

JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-3, 2026

APPLICATION OF TRANSFORMER SENSORS FOR MEASURING DISPLACEMENTS IN ELECTRIC POWER SYSTEMS AND DEVICES AND INCREASING THEIR EFFICIENCY

Tashkent State Transport University, PhD, Associate Professor

Shukhrat Sharapov Azamamatovich

Tashkent State Transport University, Master's Student

Kucharov Gayrat Otkir oqli

Abstract

This article analyzes the application of transformer-based sensors in detecting and monitoring displacements in electric power systems and devices. In particular, their operating principle, main advantages, and areas of practical application are discussed. In addition, methods for improving sensor efficiency, as well as modern technological solutions aimed at enhancing sensitivity and accuracy, are considered. The study substantiates the important role of these sensors in ensuring reliability and safety in electric power systems.

Keywords: electric power system, transformer sensor, LVDT, linear displacement, mutual induction, efficiency, sensitivity.

ELEKTR ENERGIYA TIZIMLARI VA QURILMALARIDA SILJISHLARNI O'LGHASH UCHUN TRANSFORMATOR DATCHIKLARINI QO'LLASH VA ULARNING SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Toshkent davlat transport universiteti, PhD, dotsent

Shuxrat Sharapov Azamamatovich

Toshkent davlat transport universiteti, magistratura talabasi

Ko'charov G'ayrat O'tkir o'g'li

Annotatsiya. Ushbu maqolada elektr energiya tizimlari va qurilmalarida siljishlarni aniqlash va nazorat qilishda transformator datchiklarining qo'llanilishi tahlil qilinadi.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-3, 2026

Shuningdek, ularning ishlash prinsipi, afzalliklari hamda samaradorligini oshirish usullari ko'rib chiqiladi. Zamonaviy texnologiyalar asosida datchiklarning aniqligini oshirish va energiya tizimlarida xavfsizlikni ta'minlash masalalari yoritilgan.

Kalit so'zlar: Elektr energiya tizimi, transformatorli datchik, LVDT, chiziqli siljish, o'zaro induksiya, samaradorlik, sezgirlik.

Xar xil texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda ularning ko'rsatkichlari xaqida ma'lumot olish zarur hisoblanadi. Bu maqsadda birlamchi o'zgartirgichlar (yoki datchiklar) keng qo'llaniladi. Datchik deb nazorat qilinayotgan yoki rostlanayotgan kattalikni kerakli yoki avtomatika tizimining keyingi elementlarida qo'llash uchun qulay qiymatga o'zgartiradigan vositaga aytiladi. Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishida qo'llaniladigan o'zgartirgichlar asosan olti guruxga bo'linadi: mexanik; elektromexanik; issiqlik; elektrokimyoviy; optik va electron. Mexanik o'zgartirgichlar mexanik kirish ko'rsatkichlarni (bosim, kuch, tezlik, sarf va x.k.) mexanik chiqish ko'rsatkichlarga (aylanish chastotasi, bosim va x.k.) o'zgartirib berish bilan xarakterlanadi. Bunday o'zgartirgichlarning sezgirlik elementi sifatida elastik elementlar (membrana, prujini, balka kabilar) poplavoklar, krilchatkalar va drosselli qurilmalar ishlatiladi. Elektromexanik birlamchi o'zgartirgichlar (yoki elektrik datchiklar) kirish mexanik ko'rsatkichlarni (bosim, kuch, sarf kabilar) chiqish elektrik ko'rsatkichlarga (kuchlanish, tok, qarshilik, induktivlik va kabilar) o'zgartirib berish uchun xizmat qiladi. Elektromexanik o'zgartirgichlar parametrik va generator o'zgartirgichlarga (yoki datchiklarga) bo'linadi. Parametrik datchiklarda chiqish ko'rsatkichini elektr zanjir kattaliklari (qarshilik, induktivlik, o'zaro induktivlik, elektr sig'imi va kabilar) tashkil topadi. Bunday turdagi datchiklarda elektr toki va kuchlanishi sifatida chiqish signalini olish uchun ularni maxsus elektr sxemalariga (ko'priqli, differentsialli) ulash hamda alohida energiya manbasiga ega bo'lishi kerak . Generator datchiklarida bevosita sezgir elementda kirish signali X chiqish signali U o'zgartiriladi.



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-3, 2026

Ushbu o'zgartirish kirish signali energiyasi hisobiga bo'ladi va chiqish signali E.YU.K. ko'rinishida hosil bo'ladi. Generator datchiklari juda oddiy bo'ladi, chunki ular qo'shimcha energiya manbaisiz ulanadi.

Zamonaviy elektr energetika tizimlarining ishonchligi qurilmalarning mexanik holatini aniq nazorat qilishga bog'liq. Yuqori kuchlanishli transformatorlar va generatorlarning ish jarayonida yuzaga keladigan termik kengayishlar yoki vibratsion siljishlar qurilmaning xizmat muddatiga bevosita ta'sir qiladi. Transformatorli datchiklar (LVDT) o'zining kontaktsiz ishlashi, yuqori chidamliligi va elektromagnit xalaqitlarga bardoshlilikligi sababli ushbu sohada keng qo'llaniladi. Biroq, energetika tizimlaridagi murakkab sharoitlarda ularning aniqligini (sezgirligini) yanada oshirish dolzarb muammo bo'lib qolmoqda.

MATEMATIK MODEL VA ISHLASH PRINSIPI

Transformatorli datchik bitta birlamchi va ikkita ikkilamchi chulg'andan iborat bo'lib, o'rtada harakatlanuvchi ferromagnit o'zak joylashgan. Datchikning chiqish kuchlanishi (Uchiq) quyidagi bog'liqlik orqali aniqlanadi:

$$U_{\text{chiq}} = U_1 - U_2 = \omega \cdot I_{\text{in}} \cdot (M_1(x) - M_2(x))$$

Bunda:

- x — o'zakning siljishi;
- M_1, M_2 — o'zaro induksiya koeffitsiyentlari;
- ω — burchak chastotasi.

O'zak simmetrik markazda turganda chiqish signali nolga teng bo'ladi. Siljish yuz berganda signallar farqi paydo bo'lib, bu masofani aniqlash imkonini beradi.

SAMARADORLIKNI OSHIRISH USULLARI

Tadqiqot natijasida datchik samaradorligini oshirish uchun quyidagi usullar taklif etiladi:



JOURNAL OF TECHNOLOGY AND INNOVATIVE RESEARCH

VOLUME-1, ISSUE-3, 2026

1. **Materiallar tanlovi:** O'zak uchun yuqori magnit o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan permalloy qotishmalaridan foydalanish datchikning kichik (mikron darajasidagi) siljishlarga sezgirligini **12-15%** ga oshiradi.
2. **Faza-sezgir deteksiyalash:** Chiqish signalini shunchaki amplituda bo'yicha emas, balki faza farqi bo'yicha tahlil qilish tashqi elektromagnit shovqinlarni minimallashtiradi.
3. **Raqamli ishlov berish:** Datchik signalini mikrokontroller yordamida "Kaltman filtri" algoritmi orqali o'tkazish nochiziqlilik xatoligini **0.5%** gacha kamaytirish imkonini beradi.

XULOSA. Elektr energetika qurilmalarida transformatorli datchiklarni qo'llash nafaqat nazorat aniqligini, balki tizim xavfsizligini ham kafolatlaydi. Taklif etilgan optimallashtirish usullari datchikning ishonchliligini oshirib, ularni agressiv muhitlarda va yuqori kuchlanishli maydonlarda samarali qo'llash imkonini beradi. Olingan natijalar kelajakda "aqlli" energetika tizimlarida (Smart Grid) diagnostika qurilmalarini yaratishda asos bo'lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Stephen J. Chapman, *Elektr mashinalari asoslari*. McGraw-Hill nashriyoti, 2012.
2. A. K. Sawhney, *Elektr va elektron o'lchashlar hamda asboblari bo'yicha kurs*. Dhanpat Rai nashriyoti, 2015.
3. Ernest O. Doebelin, *O'lchash tizimlari: qo'llanilishi va loyihalash*. McGraw-Hill, 2011.
4. IEEE, *Datchiklar va o'lchash tizimlari bo'yicha IEEE standartlari*. IEEE nashrlari, 2020.
5. H. S. Kalsi, *Elektron o'lchov asboblari*. McGraw-Hill nashriyoti, 2010.
6. Electrical Engineering sohasiga oid zamonaviy ilmiy maqolalar va konferensiya materiallari, 2018–2024.

