

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA
O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
ISLOM KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

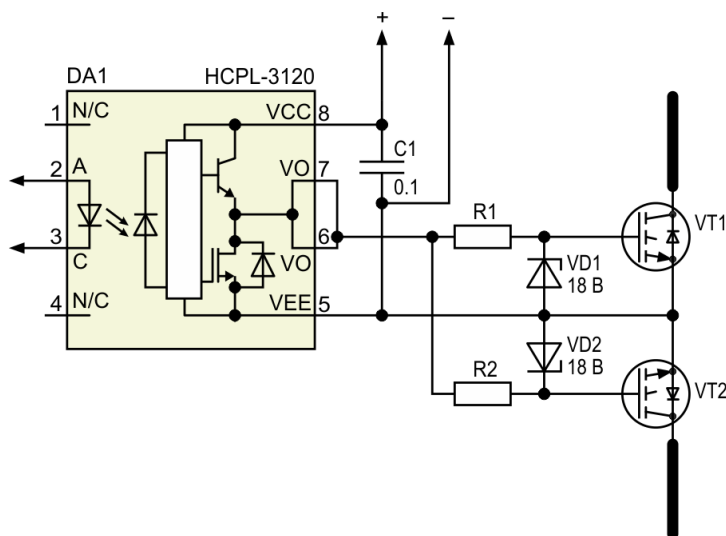


Ganiyev A.A., Tachilin S.A., Xajiyev M.U., Koveshnikov S.V.

«KUCHLI ELEKTRON QURILMALAR»

kurs ishi

(o‘quv uslubiy qo‘llanma)



Toshkent-2023

UDK 621.337.1

KBK 32.85

Ganiyev A.A., Tachilin S.A., Xajiyev M.U., Koveshnikov S.V.
«Kuchli elektron qurilmalar» fanidan kurs ishi - o‘quv uslubiy
qo‘llanma. Toshkent: TDTU, 2023. - 64 b.

O‘quv uslubiy qo‘llanma 5310800 – «Elektronika va
asbobsozlik (tarmoqlar bo‘yicha)» va 5313500 – «Yorug‘lik
texnikasi» ta‘lim yo‘nalishlari (mutaxassislik) o‘quv rejasiga
kiritilgan o‘quv fani dasturiga muvofiq tuzilgan

Ushbu o‘quv uslubiy qo‘llanma 5310800 – «Elektronika va
asbobsozlik (elektronika sanoatida)», va 5313500 – «Yorug‘lik
texnikasi» ta‘lim yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib,
“Kuchli elektron qurilmalar” fanidan kurs ishining bajarish
bo‘yicha qo‘llanmalar keltirilgan. Yuqoridagi yo‘nalishlarning
“Davlat ta‘lim standarti”, “O‘quv rejasi” va “Namunaviy
dastur”laridan foydalangan kurs ishining texnik vazifalarini tuzish
shakli va mazmunga qo‘yilgan talablar aniqlandi. Kurs ishiga oid
o‘quv (uslubiy) qo‘llanmalar ko‘rib chiqildi.

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
Ilmiy-uslubiy kengashi 2022 yil “28” dekabr № 4 son qarori bilan
nashrga ruxsat etildi.

Taqrizchilar: Saparov D. V. - f.-m.f.n., FTI katta ilmiy hodimi
Xaydarov A.X. - f.-m.f.n., EAICHt kafedراسi dosenti

MUNDARIJA

1. Kurs ishining maqsadi.....	5
2. Kurs ishining vazifasi.....	5
3. Kurs ishining mavzulari.....	5
4. Kurs ishining mavzusini tanlash.....	6
5. Hisob-tushuntirish xatining strukturasi va tarkibi.....	6
6. Kurs ishi tarkibiy elementlarining asosiy mazmuni.....	7
7. Kurs ishini rasmiylashtirish va uning hajmi.....	8
8. Bo‘lim va boblarni rasmiylashtirish va raqamlash.....	9
9. Hisobotning grafik qismi.....	10
10. Formula va tengliklarni rasmiylashtirish tartibi.....	11
11. Ilovalarni rasmiylashtirish tartibi.....	12
12. Kurs ishini tayyorlash va uning himoyasi.....	12
13. Kurs ishini topshirish.....	13
14. Kurs ishini baholash mezonlari.....	13
15. Kurs ishini bajarish bosqichlari.....	14
16. Texnik topshiriq va uni bajarish tartibi.....	14
17. Kurs ishini bajarish tartibi (rejasi).....	15
1-Ilova.....	16
2-Ilova.....	17
3-Ilova.....	18
4-Ilova.....	19
5-Ilova.....	62
Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yhati.....	63

Kirish

Ushbu o‘quv uslubiy qo‘llanmada motorlarning ta‘minoti uchun mo‘ljallangan impulsli o‘zgartirgichni parametrlarini hisoblash va loyihalash tartibi to‘g‘risidagi ma‘lumotlar keltirilgan. O‘zgartirgich elementlarini tanlash haqida ba‘zi ma‘lumotlar keltirilgan. Biroq, elektron elementlar doimiy ravishda takomillashib borishini hisobga olsak, kurs ishlarini bajarishda bu yetarli bo‘lmasligi mumkin va masalan, internet orqali ishlab chiqaruvchilar tomonidan ishlab chiqarilayotgan yangi elektron komponentlari qidirish kerak bo‘ladi. Elektr poyezdlarda kuchli elektron asboblardan to‘g‘rilagich, invertor, impulsli rostlagich, chastota va faza o‘zgartirgichlaridan foydalaniladi. Impuls o‘zgartirgichdan elektr poyezdlarda sinxron va asinxron tortish dvigatellarida kuchlanish va chastota o‘zgartirgichlari sifatida, impuls fazali rostlash sxemalarida foydalaniladi. Ushbu kurs ishi talabalarning “Kuchli elektron qurilmalar” fani bo‘yicha o‘tilgan bilimlarini chuqurroq o‘zlashtirishi va mustahkamlanishi uchun mo‘ljallangan.

1.Kurs ishining maqsadi

Kurs ishi talabalarning 5310800 – «Elektronika va asbobsozlik (tarmoqlar bo'yicha)» va 5313500 – «Yorug'lik texnikasi» ta'lim yo'nalishlari bo'yicha o'tilgan barcha fundamental va kasbiy fan kurslariga tayanib mustaqil bajaradigan ishidir.

U "kuchli elektron qurilmalar" fani bo'yicha nazariy bilimlarni mustahkamlash va tizimlashtirishga va muhandislik muammolarini mustaqil hal qilishning amaliy ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi.

2.Kurs ishining vazifasi

Kurs ishining vazifasi analog va impulsli tarzda ichlaydigan qurilmalarni loyihalash masalalarining kompleks (majmuaviy) yechimini topishdan iborat. Bunda, talabalar mustaqil ravishda quyidagi masalalarning yechimini hal qilishadi:

- talabalar berilgan mavzu bo'yicha loyihalashda maxsus texnik adabiyotlar va boshqa ma'lumotlarni o'rganadilar;

- loyihalalanayotgan qurilmaning tarkibiy sxemasini tanlaydilar va asoslaydilar;

- kuchli elektron qurilmalarni loyihalashning zamonaviy kompyuter dasturlarini o'zlashtirish, o'zgartirgich elementlari va yo'qotishlarini hisoblash, muhandislik muammolarining yechimini izlashda barqaror ko'nikmalarni egallaydilar;

- bajarilgan ishda ko'rsatilishi kerak bo'lgan kerakli elektron elementlar va ularning parametrlari haqidagi ma'lumotlarni qidirish uchun internetdan foydalanish ko'nikmalariga ega bo'ladilar.

- loyihalashtirilayotgan qurilmaning turli rejimlaridagi vaqt diagrammalarini ishlab chiqadilar;

- bitiruv ishini topshirishga tayyorgarlik ko'radilar

Ushbu maqsadlarga erishish uchun kurs ishining topshiriqlari har bir talaba uchun individual beriladi.

3. Kurs ishining mavzulari

Quyidagi qo'llanma "Tiristorli impuls o'zgartirgichini hisoblash" mavzusidagi kurs ishi uchun tayyorlangan. Topshiriqning variantlari o'qituvchi tomonidan beriladi. Shuningdek talabalar maslahatchi va ish

beruvchi korxonalar bilan kelishgan holda korxonalarining mavzulari bo'yicha kurs ishini bajarishi mumkin.

4. Kurs ishining mavzusini tanlash

Kurs ishining muvaffaqiyatini aniqlaydigan muhim va mas'uliyatli vazifalardan biri – tadqiqot mavzusini tanlashdir. Mavzularga qo'yiladigan umumiy talab – ularning dolzarbligi, ichlab chiqarish ehtiyojlari va muammolari bilan bog'liqligidir. Ular hozirgi zamon talablari va sanoatning rivojlanish tendensiyalari istiqbollaridan kelib chiqishi zarur.

Kurs ishining mavzusi keng qamrovli nazariy va amaliy xususiyatga ega bo'lishi, sanoat ichlab chiqarishini rivojlantirishning eng muhim vazifalarini qamrab olishi va ilmiy - ishlab chiqarish yo'nalishida tadqiqotlar olib borishni nazarda tutishi lozim. Kurs ishining mavzusi muammoning zamonaviy holati va iqtisodiyot, biznes, ishlab chiqarish, ijtimoiy sohalar, fan, ta'lim va madaniyatning istiqboliy rivojlanishini aks ettirishi kerak.

Mavzuning dolzarbligini asoslashda ushbu masala ustida tadqiqotlar olib borish nima uchun zarurligini, ishlab chiqarish bilan bog'liq qanday muammolar bunga sabab bo'lganini va tadqiqot yakunlari bo'yicha erishilayotgan natijalar muammoni yechishga qanday ta'sir ko'rsatishini aniq bayon etib berishi lozim.

Kurs ishlarining mavzulari (topshiriqlari) kafedra tomonidan belgilanadi va ularni har o'quv yilida yangilash tavsiya etiladi. Amalga oshirilayotgan ishlar bo'yicha maslahatchi-rahbar kafedra o'qituvchilari tarkibidan tayinlanadi.

Kurs ishining mavzusini tanlashda rahbar va talaba quyidagilarga e'tibor berishlari kerak.

Kurs ishining mavzularining (topshiriqlarining) yillik ro'yxati kursning boshida e'lon qilinadi. Kurs ishining mavzulari (topshiriqlari) kafedraning o'quv-uslubiy kengashida muhokama qilinadi va tasdiqlanadi.

5. Hisob-tushuntirish xatining strukturasi va tarkibi

Hisob-tushuntirich xati, tanlangan qurilma variantini ishlab chiqishning barcha bosqichlari va ilmiy - texnik hujjatlarni rasmiylashtirishning tarkibi va qoidalarini o'z ichiga oluvchi asosiy mazmuniy hujjat hisoblanadi. Hisob-tushuntirich xati quyidagi tarkibiy elementlarning keltirilgan ketma-ketligidan iborat bo'lishi lozim:

- Titul saxifasi;
- Kurs ishining topshirig'i;
- Kurs ishining tarkibi;
- Kirish qismi;
- Asosiy (hisob-kitob) qismi;
- Xulosa qismi;
- Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati;
- Qisqartishlar ro'yxati;
- Ilovalar.

6. Kurs ishing tarkibiy elementlarining asosiy mazmuni

1. Titul saxifasi hisob-kitob va Tushuntirish yozuvining birinchi sahifasidir. Belgilangan shaklda amalga oshiriladi.

2. Kurs ishi topshirigi ish olib borish uchun asosiy yo'riqnomadir. Topshiriq kurs ishi rahbari tomonidan beriladi. Topshiriqni olgandan so'ng, talaba unga o'z imzosini qo'yadi. Kurs loyihasi topshirigi namunasi 1-ilovada keltirilgan. U o'z ichiga, kurs loyihasi bajarilayotgan fanning nomi, oliy o'quv yurti, fakultet va kafedra haqidagi ma'lumotlar, loyiha mavzusi, loyihani bajargan talaba haqidagi ma'lumotlar, topshiriqning berilgan vaqti va rejadagi bajarilish vaqti, loyiha raxbarining ismi sharifi va familiyasi.

"Texnik chartlar" bo'limida boshlang'ich ma'lumotlarning to'la ro'yxati keltiriladi; "Loyiha tarkibi"da ishlab chiqilishi va hisob-kitob qilinishi kerak bo'lgan qurilmaga oid barcha savollar; "Loyihani rasmiylashtirish" bo'limida bajarilgan chizmalar sanab o'tiladi va ularning formatlari ko'rsatiladi; "Adabiyotlar" bo'limida, ushbu loyiha mavzusi bo'yicha taklif etilayotgan ma'lumotlar manbalari ro'yxati keltiriladi. Topshiriq ilmiy-tadqiqot ishlanmalar, tajribaviy tadqiqotlar va shu kabilarni o'z ichiga olishi mumkin. Topshiriq, talaba loyiha variantini tanlagandan keyin, kurs loyihasi rahbari tarafidan tasdiqlanadi.

3. Kurs ishi tarkibi (Mundarija) kerakli materiallarni izlashni osonlashtirish, shuningdek, ish bilan umumiy tanishish va barcha bo'limlar haqida fikr yuritish uchun mo'ljallangan. Mundarija hisob-kitob va tushuntirish yozuvining matn qismidan boshlanadi.

4. Kirish qismi kurs ishi bag'ishlangan masalalar va muammolarning hozirgi mazmunini tavsiflaydi. Kirish qismida ushbu ishning zarurligini

asoslash, uning bir qator shunga o'xshash ishlardan farqi, ishlab chiqilayotgan mavzuning dolzarbligi va yangiligini, uni amalga oshirishning maqsadi va kutilayotgan natijalarini ko'rsatish kerak.

5.Asosiy (hisob-kitob) qismda qurilmaning funksional yoki tarkibiy sxemasini tanlash va uni asoslash talab etiladi:

qurilmaning yoki uning qismlarini hisob - kitob qilish;

qurilma elementlarini hisob - kitob qilish, ayrim elementlarining turlari va nominallarini tanlash;

foydali ish koeffisientini hisoblash.

6.Xulosa qismi ishning asosiy natijalarini, mulohaza va takliflarni aks ettirishi kerak.

7.Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati - barcha foydalanilgan (ko'rilgan va o'rganilgan) kitoblar, to'plamlar va jurnallardagi maqolalar va boshqa materiallar asosida tuziladi. Qoida tariqasida, manbalar yozuvlar alifbo tartibida guruhlanganda, ro'yxatlardagi materiallarni guruhlashning alifbo tartibida qo'llaniladi. Kitoblar ro'yxatning boshida alifbo tartibida, keyin esa - jurnallar va to'plamlardagi maqolalar joylashtiriladi. Bunda chet el manbalari bajarilayotgan ish tilidagi barcha manbalar ro'yxatidan keyin alifbo tartibida joylashtiriladi. Ro'yxatga faqat Tushuntirish yozuvi matnida havolasi bo'lgan manbalar kiradi. Ro'yxatga kiritilgan har bir manba arab raqamlari bilan raqamlanadi va yangi qatorga yoziladi. Bibliografik ko'rsatkich alohida sahifa(lar)da "Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati" sarlavhasi ostida beriladi. Sarlavhada raqam bo'lmaydi.

8.Ilovalar. Hujjat matnini to'ldiruvchi materiallar ilovaga joylashtirilishi mumkin. Ilovalar, masalan, hisob-kitoblar, elektr qism alohida zanjirlarning diagrammalari, foydalanilgan elektron elementlarning tavsiflari, mikroelektron tizimning ishlashi uchun algoritmlar, mikrokontroller dasturining dastlabki matni, grafik materiallar va katta formatli jadvallar va boshqalar bo'lishi mumkin. Ilovalar yozuvning davomi sifatida uning keyingi varaqlarida rasmiylashtiriladi.

7. Kurs ishini rasmiylashtirish va uning hajmi

1.Kurs ishining hajmi 30 betdan kam bo'lmashligi kerak.

2.Kurs ishining matni A4 formatdagi qog'ozda chetlarini, chap tarafdin 30 mm, o'ng tarafdin 15 mm, yuqori va past tarafdin 20 mm o'lchamda

bo'lishi lozim. Kurs ishi varaqlarining pastiga tartib raqami qo'yiladi, nuqtasiz va chiziqsiz.

3.Kurs ishining chizmalari (illyustratsiyasi), jadvallar, formulalar belgilangan talablar asosida bo'ladi.

Jadval birinchi marta tilga olingan matndan keyin yoki keyingi sahifada darhol joylashtirilishi kerak. Jadval nomlanishi jadvalning tepasida, xatboshisiz joylashtirilishi kerak. Jadvalning nomi oxirida nuqta qo'yilmaydi va bosh harf bilan boshlanadi. Agar jadval nomi ikki yoki undan ortiq satrni egallasa, u holda bir qator oralig'i bilan yozilishi kerak. Jadvalning sarlavhasi birlikda ko'rsatiladi. Ustun sarlavhalari markazlashtirilgan, satr sarlavhalari esa chapga tekislangan. Jadvalda asosiy matnga qaraganda kichikroq shrift o'lchamida foydalanishga ruxsat beriladi.

4.Kurs ishining tushuntirish yozuvining grafik qismi hajmi A4 yoki A3 formatidagi kamida 2 varaqdan iborat bo'ladi.

5. Matnli materiallarni bajarish usuli - kompyuterdan chiqadigan chop etish moslamalari yordamida; Word matn muharririda matn terishda Times New Roman shrifti 14 o'lchamda, interval 1,15 dan 1,5 gacha, tekislash - eni bo'yicha, abzas - 1 sm.

6. Jadval va rasm sarlavhalari uchun Times New Roman shriftidan, 11 dan 14 bo'lgan o'lchamdan va bir interval abzasdan foydalanish tavsiya etiladi.

8. Bo'lim va boblarni rasmiylashtirish va raqamlash

Kurs ishining asosiy qismi boblarga, bo'limlarga va kichik bo'limlarga bo'linishi mumkin. Agar kerak bo'lsa, bolimlar kichik qismlarga bo'linadi. Kurs ishining bo'limlari va kichik bo'limlari raqamlangan sarlavhalarga ega bo'lishi kerak. Kichik bandlar, paragraflar qoida tariqasida, sarlavhalarga ega emas va raqamlanmaydi.

Strukturaviy elementlar sarlavhalarining ("MUNDARIJA", "KIRISH", "XULOSA", "FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI" "ILOVALAR") oxirida nuqta qo'ymasdan, bosh harflar bilan, tagiga chizmasdan qator o'rtasiga joylashtirilishi kerak. Kurs ishining har bir tarkibiy elementi va har bir bo'limi yangi sahifadan boshlanadi. Kurs ishining asosiy qismining bo'limlari va kichik bo'limlari sarlavhalari matn chegarasidan boshlanib, tartib raqamidan keyin joylashtirilishi kerak, bosh harflar bilan, qalin shriftida yoziladi, tagiga chizilmaydi, oxirida nuqta qo'yilmaydi. Sarlavhalarda tire qo'yish mumkin emas.

Kurs ishining asosiy qismining bo‘limlari arab raqamlari bilan raqamlanadi (masalan, birinchi bo‘lim - 1. Quvvat manbalari), kichik bo‘limlar - ikki marta raqamlash bilan (masalan, birinchi bo‘limning birinchi qismi – 1.1 kommutatsiya quvvat manbalari), paragraflar (paragraflar) - agar kerak bo‘lsa, uch marta raqamlash bilan raqamlanadi (masalan - 1.1.1 Quvvat manbai filtrlarini almashtirish). Hisobotning tuzilmaviy elementlari (“MUNDARIJA”, “KIRISH”, “XULOSA”, “FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI” "ILOVALAR") raqamlanmaydi.

Kurs ishining har bir sahifasi to‘liq to‘ldirilishi kerak, bo‘sh joylar (qo‘shimcha joylar) bo‘lmasligi kerak, hatto kichik bo‘lim yoki paragraf to‘ldirilgan bo‘lsa ham, keyingi bo‘lim yoki paragraf bitta bo‘sh qatordan keyin yoziladi. Kurs ishining faqat tarkibiy elementlari va bo‘limlari yangi sahifadan boshlanadi.

9. Hisobotning grafik qismi

Kurs ishining illyustrasiyalarini rasmiylashtirish tartibi.

Ilyustrasiya (grafik, chizma, diagramma, fotosurat)lar ko‘rish uchun qulay tarzda joylashtirilishi kerak. Ilyustrasiyalar nomlangan bo‘lishi va zarur hollarda kurs ishining matnida tegishli paragrafida ularga izoh beruvchi ma‘lumotlar bayon etiladi hamda bayon etilgan joyning tugallangan nuqtasida tegishli illyustrasiyaning raqami ko‘rsatiladi. Ilyustrasiyaning nomi uning ostiga yoziladi. Ilyustrasiyaning turiga ko‘ra (grafik, chizma, diagramma, fotosurat) ketma-ketlikda arab raqamlari bilan belgilanadi. Masalan, 1.1-grafik, 2.1-chizma, 3.1-diagramma, 3.1-fotosurat kabi belgilanadi.

Kurs ishini tayyorlashda umumiy qoidalardan tashqari hisob-kitoblar va statistik jadvallarni to‘g‘ri va asosli ishlanganligiga ham e‘tiborni qaratish lozim.

Har bir hisob-kitobda tushuntirishlar asoslangan holda berilishi lozim. Jadval, diagramma yoki chizmalarning manbalari va nomi ko‘rsatilishi bilan birga, jadvaldan so‘ng albatta jadvaldagi ma‘lumotlarga tahliliy fiklar keltirilishi lozim bo‘ladi.

Xar bir jadval, diagramma yoki chizmalar alohida tartib bilan belgilab boriladi. Jumladan, jadval ma‘lumotlari jadvalning yuqori o‘ng tomonidan nomerlanib keyingi satr markaziga jadvalning nomi yoziladi va jadvaldan so‘ng uning manbasi ko‘rsatiladi.

10. Formula va tengliklarni rasmiylashtirish tartibi

Matndagi formulalar puxta va aniq yozilgan bo'lishi shart. Katta va kichik harflar, yuqori va pastki indekslar formulada aniq berilishi kerak. Formula uchun belgilarning o'lchami quyidagicha belgilanadi: katta harflar va raqamlar 5-6 mm, kichik harflar 3 mm, daraja ko'rsatkichlari va indeksleri 2 mm dan kam bo'lmasligi tavsiya etiladi. Tavsiya etilgan shrift Times New Roman, 10-14 pt.

Simvollarning ma'nolari bevosita formulaning ostida ularning formuladagi ketma-ketligi bo'yicha beriladi. Har bir simvolning ma'nosini yangi qatordan berish lozim. Berilgan ma'nolarning birinchi qatori "bu yerda" so'zi va undan keyin ikki nuqta qo'yiladi.

Tenglama va formulalar matndan alohida bo'sh qatorlar bilan ajratib yoziladi. Agar tenglama bitta qatorga sig'masa, sig'magan qism tenglik belgisi (=) dan yoki qo'shish (+), ayirish (-), ko'paytirish (x), bo'lish (: yoki /) belgilaridan keyin ko'chirilishi kerak.

Kurs ishidagi formulalar (agar ular bittadan ko'p bo'lsa) paragraf doirasida arab raqamlari bilan belgilanadi. Formulaning raqami paragraf raqami va formulaning paragrafdagi tartib raqamidan tashkil topib, o'zaro nuqta bilan ajratiladi. Bu narsa betning o'ng tomonida formula bilan bir qatorda qavslar bilan ko'rsatiladi. Biroq, ko'p sonli formulalar bilan formulalarni raqamlashga ruxsat beriladi (masalan, - (1.1)).

Kurs ishining hisobotini tuzishda, umumiy qoidalardan tashqari, hisob-kitoblarning to'g'riligi va asosliligiga va elektron elementlar va ularning parametrlarini yoki ma'lumotnoma adabiyotidan boshqa ma'lumotlarni tanlashga e'tibor berish kerak. Har bir aniq holatda elementni yoki uning parametrini tanlash bo'yicha tushuntirishlar berilishi kerak. Ma'lumotlari yoki diagrammalarining manbalari va nomlarini ko'rsatishdan tashqari, kamida tanlangan parametrning to'liq nomini, uning raqamli qiymatini va o'lchamini ko'rsatish kerak. Ma'lumot jadvalining ma'lum bir qatorini ko'rsatish maqsadga muvofiqdir. Murakkab elementlarni mos yozuvlar materiallaridan (integral mikrosxemalar, ko'rsatkichlar va boshqalar) tanlangan taqdirda, qurilmaning turini qisqacha ko'rsatishdan tashqari, tanlangan murakkab elektron elementlarning batafsil parametrlari va xususiyatlari ko'rsatilishi kerak.

11. Ilovalarni rasmiylashtirish tartibi

Ilovalar ketma-ketligining tartibi kurs ishida ularga murojaat qilish tartibiga mos qelishi va foydalanish kulayligini ta'minlashi kerak.

Har bir ilova yangi betning o'ng yuqori burchagida qoraytirilgan harflar bilan yozilgan «Ilova» so'zi bilan boshlanadi. Agar kurs ishida bittadan ko'p ilova bo'lsa, ular ketma-ket arab raqamlari bilan belgilanadi. Masalan, "1-ilova", "2- ilova" va hokazo.

12. Kurs ishini tayyorlash va uning himoyasi

Kurs ishining yakunlovchi bosqichida unga ijobiy taqriz berilib ish himoyaga tavsiya qilingandan so'ng talaba Kurs ishining himoyasi uchun ish bo'yicha taqdimot tayyorlaydi.

Yaxshi tayyorlangan taqdimot himoyaning ijobiy o'tishining 50% ini ta'minlaydi. Shuning uchun kafedra tomonidan talabalarga taqdimotni tayyorlashdagi asosiy talablar yetkazilishi kerak. Kurs ishining taqdimotida quyidagilar bo'lishi kerak.

- Mavzuning nomi;
- Mavzuning dolzarbligi;
- Kurs ishining maqsadi va vazifalari;
- Tadqiqot ob'ektining qisqacha tavsifi;
- Ishning qichqacha mazmuni, ishni bajarish davomida olingan asosiy natijalar;
- Kurs ishida qo'llanilgan metod va metodologiyalar;
- Jadvallar, grafiklar, sxemalar, diagrammalar;
- Xulosalar.

Kurs ishining himoyasi muvaffaqiyatli o'tishi talabanning o'z fikrlarini aniq va ravshan, tushunarli va ravon ifoda etishi, tayyorlangan materiallarning sifati hamda ularni ishtirokchilarga yetkazib berish bilan belgilanadi. Kurs ishi video proektorda taqdim etiladi.

Taqdimot materiallari 50 slaydlardan oshmasligi kerak. Slaydlar raqamlangan bo'lishi kerak. Bu esa taqdimotning yakunida ishtirok etuvchilarning savollar berishlarida slaydlarning raqami bilan bog'lashlari uchun qulaylik yaratadi.

Birinchi slayd titul hisoblanib, titul slaydida Kurs ishining tituli aks ettiriladi. Keyingi slaydlarda ishning dolzarbligi, ishning maqsad va vazifalari va boshqa materiallarni kiritish mumkin.

Kurs ishini topshiruvchi talabaning taqdimoti 10-15 daqiqa davomida tinglanadi. Taqdimotdan soʻng kurs ishi rahbarining taqrizi oʻqib eshittiriladi. Hayʼat aʼzolari tomonidan berilgan savollarga talaba aniq va tushunarli qilib javob berishi lozim. Rahbarning taqrizi boʻyicha noroziliklar boʻlsa himoyachi kamchiliklar toʻgʻrilanganligi toʻgʻrisida gapirib oʻtishi lozim.

Kurs ishing himoyasi davomida talabaga berilishi mumkin boʻlgan savollar mavzuga bogʻliq boʻlishi, olib borilgan tadqiqotlar hamda ularning natijalari asosida boʻlishi lozim. Savollar soni taqdimotning mazmuni va sifatiga bogʻliq boʻladi. Talabaning hayʼat aʼzolariga bergan javoblari aniq va asosli boʻlishi kerak.

13. Kurs ishini topshirish

Kurs ishining toʻliq rasmiylashtirilgandan soʻng talaba, rahbar, taqrizchi va kafedra mudiri tomonidan imzolanadi.

Kurs ishi himoyasiga 10-15 minut vaqt beriladi, bu vaqt ichida talaba mavzuning dolzarbligi, qurilma va asboblarning taxlili, ishlab chiqilgan qurilma, taklif etilayotgan yechimlar, kurs ishining koʻrib chiqilayotgan masala, qurilmaning asosiy bloklarining hisobi toʻgʻrisida soʻzlab beradi.

Kurs ishing talaba tomonidan kafedraning uch professor-oʻqituvchilardan iborat komissiyasi oldida himoya qiladi. Himoya vaqtida talaba bajarilgan ishlar haqida qisqacha maʼruza qiladi va maʼruzasini prezentatsiya bilan oydinlashtirib boradi. Komissiya bajarilgan ishining sifati va mazmunini, qilingan maʼruza va berilgan savollarga javoblarini, hisobga oldgan holda (5) va 100 balli sistemada baholaydi.

Kurs ishidagi prinsipial xatolar aniqlansa kurs ishining himoyasi toʻxtatiladi va oxirigacha ishlab chiqish uchun talabaga qaytarib berilada yoki kurs ishi uchun yangi topshiriq beriladi.

14. Kurs ishini baholash mezonlari

«Aʼlo» (5) baho 90 -100 ball toʻplagan talabalarga qoʻyiladi.

Buning uchun talaba: kurs ishida berilgan topshiriqlar boʻyicha aniq xulosa va qaror qabul qilishi; natijalar mohiyatini tushunishi, tahlil qila olishi; bajarilgan mavzu va yechilgan masalalarning mohiyatini tushunishi, bilishi, aytib berishi va ular haqida aniq tasavvurga ega boʻlishi lozim.

«Yaxshi» (4) baho 70-89 ball toʻplagan talabalarga qoʻyiladi.

Buning uchun talaba: kurs ishining mohiyatini anglashi, ular bo'yicha mustaqil mushoxada yurita olishi; bajarilgan mavzu va yechilgan masalalarning mohiyatini tushunishi, bilishi, aytib berishi va ular xaqida aniq tasavvurga ega bo'lishi lozim.

«Qoniqarli» (3) baho 60-69 ball to'plagan talabalarga qo'yiladi.

Buning uchun talaba: yechilgan masalalarning mohiyatini tushunishi, bilishi, aytib berishi va ular xaqida aniq tasavvurga ega bo'lishi lozim.

«Qoniqarsiz» baho 0-59 ball to'plagan talabalarga qo'yiladi.

Bunday talabalar: kurs ishining topshiriqlarini belgilangan muddatlarda to'liq bajarmagan va aniq tasavvurlarga ega bo'lmagan talabalardir.

15. Kurs ishini bajarish bosqichlari

Kurs ishining topshirig'i darslar jadvaliga ko'ra birinchi hafta oralig'ida kafedra o'tiquvchi – maslahatchisi tomonidan beriladi.

Topshiriqni berilishida, kurs ishining maqsadi va vazifalari, bajarish va himoyalash tartibi, loyihalashda talabalar foydalanishi mumkin bo'lgan o'quv va texnik materiallarga bag'ishlangan kirish suhbatini o'tkaziladi.

Birinchi nazorat muddatigacha, talabalar ishining 25% ni (adabiyotlar bilan ishlash, tarkibiy sxemani yaratish) bajarishi kerak.

Ikkinchi nazorat muddatigacha, ishining 50%, ya'ni, asosiy sxemani tuzish va butun qurilmaning energetik hisob-kitoblari tugallanadi.

Uchinchi nazorat muddatigacha, ishining barcha hisob-kitoblari bajarilib, ayrim elementlarning turlari va nominallari tanlangan bo'lishi lozim, bu loyiha bajarilishining 75% ni tashkil etadi.

To'rtinchi nazorat muddatigacha, tushuntirish xati yozilishi va kurs ishining grafik ishlari bajarilgan bo'lishi kerak. Kurs ishining ustida ichlash davomida, talabalar maslahatchi bilan kelishilgan nazorat jadvali bo'yicha kamida to'rtta maslahat darslariga qatnashishi lozim.

Bajarilgan va rasmiylashtirilgan kurs ishi, himoyadan 3-5 kun oldin maslahatchiga tekshirish uchun topshiriladi. Eslatmalar tuzatilgan kurs ishiga maslahatchi qo'l qo'yadi va kurs ishining dastlabki himoyasiga ruxsat beriladi.

16. Texnik topshiriq va uni bajarish tartibi

Mavzular bo'yicha aniq texnik topshiriqlar kafedra uslubiy seminarida har yili tasdiqlanadigan ro'yxatdagi o'qituvchi-maslahatchilar tomonidan beriladi.

17. Kurs ishini bajarish tartibi (rejasi)

1. Kurs ishi uchun topshiriq bilan tanishib chiqing, foydalanish sharoitlarini aniqlang, xavfsizlik va dizayn talablarini, umumiy va boshqa foydalanish talablarini aniqlang.
2. Ishlab chiqilgan impuls o'zgartirgichning kirish va chiqish parametrlarini va boshqa parametrlarini aniqlang.
3. Impuls o'zgartirgichning quvvat qismining sxemasini tuzing va uning rejimlarini hisoblang
4. Foydalaniladigan quvvat elementlarining turini tanlang
5. Kommutatsiya zanjirini loyihalang va uning elementlarini hisoblang
6. Ketma-ket va parallel ravishda ulangan yarim o'tkazgichli asboblarning sonini hisoblang
7. Impuls o'zgartirgichning quvvat bloklarida tok va kuchlanishni taqsimlash elementlarining zarur parametrlarini hisoblang
8. Impuls o'zgartirgichning yo'qotishlarini hisoblang.
9. Zarurat bo'lsa, loyiha parametrlarini aniqlashtiring, yordamchi elementlar va bloklarni (quvvat manbai, ortiqcha yuklardan himoya qilish elementlari va boshqalar) hisoblang va loyihalashtiring.
10. Ishning grafik qismini bajaring:
 1. "Ishlab chiqilgan impuls o'zgartirgichning blok-sxemasi" varag'i (A4 formati);
 2. "Ishlab chiqilayotgan impuls o'zgartirgichning to'liq prinsipial sxemasi" (A4 yoki A3 formati);
 3. Ishchi vaqt diagrammalari (A4 yoki A3 format);
 4. "FIKini to'ldirish koeffitsiyentiga bog'liqlik grafigi" varag'i (A4 formati).
11. Foydalaniladigan barcha elementlarning spetsifikatsiyasini tuzing.
12. Yakuniy hisobotni tuzing.

“REM” kafedrasida 202 __ yil “__” sentyabr № __ son yig‘ilishida ko‘rib chiqilgan

Kurs ishi

“Kuchli elektron qurilmalar” fani bo‘yicha

Guruh _____ Talaba _____ Rahbar _____

TOPSHIRIQ

1. Kurs ishining nomi: «Tiristorli impuls o‘zgartirgichni hisoblash»

2. Dastlabki ma‘lumotlar: Variant № 28

Nomer variant №	Iste‘mol kuchlanishi; U_d (B)	Dvigatelnining nominal kuchlanishi; U_{dv} (B)	Dvigatel toki; I_p (A)	Dvigatel soni; N_d	Tiristorning yopilish vaqti; t_q	Havoni sovutish tezligi; T (m/c)	atrof – muhit harorati; t_a (°C)	tok va kuchlanish diagrammasini tuzish uchun tol‘dirish koeffitsiyenti; λ	kommutatsiya koeffitsiyenti (ishonchiligi) k
1	3000	1500	175	8	8	6	40	0.85	1.4

3. Qo‘llanmalar:

- 1.A.S. Maznyov, A.V. Plaks. «Raschyot shirotno-impulsnogo preobrazovatelya».
2. Metodicheskoye ukazaniye – PGUPS, 2004.
3. Zamyatin V.Ya., Kondratev B.V. «Moshniye poluprovodnikoviyeye pribori. Tiristori».
4. Spravochnik – M.: Radio i svyaz, 1988.
5. Birzniyek L.V. «Impulsniye preobrazovateli postoyannogo toka» – M.: Energiya, 1974

4. Grafik qismining tarkibi:

1. "Ishlab chiqilgan impuls o‘zgartirgichning blok-sxemasi" varag‘i (A4 formati);
2. "Ishlab chiqilayotgan impuls o‘zgartirgichning to‘liq prinsipial sxemasi" (A4 yoki A3 formati);
3. Ishchi vaqt diagrammalari (A4 yoki A3 format);
4. "FIKini to‘ldirish koeffitsientiga bog‘liqlik grafigi" varag‘i (A4 formati).

5. Hisoblash-Tushuntirish yozuvi: 1. Titul varoq, 2. Topshiriq, 3. Mundarija, 4. Kirish, 5. Tushuntirish yozuvi, 6. Xulosa, 7. Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

6. Qo‘shimcha ma‘lumotlar va ko‘rsatmalar _____

7. Kurs loyihasi (ishi)ni topshirish muddati:

	Topshiriq berish	1 boshqarish	2 boshqarish	Himoya
Reja				
Fakt				

Rahbar _____ Talaba _____

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI**

“Raqamli elektronika va mikroelektronika” kafedrası

“Kuchli elektron qurilmalar” fanidan

**«Tiristorli impuls o‘zgartirgichini hisoblash»
mavzusidagi kurs ishining hisob-tushuntirish yozuvi**

Bajardi: _____ -guruh talabasi _____

Rahbar: _____

imzo

F.I.O

Komissiya bahosi _____ (_____ ball)

Komissiya raisi _____

imzo

F.I.O

Komissiya a‘zolari _____

imzo

F.I.O

Komissiya a‘zolari _____

imzo

F.I.O

Toshkent-20 ____

Kurs ishining variantlari

№	Istamol kuchlanishi U_d (V)	Dvigatelning nominal kuchlanishi U_{dv} (V)	Dvigatel toki I_r (A)	Dvigatel soni N_d	Tiristorni yopilish vaqti t_q (mks)	Havoni sovutish tezligi T (m/s)	Atrof muhit harorati t_a (°S)	Tok va kuchlanish diagrammasini tuzish uchun to'ldirish koeffitsiyenti λ	Kommutatsiya koeffitsiyenti (ishonchiligi) k
1	3000	1500	170	8	7	5	40	0.9	1.5
2	3000	1500	165	6	9	6	35	0.85	1.6
3	3000	1500	160	4	8	7	30	0.9	1.4
4	3000	1500	155	8	6	8	25	0.85	1.5
5	3000	1500	150	6	8	6	40	0.9	1.6
6	3000	1500	145	4	7	5	40	0.85	1.4
7	2800	1400	170	8	9	6	35	0.9	1.5
8	2800	1400	165	6	8	7	30	0.85	1.6
9	2800	1400	160	4	6	8	25	0.9	1.4
10	2800	1400	155	6	8	6	40	0.85	1.5
11	2800	1400	150	8	7	5	40	0.9	1.6
12	2800	1400	145	4	9	6	35	0.85	1.4
13	2600	1300	170	8	8	7	30	0.9	1.5
14	2600	1300	165	6	6	8	25	0.85	1.6
15	2600	1300	160	8	8	8	40	0.9	1.4
16	2600	1300	155	4	7	6	40	0.85	1.5
17	2600	1300	150	8	9	5	35	0.9	1.6
18	2600	1300	145	6	8	6	30	0.85	1.4
19	2400	1200	170	8	6	7	25	0.9	1.5
20	2400	1100	165	4	8	8	40	0.85	1.6
21	2400	1500	160	8	7	6	40	0.9	1.4
22	2400	1500	155	6	9	5	35	0.85	1.4
23	2400	1400	150	8	8	6	30	0.9	1.5
24	2400	1300	145	4	6	7	25	0.85	1.6
25	2200	1100	170	8	7	5	40	0.9	1.5
26	2200	1100	165	6	9	6	35	0.85	1.6
27	2200	1100	160	4	8	7	30	0.9	1.4
28	2200	1100	155	8	6	8	25	0.85	1.5
29	2200	1100	150	6	8	6	40	0.9	1.6
30	2200	1100	145	4	7	5	40	0.85	1.4

MUNDARIJA

Kirish

1. Boshlang'ich ma'lumotlar. Kurs ishining mazmuni
2. Elektrovozlarning elektr jihozlarining asosiy parametrlari
 - 2.1. O'zgaruvchan tok tortish dvigatellarini boshqarish tizimi
 - 2.2. Kuchlanishni boshqarishning funksional sxemasi va zanjir yuklamasining asosiy parametrlari
3. O'zgartirgichning sxemasi, tiristorlarni boshqarish algoritmi, elementlardagi tok va kuchlanish diagrammalari
4. Kommutatsiya zanjiri elementlari va parametrlarini hisoblash
 - 4.1. Kommutator kondensatorining sig'imini hisoblash
 - 4.2. Kommutatsiya zanjiri reaktorlarining induktivligini hisoblash
 - 4.3. Maksimal ruxsat etilgan chastotasini aniqlash
5. O'zgartirgichning tashqi tavsiflarini hisoblash. Filtr parametrlarini hisoblash
6. Filtr parametrlarini hisoblash
 - 6.1. Kirish filtrini hisoblash
 - 6.2. Chiqish filtrini hisoblash
7. Yarim o'tkazgichli asboblarning sonini hisoblash
 - 7.1. Ketma-ket ulangan yarim o'tkazgichli asboblar sonini hisoblash
 - 7.2. Parallel ulangan yarim o'tkazgichli asboblar sonini hisoblash
8. Tiristorlar va diodlar uchun himoya elementlarining parametrlarini aniqlash
 - 8.1. Kuchlanish bo'lgichlarini hisoblash
 - 8.2. To'yinish reaktorini hisoblash
9. Tiristorning ishlash tavsiflarini hisoblash
10. O'zgartirgichning FIKni hisoblash
 - 10.1. Kuchli yarimo'tkazgichli asboblardagi yo'qotishlar
 - 10.2. Reaktorning og'irligini aniqlash

Xulosa

Ilovalar

Adabiyotlar

Kirish

Ushbu kurs ishida tortish elektr motorlarida kuchlanishni zonaviy-fazali rostdash bilan o'zgaruvchan tok elektrovozini boshqarish tizimining impuls rostdagichi quvvat zanjirini hisoblash tartibi ko'rib chiqiladi.

Quvvat zanjirining konfiguratsiyasini ko'rib chiqish, boshqaruv tizimining asosiy elektr jihozlarning parametrlarini tanlash va aniqlash, to'g'irlovchi-invertor o'zgartirgichini sozlash, tashqi tavsiflarini va elektrovozning tezlik tavsiflarini hisoblash tartibi ko'rsatilgan.

Elektr poyezdlarda kuchli elektron asboblarda to'g'irilgich, invertor, impuls rostdagich, chastota va faza o'zgartirgichlarida foydalaniladi. Impuls rostdagichlar elektr poyezdlarda sinxron va asinxron tortish dvigatellarida kuchlanish va chastota o'zgartirgichlari sifatida, impuls fazali rostdash sxemalarida foydalaniladi. Ushbu kurs ishi talabalarning "Kuchli elektron qurilmalar" fani bo'yicha o'tilgan bilimlarini chuqurroq o'zlashtirishi va mustahkamlanishi uchun mo'ljallangan.

1. Boshlang'ich ma'lumotlar

Nomer variant N_0	Iste'mol kuchlanishi; U_d (B)	Dvigatelning nominal kuchlanishi; U_{dv} (B)	Dvigatel toki; I_p (A)	Dvigatel soni; N_d	Ttiristorni yopilish vaqti; t_q (mks)	Havoni sovutish tezligi; T (m/c)	atrof – muhit harorati; t_a (oC)	tok va kuchlanish diagrammasini tuzish uchun to'ldirish koeffitsiyenti; λ	kommutatsiya koeffitsiyenti (ishonchiligi) k
1	3000	1500	175	8	8	6	40	0.85	1.4

2. Elektrovozlarning elektr jihozlarning asosiy parametrlari.

2.1. O'zgaruvchan tok tortish dvigatellarini boshqarish tizimi

"Kuchli elektron qurilmalar" fanidan kurs ishining maqsadi talabalarga elektr jihozlarning asosiy parametrlarini tanlash, o'zgaruvchan tok elektrovozlarning elektr zanjirlarining tavsiflarini hisoblash va sxemalarini ishlab chiqish bo'yicha amaliy ko'nikmalarni singdirishdir.

Kurs ishi uchun topshiriq quyidagi boshlang'ich qiymatlarni o'z ichiga oladi: kontakt tarmog'idagi tok turi - o'zgaruvchan, elektrovozning tok qabul qiluvchisidagi nominal kuchlanish $U_e = 25$ kv, chastota $f = 50$ Gs;

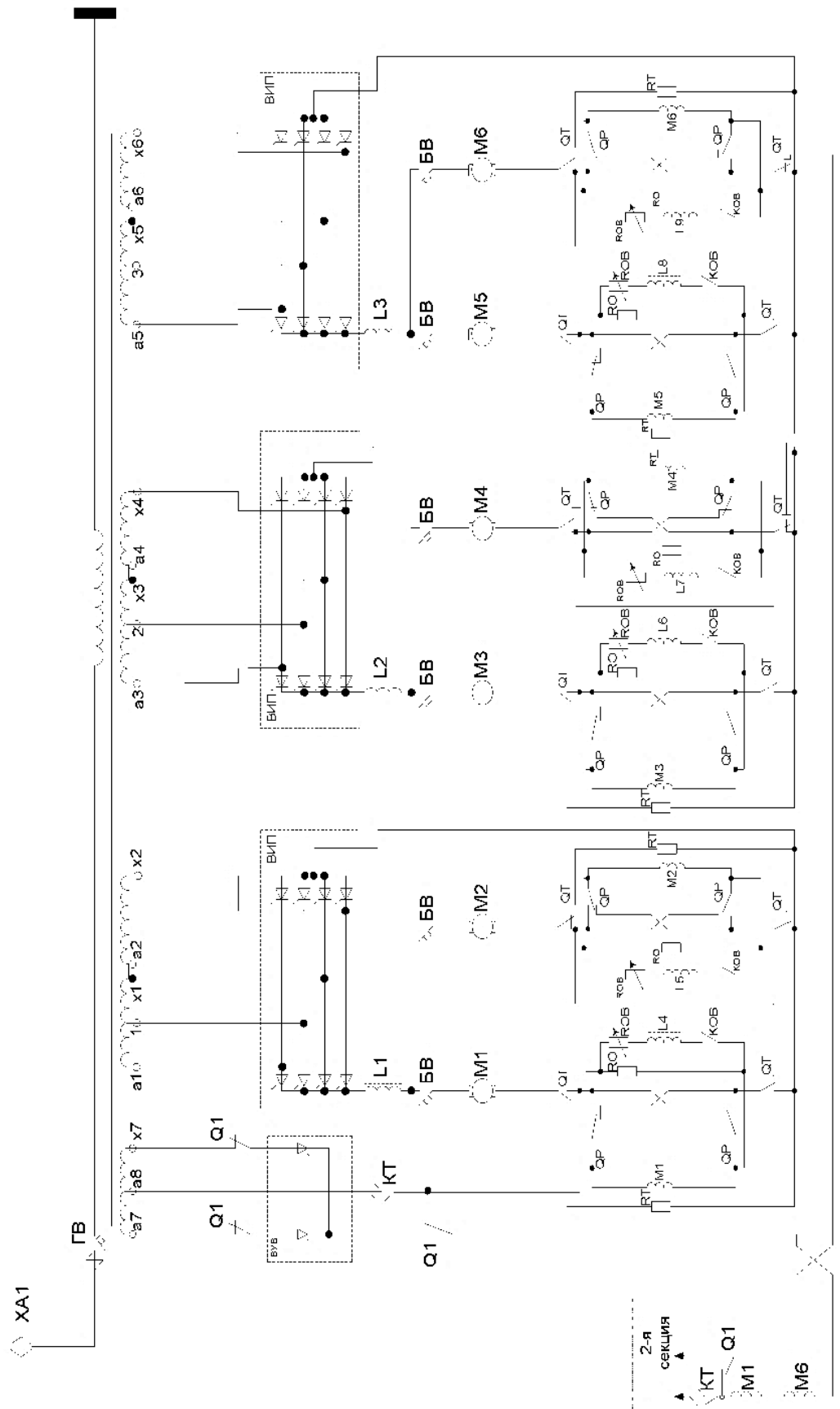
N_d - tortish dvigatellari soni va G_0 , - o'qdagi yuklama; nominal quvvat - P, kVt, tortish dvigatelining nominal kuchlanishi - U, V; nominal rejimda

elektrovozning tezligi V_H , km/soat; qo'zg'alishning doimiy susayish koeffitsiyenti β_0 ; qo'zg'alishning eng kichik susayish koeffitsiyenti β_{\min} ; elektr tormozlanish - regenerativ.

Elektr zanjirining sxematik diagrammalari, tortish dvigatellarini boshqarish sxemalari va elektr poyezd asosiy kaliti BJI85 elektr poyezdlarning sxemalariga o'xshash tarzda amalga oshiriladi.

Elektrovoz elektr zanjirining soddalashtirilgan sxemasi 2.1- rasmda ko'rsatilgan.

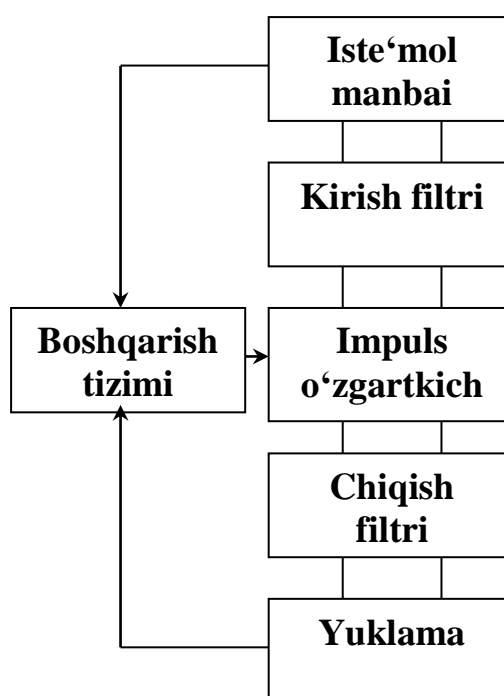
Tortish elektr motorlarida (TEM) kuchlanishni o'zgartirish uchun kontaktsiz zonalarni boshqarish tizimi qo'llaniladi. Tortish va tormoz rejimlarida TEMda to'rt zonali kuchlanishni yumshoq boshqarish to'g'rilagich-inverter o'zgartirgichi tomonidan amalga oshiriladi. Elektrovozning har bir qismi uchta to'g'rilagich-inverter o'zgartirgichi bilan jihozlangan, ularning har biriga tortish elektr motorlarining ikkita parallel guruhi ulangan. Tezlikni boshqarish doirasini kengaytirish uchun TEM magnit oqimini ularning qo'zg'alish chulg'amlarini tutashtirish orqali bosqichma-bosqich boshqarish qo'llaniladi.



2.1-rasm. Elektr poyezd elektr zanjirining soddalashtirilgan sxemasi

2.2 Kuchlanishni boshqarishning funksional sxemasi va zanjir yuklamasining asosiy parametrlari.

Elektr poyezdlarda (EP) ishlatiladigan energiyani o'zgartirish tizimlarining tuzilishi, umuman olganda, tok turi va ta'minot tarmog'ining kuchlanish darajasi, o'zgartirgich davri va tortish motorining turiga qarab belgilanadi. 2.2 - rasmda (DC – direct current) o'zgarmas tok EP-da ishlatiladigan kuchlanishni boshqarish tizimining funksional sxemasi ko'rsatilgan.



2.2–rasm. Elektr poyezdlarda ishlatiladigan kuchlanishni boshqarish tizimining funksional sxemasi

Impuls o'zgartirgich yordamida tortish motorlarini ishga tushirish jarayonida ularning terminallaridagi o'rtacha kuchlanish ma'lum minimal qiymatdan nominalgacha o'zgaradi.

Bir invertorga ketma-ket ulangan tortishish motorlarining soni:

$$n_{\text{д}} = \frac{U_d}{U_H} \quad (2.1)$$

$$n_{\text{д}} = 3000/1500 = 2$$

Paralel tarmoqlar soni

$$a_{\text{д}} = \frac{N_{\text{д}}}{n_{\text{д}}} \quad (2.2)$$

$$a_{\text{д}} = 8/2 = 4$$

500 kVt dan ortiq tortish dvigatelining o'ramlarining qarshiligi:

$$r_{\text{д}} = 0,04 \frac{U_{\text{н}}}{I_{\text{п}}} \cdot k_{\text{пэ}}, \quad (2.3)$$

Bu yerda: $k_{\text{пе}}$ ekspluatasiya yuklanish koeffitsiyenti: $k_{\text{пе}} = 1,3 \dots 1,5$;
 $k_{\text{пе}} = 1,4$ ni olamiz

Quvvati 500 kvt gacha bo'lgan tortish motorining o'ramlarining qarshiligi

$$r_{\text{д}} = \left(0,03 + \frac{6}{P_{\text{н}} + 100} \right) \cdot \frac{U_{\text{н}}}{I_{\text{н}}} \quad (2.4)$$

Hisoblash uchun namuna:

$$I_{\text{н}} = 175/1,4 = 125 \text{ A}$$

Tortish dvigateli chulg'aming quvvati:

$$P_{\text{дв}} = U_{\text{дн}} \cdot I_{\text{н}}$$

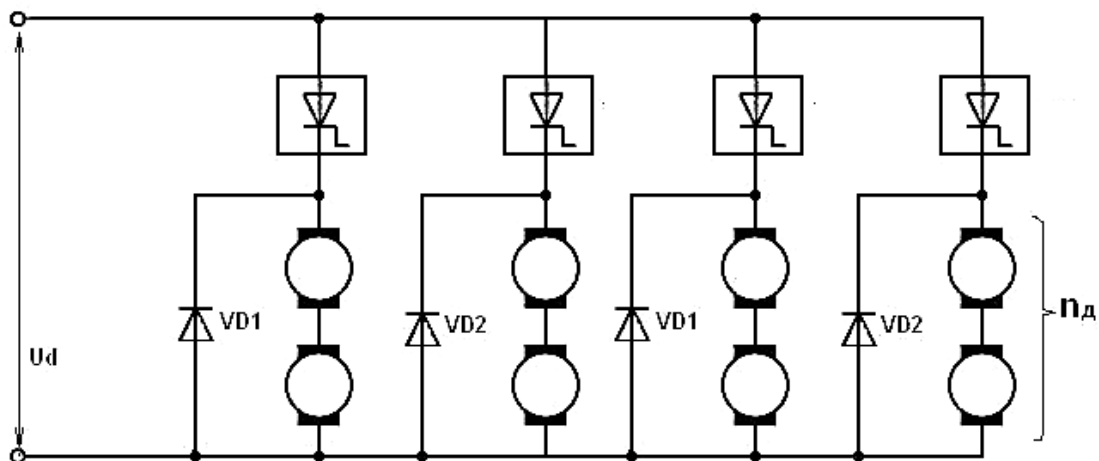
$$P_{\text{н}} = 1500 \cdot 125 = 187,5 \text{ kVt}$$

Shunda:

$$r_{\text{д}} = \left(0,03 + \frac{6}{P_{\text{н}} + 100} \right) \cdot \frac{U_{\text{дн}}}{I_{\text{н}}} = \left(0,03 + \frac{6}{187,5 \cdot 10^3 + 100} \right) \cdot \frac{1500}{125} = 0,36 \text{ Ом}$$

Bu yerda $P_{\text{н}}$, $I_{\text{н}}$ tortish dvigatelining kuchi va quvvatining nominal qiymati;

Parallel tarmoqlarning har birida ketma-ket ulangan tortish dvigatellari soni funksional sxemaning turini belgilaydi. Bunday holda, avtomatik tavsifga ($\lambda=1$) kiringandan so'ng, qurilma terminallaridagi kuchlanish nominal bo'lishi kerakligini yodda tutish kerak. (2.3-rasm)



2.3-rasm. Parallel tarmoqlarning har birida ketma-ket ulangan tortish dvigatellarning joylashuvi

Tortish dvigatellarini I_r toklarda ishga tushirish nolga teng tezlikda boshlanadi. Bu holda yuk bo'yicha kuchlanish tushishining minimal qiymati

$$\Delta U = (n_d r_d + r_{Lc}) I_p + n_d \Delta U_{\text{III}}, \quad (2.5)$$

Bu yerda: r_{Lc} - tekislovchi reaktorning o'ram qarshiligi. $r_{Lc} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ Om}$; filtr (dastlabki hisob-kitoblarda siz $r_{Lc} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ Om}$ ni olishingiz mumkin); ΔU_{III} - tortish motorining cho'tkalariga kuchlanish tushishi;

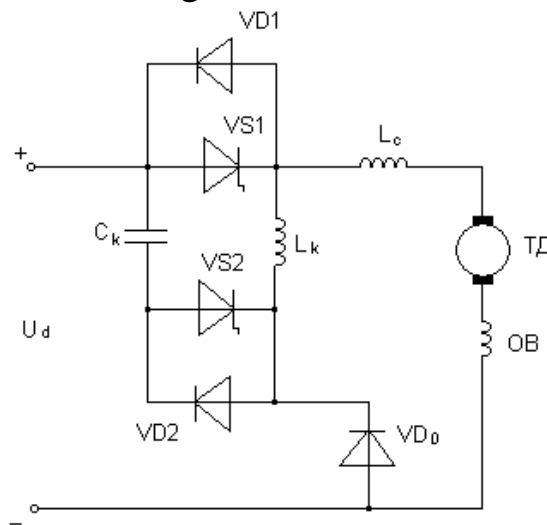
$$\Delta U_{\text{III}} = 2 \text{ Volt}$$

bo'lsa

$$\Delta U = (2 \cdot 0,36 + 0,05) 175 + 2 \cdot 2 = 139 \text{ B}$$

3. O'zgartirgichning sxemasi. Tiristorni boshqarish algoritmi. Toklar va kuchlanishlar diagrammalari.

O'zgartirgichning sxematik diagrammasi 3.1–rasmda keltirilgan.



3.1-rasm. O'zgartirgichning sxematik diagrammasi

$VS1$ – asosiy tiristor

C_k – kommutatsiyalovchi kondensator

L_k – kommutatsiyalovchi reaktor

$VS2$ – kommutatsiyalovchi tiristor

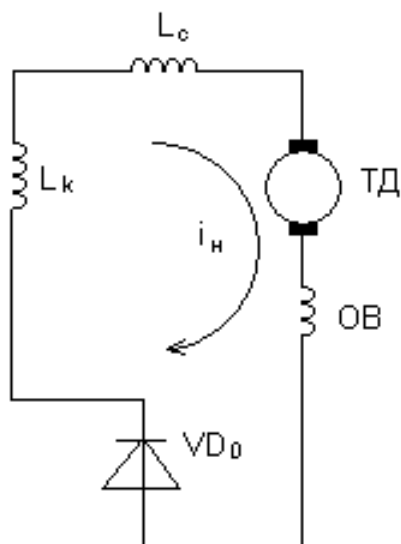
$VD1$ – kommutatsiyalovchi diod

$VD2$ – C_k zanjirni qayta zaryadlashni tayyorlovchi diod

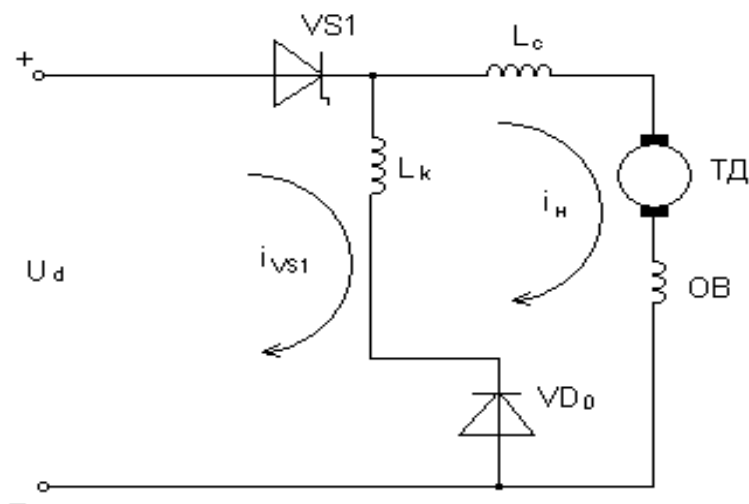
VD_0 – teskari diod

L_c – tekislovchi reaktor

Zanjirning dastlabki holati: $VS1$ va $VS2$ yopiq, kommutatsiya kondensatorining kuchlanishi kirish kuchlanishiga teng, yuklamadan o'tayotgan tok $TД$ - OB - VD_0 - L_k - L_c konturi bo'yicha induktivlikda to'plangan energiya hisobiga oqadi (3.2-rasm.).

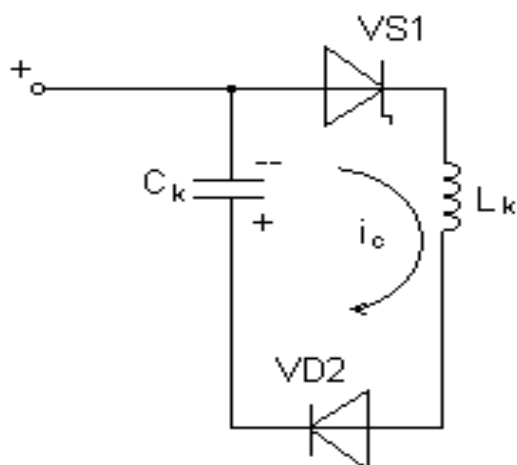


3.2-rasm. Zanjirning dastlabki holati



3.3-rasm. VS1-ga boshqarish signalini berilgandagi holati

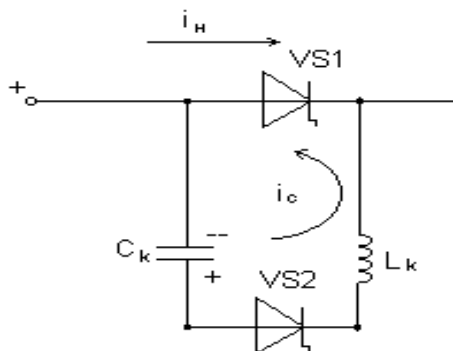
VS1-ga boshqarish signalini berilganda (3.3-rasm.): VS1 tiristori ochiladi va VD_0 diodidagi tok oqimi kamayishni boshlaydi. VS1 tiristordan o'tayotgan tok yuklama tokiga teng bo'lganda, VD_0 diodi yopiladi va yuklama manbaga ulanadi. Bundan tashqari, kommutatsion kondensatorni qayta zaryad qilish sxemasi hosil bo'ladi. Kondensatorni zaryad qilish konturi 3.4-rasmda ko'rsatilgan.



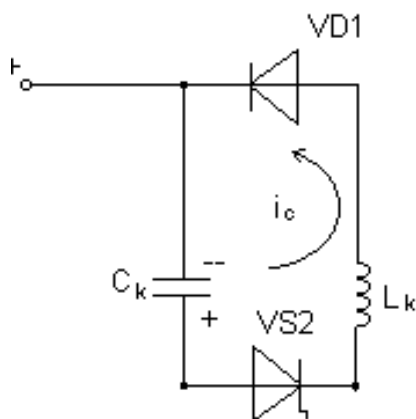
3.4-rasm. Kondensatorni zaryad qilish konturi

L_k - C_k zanjirining xususiy tebranishlari vaqtida kondensator qutblari ma'lum miqdorgacha qayta zaryadlanadi. Bunday holda, asosiy tiristor orqali o'tayotgan tok I_n va $i_c(t)$ toklarning yig'indisiga teng bo'ladi: $i_{VS1} = I_n + i_c(t)$

VS1 tiristorini yopish uchun tiristor VS2 ochiladi: C_k kondensator razryadlashni boshlaydi, buning natijasida tiristor orqali tok nolgacha kamayadi va u yopiladi. Tiristor VS1 yopilgandan so'ng, kondensator boshqa kontur orqali razryadlashni davom ettiradi (3.5-rasm.).

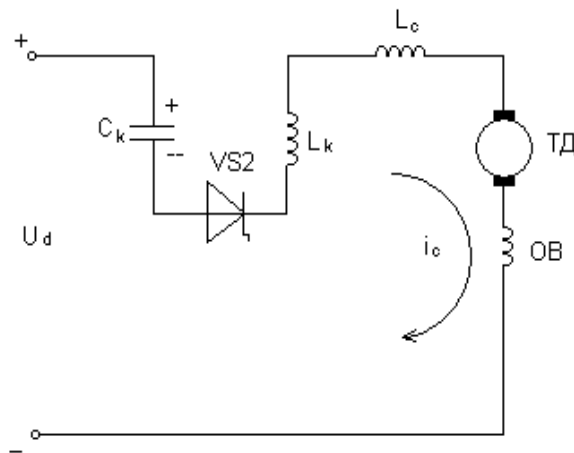


3.5-rasm. VS1 yopilganda kondensatorni razryadlash konturi



3.6-rasm. Kondensatorni zaryadlash konturi

Kondensator toki pasayishni boshlaydi va yuklama toki qiymatiga erishilganda, VD1 diodi yopiladi. Ammo kondensatordagi kuchlanish hali ham kirish kuchlanishidan kamroqdir. Natijada, kondensatorni zaryadlash konturi hosil bo‘ladi (3.6-rasm).



3.7-rasm. Kondensatorni zaryadlash davri

Kondensatorni zaryad qilish davri (3.7-rasm): Kondensatordagi kuchlanish kirish kuchlanishiga teng bo‘lganda, tiristor VS2 yopiladi va oldingi holatiga keladi. Kondensator kirish kuchlanishigacha zaryadlanadi.

4. Kommutasiya zanjiri elementlari va parametrlarini hisoblash

Bir operatsiyali tiristorlarga asoslangan elektr poyezdlardagi impuls kengligi modulyasiyalı o‘zgartirgichlarda yuqori tezlikka ega tiristorlardan foydalanish zarur. Bunday holda, o‘zgartirgichning elektrovoz yoki motorli vagonga joylashishini ta‘minlaydigan parametrlarini olish mumkin.

Jadval 1.

Bir operatsiyali tiristorlar

Тип Type	$V_{FRM}/$ V_{FRM}	$I_{FRM}/$ I_{FRM}	I_{FAV} ($T_c, ^\circ C$)	I_{FRMS}	I_{FRM} 10ms	i^2t	V_{FM}/I_{FM}	V_{TTO}	r_T	$(di/dt)_{crit}$	$(du/dt)_{crit}$	V_{GR}	T_{max}	$R_{th(j-c)}$	t_{rr}	t_q	F	w	Корпус Package	Охлаждител Heatsinks	
	V	mA	A	A	kA	A ² s10 ³	V/A	V	mΩ	A/μs	V/μs	V	mA	°C/W	μs	μs	kN	kg			
Таблеточное исполнение																					
ТАИ123-200	600-1300/7	30/150	200(93)	314	2.45	30	2.60/628	1.40	1.50	1000	500,1000	2.7	300	125	0.070	3.2	8-16	6	0.07	PT21	0123
ТАИ123-250	600-1300/7	30/150	250(92)	393	2.70	36	2.20/785	1.20	0.95	1000	500,1000	2.7	300	125	0.070	3.2	16-25				
ТАИ133-400	600-1300/7	50/250	400(94)	628	5.00	125	2.75/1256	1.60	0.65	1000	500,1000	2.7	300	125	0.035	3.2	8-16	100	10	PT31	0242,0143,0243, 0343,OM103,OM104
ТАИ133-500	600-1300/7	50/250	500(93)	785	5.50	151	2.10/1570	1.10	0.55	1000	500,1000	2.7	300	125	0.035	3.2	16-25				
ТАИ143-630	600-1300/7	80/500	630(88)	989	9.00	405	2.50/1978	1.20	0.65	1000	500,1000	2.7	300	125	0.028	3.2	8-16	160	16	PT41	0242,0143,0243, 0343,OM103,OM104
ТАИ143-800	600-1300/7	80/500	800(86)	1256	10.5	551	2.05/2512	1.10	0.25	1000	500,1000	2.7	300	125	0.028	3.2	16-25				
ТАИ153-800	2400-2800/7	120/1000	800(87)	1256	16.0	1280	2.25/2512	1.35	0.45	1000	500,1000	2.5	300	125	0.020	4.0	50;63				
ТАИ253-800*	600-2000/7	120/1000	800(87)	1256	16.0	1280	2.80/2512	1.70	0.65	1000	500,1000	2.7	300	125	0.020	4.0	8;10 для 6-10кл 12.5-20 для 12-20кл	240	50	PT53-1	0153, 0253
ТАИ153-1000	2400-2800/7	120/1000	1000(81)	1570	16.0	1280	2.20/3140	1.20	0.35	1000	500,1000	2.5	300	125	0.020	4.0	50;63				

2-jadval Tez tiklash tugmasi diodlari

БЫСТРОВΟΣСТАНАВЛВАЮЩИЕСЯ ДИОДЫ ТАБЛЕТОЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ

PRESS PACK FAST RECOVERY DIODES

Тип Type	V_{FRM}	I_{FRM}	I_{FAV} ($T_c, ^\circ C$)	I_{FRMS}	I_{FRM} 10 ms	i^2t	V_{FM}/I_{FM}	V_{TTO}	r_T	t_{rr}	T_{max}	$R_{th(j-c)}$	F	w	Корпус Package	Реком.охлаждител. Rec. heatsinks
	V	mA	A	A	kA	A ² s10 ³	V/A	V	mΩ	μs	°C	°C/W	kN	kg		
Ø выпрямительного засмента 24мм																
ДЧ323-200	3000-4600	50	200(93)	400	3.0	45	3.20/628	1.40	2.70	5.0	140	0.08	4.5	0.091	PD22	0123
ДЧ423-200^	3000-4600	50	200(85)	314	2.7	36	3.50/628	1.40	2.70	300 ¹⁾ ; 160 ²⁾	140	0.08				
ДЧ523-200	600-1600	30	200(100)		3.0	45	2.00/628			1.0;1.6;2.0	150	0.08				
ДЧ323-250	1600-2400	50	250(100)	500	4.5	101	1.85/785	1.10	0.96	450 ¹⁾ ; 250 ²⁾	150	0.08	4.5	0.067	PD21	0123
ДЧ423-250^	1600-2600	50	250(95)	393	4.0	80	2.10/785	1.10	0.096	4.0	150	0.08				
ДЧ523-250*	600-1600	30	250(100)		3.5	61	2.10/785			1.6; 2; 2.5	150	0.08				
Ø выпрямительного засмента 32мм																
ДЧ333-400	1600-2400	50	400(100)	800	6.5	211	2.30/1256	1.20	0.88	450 ¹⁾ ; 160 ²⁾	150	0.04	10	0.180	PD32	0143, OM103
ДЧ433-400	1600-2600	40	400(95)	628	6.5	211	2.50/1256	1.20	0.88	4.0	150	0.04				
ДЧ533-400*	600-1600	40	400(100)		6.5	211	2.10/1256			2.0; 2.5	150	0.04				
Ø выпрямительного засмента 40мм																
ДЧ443-250^	4000-6000	70	250(120)	400	4.0	80	3.50/785	1.60	0.60	1500 ¹⁾ ; 280 ²⁾	140	0.035	16	0.240	PD42	0342,0243, OM103, OM104
ДЧ443-320^	3000-4500	70	320(119)	512	5.0	125	3.00/1005	1.35	0.60	1000 ¹⁾ ; 250 ²⁾	140	0.035				
ДЧ343-500	3000-3600	50	500(100)	785	10.5	551	3.00/1570	1.55	0.90	5.0	150	0.035				
ДЧ443-500^	1600-2500	60	500(120)	800	12.0	720	2.00/1570	0.95	0.50	500 ¹⁾ ; 160 ²⁾	150	0.035				
ДЧ343-800	600-1800	40	800(100)	1600	12.5	781	2.80/2500	1.30	0.60	4.0;5.0;6.3;8.0	175	0.035				
ДЧ343-1000	600-1800	40	1000(100)	2000	14.5	1051	2.30/3140	1.20	0.35	5.0;6.3;8.0	175	0.035				
Ø выпрямительного засмента 56мм																
ДЧ453-630*	1600-2200	85	630(100)		11.0	605	2.80/1980			1.6; 2; 2.5; 3.2	150	0.020	24	0.550	PD53	0153, 0253
ДЧ353-800	3000-4600	50	800(93)	1600	9.5	451	3.50/2500	1.40	0.84	6.3	140	0.020				
ДЧ453-800^	3000-4600	100	800(90)	1280	16.0	1280	3.20/2512	1.40	0.84	1900 ¹⁾ ; 700 ²⁾	140	0.020				
ДЧ453-1000^	1600-2500	70	1000(100)	1600	25.0	3125	2.00/3140	1.10	0.50	1200 ¹⁾ ; 600 ²⁾	150	0.020				
Ø выпрямительного засмента 76мм																
ДЧ273-2000	1400-2200	150	2000(100)		32.0	2120	2.10/6280			5.0;6.3;8.0	140	0.011	45	1.300	PD73	0173,0273, OM107,OM207, OM108
ДЧ373-2000*	1000-2400	100	2000(113)	3200	48.0	4500	2.0/6280	1.08	0.125	4.0;5.0;6.3;8.0	150	0.011				

Yuqoridagi parametrga quyidagi elektron asboblari javob beradi:

tiristor – TAI 143-630

diod – DCH 333-400

4.1. Kommutator kondensatorining sig'imini hisoblash

O'zgartirgichning asosiy zanjiridagi tiristorni yopish qilish uchun kondensator (S_k), reaktor (L_k), qarshi zaryadlangan tiristor (VD2) ga

ulangan diod va kommutasion tiristor (VS2) mavjud bo‘lib, uning ochilishi kommutasiya jarayonining boshlanishini belgilaydi.

Tiristorni yopish uchun ikkita shart bajarilishi kerak:

- tiristor orqali to‘g‘ridan-to‘g‘ri tok qiymatini nolga kamaytirish;
- tiristorni yopish tavsiflarini tiklash uchun zarur bo‘lgan vaqt bilan ta‘minlash;

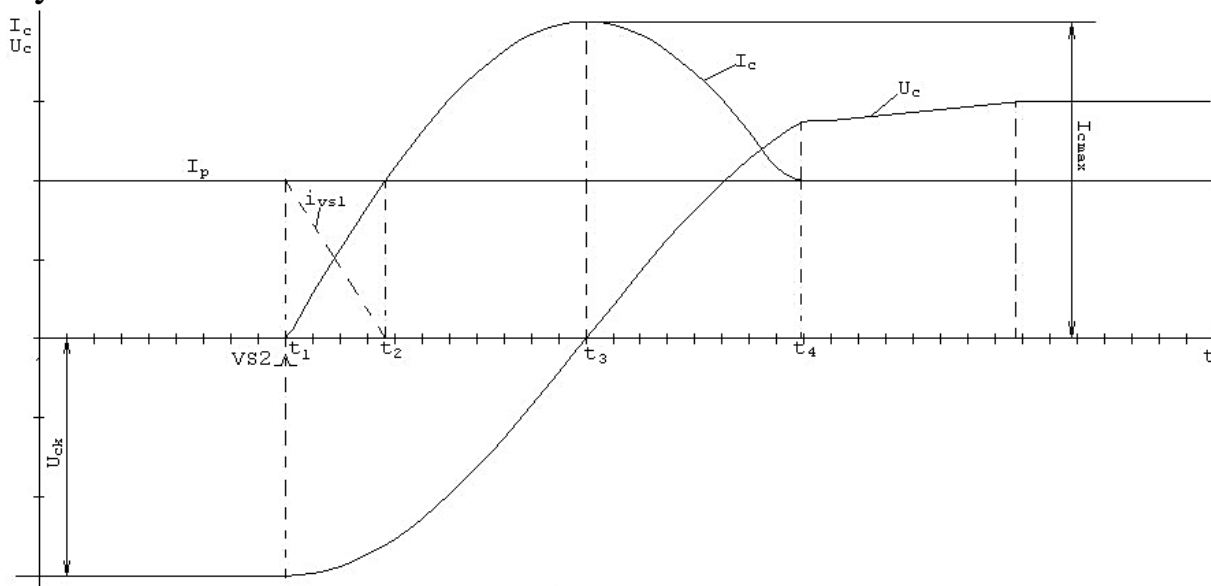
4.1-rasmda kommutasion tiristor yoqilgan paytdan boshlab kondensator astarlaridagi tok va kuchlanishning o‘zgarish diagrammasi (doimiy tok I_p deb qabul qilinadi)

4.1-rasmda ko‘rsatilgan vaqt oralig‘i:

$t_1 \dots t_2$ - qulflanadigan tiristorda joriy almashtirish;

$t_2 \dots t_4$ - tiristorni o‘chirish vaqti;

$t_4 \dots t_5$ - kommutator kondensatorining yuklama toki bilan qo‘shimcha zaryadlanishi.



4.1-rasm. Kommutasion tiristor yoqilgan paytdan boshlab kondensator qutblaridagi tok va kuchlanishning o‘zgarish diagrammasi

Kommutatsiya sig‘imini aniqlash.

$$C_k = \frac{I_p \cdot t_q \cdot K_H}{2\alpha U_{d \min} \arccos \frac{1}{K_H}} = C_0 \frac{K_H}{2 \arccos \frac{1}{K_H}} \quad (4.1)$$

Tajriba shuni ko‘rsatadiki, agar kommutasiya koeffitsiyenti K_H $1,4 \div 1,65$ bo‘lsa, kondensatorning sig‘imi minimal bo‘ladi.

$$K_H = \frac{I_{c \max}}{I_p} \quad (4.2)$$

$$I_{c \max} = \frac{\alpha U_{d \min}}{\rho} \quad (4.3)$$

ρ - konturning to'liq qarshiligi

$$\rho = \sqrt{\frac{L_k}{C_k}}$$

α - kondensatorning razryadlanish davomida kuchlanishning kamayish koeffitsiyenti.

$$\alpha = 0,8 \dots 0,9$$

$U_{d \min}$ - elektr ta'minotining minimal kuchlanishi.

$$U_{d \min} = 0,75 U_d$$

O'chirish interval vaqtida Δt_{cx} tiristorga VS1 minimal teskari kuchlanish (taxminan 1B) qo'llaniladi. Buni hisobga olib, tiristordagi kuchlanishning ko'tarilish tezligi va kommutasiya bloki parametrlarining o'zgarishini hisobga olib, (4.1) formulaga $\gamma = 3$ ga teng koeffitsiyent kiritiladi. Keyin esa:

$$C_k = \frac{I_p \cdot t_q \cdot K_H \cdot \gamma}{2 \cdot \alpha \cdot U_{d \min} \cdot \arccos(1/K)} \quad (4.4)$$

$$C_k = \frac{I_p \cdot t_q \cdot K_H \cdot \gamma}{2 \cdot \alpha \cdot U_{d \min} \cdot \arccos(1/K)} = \frac{175 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 3}{2 \cdot 0,8 \cdot 2250 \cdot 0,84} = 2,1 \text{ mK}\Phi$$

4.1-jadvaldan shartga mos keladigan kondensator turini tanlash kerak:

RST-2-2 12 U2 uchun $U_{nk} = 3150 \text{ V}$, $f = 800 \text{ Gs}$, $C = 2,12 \text{ mK}\Phi$.

Yuqori kuchlanishli kondensatorlar

	Kuchlanish, kV		Chastota,	Sig‘im, mkF
	O‘zgarmas	O‘zgaruvchan		
Kondensator turi				
PCT-2-2,12Y2	3,15			2,12
PCT-2-4Y2	3,15			4,00
PCTO-2-6,15Y2	3,15			6,15
ΦCT-2,1-160Y2				
ΦCT-4-40Y2				
ΦCT-0,75-300Y2	0,75			
ΓCT--50Y2	-			

Kerakli sig‘imni olish uchun parallel ulangan kondensatorlar soni:

$$N_{c_k} = C_k / C$$

$$N_{c_k} = 2,12 / 2,12 = 1$$

Unda:

$$C_k = C \cdot N_{c_k} = 2,12 \cdot 1 = 2,12 \text{ mkF}$$

Kondensatorlarning ketma-ket ulangan guruhlarini sonini kuchlanish bo‘yicha aniqlash:

$U_{dmax} = k_1 \cdot U_d$ bu yerda, k_1 - kuchlanishning oshish koeffitsiyenti, yuqori kuchlanish o‘zgarishi natijasida yuzaga kelgan koeffitsiyent $k_1 = 1,3 - 1,4$

$$N_{gr} = U_{dmax} / U_{nk} = 4050 / 3150 = 2; \quad U_{sb} = 4050 / 2 = 2025 \text{ B} < U_{nk}$$

4.3. Kommutatsiya zanjiri reaktorlarining induktivligini hisoblash

Kommutatsiya chulg‘amining induktivligi:

$$L_k = \frac{C_0 U_{cmin}^2}{K_{\mu}^2 I_p^2}, \quad (4.5)$$

$$L_K = \frac{C_K \cdot U_{C \min}^2}{K^2 \cdot I_P^2} = \frac{2,12 \cdot 10^{-6} \cdot 2250^2}{1,5^2 \cdot 175^2} = 155,7 \text{ мкГн}$$

DK-6 reaktor induktivligini aniqlaymiz: $L_{DK-6} = 25 \text{ мкГн}$

$$L_k = 7 \cdot L_{DK-6} = 7 \cdot 25 = 175 \text{ мкГн}$$

Tiristor tok ko‘tarilish tezligini ta‘minlaydigan qayta zaryadlovchi reaktorning induktivligi:

$$L_{II} = \frac{U_{C \max}}{\left(\frac{d_i}{d_t} \right)_{crit}} = \frac{3900}{1200} = 3,25 \text{ мкГн} \quad (4.6)$$

$$\text{Bu yerda : } U_{C \max} = 1,3 \cdot U_d = 1,3 \cdot 3000 = 3900 \text{ B}$$

4.2. Maksimal ruxsat etilgan chastotani aniqlash

Agar ruhsat etilgan chastota f bo‘lsa u holda davr

$$T = \frac{1}{f} = \Delta t_{II} + \Delta t_{II}, \quad (4.7)$$

Δt_{II} , t_{II} - chiqish kuchlanishining impuls va pauza davomiyligi, o‘rtacha qiymati ifodadan aniqlanadi

Quvvat manбайдan quvvat sarfining nisbiy vaqti (full factor)

$$U_{II} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt = \lambda \cdot U_d \cdot \quad (4.8)$$

$$\lambda = \frac{\Delta t_{II}}{T} = \frac{T - \Delta t_{II}}{T} \quad (4.9)$$

Sig‘imli kommutatsiyaga ega bo‘lgan o‘zgartirgichda intervalning davomiyligi va binobarin, maksimal joizlik (yuk tokining berilgan qiymati uchun limit) boshqarish chastotasi tiristorlar, motor parametrlariga va ta‘minlash kuchlanishiga bog‘liq.

Berilgan o'zgartirgich tutashmasi uchun fil'trovchi omilni ikki ifodadan aniqlash mumkin:

$$\lambda_p = \frac{\Delta t_H}{T}; \quad \lambda_p = \frac{\Delta U}{U_d}; \quad (4.10)$$

rostlash davri:

$$T = \Delta t_H \cdot \frac{U_d}{\Delta U} \quad (4.11)$$

Ushbu ifodada:

ΔU -(2.6) formula yordamida hisoblanadi

Δt_H - tok va kuchlanish diagrammasidan intervallar yig'indisi sifatida aniqlanadi:

$$\Delta t_H = \Delta t_{III} + \Delta t_y + \Delta t_3 + \Delta t_k + \Delta t_{\text{dos}} \quad (4.12)$$

Δt_y - boshqarish tizimi tomonidan rostlanuvchi interval;
maksimal rostlanuvchi chastotani aniqlash uchun $\Delta t_y=0$
kommutasion kondensatorning tayyorgarlik zaryadining davomiyligi.

$$\Delta t_{III} = \pi \sqrt{L_n C_k}; \quad (4.13)$$

$$\Delta t_{III} = \pi \cdot \sqrt{(175 \cdot 2,12) \cdot 10^{-12}} = 60,48 \text{ мкс.}$$

Δt_3 - yopiladigan tiristor tokini almashtirish vaqti;

$$\Delta t_3 = \frac{1}{\omega} \arcsin \frac{1}{K} \quad (4.14)$$

Bu yerda: $\omega_k = \frac{1}{\sqrt{L_K \cdot C_K}}$ – kommutasiya konturining xususiy chastotasi

$$\omega_k = 1 / \sqrt{(175 \cdot 2,12) \cdot 10^{-12}} = 51917,4 \text{ с}^{-1}$$

$$\Delta t_3 = 1 / 51917,4 \cdot \arcsin(1/1,5) = 1 / 51917,4 \cdot 0,73 = 14 \text{ мкс}$$

Δt_k - tiristor o'chish vaqti:

$$\Delta t_k = \frac{2}{\omega} \arccos \frac{1}{K} \quad (4.15)$$

$$\Delta t_k = 2 / 51917,4 \cdot 0,84 = 32,3 \text{ мкс}$$

Zaryadlash vaqti quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$\Delta t_{\text{доз}} = \frac{C_k \Delta U_c}{I_p}, \quad (4.16)$$

$$\frac{\Delta t_k}{2} = \frac{1}{\omega} \arccos \frac{1}{K}, \quad (4.17)$$

$$u_c(t) = u_{c\min} \cdot \sin \omega \frac{\Delta t_k}{2} = U_{d\min} \cdot \alpha \cdot \sin \left(\arccos \frac{1}{K} \right) = U_{d\min} \cdot \alpha \frac{\sqrt{K^2 - 1}}{K} \quad (4.18)$$

$$\Delta U_c = U_{d\min} \cdot \alpha \left(\frac{K - \sqrt{K^2 - 1}}{K} \right), \quad (4.19)$$

$$\Delta t_{\text{доз}} = \frac{C_k \cdot U_{d\min} \cdot \alpha (K - \sqrt{K^2 - 1})}{I_p \cdot K}, \quad (4.20)$$

$$\Delta t_{\text{доз}} = 2,14 * 2250 * 0,8 * (1,5 - \sqrt{(1,5^2 - 1)}) / 175 * 1,5 = 5,58 \text{ мкс}$$

Keyin (4.11) va (4.12) hisobga olgan holda tartibga solish chastotasi quyidagicha ifodalanadi:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\Delta U}{U_{d\max} (\Delta t_{III} + \Delta t_3 + \Delta t_k + \Delta t_{\text{доз}})}; \quad (4.21)$$

$$f = 139 / (3900 * (60,48 + 14,00 + 32,30 + 5,58)) = 317 \text{ Гц.}$$

Bunda: $T = 1/f$

$$T = 1/f = 1/317 = 3155 \text{ мкс}$$

Berilgan sxemada Δt_u noldan ma'lum qiymatgacha o'zgarishi mumkin

$$T - (\Delta t_{III} + \Delta t_3 + \Delta t_k + \Delta t_{\text{доз}}) = 3155 - (60,48 + 14,00 + 32,30 + 5,58) = 3042,64 \text{ мкс}$$

5. O'zgartirgichning tashqi tavsiflarini hisoblash. Filtr parametrlarini hisoblash

Tashqi tavsif bu o'zgartirgichning chiqish kuchlanishining tok kuchiga bog'liqligi: $U_{\partial B} = f(I)$

Chiqish kuchlanishi impuls kuchlanishining davomiyligi Δt_{H} (4.12) formuladan aniqlanadi

$$\Delta t_{\text{H}} = 60,48 + 0 + 14 + 32,30 + 5,58 = 112,36 \text{ мкс}$$

Tashqi tavsiflarini hisoblash nisbiy kattaliklarda qulay, filtrlovchi omil sifatida

$$\lambda = \frac{\Delta t_{\text{H}}}{T} = \frac{\Delta t_{\text{III}} + \Delta t_y + \Delta t_3 + \Delta t_k + \Delta t_{\text{d03}}}{T}; \quad (5.1)$$

Yuklama toki mustaqil asosiy qiymatlari hisoblash uchun ishlatiladi:

T_k - konturning tabiiy tebranish davri C_k - L_k

$$T_k = 2\pi \sqrt{L_k C_k}; \quad (5.2)$$

$$T_k = 2\pi \cdot \sqrt{(175 \cdot 2,12) \cdot 10^{-12}} = 121 \text{ мкс}.$$

$$\omega = 2\pi \cdot f_k, \quad \frac{1}{\sqrt{L_k C_k}} = \frac{2\pi}{T_k}, \quad \text{ekanligini hisobga olgan holda} \quad I_{c \max} = \frac{\alpha U_{d \min}}{\rho}$$

$I_{C \max}$ - zaryad olayotganda C_k kondensator tokining maksimal qiymati

$$I_{c \max} = \frac{\alpha U_d C_k 2\pi}{T_k}; \quad (5.3)$$

$$I_{c \max} = 0,8 \cdot 3000 \cdot 2,12 \cdot 10^{-6} \cdot 6,28 / 121 \cdot 10^{-6} = 264 \text{ A}$$

(4.13-4.18) ifodalarni hisobga olgan holda (5.1) ifodasining surat va mahrajini T_k davrga bo'lib, to'ldirish koeffitsiyenti uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$\lambda(k) = \frac{0,5 \sqrt{\frac{L_n}{L_k}} + \frac{1}{2\pi} \cdot \arcsin \frac{1}{K} + \frac{1}{\pi} \arccos \frac{1}{K} + \frac{K - \sqrt{K^2 - 1}}{2\pi K} + \frac{\Delta t_y}{T_k}}{T/T_k}; \quad (5.4)$$

$$\Delta t_y / T_k = K_1, \quad T / T_k = K_2, \quad 0,5 \sqrt{\frac{L_n}{L_k}} = K_3$$

hisobga olgan holda, (5.4) quyidagicha bo‘ladi:

$$\lambda(k) = \frac{K_3 + \frac{1}{2\pi} \cdot \arcsin \frac{1}{K} + \frac{1}{\pi} \arccos \frac{1}{K} + \frac{K - \sqrt{K^2 - 1}}{2\pi K} + K_1}{K_2}; \quad (5.5)$$

K koefitsiyenti 1,5 dan 10 gacha o‘zgarganda, tashqi tavsif nisbiy birliklarda, ya‘ni $\lambda = \lambda(K)$ hisoblab chiqiladi. K_2 ning belgilangan qiymati bilan (5.5) muvofiq K_1 ning bir nechta qiymatlari uchun nisbiy va mutlaq qiymatlarda o‘zgartirgichning tashqi tavsiflari ko‘rsatiladi.

5.1-jadval

O‘zgartirgichning to‘ldirish koefitsiyentini

K	Δt_y , мкс						
	0	500	1000	1500	2000	2500	3000
1,5	0,0356	0,1944	0,3533	0,5125	0,6702	0,8302	0,9891
2	0,0362	0,1950	0,3539	0,5131	0,6708	0,8308	0,9896
4	0,0372	0,1961	0,3549	0,5141	0,6718	0,8318	0,9907
6	0,0376	0,1964	0,3553	0,5145	0,6722	0,8322	0,9910
8	0,0379	0,1967	0,3556	0,5148	0,6725	0,8325	0,9913
10	0,0380	0,1968	0,3557	0,5149	0,6726	0,8326	0,9914
Λ							

Hisoblash uchun namuna:

$$K_2 = T/T_K = 3155/121 = 26$$

$$K_3 = 0,5$$

$$K_1 = \Delta t_y / T_K = 500/121 = 4,13$$

$$K = 1,5$$

$$\Delta t_y = 500 \text{ мкс}$$

$$\lambda = \frac{0,5 + 0,16 \cdot 0,73 + 0,32 \cdot 0,84 + \frac{1,5 - \sqrt{1,5^2 - 1}}{6,28} + 4,13}{26} = 0,1944$$

K koefitsiyentining $U_{\partial B} = f(I)$ bir nechta qiymatlariga bog‘liqlikni olish uchun to‘ldirish koefitsiyenti tavsifi $\lambda = \lambda(K)$ bo‘yicha aniqlanadi va $U_{\partial B}$ kuchlanish va I_H tok hisoblab chiqiladi (5.2-rasm), bu yerda:

$$\lambda = \frac{U_{\partial\epsilon}}{U_d}; \quad K = \frac{I_{c\max}}{I}.$$

5.2- jadval

K koeffitsiyentining $U_{\partial B} = f(I)$ bir nechta qiymatlariga bog‘liqlik

$I_{C\max}/K$	$\Delta t_y, \text{ мкс}$						
	0	500	1000	1500	2000	2500	3000
176	106,8	583,2	1059,9	1537,5	2010,6	2490,6	2967,3
132	108,6	585,0	1061,7	1539,3	2012,4	2492,4	2968,8
66	111,6	588,3	1064,7	1542,3	2015,4	2495,4	2972,1
44	112,8	589,2	1065,9	1543,5	2016,6	2496,6	2973,0
33	113,7	590,1	1066,8	1544,4	2017,5	2497,5	2973,9
26,4	114,0	590,4	1067,1	1544,7	2017,8	2497,8	2974,2
$I_{\text{дв}}$	$U_{\text{вых}}$						

Hisoblash uchun namuna:

$$I_{\text{дв}} = I_{c\max}/K = 264/1,5 = 176 \text{ A}$$

$$U_{\text{chiq}} = \lambda * U_{\text{chiq}} = 0,0356 * 3000 = 106,8 \text{ B}$$

6. Filtr parametrlarini hisoblash

6.1. Kirish filtrini hisoblash

Impuls o‘zgartirgichli elektr manba‘dan iste‘mol qilinadigan tokda o‘zgaruvchan tashkil etuvchi garmonikalar paydo bo‘lishi natijasida himoya qurilmalari, lokomotiv signalizatsiyasi, havo va kabel aloqa liniyalariga xalaqit beruvchi ta‘sir hosil bo‘ladi.

Aloqa liniyasiga ta‘sir shovqin kuchlanishining $U_{\text{ш}} (1.0...2.5 \text{ mv})$ qiymati bilan baholanadi va ekvivalent halaqit kuchlanish U_{em} , elektr tarmog‘i yaqinda joylashgan sxemada bir xil shovqin yaratadi.

$$U_{\text{ЭМ}} = \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} (U_k S_k)^2}, \quad (6.1)$$

U_k - alohida garmonik tashkil etuvchi kuchlanishining effektiv qiymati,
 S_k - akustik ta'sir koeffitsiyenti

Iste'mol qilinadigan tokning yuqori garmonik tashkil etuvchilari, ekvivalent halaqit tok bilan aniqlanadi:

$$I_{\text{ЭМ}} = \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} (I_k S_k)^2} \quad (6.2)$$

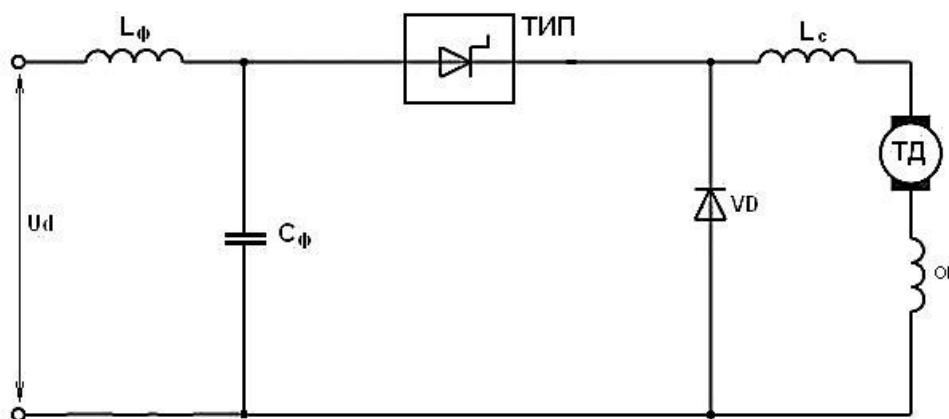
Bu yerda:

$I_{\text{ЭМ}}$ - tarmoq tokining o'zgaruvchi tashkil etuvchisining ta'sir etuvchi effektiv qiymati,

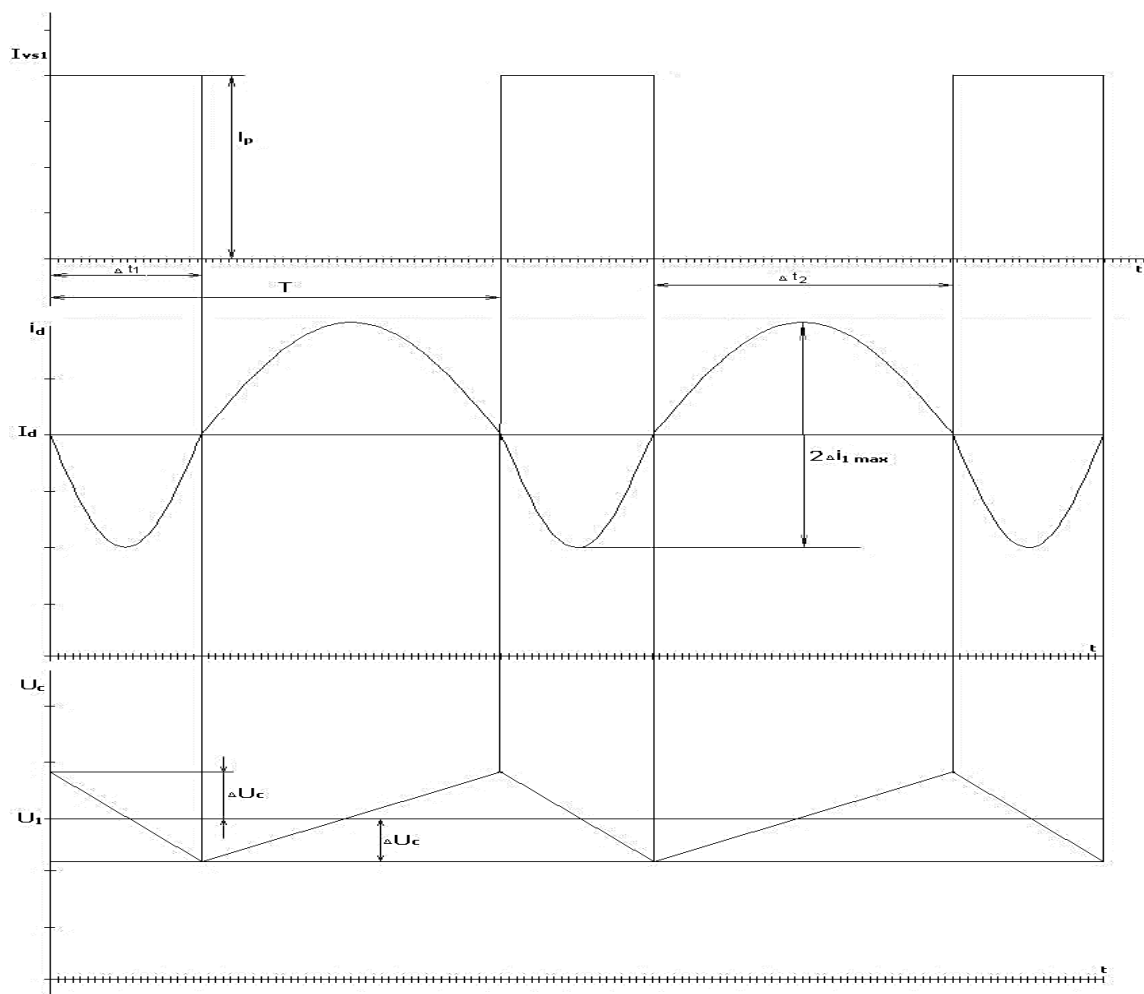
I_k - alohida garmonik tashkil etuvchilarining ta'sir etuvchi qiymati

$I_{\text{ЭМ}}$ -100 mA ga teng deb qabul qilingan

Mavjud tarmoqning pulsatsiyasini kamaytirish uchun reaktor va kondensatorlardan iborat kirish filtrlaridan foydalaniladi. Ushbu o'zgartirgichda biz Γ shaklidagi filtdan foydalanamiz (6.1-rasm). Kondensator va reaktorda kuchlanishning o'zgarishi 6.2-rasmda ko'rsatilgan.



6.1-rasm Γ shaklidagi filtr



6.2-rasm. Kondensator va reaktorda kuchlanishning o'zgarishi

Boshqarish davrining har bir vaqt oralig'i ichida garmonik funksiya $U_c(t)$ ni ma'lum sharoitlarda to'g'ri chiziqlar bilan almashtirish mumkin.

$U_1 - C_\phi$ kondensatorning o'rtacha kuchlanishi;

$I_{VS1} - \Delta t_1$ vaqt oralig'idagi ishchi tiristor orqali tok o'zgarimas deb qabul qilinadi.

O'zgartirgichdagi yo'qotishni hisobga olmagan holda $u_d = u_1$, va tarmoqdan iste'mol qilingan kuchlanish va tokining o'rtacha qiymatlarini quyidagicha yozish mumkin:

$$U_H = \lambda U_d; \quad I_d = \lambda I_p,$$

I_d - tarmoqdan iste'mol qilinadigan tok.

Operatsion tiristor o‘chirilganda o‘rtacha tarmoq toki filtr kondensatorning zaryadli tokiga teng. U holda Δt_2 interval bo‘yicha kondensator kuchlanishining umumiy o‘zgarishi quyidagiga teng boladi:

$$2\Delta u_c = \frac{I_d(T - \Delta t_1)}{C_\phi} \quad (6.3)$$

$$2\Delta u_c = \frac{\lambda I_p(T - \Delta t_1)}{C_\phi} = \frac{I_p \cdot T}{C_\phi} (\lambda - \lambda^2) \quad (6.4)$$

Filtr kondensatoridagi Δu_c kuchlanishining maksimal qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$2 \frac{d\Delta u_c}{d\lambda} = \frac{I_p T}{C_\phi} (1 - 2\lambda) = 0 \quad (6.5)$$

$\lambda=0.5$ qiymatni (6.4) ifodadagi qo‘yganimizda quyidaiga ega bo‘lamiz:

$$\Delta u_c = \frac{I_p T}{C_\phi 8} = \frac{I_p}{8fC_\phi}; \quad 2\Delta u_c = \frac{I_p T}{C_\phi} \cdot \frac{1}{4} \quad (6.6)$$

Kondensatorning sig‘imi va shu o‘zgartirgich uchun reaktoring induktivligi ushbu formulalar orqali aniqlanadi:

$$C_\phi = \frac{I_p}{8f\Delta u_c} [\Phi] \quad (6.7)$$

$$L_\phi = \frac{I_p}{32f^2 C_\phi 2\Delta i_d} [\Gamma_H] \quad (6.8)$$

Hisoblash uchun $2\Delta u_c=100B$, $2\Delta i_d=1A$ deb qabul qilishimiz mumkin.

Kirish filtri orqali oziqlanadigan o‘zgartirgichlar tortish dvigatellarning bir necha guruhini ta‘minlaydi, asosiy tiristorlar $T/N_{o'z}$ oraliq vaqti intervali bilan ishlaydi, u holda (6.7) va (6.8) formulalar bilan hisoblangan sig‘im va induktivlik $N_{o'z}$ ga kamayadi

$$C_\phi = \frac{I_p}{8 \cdot f \cdot \Delta U_c} = \frac{175}{8 \cdot 317 \cdot 50 \cdot 4} = 345_{MK\Phi}$$

$$L_{\phi} = \frac{I_p}{32 \cdot f^2 \cdot C_{\phi} \cdot 2\Delta i_d \cdot N_{np}} = \frac{175}{32 \cdot 317^2 \cdot 345 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 4} = 39,4 \text{ mГH}$$

Filtrning xususiy chastotasi:

$$f_{\phi} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{C_{\phi} \cdot L_{\phi}}} = \frac{1}{6,28 \cdot \sqrt{345 \cdot 10^{-6} \cdot 39,4 \cdot 10^{-3}}} = 43,2 \text{ Гц}$$

$$f_{\phi} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{C_{\phi} \cdot L_{\phi}}} \quad (6.9)$$

Filtr kondensatori-tarmoq zanjirida rezonans tebranishlar yuzaga

kelishining oldini olish uchun quyidagi shart bajarilishi kerak: $f_{\phi} \leq \frac{2}{3} f$.

43,2 < 2/3 * 317, bu shartni to'ldiradi $f_{\phi} \leq \frac{2}{3} f$

6.2 Chiqish filtrini hisoblash

Dvigatellarning yuklama toki impuls o'zgartirgich orqali boshqarilganda tok pulsasiyalovchi xarakterga ega bo'ladi. Yuqori garmonik tashkil etuvchilarning ta'siri natijasida dvigatelning foydali ish koeffitsiyenti kamayadi. Tok pulsasiyasi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\Delta I = \frac{U_d \lambda (1 - \lambda)}{L f} \quad (6.10)$$

Bu yerda:

$$L = L_c + L_{\text{я}}$$

$L_c, L_{\text{я}}$ – tekislovchi reaktoring induktivligi va armaturani o'rash.

$$L_{\text{я}} = \beta \frac{U_H}{p I_H \omega} \quad (6.11)$$

Ushbu ifodada:

p –dvigatelning juft qutblari soni ($p=2$); mos ravishda kompensasiyalangan $\beta=0.25$ va kompensasiyalanmagan dvigatel uchun $\beta=0.6$; ω -dvigatelning aylana tezligi:

$$\omega = \frac{2\pi}{60} n \quad n=800-900 \text{ ayl/min}$$

n=850 ayl/min uchun

$$\omega = 89,0 \text{ s}^{-1}$$

$$\beta = 0.25; p = 2$$

$$L_{\text{я}} = \beta \cdot \frac{U_H}{p \cdot I_H \cdot \omega} = 0,25 \cdot \frac{1500}{2 \cdot 125 \cdot 89} = 16,9 \text{ мГн}$$

Kattalikni olish $\Delta I = 0,1 I_p$ va $\lambda = 0,5$ qiymatini qo'yib induktivlik qiymatini olish mumkin

$$L = \frac{U_d \cdot \lambda \cdot (1 - \lambda)}{0,1 \cdot I_p \cdot f} = \frac{3000 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,5)}{0,1 \cdot 175 \cdot 317} = 135 \text{ мГн}$$

$$T_k = 2\pi \sqrt{L_k C_k}; \quad (6.12)$$

$$L = \frac{U_d \cdot \lambda \cdot (1 - \lambda)}{0,1 \cdot I_p \cdot f} \quad (6.13)$$

So'ngra ketma-ket ulangan dvigatellar sonini hisobga olgan holda tekislovchi reaktorning induktivligi $n_{\text{я}}$

$$L_c = L - n_{\text{я}} \cdot L_{\text{я}} \quad (6.14)$$

$$L_c = 135 - 2 \cdot 16,9 = 101,2 \text{ мГн.}$$

Hisoblangan qiymatni L o'zgarmas deb olib, $\Delta I(\lambda)$ bog'liqlikni hisoblaymiz.

(6.14) formulaga muvofiq, $\Delta I = U_{\text{OB}} = f(\lambda)$ hisoblangan rostdash chastotasi uchun grafik chiziladi. (6.3-rasm)

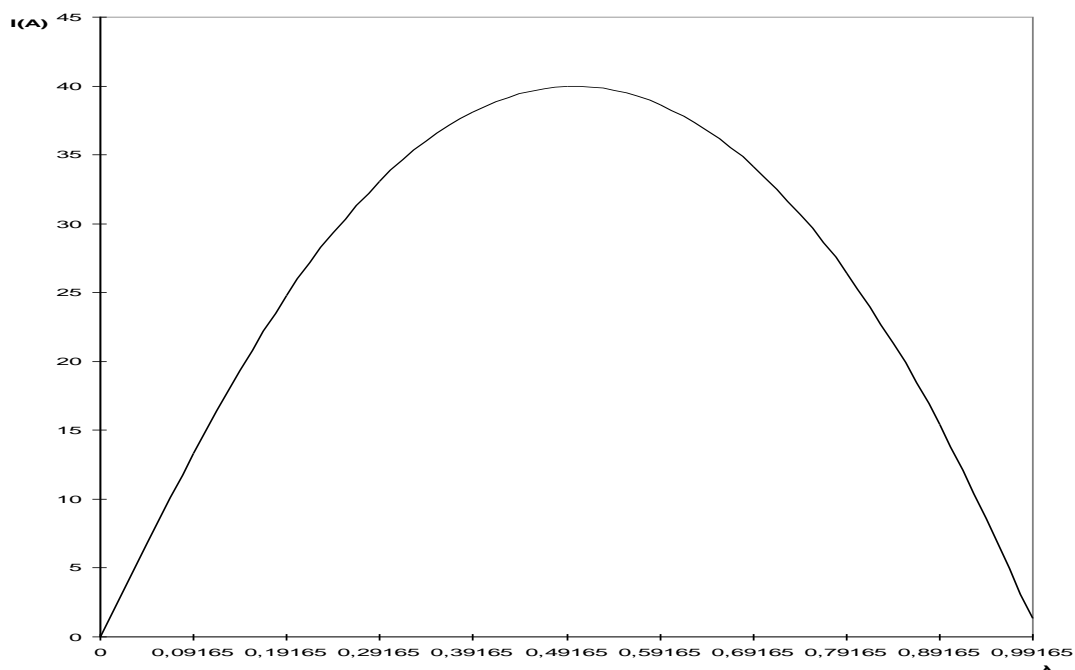
$$\Delta I = U_{\partial B} = f(\lambda) \text{ bog'liqlik}$$

λ	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\Delta I, A$	0	6,3	11,2	14,7	16,8	17,5	16,8	14,7	11,2	6,3	0

Hisoblash uchun namuna:

$$\Delta I = \frac{U_d \cdot \lambda(1-\lambda)}{L \cdot f} = \frac{3000 \cdot 0,1 \cdot (1-0,1)}{135 \cdot 10^{-3} \cdot 317} = 6,3A$$

$I=f(\lambda)$



6.3– rasm. $\Delta I(\lambda)$ bog'liqlik grafigi

7. Yarim o'tkazgichli asboblarning sonini hisoblash

Yarim o'tkazgichli asboblarning sonini hisoblash uchun quyidagi ma'lumotlarga ega bo'lishimiz kerak:

- O'zgartirgich zanjiridagi maksimal kuchlanish;
- O'zgartirgich elementlaridagi eng yuqori o'rtacha tok;
- Tiristorlar va diodlarning turlari;

-Belgilangan sharoitlarda tiristor va diodning maksimal ruxsat etilgan o'rtacha toki

7.1. Ketma-ket ulangan yarim o'tkazgichli asboblarning sonini hisoblash

Kirish filtri kondensatoridan kuchlanish pulsatsiyani hisobga olgan holda o'zgartirgich kirishidagi maksimal kuchlanish:

$$U_{\max} = U_{d\max} + \frac{\Delta U_{C\phi}}{2} = (1,35 - 1,4)U_d \quad (7.1)$$

Ketma-ket ulangan yarim o'tkazgichlar soni:

$$m_{\Pi VS} = \frac{U'_{\max}}{U_{RRM} \cdot k_1} + 1 \quad (7.2)$$

bu yerda: U_{RRM} - takroriy kuchlanish; $U_{RRM} = 1300$ V (muvofig tanlangan tiristor)

U'_{\max} - sxema qismidagi maksimal oniy kuchlanish;

$$U_{\max} = 1,35 \cdot 3000 = 4050 \text{ V.}$$

k_1 - shunt rezistorlari qarshiliklarining farqlanishi tufayli qurilmalarda kuchlanishning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent; $k_1 = 0,8$; ko'chkili asboblarning uchun $k_1 = 1$

$$m_{\Pi VS} = \frac{U'_{\max}}{U_{RRM} \cdot k_1} + 1 = \frac{4050}{1300 \cdot 0,8} + 1 = 4,89 \approx 5 \text{ um}$$

Kommutatsiya va atmosfera kuchlanishlarini hisobga olgan holda:

$$m_{\Pi VS} = \frac{U'_{\max} \cdot H}{U_{RSM} \cdot k_1} + 1 = \frac{4050 \cdot 1,2}{1508 \cdot 0,8} + 1 = 5,0 \text{ um} \quad (7.3)$$

U_{RSM} - qaytarilmaydigan kuchlanish

$$U_{RSM} = 1,16; U_{RMM} = 1,16 \cdot 1300 = 1508 \text{ V}$$

H - atmosfera kommutatsiya kuchlanishlarini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

$$H = 1,16 \dots 1,3$$

(7.2) va (7.3) formulalar yordamida olingan natijalar eng yaqin katta butun songa yaxlitlanadi va ulardan katta qiymat tanlanadi
Ketma-ket ulangan diodlar soni:

$$m_{IIVD} = \frac{4050}{1600 \cdot 1} + 1 = 3,53 \approx 4um$$

Kommutatsiya va atmosfera kommutatsiya kuchlanishlarini hisobga olgan holda ketma-ket diodlar soni:

$$m_{IIVD} = \frac{4050 \cdot 1,2}{1856 \cdot 1} + 1 = 3,62 \approx 4um$$

Yakuniy qiymat:

$$m_{PVC}=5$$

$$m_{PVD}=4$$

7.2. Parallel ulangan yarim o'zgartirgichli asboblar sonini hisoblash

O'zgartirgich yelkasida parallel ulangan qurilmalar soni:

$$a_{II} = \frac{I_p}{I_{AVMm} \cdot k_2 \cdot k_\tau \cdot k_I};$$

I_p – o'rtacha hisoblangan nominal yuklama toki;

k_2 – tarmoq kuchlanishi kamayganda sovituvchi havo tezligining kamayishini hisobga oluvchi koeffitsiyent; $k_2=0.8$;

k_τ – bir necha sovitgich ketma-ket joylashtirilganda o'zgartirgichdagi sovituvchi havoning qizishini hisobga oluvchi koeffitsiyent; $k_\tau =0.9$;

k_I – parallel sxemalarda tok bo'linishining notekisligini hisobga oluvchi koeffitsiyent;

toki bo'luvchilari mavjud bo'lganda $k_I = 0,9$ ularning yo'qligida $k_I = 0,8$.

I_{AVM} – belgilangan ish sharoitlari uchun qurilmaning maksimal ruxsat yetilgan o'rtacha toki.

Impulsi o'zgartirgichlarning tiristorlar va diodlarning chegaraviy toki formulalardan foydalanib, belgilangan ish shartlari asosida hisoblanishi kerak:

$$I_{FAV_m} = \frac{\sqrt{U_{(TO)}^2 + 4k_\phi^2 r_T \frac{T_{jm} - T_a}{R_{thja}} - U_{(TO)}}}{2k_\phi^2 r_T} \quad (7.5)$$

$$I_{TAV_m} = \frac{\sqrt{U_{T(TO)}^2 + 4k_\phi^2 r_T \frac{T_{jm} - T_a}{R_{thja}} - U_{T(TO)}}}{2k_\phi^2 r_T} \quad (7.6)$$

Diod va tiristor uchun mos ravishda:

$U_{(TO)}$, $U_{T(TO)}$ – ostona kuchlanish;

r_T – differensial qarshilik;

T_{jm} – maksimal ruxsat etilgan p-n o‘tish harorati;

T_a – sovutish muhitining harorati;

R_{thja} – termik qarshilik p-n o‘tish-muhit;

$$R_{thja} = R_{thjc} + R_{thch} + R_{thha} \quad (7.7)$$

Ushbu ifodada:

R_{thjc} – p-n o‘tish – korpus issiqlik qarshiligi ;

R_{thch} – termik qarshilik korpusi-sovitgichning kontakt yuzasi;

R_{thha} – sovitgich-sovutish muhitining termik qarshilik kontakt yuzasi;

asosiy VS1 tiristor uchun:

$$K_\phi = \sqrt{\frac{1}{\lambda_p}} = \sqrt{\frac{1}{0,85}} = 1,08$$

$$I = I_p \cdot \lambda_p = 175 \cdot 0,85 = 148,75 A$$

$$I_{TAV_m} = \frac{\sqrt{0,95^2 + 4 \cdot 1,08^2 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{125 - 25}{0,198}} - 0,95}{2 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot 1,08^2} = 468 A$$

$$a_{nVS1} = \frac{148,75}{468 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 0,55 \approx 1$$

VS2 kommutatsiya tiristori uchun:

$$K_{\phi} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{T}{t_2}} = \frac{3,14}{2} \sqrt{\frac{121 \cdot 10^{-6}}{60,48 \cdot 10^{-6}}} = 2,22$$

$$I = \frac{2}{\pi} \cdot I_{C_{\max}} \cdot \frac{\Delta t_2}{T} = \frac{2}{3,14} \cdot 264 \cdot \frac{60,48 \cdot 10^{-6}}{121 \cdot 10^{-6}} = 84 \text{ A}$$

$$I_{TAVm} = \frac{\sqrt{0,95^2 + 4 \cdot 2,22^2 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{125 - 25}{0,198}} - 0,95}{2 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot 2,22^2} = 369 \text{ A}$$

$$a_{nVS2} = \frac{84}{369 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 0,4 \approx 1$$

VD0 teskari diodi uchun :

$$K_{\phi} = \sqrt{\frac{1}{1 - \lambda_p}} = \sqrt{\frac{1}{1 - 0,85}} = 2,58$$

$$I = I_p \cdot (1 - \lambda_p) = 175 \cdot (1 - 0,85) = 26,25 \text{ A}$$

$$I_{TAVm} = \frac{\sqrt{1,2^2 + 4 \cdot 2,58^2 \cdot 0,88 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{150 - 25}{0,145}} - 1,2}{2 \cdot 0,88 \cdot 10^{-3} \cdot 2,58^2} = 115 \text{ A}$$

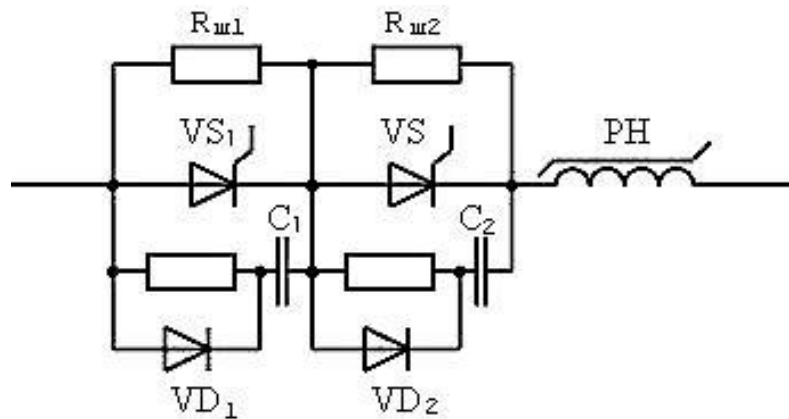
$$a_{nVD0} = \frac{26,25}{288 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 0,4 \approx 1$$

8. Tiristorlar va diodlar uchun himoya elementlarining parametrlarini aniqlash

Kuchli yarim o'tkazgichli asboblarda parallel ulanishida ulardan oqayotgan toklarni tenglashtirish uchun tok bo'lgichlar, ko'p taktli va ko'p fazali sxemalar ishlatiladi.

Ketma-ket ulangan kuchli yarim o'tkazgichli asboblarda kuchlanishning bir tekis taqsimlanishiga dinamik va statik rejimlarda faol va sig'imli kuchlanish bo'luvchilar orqali erishiladi. Kuchlanish va

tokning ortish tezligi R-C-L zanjirlar va to'yintiruvchi reaktorlar bilan chegaralanadi (8.1-rasm).



8.1-rasm

8.1. Kuchlanishning bo'lgichlarini hisoblash

Shunt rezistorining qarshiligi $R_{ш}$ quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$R_{ш} = \frac{m_{ш} U - U_m}{(m_{ш} - 1) I_{R_M}} \quad (8.1)$$

Bu yerda $m_{ш}$ – ketma-ket ulangan asboblar soni

U –asbobning maksimal ruxsat etilgan kuchlanishi;

U_m –ketma-ket ulangan asboblar zanjirining eng yuqori kuchlanishi;

I_{R_M} –eng katta teskari tok (amplituda qiymati).

$$R_{ш} = \frac{m_{ш} \cdot U - U_{\max}}{(m_{ш} - 1) \cdot I_{R_M}} = \frac{5 \cdot 1300 - 4050}{(5 - 1) \cdot 50 \cdot 10^{-3}} = 12,25 \text{ k}\Omega$$

$P_{ш}$ rezistorlarning quvvati kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymati (U_{TRSM}^2) asosida hisoblanadi:

$$P_{ш} = \frac{U_{TRSM}^2}{R_{ш}} \quad (8.2)$$

$$U_{TRSM} = \frac{U_{\max}}{m_{ш}} = \frac{4050}{5} = 810 \text{ B}$$

$$P_{sh} = P_{sh} = 810^2 / 12250 = 53,6 \text{ Vt}$$

Shunt kondensatorning sig'imi:

$$C > \frac{(m_{II} - 1) \Delta Q_{rr}}{m_{II} U - U_m} 10^{-6} \quad (8.3)$$

ΔQ_{rr} - ketma-ket ulangan yarim o'tkazgich asboblarning tiklanish zaryadining maksimal farqi. $\Delta Q_{rr} = 190 \text{ mkKl}$

$$C > \frac{(m_{II} - 1) \Delta Q_{rr}}{m_{II} U - U_{\max}} = \frac{(5 - 1) \cdot 190 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 1300 - 4050} = 0,31 \text{ MK}\Phi$$

R rezistorlarning qarshiligi 30-50 Om ga teng deb qabul qilinadi

8.2. To'yinish reaktorlarini hisoblash

To'yinish reaktori aktiv minimal va reaktiv qarshilik qiymatlarda tiristor yoqilgandan keyin di_T/dt qiymatini cheklashini ta'minlashi kerak,. Reaktorning o'ramlar soni 1,5-2 A ga teng kommutatsiya jarayonining normal o'tishini ta'minlashi va 10-20 mks kechikish vaqti bilan belgilanadi:

$$W = \frac{t_{3ad} \cdot U_D}{S \cdot B_r} \quad (8.4)$$

Bu yerda U_D —kommutasiyadan oldingi kuchlanish;
 $B_r = 1 \text{ Tesla}$ – qoldiq induksiya.

Boshqa tomondan, to'liq tok qonuniga muvofiq:

$$I_W = H \cdot \ell_{cp} \quad (8.5)$$

H—koersativ kuch, A/ m;

ℓ_{cp} — magnit chizig'ining o'rtacha uzunligi, m.

To'yinish reaktorlari uchun kichik koersativ kuch, yuqori to'yinish induksiyasi, to'g'ri burchakli gisterezisli halqa va dinamik rejimda

minimal energiya yo‘qotilishi bo‘lgan materiallar talab qilinadi. Bu materiallarga temir-nikel qotishmalari (permalloy) kiradi.

Qalinligi 0.05 metr va 50 NP markali permalloy lenta uchun, $H=18$ A/m olish mumkin.

$t_{zad}=10$ mks uchun

$$S \cdot W = \frac{t_{zad} \cdot U_D}{B_r} = \frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 3000}{1} = 0,03 \text{ M}^2 \cdot \text{sum}$$

9. Tiristorning ishlash tavsiflarini hisoblash

Ishchi yuklama tavsiflarini hisoblash uchun boshlang‘ich ma‘lumotlar:

- qurilma va sovutgichning turi;
- muhit harorati;
- sovutish usuli va intensivligi;
- tok turi

Ishchi yuklama paytida diod teskari kuchlanishga bardosh berishi kerak va boshqaruvchi signali bo‘lmagan taqdirda tiristor o‘tkizmasligi kerak.

O‘zgartirgich ishchi tiristorining yuklama tavsiflarini hisoblash uchun quyidagilar aniqlanadi:

(8.6) formulaga muvofiq $\lambda = 0,5$ uchun I_{TAVm} tiristorining maksimal ruxsat etilgan tok qiymati; boshlang‘ich yuklama va quvvat yo‘qotishlarining tok qiymati aniqlanadi (9.1-jadval).

$$K_\phi = \sqrt{\frac{1}{\lambda}} = \sqrt{\frac{1}{0,5}} = 1,41$$

$$I_{TAVm} = \frac{\sqrt{U_{T(TO)}^2 + 4k_\phi^2 r_T \frac{T_{jm} - T_a}{R_{thja}} - U_{T(TO)}}}{2k_\phi^2 r_T}$$

$$I_{TAVm} = \frac{\sqrt{0,95^2 + 4 \cdot 1,41^2 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{125 - 25}{0,198}} - 0,95}{2 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot 1,41^2} = 437 \text{ A}$$

Tiristorining maksimal ruxsat etilgan tok qiymati; boshlang'ich yuklama va quvvat yo'qotishlarining tok qiymati

$\frac{I_T}{I_{TAV_m}}$	I_T	$P_T = U_{T(TO)} \cdot I_T + k_\phi^2 \cdot r_T \cdot I_T^2$	$T_j = T_a + R_{thja} \cdot P_T$
0,2	87	86	42
0,4	175	180	61
0,6	262	280	80
0,8	350	389	102

Hisoblash uchun namuna:

$$I_T = 0,2 \cdot 437 = 87 \text{ A}$$

$$P_T = U_{T(TO)} \cdot I_T + k_\phi^2 \cdot r_T \cdot I_T^2 = 0,95 \cdot 87 + 1,41^2 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot 87^2 = 86 \text{ Bm}$$

$$T_j = T_a + R_{thja} \cdot P_T = 25 + 0,198 \cdot 86 = 42 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$R_{thja} = R_{thjc} + R_{thch} + R_{thha} = 0,028 + 0,02 + 0,15 = 0,198 \text{ }^\circ\text{C/Bm}$$

Yuklanish vaqti 10ms uchun maksimal ruxsat etilgan tok amplitudasi:

$$I_{T(OV)} = \frac{\sqrt{U_{T(TO)}^2 + 4r_T \left(\frac{T_{jm} - T_j}{z_t} + P_T \right)} - U_{T(TO)}}{2r_T} \quad (9.1)$$

impuls davomiyligi 0,1 ... 100 s uchun:

$$I_{T(TO)} = \frac{\sqrt{U_{T(TO)}^2 + 4r_T \frac{T_{jm} - T_j + P_T z_x}{z_x k_c^{-1} + (1 - k_c^{-1}) z_\tau - z_T + z_t}} - U_{T(TO)}}{2r_T} \quad (9.2)$$

Ushbu ifodalarda:

z_t - ekvivalent to'g'ri burchakli quvvat impulsi ($t = 6 \text{ ms}$) $z_T = 0,009 \text{ OM}$ ga mos keladigan vaqt ichida o'tish issiqlik qarshiligi;

z_T - o'tish - korpusning issiqlik o'tish qarshiligi; ($t = 20 \text{ ms}$) $z_T = 0,01 \text{ OM}$

z_{τ} - o'tish – korpusning issiqlik o'tish qarshiligi ($t=26\text{ms}$); $z_{\tau} = 0,011$
OM

k_c - tok impuls davrining impuls davomiyligiga nisbati; $k_c = 3,5$;

$z_x - x = 0,1$ 1; 10; 100 sekund vaqt ichida issiqlik o'tish qarshiligi;

$z_t, z_T, z_{\tau}, z_{0,1c}, z_{1c}, z_{10c}$ qiymatlari tanlangan yarimo'tkazgich asbobining spravochnik ma'lumotlariga muvofiq olinadi; z_{10c}^h, z_{11c}^h va boshqa qiymatlari - tanlangan sovutgich turiga qarab olinadi.

Sovutgich bilan asbobning issiqlik o'tish qarshiligining qiymati x vaqti uchun quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$z_x = z_x^h + z_x^{np} + R_{thch} \quad (9.3)$$

Bu yerda, z_x^{np} - asbobning issiqlik qarshiligi (9.3) da ko'rsatilgan qiymatlar quyidagicha qabul qilinadi.

Vaqtning barcha qiymatlari uchun o'tish qarshilik qiymatlarini hisoblash.

Ortiqcha yuklanish vaqti 0,1 s bo'lganda:

$$z_{0,1} = z_{0,1}^h + z_{0,1}^{np} + R_{thch} = 0 + 0,015 + 0,02 = 0,04 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Bm}$$

Ortiqcha yuklanish vaqti 1 s bo'lganda:

$$z_1 = z_1^h + z_1^{np} + R_{thch} = 0 + 0,032 + 0,02 = 0,052 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Bm}$$

Ortiqcha yuklanish vaqti 10 s bo'lganda:

$$z_{10} = z_{10}^h + z_{10}^{np} + R_{thch} = 0,02 + 0,035 + 0,02 = 0,075 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Bm}$$

Ortiqcha yuklanish vaqti 100 s bo'lganda:

$$z_{100} = z_{100}^h + z_{100}^{np} + R_{thch} = 0,05 + 0,035 + 0,02 = 0,105 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Bm}$$

(9.1) va (9.2) formulalar va 9.1 - jadvaldagi ma'lumotlardan foydalanib, yuklama tokining ruxsat etilgan amplituda qiymatlari yuklamaning turli xil davomiyligi uchun hisoblanadi. Yuklama tavsiflarini hisoblash natijalari 9.1-jadvalda keltirilgan.

Yuklama tokining ruxsat etilgan amplituda qiymati

Yuklama davomiyligi, s	Yuklama tokining ruxsat etilgan amplituda qiymati A dastlabki yuklama I_{TAVm} uchun				
	0	0,2	0,4	0,6	0,8
0,01	5185	4624	3933	3152	2066
0,1	3345	2803	2551	2123	1592
1,0	3097	2586	2274	1960	1519
10	2581	2161	1940	1716	1427
100	2133	1807	1667	1532	1356

Hisoblash uchun namuna:

$$I_{T(10)} = \frac{\sqrt{U_{T(10)}^2 + 4r_T \cdot \left(\frac{T_{jm} - T_j}{z_t} + P_T \right)} - U_{T(10)}}{2r_T} = \frac{\sqrt{0,95^2 + 4 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{125 - 42}{0,009} + 86 \right)} - 0,95}{2 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3}} = 4624 \text{ A}$$

$$I_{T(10)} = \frac{\sqrt{U_{T(10)}^2 + 4r_T \cdot \left(\frac{T_{jm} - T_j + P_T \cdot z_X}{z_X \cdot k_C^{-1} + (1 - k_C^{-1}) \cdot z_t - z_T + z_t} \right)} - U_{T(10)}}{2r_T} =$$

$$= \frac{\sqrt{0,95^2 + 4 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{125 - 42 + 86 \cdot 0,04}{0,04 \cdot \frac{1}{3,5} + (1 - \frac{1}{3,5}) \cdot 0,011 - 0,01 + 0,009} \right)} - 0,95}{2 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3}} = 2803 \text{ A}$$

10. O'zgartkichning FIKni hisoblash

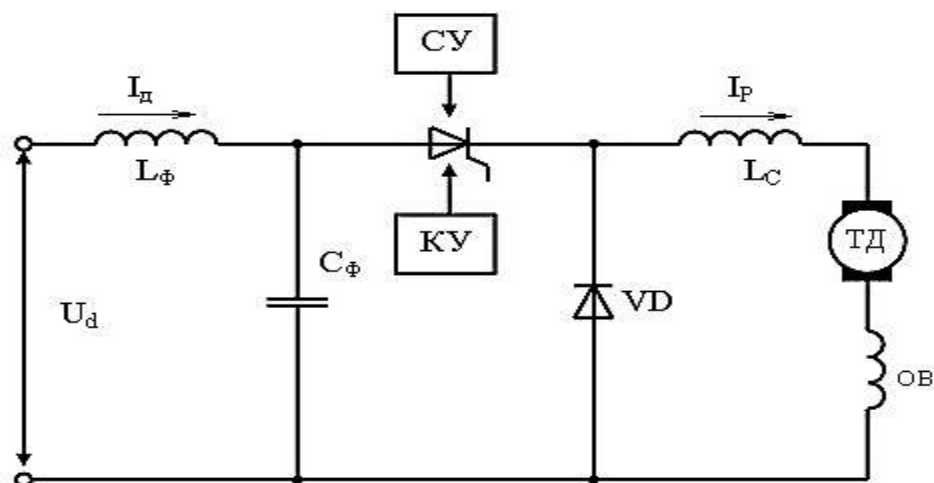
$$\eta = \frac{P - \sum \Delta P}{P} \quad (10.1)$$

Bu yerda P – manбайдan iste‘mol qilingan quvvat;

$$P = U_d I_d;$$

$\sum \Delta P$ – umumiy quvvat yo‘qotilishi.

O'zgartirgich FIK va elektr miqdoriga ta'sir ko'rsatadigan asosiy elementlari. 10.1 – rasmda ko'rsatilgan.



10.1 – rasm. O‘zgartkichning asosiy elementlari

10.1. Kuchli yarimo‘tkazgichli asboblardagi yo‘qotishlar

To‘g‘ri tok uchun yo‘qotilishlar:
diod uchun:

$$P_{F(AV)} = U_{(TO)} I_{FAV} + k_{\phi}^2 r_T I_{FAV}^2 \quad (10.2)$$

tiristor uchun:

$$P_{T(AV)} = U_{T(TO)} I_{TAV} + k_{\phi}^2 r_T I_{TAV}^2 \quad (10.3)$$

Yuklama tokining pulsasiyasi va qayta zaryadlanishni asosiy tiristorning tokiga ta‘sirini hisobga olmaganda, diod va tiristordagi yo‘qotishlarni aniqlash uchun quyidagi formulalarni yozish mumkin.

Diod uchun:

$$P_{F(AV)} = (1 - \lambda) \cdot \left(U_{(TO)} \cdot \frac{I_p}{a_{\Pi_{VD}}} + r_T \cdot \frac{I_p^2}{a_{\Pi_{VD}}^2} \right) \cdot m_{\Pi_{VD}} \quad (10.4)$$

Asosiy tiristor uchun:

$$P_{T(AV)} = \lambda \cdot \left(U_{(TO)} \cdot \frac{I_p}{a_{\Pi_{VS}}} + r_T \cdot \frac{I_p^2}{a_{\Pi_{VS}}^2} \right) \cdot m_{\Pi_{VS}}; \quad (10.5)$$

Kuchli electron asboblardagi kommutasiya konturidagi yo‘qotishlar quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$P'_{T(AV)} = \frac{I_{C\max}}{a_{II\text{VS}}} \cdot \frac{T_K}{2T} \cdot \left(U_{T(TO)} \frac{2}{\pi} + \frac{1}{2} r_T \cdot \frac{I_{C\max}}{a_{II\text{VS}}} \right); \quad (10.6)$$

Tiristorni yoqish paytida yo‘qotishlar:

$$P_{TT} = \frac{U_d \cdot I_p}{6} \cdot \frac{t_{gt} - t_{gd}}{T}; \quad (10.7)$$

bu yerda

t_{gt} - bu tiristorni ishga tushirish vaqti; $t_{gt} = 1,5$ ms

t_{gd} - kechikish vaqti; $t_{gd} = 0,7$ mks

U_d - yopiq holatdagi tiristordagi kuchlanish.

Tiristorni o‘chirishda yo‘qotishlar:

$$P_{R\theta} = \theta_{rr} U_R f \quad (10.8)$$

bu yerda U_R - tiristor yopilganda uning teskari kuchlanishi.

Boshqarish zanjiridagi yo‘qotishlar boshqarish impulsining parametrlari bilan belgilanadi:

$$P'_G = \frac{U_{GT} \cdot i_{FG} \cdot t_H}{T} \quad (10.9)$$

Boshqarish sxemasidagi yo‘qotishlarni kam ahamiyatli bo‘lganligi sababli, ($P_G \cong 1B_T$) e‘tiborsiz qoldirish mumkin.

Zaryadlash davridagi kommutator kondansatordagi yo‘qotishlar:

$$P'_{C_k} = \frac{U_d^2}{2} \omega_k C_k \text{tg} \delta \quad (10.10)$$

bu erda $\text{tg} \delta$ dielektrik yo‘qotish tangensidir ($\text{tg} \delta = 5 \cdot 10^{-4}$ qabul qilinadi).

Bir davrdagi yo‘qotishlarning o‘rtacha qiymati:

$$P_{L_k} = I_{\varphi}^2 r_{L_k} = I_{C_{\max}}^2 \frac{T_k}{2T} r_{L_k} \quad (10.11)$$

Kommutasiya reaktoridagi yo‘qotishlar:

$$P_{C_k} = \frac{T_k}{T} P'_{C_k}; \quad (10.12)$$

L_f kirish filtri reaktoridagi yo‘qotishlar:

$$P_{L_\phi} = \lambda^2 I_p^2 r_{L_\phi} \quad (10.13)$$

C_f kondensatoridagi yo‘qotishlar kichikligi tufayli odatda hisobga olinmaydi.

Silliqlash reaktoridagi yo‘qotishlar:

$$P_{L_c} = I_p^2 r_{L_c} \quad (10.14)$$

Reaktorning qarshiligi quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$r_L = \frac{40\sqrt{L}}{I} \quad (10.15)$$

O‘zgartirgichning samaradorligini hisoblash 10.1-jadvalda keltirilgan

O'zgartirgichning samaradorligi

O'zgartirgichdagi yo'qotish komponentlari	To'ldirish koeffitsiyenti λ							
	0,01	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$P_{F(AV)}, Bm$	1008	967	916	814	611	407	204	0
$P_{T(AV)}, Bm$	8,7	43,3	86,7	173,3	346,6	519,9	693,2	866,5
$P'_{F(AV)}, Bm$	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4	32,4
P_{TT}, Bm	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2
P_{RQ}, Bm	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1	36,1
P_{CK}, Bm	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
P_{LK}, Bm	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
$P_{L\phi}, Bm$	0,14	3,4	13,8	55,1	220,5	496,1	882	1378
P_{LC}, Bm	2205	2205	2205	2205	2205	2205	2205	2205
$\Sigma\Delta P, Bm$	3323,54	3320,4	3323,2	3349,1	3484,8	3729,7	4085,9	4551,2
η	0,37	0,87	0,94	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99
$\eta = \eta' \cdot 0,98$	0,36	0,86	0,92	0,95	0,96	0,97	0,97	0,97

Hisoblash uchun namuna:

$$P_{F(AV)} = (1 - \lambda) \cdot \left(U_{(TO)} \cdot \frac{I_p}{a_{IIVD}} + r_T \cdot \frac{I_p^2}{a_{IIVD}^2} \right) \cdot m_{IIVD} = (1 - 0,01) \cdot \left(1,3 \frac{175}{1} + 0,88 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{175^2}{1^2} \right) \cdot 4 = 1008 Bm$$

$$P_{T(AV)} = \lambda \cdot \left(U_{(TO)} \cdot \frac{I_p}{a_{IIVS}} + r_T \cdot \frac{I_p^2}{a_{IIVS}^2} \right) \cdot m_{IIVS} = 0,01 \cdot \left(0,95 \cdot \frac{175}{1} + 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{175^2}{1} \right) \cdot 5 = 8,7 Bm$$

$$P'_{T(AV)} = \frac{I_{Cmax}}{a_{IIVS}} \cdot \frac{T_K}{2T} \cdot \left(U_{T(TO)} \frac{2}{\pi} + \frac{1}{2} r_T \cdot \frac{I_{Cmax}}{a_{IIVS}} \right) = \frac{264}{1} \cdot \frac{121}{2 \cdot 3155} \cdot \left(0,95 \cdot \frac{2}{3,14} + 0,5 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{264}{1} \right) = 32,4 Bm$$

$$P_{TT} = \frac{U_d \cdot I_p}{6} \cdot \frac{t_{gt} - t_{gd}}{T} = \frac{3000 \cdot 175}{6} \cdot \frac{1,5 - 0,7}{3155} = 22,2 Bm$$

$$P_{RQ} = Q_{rr} \cdot U_R \cdot f = 190 \cdot 10^{-6} \cdot 600 \cdot 317 = 36,1 Bm$$

$$P'_{C_K} = \frac{U_d^2}{2} \cdot \omega_K \cdot C_K \cdot \operatorname{tg} \delta = \frac{3000^2}{2} \cdot 5191,74 \cdot 2,12 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-4} = 247,6 Bm$$

$$P_{C_K} = \frac{T_K}{T} \cdot P'_{C_K} = \frac{121}{3155} \cdot 247,6 = 9,5 Bm$$

$$r_{Lk} = \frac{40 \cdot \sqrt{L}}{I} = \frac{40 \cdot \sqrt{25 \cdot 10^{-6}}}{175} = 1,1 MOm$$

$$P_{L_K} = I_{\Delta\phi}^2 \cdot r_{L_K} = I_{C_{\max}}^2 \cdot \frac{T_K}{2T} \cdot r_{L_K} = 264^2 \cdot \frac{121}{2 \cdot 3155} \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 1,5 Bm$$

$$r_{L\phi} = \frac{40 \cdot \sqrt{L}}{I} = \frac{40 \cdot \sqrt{39,4 \cdot 10^{-3}}}{175} = 45 MOm$$

$$P_{L\phi} = \lambda^2 \cdot I_p^2 \cdot r_{L\phi} = 0,01^2 \cdot 175^2 \cdot 45 \cdot 10^{-3} = 0,14 Bm$$

$$r_{LC} = \frac{40 \cdot \sqrt{L}}{I} = \frac{40 \cdot \sqrt{101,2 \cdot 10^{-3}}}{175} = 72 MOm$$

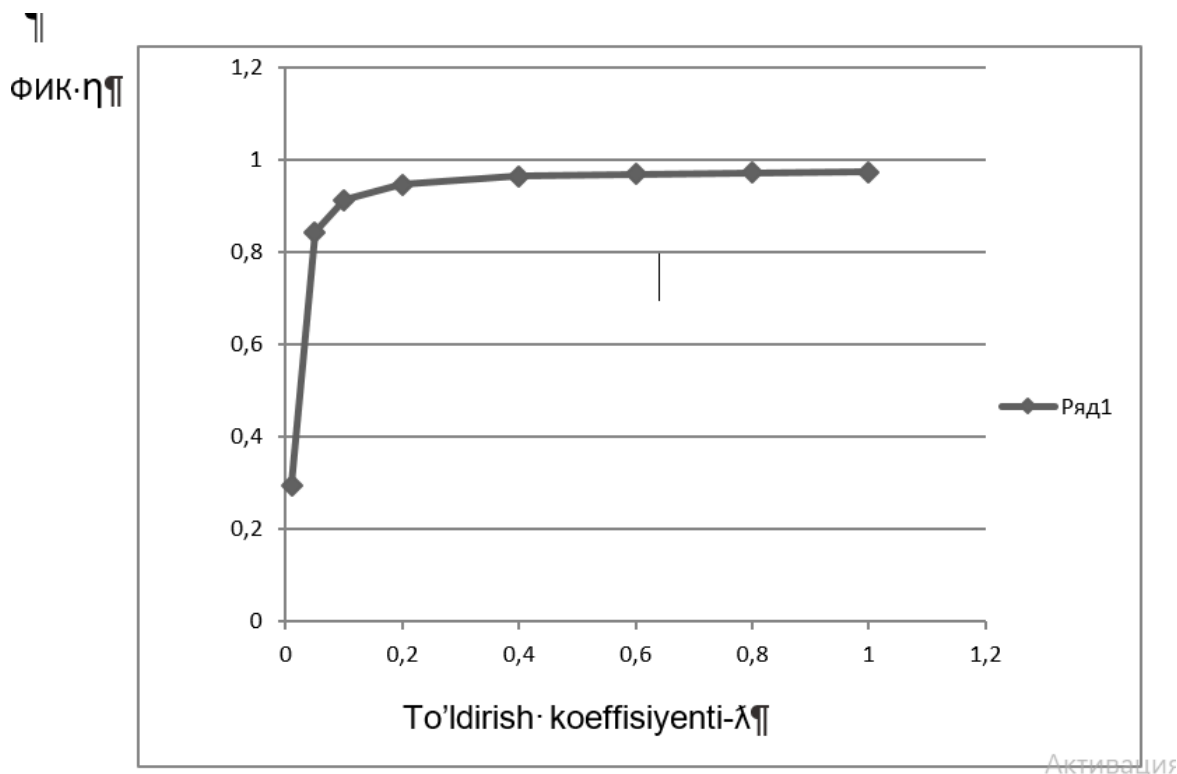
$$P_{L_C} = I_p^2 \cdot r_{L_C} = 175^2 \cdot 72 \cdot 10^{-3} = 2205 Bm$$

$$P = U_d \cdot I_d$$

$$P = U_d \cdot I_p \cdot \lambda = 3000 \cdot 175 \cdot 0,01 = 5250 Bm$$

$$\eta' = \frac{P - \sum \Delta P}{P} = \frac{5250 - 3323,54}{5250} = 0,37$$

$$\eta = \eta' \cdot 0,98 = 0,37 \cdot 0,98 = 0,36$$



10.2- rasm. Foydali ish koeffitsiyentini to'ldirish koeffitsiyentiga bog'liqlik grafigi $\eta(\lambda)$

10.2 Reaktor og'irligini aniqlash

Reaktorning massasi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$M_p = (0,7...1,0)LI^2 = 0,85 \cdot (0,0394 + 0,1014 + 0,000025) \cdot 175^2 = 3665,8 \text{ kg}$$

XULOSA

Ushbu kurs ishida berilgan mavzu va topshiriqlar orqali tiristorli kuchlanish impuls o'zgartirgichi parametrlarini xisoblab, kuchli elektron qurilmalar xaqida kengroq va batafsil tushunchaga ega bo'lish mumkin. Bundan tashqari o'zgarmas tok tortish dvigatellari tezligini rostlaydigan impuls rostlagichining parametrlari xisoblandi. Uning ishlashi, rostlash davrida tok va kuchlanish o'zgarishining diagrammalari, kommutasiya zanjiri parametrlari, rostlash chastotasi, ketma-ket va parallel ulangan yarim o'tkazgich asboblar soni, o'zgartirgichning tashqi tavsiflari, kirish va chiqish filtrlarining parametrlari, o'zgartirgichning FIK xisoblandi. o'zgarmas tok tortish dvigatellari tezligini boshqarish uchun impuls o'zgartirgich parametrlari hisoblab chiqilgan.

Kurs ishini baholash mezonlari

№	Baholangan elementlar	Maksimal ball
1	Rahbarning fikri	5
2	Mavzuning dolzarbligi va ilmiy asoslanganligi	3
3	Talaba tomonidan mustaqil ravishda ishlab chiqilgan dolzarb g'oya uchun	5
4	Talabaning muammoning hozirgi holati to'g'risida xabardorligi	2
5	Kurs ishining (tarkibining) to'g'ri rejalashtirilishi	2
6	Manbalardan mustaqil foydalanish, ulardan ajratib ko'rsatish va asosiy g'oyalarni tahlil qilish qobiliyati	5
7	Kurs ishida ishlatiladigan hisoblash yoki ilmiy usullarining asoslanganligi	5
8	Mustaqil fikrlash, kurs ishlarini bajarishda talabaning ijodiy yondashuvi.	5
9	Xulosalar va tavsiyalarning asosligi	5
10	Tushuntirish yozuvining matnli materialini izchil va malakali taqdim etilganligi.	3
11	Kurs ishining umumiy mazmuniga rasmiy talablarni bajarilganligi	5
12	Kurs ishining matn qismida materialni taqdim etish ketma-ketligining to'g'riligi	3
13	Kurs ishining matn qismini loyihalash uchun rasmiy talablarning bajarilganligi	5
14	Kurs ishining grafik qismini loyihalash uchun rasmiy talablarni bajarish	5
15	Kurs ishida adabiy manbalardan foydalanish holati	5
16	Ish rejasini bajarish va mavzu bo'yicha ishlarning muntazamligi	3
17	Kurs ishini o'z vaqtida topshirilganligi	2
18	Taqdimot sifati va undan foydalanish darajasi	5
19	Taqdimotda kurs ishining mazmunini ochib berish (tushuntirish) darajasi	5
20	Kursni himoya qilishga tayyorgarlik (tarqatma materiallar, maketlar, plakatlar, ko'rgazmali qurollar, multimedia, axborot texnologiyalari va boshqalarni tayyorlash)	10
21	Komissiya a'zolari tomonidan berilgan savollarga to'g'ri javoblar (har bir to'g'ri javob uchun 3 ball)	9
22	Kurs ishini himoya qilish paytida talaba o'z fikrlarini qanchalik aniq va ravon ifoda eta olganligi	3

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YHATI

1. Штерн М. И. Силовая электроника. Расчеты и схемотехника. –СПб.: Наука и Техника, 2017.-с.
2. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Кваснюк А.А. Силовая электроника. Учебник. –М.: Издательский дом МЭИ, 2016. -с.
3. Бирзниекас Л.В. «Импульсные преобразователи постоянного тока» – М.: Энергия, 2009. -с.
4. Зиновьев Г.С. Силовая электроника. Учебное пособие. –М.: Юрайт, 2015. -с.
5. Muhammad H. Rashid. Power Electronics Handbook. USA: Butterworth-Heinemann, 2017. -s.
6. Москатов Е.А. Силовая электроника. Теория и конструирование. – СПб.: Корона-век, 2013. -с.
7. Полуянович Н.К. Силовая электроника. Учебное пособие. -Т.: ТРТУ, 2005. -с.
8. Barry W. Williams. Principles and elements of power electronics. Devices, drivers, applications and passive components. Glasgow, 2006. -s.

Muharrir: Alimova S.A.

Musahhih: Adilkhodjaeva Sh.M.