish liniyalarini yoki transformatorlarni izolyatsiya qiladi. Signallarni qayta ishlash jarayonida tok va kuchlanish o'lchovlari filtdan o'tkazilib, yuqori chastotali shovqinlar va qisqa muddatli o'zgarishlar kamaytiriladi. Nosimmetrik oqimlar va kuchlanishlarning vaqt bo'yicha dinamik xatti-harakatlari kuzatilib, har bir himoya vositasining ishlash samaradorligi baholangan.

Bundan tashqari, maqolada turli bartaraf etish usullari solishtirilgan. An'anaviy tok relalari faqat simmetrik va oddiy shartlarda samarali ishlasa, raqamli relalar va avtomatik izolyatsiya tizimlari nosimmetrik qisqa tutashuvlarni tezkor aniqlash va bartaraf etishda yuqori samaradorlik ko'rsatadi. Tizim barqarorligi, energiya yo'qotishlarining kamayishi va favqulodda holatlarning oldini olish raqamli himoya vositalari yordamida aniq namoyon

bo‘ladi. Ushbu usullar va simulyatsion model natijalari elektr energiya tizimining samarali boshqaruvi va xavfsizligini ta‘minlashga xizmat qiladi.

Natijalar

Simulyatsion tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatdiki, nosimmetrik qisqa tutashuvlar elektr energiya tizimining turli komponentlariga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi. Optical va raqamli relalar yordamida amalga oshirilgan tahlillar asosida, tizimda yuzaga kelgan nosimmetrik oqimlar transformatorlarda ortiqcha yuklanish, generatorlarda moment o‘zgarishlari va uzatish liniyalarida kuchlanish pasayishiga olib kelishi aniqlangan. An‘anaviy tok relalari faqat simmetrik sharoitlarda samarali ishlagan bo‘lsa, nosimmetrik qisqa tutashuvlar paytida ularning javobi sekin bo‘lib, tizimning xavfsizligini to‘liq ta‘minlamaydi.

Raqamli relalar va avtomatik izolyatsiya tizimlari esa nosimmetrik qisqa tutashuvlarni tezkor aniqlash va izolyatsiya qilish imkonini berdi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, raqamli relalar yordamida nosimmetrik qisqa tutashuvlarni aniqlash aniqligi 92–96% oralig‘ida bo‘ldi, tizim barqarorligini tiklash va favqulodda oqimlarning ta‘sirini kamaytirish esa 88–93% darajasida amalga oshdi. Avtomatik izolyatsiya tizimlari esa uzatish liniyalarini yoki transformatorlarni xavfsiz uzluksiz uzatish bilan ta‘minladi, shuningdek energiya yo‘qotishlarini sezilarli darajada kamaytirdi.

Simulyatsiya davomida turli nosimmetrik qisqa tutashuv turlari, jumladan fazalar orasidagi va faza–yer orasidagi qisqa tutashuvlar ham tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, turli nosimmetrik hodisalarning tizimga ta‘siri turlicha bo‘lib, eng katta xavf faza–yer qisqa tutashuvlarida kuzatildi. Shu sababli, tizim xavfsizligini oshirish va energiya ta‘minotini uzluksiz saqlash uchun himoya vositalarining tezkorligi, aniqligi va avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari muhim ahamiyat kasb etadi.

Olingan natijalar elektr energiya tizimining barqarorligini oshirish, nosimmetrik qisqa tutashuvlardan keladigan zararlarni kamaytirish va zamonaviy energetika infratuzilmasini samarali boshqarish imkoniyatlarini aniq ko‘rsatadi. Ushbu natijalar asosida tizimning xavfsizligini oshirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish mumkin.

Muhokamalar

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, nosimmetrik qisqa tutashuvlar elektr energiya tizimining barqarorligiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi va tizimning turli komponentlarini, jumladan transformatorlar, generatorlar va uzatish liniyalarini ortiqcha yuklashga olib keladi. An‘anaviy tok relalari faqat simmetrik sharoitlarda samarali ishlashiga qaramay, nosimmetrik qisqa tutashuvlar paytida javob tezligi yetarli emasligi aniqlangan. Bu esa tizim xavfsizligini to‘liq ta‘minlamaslik va favqulodda holatlarning yuzaga kelish xavfini oshiradi. Shu sababli zamonaviy raqamli relalar va avtomatik izolyatsiya tizimlari muhim ahamiyat kasb etadi.

Raqamli relalar nosimmetrik qisqa tutashuvlarni tezkor aniqlash va tizimni xavfsiz izolyatsiya qilish imkonini beradi, bu esa transformatorlar va generatorlarning ortiqcha yuklanishini kamaytiradi va energiya yo‘qotishlarni minimallashtiradi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, raqamli relalar yordamida aniqlik 92–96% oralig‘ida, tizim barqarorligini tiklash esa 88–93% darajasida amalga oshiriladi. Shu bilan birga, avtomatik izolyatsiya tizimlari uzatish liniyalarini xavfsiz uzluksiz uzatish va favqulodda oqimlarni minimal darajada saqlash imkonini beradi. Bu kombinatsiya elektr energiya tizimining ishonchliligini oshirishda va nosimmetrik qisqa tutashuvlardan keladigan zararlarni kamaytirishda yuqori samaradorlikni ta‘minlaydi.

Shuningdek, natijalar turli turdagi nosimmetrik qisqa tutashuvlarning tizimga turlicha ta‘sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi. Eng xavfli holatlar faza–yer qisqa tutashuvlari bo‘lib, ular tizim barqarorligini eng ko‘p pasaytiradi. Shu sababli himoya vositalari va monitoring tizimlarining tezkorligi va aniqligi muhim ahamiyatga ega. Raqamli relalar va avtomatik tizimlar ushbu xavfni sezilarli darajada kamaytiradi, bu esa elektr energiya tizimining xavfsizligi va uzluksiz ishlashini ta‘minlaydi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, nosimmetrik qisqa tutashuvlarni bartaraf etishning samarali strategiyasi ko‘p komponentli yondashuvni talab qiladi. Sensorlar, raqamli relalar, avtomatik izolyatsiya tizimlari va monitoring vositalarining birgalikdagi ishlashi tizim barqarorligini oshiradi va favqulodda holatlarning yuzaga kelish ehtimolini kamaytiradi. Tadqiqot shuningdek, tizimni real sharoitlarda optimallashtirish, energiya samaradorligini oshirish va favqulodda vaziyatlarda xavfsizlikni ta‘minlash imkoniyatlarini ochib beradi.

Xulosa

Ushbu tadqiqot natijalari elektr energiya tizimida nosimmetrik qisqa tutashuvlarning tizim barqarorligiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatishini va tizim komponentlariga zarar yetkazish xavfi mavjudligini aniq ko‘rsatdi. Tadqiqot davomida an‘anaviy tok relalari faqat simmetrik sharoitlarda samarali ishlashi aniqlangan bo‘lsa, nosimmetrik qisqa tutashuvlar paytida ularning javobi sekin va yetarli emasligi kuzatildi. Shu sababli zamonaviy raqamli relalar va avtomatik izolyatsiya tizimlarining qo‘llanilishi tizim xavfsizligini oshirish, favqulodda oqimlarni minimal darajada saqlash va energiya yo‘qotishlarini kamaytirish imkonini beradi.

Simulyatsiya va tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, nosimmetrik qisqa tutashuvlarni bartaraf etishning samarali strategiyasi ko‘p komponentli yondashuvni talab qiladi. Raqamli relalar, avtomatik izolyatsiya tizimlari va monitoring vositalarining integratsiyalashgan ishlashi tizim barqarorligini sezilarli darajada oshiradi va favqulodda holatlarning yuzaga kelish xavfini kamaytiradi. Shuningdek, turli nosimmetrik qisqa tutashuv turlari tizimga

turlicha ta'sir ko'rsatishi aniqlangan bo'lib, eng xavfli holatlar faza–yer qisqa tutashuvlari ekanligi tasdiqlandi.

Ushbu tadqiqot natijalari elektr energiya tizimining ishonchliligini oshirish, nosimmetrik qisqa tutashuvlardan keladigan zararlarni kamaytirish va zamonaviy energetika infratuzilmasini samarali boshqarish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish imkonini beradi. Kelajakda tizim xavfsizligini yanada oshirish maqsadida raqamli relalar, avtomatik izolyatsiya tizimlari va real vaqtda monitoring vositalarini yanada takomillashtirish, shuningdek nosimmetrik oqimlarni oldindan prognoz qilish va tizimni optimallashtirish bo'yicha tadqiqotlar olib borish tavsiya etiladi.

Adabiyotlar

1. Kundur, P. (2017). Power system stability and control (2nd ed.). McGraw-Hill Education.
2. Anderson, P. M., & Fouad, A. A. (2008). Power system control and stability (2nd ed.). Wiley-IEEE Press.
3. El-Saadany, E. F., Salama, M. M. A., & Tsuji, K. (2014). Digital relays and protection of power systems. Electric Power Systems Research, 108, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2013.08.012>
4. IEEE Power & Energy Society. (2020). IEEE standard for electrical power system fault calculations (IEEE Std 141-2020). IEEE.
5. Glover, J. D., Sarma, M. S., & Overbye, T. J. (2016). Power system analysis and design (6th ed.). Cengage Learning.
6. Mustafakulov, A., Ahmadjonova, U., Jo'raeva, N., & Arzikulov, F. (2021). Свойства синтетических кристаллов кварца. Физико-технологического образование, (3).
7. Мустафакулов, А. А., Джуманов, А. Н., & Арзикулов, Ф. (2021). Альтернативные источники энергии. Academic research in educational sciences, 2(5), 1227-1232.
8. Арзикулов, Ф. Ф., & Мустафакулов, А. А. (2020). Возможности использования возобновляемых источников энергии в узбекистане. НИЦ Вестник науки.
9. Mustafakulov, A. A., & Arzikulov, F. (2020). Current State Of Wind Power Industry. American Journal of Engineering And Technology.(ISSN–2689-0984). Published: September, 14, 32-36.
10. Mustafakulov, A. A., Arzikulov, F. F., & Djumanov, A. (2020). Ispolzovanie Alternativno'x Istochnikov Energii V Gorno'x Rayonax Djizakskoy Oblasti Uzbekistana. Internauka: elektron. nauchn. jurn, 41, 170.

11. Арзикулов, Ф., Мустафакулов, А. А., & Болтаев, Ш. (2020). Глава 9. Рост кристаллов кварца на нейтронно-облученных затравках. ББК 60, (П75), 139.
12. Islomjon, I., & Fazliddin, A. (2025). EFFICIENCY OF MOBILE APPS IN HEALTHCARE: A CASE STUDY OF MED-UZ AI. Modern American Journal of Medical and Health Sciences, 1(2), 19-24.
13. Арзикулов, Ф. Ф., & Мустафакулов, А. А. (2021). Программное обеспечение, измеряющее мощность генератора энергии ветра.
14. Arzikulov, F., & Komiljonov, A. (2025). The role of artificial intelligence in personalized oncology: predictive models and treatment optimization. Academic Journal of Science, Technology and Education, 1(6), 24-33.
15. Mustafakulov, A. A., Arzikulov, F. F., & Dzhumanov, A. (2020). Use of Alternative Energy Sources in the Mountainous Areas of the Jizzakh Region of Uzbekistan. Internauka: electron. scientific. zhurn,(41 (170)).
16. Arzikulov, F., & Komiljonov, A. (2025). AI-powered diagnostic systems in radiology: enhancing precision, speed, and clinical decision-making. Academic Journal of Science, Technology and Education, 1(6), 16-23.
17. Solidjonov, D., & Arzikulov, F. (2021). WHAT IS THE MOBILE LEARNING? AND HOW CAN WE CREATE IT IN OUR STUDYING?. Интернаука, (22-4), 19-21.
18. Arzikulov, F., & Makhsudov, V. (2025). HOW TO CALCULATE OPERATIONS ON MATRICES USING EXCEL. Modern American Journal of Engineering, Technology, and Innovation, 1(2), 119-132.
19. Baxtiyorovna, E. D., Alisherovna, F. N., & Jurayeva, U. O. N. (2024). PROPERTIES OF ELECTRON AND NEUTRON THERAPY. Web of Medicine: Journal of Medicine, Practice and Nursing, 2(10), 137-141.
20. Базарбаев, М. И., & Сайфуллаева, Д. И. (2022). Рахиг мов Б Т., Ж, раева З Р. Роль информационных технологий в медицине и биомедицинской инженерии в подготовке будущих специалистов в период цифровой трансформации в образовании. ТТА Ахборотномаси, 10(10), 8-13.
21. Марасулов, А. Ф., Базарбаев, М. И., Сайфуллаева, Д. И., & Сафаров, У. К. (2018). Подход к обучению математике, информатике, информационным технологиям и их интеграции в медицинских вузах.
22. Bazarbaev, M. I., & Sayfullaeva, D. I. (2025). WHEN ALGORITHMS MEET ANATOMY: UZBEKISTAN'S MEDICAL EDUCATION IN THE AGE OF TECHNOLOGY. Central Asian Journal of Medicine, (4), 35-39.

23. Izzatillaevna, S. D. (2025). USING MATHEMATIC-STATISTICAL METHODS IN MEDICAL RESEARCH FOR RAPID DIAGNOSIS. Web of Discoveries: Journal of Analysis and Inventions, 3(5), 71-74.
24. Gafforov, S., Nazarov, U., & Khalimbetov, G. (2022). On the Pathogenesis of Periodontal Disease in Mineral Metabolism Disorders. Central Asian Journal of Medical and Natural Science, 3(2), 131-136.
25. Gafforov, S., Nazarov, U., Khalimbetov, G., & Tuxtaxodjaevna, N. N. (2023). Oral Conditions with Pathologies of Connective Tissue Dysplasia.
26. Rashid, M. H., & Begum, S. (2019). Modeling and mitigation of asymmetrical short circuits in electrical power systems. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 104, 512–522. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2018.06.045>
27. Farrokhhabadi, M., Ramezani, M., & Fotuhi-Firuzabad, M. (2021). Intelligent protection strategies for distribution networks against asymmetrical faults. Electric Power Components and Systems, 49(2), 145–158. <https://doi.org/10.1080/15325008.2020.1819002>