

KONTAKTSIZ BOSHQARILUVCHI KUCHLANISH STABILIZATORLARI TADQIQI

*M.K. Bobojanov, Toshkent davlat texnika universiteti
“Elektr ta’minoti” kafedrasida professori, texnika fanlari doktori
R.Ch. Karimov, Toshkent davlat texnika universiteti
“Elektr texnikasi” kafedrasida mudiri, PhD., dotsent
J.T. Qodirov, «ABREST Energy Engineering» MChJ
Bosh direktor o‘rinbosari*

Annotatsiya: Maqolada elektr ta’minoti tizimida kuchlanishni nominaldan og‘ishining asosiy sabablari va ularning ta’sirini kamaytiruvchi qurilmalar, ularni kamchiliklari va taklif etilayotgan optotiristorli kontaktsiz kuchlanish relesi asosida volt-qo‘shuvchi transformator chulg‘amlarini ulab-uzuvchi kuchlanish stabilizatori sxemasi tadqiq etilgan

Kalit so‘zlar: *elektr ta’minoti, nominal kuchlanish, kuchlanish og‘ishi, kuchlanish stabilizatori, volt-qo‘shuvchi transformator (VQT), optotiristorli kontaktsiz kuchlanish relesi (OKKR), optotiristor, tiristor, diodli ko‘prik, kondensator, boshqaruv elektrodi, chegaralovchi qarshilik.*

Abstract: The article discusses the main reasons for the voltage drop in the power supply system and the operating principles of the installation, which reduce voltage deviation, their disadvantages, and a voltage stabilizer circuit based on an optothyristor contactless voltage relay, which turns on and off the windings of the booster transformer.

Key words: *electricity supply, Rated voltage, voltage deviation, Voltage regulator, booster transformer, contactless voltage relay with optothyristor, optothyristor, thyristor, diode bridge, capacitor, control electrode, resistor.*

Kirish

Murakkab uskunarlar va texnologik jarayonlarni to‘xtab qolishi yoki ishdan chiqishining asosiy sabablaridan biri, elektr iste’molchilarda kuchlanishning og‘ishidir. Elektr ta’minoti tizimlarida iste’molchilar kuchlanishi sifatini yaxshilash uchun maxsus texnik vositalar ishlatiladi [1-7]. Elektr ta’minoti tizimida kuchlanish nostabilligining asosiy turlari: quvvati katta bo‘lgan elektr iste’molchilarini ulab-uzish jarayonidan kuchlanishni oshishi va pasayishi; ko‘p sonli elektr iste’molchilarni bir vaqtda ulanishi tufayli kuchlanishni uzoq muddatga pasayishi; katta quvvatli elektr iste’molchilarni tarmoqdan uzib qo‘yilishi bilan uzoq vaqtli kuchlanishni oshishi; turli xil iste’molchilarni ulab-uzish bilan kuchlanishni qisqa vaqtli o‘zgarishi; turli xil uy jihozlari yaqin joylashgan radiouzatishlar va boshqa shunga o‘xshagan sabablardan

yuqori chastotali to‘siqlarni paydo bo‘lishidir [3-5].

Elektr ta‘minoti tizimidagi iste‘molchilarda kuchlanishni o‘zgarishi ta‘sirini kamaytirish uchun turli xil kuchlanish stabilizatorlari ishlatilib, ular o‘zlarining quyidagi afzallik va kamchiliklariga ega:

- *ferrorezonansli stabilizatorlarda* transformator-kondensator konturida yuklamani ma‘lum oraliqda o‘zgarishida chiqish kuchlanishini uzluksiz rostdlashga imkon beradigan ferrozonans effektiga asoslangan bo‘lib, afzalliklari - tez xarakterlanishi va ishlatishdagi katta imkoniyatlari, kamchiliklari – yuqori darajadagi shovqin, kirish kuchlanish egri chizig‘i shaklini buzilishi, salt yurish va o‘tayuklanishda yo‘l qo‘yilmaslik, chiqish kuchlanishini chastotaga bog‘liqligi va o‘ta og‘ir-hajmli sababli hozirgi vaqtda ishlatish imkoniyati chegaralangan;

- *elektromexanik stabilizatorlar* elektr motori va avtotransformatorlar yordamida kuzatuv tizimiga asoslangan. Bunday tizimda sinusoida shaklini buzmasdan, chiqish kuchlanishini uzluksiz va tekis rostdlashga imkon beriladi. Kuchlanish stabilizatorining afzalliklari – yuqori aniqlikda rostdlash va diapazonning kengligi, o‘ta yuklanish imkoniyati, kamchiliklari – harakatining o‘ta sekinligi, ishlatish resurslarini saqlash uchun doim serviz xizmat ko‘rsatishning zarurligi, ochiq sirpanadigan elektr kontaktini mavjudligi va foydalanish muhitini cheklanganligi, yong‘indan xavfliligi va ishlatish resurslarini cheklanganligi;

- *magnitlanuvchi transformatorli stabilizatorlarda* tarmoq kuchlanishi, transformator-siya koeffitsientini o‘zgartirib kompensatsiyalashga asoslangan. Bu esa avtotransformator o‘zagini maxsus ishlangan magnitli o‘tkazgich (tiristorli rostdlagich)lar orqali magnitlash bilan amalga oshiriladi. Bunday kuchlanish stabilizatori yuqori o‘tayuklanganligi, rostdlash diapazonini cheklanganligi va chiqish kuchlanishini sinusoida shaklini yaxshilanganligi bilan keng qo‘llaniladi;

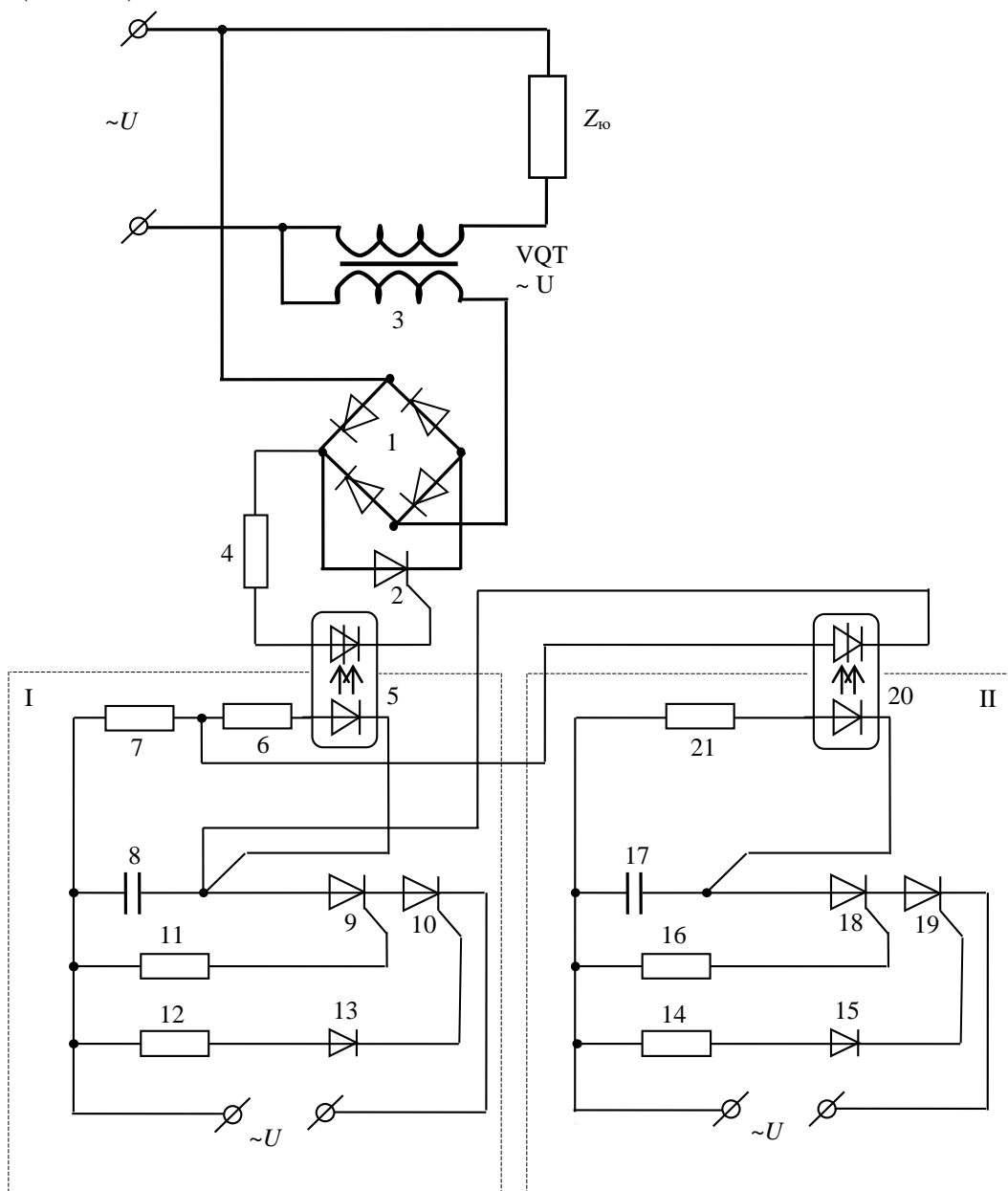
- *fazali-rostdlanadigan stabilizatorlar* tiristorlarni fazali ochilish burchagini boshqarish usuliga asoslangan. Chiqish kuchlanishini shaklini yuqori darajada buzilganligi, rostdlash oralig‘ini kichikligi, ta‘minlash tarmog‘iga generatsiya qiladigan to‘siqlarni mavjudligi bilan xarakterlanadi;

- *diskret yuqori chastotali rostdlanadigan stabilizatorlar* tez harakatlanuvchi kuch tranzistorlariga asoslangan. Ular kuchlanish stabilizatorlarini rivojlantirishda istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi. Bular hozirgi vaqtda foydalanilmoqda, ammo sanoatda ishlab chiqarilishi mavjud emas;

- *pog‘onali (bosqichma-bosqichli) rostdlanadigan stabilizatorlar* (kuchlanish rostdlagichlari) chiqish kuchlanishini stabilizatsiyalash usuli avtotransformator yoki VQTLar chulg‘amlar seksiyasini kuch tiristor kalitlari yordamida avtomatik kommutatsiyalashga (o‘zgartirishga) asoslangan. Afzalliklari - kuchlanishni rostdlashning yuqori aniqligi, yuqori tezlikda harakatchanligi, kirish kuchlanish oralig‘ini kengligi, salt yurish holatida ishlash qobiliyati, kirish kuchlanishi shaklini

buzilmaganligi, yuklamalar oralig‘ining kengligi (0÷100% gacha), FIK va quvvat koeffitsientini kattaligi, og‘irlik va hajmining kichikligi, yong‘indan xavfsizligi, ishlatish resurslarini (xizmat muddatini) kattaligi, ishlash vaqtidagi shovqinning juda past darajaligi, hamda kamchiligi – kuchlanishni pog‘onali rostlash [2-6]. Shuning uchun ushbu kuchlanish stabilizatorlari sanoat korxonalarini, qishloq xo‘jaligi va maishiy xizmat ko‘rsatish iste‘molchilari orasida keng ishlatilmoqda [3-5].

Masalaning qo‘yilishi. Yuqorida keltirilgan kuchlanish stabilizatorlarini katta qismi kontaktli ulab-uzishga asoslangan. Ushbu maqolada yuqori ishonchli, chidamli, tez harakatlanadigan, tuzilishi oddiy va murakkab iqlim sharoitida ishlashi mumkin bo‘lgan kontaktsiz optotiristorli, VQT chulg‘amlarini ulab-uzuvchi kuchlanish rele sxemasi tahlil qilinadi [2-7]. OKKR asosida tayyorlangan VQT chulg‘amini ulab-uzuvchi kontaktsiz optotiristorli qurilmaning prinsipial elektr sxemasini ko‘rib chiqamiz (1-rasm).



1-rasm. VQT chulg‘amini ulab-uzuvchi OKKR sxemasi

Qurilma, VQT chulgʻami (3) bilan tarmoqqa ketma-ket ulangan diodli koʻprik (1), koʻprik diagonaliga boshqariladigan tiristor (2), kuch tiristorini boshqaradigan elektrodiga boshqarish signali qarshilik (4) va optotiristorli (5) tiristor zanjiri orqali beriladi. Optotiristorli (5) diodli zanjiri qarshiliklar (6,7) orqali kichik quvvatli boshqariladigan tiristorlar (9,10) bilan ketma-ket ulangan. Kichik quvvatli tiristorli (10) boshqaradigan elektrodi ketma-ket ulangan qarshilik (12) va diod (13) orqali tarmoqqa ulangan, kichik quvvatli tiristorli (9) boshqaradigan elektrodi qarshilik (11) orqali kondensatorli (8) birinchi obkladkasiga ulangan. Qarshiliklar (6,7) va kondensatorli (8) ikkinchi obkladkasi ulangan nuqtalar orasiga optotiristorli (20) tiristor qismi ulanadi. Optotiristorli (20) diodli qismi kondensatorli (17) obkladkasiga ketma-ket ulangan chegaralovchi qarshilik (21) orqali ulanadi, u esa, ikkita kichik quvvatli ketma-ket ulangan boshqariladigan tiristorlar (18,19) orqali tarmoqqa ulanadi. Ushbu tiristorlarga boshqarish signali sxemadagi birinchi rele kabi beriladi.

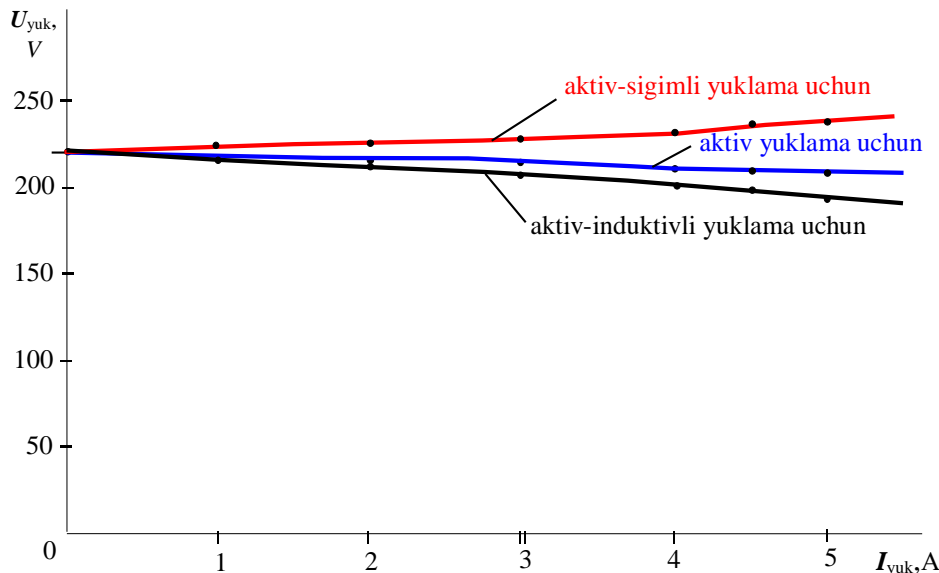
VQT chulgʻamlarini ulab-uzish uchun kontaktsiz optotiristorli qurilma quyidagicha ishlaydi. Kirish kuchlanishi maʼlum qiymatga etganida, birinchi releni boshqarish elektrodiga ochish signali tiristorli (10) ochishiga etarli va ushbu tiristorli ishlash toki sakrab tiristorli yana ochadi. Tiristorlar (9,10) ochilganidan soʻng, kondensator (8) zaryadlanadi. Kondensatorning (8) obkladkasidan qarshiliklar (6,7) orqali optotiristor-ning (5) diodli zanjiriga oshish signali beriladi, bunda ushbu optotiristorli tiristorli zanjiri ochiladi va kuch tiristorini (2) boshqarish elektrodiga signal boradi va u ochilishi bilan, volt qoʻshish chulgʻamini tarmoqqa ulaydi.

Tiristorlarni (9,10,18,19) ishga tushish momenti qarshiliklar (12,14) parametrlarini rostlash bilan amalga oshiriladi. Kirish kuchlanishi oshganida volt qoʻshish chulgʻamini tarmoqdan ajratish, optotiristorli (20) oʻz ichiga olgan kuchlanish relesi harakatidan amalga oshiriladi. Optotiristorli (20) diodli qismi ulanishi bilan sxemani tiristorli qismi ulanadi, bu esa qarshilikda (6) optotiristorli (5) diodli zanjirini tutashtiradi va bu bilan optotiristorli (5) tiristorli zanjirini uzadi. Bu esa kuch tiristorini (2) uzishga, yaʼni VQT chulgʻamini tarmoqdan uzishiga olib keladi [1-5].

Stabilizatorning ishlash tartibi, VQT chulgʻamini OKKR yordamida avtomatik kommutatsiya qilishga asoslangan.

Kuchlanish stabilizatorining asosiy xarakteristikalariga «*kirish-chiqish*» xarakteris-tikasidan tashqari uning tashqi xarakteristikasini koʻrsatish mumkin.

2-rasmda aktiv, aktiv-induktivli va aktiv-sigʻimli yuklamali kuchlanish stabilizatorining tajriba asosida olingan tashqi xarakteristikalari koʻrsatilgan. Bu bogʻliqliklardan koʻrinadiki, stabillashgan kuchlanishning qiymati yuklama tokiga bogʻliq, yaʼni yuklama toki oshishi bilan aktiv va aktiv-induktiv yuklamalarda stabillashgan kuchlanish, chiqishni nominal kuchlanishga nisbatan kamayadi, aktiv-sigʻimli yuklamada esa oshadi [2-6].



2-rasm. Volt qushuvchi kuchlanish stabilizatorining tashqi xarakteristikasi

3-rasmda laboratoriya sharoitida tajriba yo‘li bilan olingan kuchlanish stabilizatorini aktiv quvvatli yuklamasining o‘zgarishini FIK va $\cos\phi$ funksiyasiga bog‘liqlik xarakteristikasi ko‘rsatilgan. Ushbu xarakteristikadan ko‘rinib turibdiki, yuklamani keng doirada o‘zgarishida ham $\cos\phi=0,98$ ga teng va FIK esa yuklamaning o‘zgarishidan $0,8\div 0,95$ oraliqda o‘zgaradi [2-6].

Kirish kuchlanishini ruxsat etilgan og‘ish chegarasida stabilizator talab qilingan chiqish parametrlarini oshishi (δ_{osh}) va pasayishi bo‘yicha (δ_{pas}) ta‘minlash kerak. Odatda bu og‘ishlar nisbiy birliklarda ifodalanadi [1-6]:

$$\delta_{osh} = \frac{U_{kir} - U_{kir, maks}}{U_{kir}} \quad (1)$$

$$\delta_{pas} = \frac{U_{kir} - U_{kir, min}}{U_{kir}} \quad (2)$$

Berilgan kirish kuchlanishini ruxsat etilgan parametrlari (δ_{osh} va δ_{pas}) uchun stabilizatorning maksimal ($U_{kir, maks}$) va minimal ($U_{kir, min}$) kuchlanish-larini aniqlash mumkin:

$$U_{kir, maks} = U_{kir} (1 + \delta_{osh}) \quad (3)$$

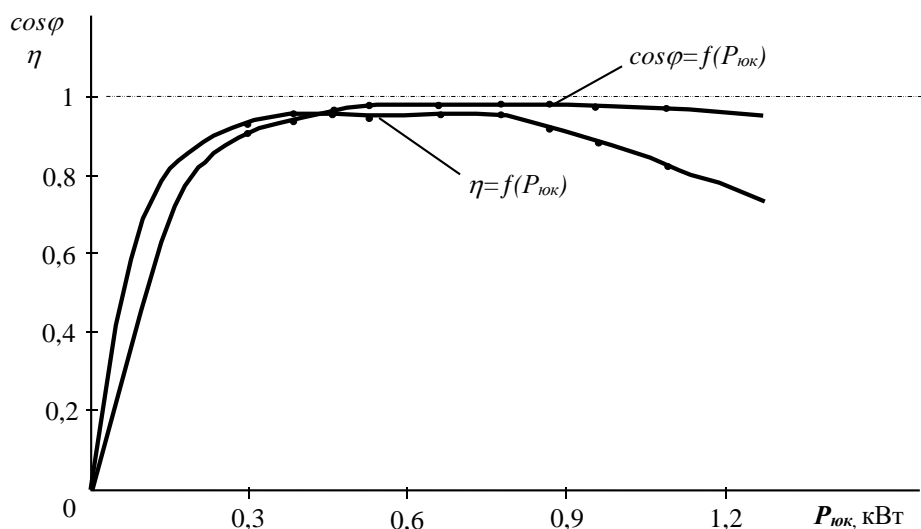
$$U_{kir, min} = U_{kir} (1 - \delta_{pas}) \quad (4)$$

Ko‘rilayotgan holatda kirish kuchlanishi $U_{kir}=(165\div 245)$ V bo‘lganida, bu ko‘rsatkichlar qiymati $\delta_{osh}=0,11$ va $\delta_{pas}=0,25$ oralig‘ida bo‘ladi.

Chiqish kuchlanishining δ_U nisbiy beqarorligi stabillashgan kuchlanishning nominal qiymatidan ruxsat etilgan nisbiy oralig‘iga turli omillar ta‘siri ostida bo‘ladi, ya’ni δ_U parametri quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\delta_U = \frac{\Delta U_n}{U_n} \quad (5)$$

bu yerda, ΔU_n – stabil kuchlanishning nominal qiymatidan absolyut og‘ishi.



3-rasm. Aktiv quvvatli yuklama o'zgarishini η va $\cos\varphi$ ga bog'liqlik grafigi

Stabillik koeffitsienti (K_{st}) chiqish kuchlanishini (U_n) stabilligini kirish kuchlanishini (U_{kir}) o'zgarishidan qanchaga chiqish kuchlanishi ta'minlash manbaini stabilligiga nisbatan yaxshilanishini ko'rsatadi. Stabillik koeffitsientini (K_{st}) ta'minlovchi kuchlanishni nisbiy o'zgarishini chiqish kuchlanishini nisbiy nostabilligiga nisbati bilan aniqlanadi, ya'ni:

$$\frac{\Delta U_{kir}}{U_{kir}} = \frac{U_{kir,max} - U_{kir,min}}{U_{kir}} \quad (6)$$

bu yerda, $\Delta U_{kir} = U_{kir,max} - U_{kir}$ yoki $\Delta U_{kir} = U_{kir} - U_{kir,min}$; $\Delta U_n = U_{n,max} - U_{n,min}$ ($\Delta U_n = 220$ V).

Taklif etilgan OKKR asosida ishlab chiqilgan kuchlanishni stabillovchi VQT chulg'amlarini ulab-uzuvchi kuchlanish relesining yangi sxemasi Toshkent davlat texnika universiteti «Elektr texnikasi» kafedrasida mutaxassislar tomonidan ishlab chiqildi va O'zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligidan ixtiroga patent olindi [2].

Yangi qurilma tajriba namunasi kafedra laboratoriyasida tadqiq qilindi va asosiy xarakteristikalarini olindi [3-7].

Xulosa. 1. Laboratoriya sharoitida tajriba yo'li bilan OKKR asosida yaratilgan o'zgaruvchan tokli kuchlanish relesi talab etilgan aniqlikda yuklamaning chiqishida (U_n kuchlanishga nisbatan $\pm 5\%$ og'ishi) stabil kuchlanishni, kirish kuchlanishi 160÷245 V gacha o'zgarganda ta'minlab beradi.

2. Tajriba shuni ko'rsatadiki, VQT chulg'amlarini kontaktsiz ulash, yuklama tokini noldan o'tayotganida kommutatsiya qilish imkonini beradi.

3. Tadqiqotlar natijasi shuni ko'rsatdiki, keltirilgan sxemada, yuklama quvvati keng oraliqda o'zgarganida, FIK va $\cos\varphi$ butun oraliqda o'zgarmay qoladi. Chiqish kuchlanishini yuqori stabilligiga VQT chulg'ami pog'onalarini sonini ko'paytirib erishish mumkin.

Adabiyotlar:

1. Усманов Э.Г., Абдураимов Э.Х., Каримов Р.Ч. Оптоэлектронное бесконтактное реле напряжения // Агентство по интеллектуальной собственности РесУз. Патент на изобретение № IAP 05122. 29.10.2015.
2. Абдураимов Э.Х., Халманов Д.Х. Силовые бесконтактные коммутирующие устройства Международная конференция «INNOVATION–2017» Сборник научных статей. Ташкент, 2017, -С.219-220.
3. Абдураимов Э.Х., Халманов Д.Х. Энергосберегающие бесконтактные коммутирующие устройства. Международная конференция «Проблемы повышения эффективности использования электрической энергии в отраслях агропромышленного комплекса» ТИИИиМСХ г. Ташкент 28 ноябрь 2018 г. С-134-138.
4. Каримов И.Ч., Каримов Р.Ч. Электр таъминоти тизимларида контактсиз ускуналарнинг ишлатилиши // «Техника юлдузлари» журнали (ISSN: 1682-7686). Тошкент, 2017. - №4. – Б.53-56.
5. Бобожанов М.Қ., Расулов А.Н., Каримов Р.Ч., Саттаров Х.А. Электр таъминоти тизимида контактсиз кучланиш стабилизаторларини тадқиқ қилиш // «Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари» журнали (ISSN: 2181-9211). Тошкент, 2018. - №3(5). – Б.106-109.
6. Абдураимов Э.Х., Халманов Д.Х., Хамидова Н.Э. Высокоэффективные и надёжные бесконтактные коммутирующие устройства. Материалы республиканской научно-технической конф. «Интеграция науки, образования и производства важнейший фактор в реализации инвестиционных проектов» Фил. Рос.Гос Университета Н и Г им. Губкина. Ташкент -2019, С.247-249.
7. Каримов Р.Ч., Рўзиназаров М.Р., Паноев А.Т. Электр таъминоти тизимида сифимли филтрли тўғрилагични таҳлил қилиш // «Фан ва технологиялар тараққиёти» илмий-техникавий журнали. Бухоро, 2017. - №1. – Б.22-27.
8. Каримов Р.Ч., Рафиқова Г.Р. Сифимли тўплагичлар энергиясини зарядловчи курилмаларнинг параметрлари ва иш режимларини танлаш // «Фан ва технологиялар тараққиёти» илмий-техникавий журнали. Бухоро, 2016. - №1. – Б.9-19.
9. Суллийев А.Х., Каримов Р.Ч. Электр таъминоти тизимида оптотиристорли контактсиз кучланиш релесини ишлатиш // «ТошТЙМИ ахбороти» журнали (ISSN: 2091-5365). Тошкент, 2018. - №4. – Б.149-154.
10. Бобожанов М.Қ., Каримов Р.Ч. Электр таъминоти тизимида оптоэлектронли резистив занжирларни тадқиқ қилиш // «ТошДТУ хабарлари» журнали (ISSN: 1684-789X). Тошкент, 2017. - №4(101). – Б.53-57.
11. Расулов А.Н., Каримов Р.Ч., Абдураимов Э.Х., Рўзиназаров М.Р. Электр таъминоти тизимида транзисторли резистив занжирларни ишлатиш // «ТошДТУ хабарлари» журнали (ISSN: 1684-789X). Тошкент, 2015. - №3(92). – Б.108-113.
12. Абдураимов Э.Х., Расулов А.Н., Каримов Р.Ч., Рўзиназаров М.Р. Электр таъминоти тизимида куч тиристорларини бошқаришида оптоэлектронли резистив занжирларни ишлатиш // «ТошДТУ хабарлари» журнали (ISSN: 1684-789X). Тошкент, 2015. - №2(90). – Б.103-108.
13. Усманов Э.Г., Абдураимов Э.Х., Каримов Р.Ч. Использование

бесконтактных реле для улучшения качества электроэнергии // Журнал «Вестник ТашГТУ» (ISSN: 1684-789X). Ташкент, 2013. - №3-4. – С.48-51.

14. Усманов Э.Г., Абдураимов Э.Х., Каримов Р.Ч., Авлакулов Х.П. Ночизикли электр занжирида динамик жараёнларнинг тахлили // «ТошДТУ хабарлари» журнали (ISSN: 1684-789X). Тошкент, 2010. - №1-2. – Б.72-75.

15. Усманов Э.Г., Абдураимов Э.Х., Каримов Р.Ч. Нелинейная динамическая цепь с тиристором // Журнал «Проблемы информатики и энергетики». Ташкент, 2006. - № 2-3. – С.37-41.

16. Кадыров Т.М., Каримов Р.Ч. Электр таъминоти тизимларида контактсиз реле ва ростловчи ускуналар // «Техника юлдузлари» журнали (ISSN: 1682-7686). Тошкент, 2006. - № 1. –Б.39-41.

17. Bobojanov M.K., Usmanov E.G., Abduraimov E.H., Karimov R.Ch. Resistive time delay switches // Scientific journal «European Science Review» (ISSN: 2310-5577). Vienna (Austria), 2018, January–February. №1-2. – PP.210-212.

18. Karimov R.Ch., Rasulov A.N., Meliqo'ziyev M.V., Almardonov O., Rafiqov M.Z. Analysis on diode electrical circuits // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India. Issue 3, March 2019, - №6, – P.8294-8298.

19. Rasulov A.N., Karimov R.Ch. The Contactless Relay of Tension in System of Power Supply // Scientific journal «Eastern European» (ISSN: 2199-7977). Dusseldorf (Germany), Ausgabe. 2015. - №4. – PP.174-178.

20. Rasulov A.N., Karimov R.Ch. The Contactless Thyristor Device for Inclusion and Shutdown of Condenser Installations in System of Power Supply // Scientific journal «Eastern European» (ISSN: 2199-7977). Dusseldorf (Germany), Ausgabe. 2015. - №4. – PP.179-183.

21. Мухиддинов Ш.С., Абдураимов Э.Х., Каримов Р.Ч. Оптоэлектронные резистивные цепи // Сборнике материалов IV-международной научно-практической конференции «Наука и современное общество: взаимодействие и развитие». Россия, Уфа, 2017. Том 2. – С.72-75.

22. Абдураимов Э.Х., Халманов Д.Х. Силовые бесконтактные коммутирующие устройства // Международная конференция «INNOVATION–2017» Сборник научных статей. Ташкент, 2017, -С.219-220.

23. Абдураимов Э.Х., Халманов Д.Х. Энергосберегающие бесконтактные коммутирующие устройства // Международная конференция «Проблемы повышения эффективности использования электрической энергии в отраслях агропромышленного комплекса» ТИИИиМСХ г. Ташкент 28 ноябрь 2018 г. С-134-138.

24. Абдураимов Э.Х., Халманов Д.Х., Хамидова Н.Э. Высокоэффективные и надёжные бесконтактные коммутирующие устройства. Материалы республиканской научно-технической конф. «Интеграция науки, образования и производства важнейший фактор в реализации инвестиционных проектов» Фил. Рос.Гос Университета Н и Г им. Губкина. Ташкент -2019, С.247-249.