ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 10

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 10

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ASINXRON ELEKTR MOTORLARNI SILLIQ ISHGA TUSHIRISH QURILMALARINING ISHLASH PRINSIPI

Djurayev Shuxrat Ixtiyorovich
Qarshi davlat texnika universiteti, assistent

Annotatsiya. Ushbu maqolada bir fazali, ikki fazali va uch fazali silliq ishga tushirish qurilmalarining tuzilishi, ishlash prinsipi hamda funksional bloklari tahlil qilingan. Silliq ishga tushirish qurilmalarining quvvat qismi asosan simistor, o‘zaro qarama-qarshi parallel ulangan tiristorlar va aylanib o‘tish kontaktorlaridan tashkil topgan. Elektr motorga beriladigan kuchlanish yarimo‘tkazgich elementlarning o‘tkazuvchanligini boshqarish, ya’ni ularning boshqaruv kontaktlariga ochilish impulslarini uzatish orqali rostlanadi. Silliq ishga tushirish qurilmasi tarkibidagi boshqaruv impulslari generatori elektr motorni ishga tushirish va to‘xtatish jarayonlarida simistor yoki tiristorlarning ochilish burchagini o‘zgartiruvchi boshqaruv signallarini shakllantiradi. Natijada elektr motorning ishga tushirish toki cheklanadi, elektr tarmog‘iga tushadigan yuklama pasaytiriladi.

Kalit so‘zlar: silliq ishga tushirish qurilmasi, simistor, tiristor, ochilish burchagi, mikroprotsessorli boshqaruv, asinxron elektr motor, aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori, ishga tushish toki.

Аннотация. В данной статье проанализированы структура, принцип работы и функциональные блоки однофазных, двухфазных и трехфазных устройств плавного пуска. Силовая часть устройств плавного пуска в основном состоит из симистора, тиристоров, включенных встречно-параллельно, и контакторов байпасного подключения. Регулирование напряжения, подаваемого на электродвигатель, осуществляется путем управления проводимостью полупроводниковых элементов, то есть посредством подачи управляющих импульсов на их управляющие контакты. Генератор управляющих импульсов, входящий в состав устройства плавного пуска, формирует управляющие сигналы, изменяющие угол открытия симисторов или тиристоров в процессах пуска и останова электродвигателя. В результате ограничивается пусковой ток электродвигателя, снижается нагрузка на электрическую сеть.

Ключевые слова: устройство плавного пуска, симистор, тиристор, угол открытия, микропроцессорное управление, асинхронный электродвигатель, контактор байпасного подключения, пусковой ток.

Abstract. This article analyzes the structure, operating principle, and functional blocks of single-phase, two-phase, and three-phase soft starter devices. The power section of soft starters mainly consists of a triac, anti-parallel connected thyristors, and bypass contactors. The voltage supplied to the electric motor is regulated by

ISSN 3030-3907

controlling the conductivity of semiconductor elements, that is, by applying triggering pulses to their control terminals. The control pulse generator incorporated in the soft starter generates control signals that vary the firing angle of triacs or thyristors during the starting and stopping processes of the electric motor. As a result, the motor starting current is limited, and the load imposed on the electrical network is decreased.

Keywords: soft starter, triac, thyristor, firing angle, microprocessor-based control, asynchronous electric motor, bypass contactor, starting current.

KIRISH.

Silliq ishga tushirish qurilmalarining asosiy qismi simistor, o‘zaro qarama-qarshi parallel ulangan tiristorlar va aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktorlaridan tashkil topgan. Kuchlanishni o‘zgartirish yarimo‘tkazgich elementlarning o‘tkazuvchanligini boshqarish orqali, ya’ni ularning boshqaruv kontaktlariga ochilish impulslarini berish hisobiga amalga oshiriladi.

Silliq ishga tushirish tarkibidagi boshqaruv impulslari generatori elektr motorni ishga tushirish va to‘xtatish jarayonida yarimo‘tkazgich elementlarning o‘tkazuvchanlik α burchagini o‘zgartiruvchi signallarni hosil qiladi.

Kontroller yoki mikroprotsessor asosidagi boshqaruv qurilmasi asosiy vazifalariga impuls generatoriga buyruqlar berish, boshqa qurilmalar bilan o‘zaro aloqa ta’minlash, datchiklardan signallarni qabul qilish hamda avariyaviy va nominaldan ortiq rejimlarda elektr mashinani himoyaviy o‘chirish kiradi.

Elektr mashinaning ishga tushirilishi nominal kuchlanishning 30–60 % i darajasida amalga oshiriladi. Bu holatda uzatma mexanizmlari silliq harakatlanishga kiradi, tasmali uzatmalar esa asta-sekin tortiladi. Keyinchalik boshqaruv bloki tiristorlarning o‘tkazuvchanligini elektr motor to‘liq tezlashguncha bosqichma-bosqich oshiradi. Valning nominal aylanish tezligiga erishganda, aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori ishga tushadi. Natijada tok tiristorlarni aylanib o‘tib oqadi. Bu yarimo‘tkazgich elementlarning qizib ketishini kamaytirish, silliq ishga tushirish qurilmalarining xizmat muddatini uzaytirish va energiya iste’molini qisqartirish uchun zarur.

Elektr motor to‘xtatish jarayonida esa kontaktor tiristorlarni zanjirga qayta ulaydi. Impuls generatoridan tiristorlarning o‘tkazuvchanligini asta-sekin kamaytiruvchi signallar keladi va elektr mashina to‘liq to‘xtaydi.

TADQIQOT USULLARI.

Silliq ishga tushirish qurilmasi kuchlanishni rostlash usuliga ko‘ra quyidagi turdagi qurilmalar farqlanadi:

Bir fazali silliq ishga tushirish qurilmasi. Quvvati 11 kVt gacha bo‘lgan uskunalar elektr motorlarida qo‘llaniladi. Bunday qurilmalar ishga tushirish

ISSN 3030-3907

vaqtida dinamik zarbalarni kamaytiradi va tebranishlarni bartaraf etadi. Kamchiliklari - ishga tushirishda fazalar bo‘yicha asimmetrik yuklama va katta pusk toklari.

Ikki fazali silliq ishga tushirish qurilmasi. Quvvati 70 kVt gacha bo‘lgan elektr motorlarda dinamik yuklamalarni kamaytirish uchun ishlatiladi. Ishga tushish toklarini va elektr motor qizishini ma’lum darajada pasaytiradi. O‘rtacha og‘ir ishga tushirish sharoitida, tokni qat’iy cheklash talab etilmagan hollarda qo‘llaniladi.

Uch fazali silliq ishga tushirish qurilmasi. Bu turdagi silliq ishga tushirish qurilmasi ishga tushish toklarini nominal qiymatning uch baravarigacha tushiradi, silliq to‘xtatishni ta’minlaydi va avariyaviy o‘chirish funksiyasini bajaradi. Kuchlanish barcha uch faza bo‘yicha rostlanadi, bu esa asimmetriya paydo bo‘lishini istisno qiladi. Nominal quvvat cheklovi faqat quvvat yarimo‘tkazgich elementlari parametrlari bilan belgilanadi. Bunday silliq ishga tushirish qurilmasi ayniqsa og‘ir ishga tushirish sharoitida, tez-tez ishga tushirish va to‘xtatish talab qilinadigan elektr motorlarda qo‘llaniladi.

Silliq ishga tushirish qurilmasining asosiy va qo‘shimcha funksiyalari.

Zamonaviy silliq ishga tushirish qurilmalar ko‘p funksiyali elektrotexnik qurilmalar hisoblanadi. Ularning asosiy vazifasi ishga tushish vaqtidagi toklarni kamaytirish va ishga tushirish paytidagi dinamik zarbalarni yumshatish.

Bundan tashqari, silliq ishga tushirish qurilmasi quyidagi imkoniyatlarni ham ta’minlaydi:

- Nominal moment bilan ishga tushirish. Ishga tushirish paytida elektr motorga maksimal kuchlanish beriladi, keyin tiristorlar ulanadi. Val nominal chastotaga silliq tarzda chiqadi. Bu usul katta ishga tushish yuklamasiga ega elektr mashinalar uchun mos;

- Dinamik tormozlash. Bunday funksiyali silliq ishga tushirish qurilmasi elektr motorni erkin tezlanishsiz to‘xtatadi. Inersion texnologik uskunalarda qo‘llaniladi;

- Tok va kuchlanish bo‘yicha ishga tushirish. Ishga tushish tokining chegara qiymatini belgilash imkonini beradi. Quvvati cheklangan tarmoqlarda yoki past boshlang‘ich momenti talab qilinadigan elektr motorlarda ishlatiladi;

- Elektr motorni himoyalash. Faza uzilishi, ortiqcha yuklama, tezlanish vaqti ortib ketishi va boshqa avariyaviy holatlarda elektr motorni o‘chiradi. Qisqa tutashuvdan himoya funksiyasi mavjud emas, shuning uchun saqlagich yoki avtomat orqali ulanadi;

ISSN 3030-3907

- Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlariga integratsiya. Protsessorli boshqaruv blokiga ega silliq ishga tushirish qurilmalar elektronika tizimlariga oson moslashadi.

Silliq ishga tushirish qurilmasi funksional imkoniyatlari elektr motor talablari va texnik-iqtisodiy maqsadga muvofiqlik asosida tanlanadi.

NATIJALAR.

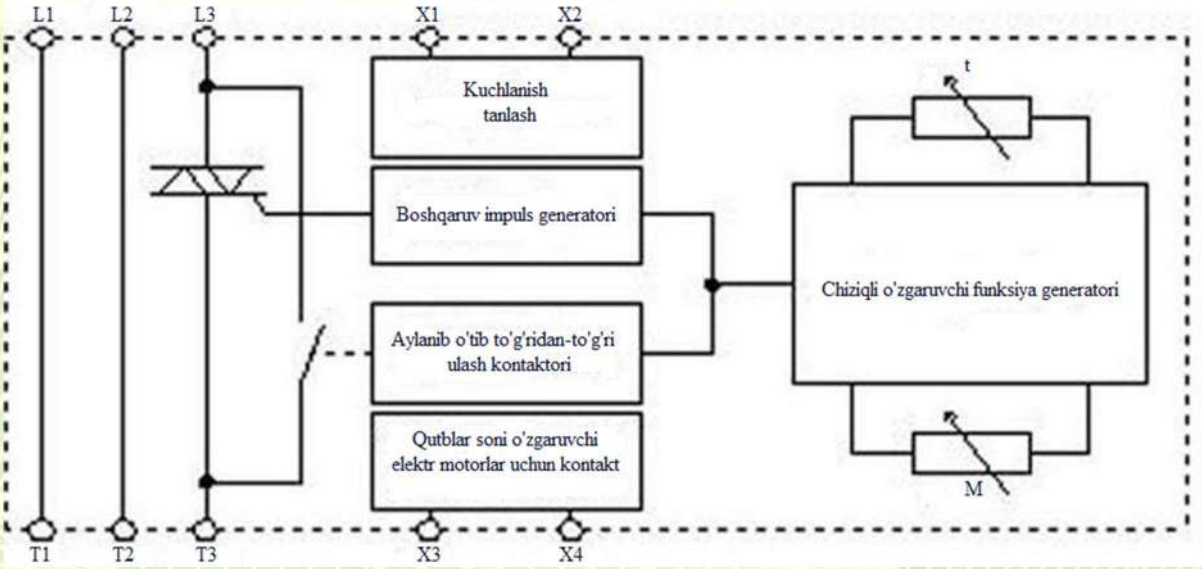
Silliq ishga tushirish qurilmasining afzalliklarini hisobga olganda, asinxron elektr motorlarni ishga tushirishning boshqa sxemalari bilan taqqoslaganda, silliq ishga tushirish qurilmasi ishga tushish toki amplitudasini eng katta darajada kamaytiradi.

Shuningdek, quyidagi ustunliklarga ega:

- elektr motor va texnologik uskunalar xizmat muddatining uzayishi;
- elektr motorning boshqaruv apparat qismiga ketadigan xarajatlarning kamayishi;
- elektr tarmog‘iga tushadigan yuklamani pasaytirish;
- ishga tushirish paytida elektr tebranishlarning kamayishi;
- past narx (chastota o‘zgartirgichlarga nisbatan).

Elektr motor uchun silliq ishga tushirish sxemasini tanlash uskuna talablari va elektr tarmog‘i parametrlari tahlili asosida amalga oshiriladi.

Quyida uch fazali tizimda silliq ishga tushirish qurilmalarini kurib chiqamiz.



1-rasm. Simistorli silliq ishga tushirish qurilmasining funksional tuzilishi.

1-rasmda keltirilgan qurilmada chiziqli o‘zgaruvchi funksiya generatori yordamida simistorning ochilish burchagi vaqt bo‘yicha o‘zgartiriladi, natijada elektr motor statoriga beriladigan kuchlanish asta-sekin ortib boradi. Bu esa ishga tushish tokini kamaytirish va elektr motorning silliq tezlanishini ta’minlaydi.

Bu sxema bir fazani boshqarishga asoslangan simistorli silliq ishga tushirish qurilmasining soddalashtirilgan funksional sxemasini ko‘rsatadi. Unda elektr

ISSN 3030-3907

motorning ishga tushish vaqti va boshlang‘ich moment (yoki boshlang‘ich kuchlanish) rostlanadi.

Sxemaning ishlash bosqichlarining asosiy ko‘rinishi.

Ta’minot qismi. L1, L2, L3 tarmoqning uch fazali kirish qismi va T1, T2, T3 elektr motorga ulanish kontaktlari hisoblanadi.

Sxemada faqat bitta fazada simistor tasvirlangan. Shunga o‘xshash boshqaruv bir yoki uch fazali tarmoq uchun ham qo‘llanilishi mumkin.

Simistor orqali o‘tayotgan kuchlanishning qiymati o‘zgartirilib, elektr motorning ishga tushish toki va momenti boshqariladi.

Kuchlanishni tanlash. Bu blok tarmoq kuchlanishini nazorat qiladi va boshqaruv sxemasi uchun kerakli parametrlarni hosil qiladi. Uning vazifasi tarmoq kuchlanishini o‘lchash, nol nuqtadan o‘tish holatini aniqlash, simistorni boshqarish uchun ma’lumot berishdan iborat.

Boshqaruv impulslari generatori. Bu blok simistorning boshqaruv “gate” kontaktiga ochilish impulslarini uzatadi. Simistor ertaroq ochilsa elektr motorga yuqori kuchlanish beriladi, kechroq ochilsa kuchlanish pasayadi. Shu tariqa chiqish kuchlanishi rostlanadi.

Chiziqli o‘zgaruvchi funksiya generatori. Bu silliq ishga tushirish qurilmasining asosiy boshqaruv blokidir. U vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchi signal hosil qiladi va simistorning ochilish burchagini asta-sekin o‘zgartiradi. Natijada, chiqish kuchlanishi birdaniga emas, balki ma’lum vaqt mobaynida asta-sekin ortib boradi. Shu tariqa elektr motorning silliq tezlanishiga erishiladi.

Aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori boshqaruvi. Bu blok aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktorini boshqaradi, ya’ni elektr motor nominal tezlikka chiqqandan keyin simistor zanjirdan uziladi, kontaktor ishga tushadi va elektr motor to‘g‘ridan-to‘g‘ri tarmoqqa ulanadi. Bu energiya yo‘qotishlarini kamaytiradi.

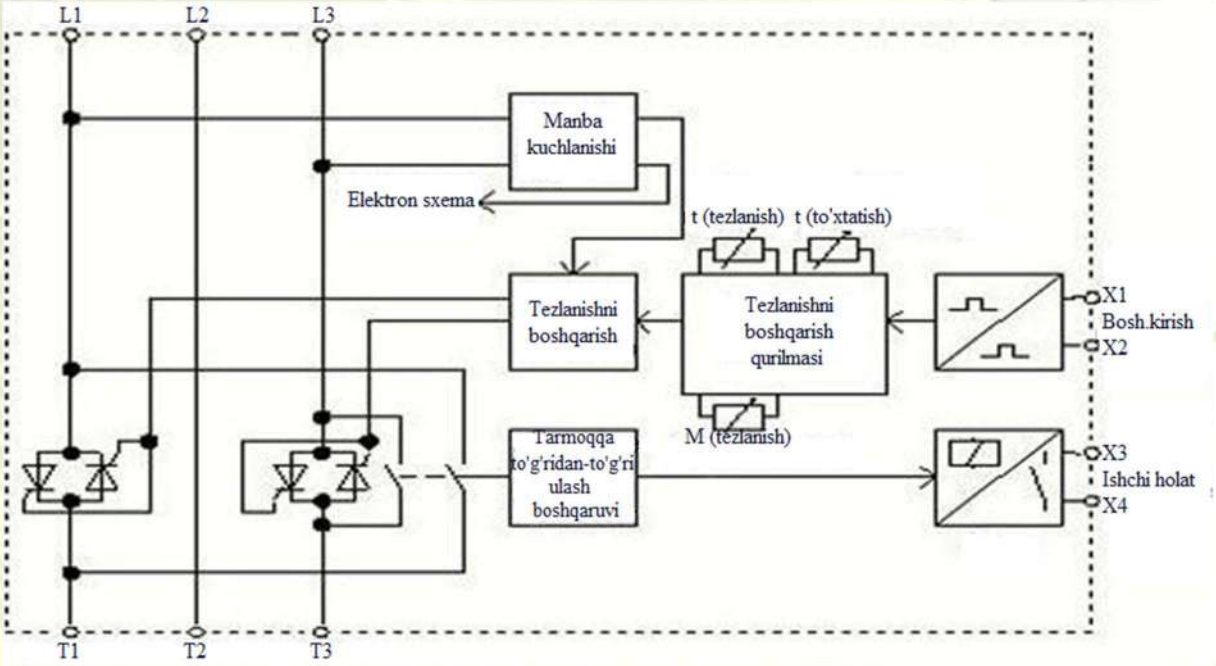
Qutblar soni o‘zgaruvchi elektr motorlar uchun kontakt. Bu qo‘shimcha kontakt hisoblanadi. U qutblar sonini o‘zgartirish orqali tezligi o‘zgaruvchi maxsus asinxron elektr motorlarni boshqarish uchun imkoniyat sifatida xizmat qilishi mumkin.

M va t harfi bilan belgilangan qismlar vazifasiga kura o‘rnatilgan potensiometrlardir. Ular yordamida tezlanish vaqti, kuchlanishning o‘sish tezligi, boshlang‘ich kuchlanish, boshlang‘ich tok, boshlang‘ich aylantiruvchi moment kabilar tanlanadi.

Sxemaning ishlash jarayonida uch fazali tarmoq silliq ishga tushirish qurilmasiga ulanadi. Kuchlanishni tanlash bloki tizim parametrlarini nazorat qiladi. Chiziqli o‘zgaruvchi funksiya generatori ishga tushish jarayonini shakllantiradi va

ISSN 3030-3907

boshqaruv impulslari generatori bloki simistorga boshqaruv impulslarini yuboradi. Simistorning ochilish burchagi asta-sekin o‘zgaradi va elektr motorga berilayotgan kuchlanish bosqichma-bosqich ortib boradi, shundan sung elektr motor silliq tezlanadi. Nominal tezlikka erishilgandan keyin aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori ishga tushganda elektr motor tarmoqqa to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulanadi.



2-rasm. 2 ta fazaga o‘rnatilgan tiristorli silliq ishga tushirish qurilmasining funksional tuzilish sxemasi.

Kuchlanish ta’minoti. Elektron boshqaruv sxemalarini ta’minlovchi yordamchi kuchlanish manbaidir. Bu blok tarmoq kuchlanishini elektron sxemalar ishlashi uchun zarur bo‘lgan past kuchlanishga aylantiradi.

Boshqaruv impulslari generatori. Ushbu blok tiristorlarni ochish uchun zarur bo‘lgan kuchlanish boshqaruv impulslarini hosil qiladi. Tiristorning boshqaruv Gate kontaktiga impuls berilganda u ochiladi va tok o‘tkaza boshlaydi.

Tezlanishni boshqarish qurilmasi. Bu silliq ishga tushirish qurilmasining asosiy intellektual qismi hisoblanadi.

Uning vazifasi:

- tiristorlarning ochilish α burchagini o‘zgartirish;
- chiqish kuchlanishini asta-sekin oshirish;
- elektr motorning silliq tezlanishini ta’minlash.

Blokda quyidagi sozlash elementlari mavjud:

t (tezlanish)

- tezlanish vaqti;
- elektr motorning nominal tezlikka chiqish davomiyligini belgilaydi.

t (to‘xtatish)

ISSN 3030-3907

- to‘xtatish vaqti;
- elektr motorni silliq to‘xtatish vaqtini belgilaydi.

M (tezlanish)
- boshlang‘ich moment;
- ishga tushirish vaqtida elektr motorga beriladigan boshlang‘ich kuchlanish yoki moment darajasini belgilaydi.

Tarmoqqa to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash boshqaruvi. Elektr motor nominal tezlikka yetgach, tiristorlar orqali energiya yo‘qotishlarini kamaytirish maqsadida aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktorini boshqaradi.

Bu holatda elektr motor tarmoqqa to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulanadi va tiristorlar yuklamadan uziladi.

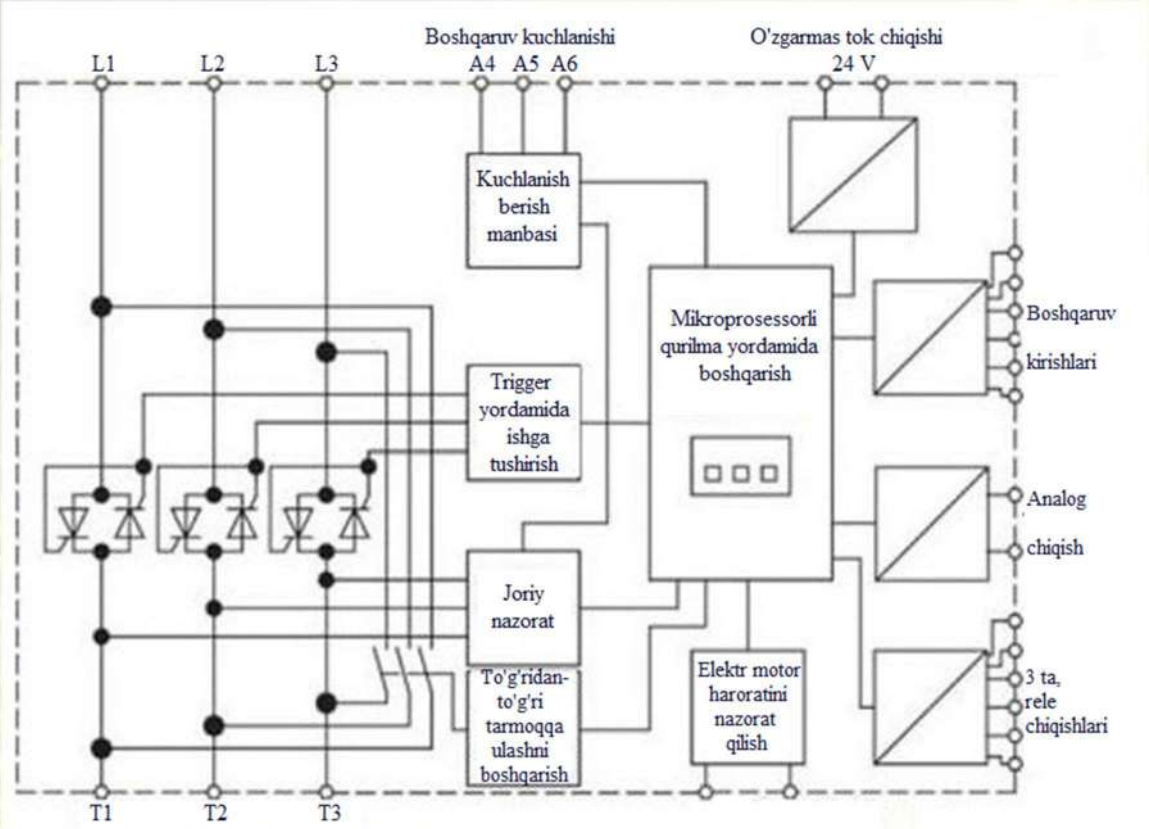
X1, X2 boshqaruv kirish bloki. Bu tashqi boshqaruv kontakti bo‘lib tugma, rele va PLC chiqishi orqali elektr motorni ishga tushirish signali beriladi.

X3, X4 ishchi holat axborotlari chiqishi. Bu chiqishlar orqali qurilmaning ishchi holati haqida axborot olinadi. Masalan, silliq ishga tushirish qurilmasi ishlayapti, elektr motor ishga tushdi va aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori ishchi holatiga o‘tdi kabi axborotlar PLC yoki dispetcherlik tizimiga uzatilishi mumkin.

Sxema ishlash jarayonida uch fazali tizimdan kuchlanish silliq ishga tushirish qurilmasiga beriladi. X1 va X2 kontaktlar orqali “Ishga tushirish” buyrug‘i keladi. Boshqaruv bloki tiristorlarga impulslar uzatadi va tiristorlarning ochilish α burchagi asta-sekin o‘zgartiriladi. Elektr motor statoridagi kuchlanish asta-sekin ortib boradi, ishga tushirish toki cheklanadi va elektr motor silliq tezlanadi. Nominal tezlikka chiqqach, aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori ishga tushadi. Elektr motor to‘g‘ridan-to‘g‘ri tarmoqdan kuchlanish bilan ta’minlanadi. “To‘xtash” buyrug‘i berilganda qurilma belgilangan vaqt davomida silliq to‘xtashni amalga oshiradi.

3-rasmdagi sxema avvalgi sxemalarga nisbatan ancha mukammal bo‘lib, uch fazali tizimda mikroprotsessorli boshqaruv va himoya funksiyalariga ega bo‘lgan tiristorli silliq ishga tushirish qurilmasining funksional tuzilish sxemasini ifodalaydi. U nafaqat elektr motorni silliq ishga tushirish, balki himoya qilish, monitoring qilish va tashqi avtomatlashtirish tizimlari bilan aloqa o‘rnatish imkoniyatlariga ham ega.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Uch fazali tizimda tiristorli silliq ishga tushirish qurilmasining funksional tuzilish sxemasi.

Elektr ta’minot qismi. Sxemaning chap tomonida uch fazali ta’minot qismi joylashgan. L1, L2 va L3 bu tarmoqdan kelayotgan uch fazali kuchlanish bo‘lib, T1, T2, T3 orqali elektr motorning stator chulg‘amlariga ulanadi.

Uch fazali ta’minot qismining har bir fazasida o‘zaro qarama-qarshi parallel ulangan tiristorlar mavjud. Ular orqali chiqish kuchlanishi fazaviy boshqarish usulida rostlanadi.

Ta’minot kuchlanishini berish bloki. Bu blok elektron boshqaruv tizimini kerakli kuchlanish bilan ta’minlash uchun xizmat qiladi. Kirish kontaktlari A4, A5, A6 orqali boshqaruv qismiga zarur kuchlanish uzatiladi.

Trigger yordamida ishga tushirish bloki. Bu blok tiristorlarni boshqaruv impulslari bilan ta’minlaydi.

Uning vazifasi tarmoq sinusoidasi bilan sinxronlashish, tiristorlarning ochilish burchagini hisoblash, tiristorlarga boshqaruv impulslarini berish. Natijada chiqish kuchlanishi asta-sekin ortib boradi.

Bu yerda triggerning vazifasi tarmoq kuchlanishining noldan o‘tish nuqtasini aniqlash, tiristorlarni ochish vaqtini belgilash, boshqaruv impulslarini shakllantirish. YA’ni trigger tiristorning qachon ochilishini belgilab beradi va tiristorli boshqarishda, masalan, 50 Gs tarmoqda har yarim davrda davom etadi. Agar tiristor:

ISSN 3030-3907

30° da ochilsa kuchlanish katta bo‘ladi;
60° da ochilsa kuchlanish kattaroq bo‘ladi;
90° da ochilsa kuchlanish kamayadi;
120° da ochilsa kuchlanish kichik bo‘ladi.
150° da ochilsa kuchlanish juda kichik bo‘ladi.

Shu ochilish burchagini aniq vaqtda hosil qilish uchun triggerli boshqaruv sxemasi ishlatiladi.

Joriy nazorat bloki. Bu blok elektr motor tokini doimiy nazorat qilib turadi va quyidagi vazifalarni bajaradi:
- ishga tushish tokini cheklash;
- ortiqcha yuklanishni aniqlash;
- faza nosimmetriyasini nazorat qilish.

Zamonaviy silliq ishga tushirishlarda aynan shu blok elektr motor himoyasining asosiy qismi hisoblanadi.

To‘g‘ridan-to‘g‘ri tarmoqqa ulashni boshqarish. Bu blok aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktorini boshqaradi. Elektr motor nominal tezlikka erishgach:
- aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktorini ishga tushiradi;
- tiristorlar qismini kuch zanjiridan ajratadi;
- elektr motor to‘g‘ridan-to‘g‘ri tarmoqqa ulanadi.

Bu holda tiristorlardagi issiqlik yo‘qotishlari kamayadi va qurilmaning foydali ish koeffitsiyenti ortadi.

Mikroprotsessorli qurilma yordamida boshqaruv qismi. Bu qurilmaning markaziy boshqaruv qismi hisoblanadi va quyidagilarni amalga oshiradi:
- ishga tushish algoritmini hisoblaydi;
- tuxtatish jarayonini boshqaradi;
- tiristorlarni boshqaradi;
- himoya funksiyalarini bajaradi;
- tashqi qurilmalar bilan ma’lumot almashadi.

Zamonaviy qurilmalarda bu vazifalarni mikrokontroller yoki raqamli protsessor bajaradi.

24 V o‘zgarmas tok chiqish kontaktlari. Bu chiqish tashqi datchiklar va boshqaruv elementlarini (PLC kirishlari) ta’minlash uchun mo‘ljallangan.
Boshqaruv kirishlari. Bu kirishlar orqali tashqi buyruqlar qabul qilinadi.

Analog chiqish kontaktlari. Bu chiqish orqali elektr motor holati (tok qiymati, yuklanish darajasi, chiqish kuchlanishi va elektr motor tezligi) haqida analog signal uzatiladi.

ISSN 3030-3907

3 ta rele chiqishlari. Bu yerda uchta releli chiqish mavjud. Ular orqali ishchi holati, avariya, elektr motor ishga tushdi, aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori holati faol kabi signallar tashqi tizimlarga uzatiladi.

Elektr motor haroratini nazorat qilish. Bu elektr motor chulg‘amlariga o‘rnatilgan termistor bilan ulanadi. Uning vazifasi elektr motor haroratini kuzatish, qizib ketishdan himoya qilishdan iborat. Harorat belgilangan qiymatdan oshganda silliq ishga tushirish qurilmasi avariya holatiga o‘tadi va elektr motorni o‘chiradi.

Sxemaning ishlash jarayonida uch fazali tarmoqqa silliq ishga tushirish qurilmasi ulanadi va boshqaruv qismi ham kerakli manba bilan ta’minlanadi. “Ishga tushish” signali keladi. Trigger tiristorlarga boshqaruv impulslarini beradi. Tiristorlar orqali chiqish kuchlanishi asta-sekin ortib boradi. Tok nazorati bloki ishga tushish tokini kuzatadi. Elektr motor tezlanadi va nominal tezlikka yetgach aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori ishga tushadi hamda elektr motor to‘g‘ridan-to‘g‘ri tarmoqdan kuchlanish bilan ta’minlanadi. Harorat, tok va avariya holatlari doimiy nazorat qilib boriladi.

XULOSA.

Maqolada bir fazali, ikki fazali va uch fazali silliq ishga tushirish qurilmalarining tuzilishi, ishlash prinsipi hamda funksional bloklari tahlil qilindi. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, silliq ishga tushirish qurilmalari elektr motorlarni ishga tushirish jarayonida yuzaga keladigan katta ishga tushish toklari va mexanik zarbalarni sezilarli darajada kamaytirish imkonini beradi. Bunda simistor va tiristorlar asosida qurilgan quvvat qismi hamda mikroprotsessorli boshqaruv tizimi muhim ahamiyat kasb etadi. Boshqaruv impulslari generatori orqali yarimo‘tkazgich elementlarning ochilish burchagini o‘zgartirish natijasida motorga beriladigan kuchlanish bosqichma-bosqich oshiriladi. Shu bilan birga, aylanib o‘tish kontaktoridan foydalanish energiya yo‘qotishlarini kamaytirishga xizmat qiladi. Tadqiq etilgan funksional sxemalar silliq ishga tushirish qurilmalarining ishonchliligi, samaradorligi va elektr yuritmalarni himoya qilish imkoniyatlarini oshirishda muhim o‘rin tutishini ko‘rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ikromjon U. Rakhmonov, & Shukhrat I. Djuraev. (2025). Analysis of voltage drop regulation and control methods during the soft starting of asynchronous electric motors. https://doi.org/10.5281/zenodo.16940858

2. Makhmutkhanov, S., Akhrom, J., Djurayev, S., & Bozorov, I. (2024, June). Stimulating environmental protection activities in the energy sector. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3152, No. 1, p. 060011). AIP Publishing LLC.

3. Beitullaeva, R., Tukhtaev, B., Norboev, A., Nimatov, K., & Djuraev, S. (2023). Analysis of pump operation in common pressure pipelines using the example of

ISSN 3030-3907

the “Chirchik” pumping station. In E3S Web of Conferences (Vol. 460, p. 08015). EDP Sciences.
4. Файзиев, М. М., Ибрагимов, И. И., Джураев, Ш. И., & Мухаммадиев, А. В. У. (2023). ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ MATLAB SIMULINK. Наука, техника и образование, (2 (90)), 23-27.
5. Ixtiyorovich, D. S., & Abdullayevna, X. X. (2023). STABILIZATION OF SINGLE-PHASE LOAD CURRENT IN THREE-PHASE CIRCUITS. Scientific Impulse, 1(10), 1811-1813.
6. Ixtiyorovich, D. S. (2023). СТАТИЧЕСКИЕ ОПИСАНИЯ ТРЕХФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА С УЧЕТОМ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ. Новости образования: исследование в XXI веке, 2(15), 1183-1189.
7. Ixtiyorovich, D. S., & Abdullayevna, X. X. (2023). ANALYSIS AND EVALUATION OF ENERGY SAVING EFFICIENCY IN COCONOMOTAL INDUSTRIAL ENTERPRISES. Scientific Impulse, 1(10), 2144-2149.
8. Ixtiyorovich, D. S. (2023). CONDUCTING LABORATORY CLASSES ON ELECTRICAL CIRCUITS. Научный Фокус, 1(1), 84-88.
9. Джураев, Ш. И., & Махмудов, Н. Ш. (2023). ДОСТИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОЭТАЖНЫХ ДОМОВ С ПОМОЩЬЮ ФОТОРЕЛЕ. European Journal of Interdisciplinary Research and Development, 15, 55-57.
10. Джураев, Ш. И. (2023). СМЕШАННОЕ СОЕДИНЕНИЕ РЕЗИСТОРОВ. БАЛАНСИРОВКА МОСТА. Scientific Impulse, 1(7), 859-861.
11. Ixtiyorovich, S. D. (2024). АСИНХРОННАЯ МАШИНА С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ПОЛЮСОВ. Новости образования: исследование в XXI веке, 2(20), 768-772.
12. Niyozov, N., Akhmedov, A., Djurayev, S., Tukhtamishev, B., & Norqulov, A. (2025, November). Development of a method for forecasting the specific consumption indicator of electric energy. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3331, No. 1, p. 080008). AIP Publishing LLC.
13. Mamarasulova, F., Bobojonov, Y., Djurayev, S., & Karimova, N. (2023). Stimulating environmental protection activities in the energy sector. In E3S Web of Conferences (Vol. 461, p. 01099). EDP Sciences.

ISSN 3030-3907