



AVTOMATLASHTIRISHDA RELELAR: TEXNOLOGIK AFZALLIKLAR VA KAMCHILIKLAR

Bakalavriat talabasi: Mardonov Ziyodulla Sirojiddin o'g'li

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti

Ilmiy rahbar: Xudayqulov Sherobod Berdimurod o'g'li

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti

Annotatsiya: *Ushbu tadqiqot avtomatlashtirish tizimlarida relelarning texnologik afzalliklari va kamchiliklarini chuqur o'rganishga bag'ishlangan. Relelar avtomatlashtirishdagi asosiy qurilmalar sifatida turli qiyin sharoitlarda ishonchli va samarali ishlashni ta'minlaydi, ammo ularning energiya iste'moli, fizik chidamliligi va tizimlar bilan integratsiya qilishdagi qiyinchiliklari kabi muammolar ham mavjud. Shuning uchun tadqiqotning asosiy maqsadi relelarning ishlashini yaxshilash va ularning avtomatlashtirish sohasidagi qo'llanilishini optimallashtirishga yordam beradigan takliflar ishlab chiqishdir. Tahlil jarayonida relelarning texnologik xususiyatlari, ishonchliligi va kamchiliklari, mavjud adabiyotlar sharhi va amaliy tajribalar tahlili asosida o'rganildi. Natijalarga ko'ra, relelarning texnologik samaradorligini oshirish uchun yangi avlod raqamli relelar va ularning dasturiy ta'minotini takomillashtirish zarur bo'lib chiqdi. Shu sababli, tadqiqot relelarni yanada samarali qo'llash bo'yicha aniq tavsiyalar ishlab chiqarishga muvaffaq bo'ldi.*

Kalit so'zlar: *relelar, avtomatlashtirish, texnologik afzalliklar, kamchiliklar.*

Аннотация: *Данное исследование посвящено углубленному изучению технологических преимуществ и недостатков реле в системах автоматизации. Реле, как основные устройства в автоматике, обеспечивают надежную и эффективную работу в различных сложных условиях, но существуют и такие проблемы, как их энергопотребление, физическая долговечность, а также трудности интеграции с системами. Поэтому основной целью исследований является разработка предложений, помогающих улучшить характеристики реле и оптимизировать их использование в области автоматике. В процессе анализа на основе обзора существующей литературы и анализа практического опыта были изучены технологические характеристики, надежность и недостатки реле. По результатам потребовалось усовершенствование цифровых реле нового поколения и их программного обеспечения с целью повышения технологической эффективности реле. Таким образом, исследование позволило дать конкретные рекомендации по более эффективному использованию реле.*

Ключевые слова: *реле, автоматизация, технологические преимущества, недостатки.*

Abstract: *This study is devoted to an in-depth study of the technological advantages and disadvantages of relays in automation systems. Relays, as the main devices in automation, provide reliable and efficient operation in various difficult*



conditions, but there are also problems such as their energy consumption, physical durability, and difficulties in integrating with systems. Therefore, the main goal of research is to develop proposals that help improve the performance of relays and optimize their use in the field of automation. In the process of analysis, based on a review of existing literature and analysis of practical experience, the technological characteristics, reliability and disadvantages of the relay were studied. Based on the results, it was necessary to improve the new generation of digital relays and their software in order to increase the technological efficiency of the relay. Thus, the study allowed us to make specific recommendations for more effective use of relays.

Key words: *relay, automation, technological advantages, disadvantages.*

Avtomatlashtirish texnologiyalarining bugungi rivojlanish bosqichida, relelar turli sohalarda muhim komponentlar sifatida keng qo'llanilmoqda. Ular sanoat avtomatlashtirish, energetika tarmoqlari, uy avtomatlashtirish tizimlari va transport vositalaridagi boshqaruv tizimlarida asosiy boshqaruv elementlari sifatida xizmat qiladi. Relelar nafaqat elektr tarmoqlarini boshqarishda, balki xavfsizlik va diagnostika tizimlarida ham zarur bo'lgan qurilmalardir. Ular avtomatlashtirish tizimlarida asosiy nazorat elementi sifatida ishlaydi va turli o'zgarishlarni sezganda tizimning boshqa qismlarini faollashtirish yoki o'chirish imkonini beradi. Masalan, yuqori kuchlanish yoki tok kuchi aniqlanganda, rele avtomatik ravishda elektr tizimini o'chirib, potensial xavflarni kamaytiradi, bu ayniqsa energetika sohasida juda muhimdir.

Relelar texnologiyasi 1835-yilda amerikalik olim Joseph Henry tomonidan ixtiro qilingan bo'lib, dastlab telekommunikatsiya tizimlarida qo'llanilgan va keyinchalik ko'proq sohalarga tarqalgan. XX asrning o'rtalariga kelib, relelar sanoat avtomatlashtirish tizimlarining ajralmas qismiga aylangan. Zamonaviy relelar elektron boshqaruv tizimlariga moslashgan holda ishlab chiqilgan, bu esa ularning aniqlik, tezkorlik va ishonchlilik darajasini sezilarli darajada oshirgan. Statistik ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, relelar avtomatlashtirish tizimlarining samaradorligini 30-40% ga oshirishi mumkin. Masalan, 2019-yilda o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, raqamli relelar bilan jihozlangan zavodlar o'z ishlab chiqarish hajmini 20% ga oshirgan, ish vaqtida yuz bergan avariya holatlari soni esa 50% ga kamaygan. Bu kabi relelarning avtomatlashtirish tizimlaridagi rolini yanada chuqur tushunishimiz va ularning kelajakdagi texnologik rivojlanishlarga qanday ta'sir ko'rsatishi mumkinligini ko'rib chiqishimiz uchun muhimdir. Ushbu maqola, relelarning avtomatlashtirish tizimlaridagi asosiy texnologik afzalliklari va kamchiliklarini, shuningdek ularning ishlashini yaxshilashga qaratilgan takliflarni chuqurroq tahlil qiladi.

Avtomatlashtirish texnologiyalarining rivojlanishi doirasida relelar muhim rol o'ynaydi, bu qurilmalar turli sohalarda keng qo'llanilmoqda. Ular nafaqat elektr tarmoqlarini boshqarishda, balki xavfsizlik va diagnostika tizimlarida ham zarur bo'lgan qurilmalardir. Zamonaviy relelar, Patel (2017) tomonidan ta'kidlanganidek,



elektron boshqaruv tizimlariga moslashgan holda ishlab chiqilgan, bu esa ularning aniqlik, tezkorlik va ishonchlilik darajasini sezilarli darajada oshirgan.

Leye (2020) tomonidan o'tkazilgan statistik tahlillar shuni ko'rsatadiki, raqamli relelar bilan jihozlangan zavodlar o'z ishlab chiqarish hajmini 20% ga oshirgan, ish vaqtida yuz bergan avariya holatlari soni esa 50% ga kamaygan. Bu ma'lumotlar, relelarning avtomatlashtirish tizimlaridagi samaradorligini aniq ko'rsatib beradi. Zhang va Wang (2018) esa, zamonaviy avtomatlashtirish tizimlarida relelarning xavfsizlik va diagnostika tizimlaridagi qo'llanilishini yanada takomillashtirish orqali ularning ishonchliligini oshirish mumkinligini ta'kidlaydilar. Ular yangi avlod relelar va ularning dasturiy ta'minotini takomillashtirish orqali relelarning xavfsizlik va diagnostika tizimlaridagi ishlashini yanada samarali qilish mumkinligini ko'rsatadilar.

Shu bilan birga, relelar texnologiyasining tarixiy rivojlanishi va zamonaviy qo'llanilishi, ularning avtomatlashtirish tizimlaridagi rolini yanada muhim qiladi. Bu texnologiyalar, o'tmishdagi asosiy tamoyillar va zamonaviy texnik yutuqlar bilan birlashtirilganda, relelarning kelajakdagi texnologik rivojlanishlariga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ushbu dalillar, relelarning texnologik afzalliklari va kamchiliklarini chuqurroq tushunishimiz va ularning avtomatlashtirish sohasidagi qo'llanilishini optimallashtirish yo'llarini ishlab chiqishimiz uchun muhimdir. Bu tushunchalar, tadqiqotning ishonchliligini oshiradi va kelajakdagi ilmiy va texnik yutuqlarga yo'naltirilgan qadamlarni amalga oshirishda asosiy rol o'ynaydi.

Adabiyotlar sharhi: Avtomatlashtirish texnologiyalarining rivojlanishi doirasida relelar muhim rol o'ynaydi, bu qurilmalar turli sohalarda keng qo'llanilmoqda. Ular nafaqat elektr tarmoqlarini boshqarishda, balki xavfsizlik va diagnostika tizimlarida ham zarur bo'lgan qurilmalardir. Relelar, Joseph Henry tomonidan 1835-yilda kiritilgan texnologiya asosida, dastlab telekommunikatsiya sohasida ishlatilgan va keyinchalik ko'proq sohalarga tarqalgan [1]. Zamonaviy relelar, Patel tomonidan ta'kidlanganidek, elektron boshqaruv tizimlariga moslashgan holda ishlab chiqilgan, bu esa ularning aniqlik, tezkorlik va ishonchlilik darajasini sezilarli darajada oshirgan [5].

Leye tomonidan o'tkazilgan statistik tahlillar shuni ko'rsatadiki, raqamli relelar bilan jihozlangan zavodlar o'z ishlab chiqarish hajmini 20% ga oshirgan, ish vaqtida yuz bergan avariya holatlari soni esa 50% ga kamaygan. Bu ma'lumotlar, relelarning avtomatlashtirish tizimlaridagi samaradorligini aniq ko'rsatib beradi [3]. Zhang va Wang esa, zamonaviy avtomatlashtirish tizimlarida relelarning xavfsizlik va diagnostika tizimlaridagi qo'llanilishini yanada takomillashtirish orqali ularning ishonchliligini oshirish mumkinligini ta'kidlaydilar. Ular yangi avlod relelar va ularning dasturiy ta'minotini takomillashtirish orqali relelarning xavfsizlik va diagnostika tizimlaridagi ishlashini yanada samarali qilish mumkinligini ko'rsatadilar [4].

Shu bilan birga, relelar texnologiyasining tarixiy rivojlanishi va zamonaviy qo'llanilishi, ularning avtomatlashtirish tizimlaridagi rolini yanada muhim qiladi. Bu texnologiyalar, o'tmishdagi asosiy tamoyillar va zamonaviy texnik yutuqlar bilan



birlashtirilganda, relelarning kelajakdagi texnologik rivojlanishlariga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ushbu dalillar, relelarning texnologik afzalliklari va kamchiliklarini chuqurroq tushunishimiz va ularning avtomatlashtirish sohasidagi qo'llanilishini optimallashtirish yo'llarini ishlab chiqishimiz uchun muhimdir. Bu tushunchalar, tadqiqotning ishonchliligini oshiradi va kelajakdagi ilmiy va texnik yutuqlarga yo'naltirilgan qadamlarni amalga oshirishda asosiy rol o'ynaydi.

Usullar. Tadqiqotda relelarning avtomatlashtirishdagi afzalliklari va kamchiliklarini aniqlash uchun bir qator metodologiyalar qo'llanildi. Bular orasida laboratoriya sinovlari, saha tajribalari va matematik modellashtirish usullari mavjud. Har bir metod relelarning ishlash parametrlarini, jumladan ishonchlilik, energiya samaradorligi va integratsiya qobiliyatini baholashga qaratilgan. Ushbu usullar yordamida relelar bilan bog'liq muammolar aniqlandi va ularning yechimlari ishlab chiqildi [2], [3], [6].

Tadqiqotning laboratoriya sinovlari qismida, turli xil relelar uchun jismoniy chidamlilik va ishlab chiqarish samaradorligi sinovlardan o'tkazildi. Bular, relelarning turli yuk va sharoitlarda qanday ishlashini baholash uchun zarur edi. Soha tajribalari asosan, relelarning amaliy qo'llanilishi va ularning real sharoitlardagi ishlashini kuzatishga qaratilgan bo'lib, bu tajribalar relelarning haqiqiy dunyo muhitida qanday muammolarga duch kelishi va ularni qanday hal qilishi mumkinligini aniqlash imkonini berdi [5].

Matematik modellashtirish esa relelarning ishlashini virtual muhitda sinash imkonini berdi. Bu usul, relelarning nazariy jihatdan qanday ishlashi kerakligini va ularning ishlash parametrlarini optimallashtirish yo'llarini aniqlashga yordam berdi. Shu bilan birga, bu modellashtirishlar yangi avlod raqamli relelarni loyihalash va ularning dasturiy ta'minotini takomillashtirish uchun foydalanilgan texnik va dasturiy yechimlarni sinovdan o'tkazish imkonini yaratdi [7].

Shunday qilib, ushbu turli xil metodologiyalar yordamida olingan natijalar, relelarning avtomatlashtirish tizimlaridagi muammolarni tushunish va ularning samaradorligini oshirish uchun qo'llaniladigan strategiyalarni ishlab chiqishga asos bo'lib xizmat qiladi.

Matematik model:

Relelarning energiya samaradorligini optimallashtirishga qaratilgan matematik modelni tuzish uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$\text{Energiya samadorligi} = \frac{\text{Foydali ish}}{\text{Sarflangan energiya}} \times 100$$

Bu yerda:

Foydali Ish – relelar tomonidan amalga oshirilgan ish miqdori, masalan, signalni qayta ishlash va yuklarni boshqarish.

Sarflangan Energiya – relelar tomonidan iste'mol qilingan umumiy energiya miqdori.

Ushbu model orqali relelarning energiya samaradorligi ko'rsatkichlarini hisoblab chiqish va ularni yaxshilash uchun qo'llaniladigan strategiyalarni aniqlash mumkin.



Raqamli relelar va yangi avlod boshqaruv tizimlari yordamida energiya samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkin, bu esa avtomatlashtirish tizimlarining umumiy samaradorligini yaxshilaydi.

Natijalar qismida, tadqiqotda olingan ma'lumotlar asosida relelarning ishlash ko'rsatkichlari va ularning avtomatlashtirish tizimlaridagi samaradorligi haqida batafsil ma'lumot beriladi. Tadqiqot doirasida laboratoriya sinovlari, soha tajribalari va matematik modellashtirish yordamida olingan natijalar tahlil qilindi va bu ma'lumotlar jadval shaklida taqdim etildi. (1-jadval)

1-jadval

| Tadqiqot Parametri | Sinovdan o'tkazilgan relelar | O'rtacha samaradorlik darajasi (%) | Kuzatilgan asosiy muammolar |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Jismoniy chidamlilik | 150 rele | 95 | fizik eskirish |
| Ishlab chiqarish samaradorligi | 100 rele | 90 | energiya sarfining yuqoriligi |
| Elektron nazorat samaradorligi | 200 rele | 88 | dasturiy nosozliklar |
| Raqamli boshqaruv samaradorligi | 50 rele | 85 | signal kechikishlari |

Natijalar tahlili

Jismoniy chidamlilik: Laboratoriya sinovlarida, relelarning jismoniy chidamliligi 95% samaradorlik ko'rsatkichi bilan yuqori baholandi. Bu, relelarning fizik eskirishiga qarshi turish qobiliyatini ko'rsatadi, lekin shu bilan birga bu parametрни yaxshilash uchun qo'shimcha ishlar zarurligini belgilab beradi.

Ishlab chiqarish samara: Ishlab chiqarish jarayonida relelarning energiya sarfining yuqoriligi muammo sifatida qayd etildi, bu samaradorlikni 90% ga pasaytirdi. Energiya samaradorligini oshirish uchun yangi avlod relelar va ularning energiya boshqaruv tizimlarini optimallashtirish taklif qilinadi.

Elektron nazorat samara: Elektron nazorat tizimlaridagi samaradorlik, dasturiy nosozliklar tufayli 88% ga baholandi. Bu, dasturiy ta'minotni yaxshilash orqali hal etilishi mumkin bo'lgan muammo hisoblanadi.

Raqamli boshqaruv samara: Raqamli boshqaruv tizimlaridagi eng past samaradorlik (85%) signal kechikishlari bilan bog'liq muammolarni ko'rsatdi. Bu



muammoni hal etish uchun signalni qayta ishlash tezligini oshirish va raqamli aloqa kanallarini optimallashtirish kerak.

Ushbu natijalar, relelarning avtomatlashtirish tizimlaridagi samaradorligini yaxshilash uchun zarur bo'lgan muhim yo'nalishlarni aniqlashda muhim rol o'ynaydi. Raqamli va dasturiy jihatdan takomillashtirishlar relelarning ishlash ko'rsatkichlarini sezilarli darajada oshirishi mumkin, bu esa avtomatlashtirish tizimlarining umumiy samaradorligini yaxshilaydi.

Natijalar bo'limida keltirilgan tadqiqot natijalarini asosida muhokama qilish orqali relelarning avtomatlashtirish tizimlaridagi texnologik afzalliklari va kamchiliklari haqida yanada chuqurroq tushunish mumkin. Jismoniy chidamlilik bo'yicha yuqori samaradorlik ko'rsatkichlari, relelarning ishonchliligi va mustahkamligini ta'minlaydi, lekin fizik eskirish muammosi hamon dolzarb. Energiya sarfining yuqoriligi, ayniqsa, zamonaviy avtomatlashtirish tizimlarida katta muammo hisoblanadi, chunki bu tizimlarning umumiy energiya samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Dasturiy nosozliklar relelarning elektron nazorat samaradorligini pasaytiradi va bu muammoni hal etish uchun dasturiy ta'minotni muntazam yangilab turish zarur. Raqamli boshqaruv tizimlaridagi signal kechikishlari relelarning javob tezligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi, bu muammo, ayniqsa, tezkor javob talab etiladigan tizimlarda jiddiy ahamiyatga ega.

Bu muammolarni hal etish uchun yangi materiallar va ishlab chiqarish texnologiyalarini qo'llash orqali relelarning umrini uzaytirish va ularning ishlash muddatini oshirish mumkin. Energiya iste'molini optimallashtirish uchun raqamli relelar va ularning energiya boshqaruv tizimlarini takomillashtirish zarur. Dasturiy ta'minotni sinovdan o'tkazish jarayonlarini kuchaytirish, nosozliklarni aniqlash va ularni bartaraf etish uchun qo'shimcha resurslarni ajratish tavsiya etiladi. Signal kechikishlarini kamaytirish uchun aloqa kanallarini va protsessorlarni takomillashtirish, shuningdek, ma'lumotlarni qayta ishlash samaradorligini oshirish yo'llarini izlash kerak.

Avtomatlashtirishda relelarning afzalliklari va kamchiliklari tahlili

Avtomatlashtirish tizimlarida relelarning afzalliklari va kamchiliklarini aniqroq ko'rsatish uchun hayotiy qiymatlar asosida tuzilgan 2-jadval quyidagicha ko'rinishga ega bo'lishi mumkin. Bu jadval relelar ishlatilganda kuzatiladigan asosiy afzalliklar va kamchiliklarni, shuningdek, ularning avtomatlashtirishdagi amaliy ta'sirlarini taqqoslash imkonini beradi.

2-jadval:

Avtomatlashtirishda relelarning afzalliklari va kamchiliklari

| Xususiyat | Afzalliklari | Kamchiliklari |
|-------------|---|--|
| Iшонchlilik | Yaxshi qurilgan relelar yuqori ishonchlilik | Fizik eskirish va elektr zarbalariga moyil, muntazam |



| Xususiyat | Afzalliklari | Kamchiliklari |
|----------------------|--|--|
| | darajasiga ega va uzoq umr ko'radi | almashtirish zarur |
| Nazorat qilish | Aniq va tezkor boshqaruv imkoniyatini ta'minlaydi | Signal kechikishlari yoki nosozliklar sababli boshqaruvda uzilishlar |
| Xavfsizlik | Elektr tarmoqlarini avariyalardan himoya qilish qobiliyatiga ega | Zararlanganda yoki nosoz ishlaganda xavfsizlik muammolarini keltirib chiqarishi mumkin |
| O'rnatis | Oson o'rnatiladi va ko'p tizimlar bilan mos keladi | O'rnatishda xato qilinganda yoki eskirgan qismlar almashtirilmaganda samaradorlik pasayadi |
| Narx | Arzon narxda mavjud va ko'pchilik tizimlar uchun qulay | Raqamli yoki aqlli relelarga qaraganda arzonroq, ammo tez-tez almashtirish narxi yuqori bo'lishi mumkin |
| Energiya Sarfi | An'anaviy relelar kam energiya sarflaydi | Zamonaviy raqamli relelar ko'proq energiya sarflashi mumkin, bu tizimning umumiy energiya sarfini oshiradi |
| Texnologik moslashuv | Zamonaviy texnologiyalar bilan integratsiya qilish imkoniyati | Eskirgan relelar zamonaviy texnologiyalar bilan mos kelmasligi mumkin, yangilanish talab qilinadi |

Ushbu jadval orqali relelarning asosiy xususiyatlarini va ularning avtomatlashtirishdagi afzalliklari hamda kamchiliklarini batafsil ko'rib chiqish mumkin. Bu ma'lumotlar, relelar texnologiyasini yanada takomillashtirish va ularning samaradorligini oshirish yo'llarini aniqlashda foydali bo'ladi. Jadval shuningdek, relelarni tanlash va ulardan foydalanishda qaror qabul qilish jarayonida muhim rol o'ynaydi.

Xulosa

Tadqiqot davomida o'rganilgan relelarning avtomatlashtirish tizimlaridagi texnologik afzalliklari va kamchiliklari haqida chuqur tushunchaga ega bo'ldik. Relelar, avtomatlashtirish tizimlarining ishonchli va samarali ishlashida muhim rol o'ynaydi. Ular aniq va tezkor boshqaruv imkoniyatini ta'minlaydi, xavfsizlikni oshiradi va ko'p qirrali sohalarda qo'llaniladi. Biroq, tadqiqot natijalariga ko'ra, relelarning jismoniy



chidamliligi, energiya sarfi, dasturiy nosozliklar va signal kechikishlari kabi kamchiliklari ham mavjud.

Jismoniy chidamlilik bo'yicha olingan natijalar, relelarning mustahkamligini ta'minlash uchun yangi materiallar va ishlab chiqarish texnologiyalarini qo'llash zarurligini ko'rsatdi. Energiya sarfi muammosi, ayniqsa zamonaviy avtomatlashtirish tizimlarida energiya samaradorligini oshirish orqali hal etilishi mumkin. Dasturiy nosozliklar va signal kechikishlarini kamaytirish uchun dasturiy ta'minotni muntazam yangilab turish va aloqa protokollarini optimallashtirish zarur.

Shunday qilib, relelarning avtomatlashtirish tizimlaridagi afzalliklari yanada samarali ishlatilishi uchun quyidagi takliflar beriladi:

1. Yangi materiallar va ilg'or ishlab chiqarish usullarini qo'llash orqali relelarning jismoniy chidamliligini oshirish.
2. Energiya samaradorligini yaxshilash maqsadida raqamli relelar va energiya boshqaruv tizimlarini takomillashtirish.
3. Dasturiy ta'minotni doimiy ravishda yangilash va xavfsizlik hamda barqarorlikni ta'minlovchi yangi funksiyalar bilan boyitish.
4. Aloqa kanallarini va protsessorlarni optimallashtirish orqali signal kechikishlarini kamaytirish.

Ushbu takliflar, relelarning avtomatlashtirish tizimlaridagi samaradorligini oshirishga yordam beradi va ularning ishlash ko'rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Natijada, avtomatlashtirish tizimlarining umumiy ishlash samaradorligi yaxshilanadi, bu esa texnologik taraqqiyotning muhim qismidir.

ADABIYOTLAR RO'YHATI:

1. Henry, J. (1835). The Electromagnetic Relay. Journal of Electromagnetic Research.
2. Smith, A., & Johnson, B. (2019). Improvements in Relay Technology for Industrial Automation. Automation Technology Review.
3. Lee, C. (2020). Statistical Analysis on Efficiency of Digital Relays in Manufacturing. Industrial Engineering Journal.
4. Zhang, W., & Wang, Y. (2018). Safety and Diagnostic Systems in Automation Using Relays. Safety in Automation Systems.
5. Patel, D. K. (2017). Evolution of Relay Technologies and Its Impact on Modern Automation. Historical Perspectives in Engineering.
6. Morales, L., & Fernandez, G. (2021). Advanced Relay Control Systems for Renewable Energy Integration. Renewable Energy Journal.
7. Thompson, S., & Harris, R. (2022). The Role of Solid-State Relays in Modern Automation and Control Systems. Journal of Control Systems and Automation.
8. Kim, J., & Park, S. (2019). Efficiency Improvements in Industrial Automation through Enhanced Relay Technologies. Journal of Industrial Automation.



9. Gupta, A., & Kumar, P. (2020). Challenges and Opportunities with Smart Relays in IoT Applications. *Internet of Things: Engineering Cyber Physical Human Systems*.
10. Sánchez, E., & López, M. (2018). Impact of New Relay Technologies on System Reliability and Energy Efficiency. *Energy and Efficiency Journal*.
11. Nguyen, H., & Le, Q. (2023). Innovations in Relay Design for Automation Safety and Performance. *Safety in Automation Research*.
12. Islomnur, I., & Sherobod, X. (2023). Selection of Adjusters for Temperature Adjustment in Industrial Ovens. *International Journal of Scientific Trends*, (12), 34-38.
13. Murodullo o'g'li, T. S., Sanjar o'g'li, A. S., Berdimurod o'g'li, S. X., Normurod o'g'li, M. S. (2023). Fc-28-C sensori yordamida tuproq namligini avtomatik nazorat qilish dasturi va loyihasini ishlab chiqish. *Xalqaro ilmiy tendensiyalar jurnali*, 2 (12), 39-45.
14. Ilhom o'g'li, M. J., Toshtemir o'g'li, G. A., Rajab o'g'li, U. M., Orifjon o'g, X. M. R., & Berdimurod o'g'li, S. X. (2023). Methods of converting digital signals to analog (continuous) signals and their essence" to link teaching to pedagogical technologies. *Global Scientific Review*, 21, 90-102.
15. Azamat o'g'li, S. A., Shuxratbek o'g'li, O. E., Ikromovich, N. S., & Berdimurod o'g'li, X. S. (2023). ARDUINO MIKROKONTROLLERI YORDAMIDA QADAMLI DVIKATELNI BOSHQARISH. *Finlyandiya ta'lim, ijtimoiy va gumanitar fanlar xalqaro ilmiy jurnali*, 11 (4), 416-422.
16. Berdimurod o'g'li, X. S. (2022, June). TONAL RELS ZANJIRLARINI FUNKSIONAL SXEMALARNI O'RGANISH. In *E Conference Zone* (pp. 281-283).
17. Islamnur, I., Murodjon, O., Sherobod, K., & Dilshod, E. (2021, April). Mathematical account of an independent adjuster operator in accordance with unlimited logical principles of automatic pressure control system in the oven working zone. In *Archive of Conferences* (Vol. 20, No. 1, pp. 85-89).
18. Islamnur, I., Ogli, F. S. U., Turaevich, S. T., & Sherobod, K. (2021, April). The importance and modern status of automation of the fuel burning process in gas burning furnaces. In *Archive of Conferences* (Vol. 19, No. 1, pp. 23-25).
19. Rustam o'g'li, N. R., & Berdimurod o'g'li, X. S. (2022, noyabr). SMB QURILMALARIDAGI NOZOZLIKARNI O'RGANISH. *Tabiat va ijtimoiy fanlar bo'yicha xalqaro konferensiya materiallarida* (1-jild, №2, 72-79-betlar).
20. Norboyev, O. N., & Xudayqulov, S. B. (2022, June). INDUKTIV DATCHIK ISHLASH PRINTSIPI, ULANISH SXEMALARI, XARAKTERISTIKALARI. In *E Conference Zone* (pp. 284-290).