

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

"TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH VA
BOSHQARISH VA INFORMATSION TEXNOLOGIYALAR" KAFEDRASI

"MEXATRONIKA" FANIDAN

O'QUV-USLUBIY MAJMUA

Bilim sohasi:	300000	– Ishlab chiqarish texnik soha
Ta'lim sohasi:	310000	– Muhandislik ishi
Ta'lim yo'nalishi:	5311000	– Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish (paxta, to'qimachilik va yengil sanoat)

Ushbu o'quv-uslubiy majmua O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 20____ yil _____dagi _____-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan "Mexatronika" fani dasturi asosida ishlab chiqildi.

Tuzuvchi:

Qodirov D.T. – NamMTI, “TJABIT” kafedrası dotsenti.

Taqrizchilar:

G.Gulyamov – NamMQI, «Fizika» kafedrası professori, fizika-matematika fanlari doktori
H.Abdullayev – NamMTI, «Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish va informatsion texnologiyalar» kafedrası dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi "Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish va informatsion texnologiyalar" kafedrasining 2021 yil _____ №____ - sonli yig'ilisida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri:_____ f.-m.f.d. U.I.Erkaboyev

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi "Avtomatika va energetika" fakul'teti o'quv-uslubiy kengashining 2021 yil _____ №____-sonli yig'ilishida muhokamadan o'tgan va institut o'quv-uslubiy kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Fakultet kengashi raisi: _____ dots. A.A.Mamaxonov

NamMTI o'quv-uslubiy kengashida ishlatishga tavsiya etildi.

«_____»_____2021 yil Bayonnoma № _____

Mundarija

I-Bob. O'quv materiallari.....	
1.1. Ma`ruza mavzulari (Tayanch konspekti).....	
1.2. Amaliy mashg'ulotlari mavzulari.....	
1.2. Tajriba mashg'ulotlari mavzulari	
II-Bob. Mustaqil ta'lim mashg'ulotlari.....	
III-Bob. Glossariy.....	
Ilovalar.....	
a) Fan dasturi.....	
b) Ishchi fan dasturi.....	
c) Tarqatma materiallar.....	
d) Testlar.....	
e) Baholash mezonlarini qo'llash bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar.....	
f) Foydalanilgan adabiyotlar.....	

O'QUV MATERIALLARI

1. «Mexatronika» faniga kirish. Elektromexannk sistemalarning elementlari. «Mexatronika» fanining maqsad va vazifalari, elektromexannk sistemalar

Maqsad: talabalarga “Mexatronika” fanining maqsad va vazifalari, ishlab chiqarishdagi o'rni to'g'risida etarli darajada bilimlarini o'rgatish, ko'nikmalarini shakllantirish.

Reja:

1. Mexatronika fanining maqsadi va vazifalari.
2. Mexatronika tizimining asosiy tushunchalari.
3. Mexatronikaning mashinasozlikda tutgan o'rni.
4. Xulosa.

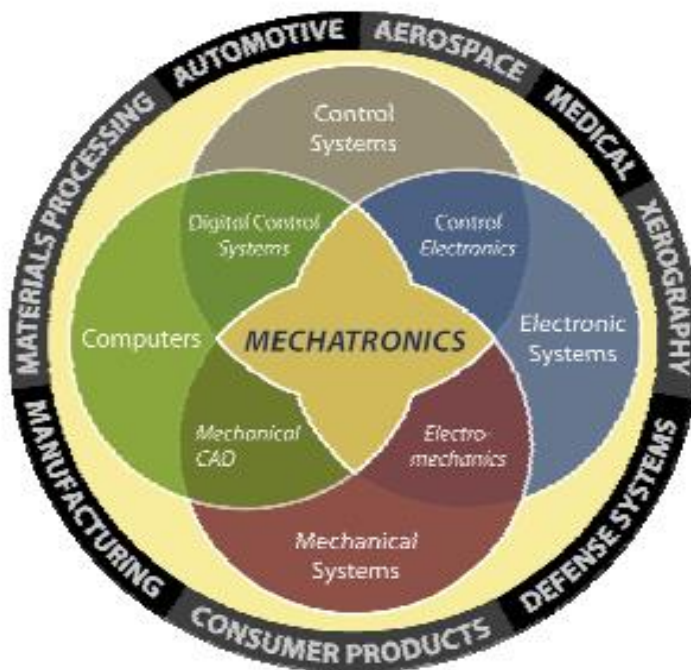
1. Fanni o'qitishdan maqsad, mexanika va elektronika qo'llaniladigan barcha tizim parametrlarini tanlash va tahlil qila olish ko'nikmasini olish, kompyuter dasturlarini qo'llagan holda avtomobildagi mexatronik tizimlarni boshqarish va ularni xisoblash bilimlarini shakllantirish.

Ushbu fanni yana bir maqsadlaridan avtomobildagi mexatronik tizimlarning tarkibiy qismlari va ularni boshqarish, kompyuter dasturlari orqali ularni tahlil qilishni o'rganish va ushbu orqali magistrantlarning ratsional ijodiy mehnatlarini rivojlantirish hamda ularning o'ylash qobiliyatlarini optimallashtirish bo'limlarini o'z ichiga oladi.

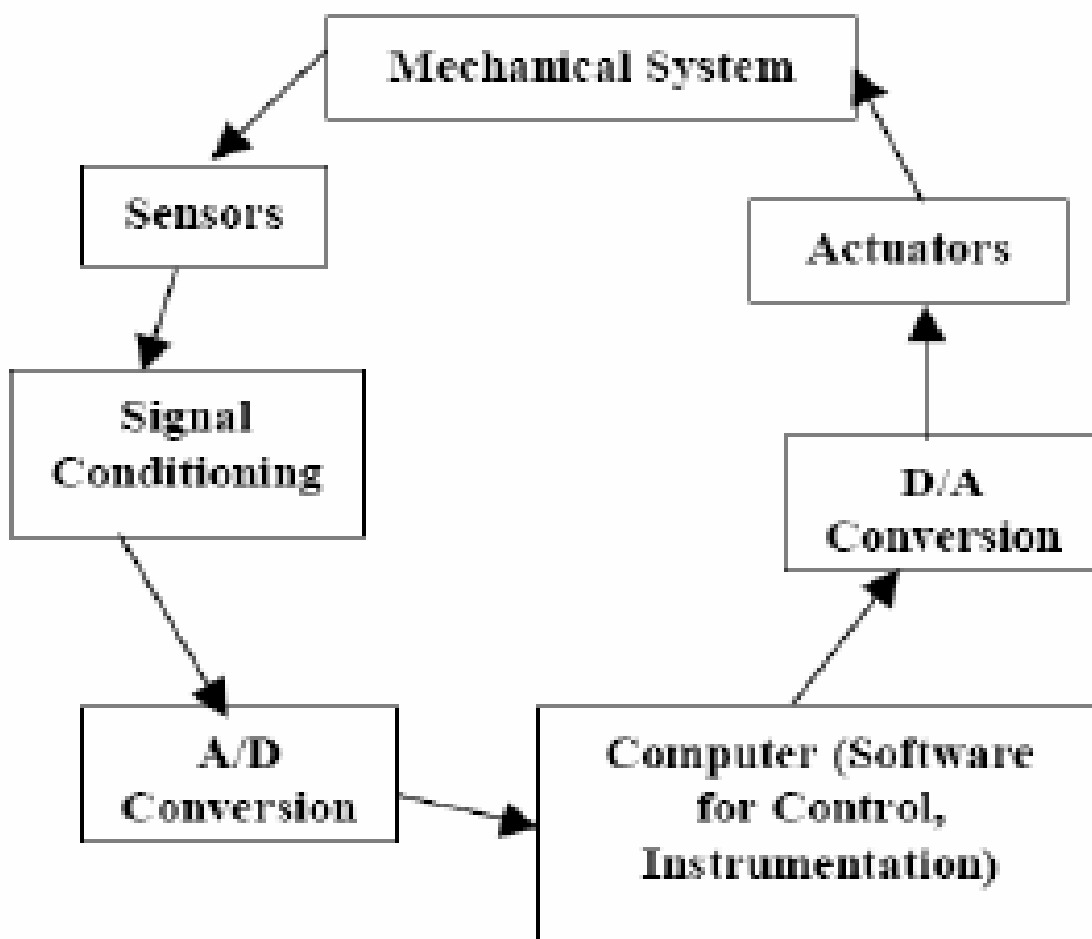
Fanni o'rganish vazifasi talabalarga quyidagilarni o'rgatish:

- avtomobildagi mexatronik tizimlarning xususiyatlari ko'rsatkichlarni hisob asosida aniqlash va ularni boshqarish usullari;
- avtomobildagi mexatronik tizimlarning qo'llash usullarini tanlash;

2. Mexatronika so'zi bu «mexa»- mexanika va «tronika» – elektronika so'zlaridan olingan. **Mexatronika** bu - mexanika va elektronika sohalarini o'z ichiga qamragan bo'lib, mexanik va elektr tizimlarni sensorlar va harakat beruvchilar orqali boshqarishni o'rganuvchi fandır. Bundan tashqari mexatronik tizimlarni ham o'rganadi (1.1., 1.2-rasmlarga qarang).



1.1-rasm. Mexatronik tizim



1.2-rasm. Mexatronik tizimni ishlash jarayoni

3. Mexatronika fanida asosan quyidagi yo'nalishlar chuqur o'rganiladi.

- Mexanika (xarakat beruvchilar)
- Elektronika (elektr tizimlar)
- Boshqarish (kontrol, yuqorida aytilgan tizimlarni boshqarish)
- Injenerlik kompyuter dasturlari (MatLab, LabVIEW)

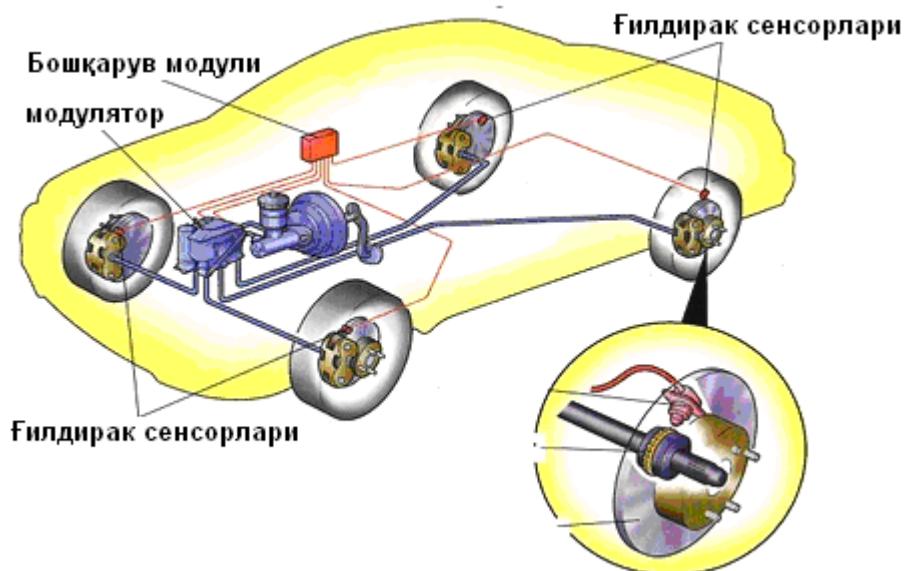
Mexatronika so'zi birinchi marta 1960 yilda Yaponiyada qo'llanilgan, keyinchalik 1969 yildan boshlab Mexanika va Elektronika fanlarining davomi va fan sifatida Yaponiyada tanishtirilgan. Bu tushincha hozirgi kunda Evropa va Amerikada keng miqyosda qo'llanilmoqda. 1990 yillarda mexatronika fani asosida ishlab chiqarishda juda katta yutuqlarga erishila boshlangandan so'ng, bu fan boshqa mamlakatlarda ham asosiy injenerlik fanlaridan biri bo'lib hisoblana boshladi. Xozirgi kunda esa bu fan quyidagi uchta fanning birlashmasi hisoblanadi. (1.3-rasm)



1.3-rasm.

Jumladan, avtomobillarda ishlash tizimini ko'rib chiqaylik.

Elektr va mexanik tizimlarning kompyuter bilan birlashtira olish imkoniyati mexatronikada yaratilishi bilan bu ikki injenerlik sohalari orasidagi chegaralar buzildi. Natijada mexatronika ikki sohani qamragan har qanday sohada qo'llanila boshlandi. Faqatgina elektronika yoki mexanikani o'rganish injenerlikda etarli bo'lmay qoldi. Mexatronika to'liq fan sifatida rivojlangandan keyin avtomobilsozlikda ko'zga ko'rinarli yutuqlarga erishila boshladi. Masalan, mexatronikaning yaqqol natijasi sifatida 1970 yillarning oxirida yaratilib hozirgi kungacha avtomobillarda qo'llanilib kelinayotgan ABS tormoz tizimini ko'rsatish mumkin.



1.4-rasm.

Bunda, g'ildiraklardagi sensorlar, tormoz vaqtida tushadigan bosim xaqidagi ma'lumotni boshqarish (control module) qutisiga uzatish orqali, modulyator (modulator unit) yordamida ularni boshqaradi. Bunda g'ildiraklar bilan qoplama orasidagi emirilish kamaytirilishga erishiladi.

Xulosa. Talabalar mexatronika fani maqsadi, vazifalarini, asosiy tuzilmasini, ishlab chiqarishdagi o'rini etarli darajada bilib oladilar.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Mexatronika qaysi soha yo'nalishlarini o'z ichiga oladi?
2. Mexatronika tushunchasi haqida ma'lumot bering.
3. Mexatronika paxta, to'qimachilik va engil sanoatda qanday rol o'ynaydi?
4. Mexanika Mexatronikada qanday o'rin tutadi?
5. Komp'yuter dasturlari nima uchun qo'llaniladi?

2. Elektromagnit kuch. Elektromagnit kuchlar va ularni Avtomatlashtirish va boshqaruvda ishlatiladigan elektromexanik sistemalar to'g'risida umumiy ma'lumotlar.

Maqsad: Talabalarga mexatronik tizimlarda qo'llaniladigan elektr zanjirlar sxemalarini, nazariy asoslarini o'rganishdan iborat.

Reja:

1. Elektr zanjir va uning elementlari haqida ma'lumot.
2. Zevinin va Norton teoremlari.
3. Krigxofning birinchi va ikkinchi qonunlari.
4. Xulosa.

1. Elektr zanjir deb – manbaa, qarshilik, kondensator, g'altakdan va boshqa komponentlardan tashkil topgan yopiq tizimga aytiladi. Elektr zanjirda manbadan kelayotgan elektr energiya, elektr elementlari orqali mexanik energiyaga aylantirilib beriladi. Umuman olib

qaraganda mexatronik tizimlar va o'lchash tizimlari ma'lum ma'noda elektr komponentlardan tashkil topgan. SHu sababli, elektr zanjirlar va ularni elementlari chuqur o'rganiladi.

Elektr toki deb - elektronlarning tartibli harakatiga aytiladi. Elektronlarni harakatga keltiruvchi fizik kattalikga **elektr energiya** deyiladi. Elektronlardan tashkil topgan elektr maydonning potentsiali esa **kuchlanish (elektr kuchi)** deb ataladi.

Elektr tok kuchi $I(t)=dQ/dt$

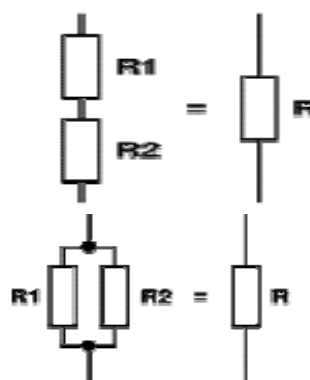
Agar zanjirdagi kuchlanish va tok kuchi o'zgarmas(konstanta) bo'lsa, u holda **o'zgarmas tok** deb yuritiladi. Aksincha, agar tok kuchi va kuchlanish vaqt birligida o'zgaruvchi bo'lsa va sinusoidal bo'yicha o'zgarsa **o'zgaruvchan tok** deb yuritiladi.

Elektr zanjirlarni tuzishda asosan ikki xil ulash usulidan foydalaniladi. **Parallel** va **ketma-ket** ulash usullari mavjud bo'lib, har xil elementlar uchun turlicha hisoblanadi. (2.1, 2.2-rasmlarga qarang)

Qarshiliklar uchun:

Ketma-ket ulash $R_{um}=R_1+R_2$

2.1- rasm.



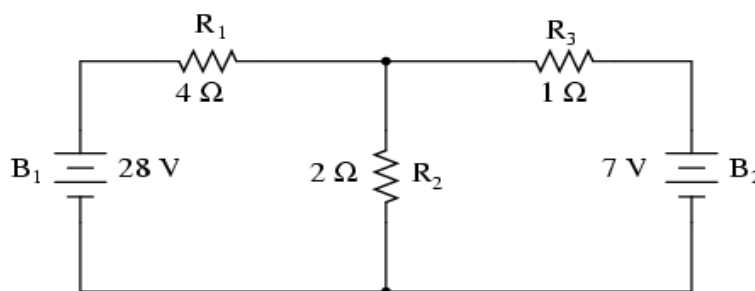
2.2-rasm.

Parallel ulash $R_{um}=1/R_1+1/R_2$

2. Zevinin teoremasi - har qanday murakkablikdagi elektr zanjirni (passiv elementlardan tashkil topgan) bitta ekvivalent kuchlanish manbasiga va bitta yuklangan qarshilikga ketma-ket ulangan qarshilikdan iborat ekvivalent zanjirga almashtirsa bo'ladi.

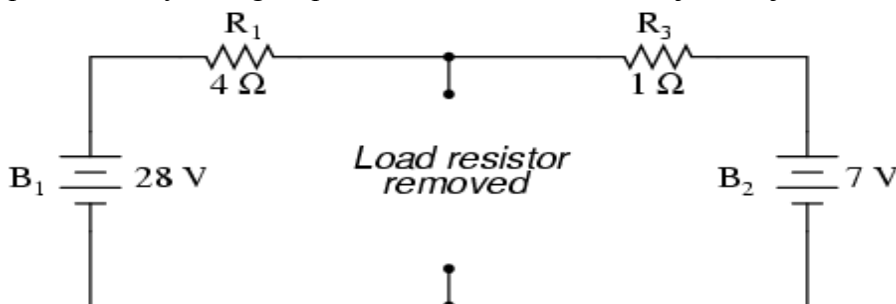
Bunda, manbalar ketma - ket yoki parallel ulangan, qarshiliklar ham xuddi shunday tartibda ulangan bo'lishi mumkin.

Misol: zanjirning berilishi quyidagicha



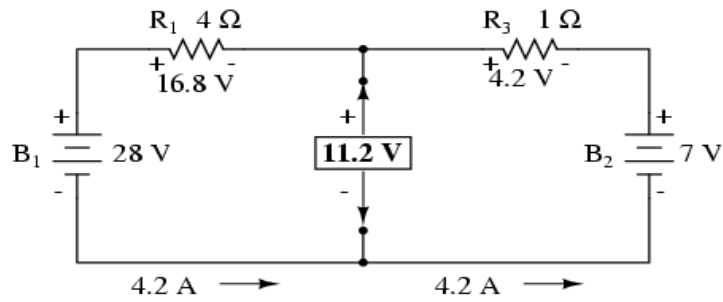
2.3-rasm.

1 chi qadam, bitta yuklangan qarshilik tanlab uni elektr zanjirdan ajratishdan iborat bo'ladi.



2.4-rasm.

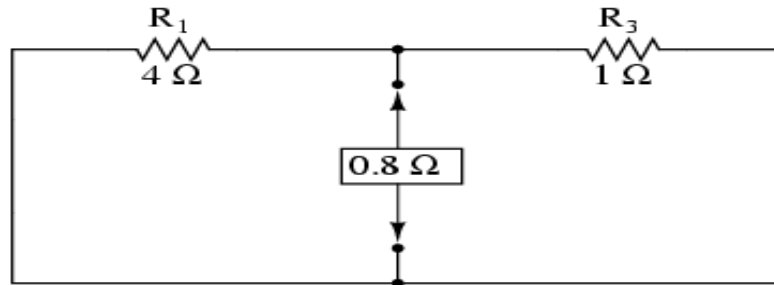
Keyingi qadam zanjirdagi ochiq qolgan qarshilik o'rnini sim bilan ulab, ushbu simga tushadigan va qarshiliklarga tushadigan kuchlanishni topamiz.



2.5-rasm.

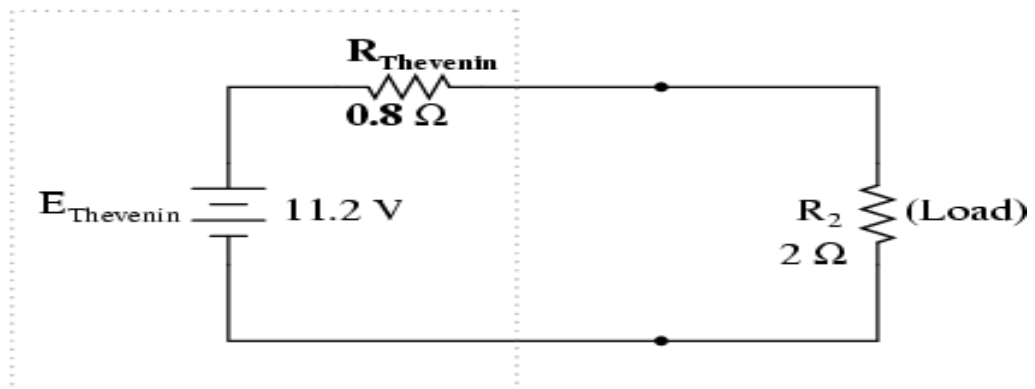
E zevinin = 11.2 V

Zevinin qarshiligini topish uchun esa bu zanjirdan 1 chi va 3chi qarshiliklar, 2chi qarshilik zanjirdan uzulgan holatda p a r a l l e l bo'lishini tushunish etarlidir.



2.6-rasm.

CHunki, sim bilan ulangan holatda 1chi va 3chi qarshiliklar orasida tugun hosil bo'ladi. Zanjirning oxirgi holati quyidagicha namoyon bo'ladi.

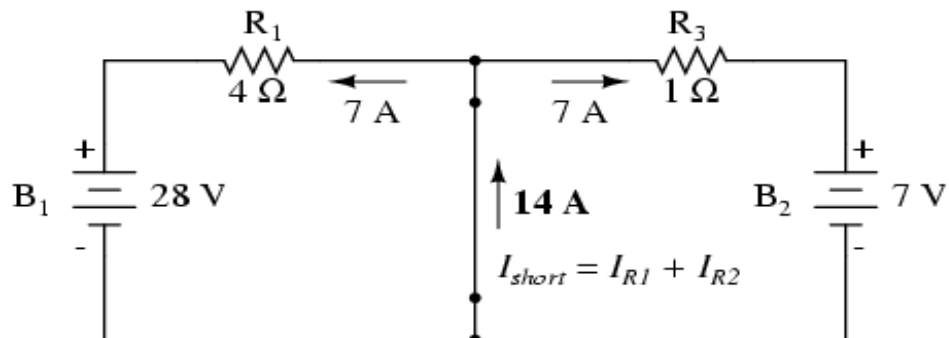


2.7-rasm.

Demak, Zevinin ekvivalent zanjiri berilgan zanjirni soddalashtiribgina qolmasdan uni foydalanishga xam qulaylik yaratadi.

Norton teoremasi - har qanday murakkablikdagi elektr zanjirni (passiv elementlardan tashkil topgan) bitta ekvivalent tok manbasiga va bitta yuklangan qarshilikga parallel ulangan qarshilikdan iborat ekvivalent zanjirga almashtirsa bo'ladi.

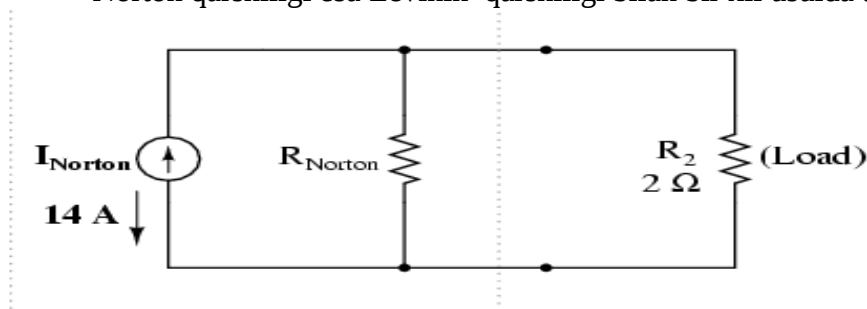
Misol:



2.8-rasm.

Zanjir ko'rinishi quyidagicha bo'ladi.

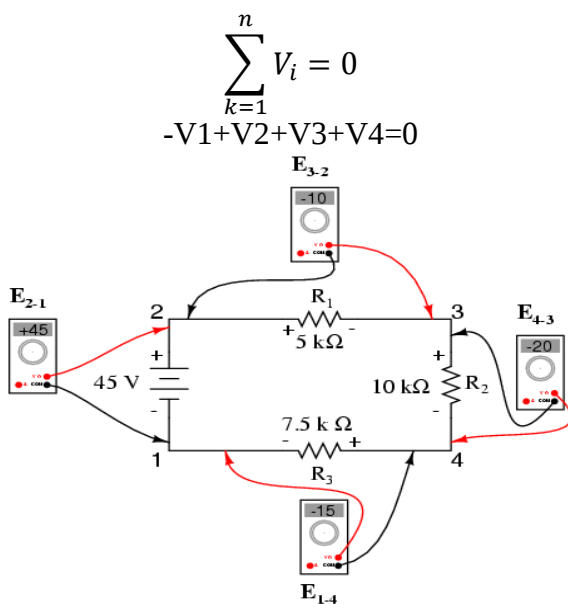
Norton qarshiligi esa Zevinin qarshiligi bilan bir xil usulda topiladi.



2.9-rasm.

3. Zanjirlarning umumiy kuchlanishi yoki tok kuchini hisoblash uchun Om qonuni formulasi etarli emas, chunki bu murakkab zanjirlar aralash holda ulangan. Krigxovning qonunlari esa bu zanjirlarni hisoblashda muxim hisoblanadi. Zanjirning qanday murakkab bo'lishiga qaramasdan, zanjirda tranzistor, diod, operatsion kuchaytirgichlar va mikroprotsektorlar bo'lsa xam Krigxov qonunlari orqali hisoblasa bo'ladi. Quyida biz Krigxovning 2 ta qonunini o'rganamiz.

Krigxovning 1 chi qonuni - yopiq elektr zanjirdagi kuchlanishlarning algebrik yig'indisi 0 ga teng.

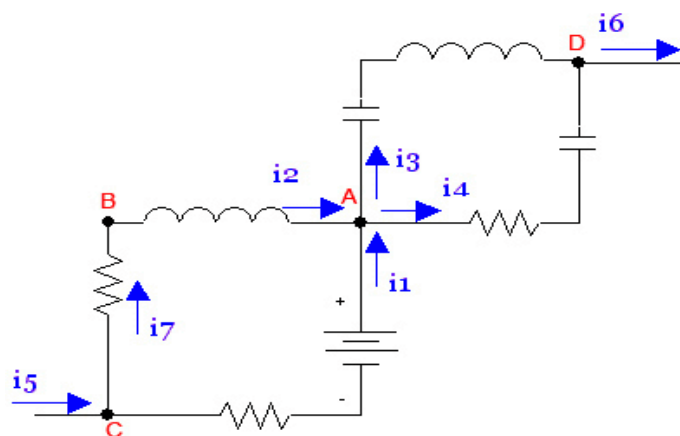


2.10-rasm. Kirgxfonning 1 chi qonuniga sxema

Krigxovning 2 chi qonuni - yopiq elektr zanjirdagi tok kuchlarning algebrik yig'indisi 0 ga teng.

$$\sum_{k=1}^n I_i = 0$$

$$i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + i_5 + i_6$$



2.11-rasm. Krichkovning 2 chi qonuniga mos sxema.

Krichkovning 2 ta qonunida ham eng muhimi bu tok yo'nalishini topib olishdir. Agar tokning yo'nalishi ma'lum bo'lmasa, u holda zanjirning xisobi noto'g'ri chiqishi mumkin.

Xulosa: Talabalar elektr zanjirlarini sxemalarini taxlil qilishi, hisoblash usullarini, nazariy asoslarini bilib oladilar, tegishli malaka va ko'nikmaga ega bo'ladilar.

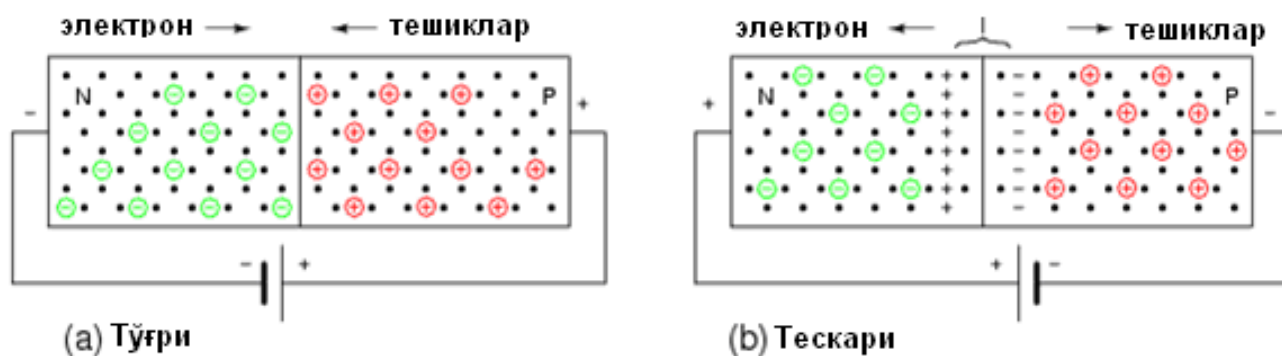
O'z-o'zini tekshirish uchun savollar:

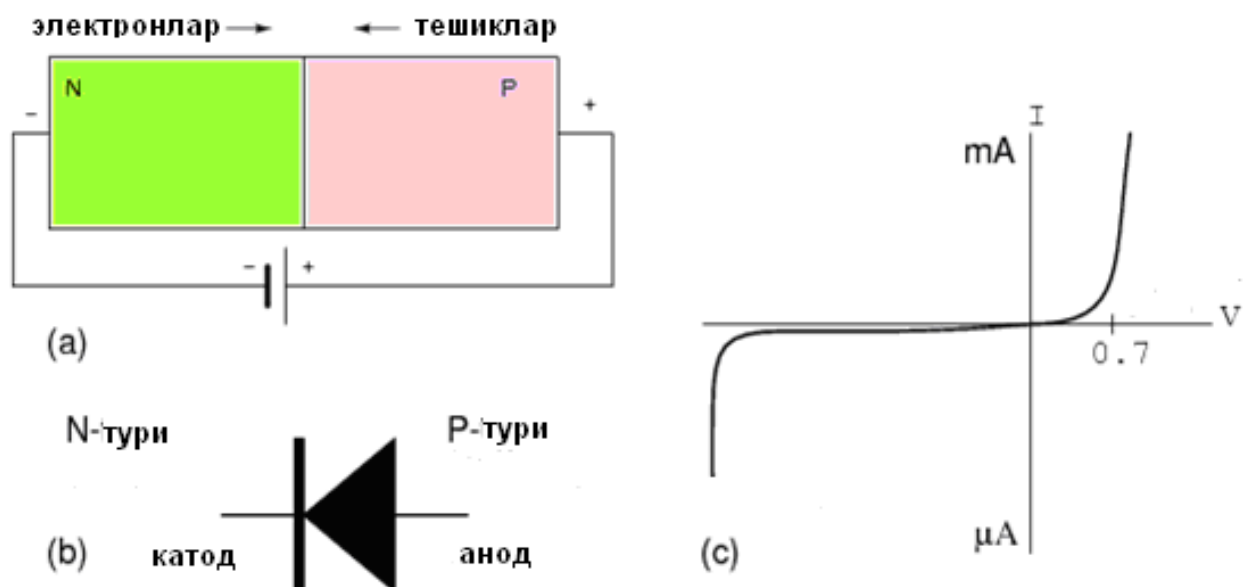
1. Elektr zanjiri deganda nimani tushunasiz?
2. Elektr toki, kuchlanish, qarshilik tushunchalariga ta'rif bering.
3. Zevininni teoremasini tushuntirib bering.
4. Krichkovning birinchi teoremasini tushuntiring.
5. Krichkovning ikkinchi teoremasini tushuntiring.

3. Ishlab chiqarishda elektromexanika. Ishlab chiqarishda elektromexanika sohasidagi respublikamizdagi ijtimoiy-iqtisodiy islohotlar natijalari, hududiy muammolar va fan, texnika va texnologiya yutuqlari.

Maqsad: Talabalarida murakkab mexatronik tizimlarda elektromexanika elementlarini qo'llash, ularni mazmuni, ishlash prinsiplari bo'yicha tegishli bilimlar o'rnatiladi, ularda yetarli malaka ko'nikmalarni shakllantirish asosiy maqsad hisoblanadi.

1. Har qanday metalda juda ko'p sonli elektronlar mavjud. Ular elektr toki bilan uyg'otilgan metal ichida tok tashuvchilarga ya'ni o'tkazgichlarga aylanadi. Elektronlari qattiq bog'langan materiallarga izolyatorlar deyiladi. Izolyator va metal hususiyatlariga ega bo'lgan materiallarga semikonduktorlar deyiladi. Diodlar aynan semikonduktorlardan tashkil topgan bo'ladi. **Diod** deb - elektr tokini bir tomonlama o'tkazib, kuchlanish tushishini oldini oluvchi aktiv elementga aytiladi. Diodlarning ishlash prinsipi ulardagi o'tkazgichlarga bog'langan ya'ni elektron va teshiklarning bir-biriga tortishishiga bog'langan.





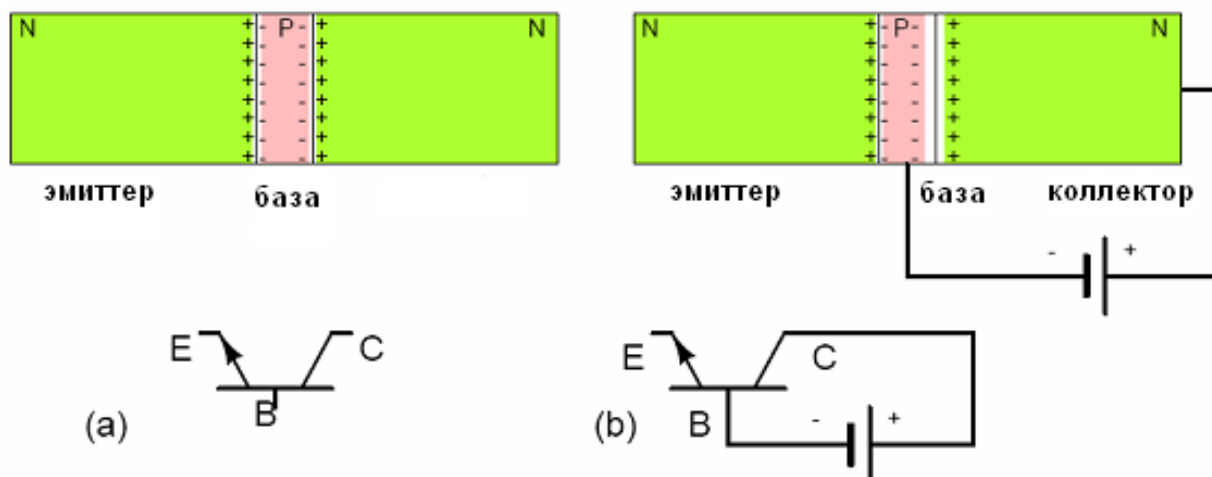
3.1-rasm.

Diodning vazifasi – toklarni boshqarishda ularning bir tomonlama oqishini ta'minlash. Dioddan tok o'ta boshlagandan so'ng undagi teshiklar anod, elektronlar esa katod vazifasini bajara boshlaydi. Undan o'tayotgan tok quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi;

$$I = I_0(e^{\frac{qV_D}{kT}} - 1)$$

Io-qaytma tok

2. Birinchi tranzistorlar 1947 yil Vilyam SHokley va Jon Barden lar tomonidan kashf qilingan bo'lib, 1948 yili rasman e'lon qilingan. **Tranzistor** deb - elektron va teshiklardan tashkil topgan, elektron-teshikli yoki teshik-elektronli tok o'tkazish prinsipiga asoslangan aktiv elementga aytiladi. Tranzistorlarning o'zi ham 3 ta komponentdan tashkil topgan. Bular baza, kollektor va emitter. 4-rasm



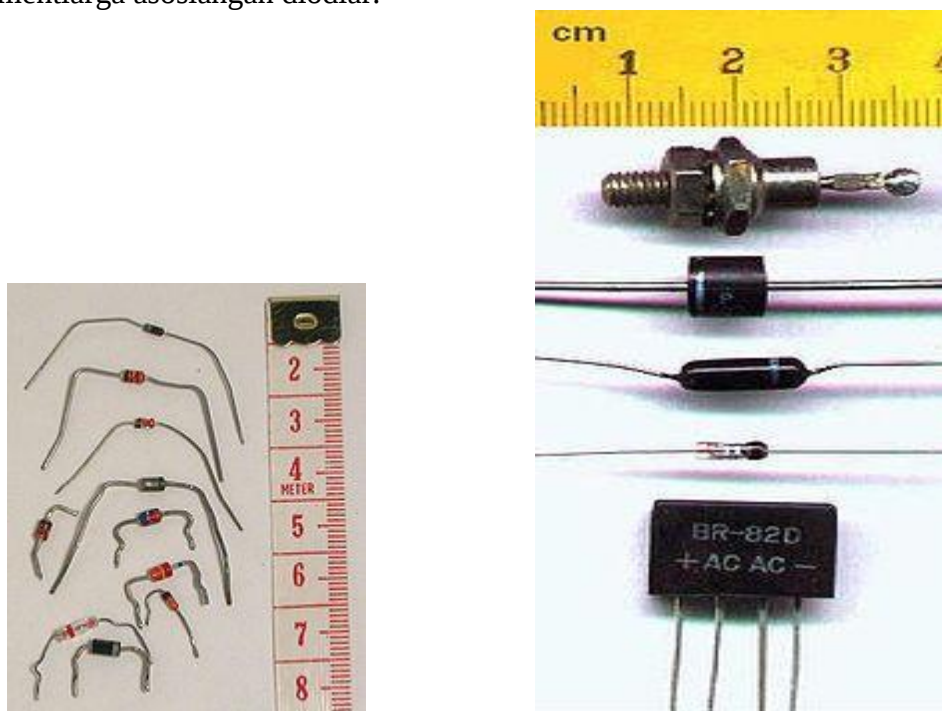
3.2-rasm.

Tranzistorning vazifasi - Bazaga kichkina tok berish orqali undagi elektronlar(teshiklar)ni uyg'otish va ular orqali kollektor va emitterdagi teshiklar(elektronlar)ni harakatini ya'ni ulardan oqib o'tayotgan tokni boshqarishdan iborat.



3.3-rasm.

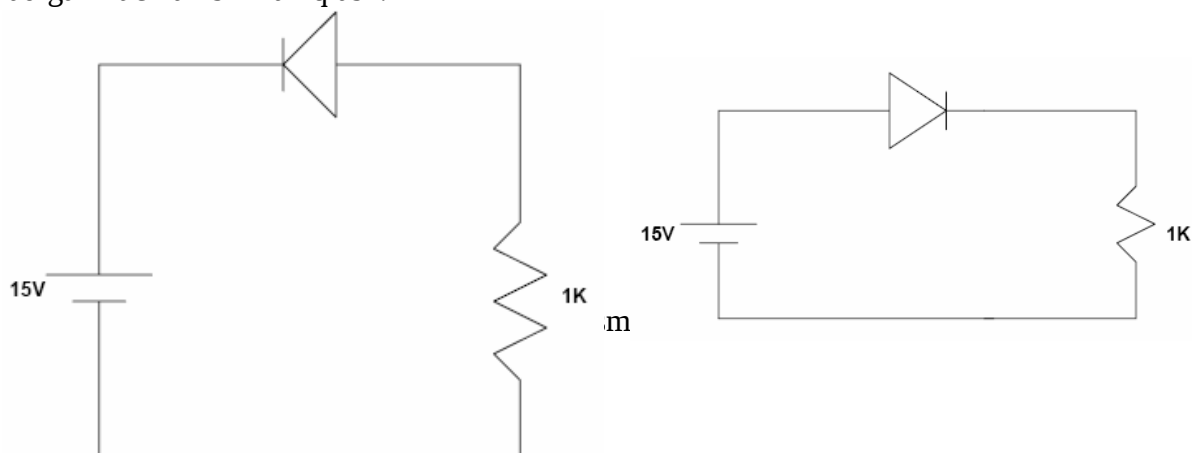
3. Diodlar tarkibi va konduktorlariga qarab 2 turga bo'linadi ya'ni p-n va n-p. Diodning ikkita uchi anod va katod deb belgilanadi. Tok har doim katoddan anod tomon oqadi. Lekin ishlab chiqarilishi va qo'llanish sohalariga qarab bir nechta turlarga bo'linadi. YA'ni, katta kuchlanishlarga mo'ljallangan diod, kichkina signallar uchun diod, yorug'lik chiqaradigan diodlar va raqamli segmentlarga asoslangan diodlar.



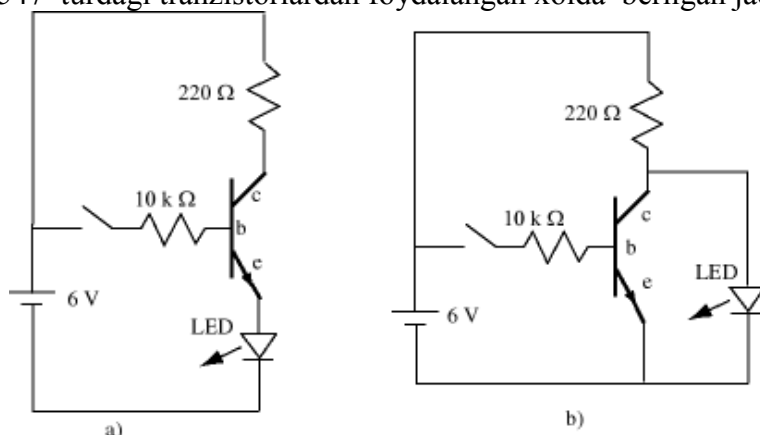
3.4-rasm.

Amaliy tomondan quyidagilarni belgilash muximdir:

- 1) protobord yordamida qarshilik, diod va manbalarni ulab tranzistorga xamda qarshilikka tushadigan kuchlanishni aniqlash.



2) BC546, BC547 turdagi tranzistorlardan foydalangan xolda berilgan jadvalni to'ldiring.



3.6-rasm.

2.1. Har bir zanjirdagi kalit ochiq va yopiq xolati uchun qarshiliklarga tushadigan kuchlanishlar tester yordamida o'lchanadi va jadvalga yoziladi;

2.2. Om qonunidan foydalanib har bir zanjirdagi baza va kollektordan oqadigan tok kuchlarini aniqlang (I_b , I_c);

2.3. Zanjir yopiq bo'lgan xolat uchun tester yordamida U_{ce} ni aniqlang (eng yaxshi tranzistor uchun bu qiymat nolga yaqinlashishi kerak).

	Zanjir a)		Zanjir b)	
kalit	ochiq	yopiq	ochiq	yopiq
yoritkich(LED)				
U_{220} , V				
U_{10k} , V				
I_b , mA				
I_c , mA				
U_{ce} , V				

Xulosa: Talabalar elektr zanjirlarda himoya vazifasini o'tovchi diod va tranzistorlarni tuzilishi, ishlash prinsiplari, qo'llanilish sohalari bo'yicha tegishli bilim va malakalariga ega bo'ladilar.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar:

1. Diod va tranzistor qanday vazifani bajaradi?
2. Diod nima, misol keltiring.
3. Tranzistor nima, misol keltiring.
4. Diod va tranzistor qaerda ishlatiladi?
5. Qanday diod turlarini bilasiz.
6. Har bir zanjirdagi kalit ochiq va yopiq holati uchun qarshiliklarga tushadigan kuchlanishlar qaysi o'lchov asbobi yordamida o'lchanadi?
7. Zanjirdagi baza va kollektordan oqadigan tok kuchlari qaysi qonundan foydalanib topiladi?
8. Kalit ochiq paytida yoritgich yonadimi? Yopiq paytidachi? Nima uchun?

4. O'zgarmas tok ijro dvigatellari. O'zgarmas tok ijro dvigatellari. Konstruksiyasi va ishlash prinsipi. Afzallik va kamchiliklari. Ishlatilish sohalari.

Reja:

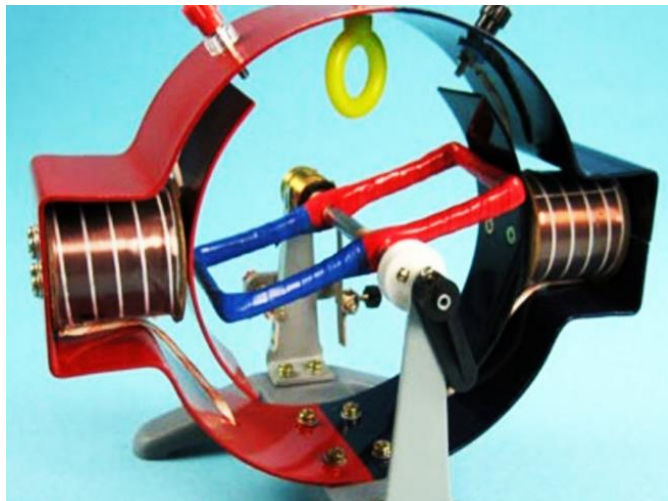
- 1.O'zgarmas tok mashinalari. Ularning turlari.
- 2.O'zgarmas tok mashinalarini ishga tushirish, reverslash, tozmozlash.
- 3.O'zgarmas tok mashinalari. Generator rejimda ishlashi

“Elektr mashinalari va elektromexanik tizimlar” fani – umum kasbiy fanlardan biridir. Ushbu fan texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishning samaradorligini oshirish, mahsulot sifatini yuqori darajaga ko'tarish, xarajatlarni kamaytirish, mehnat sharoitlarini yaxshilash, ishlab chiqarishda xavfsizlik texnikasini ta'minlash, atrof-muhitni muhofaza qilish va boshqa dolzarb muammolarni hal qilishda muhim ahamiyatga ega bo'lib, talabalarga o'z ixtisoslarini nazariy jihatdan chuqur egallashlariga yordam beradi.

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish - texnika taraqqiyotining asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lib, ilmiy tadqiqotlarga tobora kengroq kirib borib, fan va texnikani rivojlantirish uchun yangi imkoniyatlar ochib beradi, shuningdek, inson boshqarishga qodir bo'lmagan yangi, yuqori intensiv jarayonlarni amalga oshirish, tabiatda malum bo'lmagan yangi, samarali materiallarni yaratish imkonini beradi. Bu fanning asoslarini o'zlashtirish hozirgi vaqtda turli sohalarda ishlayotgan mutaxassislarni samarali faoliyatlari uchun zamin bo'ladi.

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish - uzluksiz rivojlanuvchi tizim bo'lib, u ishlab chiqarishning o'ziga xos xususiyatlari va fan-texnikaning ko'pchilik sohalari bilan uzviy bog'langandir. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirishda yuqori samaradorlikka erishishning bevosita sharti - asosiy va yordamchi ishlab chiqarish jarayonlarini mexanizatsiyalash hisoblanadi. Avtomatlashtirishni rivojlantirish jarayoniga quyidagi ko'p sonli qonuniy va tasodifiy omillar ta'sir ko'rsatadi: texnologiya va qurilmaning holati hamda avtomatlashtirishga tayyorgarligi, xomashyo, yarimtayyor mahsulotlar va energetik resurslarning sifati hamda barqarorligi, xodimlarning malakasi, ishchi va mutaxassislar faoliyatini tashkil etish va hokazo.

O'zgarmas tok mashinalari generator va dvigatel` sifatida ishlatiladi. O'zgarmas tok mashinasi ham asoean qo'zg'almas qism — etztor va aylanuvchi qiemi yakor` (rotor) dan tuzilgan (14.1-rasm, *a*). Stator korpusi ichida ayon qutbli magpit (yoki o'zak) lar o'rnatiladi. Qutb o'zaklariga o'ralgan chulg'am q o' z g ' a t i s h ch V l-gami deyiladi. Qo'zg'atish chulg'ami mashinaning asosiy magnig maydonini hosil qilish va uni rostlyash uchun xizmat qiladi. Yakornmng po'lat o'zagi pazlarniga yakor` chulg'ami o'rnatiladi.



1-rasm. O'zgarmas tok dvigateli

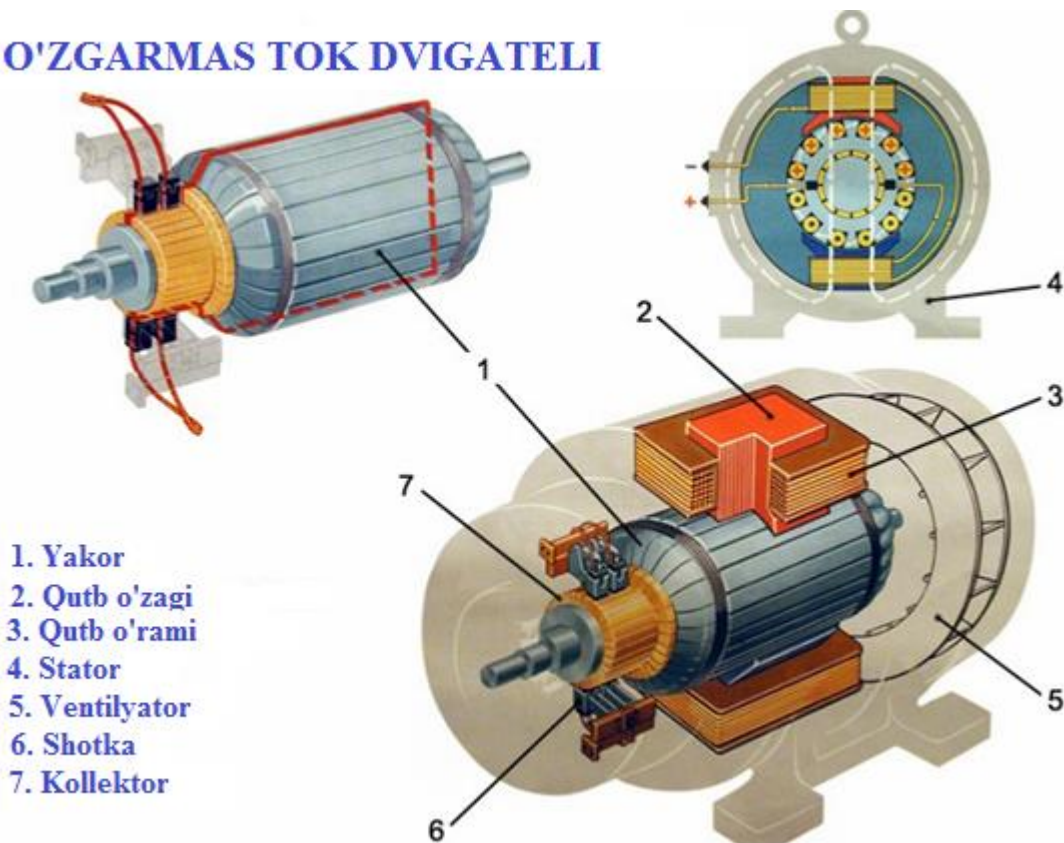
Eng oddiy o'zg'armas tok generatorining tuzilishi 14.1-rasmda ko'rsatilgan. Unda magnit qutblari orasida joylashgai, erkin aylanadigan, po'lat silindrga bir o'ram mis' sim (yakor`) o'rnatilgan. Yakor` o'ramininguchlari ikkita yarim halqaga ulangan. Yarim halqalarda ikkita qo'zg'almas cho'tkalar (A va V) sir-panadi. Yarim halqalar o'ram simi bilan birga aylanadi. Ana shu yarim halqalar o'zgarmas tok mashinasining k o l l e k t o r i deyiladi. Real mashinalarda kollektor bir-biridan izolyaiiya-langan juda ko'p mis plastinkalardan iborat. Silindr aylzn-tirilsa, yakor` simlarida, zlektromagnit induksiyasi qonuni asosida, EYuK hosil bo'ladp. Bunda simlar ikki xil magnit qutblari tagidan o'tgani uchun, ularlagi EYuK

ning yo'nalishi o'zgaradi. Lekin cho'tkalarga ulangan tashqi zanjirdan o'zgaras tok o'tadi. A cho'gka musbat, V cho'tka manfiy qutbga ega bo'ladi. Yakor' 180° ga burilganda o'ram simlarida EYuK ning yo'nalishi o'zgaradi, lekin cho'tkalar qutbi, shuningdek, tashqi zanjirle tok yo'nalishi o'zgarmaydi. Chunki, uram simlarida EYuK ning yo'nalishi o'zgarganda cho'tkalar sirpanadigan yarim xizlqalar almashadi. Demak, kollektor o'zgaruvchan tokni (EYuK ni) uning yo'nalishini o'zgartirmasdan fakat qiymatini o'zgartiradigan tsikka aylantiruvchi mexanik to'g'rilzgich ekan.

Endi real o'zgaras tok mashinasining ishlashi bilan tani-shamiz. Mashina generator sifatida ishlashi uchun uning yakori qandaydir birlamchi dvigatel' yordamida aylanti-rilishi lozim. Yakor' simlari magnit maydonida aylanganda qiymati $e = VI$ bilan aniqlanadigan EYuK hosil bo'ladi.

Demak, yakor' chulg'ymida hosil bo'ladigan EYuK ning qiymati

O'ZGARMAS TOK DVIGATELI



1. Yakor
2. Qutb o'zagi
3. Qutb o'rami
4. Stator
5. Ventilyator
6. Shotka
7. Kollektor

2-rasm O'zgaras tok dvigateli umumiy tuzilishi.

qutb o'zagi bilan yakor' orasidagi havo oralig'idagi magnit induksiya qonuniyati bilan aniqlanar ekan. Mashina ishlaganda yakor' chulg'amida o'zgaruvchan EYuK hosil buladi. Sinusoida qonuni bo'yicha o'zgaradigan EYuK olish uchun havo oralig'ida magnit induksiya shu qonun bo'yicha tarqalishiga erishish lozim. Buning uchun magnit qutblari uchiga, ya'ni qutb boshmoqlariga ma'lum shakl beriladi: qutblar markazida havo oralig'i kichikroq, chegarlarida esa kattaroq bo'ladi. Umuman, magnit kuch chiziqlari qutb boshmoqlaridan chiqib yakor' sirtiga tik yo'naladi. Bunda magnit induksiya qutblar markazida $V = -V_g$ va chetida, ya'ni OO' neytral chiziqda $V = 0$ bo'ladi. Yakor' chulg'ami simlari qutblar markazida bo'l-ganda ularda EYuK maksimal qiymatga erishadi, neytral chiziq-da bo'lganda nolga teng bo'ladi.

Yakor' chulg'ami simlarida hosil bo'ladigan EYuK ning yo'nalishi sim qaysi qutb tagidan o'tayotganiga bog'liq. Bir xil magnit qutblari tagidan o'tayotgan chulg'am simlarida EYuK ning yo'nalishi bir xil bo'ladi. Ikki qutbli o'zgaras tok mashinasining elektromagnit sxemasi 14.2- rasm, da ko'rsatilgan.

Mashinada har bir magnit qutbi tagidan o'tayotgan simlar soni bir xilda qoladi. Yakor' chulg'amida hosil bo'ladigan EYuK sirpanadigan kontaktlar orqali tashqi zanjirga beriladi. Aylantiruvchi kollektor plastinkalari va qo'zg'almas cho'tkalar sirpanadigan kontakt hosil qiladi. Yakor' chulg'ami simmetrik va berk zanjirli qilib tayyorlanadi. Agar cho'tkalar geometrik neytralda o'rnatilsa (tashqi nagruzka ulanmaganda), ular orasida 0 kuchlanish hosil bo'ladi. Bu kuchlanish yakor' chulg'ami-ning har bir yarmida hosil bo'ladigan EYuK ga teng. Agar cho'tkalardan chiqarilgan simlarga (klemmalarga)

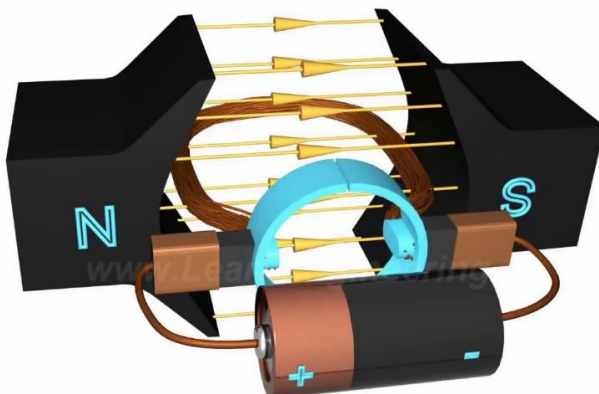
iste'molchi ulansa, yakor' chulg'amidan o'zgaras tok o'tadi, u yo'nalishi bo'yicha EYuK yo'nalishida bo'ladi. Yakor' chulg'amida bu tok chulg'amning parallel shoxobchalaridan ikkiga bo'linib (g_a toklari) o'tadi. Uzgarmas tok mashinasida kollektorning har bir qo'shni juft plastinkalariga yakor' chulg'amining bir bo'lagi (seksiyasi) ula-nadi. Chulg'am bo'lagi bir yoki bir necha o'ramdan iborat bo'lishi mumkin. Mashina generator sifatida ishlaganda kollektor va uning sirtida sirpanadigan cho'tkalar mexanik to'g'rilagich vazifasini o'taydi.

Mashina dvigatel' sifatida ishlaganda uning yakor' va qo'z-g'atish chulg'amlari o'zgaras tok manbaiga ulanadi. Qo'z-g'atish chulg'ami toki mashinaning asosiy magnit maydonini hosil qi-ladi. Yakor' chulg'ami tokining magnit maydonini asosiy magnit maydon bilan o'zaro ta'siri natijasida yakor' chulg'ami simla-riga elektromagnit kuchlar ta'sir etadi va bu kuchlar aylanti-ruvchi moment hosil qiladi. Shu asosda dvigatel' elektr ener-giyasini mexanik energiyaga aylantirib beradi. Bunda kollek-tor va cho'tkalar chastota o'zgartirgich sifatida ishlaydi va o'zgaras tok manbaini o'zgaruvchan tok hosil bo'ladigan yakor' chulg'ami bilan bog'laydi. Umuman, yakor' chulg'ami bilan tashqi zanjirni o'zaro bog'lovchi kollektor va cho'tkalarining bo'lishi o'zgaras tok mashinalariga tegishlidir.

O'zgaras tok mashinasining tuzilishi Stator. Mashinaning statori korpusdan (staninadan) (14.2-rasm) va uning ich tomoniga o'rnatilgan asosiy va qo'shimcha magnit qutblaridan tuzilgan. Magnit qutblarida qo'z-g'atish chul-g'amlari bo'ladi. Korpusning yon tomonlarida podshipnik shchit-lari mahkamlanadi. Mashina ishlaganda korpus materiali orqali magnit oqni o'tadp. Demak, korpus mashina magnit zanjirining bir qismi hisoblanadi. Shuning uchun ma-shina korpusi magnit kirituvchanligi katta bo'lgan maxsus po'-latdan tayyorlanadi. Kichik va o'rtacha quvvatli mashinalarda po'-latdan yaxlit qilib quyib, katga quvvatli mashinalarda bir necha bo'laklardan yng'ib tayyorlanadi. Mashinaning asosi stani-ia bilap yaxlit (quyma) holda tayyorlanadi yoki unga payvandla-naai. Staninaning ust tomonida ko'tarish uchun maxsus halqasi bo'ladi. Asosiy magnit qutblar. Asosiy magnitqutblarstani-na ichiga boltlar bilan mahkamlanadi. Qutblarning po'lat o'zagi(4) elektrotexnika po'lagidan maxsus shaklda shtamp lab (3) tayyorlapadi. Qutb boshmog'i magnit maydonining tekis tarqalishi uchupxizmat qiladi. Uyurma toklarni kamaytirish maqsadnld asosiy qutblarning pulat o'zagn 0,5—2 mm qalinlikdagi nlastinkalardan yig'iladi, so'ngra nresslab, shpil'kalar bilap tortib mahkamlanadi. Asosiy magnit qutblariga qo'z-g'atish chulgamlari (2) o'rnatiladi.

Q o ' s h i m c h a q u t b l a r . Qo'shimcha qutblar stator ichida asosiy qutblar orasiga o'rnatiladi. Ko'shimcha qutblar quvvati 1 kVt dan katta bo'lgan mashinalarda kommutasiyani yaxshilash, ya'ni cho'tkalardan uchqun chiqishini kamaytirish maqsadida o'rnatiladi. Qo'shimcha qutb po'lat o'zak 4 va chulg'am 2dan nbo-rat. Qo'shimcha qutblar chulgami yako.r' chulg'ami bilan ketma-ket ulanadi; shunpng uchun chulg'am simining ko'ndalang kesim yuzasi mashnnaning nomynal tokiga mo'ljallangan bo'ladi. Qo'shimcha qut.6 o'zagi ayrim yunqa plastinkalardan yig'ib yoki quyib yaxlit qilib tayyorlanadi. Qo'shimcha qutbde magiit induksiyasi kichkina bo'ladi, unda uyurma toklar deyarli hosil bo'lmaydi.

Shunday qilib, dvigatel' ishlaganda tarmoqdan elektr ener-giyasi olib uni mexanik energiyaga aylantirib beradi. Dvigatel' ishlaganda yakor' chulg'ami magnit maydonida aylanadi. Demak, yakor' chulg'amida yo'nalishi „o'ng qo'l" qoidasi bilan aniqlana-digan EYuK hosil bo'ladi. Bu EYuK o'zgaras tok generatorining yakori chulg'amida hosil bo'ladigan EYuK dan farq qilmaydi. O'z-garmas tok dvigatelida bu EYuK yakor' toki I_a ga teskari yo'-naladi va uni t e s k a r i EYuK deyiladi.



3-rasm Eng oddiy o'zgaras tok generatorining prinsipial sxemasi.

Bunda N va S qutblarning magnit maydonida silindr shaklidagi po'lat o'zakka o'rnatilgan bir o'ramdan iborat o'tkazgich soat milining yo'nalishiga teskari tomonga n chastota bilan aylantiriladi. O'tkazgichning uchlari valga o'rnatilib, izolyasiyalangan ikkita halkaga tutashtiriladi va demak, halkalar ham o'tkazgich

bilan bir xil chastotada aylanadi. Halqalar ustiga qo'zg'almas cho'tkalar o'rnatilgan bo'lib, ularga tashqi yuklama ulanadi. Bunday generatorning shimoliy qutbi ostidagi o'tkazgichda hosil bo'lgan e. yu. k. yo'nalishi b dan a ga, janubiydagisida d dan c tomon bo'ladi. Demak, e. yu. k. dan hosil bo'lgan tok ham, xalka $1'$ dan cho'tka 1 tomonga, tashqi yuklamada esa cho'tka 2 dan xalka $2'$ tomonga yo'nalgan bo'ladi.

Generatordan chikdan tokni tashqi zanjirga uzatuvchi chutka 1 ni musbat, tashqi zanjirdan utuvchan tokni generatorga qaytarib beruvchi chutka 2 ni manfiy potensialga ega deb qabul qilinadi va ularni tegishlicha (+) xamda (-) belgilar bilan ko'rsatiladi (14.3-rasm). Generator o'tkazgichi aylantirilib, 180° ga burilganda uning ab va cd tomonlari o'zaro o'rinlari bilan almashadi. Bunda musbat potentsialli chutka manfiy, manfiyligi esa musbatga aylanib, yuklamadan o'tayotgan tok o'z yo'nalishini o'zgartiradi.

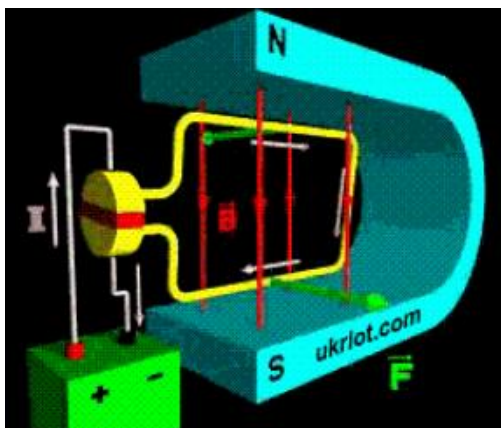
Shunday qilib, $abcd$ o'tkazgich va tashqi yuklamadan iborat yopiq zanjirda o'zgaruvchan e. yu. k. va tok xosil bo'lib, o'tkazgichning bir marta to'da aylanishida ular o'z yo'nalishini ikki marta o'zgartiradi. O'zgaruvchan e. yu. k. va, demak, tokning o'zgarish egri chizig'i magnit kugblarining shakliga bogliq bo'ladi. Amalda, generator o'tkazgichlarida hosil qilingan e. yu. k. sinusoidaga yaqin shaklda bo'ladi. Buning uchun o'tkazgich o'rnatilgan po'lat silindr atrofidagi magnit kuch chiziqlari 14.3-rasmda ko'rsatilgandek taqsimlanishi lozim.

Haqiqatan, o'zgarmas chastota bilan aylantirilayotgan generatordagi e. yu. k. ning oniy qiymati $e = Blv$; $B = const$ bo'lgani uchun uning o'zgarish qonuni ham magnit induksiya V ning taqsimlanishiga bog'likdir.

Qutblarning o'rtasida magnit induksiyaning qiymati $B = B_{max}$ bo'lib, ikki qutb oralig'ining o'rtasida esa $V = 0$ bo'ladi (14.3-rasm).

Generatorda xosil bo'lgan o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantirish uchun kollektordan foydalaniladi.

Eng oddiy kollektor sifatida misdan yasalgan va bir-biridan izolyasiyalangan ikkita yarim xalkadan foydalanish mumkin. Demak, 14.1-rasmdagi o'tkazgich uchlarini ikkita halqa o'rniga ikkita yarim halqalarga ulansa, u holda eng oddiy o'zgarmas tok generatorining prinsipial sxemasi olinadi. Bunda ham yarim halqalar valga undan izolyasiyalangan holda o'rnatilib, ular val va demak, o'tkazgich bilan bir xil chastotada aylanadi.



4-rasm O'zgarmas tok generatori

Shunga kura, $abcd$ o'ramda ilgarigidek o'zgaruvchan e. yu. k. hosil qilinadi, ammo kollektor bo'lgani sababli cho'tkalar o'zgarmas potentsiallarga ega bo'lib qoladi.

Xaqiqatan, binoan chutka 7 yarim halqa T bilan kontakt hosil qilib musbat potensialga ega bo'lsa, o'tkazgich aynalanib 180° ga burilganida xam chutka 1 yarim xalka 2 bilan ula-nib, yana musbat potensialga ega bo'lib krladi.

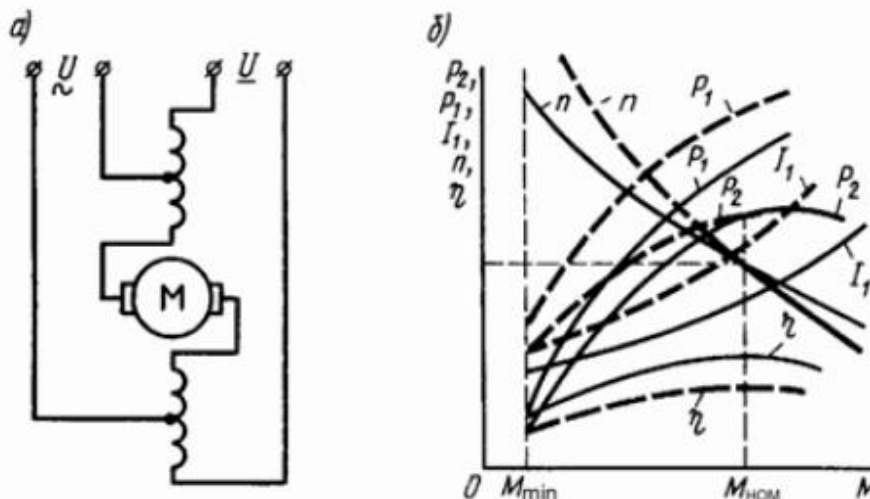
Demak, $abcd$ o'ramda o'zgaruvchan e. yu. k. va tok hosil bo'lishiga qaramay, tashqi yuklamadan o'tadigan tok faqat bir xil yo'nalishda bo'lib, uning qiymati o'zgarib (pul'sasiyalanib) turadi (16.4-rasm, a). Tok pul'sasiyasini kamaytirish uchun generator chulg'aming o'ramlari sonini va, demak, kollektor plastinkalari (yarim halqalar) sonini ko'paytirish lozim.

14.4-rasmda ikki o'ramdan iborat o'tkazgich va to'rtta kollektor plastinkasi bo'lgan generatordan olingan tok grafigi ko'rsatilgan. Bunda tok pul'sasiyasi 16.4-rasm, a dagiga nisbatan keskin kamayadi.

Normal tipli o'zgarmas tok mashinalaridagi kollektor plas-tinkalarining soni $50 \dots 80$ ta bo'lib, ulardan olinadigan tokning qiymati deyarli o'zgarmas bo'ladi. Kuzatish sistemalarda hisoblash texnikasida va avtomatika qurilmalarida elektr signallarni mexanik harakatga aylantirishga xizmat qiladigan ikki_fazali

asinxron dvigatellar keng tarqalgan. Bunday ijrochi dvigatellar barcha ish rejimlarida boshqarish mumkinligi, mexanik va rostlash xarakteristikalarining chiziqli bo'lishi, shovqin chiqarmaslik, tez harakatlanuvchanlik kabi talablar qo'yiladi.

Kichik quvvatli ikki fazali asinxron dvigatellar (quvvati vattning bir necha ulushlaridan necha yuz vattgacha) stator ichki sirtining yarmini egallagan va o'zaro 90° burchakka siljigan ikkita chulg'amga ega bo'ladi. Chulg'amlardan biri doimo bir fazali tarmoqqa ulangan bo'lib, pul'sasiyalanuvchi magnit maydon hosil qiladi va **uyg'otish chulg'ami** deb ataladi. Boshqa chulg'amga esa boshqarish qurilmasidan boshqaruvchi signal berilib, aylantiruvchi maydon hosil qilinadi. Bu cho'lg'am **boshqarish cho'lg'ami** deyiladi. Boshqarish cho'lg'amidagi kuchlanishni uch xil amplitudali, fazali va amplituda fazali usulda o'zgartirish mumkin (15.1-rasm). Amplitudali boshqarishda uyg'otish kuchlanishi U_y o'zgartirilmaydi, boshqarish kuchlanishi U_b esa rostlanadi. Kuchlanishlar orasidagi faza siljishi esa 90° bo'lib qolaveradi. Ijrochi dvigatelning rejimlarini tadqiq qilishni osonlashtirish uchun boshqaruvchi signal ko'effisienta tushunchasini kiritamiz:



-rasm O'zgaras tok dvigateli tarmoqqa ulash sxemasi

amplitudali boshqarishda
$$K = \frac{U_b}{U_y} \quad (15.1)$$

fazali boshqarishda
$$K = \sin \beta \quad (15.2)$$

Signal ko'effisienta mashinaning magnit maydonini xarakterlaydi. Chunonchi, $K=0$ bo'lganda pul'sasiyalanuvchi maydon, $K<1$ bo'lganda ekliptik shaklda aylanuvchi, $K=1$ bo'lganda esa aylanma magnit maydoni hosil bo'ladi.

Yuqorida ko'rilgan kondensatorli bir fazali asinxron dvigatelni ijrochi dvigatel' sifatida ishlatish mumkin emas, chunki yurgizish cho'lg'amidagi boshqarish kuchlanishi uzilgandan keyin ham rotor pul'sasiyalanuvchi magnit maydoni tufayli aylanishini davom ettirishi mumkin, ya'ni dvigatel' o'z-o'zidan ishlashi mumkin. Natijada uni boshqarish mumkin bo'lmay qoladi. Binobarin, dvigatelni boshqarish imkoniyati bo'lishi va bir fazali rejimda qolish uchun $M_{tesk} > M_{to'g'}$ bo'lishi kerak. O'z-o'zidan ishlab ketish sharti

quyidagicha

$$M_{nat} = M_{to'g'} - M_{tesk} \quad (15.3)$$

Mexanik xarakteristikalari buyicha uz-uzidan ishlamaslik shartini xisobga olgan xolda quyidagicha yozish mumkin:

$$M_{to'g'}(S) \leq M_{tesk}(2-S) \quad (15.4)$$

Agar $S_{kr} > 1$ bo'lsa (4) shart bajariladi Ijrochi dvigatellarda $S_{kr} = 1,1 - 1,2$ bulganda uz-uzidan ishlashning oldini olish mumkin. Bunday shart rotor sterjenlarining aktiv qarshiligi katta bulgan qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatellarda bajarilishi mumkin. Bunday „olmaxon xalqali“ rotor eterjenlari solishtirma qarshiligi kagta bulgan metallar (jez, bronza) dan kundalangkesim yuzasi kichik qilib yasaladi

Rotor cho'lg'amining aktiv qarshiligi katta bulgan bir fazali asinxron dvigatelning mexanik xarakteristikasi 1-rasmda ko'rsatilgan. Sirpanish $0 < S < 1$ oraliqda o'zgarganda „teskari“ maydon momenti „to'g'ri“ maydon momentidan katta bo'ladi, natijada dvigatel' bir fazali ish rejimida tuxtay-di va uz-uzidan

ishlamaydi. Ikki fazali rejimda esa, bosh-karuvchi kuchlanish ta'sir etganda mashinada aylanma magnit maydoni xosil buladi va tormoz rejimida, ya'ni $Skr > 1$ bulganda mashina maksimal momentga erishadi. Bunday dvigatel' aylanish tezligining barcha oraligida barkaror ishlaydi, ammo rotorning massasi tufayli katta inersiya momenti yuzaga keladi va ijrochi dvigatelning tezkorligi kamayadi.

Rotori nomagnit yumshok. metall (alyuminiy qotishmasi) 1 dan kovak silindr shaklda yasalgan dvigatellar yaxshi xususiyatga buladi. Bunday dvigatelning statori ikki qismdan iborat buladi tashqi kismi pulatdan kovak silindr 2 shaklda, ichki kismi esa ogir pulatdan silindr 3 shaklda yasaladi. Statorning ikkala qismi ham permaloy yaproqchalarda» yig'ilgan bulib, stator cho'lg'ami tashqi yoki ichki uzakda, yoki xam tashqi, xam ichki uzakda joylashtiriladi. Kichik inersiyali nomagnit rotor 1 val 4 ga urnatilgan buladi. Stator cho'lg'amlaridan tok o'tganda aylanma magnit maydoni hosil bulib, rotorda EYuK induksiyalanadi. Bu EYuK rotorda aylanma magnit maydoni bilan uzaro ta'sirlashuvchi uyurma tok xosil qiladi Natijada aylantiruvchi aktiv qarshiligi ancha kupayadi. Ijrochi asinxron dvigatel' rotorining aylanish yunalishini uzgartirish (reverslash) uchun amplitudali boshqarishda signal fazasini 180° ga uzgartirish, fazali boshqarishda esa uygotish kuchlanishi U_y ning fazasidan boshqarish kuchlanishi U_b ning faza jixatdan ilgarilab ketishini ta'minlash kerak (agar reverslashdan oldin boshqarish kuchlanishi faza jihatdan U_u dan kechikkan bulsa).

Avtomatika kurilmalarida ikki fazali asinxron dvigatellardan aylanma xarakatdagi mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantiruvchi asbob, ya'ni mexanizmlar ukining aylanish tezligini ulchash uchun ishlatiladigan taxogenerator sifatida foydalanish mumkin.

Taxogeneratorning xarakteristikasi chizikli bulib, undagi chikish kuchlanishi bilan aylanish tezligi orasidagi bolqlikni ifoda etadi, ya'ni

$$U = K * n \quad (15.5)$$

Asinxron taxogeneratorning tuzilishi kovak rotorli ijrochi dvigatelning tuzilishi bilan bir xildir. Statoridagi bitta cho'lg'am uyg'otish chulg'ami xisoblanib, manbaaga ulanadi. Ikkinchisi generator yoki chikish chulg'ami hisoblanib, nagruzkaga yoki indikatorga ulanadi. Chastotasi f bo'lgan tarmoq toki uygotish chulg'amidan oqib o'tib, pul'sasiyalanuvchi magnit maydonini hosil qiladi. Pul'sasiyalanuvchi maydonning o'qi uygotish cho'lg'aming o'qi bilan mos tushadi. Qo'zgalmas rotorda ushbu magnit maydoni transformator EYuK va toki deb ataluvchi e_t va i_t ni induksiylaydi. Rotorning aktiv qarshiligi katta bo'lgani tufayli faza jihatdan e_t bilan mos tushadi va rotorni magnitlovchi kuch F'_r transformatoridagi kabi pul'sasiyalanuvchi magnit oqimi yo'nalishi bo'yicha ta'sir etadi.

Uyg'otish cho'lg'amiga nisbatan 90° siljitib joylashtirilgan generator (chiqish) cho'lg'amida F_u oqimni EYuK induksiylamaydi va chiqish kuchlanishi nolga teng bo'ladi Rotor p tezlik bilan aylantirilganda unda transformator EYuK idan tashqari, aylanish EYuK e_v ham induksiylalanadi va aylanish toki i_v hosil bo'ladi.

Rotordagi toklar kundalang o'q bo'yicha yo'nalgan magnitlovchi kuch F''_p va oqim F_p hosil qiladi. Generator (chiqish) cho'lg'amida bu oqim EYuK induksiylaydi:

$$E_r = 4,44 f_1 \omega_r K_r \Phi_{rt} \quad (15.6)$$

bu erda w_r — generator cho'lg'amidagi o'ramlar soni, K_r — generator cho'lg'aming koeffisienti. (11.9) ifodadagi f_1 (generator cho'lg'aming EYuK chastotasn) rotorning aylanishi tezligiga bog'liq bo'lmaydi.

Chiqish kuchlanishining mexanizm (rotor) aylanish tezligiga bog'lik ifodasini yo'l ko'yilishi mumkin bo'lgan xatoliklar (magnit zanjirida to'yinish yo'qligi, havo bo'shlig'i magnit qarshiligining qiymati va h.) ni hisobga olgan holda keltirib chikarish mumkin:

$$U_{chiq} \approx E = C \Phi_{rt} = C_1 E_p'' = C_2 e_v = C_3 V_2 = K n \quad (15.7)$$

bu erda $V_2 = \frac{\pi D_2 n}{60}$ rotorning aylanish tezligi; $S_1, S_2, S_3 K$ — doimiy proporsionallik koeffisientlari.

Mavjud taxogeneratorlarda (15.7) ifoda ayrim xatoliklar tufayli nochiziqlidir.

Taxogeneratorlarga qo'yidagi talablar qo'yiladi:

— aylanish tezligi bilan chikish kuchlanishi urtasida anik

proporsionallikni ta'minlash;

- temperatura va namlik o'zgarganda dam ishlashining ishonchli bo'lishi;
- yuqori darajada tezkorlikni ta'minlash;
- tuzilishi sodda, og'irligi va o'lchamlari kichik bulishi.

Burilish transformatorlari rotorning burilish burchagi α ni kuchlanishga aylantirib beruvchi, quvvati bir necha vattdan iborat bo'lgan mikromashinalardir. Statik transformatorlarda ikkilamchi kuchlanish

amplitudasi qiymatini o'zgartirish uchun birlamchi kuchlanish amplitudasini o'zgartirish kerak bo'lsa, burilish transformatorlarida ikkilamchi kuchlanish amplitudasi rotorning burilish burchagiga proporsional bo'ladi. Buriluvchi transformatorlar avtomatik kuzatish sistemalarida, hisoblash qurilmalarida algebraik, geometrik va trigonometrik masalalarni echishda ishlatiladi.

Tuzilishi jihatdan buriluvchi transformatorlar kontakt halqalari asinxron mashinalarga o'xshaydi. Statori elektrotexnik po'lat yaproqchalardan kovak silindr shaklda yig'ilgan bo'lib, o'zaro perpendikulyar joylashtirilgan ikkita cho'lg'amga ega bo'ladi. Rotori ham elektrotexnik po'lat yaproqchalardan baraban shaklda yig'ilgan bo'lib, tashqi zanjir bilan kontakt halqalar va cho'tka yordamida ulangan ikkita cho'lg'amdan iborat.

Stator va rotor cho'lg'amlarining ulanish sxemalariga ko'ra, chiqish kuchlanishi rotor burilish burchagining sinusiga, kosinusiga yoki burilish burchagi α ga proporsional (chiziqli transformator) bo'ladi. Sinus-kosinusli buriluvchi transformatorning (SKBT) ishlash prinsipi bilan tanishib chiqamiz. Bunday transformatorning elektr sxemasi 4-rasmda kursatilgan. Statorning uyg'otish cho'lg'ami U ni o'zgaruvchan tok manbaiga ulasak, transformatorida pul'sasiyalanuvchi bo'ylama magnit oqimi F_b hosil bo'ladi. Bu oqim cho'lg'am s (sinusli) va s (kosinusli) larda EYuK ni induksiyalaydi:

$$\left. \begin{aligned} E_s &= KU_T \sin \alpha \\ E_s &= KU_T \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

bu erda $K = \frac{\varpi_p}{\varpi_{cm}}$ statoridan rotorga transformasiya koeffitsienti; ϖ_p va ϖ_{cm} — rotor va stator

cho'lg'amlarining o'ramlar soni; U_t — tarmoq kuchlanishi.

(8) ga asosan cho'lg'amlardagi I_c va I_s toklar xamda ZHS va ZHS nagruzka karshiliklardagi kuchlanishlar $\cos \alpha$ va $\sin \alpha$ ga proporsional buladi. Rotor toklari pul'sasiyalanuvchi MYuK F_s va F_c larni dosil qiladi. Bu MYuK larni tashkil etuvchilarga ajratish mumkin: F_{sy} va F_{sd} — buylama u k, buyicha va F_{cq} va F_{cq} — kundalang u k. buyicha. Buylama u k. buyicha pul'sasiyalanuvchi MYuK oddiy transformatoridagi kabi uyg'otish cho'lg'aming MYuK bilan muvozanatlashadi. Rotor MYuK ining kundalang tashkil etuvchisi esa muvozanatlashmaydi va rotor cho'lg'amlarida EYuK induksiya-lovchi pul'sasiyalanuvchi magnit osimi dosil kiladi. Natija-da $\sin \alpha$ va $\cos \alpha$ bilan chik.ish kuchlanishi orasidagi proporsional boglanish buziladi. Chikish kuchlanishi bilan burilish burchagi orasidagi muvofik. bogliklikni dosil kilish uchun rotor MYuK ining kundalang tashkil etuvchisini kompensasiya-lash kerak. Kompensasiyalashning ikki xil: birlamchi (stator tomonidan) va ikkilamchi (rotor tomonidan) usuli mavjud. Kompensasiyalashning birlamchi usulida stator cho'lg'ami k_{un} cha katta bulmagan ballast karshiligiga Z_6 ga tugridan-tugri ulanadi. Ikkilamchi kompensasiyalashda esa rotor cho'lg'amlari-ga bir xil nagruzka karshiligi ulanadi Z_{as} — ZHC. Bunda rotorning kundalang magnit okimi nolga teng bulib, xatolik bulmaydi. Odatda, kompensasiyalashning ikkala usuli dan qo'llaniladi, chunki ish vaktida nagruzka qarshiligining tengligini ta'minlash kiyin buladi. SKBT dan farqli ularoq, chiziqli buriluvchi transformator (ChBT) larda chiqish kuchlanishi rotorning burilish burchagi α bilan chiziqli bog'langan $s/ChI1(=/(a)$. ChBT ni dosil kilish uchun mashina cho'lg'amlari birlamchi kompensasiyalash sxemasi buyicha yoki ikkilamchi kompensasiyalash sxemasi buyicha taqsimlanadi.

Agar $K = \omega/\omega_{st} = 0,52/0,56$ va $\alpha = \pm 55^\circ$ bulsa, chiqish quchlanishi burilish burchagiga proporsional bo'ladi ($U = KU - a$).

Yuqori aniqlikdagi proporsionallik $\alpha = +30^\circ$ da ta'minlanadi.

5 ma'ruza. O'zgarmas tok dvigatelini boshqarish. O'zgarmas tok dvigatelini boshqarishda ishlatiladigan element va qurilmalar. Boshqarish diagrammalari. Tezlikni boshqarish

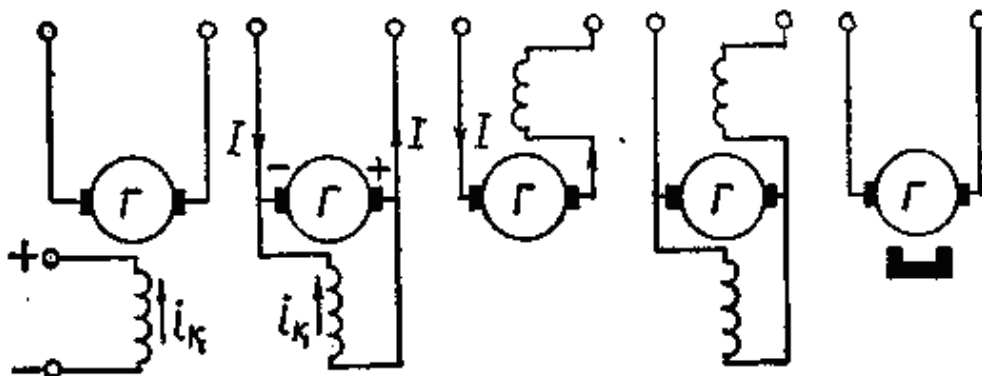
Elektr mashinasining ishlashi uchun zarur bo'lgan magnit maydon hosil qilish usuliga ko'ra o'zgarmas tok mashinalari elektromagnit va doimiy magnit bilan qo'zg'atiluvchi mashinalarga bo'linadi. Doimiy magnit bilan qo'zg'atiluvchi mashinalar magnito-elektr mashina deb ham ataladi. Bunday mashinalar juda kam uchraydi, ular asosan taxogenerator va shu singari maxsus mashinalar sifatidagina ishlatiladi.

Elektromagnit bilan qo'zg'atiluvchi mashinalar qo'zg'atuvchi chul-g'aming ulanish sxemasiga ko'ra mustaqil va o'z-o'zidan qo'zg'atishli o'zgarmas tok generatorlariga bo'linadi. Agar generatorning qo'zg'atuvchi chulg'ami tashqi tok manбайдan ta'minlansa mustaqil, o'z yakoridan ta'minlanganda esa o'z-o'zidan qo'zg'atishli generator olinadi. O'z-o'zidan qo'zg'atishli generatorlar o'z navbatida parallel

(shunt), ketma-ket (series) va aralash (kompaund) qo'zg'atishli generatorlarga bo'linadi. Parallel qo'zg'atishli generatorlarda qo'zg'atuvchi chulg'am yakor' chulg'amiga parallel ulansa, ketma-ketlikda ketma-ket ulanadi, aralashlikda esa qo'zg'atuvchi chulg'am ikkita bo'lib, ularning biri yakor' chulg'amiga parallel, ikkinchisi ketma-ket ulanadi. 16.1-rasmda: *a* — mustakil; *b* — parallel; *v* — ketma-ket; *g* — aralash va *d* — o'zgarmas magnit bilan qo'zg'atishli generatorlar ulanishining prinsipial sxemalari ko'rsatilgan. 16.1-rasm, *d* dagi generator sxemasida qo'zg'atuvchi chulg'am bo'lmaganligi sababli uning o'rnida o'zgarmas magnit belgisi ko'rsatilgan.

Generatorning ishlash jarayonda uning yakor' chulg'amida $E_{ya} = k_F pF$ ga teng bo'lgan e. yu. k. xosil bo'ladi. E. yu. k. xosil bo'lgan yakor' chulg'amiga yuklama sifatida biror elektr iste'molchisi ulansa, u holda yakor' zanjiridan yuklama toki I_{ya} o'tadi.

Bunda yakor' zanjiri uchun e. yu. k. larning quyidagi muvozanat tenglamasini tuzish mumkin:



1-rasm O'zgarmas tok gineratori

$$E_{\pi} = I_{\pi} R_{\pi} + I_{\pi} \Sigma R = U + I_{\pi} \Sigma R, \quad (17.1)$$

bunda $U = I_{\pi} R_{\pi}$ — generator qismalaridagi kuchlanish (yuklama kuchlanishning tushuvi); R_{π} — yuklama qarshiligi; $I_{\pi} \Sigma R = I_{\pi} (R_{\pi} + R_k + R_k + R_c + R_q)$ — tegishli yakor', qo'shimcha qutb, kompensasiyalovchi va ketma-ket chulg'am xamda chutka qarshiliklarida kuchlanishning tushuvi.

Agar yakor' chulg'amiga yuklama ulanmasa, u holda $i_{ya} = 0$ bo'ladi. Generatorning yuklamasiz, ya'ni $I_{ya} = 0$ bilan ishlash rejimi salt ish rejimi deb ataladi. Demak, salt ish rejimida generator kuchlanishi uning yakorida xosil bo'lgan e. yu. k. ga teng, ya'ni $U = E_{ya}$ bo'ladi. Yuklama berilishi bilan generator kuchlanishi yakordagi e. yu. k. ga nisbatan $I_{ya} \Sigma R$ xisobiga kam, ya'ni

$$U = E_{\pi} - I_{\pi} \Sigma R$$

bo'ladi. Generatorni ishlatish uchun, dastavval, uning yakorini birlamchi motor bilan kerakli chastotada aylantirish zarur. Bunda generator valiga ta'sir etuvchi momentlarning muvozanat tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$M_1 = M_0 + M_{\pi}, \quad (17.2)$$

bunda M_1 — birlamchi motorning aylantiruvchi momenti;

M_0 — salt ish momenti (yuklamasiz ishlayotgan generator yakorini aylantirishda mexanik ishdanlanishlarga sarflanadigan moment); M_{π} — elektromagnit moment (yuklama bilan ishlayotgan generatorda xosil bo'luvchi moment).

Generator elektromagnit momentining ifodasi quyidagicha aniqlanadi. Yuklama bilan ishlayotgan generator chulg'amining har bir parallel shoxobchasidan $i_y = \frac{I_y}{2a}$ ga teng bo'lgan tok

o'tadi. Yakorning bu tokli utkazgichlariga asosiy kugbdagi magnit o'qim ta'sir etishi natijasida elektromagnit kuch R_{ei} xosil buladi. 17.2-rasmda yakorning har bir tokli o'tkazgichiga ta'sir etuvchi elektromagnit kuch ko'rsatilgan.

Bu kuchning kiymati $F_{\pi} = B_{yp} i_{\pi} l$ bo'lib, uning yunalishi chap qo'l koidasiga binoan aniqlanadi.

Demak, yakor' o'tkazgichlariga ta'sir etuvchi elektromagnit moment ifodasini quyidagicha yozish mumkin:

$$M_{\text{эм}} = F_{\text{эм}} \frac{D}{2} N = B_{\text{yp}} i_{\text{я}} l \frac{D}{2} N.$$

Bu tenglamada $i_{\text{я}} = \frac{I_{\text{я}}}{2a}$, $D = \frac{2p\tau}{\pi}$ va $B_{\text{yp}} l \tau = \Phi$ bo'lgani uchun u quyidagicha ifodalanadi:

$$M_{\text{эм}} = \frac{pT}{2\pi a} \Phi l_{\text{я}} = k_{\text{м}} \Phi l_{\text{я}}, \quad H_{\text{м}}, \quad (17.3)$$

bunda $k_{\text{м}} = \frac{pN}{2\pi a} = \text{const}$ — moment doimiysi deb ataluvchi va mashina parametrlari bilan aniqlanuvchi o'zgarmas koeffitsient. Generatoridagi elektromagnit momentning qiymati qutblardagi magnit, oqim F bilan yakor toki $I_{\text{я}}$ ga proporsional bo'lib, uning yunalishi birlamchi motorning aylantiruvchi momentiga teskari bo'ladi (17.2-rasm). Shuning uchun generatorda xrsil buladigan elektromagnit moment *tormoz momenti* deb xam ataladi.

Generatorning uzoq davr ichida normal ishlashini ta'minlaydigan rejimi uning nominal rejimi deb ataladi. Bu rejim quyidagi miqdorlar bilan xarakterlanadi:

R_N , U_H , I_H va p_H — tegishli nominal quvvat, kuchlanish, tok va aylanish chastotasi. Bu nominal miqdorlar generatorning pasportida (shchitida) keltiriladi.

Elektr mashinalarning xususiyatlari grafik usul bilan ifodalangan, xarakteristika deb ataluvchi bog'lanishlar bilan aniqlanadi. Generatorning asosiy xarakteristikalar quyidagilardan iborat bo'lib, ular o'zgarmas chastota, ya'ni $n = \text{const}$ da olinishi kerak.

1) Salt ish xarakteristikasi. Generator kuchlanishi U_0 ning uning qo'zg'atuvchi chulg'amdagi qo'zg'atish toki I_Q ga bog'lanishini ifodalovchi egri chiziq, ya'ni $U_0 = f(I_Q)$ salt ish xarakteristikasi deb ataladi. Bunda $I_{\text{я}} = 0$ va $n = \text{const}$ bo'lishi kerak.

2) Yuklama xarakteristikasi. Generatorning yuklama bilan ishlayotgan rejimidagi $U = f(I_{\text{я}})$ uning yuklama xarakteristikasi deb ataladi. Bunda yakor tokining kiymati uzgarmas, ya'ni $I_{\text{я}} = I_H = \text{const}$ qilib saqlanishi va $n = \text{const}$ bo'lishi kerak.

3) Tashqi xarakteristika. Yuklama bilan ishlayotgan generator kuchlanishining yakor tokiga bog'lanishini ifodalovchi egri chiziq, ya'ni $U = f(I_{\text{я}})$ generatorning tashqi xarakteristikasi deb ataladi. Bunda $R_p = \text{const}$ qo'zg'atish tokini rostlab turish uchun kiritilgan rezistor qarshiligi va $n = \text{const}$ qilib saqlanishi kerak.

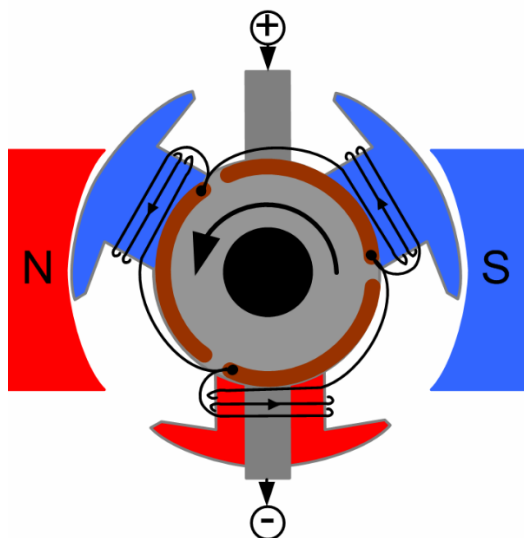
4) Rostlash xarakteristikasi. Yuklama bilan ishlayotgan generatoridagi $i_{\text{к}} = f(I_{\text{я}})$ bog'lanish rostlash xarakteristikasi deb ataladi. Bunda yuklama toki $I_{\text{я}}$ ning o'zgarishiga qaramay, generator kuchlanishi o'zgarmas, ya'ni $U = U_H = \text{const}$ va $n = \text{const}$ bo'lib qolishi kerak. eng oddiy o'zgarmas tok generatorining prinsipial sxemasi ko'rsatilgan.

Bunda N va S qutblarning magnit maydonida silindr shaklidagi po'lat o'zakka o'rnatilgan bir o'ramdan iborat o'tkazgich soat milining yo'nalishiga teskari tomonga n chastota bilan aylantiriladi. O'tkazgichning uchlari valga o'rnatilib, izolyasiyalangan ikkita halkaga tutashtiriladi va demak, halkalar ham o'tkazgich bilan bir xil chastotada aylanadi. Halqalar ustiga qo'zg'almas cho'tkalar o'rnatilgan bo'lib, ularga tashqi yuklama ulanadi. Bunday generatorning shimoliy qutbi ostidagi o'tkazgichda hosil bo'lgan e. yu. k. yo'nalishi b dan a ga, janubiydagisida d dan c tomon bo'ladi. Demak, e. yu. k. dan hosil bo'lgan tok ham, xalka l' dan cho'tka l tomonga, tashqi yuklamada esa cho'tka 2 dan xalka $2'$ tomonga yo'nalgan bo'ladi.

Generatoridan chikdan tokni tashki zanjirga uzatuvchi chutka 1 ni musbat, tashki zanjirdan utuvchan tokni generatorga qaytarib beruvchi chutka 2 ni manfiy potensialga ega deb qabul qilinadi va ularni tegishli (+) xamda (-) belgilar bilan ko'rsatiladi (16.3-rasm). Generator o'tkazgichi aylantirilib, 180° ga burilganda uning ab va cd tomonlari o'zaro o'rinlari bilan almashadi. Bunda musbat potentsialli chutka manfiy, manfiyligi esa musbatga aylanib, yuklamadan o'tayotgan tok o'z yo'nalishini o'zgartiradi.

Shunday qilib, abcd o'tkazgich va tashqi yuklamadan iborat yopiq zanjirda o'zgaruvchan e. yu. k. va tok xosil bo'lib, o'tkazgichning bir marta to'da aylanishida ular o'z yo'nalishini ikki marta o'zgartiradi. O'zgaruvchan e. yu. k. va, demak, tokning o'zgarish egri chizig'i magnit kugblarining shakliga bogliq bo'ladi. Amalda, generator o'tkazgichlarida hosil qilingan e. yu. k. sinusoidaga yaqin shaklda bo'ladi.

Buning uchun o'tkazgich o'rnatilgan po'lat silindr atrofidagi magnit kuch chiziqlari 16.2-rasmda ko'rsatilgandek taqsimlanishi lozim.



2-rasm. O'zgaras tok gineratorining qutblari

Haqiqatan, o'zgaras chastota bilan aylantirilayotgan generatoridagi e. yu. k. ning oniy qiymati $e = Blv$; $B = const$ bo'lgani uchun uning o'zgarish qonuni ham magnit induksiya V ning taqsimlanishiga bog'likdir.

Qutblarning o'rtasida magnit induksiyaning qiymati $B = B_{max}$ bo'lib, ikki qutb oralig'ining o'rtasida esa $V = 0$ bo'ladi (16.2-rasm).

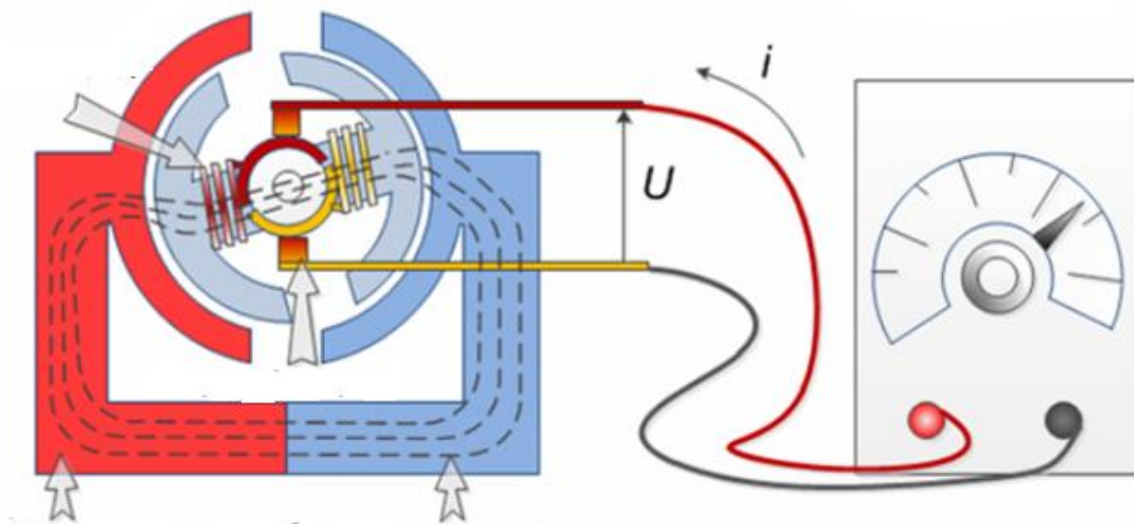
Generatorida xosil bo'lgan o'zgaruvchan tokni o'zgaras tokka aylantirish uchun kollektordan foydalaniladi.

Eng oddiy kollektor sifatida misdan yasalgan va bir-biridan izolyasiyalangan ikkita yarim xalkadan foydalanish mumkin. Demak, 16.1-rasmdagi o'tkazgich uchlarini ikkita halqa o'rniga ikkita yarim halqalarga ulansa, u holda eng oddiy o'zgaras tok generatorining prinsipial sxemasi oli-nadi. Bunda ham yarim halqalar valga undan izolyasiyalangan holda o'rnatilib, ular val va demak, o'tkazgich bilan bir xil chastotada aylanadi.

Shunga kura, $abcd$ o'ramda ilgariidek o'zgaruvchan e. yu. k. hosil qilinadi, ammo kollektor bo'lgani sababli cho'tkalar o'zgaras potentsiallarga ega bo'lib qoladi.

Xaqiqatan, binoan chutka 7 yarim halqa T bilan kontakt hosil qilib musbat potentsialga ega bo'lsa, o'tkazgich aynalanib 180° ga burilganida xam chutka 1 yarim xdlka 2 bilan ula-nib, yana musbat potentsialga ega bo'lib krladi.

Demak, $abcd$ o'ramda o'zgaruvchan e. yu. k. va tok hosil bo'lishiga qaramay, tashqi yuklamadan o'tadigan tok faqat bir xil yo'nalishda bo'lib, uning qiymati o'zgarib (pul'sasiyalanib) turadi (16.3-rasm). Tok pul'sasiyasini kamaytirish uchun generator chulg'aming o'ramlari sonini va, demak, kollektor plastinkalari (yarim halqalar) sonini ko'paytirish lozim.



3-rasm. Gineratorning ishlash prinsipi

Normal tipli o'zgarmas tok mashinalaridagi kollektor plas-tinkalarining soni 50...80 ta bo'lib, ulardan olinadigan tokning qiymati deyarli o'zgarmas bo'ladi.

O'zgarmas tok mashinasi asosan ikki qismdan iborat bo'lib, uning magnit oqim hosil qiluvchi birinchi qismi induktor, e. yu. k. hosil qiluvchi ikkinchi qismi esa yakor` deb ataladi.

6 ma'ruza. O'zgarmas tok dvigatelini mexanik xarakteristikasi. Kontaktsiz o'zgarmas tok dvigateli. Sxemasi va ishlash prinsipi.

Dvigatellar asosan nominal magnit oqimida ishlaydi, ya'ni mashina to'yinishga yaqin bo'lib, uning magnit oqimini oshirib bo'lmaydi. Chunki bunda qo'zg'atish chulg'amida kuchlanish ortishi va u qizishi mumkin. Dvigatel magnit oqimini faqat kamayish tomonga o'zgartirish mumkin.

Dvigatelning rostdash imkoniyatlaridan to'liq foydalanish maqsadida ko'pincha magnit oqimi kamaytiriladi.

Magnit oqimi nominal qiymatidan farqli bo'lgan F_x uchun $U = U_{nom} = \text{const}$ holatda dvigatelning mexanik tavsiflarining tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\omega = \frac{U}{C_E F_X} - \frac{R}{C_E C_M F_X^2} M = \omega_{ox} - \beta_x M. \quad ()$$

Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, maydonning har bir $F_x < F_{nom}$ qiymatiga ideal salt yurish tezligi mos keladi va mexanik tavsiflarning qiyalik koeffitsiyent larining β_x qiymati to'g'ri keladi. Bunda β_x kamayishi bilan ω_{ox} va β_x ning qiymatlari ortadi.

Oqimning F_{nom} qiymatida tabiiy mexanik tavsifdagi tezlikning og'ishi:

$$\Delta\omega_q = \omega_o - \omega = \beta_q M_q = \frac{C_E R_{ya} \omega_{ox}^2}{C_M U^2} M_q ()$$

Oqim F_x bo'lgandagi sun'iy tavsif uchun

$$\Delta\omega_x = \omega_{ox} - \omega_x = \beta_x M_q = \frac{C_E R_{ya} \omega_{ox}^2}{C_M U^2} M_q. \quad ()$$

bo'ladi, bundan:

$$\Delta\omega_x = \Delta\omega_q = \left(\frac{\omega_{ox}}{\omega_q} \right)^2 ()$$

Shunday qilib, oqim kamaytirilganda tezlikning tushishi ideal salt yurish tezliklari nisbatining kvadratiga mutanosib ravishda ortar ekan.

Endi dvigatelning elektromexanik va mexanik tavsiflarini oqimning turli qiymatlarida ko'rib chiqamiz.

Agarda $F_1 = F_{nom}$ bo'lsa yakor toki va momenti uchun mos masshtablar tanlanadi. Bu holda elektromexanik va mexanik tavsiflar ustma-ust tushadi (-rasmidagi 1 to'g'ri chiziq). Yakordagi tok $I_{q,t}$

tezlik $\omega = 0$ bo'lganda $I_{q.t} = UR^{-1}$ bo'lganligi uchun, qiymati magnit oqimi qiymatiga bog'liq emas. Bundan kelib chiqadiki, magnit oqimlar $F_2 < F_1$ $F_3 < F_2$ bo'lganida dvigatelning elektromexanik tavsiflari 2, 3 punktir chiziqlarda tasvirlanganidek bo'ladi hamda ularga mos keladigan mexanik tavsiflar 2 va 3 chiziqlar ko'rinishida bo'ladi. Bu yerda quyidagini e'tirof etish mumkin:

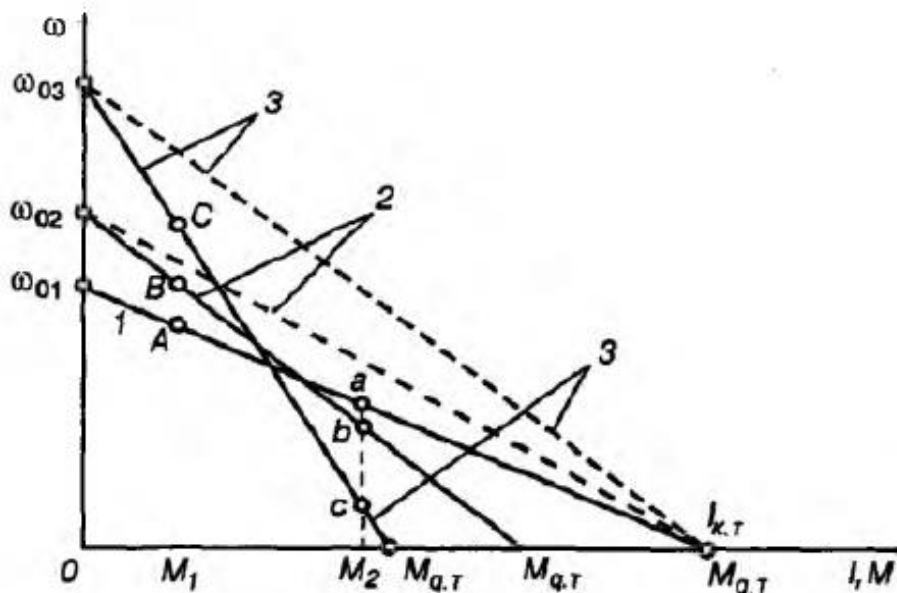
$$M_{q.t.2} = C_M F_2 I_{q.t.2} = C_M \frac{F_2}{F_{nom}} F_{nom} I_{q.t} = \varphi_2 M_{q.t.1}$$

shunga o'xshash

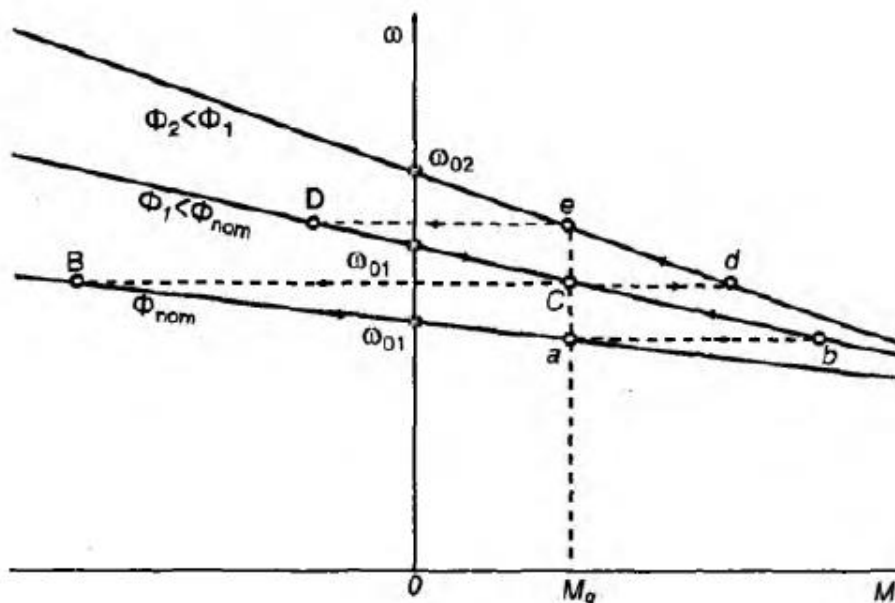
$$M_{q.t.3} = \varphi_3 M_{q.t.1}$$

bu yerda: φ_2 va φ_3 - kamaytirilgan magnit oqimlarining nisbiy qiymatlari.

Har qanday ikkita mexanik tavsif kesishish nuqtasiga ega. Kesishish nuqtasining chap tomonida joylashgan statik moment qiymatlarida (masalan, M_1) magnit maydonining kamayish, dvigatel tezligining ortishiga olib keladi (mexanik tavsifdagi A , B va C nuqtalar). Agar yuklama momentining qiymati kesishish nuqtasining o'ng tomonida joylashgan boisa, u holda magnit oqimining kamayishi dvigatel tezligining pasayishiga olib keladi (a , b va c nuqtalar). (2.45) tenglamaga muvofiq mashina magnit oqimining kamayishi ideal salt yurish tezligini ko'paytiribgina qolmay, balki yakor tokining ortishi hisobiga momentning bir xil qiymatida tezlikning statik tushishiga olib keladi.



-rasm. Mustaqil qo'zg'atishli dvigatelning magnit oqimini kamaytirilgan holatidagi mexanik va elektromexanik tavsiflari.



1 -rasm. Mustaqil qo'zg'atishli dvigatelning magnit oqimi pasaytirilgandagi mexanik tavsiflari.

Normal dvigatellar uchun mexanik tavsiflarning bir-biri bilan kesishish nuqtasi odatda, katta toklarda amalga oshadi. Lekin ko'pgina zamonaviy mashinalarda tok bo'yicha o'ta yuklanish oshirilgan. Zamonaviy mashinalar uchun magnit oqimining pasayishidagi tezlik bo'yicha rostdash turlicha bo'ladi. Masalan, 2P rusumidagi mashinalar uchun u (1,5-3,0) ω_{nom} ni tashkil etadi. Shu bilan birga oqim bo'yicha keng rostdash diapazoniga ega bo'lgan maxsus mashinalar ishlab chiqarilgan bo'lib, ular tezlikni (5-10) ω_{nom} gacha oshirishi mumkin. Masalan, ДППД rusumli mashina (5-50) kW quvvat diapazonida 500 ayl/min nominal tezlik

bilan aylansa, oqimni pasaytirib uning tezligini 5000 ayl/min gacha ko'tarish mumkin.

Magnit oqimini kamaytirib olingan mexanik tavsiflar to'plami 2.15-rasmda keltirilgan. Bundan ko'rinib turibdiki, magnit oqimi kamaytirilganda bir tavsifdan ikkinchi tavsifga o'tish dvigatelni generator rejimiga o'tkazib energiyani tarmoqqa qaytarish bilan olib boriladi (*eDS* va *CBA* siniq chiziqlar).

Savol va topshiriqlar

1. Elektr dvigatelning mexanik tavsifi deganda nimani tushunasiz?
2. Mexanik tavsif turi qanday tanlanadi?
3. Nisbiy birlik nima va u qanday aniqlanadi? Kuchlanish, tok va qarshiliklarni nisbiy birliklarda ifodalang.
4. Moment va tezlikning nisbiy birliklarini aniqlang.
5. Yakor zanjiri EYK muvozanat tenglamasini keltiring.
6. Dvigatel mexanik tavsifi tenglamasi qanday ko'rinishga ega va u nimalarga bog'liq?
7. Dvigatel elektromexanik tavsifining tenglamasi qanday ko'rinishga ega?
8. Dvigatelning tabiiy tavsifi deganda nimani tushunasiz?
9. Dvigatelning sun'iy tavsiflari qanday olinadi?
10. 0 'zgarma tok dvigateli qanday qilib ishga tushiriladi?
11. Nima uchun o'zgarma tok dvigateli to'g'ridan-to'g'ri o'zgarma tok tarmog'iga ulab ishga tushirish mumkin emas?
12. Dvigatelni dinamik tormozlash qanday amalga oshiriladi?
13. Teskari ulab tormozlash sxemasini chizib ko'rsating.
14. Reaktiv qarshilik momentida teskari ulab tormozlash qanday amalga oshiriladi?

7 ma'ruza. Asinxron ijro dvigatellari ularning konstruksiyalari va ishlash prinsipi. Ulash sxemalari va boshqarish usullari. Asinxron ijro dvigateli xarakteristikalari.

Asinxron dvigatel' asosan ikki qismdan: ko'zg'almas qism - s t a t o r va aylanuvchi qism rotor dan iborat. Stator dvigatel' korpusi 1, asos 4, korpus ichiga o'rnatilgan ferromagnit o'zak 2 va shu o'zak pazlariga joylashtiriladigan uchta cho'lg'am 3 dan tashkil topgan. Dvigatelning qo'zg'almas qismida

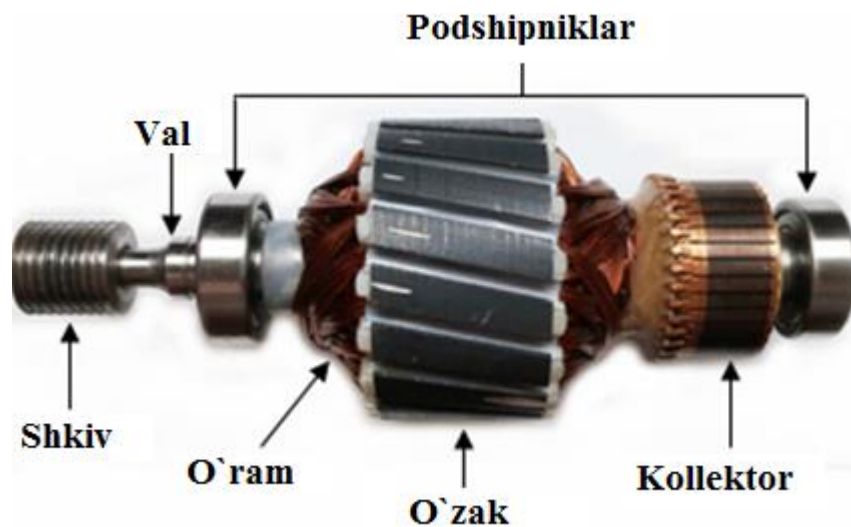
podshipniklar o'rnatiladigan va ikki tomondan statorga maxkamlanadigan yon shchitlar ham bo'ladi. Stator ichiga o'rnatiladigan ferromagnit o'zak, uyurma toklarni kamaytirish maqsadida, qalinligi 0,35 . . . 0,5 mm li va maxsus elektrotexnika po'latidan (po'lat markasi: 2013, 2312, 2411 va hokazo) tayyorlangan yupqa plastinkalardan yig'iladi. Stator po'lat o'zagining plastinkalari ma'lum shaklda (pazli) shtamplab tayyorlanadi. Stator po'lat o'zagining ayrim plastinkalari esa katta quvvatli mashinalar statori o'zagining ayrim segmentlari ko'rsatilgan. Plastinkalarning ikki tomoniga izolyasiyalovchi maxsus lok surtiladi. Plastinkalar ma'lum tartibda yig'iladi. Bunda statorning ichki sirtida valga parallel bo'lgan pazlar hosil bo'ladi. Bu pazlarga stator cho'lg'amlari joylashtiriladi.

O'zgaruvchan tok mashinalarining stator cho'lg'amlari, ularni xisoblash va o'rash usullari bilan oldingi bo'limda tanishdik. Stator pazlariga uchta stator cho'lg'ami joylashtiriladi. Cho'lg'amlarning bosh va oxirgi uchlari mashina korpusining yon yoki ust tomoniga o'rnatilgan klemmlar qutisiga chiqariladi. Stator chulg'amlarining bosh uchlari S1, S2, SZ bilan va oxirgi uchlari S4, S5, S6 bilan belgilanadi. Stator cho'lg'amlari yulduz yoki uchburchak usulida ulanadi. Chulg'amlarni bunday usullarda ulash ushbu dvigatelni kiymati buyicha $\sqrt{3}$ marta farq qiladigan ikki xil kuchlanishda (380/220 V yoki 220/127 V) ishlatishga imkon beradi. Ko'pincha asinxron dvigatel' 380/220 V kuchlanishga mo'ljallab tayyorlanadi. Agar tarmoq kuchlanishi 380 V bo'lsa, stator cho'lg'amlari yulduz usulida, tarmoq kuchlanishi 220 V bo'lsa, cho'lg'amlar uchburchak usulida ulanadi. Ishlatish davomida stator cho'lg'amlarini turli usulda ulashni osonlashtirish maqsadida klemmlar qutisida ayrim cho'lg'amlarning bosh va oxirgi uchlari ma'lum tartibda o'rnatiladi. 3-rasmda klemmalarni o'rnatish tartibi va cho'lg'amlarning ulanishi ko'rsatilgan. Agar tarmoq kuchlanishi dvigatel' pasportida ko'rsatilgan kuchlanishga mos kelmasa, bunday dvigatelni shu tarmoqqa ulab ishlatish mumkin emas.



1-rasm. Asinxron dvigatelning umumiy tuzilishi

Asinxron dvigatelning rotori uning statori ichiga o'rnatiladi. Rotor asosan val, ferromagnit o'zak va uning pazlariga joylashtirilgan qisqa tutashgan simlardan yoki uchta cho'lg'amdan iborat bo'ladi.

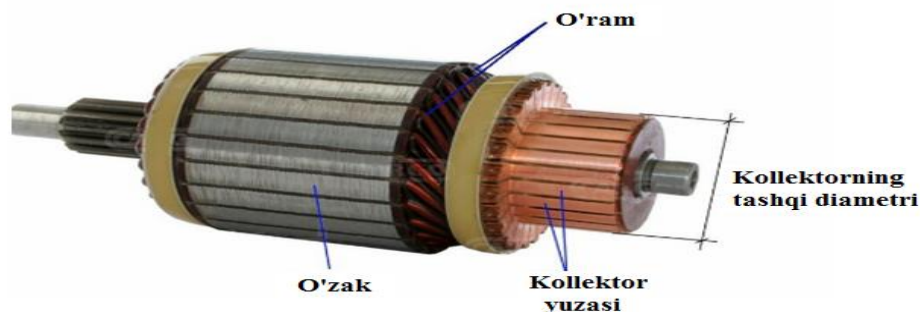


2-rasm. Asinxron dvigatelning rotorini tuzilishi

Rotorning ferromagnit o'zagi ham maxsus elektrotexnika po'latidan tayyorlangan yupqa plastinkalardan yig'iladi. Rotor o'zagining plastinkalari ham ma'lum shaklda shtamplab tayyorlanadi. Rotor cho'lg'ami ham pulat o'zak pazlariga o'rnatiladi. Rotor o'zagining ayrim plastinkasi 7.2-rasmda va undagi pazlarning shakli ko'rsatilgan. Pazlar ochik, yarim ochiq yoki yopiq qilib tayyorlanadi. Plastinkalar rotor valiga kiydirilganda rotorda uzunasiga pazlar hosil bo'ladi. Asinxron dvigatellar rotor tuzilishi ikki xil:

- a) qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatel`;
- b) faza rotorli asinxron dvigatel`.

a) Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatellar rotorining ferromagnit o'zagi pazlariga izolyasiyasi bo'lmagan mis yoki alyuminiy simlar yoxud sterjenlar joylashtiriladi. Bu sterjenlarning uchlari ikki tomondan mis yoki alyuminiy halqalarga kavsharlanadi. Agar rotor pazlaridagi sterjenlarni va sterjen` uchlarni birlashtiruvchi xalqalarni rotordan chiqarib olinsa, katakli halqa xosil bo'ladi. Katakli halqaning sterjenlari rotorning qisqa tutashtirilgan cho'lg'ami, bunday rotor esa qisqa tutashtirilgan rotor deyiladi qisqa tutashtirilgan rotor o'zagining pazlari ovalsimon 7.3-rasm.



3-rasm. Qisqa tutashtirilgan rotor

Olmaxon dalqasi (a), qisqa tutashgan bo'lib, unga ko'pincha kitirilgan rotor eritilgan alyuminiy ko'yiladi va yaxlit „olmaxon xalsasi" xosil qilinadi. Rotor tanasining ikki yon tomonidan sovutuvchi qanotlar ham chiqariladi (5-rasm). Katakli halkaning sterjenlari po'lat o'zakdan izolyasiyalanmaydi, chunki siosa tutashtirilgan mis yoki alyuminiy o'tkazuvchanligi pulat o'zakning elektr o'tkazuvchanligidan o'n va undan ortiq marta katta bo'ladi, bunday sharoitda sterjenlarni izolyasiyalashning ahamiyati bo'lmaydi. Umuman, sterjenlari va xalqalari quyma alyuminiydan ishlangan rotor oddiy tuzilgan, tannarxi arzon, engil, tayyorlanish texnologiyasi oson. 6-rasmda qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatelning konstruktiv sxemasi ko'rsatilgan.

b) Faza rotorli asinxron dvigatel` ham, val va unga o'rnatilgan ferromagnit o'zakdan iborat bo'lib, o'zakning pazlariga izolyasiyalangan mis simdan o'ralgan uchta cho'lg'am, fazoda bir-biriga nisbatan 120° ga siljirilgan holda joylashtiriladi. Ko'pincha rotor cho'lg'amlari yulduz usulida ulanadi. Chulg'amlarning oxirgi uchlari bir nuqtaga ulanadi, bosh uchlari esa rotor o'qining bir tomoniga o'rnatilgan uchta mis yoki latun` xalqata ulanadi (7.4-rasm).



4-rasm Asinxron dvigatelning rotor va statorlatining tuzilishi.

Bu halqalar mashinaning temir qismlaridan va bir-biridan puxta izolyasiyalangan. Mashinaning qo'zg'almas qismiga o'rnatilgan maxsus tutqichlarda yupqa mis plastinkalardan yoki ko'mirdan yasalgan cho'tkalar o'rnatilgan. Cho'tkalar prujina yordamida halqalarga tegib turadi, rotor aylanganda cho'tkalar halqalarda sirpanadi va elektr tokini yaxshi o'tkazadigan kontakt hosil qiladi. Shunday qilib, rotor chulg'amlarining bosh uchlari xalqa va cho'tkalar orkali tashqi klemmalarga chiqariladi. Rotor cho'lg'aming klemmalari $R1$, $R2$ va RZ bilan belgilanadi. 6-rasmda faza rotorli asinxron dvigatelning ayrim qismlari ko'rsatilgan. Asinxron dvigatelni yurgizish uchun uning stator cho'lg'ami uch fazali tok tarmog'iga ulanishi lozim. Faza rotorli dvigatel maxsus yurg'izish reostati yordamida yurg'iziladi. Yurg'izish reostati rotor cho'lg'ami bilan ketma-keg ulanadi. Yurg'izish reostati yulduz usulida ulangan uch fazali reostatdir. Yurg'izish reostatining qarshiligi 4 ... 6 bosqichli. Dvigatel yurg'izilayotganida yurg'izish reostatining hamma qarshiligi rotor cho'lg'amiga butunlay ulangan bo'lishi lozim. Stator cho'lg'amlari tarmoqqa ulanganda dvigatelning rotori aylana boshlaydi. Uning tezligi oshgan sari yurg'izish reostatining qarshiligi uning surgichi yordamida bir bosqichga kamaytirib boriladi va yurg'izish oxirida reostat qarshiligi sxemadan butunlay chiqariladi. Bunda dvigatelning aylanish chastotasi valdagi nagruzka qiymati bilan aniqlanadi. Yurg'izish reostatining qarshiligi nolga teng bo'lganda rotor cho'lg'amlari qisqa tutashib qoladi. Xalqa va cho'tkalar mashinaning nozik qismlari xisoblanib, chutkalar xalqalarda sirpanaverib eyiladi va tez ishdan chiqadi.

Asinxron dvigatelda stator zanjiri rotor zanjiri bilan elektr jixatdan o'zaro bog'lanmagan. Stator chulg'amlari tarmoq kuchlanishiga ulanganda cho'lg'amlardan o'tadigan uch fazali tok energiyasi rotorga magnit maydoni vositasida uzatiladi. Bu jixatdan asinxron dvigatel transformatorga o'xshaydi. Stator cho'lg'ami transformatorning birlamchi cho'lg'ami, rotor cho'lg'ami esa transformatorning ikkilamchi cho'lg'ami o'rnida ishlaydi. Shuning uchun asinxron dvigatellar ba'zan **INDUKSION** mashinalar deyiladi. Sanoat korxonalarida asosan, qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatel o'rnatiladi. qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatellarning tuzilishi oddiy ishda ishonchli, ularni boshqarish oson. Lekin ularda yurg'izish momentining kichikligi va yurg'izish tokining kattaligi qisqa tutashtirilgan rotorli dvigatellarning kamchiligi hisoblanadi. Shuning uchun yurg'izish momenti uncha katta bo'lmagan mexanizmlarda qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatellar ko'llaniladi. Faza rotorli asinxron dvigatelda yurg'izish momentini yurg'izish reostati yordamida maksimal momenggacha oshirish mumkin. Shuning uchun faza rotorli asinxron dvigatellar katta nagruzka bilan yurg'izilishi lozim bo'lgan va rotorning aylanish chastotasini rostlash talab qilinadigan mexanizmlarda qo'llaniladi. 7.4- rasmda qisqa tutashtirilgan rotorli (a) va faza rotorli asinxron dvigatelning (b) elektr sxemasi kursatilgan har bir asinxron dvigatelning texnik xarakteristikasi uning pasportida yozilgan bo'ladi. Unda quyidagilar ko'rsatiladi:

Asinxron dvigatelning ishlash prinsipi

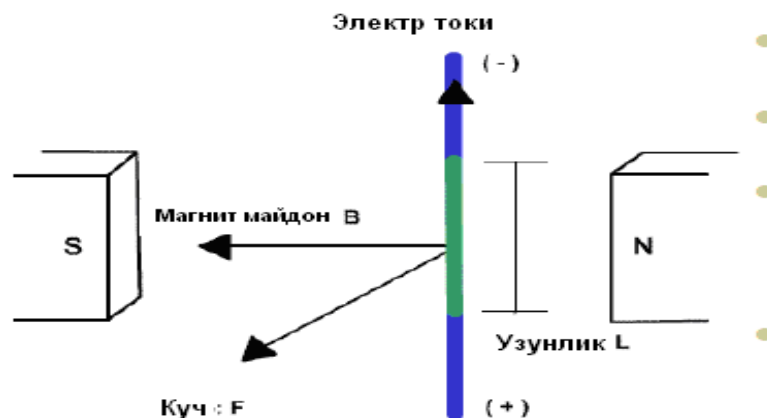
Asinxron dvigatelning ishlash prinsipi stator chulg'amlaridan uch fazali tok o'tganda statorda aylanma magnit maydonining hosil bo'lishiga asoslangan. Asinxron dvigatelning ishlash prinsipini o'rganish uchun ichiga magnit qutblari maxkamlangan va o'z o'qi atrofida erkin aylanadigan halqa 1

olinadi. Bu halqa aylanganda, uning ichidagi magnit maydoni ham aylanadi, natijada aylanma magnit maydoni hosil bo'ladi. Endi bu halqa ichiga engil aylanadigan qisqa tutashgan rotor 2 o'rnatamiz. Agar magnitli halqa ma'lum bir tezlikda masalan, n , tezlikda aylantirilsa, magnit maydonining kuch chiziqlari rotorning qisqa tutashtirilgan simlarini kesib o'tadi va bu simlarda EYuK hosil bo'ladi.

8 ma'ruza. Elektromexanik sistemalar o'lchov elementlari. Sinflanishi. Raqamli, chiziqli va burchak holat datchiklari. Selsinlar, o'lchash sxemalari, konstruksiyasi.

Mexatronik tizimlarning asosiy qismi harakat uzatuvchilar (yoki beruvchilar) dan tashkil topgan bo'ladi. YUqorida o'rganilgan Mexatronik tizimlarda biz asosan uning elektr komponentlari bilan tanishdik. **Harakat beruvchilarning asosiy vazifasi** – sistemaning bajaradigan vazifasiga qarab unga kerakli bo'ladigan mexanik energiyani uzatib berishdan iborat. Mexatronik tizimlarni qurishda eng muhim omil – bu unga mos bo'lgan harakat beruvchi (aktuator) ni tanlashdir. Aktuatorlar bajaradigan vazifasiga qarab, ya'ni uzatilayotgan harakat turi (aylanma va chiziqli)ga qarab tanlanadi.

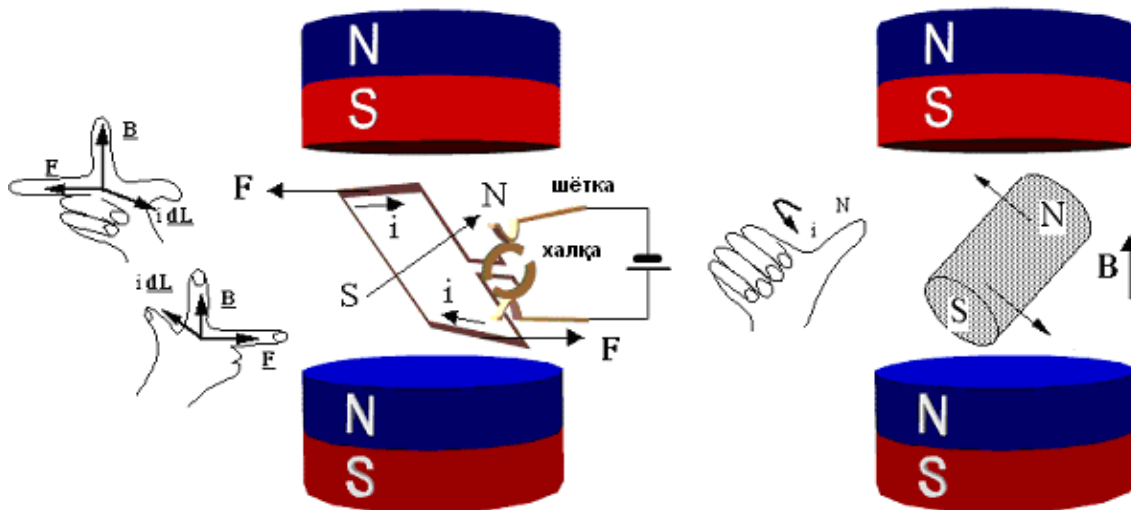
2. Motorlarning harakatga kelishi - elektromagnit maydonda uyg'otilgan kuchlar ta'siriga asoslanadi. Elektr maydonda yuzaga keladigan **Lorens kuchi** qoidasi motorlarni o'ramlarida uyg'otuvchi kuchlar hosil qiladi.



1-rasm.
 $F = I \cdot B$

I-maydondagi tok kuchi
B-magnit maydon induksiyasi
F- Lorens kuchi

Elementar fizika kursidan ma'lumki magnit maydon ikkita (N va S) ega bo'lib, ulardan bittasi o'ziga tortuvchi va ikkinchisi o'zidan itaruvchidir. Motorlarni ishlash prinsipi aynan shu prinsipga asoslangan.



2-rasm. (A) Motorning ishlash prinsipi

Elektr motorlar mexatronik tizimlarning asosiy qismi (harakat beruvchi), ya'ni mexanik energiya bilan ta'minlovchi qismi bo'lganligi sababli ularni boshqarishni o'rganish muhim hisoblanadi. Har qanday elektromotor (o'zgarmas va o'zgaruvchan tokda ishlaydigan va qadamli motorlar) magnit maydonda yuzaga keladigan kuchlar ta'sirida harakatga keladi va Lorens qoidasiga asoslanadi. Xulosa qilib aytganda, yuqorida ko'rsatilgan Lorens qoidasi va motorlarni ishlash prinsipini tushungan holda, qabul qilayotgan elektr energiyani boshqarish orqali ularni harakat tezligini va chastotasini boshqarishni o'rganish mumkin.

Amaliy ishni bajarishda kerak bo'ladigan jixozlar: 6 ta simli qadamli motor, 9V batareya va multimetr.

Amaliy ishni bajarish jarayonida talabalar hozirgi kunda keng foydalanuvda bo'lgan qadamli motorlarni boshqarishni o'rganadilar.

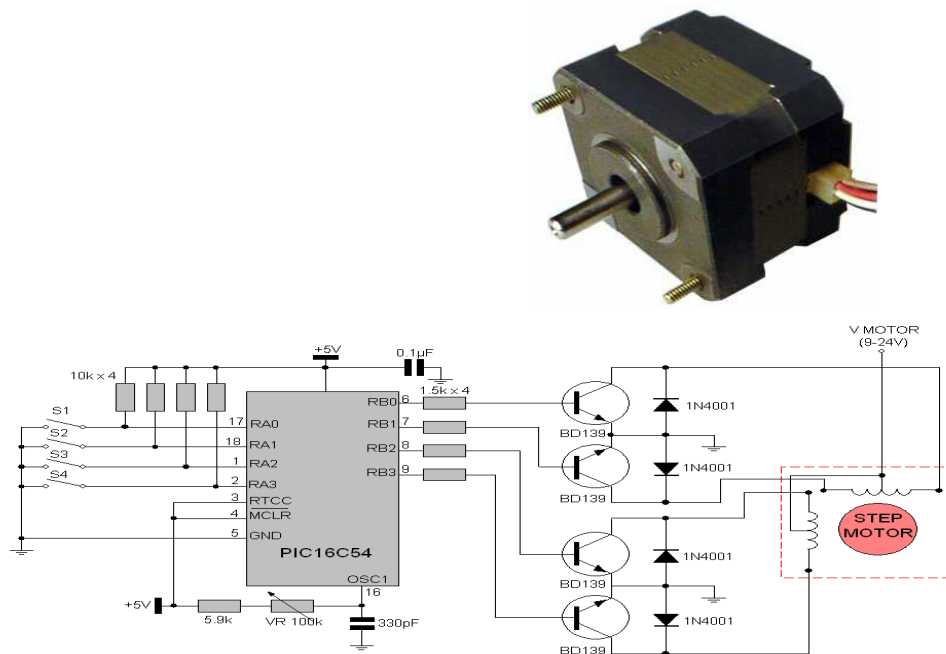
Motorlar bir qadamini aniqlashda quyidagi formuladan foydalaniladi.

$$\theta_s = \frac{360^\circ}{N_s N_R}$$

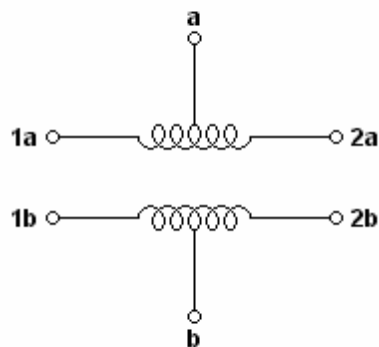
Bir aylanishdagi qadamlar soni esa quyidagi formuladan foydalaniladi

$$S = \frac{360^\circ}{\theta_s} = N_s N_R$$

Amaliyini bajarish jarayonida yuqoridagi ko'rsatilgan formulalarga asoslangan xolda quyidagi sxema tuziladi.



3-rasm.



4-rasm.

5-rasm

motorlarni jaryonida jadvaldan 3. asosan ishlatiladi.	Clockwise Rotation ↓	Index	1a	1b	2a	2b	
		1	1	0	0	0	
		2	0	1	0	0	
		3	0	0	1	0	
		4	0	0	0	1	
		5	1	0	0	0	
		6	0	1	0	0	
		7	0	0	1	0	
		8	0	0	0	1	
Qadamli boshqarish ular quyidagi foydalaniladi. Texnologik mashinalarda asinxron elektruritgichlar							
Quyida							
	Clockwise Rotation ↓	Index	1a	1b	2a	2b	
		1	1	0	0	0	
		2	1	1	0	0	
		3	0	1	0	0	
		4	0	1	1	0	
		5	0	0	1	0	
		6	0	0	1	1	
		7	0	0	0	1	
		8	1	0	0	1	
		9	1	0	0	0	
		10	1	1	0	0	
		11	0	1	0	0	
		12	0	1	1	0	
		13	0	0	1	0	
		14	0	0	1	1	
		15	0	0	0	1	
		16	1	0	0	1	

- 1) Statik mexanik xarakteristika;
- 2) Dinamik mexanik xarakteristika, I.S. Pinchuk (DXP) tomonidan olingan;
- 3) Dinamik mexanik xarakteristika, K.P.Kovach (DXK) tomonidan olingan.

Statik mexanik xarakteristika quyidagi tenglamada aniqlanadi:

$$M_{\partial} = \frac{2M_{\kappa}(1 + \varepsilon_1)}{S/S_{\kappa} + S_{\kappa}/S + 2\varepsilon_1}; \varepsilon_1 = \frac{1}{\sqrt{r_1^2 + x_{\kappa}^2}} \quad (3.1)$$

Bu erda M_d, M_k –elektruritgich validagi moment, va uning kritik qiymati;

S, S_k – elektryuritgichning sirpanishi va uning kritik qiymati;

r_l – aktiv qarshilik;

x_k – induktiv qarshilik;

Θ –inersiya momenti;

Mexanik xarakteristikaning $M_\delta = f(\varphi)$, tegishli tenglamasi (3.1)ga mos grafigi 3.1-rasmda keltirilgan.

Rotorning xarakat tenglamasi:

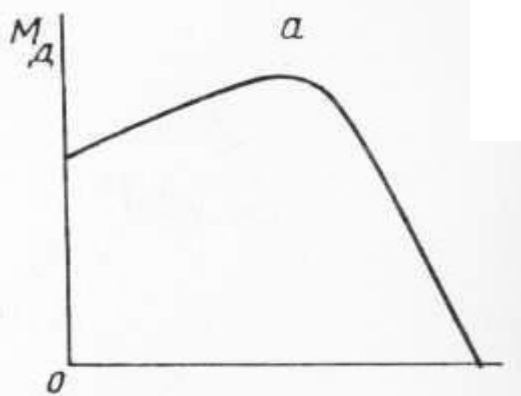
$$I\ddot{\varphi} = M_\delta - M_c \quad (3.2)$$

bu erda I – rotorning inersiya momenti;

φ –rotorning burilish burchagi;

M_k – qarshilik momenti.

Dvigatel' AOT-51-4 ko'rsatkichlari: $N=2,8$ kVt, $n=1450$ ayl/min, $M_p/M_n=2,0$, $M_{kr}/M_n=2,8$, $GD^2=3,2$ N·m², $I=0,051$ N·ms².



6-rasm. Asinxron elektryuritgichning mexanik statik xarakteristikasi.

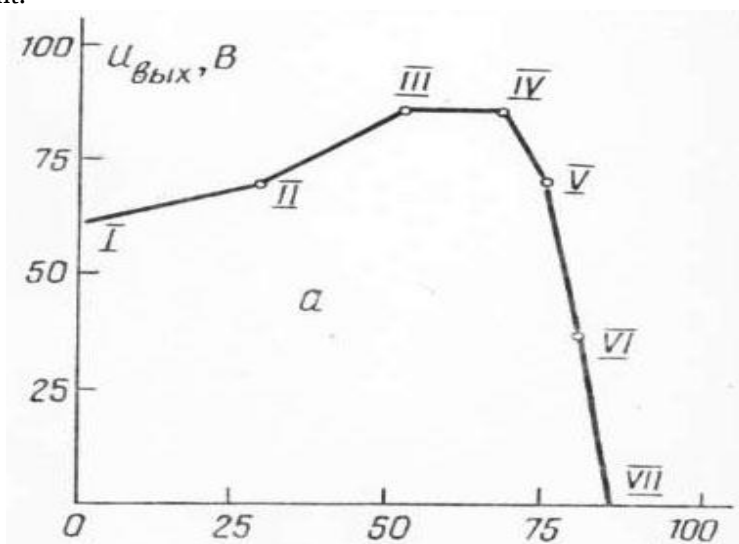
ω_k –ideal xolat uchun tezlik;

ω_n – nominal tezlik;

ω_{kr} –kritik tezlik;

M_p – chiqish momenti;

M_n – nominal moment.



7-rasm. Asinxron elektryuritgichning mexanik statik xarakteristikasini approksimatsiyasi.

Bu xarakteristikada EMO'Jlari xisobga olinmaydi.

EMO'Jni xisobga olish uchun dinamik mexanik xarakteristikalar ishlatiladi.

DXP mexanik dinamik xarakteristika quyidigi differensial tenglama orqali ifodalanadi:

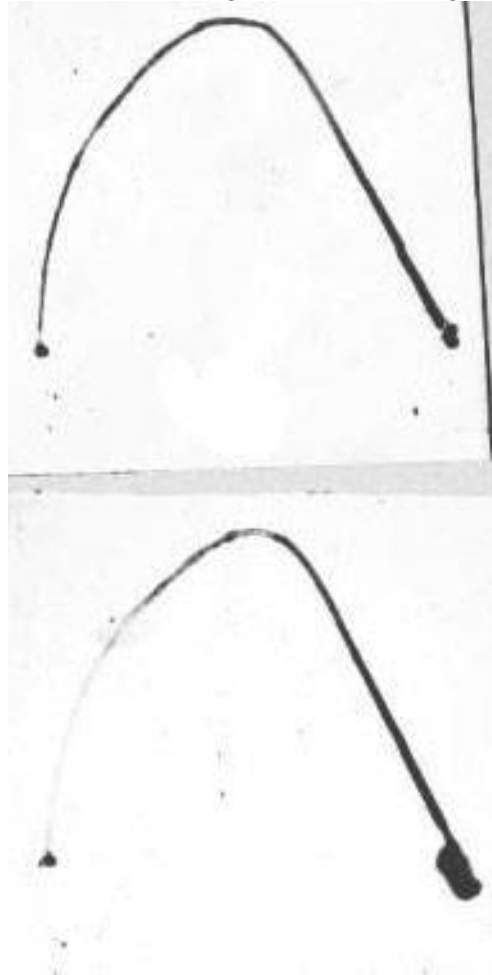
$$\frac{\omega_0 - \dot{\phi}}{\omega_0} = \frac{S_\kappa}{2M_\kappa} M_\delta + \frac{1}{2\omega_c M_\kappa} \dot{M}_\delta;$$

$$I\ddot{\phi} = M_\delta - M_c$$

bu erda ω_s – manbaning burchak chastotasi.

Tenglamani echimi quyidagi yuritgich uchun amalga oshirildi: AOT 52-6; $N=1,7$ kVt, $n=960$ ayl/min, $M_p/M_n=1,8$, $M_{kr}/M_n=2,6$, $K=1,3$; $f=50$ Gs, $I=0,0171$ Nms², $\alpha_\varphi=20$ V/rad, $\alpha_m=0,02$ V/Nm, $\alpha_t=30$.

8-rasmda ushbu mexanik xarakteristikaning ko‘rinishi keltirilgan.



1) $M_c=0$

2) $M_c=28$ Hm

8-rasm. Fazo semki $M_\delta = f(\dot{\phi})$:

Bu xarakteristika o‘tish jarayonlari faqat barqaror xarakterda inobatga olinadi. O‘tish jarayonlarini to‘liq ko‘rsatadigan model DXKda keltirilgan

$$M_\delta = \frac{3}{2} P \frac{K_r}{Gx_3} \cdot (\psi_{x_2} \psi_{y_2} - \psi_{x_1} \psi_{y_2})$$

$$\dot{\psi}_{x_1} = U_m \cos \gamma - \alpha'_S \psi_{x_1} + \alpha'_S K_r \psi_{x_2} + \psi_{y_1}$$

$$\dot{\psi}_{y_1} = U_m \sin \gamma - \alpha'_S \psi_{y_1} + \alpha'_S K_r \psi_{y_2} + \psi_{x_2}$$

$$\dot{\psi}_{x_2} = \alpha'_r \psi_{x_2} + \alpha'_r K_S \psi_{x_1} + \omega_r \psi_{y_2} - \dot{\phi} \psi_{y_2}$$

$$\dot{\psi}_{y_2} = -\alpha'_r \psi_{y_2} + \alpha'_r K_S \psi_{y_1} - \omega_r \psi_{x_2} + \dot{\phi} \psi_{x_2}$$

$$G = 1 - \frac{x_0^2}{x_S x_r}; K_r = \frac{x_0}{x_r}; K_S = \frac{x_0}{x_S}; \alpha_S = \frac{r_1}{x_S}; \alpha'_S = \frac{r_1}{x_{S_G}};$$

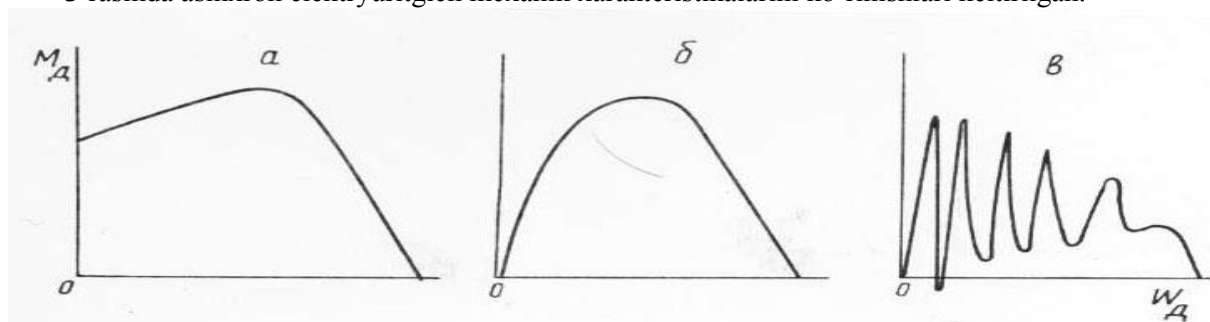
$$\alpha_r = \frac{r_2}{x_r}; \alpha'_r = \frac{r_2}{x_{r_G}}; I\ddot{\phi} = M_\delta - M_c$$

Bu erdagde M_d – asinxron elektroyuritgichning elektromagnit momenti;

ψ_{x1}, ψ_{y1} – X va Y o‘qlari bo‘yicha statorning magnit oqimlarini umumlashgan vektorini tashkil etuvchilari;

ψ_{x2} , ψ_{y2} – X va Y o'qlari bo'yicha rotorning magnit oqimlarini umumlashgan vektorini tashkil etuvchilari.

9-rasmda asinxron elektr yuritgich mexanik xarakteristikalarini ko'rinishlari keltirilgan.



9-rasm. Asinxron elektr yuritgich mexanik xarakteristikalari:

a - statik mexanik xarakteristika;

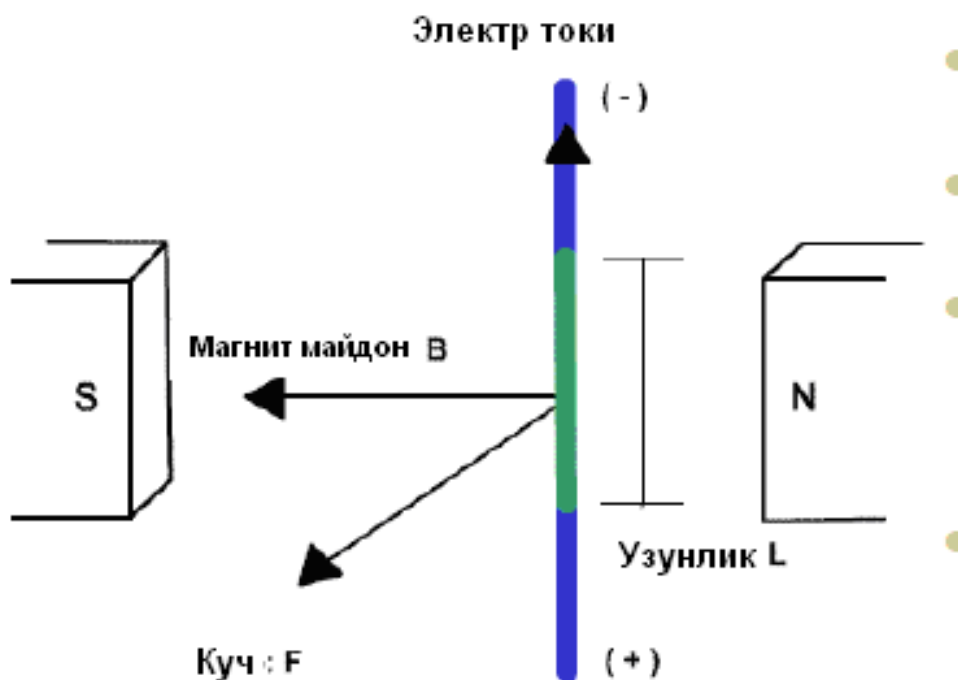
b - dinamik mexanik xarakteristika, I.S. Pinchuk (DXP) tomonidan olingan;

v - dinamik mexanik xarakteristika, K.P.Kovach (DXK) tomonidan olingan.

9 mavzu. Aylanma transformatorlar, ularning sxemalari, ishlash prinsiplari va tuzilishi. Aylanma transformatorni ishlatilish sohalari va ishchi xarakteristikasi

1. Mexatronik tizimlarning asosiy qismi harakat uzatuvchilar (yoki beruvchilar) dan tashkil topgan bo'ladi. Yuqorida o'rganilgan Mexatronik tizimlarda biz asosan uning elektr komponentlari bilan, ya'ni mexatronik tizimdagi aktiv va passiv elementlari bilan tanishdik. **Harakat beruvchilarning asosiy vazifasi** – sistemaning bajaradigan vazifasiga qarab unga kerakli bo'ladigan mexanik energiyani uzatib berishdan iborat. Mexatronik tizimlarni qurishda eng muhim omil – bu unga mos bo'lgan harakat beruvchi (aktuator) ni tanlashdir. Aktuatorlar bajaradigan vazifasiga qarab, ya'ni uzatilayotgan harakat turi (aylanma va chiziqli)ga qarab tanlanadi.

2. Motorlarning harakatga kelishi - elektromagnit maydonda uyg'otilgan kuchlar ta'siriga asoslanadi. Elektr maydonda yuzaga keladigan **Lorens kuchi** qoidasi motorlarni o'ramlarida uyg'otuvchi kuchlar hosil qiladi.



6.1-rasm.

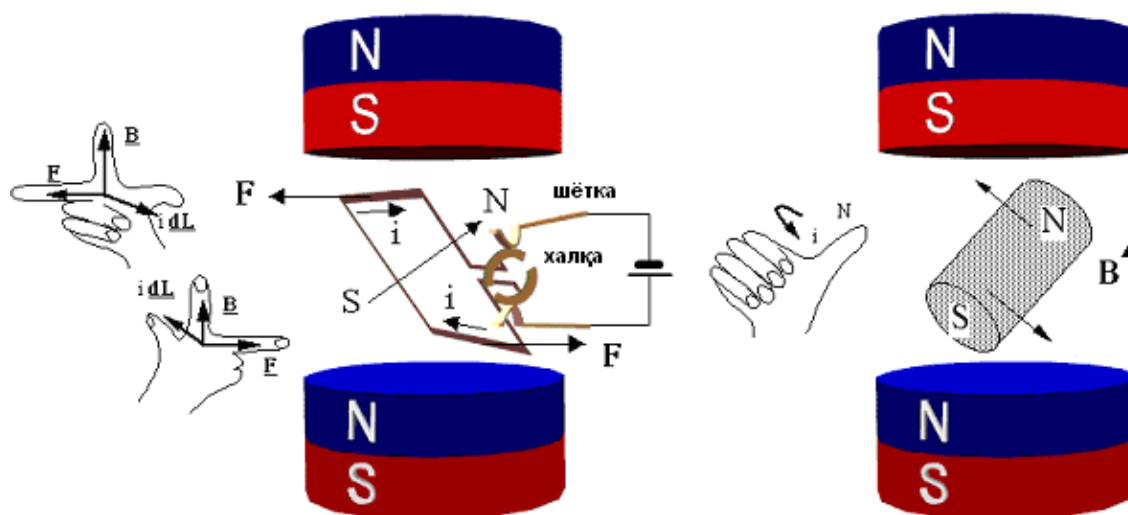
$$\mathbf{F} = \mathbf{I} \times \mathbf{B}$$

I-maydondagi tok kuchi

B-magnit maydon induksiyasi

F- Lorens kuchi

Elementar fizika kursidan ma'lumki magnit maydon ikkita (N va S) ega bo'lib, ulardan bittasi o'ziga tortuvchi va ikkinchisi o'zidan itaruvchidir. Motorlarni ishlash prinsipi aynan shu prinsipga asoslangan.



6.2-rasm. (A) Motorning ishlash prinsipi

Elektr motorlar mexatronik tizimlarning asosiy qismi (harakat beruvchi), ya'ni mexanik energiya bilan ta'minlovchi qismi bo'lganligi sababli ularni boshqarishni o'rganish muhim hisoblanadi. Har qanday elektromotor (o'zgarmas va o'zgaruvchan tokda ishlaydigan va qadamli motorlar) magnit maydonda yuzaga keladigan kuchlar ta'sirida harakatga keladi va Lorens qoidasiga asoslanadi. Xulosa qilib aytganda, yuqorida ko'rsatilgan Lorens qoidasi va motorlarni ishlash prinsipini tushungan holda, qabul qilayotgan elektr energiyani boshqarish orqali ularni harakat tezligini va chastotasini boshqarishni o'rganish mumkin.

Amaliy ishni bajarishda kerak bo'ladigan jixozlar: 6 ta simli qadamli motor, 9V batareya va multimetr.

Amaliy ishni bajarish jarayonida talabalar hozirgi kunda keng foydalanuvda bo'lgan qadamli motorlarni boshqarishni o'rganadilar.

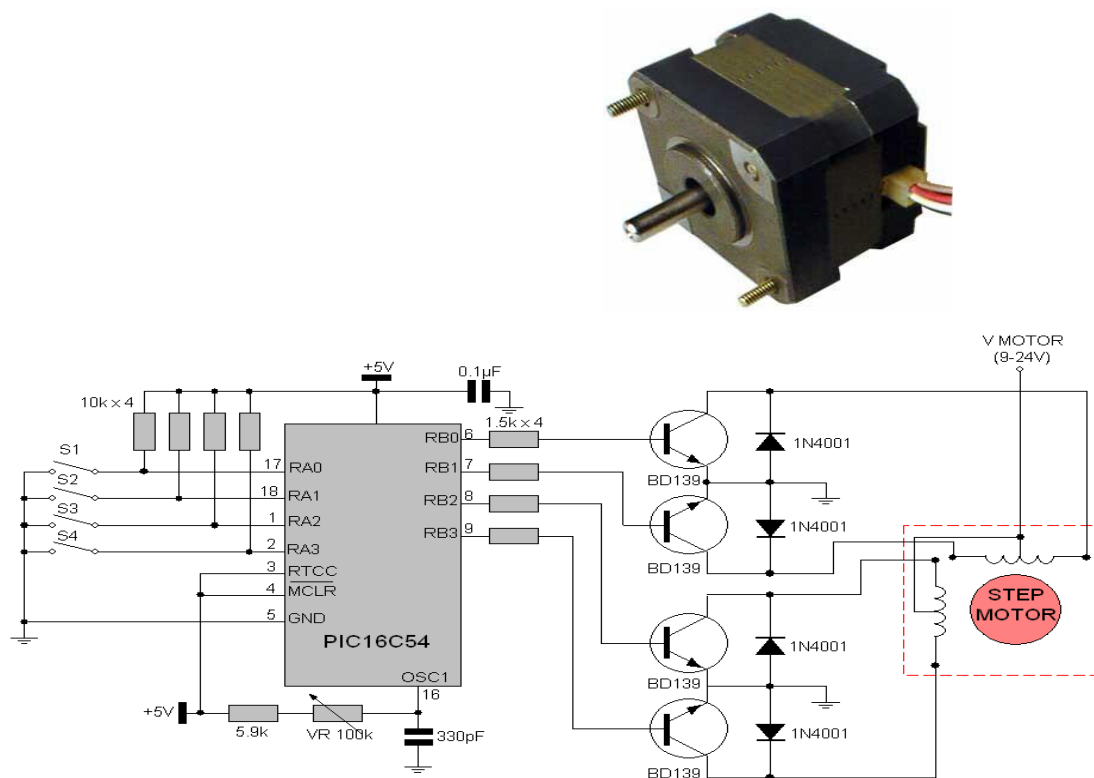
Motorlar bir qadamini aniqlashda quyidagi formuladan foydalaniladi.

$$\theta_s = \frac{360^\circ}{N_s N_R}$$

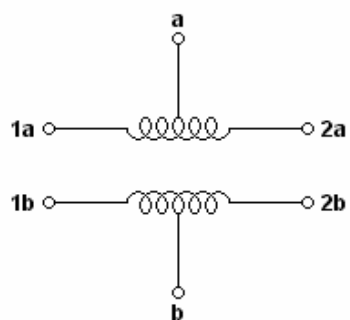
Bir aylanishdagi qadamlar soni esa quyidagi formuladan foydalaniladi

$$S = \frac{360^\circ}{\theta_s} = N_s N_R$$

Amaliyni bajarish jarayonida yuqoridagi ko'rsatilgan formulalarga asoslangan xolda quyidagi sxema tuziladi.



6.3-rasm.



6.4-rasm.

6.5-rasm

Qadamli motorlarni boshqarish jaryonida ular quyidagi jadvaldan foydalaniladi.

3. Texnologik mashinalarda asosan asinxron elektryuritgichlar ishlatiladi.

Quyida asinxron elektryuritgichlarni mexanik xarakteristikalarini modellashtirishni keltiramiz:

- 4) Statik mexanik xarakteristika;
- 5) Dinamik mexanik xarakteristika, I.S. Pinchuk (DXP) tomonidan olingan;
- 6) Dinamik mexanik xarakteristika, K.P.Kovach (DXK) tomonidan olingan.

Statik mexanik xarakteristika quyidagi tenglamada aniqlanadi:

$$M_{\delta} = \frac{2M_{\kappa}(1 + \varepsilon_1)}{S/S_{\kappa} + S_{\kappa}/S + 2\varepsilon_1}; \varepsilon_1 = \frac{1}{\sqrt{r_1^2 + x_{\kappa}^2}} \quad (3.1)$$

Bu erda M_d , M_k –elektryuritgich validagi moment, va uning kritik qiymati;

S , S_k – elektryuritgichning sirpanishi va uning kritik qiymati;

r_1 – aktiv qarshilik;

x_k – induktiv qarshilik;

Θ –inersiya momenti;

Mexanik xarakteristikaning $M_{\delta} = f(\varphi)$, tegishli tenglamasi (3.1)ga mos grafigi 3.1-rasmda keltirilgan.

Rotorning xarakat tenglamasi:

$$I\ddot{\varphi} = M_{\delta} - M_c \quad (3.2)$$

bu erda I – rotorning inersiya momenti;

φ –
burilish
 M_k –
momenti.

Clockwise Rotation ↓

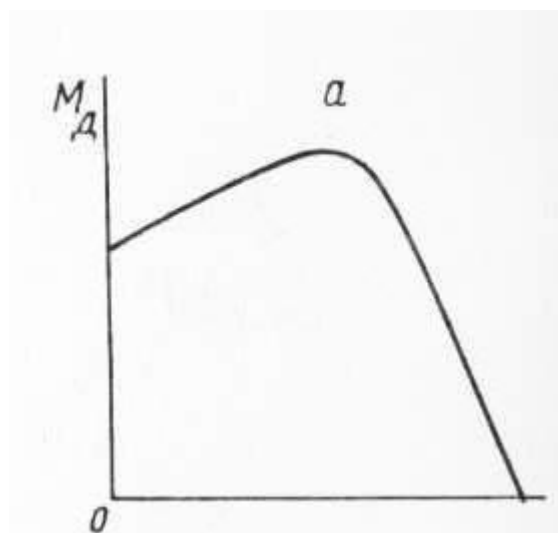
Index	1a	1b	2a	2b
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	1	0	0	0
6	0	1	0	0
7	0	0	1	0
8	0	0	0	1

rotorning
burchagi;
qarshilik

Clockwise Rotation ↓

Index	1a	1b	2a	2b
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1
9	1	0	0	0
10	1	1	0	0
11	0	1	0	0
12	0	1	1	0
13	0	0	1	0
14	0	0	1	1
15	0	0	0	1
16	1	0	0	1

Dvigatelъ AOT-51-4 ko'rsatkichlari: $N=2,8$ kVt,
 $n=1450$ ayl/min, $M_p/M_n=2,0$, $M_{kr}/M_n=2,8$, $GD^2=3,2$ N·m²,
 $I=0,051$ N·ms².



6.6-rasm. Asinxron elektryuritgichning mexanik statik xarakteristikasi.

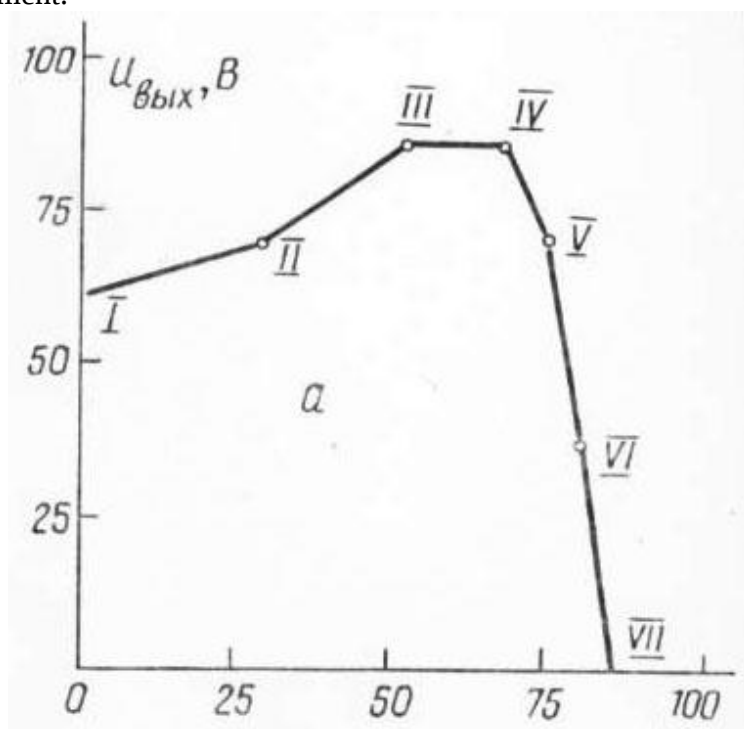
ω_k –ideal xolat uchun tezlik;

ω_n – nominal tezlik;

ω_{kr} –kritik tezlik;

M_p – chiqish momenti;

M_n – nominal moment.



6.7-rasm. Asinxron elektryuritgichning mexanik statik xarakteristikasini approksimatsiyasi.

Bu xarakteristikada EMO'Jlari xisobga olinmaydi.

EMO'Jni xisobga olish uchun dinamik mexanik xarakteristikalar ishlatiladi.

DXP mexanik dinamik xarakteristika quyidagi differensial tenglama orqali ifodalanadi:

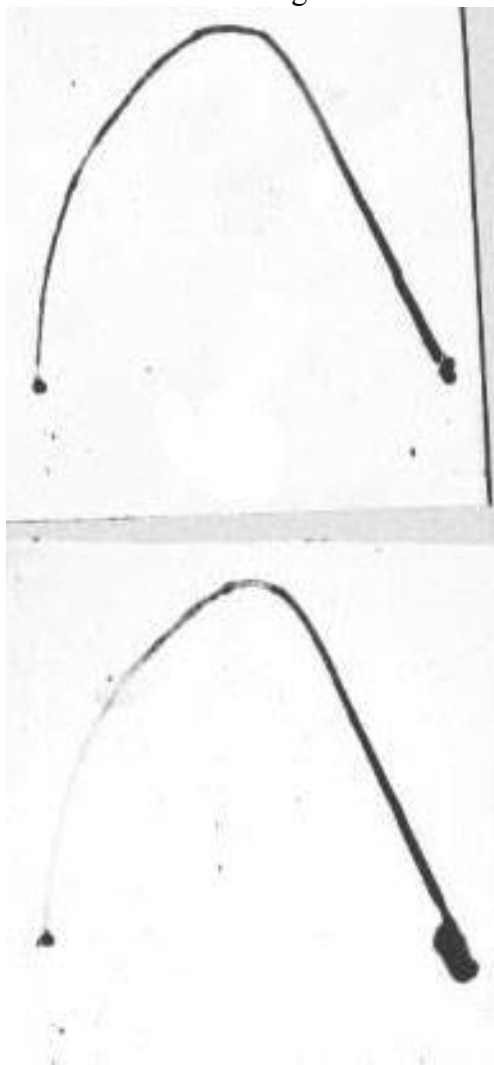
$$\frac{\omega_0 - \dot{\phi}}{\omega_0} = \frac{S_{\kappa}}{2M_{\kappa}} M_{\delta} + \frac{1}{2\omega_c M_{\kappa}} \dot{M}_{\delta};$$

$$I\ddot{\phi} = M_{\delta} - M_c$$

bu erda ω_s – manbaning burchak chastotasi.

Tenglamani echimi quyidagi yuritgich uchun amalga oshirildi: AOT 52-6; $N=1,7$ kVt, $n=960$ ayl/min, $M_p/M_n=1,8$, $M_{kr}/M_n=2,6$, $K=1,3$; $f=50$ Gs, $I=0,0171$ N·ms², $\alpha_\varphi=20$ V/rad, $\alpha_m=0,02$ V/N·m, $\alpha_t=30$.

6.8-rasmda ushbu mexanik xarakteristikaning ko'rinishi keltirilgan.



1) $M_c=0$

2) $M_c=28$ H·m

6.8-rasm. Fazovye s'emki $M_o = f(\varphi)$:

Bu xarakteristikada o'tish jarayonlari faqat barqaror xarakatda inobatga olinadi. O'tish jarayonlarini to'liq ko'rsatadigan model DXKda keltirilgan

$$M_d = \frac{3}{2} P \frac{K_r}{Gx_3} \cdot (\psi_{x_2} \psi_{y_2} - \psi_{x_1} \psi_{y_2})$$

$$\dot{\psi}_{x_1} = U_m \cos \gamma - \alpha'_S \psi_{x_1} + \alpha'_S K_r \psi_{x_2} + \psi_{y_1}$$

$$\dot{\psi}_{y_1} = U_m \sin \gamma - \alpha'_S \psi_{y_1} + \alpha'_S K_r \psi_{y_2} + \psi_{x_2}$$

$$\dot{\psi}_{x_2} = \alpha'_r \psi_{x_2} + \alpha'_r K_S \psi_{x_1} + \omega_r \psi_{y_2} - \dot{\phi} \psi_{y_2}$$

$$\dot{\psi}_{y_2} = -\alpha'_r \psi_{y_2} + \alpha'_r K_S \psi_{y_1} - \omega_r \psi_{x_2} + \dot{\phi} \psi_{x_2}$$

$$G = 1 - \frac{x_0^2}{x_S x_r}; K_r = \frac{x_0}{x_r}; K_S = \frac{x_0}{x_S}; \alpha_S = \frac{r_1}{x_S}; \alpha'_S = \frac{r_1}{x_S G};$$

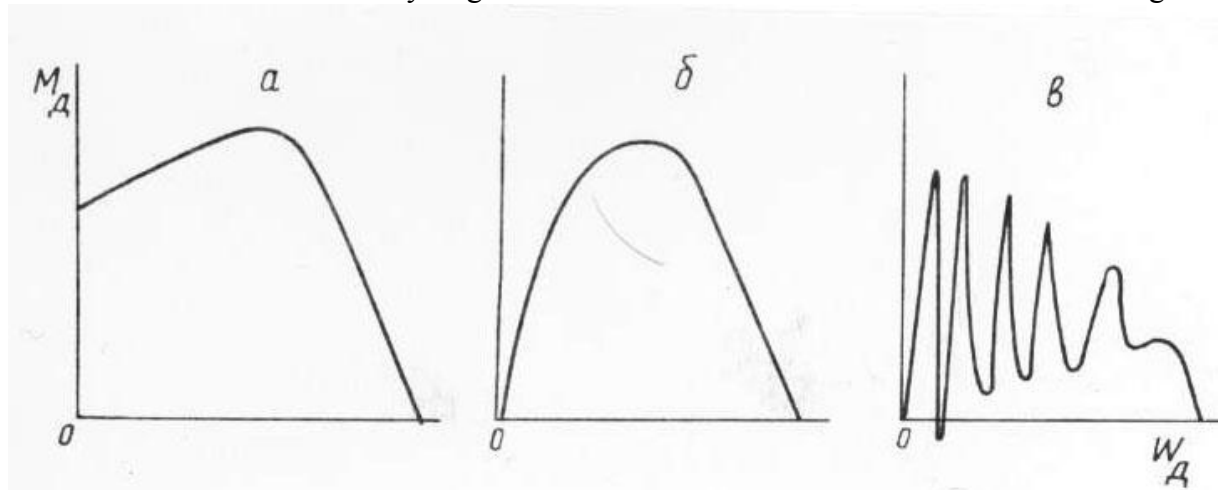
$$\alpha_r = \frac{r_2}{x_r}; \alpha'_r = \frac{r_2}{x_r G}; I \ddot{\phi} = M_d - M_c$$

Bu erdagde M_d – asinxron elektryuritgichning elektromagnit momenti;

ψ_{x1}, ψ_{y1} – X va Y o'qlari bo'yicha statorning magnit oqimlarini umumlashgan vektorini tashkil etuvchilari;

ψ_{x2}, ψ_{y2} – X va Y o'qlari bo'yicha rotorning magnit oqimlarini umumlashgan vektorini tashkil etuvchilari.

6.9-rasmda asinxron elektryuritgich mexanik xarakteristikalarini ko'rinishlari keltirilgan.



6.9-rasm. Asinxron elektryuritgich mexanik xarakteristikalari:

a - statik mexanik xarakteristika;

b - dinamik mexanik xarakteristika, I.S. Pinchuk (DXP) tomonidan olingan;

v - dinamik mexanik xarakteristika, K.P.Kovach (DXK) tomonidan olingan.

Xulosa: Talabalar aylanma transformatorlarning turlari, ishlash prinsiplari, mexanik xarakteristikalari, matematik modellari bo'yicha talab darajasida malaka, ko'nikmalariga ega bo'ladilar.

10 mavzu. Taxogeneratorlar, sinflanish, ishlash prinsiplari va ishlatilish sohalari Ochiq boshqarish sxemali elektr yuritmalari va umumiy xarakteristikalari.

Avtomatika qurilmalarida ikki fazali asinxron dvigatellardan aylanma xarakatdagi mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantiruvchi asbob, ya'ni mexanizmlar ukiyning aylanish tezligini ulchash uchun ishlatiladigan taxogenerator sifatida foydalanish mumkin.

Taxogeneratorning xarakteristikasi chizikli bulib, undagi chikish kuchlanishi bilan aylanish tezligi orasidagi bolqlikni ifoda etadi, ya'ni

$$U = K * n \quad (15.5)$$

Asinxron taxogeneratorning tuzilishi kovak rotorli ijrochi dvigatelning tuzilishi bilan bir xildir. Statoridagi bitta cho'lg'am uyg'otish chulg'ami xisoblanib, manbaaga ulanadi. Ikkinchisi generator yoki chikish chulg'ami hisoblanib, nagruzkaga yoki indikatorga ulanadi. Chastotasi f bo'lgan tarmoq toki uyg'otish chulg'amidan oqib o'tib, pul'sasiyalanuvchi magnit maydonini hosil qiladi. Pul'sasiyalanuvchi maydonning o'qi uyg'otish cho'lg'aming o'qi bilan mos tushadi. Qo'zgalmas rotorda ushbu magnit maydoni transformator EYuK va toki deb ataluvchi e_t va i_t ni induksiylaydi. Rotorning aktiv qarshiligi katta bo'lgani tufayli faza jihatdan e_t bilan mos tushadi va rotorni magnitlovchi kuch F'_r transformatoridagi kabi pul'sasiyalanuvchi magnit oqimi yo'nalishi bo'yicha ta'sir etadi.

Uyg'otish cho'lg'amiga nisbatan 90° siljitib joylashtirilgan generator (chiqish) cho'lg'amida F_u oqimni EYuK induksiylamaydi va chiqish kuchlanishi nolga teng bo'ladi. Rotor p tezlik bilan aylantirilganda unda transformator EYuK idan tashqari, aylanish EYuK e_v ham induksiylanadi va aylanish toki i_v hosil bo'ladi.

Rotordagi toklar kundalang o'q bo'yicha yo'nalgan magnitlovchi kuch F''_p va oqim F_p hosil qiladi. Generator (chiqish) cho'lg'amida bu oqim EYuK induksiylaydi:

$$E_r = 4,44 f_1 \omega_r K_r \Phi_{rt} \quad (15.6)$$

bu erda w_r — generator cho'lg'amidagi o'ramlar soni, K_r — generator cho'lg'aming koeffisienti. (11.9) ifodadagi f_1 (generator cho'lg'aming EYuK chastotasn) rotorning aylanishi tezligiga bog'liq bo'lmaydi.

Chiqish kuchlanishining mexanizm (rotor) aylanish tezligiga bog'lik ifodasini yo'l ko'yilishi mumkin bo'lgan xatoliklar (magnit zanjirida to'yinish yo'qligi, havo bo'shlig'i magnit qarshiligining qiymati va h.) ni hisobga olgan holda keltirib chikarish mumkin:

$$U_{chiq} \approx E = C\Phi_{rt} = C_1 E_p'' = C_2 e_v = C_3 V_2 = Kn \quad (15.7)$$

bu erda $V_2 = \frac{\pi D_2 n}{60}$ rotorning aylanish tezligi; $S_1, S_2, S_3 K$ — doimiy proporsionallik koeffisientlari.

Mavjud taxogeneratorlarda (15.7) ifoda ayrim xatoliklar tufayli noxiziqdirlar.

Taxogeneratorlarga qo'yidagi talablar qo'yiladi:

— aylanish tezligi bilan chikish kuchlanishi urtasida anik

proporsionallikni ta'minlash;

- temperatura va namlik o'zgarganda dam ishlashining ishonchli bo'lishi;
- yuqori darajada tezkorlikni ta'minlash;
- tuzilishi sodda, og'irligi va o'lchamlari kichik bulishi.

Burilish transformatorlari rotorning burilish burchagi α ni kuchlanishga aylantirib beruvchi, quvvati bir necha vattdan iborat bo'lgan mikromashinalardir. Statik transformatorlarda ikkilamchi kuchlanish amplitudasi qiymatini o'zgartirish uchun birlamchi kuchlanish amplitudasini o'zgartirish kerak bo'lsa, burilish transformatorlarida ikkilamchi kuchlanish amplitudasi rotorning burilish burchagiga proporsional bo'ladi. Buriluvchi transformatorlar avtomatik kuzatish sistemalarida, hisoblash qurilmalarida algebraik, geometrik va trigonometrik masalalarni echishda ishlatiladi.

Tuzilishi jihatdan buriluvchi transformatorlar kontakt halqalari asinxron mashinalarga o'xshaydi. Statori elektrotexnik po'lat yaproqchalardan kovak silindr shaklda yig'ilgan bo'lib, o'zaro perpendikulyar joylashtirilgan ikkita cho'lg'amga ega bo'ladi. Rotori ham elektrotexnik po'lat yaproqchalardan baraban shaklda yig'ilgan bo'lib, tashqi zanjir bilan kontakt halqalar va cho'tka yordamida ulangan ikkita cho'lg'amdan iborat.

Stator va rotor cho'lg'amlarining ulanish sxemalariga ko'ra, chiqish kuchlanishi rotor burilish burchagining sinusiga, kosinusiga yoki burilish burchagi α ga proporsional (chiziqli transformator) bo'ladi. Sinus-kosinusli buriluvchi transformatorning (SKBT) ishlash prinsipi bilan tanishib chiqamiz. Bunday transformatorning elektr sxemasi 4-rasmda kursatilgan. Statorning uyg'otish cho'lg'ami U ni o'zgaruvchan tok manbaiga ulasak, transformatorida pul'sasiyalanuvchi bo'ylama magnit oqimi F_b hosil bo'ladi. Bu oqim cho'lg'am s (sinusli) va s (kosinusli) larda EYuK ni induksiylaydi:

$$\left. \begin{aligned} E_s &= KU_T \sin a \\ E_s &= KU_T \cos a \end{aligned} \right\}, \quad (8)$$

bu erda $K = \frac{\varpi_p}{\varpi_{cm}}$ statoridan rotorga transformasiya koeffisienti; ϖ_p va ϖ_{cm} — rotor va stator

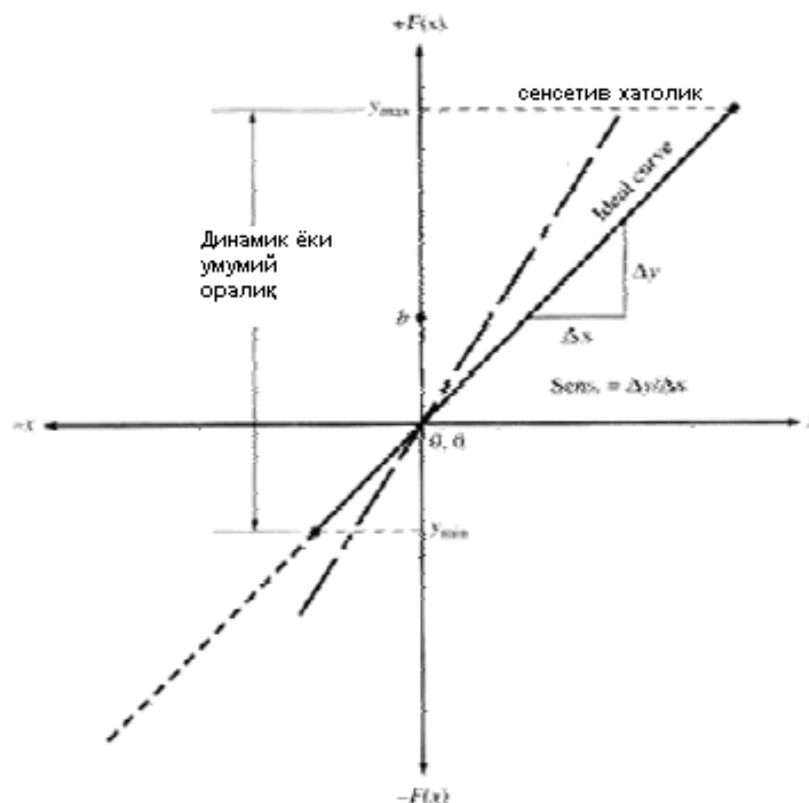
cho'lg'amlarining o'ramlar soni; U_t — tarmoq kuchlanishi.

(8) ga asosan cho'lg'amlardagi I_c va I_s toklar xamda ZHS va ZHS nagruzka karshiliklardagi kuchlanishlar $\cos \alpha$ va $\sin \alpha$ ga proporsional buladi. Rotor toklari pul'sasiyalanuvchi MYuK F_s va F_c larni dosil qiladi. Bu MYuK larni tashkil etuvchilarga ajratish mumkin: F_{sy} va F_{sd} — buylama u k, buyicha va F_{cy} va F_{cd} — kundalang u k. buyicha . Buylama uk. buyicha pul'sasiyalanuvchi MYuK oddiy transformatoridagi kabi uygotish cho'lg'aming MYuK bilan muvozanatlashadi. Rotor MYuK ining kundalang tashkil etuvchisi esa muvozanatlashmaydi va rotor cho'lg'amlarida EYuK induksiya-lovchi pul'sasiyalanuvchi magnit osimi dosil kiladi. Natija-da $\sin \alpha$ va $\cos \alpha$ bilan chik.ish kuchlanishi orasidagi proporsional boglanish buziladi. Chikish kuchlanishi bilan burilish burchagi orasidagi muvofik. bogliklikni dosil kilish uchun rotor MYuK ining kundalang tashkil etuvchisini kompensasiya-lash kerak. Kompensasiyalashning ikki xil: birlamchi (stator tomonidan) va ikkilamchi (rotor tomonidan) usuli mavjud. Kompensasiyalashning birlamchi usulida stator cho'lg'ami k un~ cha katta bulmagan ballast karshiligiga Z_6 ga tugridan-tugri ulanadi. Ikkilamchi kompensasiyalashda esa rotor cho'lg'amlari-ga bir xil nagruzka karshiligi ulanadi Z_{as} — ZHC. Bunda rotorning kundalang magnit okimi nolga teng bulib, xatolik bulmaydi. Odatda, kompensasiyalashning ikkala usuli dan qo'llaniladi, chunki ish vaktida nagruzka qarshiligining tengligini ta'minlash kiyin buladi. SKBT dan farqli ularoq, chiziqli buriluvchi transformator (ChBT) larda chiqish kuchlanishi rotorning burilish burchagi α bilan chiziqli bog'langan $s/ChI1(=)/(a)$. ChBT ni dosil kilish uchun mashina cho'lg'amlari birlamchi kompensasiyalash sxemasi buyicha yoki ikkilamchi kompensasiyalash sxemasi buyicha taqsimlanadi.

11 mavzu. Elektr yuritma energetikasida uchraydigan kamchiliklar va afzalliklar. Elektr yuritmaning yuklanish diagrammalari

Sensorlar – mexatronik tizimlarining bir elementi bo'lib, fizik parametrlarning kattaligini aniqlash va ularni signal ko'rinishida boshqaruvchi sistemaga xabar beruvchilardir. Sensorlar aktiv element hisoblanib, transdyuserlar vazifasini bajaradi. Mexanizmlar tizimini yoki monitoring sistemasini boshqarish, sensorlar bilan uzviy bog'liq. Masalan, akselerometrlar, termoparalar bunga yaqqol misol bo'ladi. Sensorlar yoki transdyuserlar xar doim o'lchash jarayoniga moslanib, ularning ishlash prinsipi fizik qonuniyatlarga asoslanadi. Sensorlarni ifodalovchi fizik parametrlarga, ularning sezuvchanligi, ular qabul qiladigan oraliq, ularning aniqligi, kiruvchi va chiquvchi signallar orasidagi farq, signallarni qanday o'zgarishini seza olishi, signallarni chiziqliligi, gisterezis va vaqt xarakteristikalar kiradi.

Sezuvchanlik - bu fizik parametr xaqidagi ma'lumotni qanchalik to'g'riligi, qaysiki boshqaruvchi sistemaga borayotgan. Sezuvchanlik xatoligi degan tushincha ham bor, bu xatolikni quyidagi grafikda tahlil qilish mumkin.



5.1-rasm.

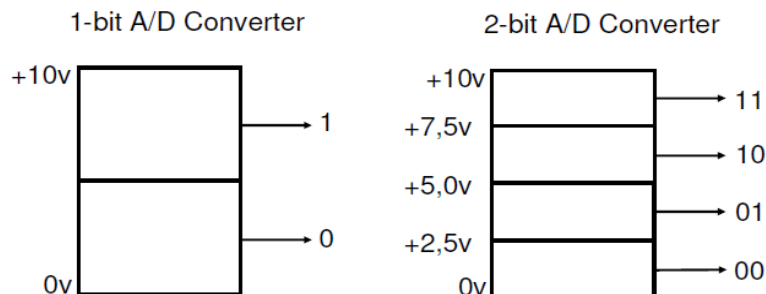
Oraliq - bu sensorlar uzatib beradigan signallarning diapazoni. Masalan, akselerometerlar (10000 gers yoki ± 10).

Aniqligi - sensor qabul qilayotgan va boshqaruvchi tizimga uzatayotgan signallarning qanchalik bir-biriga yaqinligi tushiniladi. Agar sensorimiz ideal bo'lganida kiruchi va chiquvchi signallar bir xil bo'lar edi, tabiatda xech qanday tizim ideal bo'la olmaydi.

Kiruvchi va chiquvchi signallar orasidagi **farq** – sensorlarni aniqligini baxolash uchun foydalaniladigan parametr hisoblaniladi.

Signallarni qanday o'zgarishini **sezaolishi**, sezuvchanlikdan tubdan farq qiladi, ya'ni sensorlar uzatayotgan signallarni, sensorda o'zgarishini sezaolishi tushiniladi. Bular quyidagicha izohlanadi.

8 bits = 256 qadam
 10 bits = 1024 qadam
 12 bits = 4096 qadam
 16 bits = 65,536 qadam



5.2-rasm.

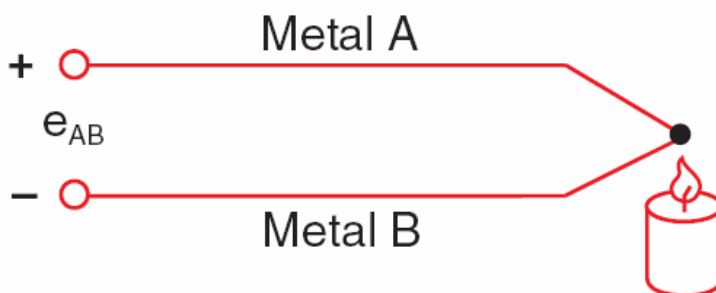
3. Sensorlar qo'llanish sohasiga ko'ra quyidagicha turlanadi. Bular Elektr sensorlar, magnit maydon ta'sirida ishlovchi sensorlar va elektr hamda mexanik kuchlarga asoslangan sensorlar.

a) **Elektr sensorlar** - bularning ishlash prinsipi elektr maydon bilan uzviy bog'liq bo'ladi. Masalan, Tenzometrlar-ishlash prinsipi qarshiliklarni o'zgarishiga asoslanadi.



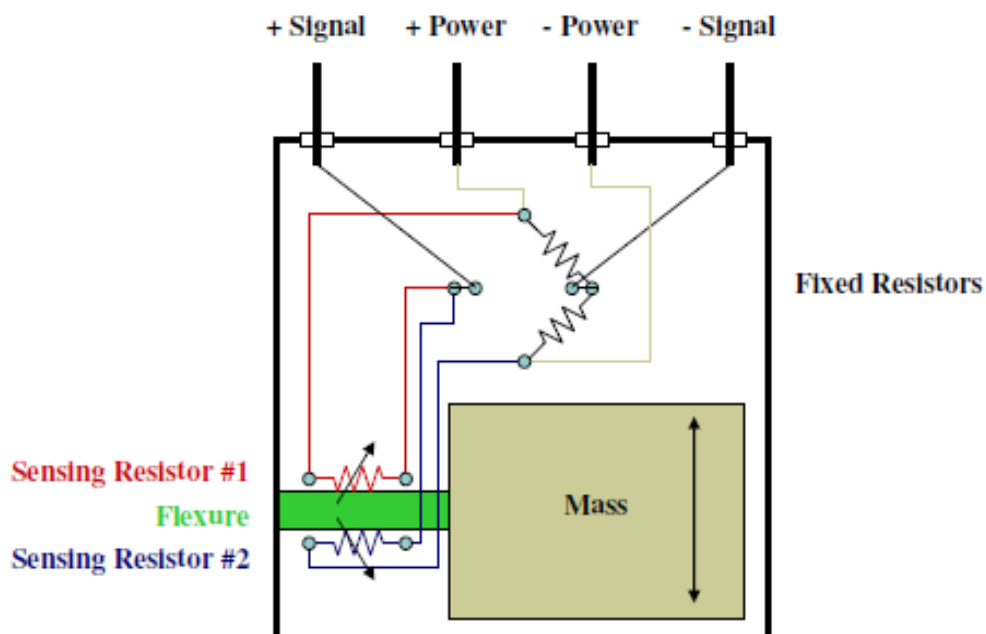
5.3-rasm.

b) **Magnit maydon** ta'sirida ishlovchi sensorlar. Bularga Zaryadli akselerometerlar misol bo'la oladi.



5.4-rasm.

v) **Elektr xamda mexanik** kuchlarga asoslangan sensorlar – akselerometrilar



5.5-rasm.

Amaliy ishni bajarishda kerak bo'ladigan jixozlar: ishchi komp'yuter, akselerometrilar ya'ni ma'lumot yig'uvchilar (DAQ), alyuminiy sterjen, ipli bog'lamalar va bolg'a

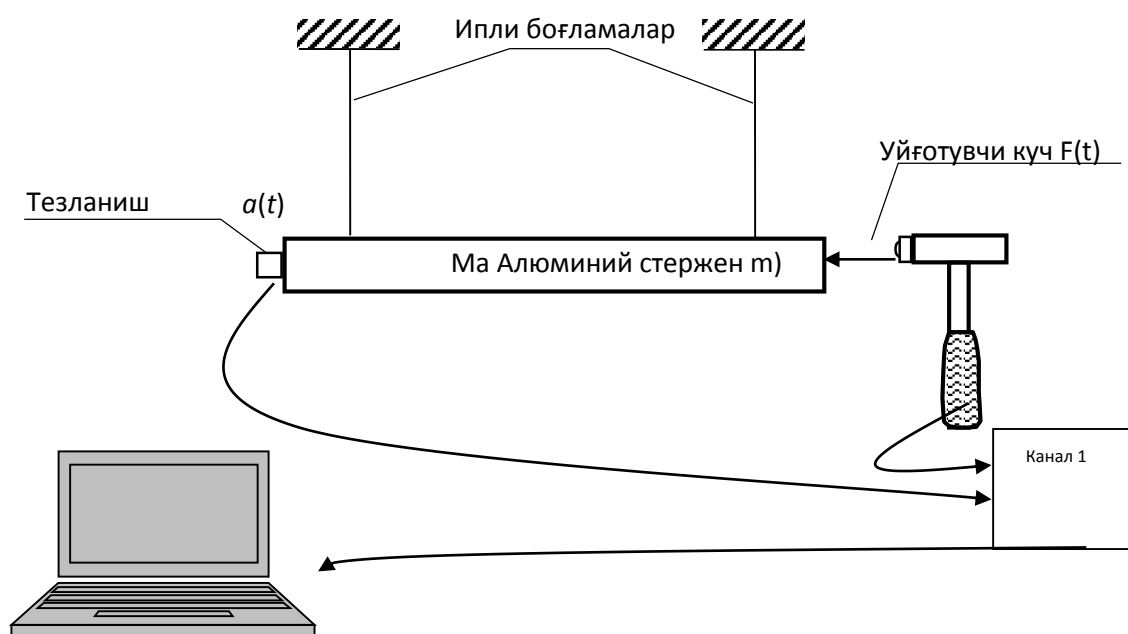
Akselerometrlarning xarakteristikasi bo'yicha to'liq ma'lumot olish uchun, uni kalibrlash talab etiladi. Bunda Nyutonning 2chi qonuniga asosan tezlanish bilan xarakatlanayotgan jism massasi aniqlanadi:

$$m = a / F$$

Bu erda a - akselerometrdan olingan tezlanish qiymati [m/s²], F - uyg'otuvchi kuch (bolg'adan olingan) [N].

Ushbu metodika quyidagi tartib asosidagi amallardan tashkil topgan:

1. Alyuminiy sterjenni xavfsiz iplar orqali ikkita joyidan gorizantal holatda osish. Gorizontallik darajasini tekshirish uchun shaytonchadan foydalanish tafsiya etiladi (5.6-rasm);
2. DT9837 Data Translation qurilmasini kabel orqali kompyuter USB portiga ulanadi (5.6-rasm);
3. DT9837 qurilmaning chiquvchi portlariga BNC kabellari yordamida 1-kanaliga akselerometr va 2- kanaliga (bolg'acha) qurilmasi ulanadi;
4. Akselerometr sterjenning bir tomoniga maxsus kley (WAX) orqali o'rnatiladi. O'rnatish mustaxkamligiga etibor bering. (5.6-rasm);
5. Kompyuter va dasturiy ta'minot MATLAB ishga tushiriladi. Bunda MATLAB paketida Calibration4ACCEL.m fayli yuklanadi. Ushbu fayl orqali eksperiment natijalari yozib olinadi. Bu natijalar uchun xxxxxxxx (akselerometr modelini raqami) orqali belgilanadi va talab etilsa ularni o'zgartirish mumkin.
6. Qurilmalar to'g'risidagi ma'lumotlar 1-jadvalga kiritiladi



5.6-rasm. Ishchi jixozlarni ulanish jarayonining sxematik ko'rinishi

7. MATLAB dasturida Calibration4ACCEL.m fayli ishga tushiriladi va taxminan 10-15 sekunddan keyin sterjenga bolg'a orqali engil bir turtki beriladi. Bunda qattiq zarba berish tavsiya etilmaydi.
8. MATLAB dasturida Calibration4ACCEL.m fayli eksperiment natijalarini yozib bo'lgandan so'ng quyida ko'rsatilgan parametrlar Command Window darchasiga kiritilishi kerak. SHundan so'ng, eksperiment davomiyligi (qancha sekund), eksperiment natijalari uchun o'rnatilgan akselerometr model nomerini kiritish talab etiladi.
9. Olingan qiymatlarni 1-jadvalga kiritiladi va eksperiment natijalari tahlil qilinadi.

1-jadval.

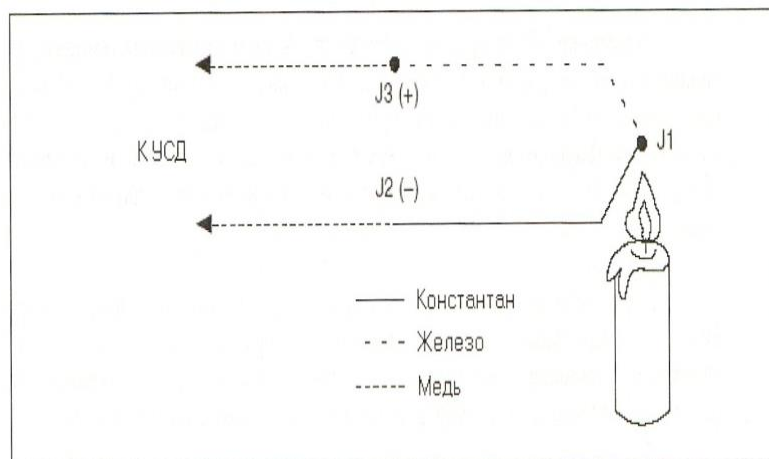
Metal jism og'irligi (kg)	
Akselerometr og'irligi (kg)	
Akselerometr modeli	

Akselerometr sezuvchanligi(mV/ms-2)	5			
Eksperiment raqami	1	2	3	4
Command window oynasidagi sonli natija (kg)				
Nisbiy xatolik (%)				

Xulosa: Talabalar mexatronik tizimlardagi elektr yuritmalarning turlari, ishlash prinsiplari, fizik parametrlarini bilib oladilar, etarli bilimlarga ega bo'ladilar.

12 mavzu. Elektr yuritmalarni boshqarish sxemalari. O'zgarmas tok elektr yuritmalarning boshqarish sxemalari. Asinxron dvigatelli elektr yuritmasining boshqarish sxemalari.

1. Termopara bu ikkita bir xil bo'lmagan metal yoki aralashmadan tashkil topgan simlar biriktirilib yoki ulanib, termo-sensor sifatida foydalaniladi. Simlarning ulangan joyida kuchlanish tushuvi bo'ladi, chunki temperaturaning o'zgarishi simdagi elektronlarning harakatlanishiga bevosita bog'liq. Simlarning uchidagi fazalar farqining o'zgarishi temperaturaning o'zgarishi bilan bog'liqdir.



7.1-rasm. Termopara sxematik ko'rinishi.

Termopara turlari

Termopara turlari	musbat simi	manfiy simi
B	Platina 30%, radiy	Platina 6%, radiy
E	Nikel-xrom aralashmasi	Mis-nikel aralashmasi
J	TEMIR	MIS-NIKEL ARALASHMASI
K	Nikel-xrom aralashma	Nikel-alyumin aralashma
N	Nikel-xrom-kremniy	Nikel-kremniy-magniy
R	Platina 13%-radiy	Platina

Termo-quti – termopara, tashqaridan sovuq havoni so'ruvchi parrag va qutiga issiqlik yaratib beradigan lampadan tashkil topgan. Biz bu uchta komponent yordamida termo-quti ichidagi temperaturani boshqarishimiz mumkin, uning uchun bizga LabVIEW paketi kerak bo'ladi.



7.2-rasm. Temperaturani aniqlashning sxematik ko'rinishi

3. SC-2345 (Signal Condition) qurilmasi, ya'ni signal qabul qilgich ishlash prinsipiga qarab turli xil markalari mavjud. Xozirda rivojlangan davlatlarda olimlar va ilmiy izlanuvchi tadqiqotchilar ushbu qurilmadan keng foydalanadilar.

Ba'zan sensor juda xavfli va kuchli signallarni yaratadi va uni to'g'ridan - to'g'ri DAQ yordamida o'lchash xavflidir. Masalan, kuchli kuchlanish tushuvi sodir bo'lishi, shovqin kuzatilishi, juda uzun va qisqa signallar kuzatilishi mumkin. Signal qabul qilgich bizga signallarni me'yoriy xolatga keltirib uni DAQ ga yuboradi.

Signal qabul qilgich uchun unga mos qurilma tanlash juda muhimdir. Signal qabul qilgich vazifasiga ko'ra ikki xil buladi: modulli (modular) va integrallashgan (integrated).

DAQ (data acquisition) – ma'lumot yoki signallarni kompyuter xotirasiga saqlash va analog signallarni raqamli signalga o'giradigan qurilmadir. Bunday qurilmalarga PCI, PXI, PCI Express, PCMCIA, USB, Wireless, Ethernet kabilar misol bo'la oladi.

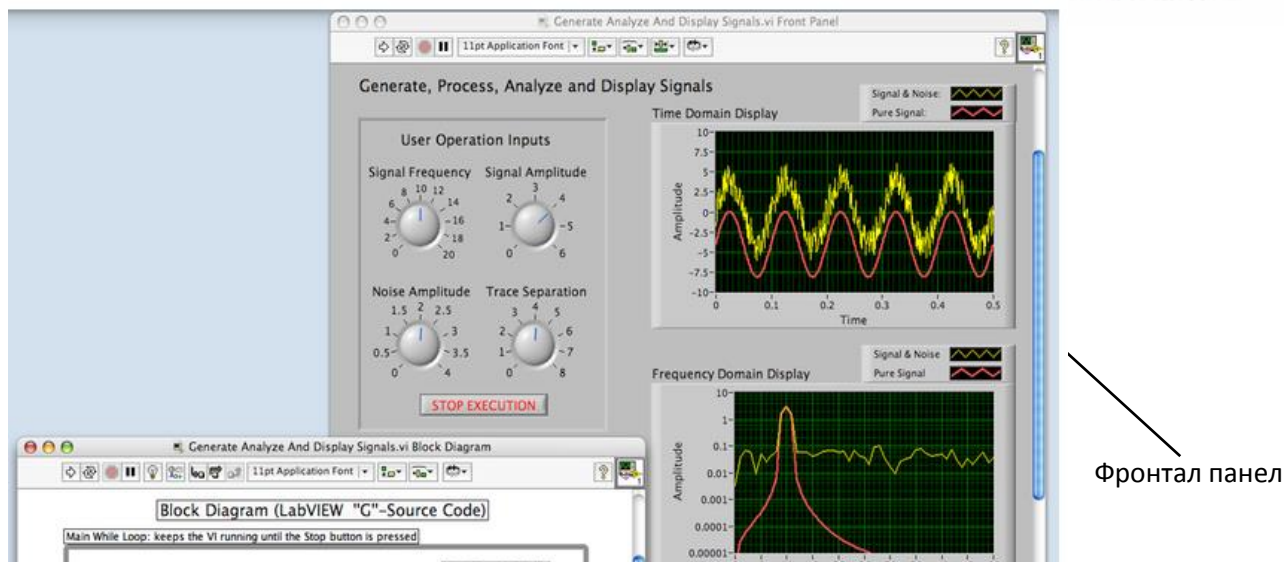
PXI – blok sitemasi oddiy blok sistemadan farq qiladi. PXI platformasi modul bilan jihozlangan bo'lib, signal qabul qilgichdan kelayotgan signallar (temperatura, tezlanish va x.k) ni o'zining xotirasiga saqlaydi va monitorda ko'rsatadi. PXI operatsin tizimi juda tez ishlaydai va aniqlik darajasi ham yuqoridir.

LabView – inglizcha termin bo'lib, muxandislar uchun virtual Amaliy degan ma'noni anglatadi. Ushbu programmada yangi sahifa ochiladi va ushbu ochilgan sahifa VI (Virtual Instrument) deb yuritiladi. Har bir VI uchta komponentdan tashkil topgan: Front Panel, Block Diagram va Connector panel.

Модулни сигнал қабул қилгич



Интегрални сигнал қабул қилгич



7.4-rasm.

Front panel yordamida biz har - xil tugmachalar, monitor va indekatorlarni joylashtirishimiz mumkin. Front panel darchasi ustida Strl E buyrug'ini beramiz, Block Diagram darchasi ochiladi va unda biz algoritmlarni tuzamiz.

Xulosa: Talabalar termoparalar, turlari va ishlash prinsiplari, signal qabul qilish sistemasi va temperaturani boshqarish bo'yicha talab darajasida malaka, ko'nikmalariga ega bo'ladilar.

13 mavzu. Elektr yuritmalariig berk boshqarish sxemalari. Berk boshqarish sxemalarning umumiy xarakteristikalar. O'zgaras tok, Asinxron va Sinxron dvigatelli elektr yuritma berk boshqarish sxemasi.

Maqsad: Talabalarga mexatronik tizimlarda kuchaytirgiyalar va ma'lumot yig'uvchilar haqida kerakli bilimlarni o'rgatish.

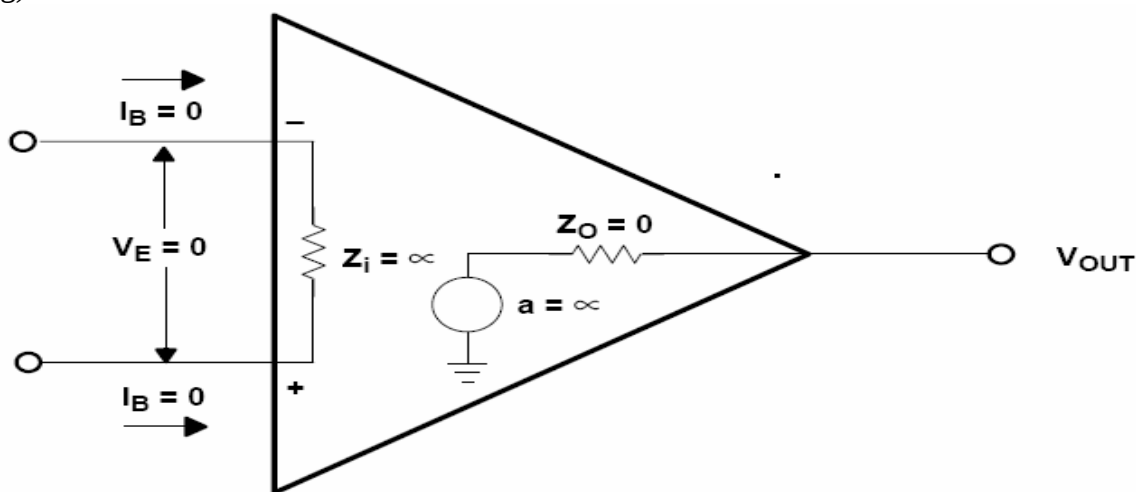
Reja:

1. Kuchaytirgichlar turlari haqida ma'lumot.
2. Ma'lumot yig'uvchilar.
3. Kuchaytirgichlar vazifasi va qo'llanish sohalari.
4. Xulosa.

Adabiyotlar

1. Djuraev A. Mexatronika. Ma'ruzalar matni. Toshkent, TTESI, 2013, 61 b.
2. Poduraev YU. V. Основы мехатроники. Учебное пособие М., MGTU «STANKIN», 2000.
3. Mechatronics: Principles and Applications, by Godfrey C. Onwubolu ISBN 07506 6379 0
4. Vvedenie v mexatroniku. Учебное пособие / Pod red. A. K. Tugengol'da, 2-oe izdanie.ssentr DGTU, 2002
5. Jo'raev A., Mavlyaviev M.R., Abdulkarimov T., Miraxmedov J.Y., "Mexanizm va mashinalar nazariyasi". T., "G'. G'ulom", 2004 - 596 b.
6. Lebedev O.V., Xakimzyanov R.R. Мехатронные системы машин, Учебное пособие. Institut mexaniki i seysmostoykosti soorujeniy AN RUz,2010, s. 220

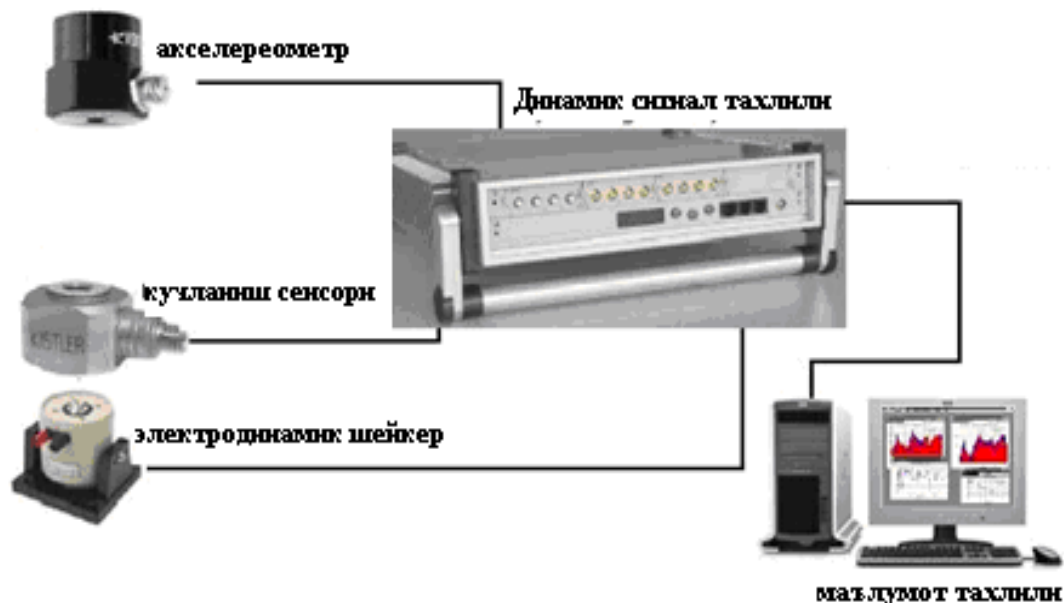
1. Mexatronika tizimidagi analog komponentlarni o'rganishda kuchaytirgichlarni o'rni muhim rol o'ynaydi. Elektrik signallarni tahlil qilishda esa eng kerakli qurilma hisoblanadi, chunki bu signallar asosan transdyusrlardan fizik kattaliklar ko'rinishida olinib, ularni elektr signallar sifatida tahlil qiladi. Bunda, ularning amplitudalari juda kichkina bo'lishi mumkin. Asosan shu tartibdagi signallar, kuchaytirish uchun foydalaniladi. **Kuchaytirgichlar** deb – elektrik signallarni kuchaytirib, ma'lum ma'noda ularni filterlab o'tkazib beruvchi qurilmalarga aytiladi. Kuchaytirgichlarni quyidagi qurilma orqali ishlash prinsipini tushunish osonroq. (4.1-rasmga qarang)



4.1-rasm.

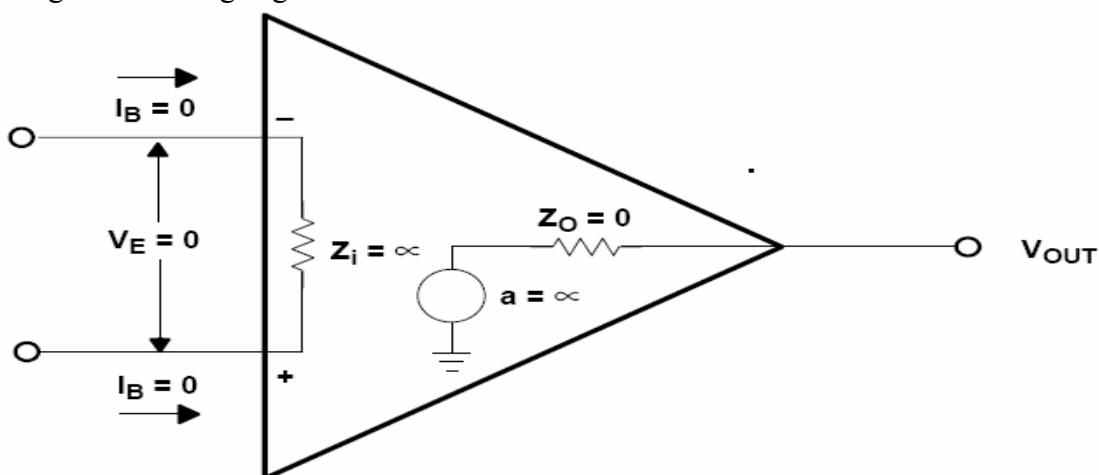
Kuchaytirgichlar quyidagi elementlardan tashkil topgan. Rezistor, kondensator, tranzistor va diodlar. Bular uning passiv elementlari hisoblanadi. Aktiv elementlari esa kontrollerlar hisoblanadi.

2. Mexatronik tizimlarni o'rganishda raqamli signallarni analog signallarga o'tkazish uchun **ma'lumot yig'uvchilar**dan foydalaniladi. Ma'lumot yig'uvchilar asosan eksperiment uchun foydalaniladi. Ma'lumotni ob'ektdan olib uni tahlil qiluvchiga uzatishgacha bo'lgan hamma jarayon ma'lumot yig'uvchining vazifasiga kiradi.



4.2-rasm. Ma'lumot yig'uvchi qurilma

3. **Kuchaytirgichlar vazifasi va qo'llanish sohalariga ko'ra** operativ, ideal va real, differensial kabi turlarga ajratiladi. **Operativ** kuchaytirgichlar asosan signallarni kuchaytirish va konvert qilish uchun xizmat qiladi. **Ideal kuchaytirgichlarda** – 2 ta kiruvchi bo'lib, ular cheklanmagan o'tkazishga ega

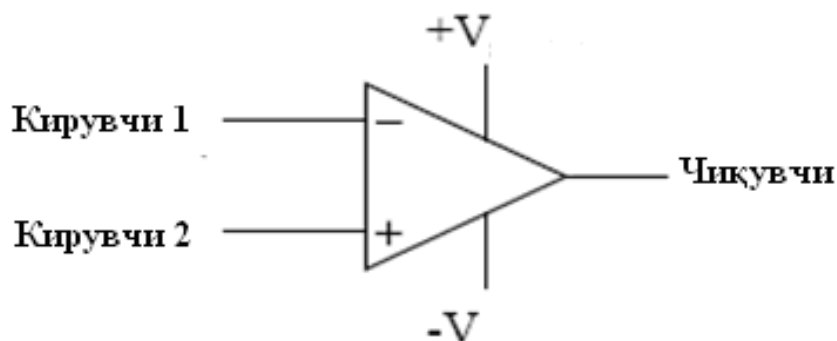


4.3-rasm. Ideal kuchaytirgich

Mexatronik tizimlarni o'rganishda raqamli signallarni analog signallarga o'tkazish uchun **ma'lumot yig'uvchilar**dan foydalaniladi. Ma'lumot yig'uvchilar asosan eksperiment uchun foydalaniladi. Ma'lumotni ob'ektdan olib uni tahlil qiluvchiga uzatishgacha bo'lgan hamma jarayon ma'lumot yig'uvchining vazifasiga kiradi.

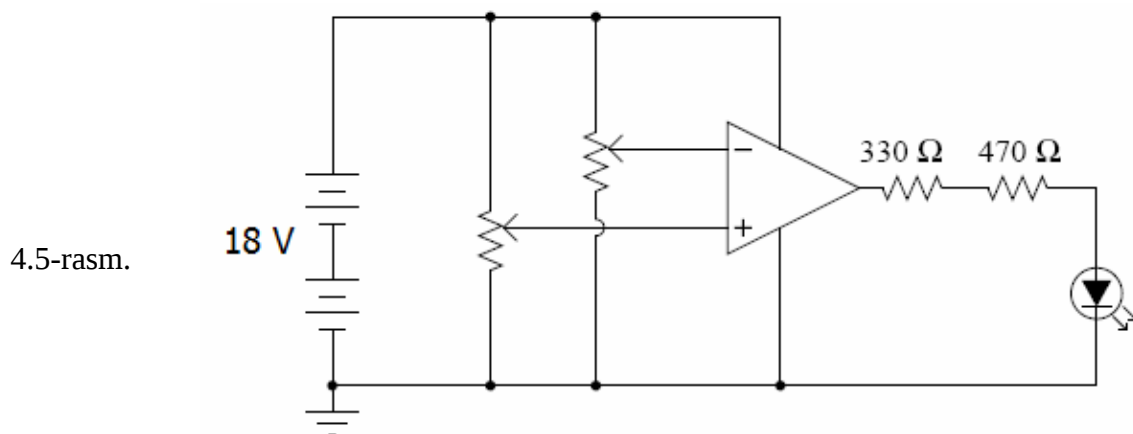
Real kuchaytirgichlarda kiruvchi kuchlanishga tushadigan o'zgaruvchan qarshilik juda katta bo'ladi. SHuning uchun kiruvchi terminallarga juda kichik bo'lgan kuchlanish va tok tushadi, lekin chiquvchi kuchlanish cheksiz bo'la olmaydi.

Differensial kuchaytirgich - bularning ishlash prinsipi kiruvchi kuchlanishlarning farqi va superpozitsiya prinsipiga asoslangan



4.4-rasm. $V = A_v (K_{iruvchi\ 2} - K_{iruvchi\ 1})$ yoki $V = A_v (K_{iruvchi\ (+)} - K_{iruvchi\ (-)})$
 Misol tariqasida quyidagi kuchaytirgichni ko'rib chiqamiz. Unda quyidagi tashkil etuvchi jixozlar kerak bo'ladi.

- LM 339N yoki LM 358 turdagi kuchaytirgich;
 - ikkita 9 V li tok manbai;
 - ikkita 6,5 yoki 10 kOm potensiometr, chiziqli o'zgaradigan;
 - bitta yoritkich (diodli);
 - bitta 330 Om bo'lgan qarshilik;
 - bitta 470 Om bo'lgan qarshilik;
- Kuchaytirgich **Comparator** bo'lib ishlashi, ya'ni taqqoslab ishlashi.

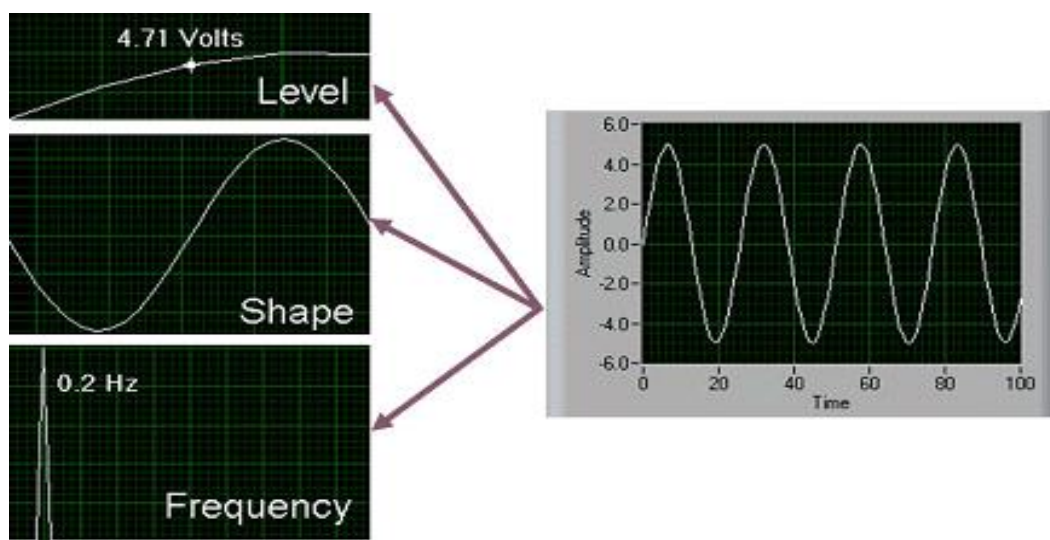


Taqqoslab ishlaydigan (Comparator) zanjirda ikkita kelayotgan kuchlanish signallarni taqqoslaydi va qaysi kattaligini hisoblaydi. Taqqoslangan kuchlanish signalini tashqariga uzatadi.

Signallar qo'llanish turi va xususiyatlariga qarab ikki turga bo'linadi:

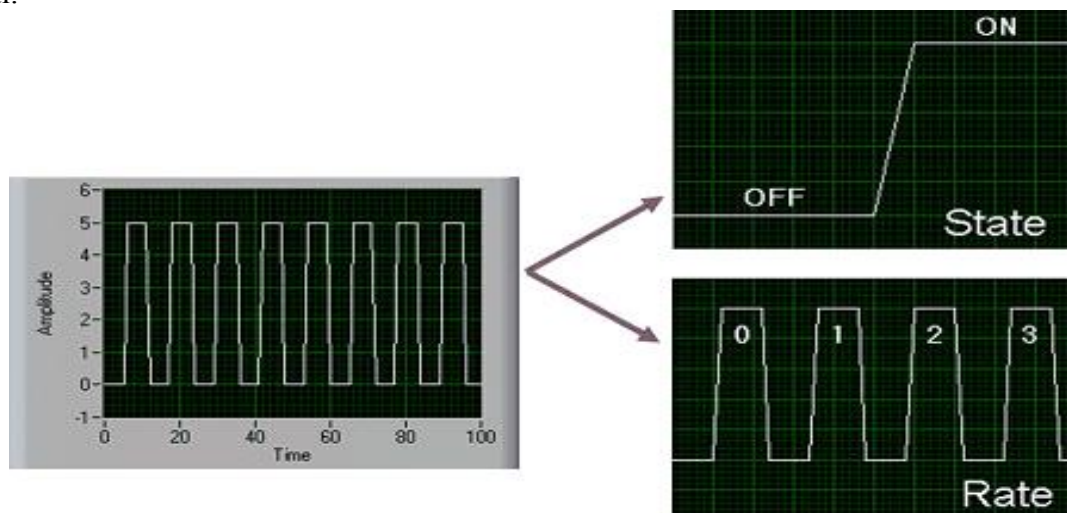
- analog
- raqamli.

Analog signal - bu signal turi, vaqt birligi ichida har qanday miqdor bo'lib, ular kuchlanish, bosim, temperatura, yuklanish va x.k. bo'lishi mumkin. Ular ham uchta sinfga bo'linadi, *signal darajasi*, *signal shakli* va *signal chastotasi*.



4.6-rasm.

Raqamli signallar. Bu turdagi signallar vaqt birligi ichida xohlagan miqdorda o'lchab bo'lmaydi, lekin ularni signal holati va soniga qarab raqamli ekanligi aniqlanadi. Raqamli signalning satxi yuqori va quyi qismlarga ajratiladi, miqdori esa ketma-ket raqamlar tartibida bo'ladi.



-rasm.

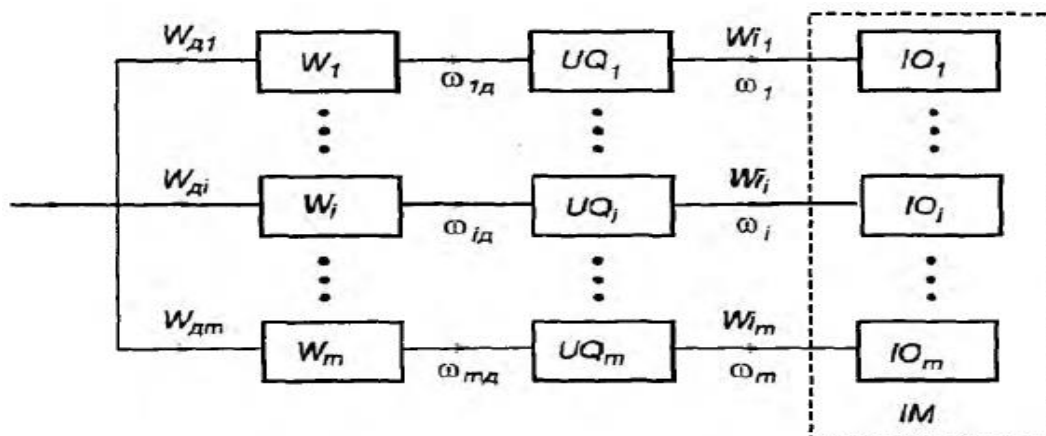
14-mavzu. Taqlidli elektr yuritmalar. Adaptiv boshqarishli elektr yuritmalar. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish sistemalarida elektr yuritmalar qo'llanilishning istiqbollari.

Muayyan afzalliklarga ega bo'lgan yuritmaning bu turi mashinani maqsadga muvofiq tarzda boshqarib bo'lmashligi, uzatish qurilmalarida energiyani ko'p isrof bo'lishi kabi kamchiliklarga ega.

Bundan tashqari bu qurilmalar ko'p sonli uzatish tasmlari va transmissiyalardan tashkil topganligi uchun, ular ishlatish chog'ida ishchilar hayotiga xavf tug'diradi.

Individual elektr yuritma ish mashinasining bitta ijrochi organining harakatini ta'minlaydi (3-rasm). Shuning uchun, bitta mashina uchun bir necha individual yuritmalar ishlatiladi. Masalan, tokarlik dastgohida individual bosh va ikkita yordamchi yuritmalar ishlatiladi. Individual elektr yuritma tizimida energiya elektr

zanjirlarida bo'linadi. Bu yuritma uzatish qurilmalari va ish mashinasi kinematikasini soddalashtirish imkoniyatini beradi. Aksariyat hollarda ish mexanizmining ijrochi organining o'qi dvigatel rotori (yakor) bilan umumiy o'q hosil qiladi. Individual elektr yuritmaning asosiy afzalliklari bu energiyani bo'linishidagi isrofning kamayishi, UQ va IM kinematikasini soddalashtirish hisobiga metall sarflari kamaytirish, elektrlashtirilgan agregat ishonchlilikini oshirish, ijrochi organlarni boshqarish jarayonlarini avtomatlashtirishni soddalashtirish imkonining mavjudligidir.

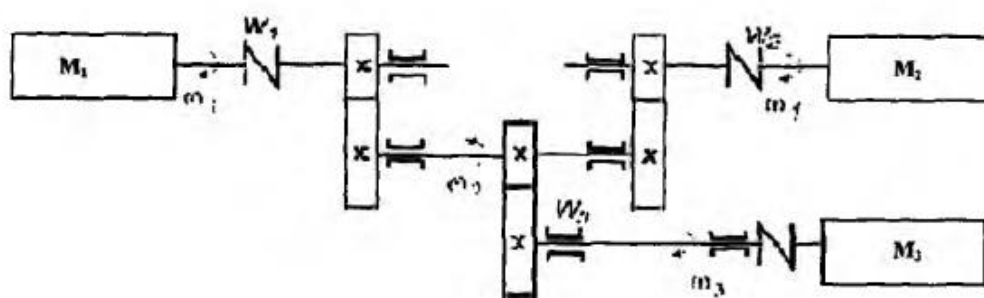


3-rasm. Individual elektr yuritmaning funksional sxemasi.

O'zaro bog'langan elektr yuritma ikkita yoki bir nechta (o'zaro mexanik yoki elektr) bog'langan elektr yuritmalarning ish jarayonida berilgan nisbatga ko'ra yoki ijrochi organ harakatini muayyan koordinatalar bo'yicha takrorlash amalga oshiriladi. Hozirda amaliyotda o'zaro bog'langan elektr yuritmalari qog'oz ishlab chiqarish va sanoatning turli tarmoqlarida keng ko'lamda qo'llanilmoqda.

Bunday elektr yuritmalarning afzalliklari ular yordamida texnologik jarayonni yanada yuqori darajaga ko'tarish va shu yo'l bilan avtomatlashtirishni amalga oshirilishidir.

Ko'p dvigatelli elektr yuritma deb, elektr dvigatel qurilmasi birgalikda bitta o'qda yoki bitta mashinada o'qlari o'zaro bog'lanmagan yuritmaga aytiladi (4-rasm). Bunday elektr yuritmalarda texnologik yoki texnik imkoniyatlardan kelib chiqqan holda bir emas, balki bir nechta elektr dvigatel qurilmalaridan foydalaniladi.



4-rasm. Ko'p dvigatelli elektr yuritmaning funksional sxemasi.

Elektr yuritmaning tarixi XIX asrning birinchi yarmidan, ya'ni magnit maydonining tok oqayotgan o'tkazgich bilan o'zaro mexanik ta'siri to'g'risidagi qonun, elektromagnit induksiya qonuni hamda bu qonunlar asosida aylanuvchi harakatni amalga oshiradigan o'zgarmas tok elektr dvigatelin kashf etilishidan boshlangan. Keyinchalik o'zgaruvchan tokni uzatishning uch fazali tizimini, transformator va assinxron dvigatelning yaratilishi elektr yuritmani sanoatda keng qo'llash imkoniyatini yaratdi.

So'nggi yillarda turli konstruksion va ko'rinishdagi elektromexanik o'zgartgichlardan foydalanish, hisoblash texnikasi vositalarini boshqarish tizimlariga keng ko'lamda qo'llash va elektr yuritmaning boshqa funksiyalarini avtomatlashtirish tufayli elektr yuritma nazariyasida yangi yo'nalishlarga asos solindi.

Birinchi yo'nalish - elektromexanik o'zgartgichlardan elektromagnit, pyezokeramik va boshqa dvigatellarning yangi konstruksiyalari xususiyatlarini kengroq o'rganish.

Ikkinchi yo'nalish - elektr yuritma tizimi dinamikasini tadqiq etishning yangi usullarini ishlab chiqish zarurligi.

Uchinchi yo'nalish - yuritma va uning elementlari tavsifmi hisoblashning an'anaviy usullaridan voz kechib, yangi samarali usullarni yaratish va ularning dastur ta'minotini amalga oshirish.

To'rtinchi yo'nalish - energiya tejamkorligini ta'minlaydigan avtomatlashtirilgan elektr yuritmalarini ishlab chiqish va ularni amalda tatbiq etish.

Hozirda komplekt yuritmalar, ularning kuchli qismlarini boshqarishning kompyuter tizimi yaratilgan bo'lib, bular yuqorida keltirilgan yo'nalishlarni ma'lum darajada hal etish imkonini beradi.

15 mavzu. Elektr yuritmalarning tezliklarini rostdash to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Tezliklarni rostdashning asosiy ko'rsatkichlari.

Assinxron dvigatellarning tezligini rostdash uch xil usulda amalga oshirilishi mumkin. Birinchi usul - parametrik rostdash bo'lib, u dvigatelning ayrim parametrlarini o'zgartirish bilan bog'liq. Bunda stator zanjirining aktiv yoki aktiv-

induktiv qarshiliklarini; rotor zanjirining aktiv yoki aktiv-induktiv qarshiliklarini; mashinaning qutblar sonini o'zgartirish mumkin.

Ikkinchi usul rotor zanjiriga qo'shimcha EYK kiritib yoki qo'shimcha EYK hosil qilish maqsadida maxsus qo'shimcha chulg'am qo'Mlash orqali bajariladi (o'zgaruvchan tok kollektorli mashinalar). Tezlikni rostlashning uchinchi usuli dvigatel ta'minot manbayi qiymatlarini o'zgartirish bilan bog'liq. Bu esa dvigatel kuchlanishini; dvigatel ta'minot manbayi chastotasini; dvigatel ta'minotirii impuls ravishda o'zgartirish orqali amalga oshiriladi. Hozirda assinxron mashina tezligini rostlashning quyidagi: chastota orqali rostlash, bunda chastota boshqariladi va statordagi kuchlanish shakllantiriladi; chastota-tokli boshqarish, bunda chastota boshqariladi va tok shakllantiriladi; vektorli boshqarish, bunda mashinaning asosiy magnit ilashishi vektori shakllantiriladi; momentni bevosita boshqarish usullari mavjud.

Assinxron mashina uchun tarmoqdan berilgan quvvat quyidagi ko'rinishga keltiriladi:

$$P_t = M * \omega_0 = P_t S + P_t (1 - S) = \Delta P + P_m \quad (4.30)$$

bu yerda: $P_t, P_m, \Delta P$ - mos ravishda tarmoqdan berilgan, mexanik ishga aylantirilgan va isrof bo'layotgan quvvatlar; M - elektromagnit moment.

Tezlikni rostlash rejimlari mashina parametrlarini uzoq vaqt nominal qiymatdan og'ishiga olib keladi. Shuning uchun bu yerda energiya isrofi qurilmaning FIK va quvvat koeffitsiyenti muhim rol o'ynaydi.

R otor zanjiriga qo'shimcha qarshilik kiritish. Simmetrik aktiv qarshiliklar kiritilganda kritik sirpanish ortadi, kritik moment esa o'zgarmay qoladi. Demak, tezlikni yuklama momenti o'zgarmay qolganda ham rostlash mumkin. Sirpanish energiyasi qo'shimcha qarshiliklarda chiqib ketganligi uchun mashinaning qizishi xuddi nominal rejimdagidek saqlanib qoladi. $S_i = 0,5$ ga teng bo'lgandayoq umumiy sirpanish isroflari mexanik ishga aylanadigan quvvatga teng bo'ladi. $M_c = M_{nom}$ bo'lganda rostlash diapazonini quyidagi formula orqali hisoblash mumkin:

$$D = \frac{\omega_{nom}}{\omega_{min}} = 1 - \frac{S_{nom}}{v_{min} \left[1 - \frac{S_{nom}}{\mu_1 - 1} \right]} * \mu_1 \quad (4.31)$$

bu yerda: ω_{nom} va ω_{min} - dvigatel burchak tezligining nominal va minimal qiymatlari; v_{min} - minimal tezlikning nisbiy qiymati; μ_1 - ishga tushirish momentining nisbiy qiymati.

Odatda, μ_1 ning qiymati $\mu_1 = 1,5-2,0$ oralig'ida beriladi, u holda,

$D = (3.0 - 2.0)(1 - S_{nom})$ yuritmaning FIK ni topamiz:

$$\eta_{\omega'r} = \frac{P_{nom}}{P_t} = \frac{M_{nom}\omega}{M_{nom}\omega_0} = v_i.$$

FIK ning o'rtacha qiymati:

$$n_{or} = \left(D + \frac{1}{2D}\right) * n_t,$$

bu yerda: n_t - dvigatelning nominal qiymatlari berilganda tabiiy tavsifdagi FIK.

Bu holda dvigatelning quvvat koeffitsiyenti ham o'zgaradi. Induktiv qarshilik S_{kr} va M_{kr} qiymatlarini kamaytiradi va quvvat koeffitsiyentini pasaytiradi. Shuning uchun amalda asosan rotorda faqat aktiv-induktiv qarshilikdan foydalaniladi. Rostlashning bu usuli reostatli rostlashga qaraganda faqat ravonligi bilan farq qiladi.

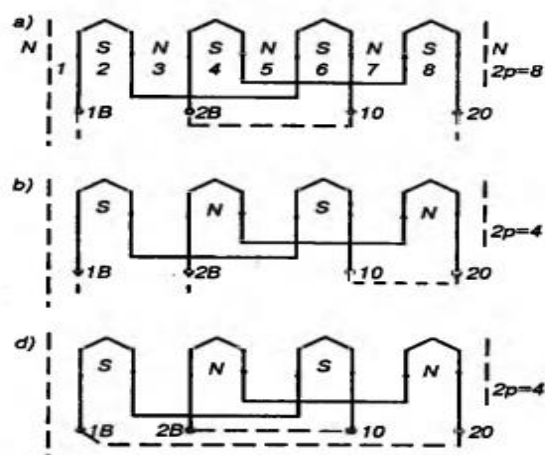
Bunday rostlash usullarida quvvat isrofi katta bo'ladi. Shu bois bu usul amalda kam qo'llanadi.

Statordagi kuchlanishni o'zgartirib assinxron mashinalarning tezligini rostlash. Kuchlanishni kamaytirganda kritik sirpanish o'zgarmaydi, kritik moment esa kamayadi (4.2-rasmga qarang). Bunday rostlash usulidagi tavsiflar statorga qo'shimcha qarshilik kiritilgandagi ifodalarga yaqin bo'ladi. Kichik tezliklarda mumkin bo'lgan moment qiymatini oshirish maqsadida faza rotorii dvigatellarda rotorga qo'shimcha qarshilik kiritish mumkin. Yuritma energetikasi, taxminan, statorga qo'shimcha qarshilik kiritilgandagidek; tezlik kamayishi bilan qurilmaning FIK va quvvat koeffitsiyenti kamayadi. Statordagi kuchlanish ortganda tezlik asosiy tezlikdan birmuncha yuqoriroq bo'lishi mumkin. Ammo bu holda mashina to'yinib, po'latdagi isroflar to'satdan ortib ketadi.

Agarda avtotransformator qo'llanilsa, kuchlanish pasayganda statordagi aktiv va induktiv qarshilik ko'payadi, kritik sirpanish esa kamayadi. Bunday sxemada rostlash diapazoni $D = 1,2+1,3$ ga teng bo'ladi.

Tezlikni mashinaning juft qutblar sonini o'zgartirib rostlash. Oddiy texnologik va ishlab chiqarish jarayonlarini bajaradigan ko'plab mexanizmlar tezlikni ravon rostlashni talab qilmaydi. Ular uchun tezlikni ikki, uch pog'onada rostlashga mo'ljallangan yuritmalar yetarli bo'ladi. Bu mexanizmlarga yuk va passajir tashuvchi liftlar, yog'ochga ishlov beruvchi dastgohlar, markazdan qochma separatorlar va boshqa mashinalar kiradi.

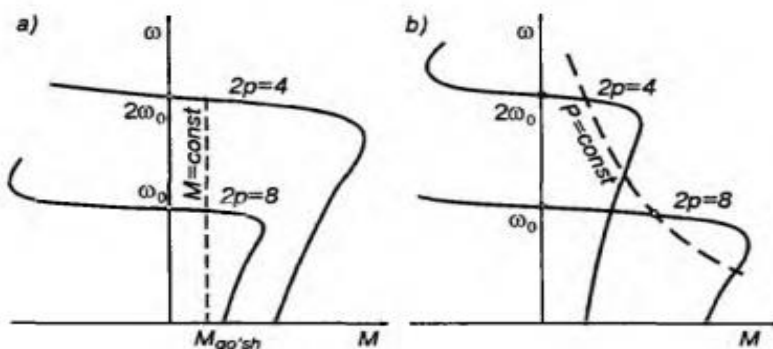
Bu holda yuritmada ko'p tezlikli elektr dvigatelidan foydalaniladi. Bunday dvigatellar konstruktiv jihatdan ikki turda: statorning bitta paziga turli juft qutbli bir nechta chulg'amlar joylashgan; chulg'am seksiyalami ma'lum tarzda ulaganda juft qutblar sonini o'zgartirish imkonini beradigan bir nechta chulg'amli qilib bajariladi.



4.12-rasm. Ko'p fazali assinxron dvigatelning stator fazalari seksiyalarining ulanish sxemalari: juft qutblar sonini $2p = 8$ (a) va $2p = 4$ ni seksiyalarni ketma-ket (b) va parallel (c) ulagan holatdagi sxemalari.

Agarda assinxron mashinada stator qutblar soni o'zgartirilsa, rotoring qutblar sonini ham shu songa o'zgartirish kerak. Bu jarayon «olmajon katakli» rotor bo'lgan mashinalarda avtomatik tarzda amalga oshirilganligi bois ko'p tezlikli dvigatellar faqat qisqa tutashgan rotorli bo'ladi.

Statorning bir pazida bir nechta chulg'amli ko'p tezlikli dvigatel boshqacha turdagi dvigatellardan o'zining o'lchamlari, massasi, FIK va quvvat koeffitsiyentining pastligi tufayli orqada qoladi. Juft qutblar sonini 2 : 1 nisbatda almashlab ulash sxemasi 4.12-rasmda keltirilgan.



4.13-rasm. Ikki tezlikli dvigatelning mexanik tavsiflari: a – o'zgarmas moment rejimida; b – o'zgarmas quvvat rejimida.

Bu yerda soddalashtirish maqsadida statorning bitta faza chulg'ami keltirilgan. Chulg'amnlarni ulanish sxemasidan ko'rinib turibdiki, seksiyalar ketma-ket hamda parallel ulanganda ham juft qutblar soni olinadi. Ko'p tezlikli dvigatelga ega bo'lgan yuritmalarda tezlik chulg'amlami turli ravishda ulash bilan rostlanadi. Bu ulanishlarni o'zgarmas moment hamda o'zgarmas quvvat rejimida amalga oshirish mumkin.

16 mavzu. Elektr yuritma dinamikasi to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Elektr yuritmaning xarakat tenglamasi va uning taxlili.

Zamonaviy ishlab chiqarishda elektromexanik qurilmalar vositasida ishchi mashinalari samarali boshqariladi. Bunda mexanizmning ish organida kerakli tezlik va tezlanishlarni ta'minlashni, kuchlarni cheklashni hamda mo'tadillashni talab qiladigan rejim elektr yuritma bloklariga dasturlash qurilmasi orqali yoki operator vositasida beriladigan buyruqlar hisobiga ta'minlanadi. Bir rejimdan boshqasiga o'tish boshqarish ta'sirini o'zgartirish hisobiga amalga oshiriladi.

Shuni qayd etish kerakki, zamonaviy elektr yuritma ko'pincha o'tkinchi rejimda ishlaydi. Bunda jarayonlarning xarakteri, davomiyligi, tezlanishlar, momentlarning yuqori qiymatlari va boshqa omillar texnologik jarayonga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ko'p hollarda ish mashinalari unumdorligini oshirish uchun ishga tushirishda eng kam o'tkinchi jarayon vaqti va eng kam tormozlash vaqti talab qilinadi. Bu vaqt ichida texnologik jarayon to'xtagan yoki sekin o'tayotgan bo'ladi. Lekin jarayonlarni tezlashtirish tebranishlarning kattalashuviga, joiz tok va momentlarning cho'qqilari paydo bo'lishiga olib keladi.

Elektr yuritma dinamikasini tahlil etayotganda, hatto oddiy holatlarda ham mexanik inersiyani hisobga olish kerak. Agarda barcha massalar dvigatel o'qiga keltirilsa, ya'ni bitta massali tizim ko'rilsa, u holda bu tizim birinchi darajali differensial tenglama bilan, ya'ni harakat tenglamasi deb ataladigan tenglama bilan ifodalanadi.

Hozirda barcha ishlab chiqarish jarayonlarini jadallashtirish munosabati bilan, ko'pincha dinamikani tahlil etayotganda elektrmagnit hodisalarni, ya'ni zvenolarning elektrmagnit inersiyasini hisobga olish zarur. Masalan, mustaqil qo'zg'atishli o'zgaruvchi tok dvigatelli yuritmada, agar boshqarish yakor zanjiri orqali amalda oshirilayotgan bo'lsa, faqat yakor vaqt doimiysini hisobga olish kerak. Murakkab tizimlarda esa bir nechta vaqt doimiylarini hisobga olish zarur.

Chiziqli xususiyatga ega bo'lgan tizimlarni tadqiq etish, odatda, chuqur ishlab chiqilgan chiziqli differensial tenglamalar nazariyasi bo'yicha amalga oshiriladi. Bu holda barcha yechimlar tahlil qilishga qulay bo'lgan analitik shaklda olinib, bunda har bir parametr va vaqt doimiysining dinamikaga ta'sirini ko'rish mumkin. Bu esa parametrlarni bir necha bor o'zgartirish bilan amalga oshiriladi. Avval eng oddiy tizim variantini ko'rib chiqamiz, bu tizim uchun $M_q = \text{const}$ va $J = \text{const}$, barcha mexanik bog'lanishlarni qattiq, deb hisoblaymiz.

Bunday shartlarda tizimning dinamikasi bitta momentlar muvozanati tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$M_d - M_q = J * dt/dt$$

Mexanik tavsifni to'g'ri chiziqli deb qarab, quyidagini yozish mumkin:

$$\omega = \omega_0 * \left(1 - \frac{M_d}{M_{q,t}}\right) \quad (6.1)$$

bu yerda: $M_{q,t}$ -dvigatelning rotor qo'zg'almas bo'lgandagi qisqa tutashish momenti, bu yerdan

$$M_d = M_{q,t} * \left(1 - \frac{\omega}{\omega_0}\right) \quad (6.2)$$

Harakat tenglamasiga (6.2) ni qo'yib, quyidagini olamiz:

$$J * \frac{d\omega}{dt} + M_{q,t} * \frac{\omega}{\omega_0} = M_{q,t} - M_q. \quad (6.3)$$

Qisqa tutashish momenti mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok mashinalarida yakorga qo'yilgan kuchlanishga, o'zgaruvchan tok mashinalarida esa kuchlanish kvadratiga proporsional bo'ladi. Shuning uchun tenglamaning birinchi qismi qisqa boshqarish ta'sirini, ikkinchisi esa tashqi ta'simi ko'rsatadi.

$\frac{M_{q,t}}{\omega_0} = c$ dvigatel mexanik tavsifi qattiqligini belgilovchi burchak koeffitsiyentidir. Shuning uchun quyidagini yozish mumkin:

$$J * \frac{d\omega}{dt} + c\omega = M_{q,t} - M_q \quad (6.4)$$

Tenglamani c ga bo'lib, quyidagini olamiz:

$$\frac{J}{c} * \frac{d\omega}{dt} + \omega = \omega_0 - \left(\frac{1}{c}\right) * M_q \quad (6.5)$$

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz: $K_c = \frac{1}{c}$ va $\frac{J}{c} = T_M$, bu yerda T_M — elektromexanik vaqt doimiysi

$$C = \frac{M_{q,t}}{\varphi_0} = \frac{M_{nom}}{\varphi_0 - \varphi_{nom}} = \frac{M_{nom}\phi_0}{(\varphi_0 - \varphi_{nom})} = \frac{M_{nom}}{\varphi_0 S_{nom}} \quad (6.7)$$

bu yerda: S_{nom} - nominal sirpanish.

Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok mashinasi uchun elektromexanik vaqt doimiysi ifodasiga yuritma parametrlari va dvigatelning konstruktiv koeffitsiyentlarini kiritish ham mumkin.

Bu holda,

$$c = \frac{M_{q,t}}{\omega_0} = K_E * K_M * \frac{I_{q,t}}{U} = K_E * \frac{K_M}{r} \quad (6.8)$$

bu yerda: r - yakor zanjiri qarshiligi.

$$T_M = J * \frac{r}{K_E * K_M} \quad (6.9)$$

Elektromexanik vaqt doimiysi ifodasiga ko'ra, u inersiya momenti va yakor zanjiri qarshiligiga bog'liq bo'ladi.

O'zgaras tok mashinasi uchun (6.8) ni hisobga olgan holda

$$K_c M_q = \frac{M_q}{C} = K_M * I_q * \frac{r}{K_E * K_M} = \Delta\omega_q. \quad (6.10)$$

Bu tezlikni statik qarshilik momenti M_q va unga mos keladigan qarshilik toki I_q ta'siri ostida pasayishini ko'rsatadi. Shunday qilib, (6.6) ifodani quyidagi ko'rinishga keltirish mumkin.

$$T_M * \frac{d\omega}{dt} + \omega = \omega_0 - \Delta\omega_q \quad (6.11)$$

Yoki

$$T_M * \frac{d\omega}{dt} + \omega = \omega_q \quad (6.12)$$

mos ravishda xarakteristik tenglama quyidagi ko'rinishga ega:

$$T_M p + 1 = 0, \quad (6.13)$$

uning ildizi $p = -1/T_M$. Tezlik uchun o'tkinchi jarayonda ifoda quyidagi ko'rinishda yozilishi mumkin.

$$\omega = A e^{-e T_M} + \omega_q.$$

Umumiy holda quyidagi ko'rinishda yozilgan boshlang'ich shartlar uchun $t = t_0$ bo'lganda $\omega = \omega_{bosh}$, $A = \omega_{bosh} - \omega_0$ ni olamiz, bu yerdan

$$\omega = \omega_q \left(1 - e^{-\frac{t}{T_M}} \right) + \omega_{bosh} e^{-\frac{t}{T_M}} \quad (6.14)$$

O'tkinchi jarayonda dvigatel momenti ifodasini yozish uchun (6.14) ni (6.12) formulaga qo'yamiz.

$$M_d = M_{q.t} \left[1 - \frac{\varphi_q}{\varphi_0} \left(1 - e^{-\frac{1}{T_M}} \right) - \frac{\varphi_{bosh}}{\varphi_\varphi} e^{-\frac{1}{T_M}} \right]. \quad (6.15)$$

$\frac{M_{q.t}}{\omega_0} = c$ mexanik tavsifning burchak koeffitsiyenti bo'lganligi uchun

$$M_q = M_{q.t} - c\omega_q \left(1 - e^{-\frac{t}{T_M}} \right) - c\omega_{bosh} e^{-t/T_M}$$

Yoki

$$M_d = M_{q,t} - (M_{q,t} - M_q) \left(1 - e^{-\frac{t}{T_M}}\right) - (M_{q,t} - M_{bosh}) e^{-\frac{t}{T_M}}. \quad (6.16)$$

Bu yerdan

$$M_d = M_q \left(1 - e^{-\frac{t}{T_M}}\right) + M_{bosh} e^{-\frac{t}{T_M}} \quad (6.17)$$

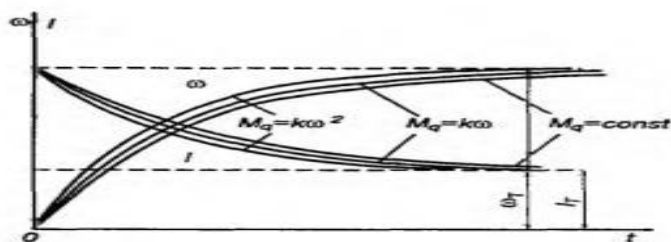
Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok dvigateli uchun $M_d = K_M I$ ni e'tibDvigatelni ishga tushirishdagi tok va tezlik grafiklari 6.1- rasmda, yuklama tushgandagi grafiklar esa 6.2-rasmda keltirilgan. Shuorga olgan holda yakor tokini quyidagicha yozish mumkin:

$$I = I_q \left(1 - e^{-\frac{t}{T_M}}\right) + I_{bosh} e^{-\frac{t}{T_M}} \quad (6.18)$$

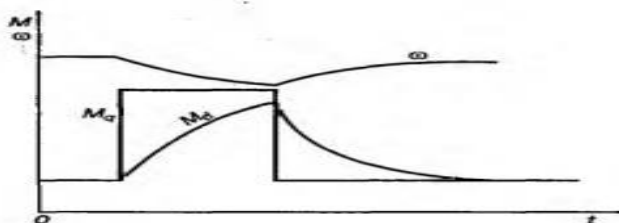
Dvigatelni ishga tushirishdagi tok va tezlik grafiklari 6.1- rasmda, yuklama tushgandagi grafiklar esa 6.2-rasmda keltirilgan.

gan. Shunga o'xshash grafiklarni (6.14), (6.17), (6.18) tenglamalar bo'yicha tormozlash va reverslash jarayonlari uchun ham olish mumkin. Ular $\omega_{bosh}, I_{bosh}, M_{bosh}$ boshlang'ich shartlari bilan farqlanadi. Reverslash jarayonida tezlik nol qiymatga erishganda uzilish sodir bo'ladi. Chunki statik (qarshilik) momenti reaktiv bo'lsa, o'z ishorasini sakrab o'zgartiradi.

Shuning uchun barcha jarayonni ikki bosqichga boMish mumkin. Boshlang'ich tezlikdan to'xtagunga qadar va nol tezlikdan (to'xtagandan) teskari tomonga aylanuvchi yangi turg'un tezlikkacha boMgan bosqich. Qarshilik (statik) moment aktiv bo'lganda, uning ishorasi o'zgarmaydi va barcha jarayon bitta tenglama bilan aniqlanadi.



6.1-rasm. $M_q = \text{const}$, $M_q = k\omega$ va $M_q = k\omega^2$ bo'lgandagi o'tkinchi jarayon grafiklari.



6.2-rasm. Yuklama berilganda moment va tezlikning o'zgarish grafiklari.

Shunga o'xshash bog'lanishlar $M_q = M_o + K\omega$ bo'lgan holat uchun ham olinishi mumkin. Bunda harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$M_d - M_o - K\omega = J * \frac{d\omega}{dt},$$

Yoki

$$J * \frac{d\omega}{dt} + \frac{M_{q.t}\omega}{\omega_o} + K\omega = M_{q.t} - M_o \quad (6.19)$$

$M_{q.t}/\omega$ deb belgilasak, u holda

$$J * \frac{d\omega}{dt} + (c + K) * \omega = M_{q.t} - M_o, \quad (6.20)$$

yoki $c + K = c^I$ deb belgilab, quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$J * \frac{d\omega}{dt} + c^I \omega = M_{q.t} - M_o, \quad (6.21)$$

Olingan bu ifoda (6.4) ga o'xshash bo'lib, tezlik, moment va tok uchun tenglamalar oxirgi ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

$$\omega = \omega_T(1 - e^{-t/T^I_M}) + \omega_{bosh} \cdot e^{-t/T^I_M}. \quad (6.22)$$

$$M = M_T(1 - e^{-t/T^I_M}) + M_{bosh} \cdot e^{-t/T^I_M}. \quad (6.23)$$

$$I = I_q(1 - e^{-t/T^I_M}) + I_{bosh} e^{-t/T^I_M} \quad (6.24)$$

Bu yerda farq vaqt doimiysi $T^I_M = J/c^I$ va ω_T tezlik I_T tok va M_T momentlarning turg'un qiymatlaridir. Momentning o'atilgan qiymati mexanik tavsif bilan statik moment chizig'i kesishgan nuqtasi bilan aniqlanadi (6.3-rasm). Bu holda elektromexanik vaqt doimiysini quyidagicha yozish mumkin:

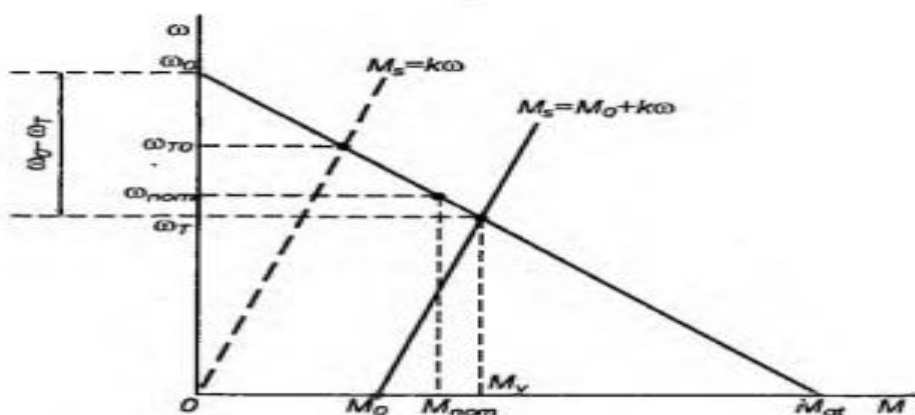
$$T^1_M = \frac{J}{C^1} = \frac{J}{C + K} = \frac{J}{\frac{M_{q.t}}{\omega_o} + \frac{M_T - M_o}{\omega_T}}.$$

6.3-rasmga muvofiq $M_{q.t}/\omega = M_t/(\omega_o - \omega)$ bo'lgani uchun quyidagini olamiz:

$$T^1_M = \frac{J}{\frac{M_{q.t}}{\omega_o} + \frac{M_T - M_o}{\omega_T}} = \frac{J\omega_T(\omega_o - \omega_T)}{M_T\omega_o - M_o(\omega_o - \omega_T)} = \frac{J\omega_T S_T}{M_T - M_o S_T} \quad (6.25)$$

Bu yerda

$$S_T = (\omega_0 - \omega)/\omega_0$$



6.3-rasm. Statik momentlar turlicha bo'lgan holat uchun mexanik tavsifdagi ish nuqtalari.

Xususiylarni ko'rib chiqamiz. Tezlikka proporsional bo'lgan statik momentning tashkil etuvchisi bo'lmagan, ya'ni $M_t = M_0$ da oldingi olingan natijaga kelimiz. Agarda doimiy tashkil etuvchi bo'lmasa, ya'ni $M_0 = 0$ bo'lsa, u holda,

$$T_m^l = \frac{J_t S_t}{M_t},$$

bu yerda: $\omega_T = \omega_{T0}$, T_M va T_M^l vaqt doimiylarining qiymatlari orasidagi bog'lanish:

$$T_M^l = \frac{J \omega_T S_t}{M_t} = \frac{J \omega_T S_{nom}}{M_{nom}} = \frac{J \omega_0 S_{nom} \omega_T}{M_{nom} \omega_0} = T_M \cdot \frac{\omega_T (1 - S_T)}{\omega_0} = T_M (1 - S_T). \quad (6.27)$$

Demak, statik (qarshilik) momentga tezlik chiziqli ravishda bog'liq bo'lsa, vaqt doimiysi kamroq bo'ladi va o'tkinchi jarayon tezroq kechadi. 6.1-rasmda solishtirish uchun tezlik va moment o'zgarishining egri chiziqlari ham $M_q = M_0$ da hamda $M_q = k\omega$ bo'lganda keltirilgan. Shu rasmda $M_q = k\omega^2$ bo'lgan hol uchun egri chiziqlar keltirilgan. Ko'rinib turibdiki, bu holda jarayonlar tezroq kechadi.

17 mavzu. Elektr yuritmalarda o'tkinchi jarayonlar. Elektr motorlarning qizish va sovish normalari. Qizish doimiysi va uni aniqlash usullari.

Oddiy elektr yuritma tizimlarida elektr zanjiriga qo'shimcha element-qarshilik kiritib parametrik boshqarish amalga oshiriladi. Bu holda tabiiyki, zanjir parametrlari «sakrab» (birdaniga) o'zgaradi. Parametrlarni o'zgartirib, quyidagilar amalga oshiriladi: faza rotorli assinxron dvigatel va o'zgarmas tok dvigatelinini ishga tushirish jarayoni, ularning tezliklarini parametrik boshqarish, tormozlash rejimini amalga oshirish, reverslash va boshqalar.

Bunda o'tkinchi jarayonlarni tahlil etishni bosqichma-bosqich amalga oshirish kerak. Ularning har birida parametrlarni o'zgarish deb qabul qilib bo'laklarning (bosqichlarning) bir-biri bilan tutashgan joyida boshlang'ich shartlarni o'zgartirib ulash kerak.

Mustaqil qo'zg'atishli o'zgarish tok dvigatelinini ishga tushirish dinamik jarayonini ko'rib chiqamiz. Avval ko'rsatilganidek, dvigatelnini ishga tushirish diagrammasida maksimal tok I_1 va pog'onalarida chiqarishdagi tok I_2 reostatning barcha pog'onalarida o'zgarish bo'lib qoladi. Natijada uchastkaning boshida tok I_1 ga, oxirida esa I_2 ga teng bo'ladi. Mexanik o'tkinchi jarayon shartlarida zanjirlardagi induktivlikni hisobga olmaganimiz sababli tokning I_2 va I_1 gacha o'sishi sakrash bilan yuz beradi. Har bir bo'lakda elektromexanik vaqt doimiysi o'z qiymatiga ega bo'ladi va u yakor qarshiligiga proporsional bo'ladi:

$$T_M = \frac{Jr}{K_E} * K_M,$$

ya'ni, birinchi pog'ona qarshiligida elektromexanik vaqt doimiysi eng katta qiymatga teng bo'lib, tabiiy tavsifga o'tayotganda minimal qiymatga ega bo'ladi. Shunga mos ravishda pog'onalarda dvigatelning ishlash vaqti ham turlicha bo'ladi, ya'ni eng katta vaqt birinchi pog'ona qarshiligida bo'lsa, oxirida vaqt minimal qiymatga ega bo'ladi.

Tezlikning orta borish tenglamasi hamma pog'onalar uchun bir xil bo'ladi, ya'ni:

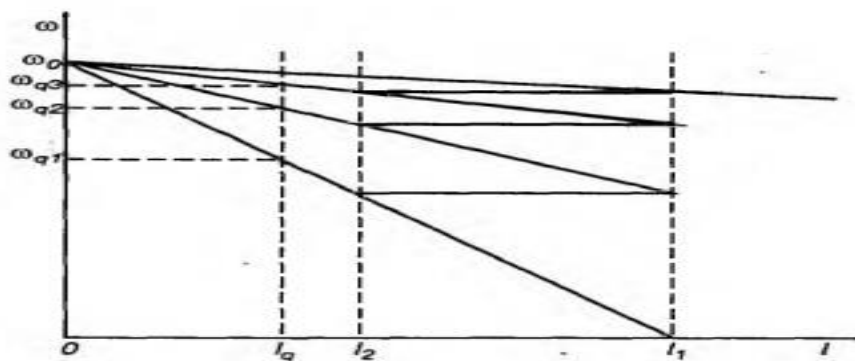
$$\omega = \omega_{q,t} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_M}} \right) + \omega_{bosh} e^{-t/T_M}, \quad (6.28)$$

bu yerda: ω_{qx} - ko'rilayotgan pog'onadagi mexanik tavsifda ishlayotgandagi tezlikning turg'un qiymati. Har bir pog'ona uchun o'zining ω_{qx} qiymati mavjud. ω_{q1}, ω_{q2} va h. k. (6.4- rasm). Tezliklar mexanik tavsifning berilgan statik yuklamaga muvofiq tokka (momentga) to'g'ri keladigan vertikal bilan kesishgan nuqtasi bilan aniqlanadi.

Yakor tokining ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$I = I_q \left(1 - e^{-\frac{t}{T_M}} \right) + I_1 e^{-t/T_M},$$

bu yerda: $I_1 = I_{bosh}$ -reostatni o'zgartirgan holatidagi har bir uchastka (bo'lak) boshidagi jarayonda hosil bo'ladigan tok: $I_q = M_q/K_M$. Ishga tushayotganda tok va tezlik o'zgarishining egri chizig'i 6.5-rasmda keltirilgan. Egri chiziq xarakteri odatda uchastka uzunligini qayd etuvchi rele yoki tok relesi yordamida avtomatik ravishda ta'minlanadi.

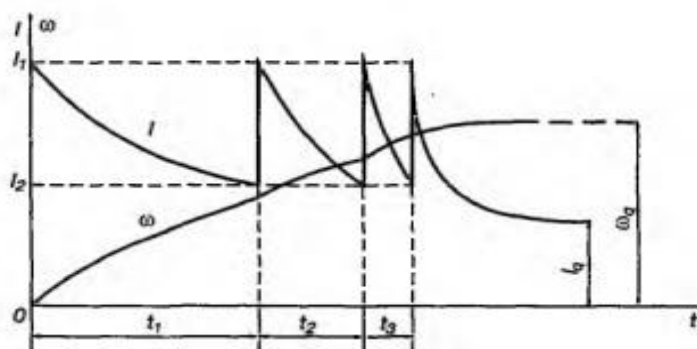


6.4-rasm. Dvigatelni reostat yordamida ishga tushirilgan holatidagi mexanik tavsiflar.

Yakor tokining ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$I = I_q \left(1 - e^{-\frac{t}{T_M}} \right) + I_1 e^{-\frac{t}{T_M}},$$

bu yerda: $I_l = I_{bosh}$ - reostatni o'zgartirgan holatidagi har bir uchastka (bo'lak) boshidagi jarayonda hosil bo'ladigan tok: $I_q = M_q / K_M$. Ishga tushayotganda tok va tezlik o'zgarishining egri chizig'i 6.5-rasmda keltirilgan. Egri chiziq xarakteri odatda uchastka uzunligini qayd etuvchi rele yoki tok relesi yordamida avtomatik ravishda ta'minlanadi. Shunga o'xshash jarayonni dvigatelni tormozlashda ham olamiz. Teskari ulab tormozlashda odatda bitta pog'ona qarshilik ulanadi. Tabiiyki, bu holda katta pog'ona qarshiligi kiritilgani uchun tormozlash bosh qichida eng katta vaqt doimiysiga ega bo'lamiz. Lekin tormozlash vaqti katta bo'lmaydi. Chunki tormozlash jarayonida dvigatel momenti bilan qarshilik momentining ayirmasi $M_d - M_q$ emas, balki ularning yig'indisi ta'sir etadi.



6.5-rasm. Dvigatelni ishga tushirayotgan holatidagi tok va tezlik grafiklari.

Reverslash jarayoni eksponensial qonunga bo'ysunadi, agar statik moment aktiv bo'lsa, bir tomondan boshqa tomonga ravon aylanadi.

Shunga o'xshash o'tkinchi jarayon, ya'ni tezlik bilan momentning o'zgarishi faza rotorli assinxron dvigatellarda ham kechadi.

18 mavzu. Elektr yuritmalarni tanlash, boshqarish jihozlari va avtomatik boshqarish. Yuritmalar yuklanish diagrammasi. Elektr motorlar quvvatini tanlash va xisoblashning umumiy holatlari.

Yuqorida ko‘rib chiqilgan elektr yuritmaning harakat tenglamasi o‘tkinchi jarayonlarning o‘tish vaqtini belgilaydi. Ish agregatini ishga tushirish va uni to‘xtatish jarayonlari ishlab chiqarish siklining ajralmas qismidir. Bu jarayonlarga to‘g‘ri keladigan vaqtning davomiyligini bilish kerak. Chunki bu vaqtda agregat foydali ish bajarmaydi. Ishga tushirish va tormozlash uchastkalarini qisqartirib, ish unumdorligini oshirish mumkin.

Ko‘pgina ish agregatlarida $J = \text{const}$ bo‘ladi. Bu shartni qabul qilib quyidagini yozish mumkin.

$$dt = J \frac{\partial \omega}{M_d - M_q},$$

Bu yerdan

$$t = J \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{1}{M_d - M_q} \quad (6.29)$$

Ushbu (6.29) ifodani integrallash dvigatel momenti va qarshilik momenti tezlikni ma’lum bo‘lgan funksiyasi, ya’ni $M_d = f(\omega)$ va $M_q = f(\omega)$ bo‘lganda amalga oshirilishi mumkin. Foydalanilayotgan asosiy dvigatellar uchun momentning tezlikka bog‘liqligi, tezlikning chiziqli funksiyasidir. Statik (qarshilik) momentning qiymati ko‘pincha o‘zgarmas yoki tezlikka chiziqli bog‘liq holda ko‘riladi. Shuning uchun (6.29) ifodani integrallash qiyinchilik tug‘dirmaydi.

Lekin boshlanishida xususiy oddiy hollarni ko‘rib chiqamiz. Ko‘pincha ishga tushirishda dvigatel momenti o‘zgarmas saqlab turiladi. Bu reostat seksiyalarini ketma-ket chiqarish bilan (6.6- rasm) yoki yopiq tizimlarda tokni chegaralovchi teskari bog‘lanishlar kiritish yo‘li bilan amalga oshiriladi.

Odatda, dvigatel momentining o‘rtacha qiymati nominal qiymatdan ortib ketadi va $M_d = k_m M_{nom}$ deb qabul qilinishi mumkin, bu yerda: $k_m > 1$. Bir necha mexanizmlar uchun statik moment asosan ishqalanish bilan aniqlanadi va uni ham o‘zgarmas deb qabul qilish mumkin. $M_d = \text{const}$ va $M_q = \text{const}$ bo‘lganda tezlatish vaqti quyidagicha aniqlanadi:

$$t_T = J \int_0^{\varphi_q} \frac{1}{\lambda_M M_{nom} - M_q} d\omega = \frac{J \varphi_q}{\lambda_M M_{nom} - M_q} \quad (6.30)$$

Bu ifoda ω_q - dvigatelning turg‘un holatda $M_d = M_q$ bo‘lgandagi tezligi qiymatiga to‘g‘ri keladi.

Salt ishlash rejimi uchun ifoda yanada soddalashadi:

$$t_{to} = \frac{J\omega_0}{\lambda_m * M_{nom}} \quad (6.31)$$

Olingan ifodadan shu narsa ma'lum bo'ladiki, dvigatelning berilgan quvvatida tezlatish vaqti elektromexanik qurilmaning aylanayotgan qismlaridagi kinetik energiya zaxirasiga proporsional bo'ladi

Shunga o'xshash ifodani dvigatel to'xtash vaqti uchun ham aniqlash mumkin. Ularda dvigatel momenti manfiy ishoraga ega bo'ladi:

$$t_{To'x} = J \int_{\varphi_q}^0 \frac{1}{\lambda_M M_{nom} - M_q} d\varphi = J \frac{\varphi_q}{\lambda_M M_{nom} + M_q} \quad (6.32)$$

Faqat ishqalanish hisobiga to'xtatilganda:

$$t_{to'x} = \frac{J\omega_q}{M_q}.$$

Endi dvigatel momenti va dinamik moment chiziqli o'zgargan holatidagi qonuniyatni, ya'ni murakkabroq holatni ko'rib chiqamiz:

$$M_{din} = a - b\omega \quad (6.33)$$

U holda o'tkinchi jarayon vaqtini aniqlaydigan ifoda quyidagi ko'rinishni oladi:

$$t_{i1} = J \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{d\omega}{a - b\omega} \quad (6.34)$$

bu yerda: ω_1 va ω_2 - tezlikning dinamik momentlari M_{din1} va M_{din2} ga mos keladigan boshlang'ich qiymatlari.

Chiziqli ravishda o'zgaradigan moment uchun

$$\frac{M_{din} - M_{din1}}{M_{din2} - M_{din1}} = \frac{\omega - \omega_1}{\omega_2 - \omega_1}.$$

Bu yerdan:

$$M_{din} = M_{din1} + \frac{M_{din2} - M_{din1}}{(\omega_2 - \omega_1)} (\omega - \omega_1) = M_{din1} + \frac{M_{din1} - M_{din2}}{(\omega_2 - \omega_1)} \omega_1 - \frac{M_{din1} - M_{din2}}{(\omega_2 - \omega_1)} \omega. \quad (6.35)$$

(6.35) ifodaga mos ravishda quyidagini olamiz:

$$a = M_{din1} + \frac{M_{din1} - M_{din2} \omega_1}{\omega_2 - \omega_1}$$

$$b = \frac{M_{din1} - M_{din2}}{\omega_2 - \omega_1}.$$

(6.34) ifodani berilgan $\omega_1 - \omega_2$ tezlikning o'zgarishi oralig'ida integrallaymiz:

$$t_{i.1} = J \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{M_{din1} - M_{din2}} \ln \frac{M_{din1}}{M_{din2}} \quad (6.36)$$

Ko‘rilayotgan rejimga (ishga tushirish, tormozlash, tezlikni o‘zgartirish) bog‘liq ravishda (6.36) formulaga moment va tezliklar uchun turli boshlang‘ich shartlarni kiritish kerak bo‘ladi.

Olingan ifodada dinamik momentning chiziqli qonuniyat bilan o‘zgarishidagi tezlatish davomiyligini (o‘tkinchi jarayon vaqtini) aniqlashda foydalaniladi. Bundan tashqari murakkab hollarda btrilgan egri chiziqli bog‘lanishni ayrim to‘g‘ri bo‘laklarga bo‘lib, har biri uchun jarayon davomiyligini (vaqtini) ayrim to‘g‘ri chiziqli uchastkalarining yig‘indisi sifatida aniqlash ham mumkin.

19 mavzu. Elektr yuritmalarni tanlash va boshqarish. Atrof muhit sharoitlariga qarab mator tanlash. Elektr yuritmalarni boshqarish jixozlarining klassifikatsiyasi. Qo‘lda va avtomatik boshqarish jihozlari.

Elektromexanik o‘tkinchi rejimlar asosan o‘zgarmas tok yuritmalari uchun tatbiq etiladi. Chunki ularda elektromagnit jarayonlar mexanik jarayonlarga nisbatan tezlikka juda katta ta’sir qiladi. Elektromexanik jarayonlarni tahlil etish ancha qiyin. Chunki, bunda differensial tenglamalarning darajasi ancha yuqori bo‘ladi. Bundan tashqari odatda, elektromexanik o‘tkinchi jarayonlarni tadqiq etish nochiq bog‘lanishlarni (gisterzis, to‘yinish va h. k.) hisobga olish zarurligi bilan bog‘liq. Shuning uchun hozirda real tizimlarni tadqiq etish uchun raqamli modellash uslubidan foydalaniladi. Bu holda EHMda olingan natija aynan shu qaralayotgan qurilmaga taalluqli bo‘ladi.

Turli elektr mexanik tizimlarini o‘tkinchi jarayonlarga tatbiq etish uchun umumiy analitik yechimga ega bo‘lish kerak. Bu esa parametrlarni o‘tkinchi jarayonni kechish vaqtiga ta’sirini, tokning maksimal qiymatlari va boshqalarni aniqlash imkoniyatini beradi. Lekin bunda bir nechta joizliklar va soddalashtirishlar kiritilib, iloji boricha nochiq bog‘lanishlarni ularga mos bo‘lgan chiziqli bog‘lanishlar bilan almashtirish darkor.

Boglanishlarni chiziqlashtirish maqsadida mustaqil qo‘zg‘atishli o‘zgarmas tok dvigatellari uchun elektromexanik o‘tkinchi jarayonlarni tahlil etishda quyidagi shartlarni qabul qilamiz:

- chulg‘amlar (yakor, kompensatsiya va boshqalar) induktivligini o‘zgarmas deb qabul qilinadi;
- yakor reaksiyasi ta’siri ahamiyatga olinmaydi;
- uyurma toklar va gisterzis hisobga olinmaydi.

Ushbu shartlar bajarilganda dvigatel magnit oqimini o'zgaras deb qabul qilish mumkin. Bundan tashqari soddalashtirish maqsadida jarayonlarni o'zgaras statik moment yoki tezlikka chiziqli bog'liq, deb qaraladi.

Boshqarish ta'siri asosan yuritma tizimida ishlatilayotgan ta'-minot manbayi bo'lgan o'zgartgichning xususiyatlari bilan aniqlanadi.

U — const bo'lgan holni ko'rib chiqamiz. Bu holda EYK $E = K_E \omega$ va dvigatel momenti $M = K_M I$ bo'ladi. Dvigatel ishini ifodalovchi tenglamalar quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$K_M I - M_q = \frac{J d\omega}{dt} \quad (6.37)$$

$$U = K_E \omega + I r + \frac{L dI}{dt}. \quad (6.38)$$

Tezlikning differensial tenglamasini olish uchun (6.37) tenglamani tokka nisbatan yechamiz:

$$I = \frac{J}{K_M} * \frac{d\omega}{dt} + \frac{M_q}{K_M} \quad (6.39)$$

Yoki

$$I = \left(\frac{J}{K_M} \right) * \left(\frac{d\omega}{dt} \right) + I_q, \quad (6.40)$$

bu yerda: I_q - statik (qarshilik) momenti M_q ga mos keladigan tok.

Vaqt bo'yicha differensiallaymiz:

$$\frac{dI}{dt} = \left(\frac{J}{K_M} \right) * \left(\frac{d^2 \omega}{dt^2} \right). \quad (6.41)$$

(6.40) va (6.41) ifodalarni (6.38) ga qo'yib, quyidagini olamiz:

$$U = K_E \omega + \frac{J_r}{K_M} \frac{d\omega}{dt} + I_q r + \frac{J_L}{K_M} \frac{d^2 \omega}{dt^2} \quad (6.42)$$

Aniqlangan tenglamani K_E ga bo'lamiz:

$$\frac{J_L}{K_E K_M} \frac{d^2 \omega}{dt^2} + \frac{J_r}{K_E K_M} \frac{d\omega}{dt} + \omega = \frac{U}{K_E} - \frac{I_q r}{K_E} \quad (6.43)$$

Ushbu ifodada $\frac{J_r}{K_E K_M} = T_M$ - elektromexanik vaqt doimiysi:

$$\frac{J_L}{K_E K_M} = \left(\frac{J_r}{K_E K_M} \right) * \left(\frac{L}{r} \right) = T_M * T_Y,$$

bu yerda: $T_{ya} = L/r$ - elektrmagnit vaqt doimiysi. Vaqt doimiylarini (6.43) tenglamaga kiritib, quyidagini olamiz:

$$T_{ya}T_M \frac{d^2\varphi}{dt^2} + T_M \frac{d\varphi}{dt} + \varphi = \frac{1}{K_E}U - \frac{r}{K_E}I_q. \quad (6.44)$$

Mazkur tenglamadagi birinchi tashkil etuvchi boshqarish ta'sirini, ikkinchisi - tashqi ta'simi tashkil etadi.

Differensial tenglamalarni yechishning klassik usulini qo'llab (6.44) tenglamani yechamiz. (6.44) tenglamaning o'ng tomonini boshqacha ko'rinishda yozamiz. Buning uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz: $\omega_o = \frac{U}{K_E}$, $\Delta\omega_o = I_q r / K_E$ - statik moment M_q ga mos keladigan tezlik. Bu holda quyidagini olamiz:

$$T_{ya}T_M \frac{d^2\omega}{dt^2} + T_M \frac{d\omega}{dt} + \omega = \omega_q \quad (6.45)$$

Salt yurishda o'ng tomonda ideal salt yurish tezligi ω_o bo'ladi.

Yakor tokining differensial tenglamasini aniqlash uchun (6.40) tenglamani tezlikni vaqt bo'yicha hosilasiga nisbatan yechamiz:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{K_M(I - I_q)}{J}. \quad (6.46)$$

Tenglama (6.38) ni differentsiallab quyidagini olamiz:

$$0 = K_E \frac{d\omega}{dt} + r \frac{dI}{dt} + L \frac{d^2I}{dt^2}.$$

Olingan tenglikni $J/(K_E K_M)$ ga ko'paytirib quyidagini yozish mumkin:

$$\frac{JL}{K_E K_M} * \frac{d^2I}{dt^2} + \frac{Jr}{K_E K_M} * \frac{dI}{dt} + I = I_q. \quad (6.47)$$

yoki tezlik tenglamasidagi qiymatlardan foydalanib quyidagicha yozamiz:

$$T_{ya}T_M \frac{d^2I}{dt^2} + T_M \frac{dI}{dt} + I = I_q. \quad (6.48)$$

Shunday qilib, tok uchun (6.48) va tezlik uchun (6.45) differensial tenglamalar bir-biriga o'xshash bo'ladi. Shuning uchun ularga bir xildagi xarakteristik tenglama mos keladi, ya'ni:

$$p^2 = \frac{1}{T_{ya}}p + \frac{1}{T_{ya}T_M} = 0. \quad (6.49)$$

Xarakteristik tenglama ildizlari quyidagicha topiladi:

$$p_1 = -\frac{1}{2T_{ya}} + \sqrt{\frac{1}{4T_{ya}^2} - \frac{1}{T_{ya}T_M}};$$

$$p_2 = -\frac{1}{2T_{ya}} - \sqrt{\frac{1}{4T_{ya}^2} - \frac{1}{T_{ya}T_M}};$$

(6.50)

quyidagi nisbat $4T_{ya}/T_M <> 1$ ga bog'liq holda xarakteristik tenglama ildizlari haqiqiy va kompleks bo'lishi mumkin. Kompleks ildizlar uchun quyidagini yozish mumkin:

$$p_{1,2} = -a \pm j\gamma \quad (6.51)$$

bu yerda: $a = \frac{1}{2T_{ya}}; \gamma = \sqrt{\frac{1}{T_{ya}T_M} - \frac{1}{4T_{ya}^2}}$

Natijada tok va tezlik uchun o'tkinchi rejimda ifodalar quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$I = A_1 e^{p_1 t} + A_2 e^{p_2 t} + I_q, \quad (6.52)$$

$$\omega = D_1 e^{p_1 t} + D_2 e^{p_2 t} + \omega_q. \quad (6.53)$$

Har bir rejim uchun (ishga tushirish, tormozlashning turlari, yuklama qabul qilish va tashlash) integrallash doimiyliklari A_1, A_2 va D_1, D_2 alohida aniqlanadi.

Agar ishga tushirish bir necha pog'onada amalga oshirilsa, u holda har bir pog'ona uchun integrallash doimiyliklari aniqlanadi. Bir pog'onadan ikkinchi pog'onaga o'tishda eksponenta darajalari P_1 va P_2 lar o'zgaradi. Chunki ularning tarkibiga yakor zanjiri qarshiligiga bog'liq bo'lgan T_{ya} va T_M lar kiradi.

Shuni qayd qilish lozimki, (6.52) va (6.53) tenglamaga kiradigan integrallash doimiyliklari o'zaro bir-biriga bog'liq bo'lib, ulardan birortasi aniqlansa, ikkinchisini osongina topish mumkin. Ikkinchi darajali tenglama uchun ikkita boshlang'ich shart kifoya bo'lib, ular umumiy holatda $t = 0$ bo'lganda $\omega = \omega_{bosh}, I = I_{bosh}$ ko'rinishni oladi.

Ikkinchi shartni (6.52) tenglamaga qo'yish uchun (6.46) tenglamadan foydalanamiz, $t = 0$ bo'lganda bu tenglamadan:

$$\left(\frac{d\omega}{dt}\right)_{bosh} = \frac{K_m(I_{bosh} - I_q)}{J}.$$

(6.53) tenglamani differensiallab quyidagini olamiz:

$$\frac{d\omega}{dt} = p_1 D_1 e^{p_1 t} + p_2 D_2 e^{p_2 t}. \quad (6.54)$$

Tezlikni vaqt bo'yicha hosilasining qiymatini (6.54) tenglamaga qo'yib, (6.53) da esa $\omega = \omega_{bosh}$ shartini qo'yib integrallash doimiyliklari D_1 va D_2 lar uchun ikkita tenglama olamiz. Ulardan doimiyliklar qiymatini aniqlash mumkin:

$$\begin{aligned}\omega_{bosh} &= D_1 + D_2 + \omega_q \\ K_M(I_{bosh} - I_q) &= pD_1 + pD_2\end{aligned}\quad (6.55)$$

A_1 va A_2 doimiyliklarini topish uchun (6.54) ifodani (6.40) formulaga qo'yamiz, u holda:

$$I = \frac{J_{p_1} D_1 e^{p_1 t}}{K_M} + \frac{J_{p_2} D_2 e^{p_2 t}}{K_M} + I_q,$$

Bundan

$$A_1 = \frac{J_{p_1} D_1}{K_M}, \quad A_2 = \frac{J_{p_2} D_2}{K_M}.$$

O'tkinchi jarayonda tok va tezlikni aniqlash tenglamalariga Eyler formulalari yordamida sodda ko'rinish berish mumkin: haqiqiy ildizlar uchun $p_{1,2} = -1 * (2T_{ya}) \pm \varepsilon$ bo'lganda:

$$I = Ae^{-t(2T_{ya})} sh(\varepsilon t + \varphi) + I_q,$$

$$\omega = De^{-t(2T_{ya})} * sh(\varepsilon t + \Psi) + \omega_q, \quad (6.56)$$

$p_{1,2} = -1/(2T_{ya}) \pm jv$ bo'lgan kompleks ildizlar uchun

$$I = Ae^{-t(2T_{ya})} * sh(vt + \varphi) + I_q$$

$$\omega = De^{-t(2T_{ya})} \sin(vt + \psi) + \omega_q. \quad (6.57)$$

Integrallash doimiyliklari A , D , φ va ψ lami boshlang'ich shartlardan aniqlash mumkin. Bu yerda ham ikkita doimiylikni, ya'ni D va Ψ larni aniqlash yetarli. Haqiqiy tezlik ifodasi (6.57) ni differensiallab, quyidagini olamiz:

$$\frac{d\omega}{dt} = -De^{\frac{-t}{2T_{ya}}} \left[\frac{1}{2T_{ya}} \sin(vt + \Psi) - v \cos(vt + \Psi) \right]$$

$\frac{1}{2}T_{ya} = X \cos \delta$; $v = X \sin \delta$ deb belgilaymiz, bu yerda: X – o'zgarmas son bo'lib, uni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$(X \sin \delta)^2 + (X \cos \delta)^2 = X^2 = v^2 + \left(\frac{1}{2T_{ya}} \right)^2 \quad \text{yoki (6.51) ga muvofiq:}$$

$$X = \sqrt{v^2 + \frac{1}{4}T_{ya}^2} = \sqrt{\frac{1}{T_{ya}T_M} - \frac{1}{4T_{ya}^2} + \frac{1}{4T_{ya}^2}} = \frac{1}{\sqrt{T_{ya}T_M}}$$

U holda, quyidagini olamiz:

$$\frac{d\omega}{dt} = -De^{-\frac{t}{2T_{ya}}} * \left(\frac{1}{\sqrt{T_{ya}T_M}} \right) \sin(u + \Psi - \delta)$$

Bu yerda: $\delta = \arctg 2T_{ya}v$ yoki $\delta = \frac{\arcsin v}{x} = \arcsin v\sqrt{T_{ya}T_M}$ tok uchun (6.40) tenglamadan foydalanib, quyidagini yozamiz:

$$I = -DJ I(K_m(\sqrt{T_{ya}T_M})e^{-t(2T_{ya})} * \sin(u + \Psi + \delta) + I_q, \quad (6.58)$$

Demak,

$$A = -DJ / (K_m \sqrt{T_{ya}T_M}) \quad \text{va} \quad \varphi = \Psi - \delta. \quad (6.59)$$

Olingan (6.56) va (6.57) tenglamalar $M_{kt} = \text{const}$ va $\Psi = \text{const}$ bo'lgandagi barcha mustaqil qo'zg'atishli o'zgaras tok dvigatellarining o'tkinchi rejimiga taalluqli bo'lib, ishga tushirish, tormozlash, yuklamani qabul qilish va tashlashdagi o'tkinchi jarayonlarni ifodalaydi.

20 mavzu. Elektr yuritmalarni himoya qurilmalari. Avtomatik o'chirgichlarni quvvat, tok va kuchlanish bo'yicha tanlash. Eruvchan saqlagichlar va ularni tanlash.

Odatda, elektr mexanik tizimni, bajaruvchi mexanizm massalarini va mexanik uzatmaning barcha elementlarini dvigatel o'qiga keltirib, hamda ekvivalent massa m va unga mos keladigan dvigatel o'qidagi inertsia momenti J dan foydalanib bir massali deb qaraladi. Lekin bir qator hollarda, uzatmalardagi o'qlaming uzunligi katta bo'lganda tizimning o'zini tutishiga mexanik tugunlardagi qayishqoq deformatsiyalar sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa ular tezkorligi oshirilgan yuritmalarning zamonaviy tizimlarida yuzaga chiqayapti. Ko'pincha bo'ysunilgan rostdash tizimlarida aynan qayishqoq deformatsiyalar tezkorlikni cheklashga sabab bo'layapti. Shuning uchun elektr mexanik qurilmalarni kinematik zanjirida qayishqoq zvenolari bo'lgan ko'p massali tizim sifatida qaralmoqda. Bunday mexanizmlarga qog'oz ishlab chiqaradigan mashinalar, metall kesuvchi stanoklarning ba'zi turlari, robotlar va shunga o'xshash boshqa mexanizmlar kiradi.

Oddiy holda ikki massali tuzilish sxemasini ko'rib chiqish mumkin (1.17-rasmga qarang). Bu sxemada o'zaro qayishqoq zveno bilan bog'langan mexanizm massasi va dvigatel rotdi massasini ayrim - ayrim hisobga olamiz. Mexanizm inertsia momentini dvigatel aylanish tezligiga keltiramiz. Uzatma elementlarining inertsia momentini hisobga olmaymiz, yoki ularni dvigatel va mexanizmga kiritamiz.

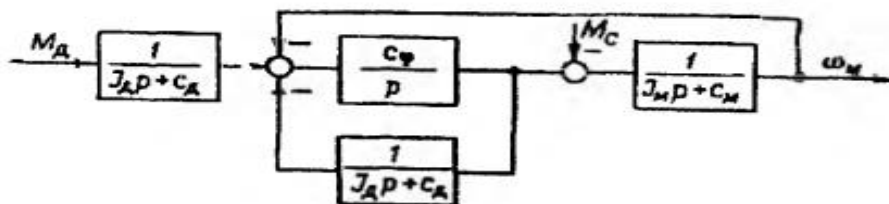
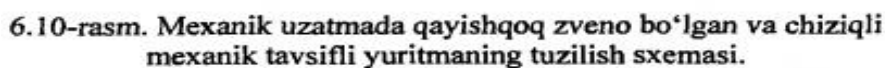
Ko‘rilayotgan sxema quydagi tenglamalar bilan ifodalanadi (mos ravishda dvigatel, mexanizm va ulovchi qayishqoq o‘q uchun):

$$\left. \begin{aligned} M_d - M_k - M_{c,d} &= J_g \frac{d\omega_d}{dt}; \\ M_d - M_c - M_{c,m} &= J_m \frac{d\omega_m}{dt}; \\ M_d &= C_\varphi(\varphi_g - \varphi_m) + C_\omega(\omega_d - \omega_m). \end{aligned} \right\} \quad (6.60)$$

bu erda: M_d - dvigatel momenti; M_c - ishchi mashina o‘qidagi doimiy statik moment; M_q - qayishqoq deformatsiyalar momenti; $M_{c,d} = C_d\omega_d$ va $M_{c,d} = C_M\omega_M$ - dvigatel va mexanizm o‘qlaridagi tezlikka bog‘liq bo‘lgan qarshilik momentlari; ω_g va ω_M - o‘qlarning burilish burchaklari; ω_g va ω_M - dvigatel va mexanizmning oniy aylanish tezligi.

Agarda $M_d = D_{d,T} - C\omega_d$ deb qabul qilsak C_d koeffitsiyenti dvigatel mexanik tavsifning qiyaligini hisobga olish mumkin. Bu holda tizimning kirishiga qisqa tutashish momenti $M_{q,t}$ yoki $M_{q,T}$, chiziqli bog‘liq bo‘lgan kuchlanish U berilayapti deb hisoblash mumkin.

Bu tenglamalarga mos keladigan tuzilish sxemasi 6.10 - rasmda keltirilgan. Ko‘p hollarda taxlil etishni soddalashtirish uchun uzatmadagi dissipativ kuchlari $C_{co}=0$ deb hisobga olinmaydi. Bunday shartda agarda qayishqoq moment bo‘yicha teskari bog‘lanish kiritish nuqtasini boshqa joyga ko‘chirssak 6.11-rasmda keltirilgan tuzilish sxemasini olamiz.



6.11-rasm. Mexanik uzatmada qayishqoq zveno bo'lgan va chiziqli mexanik tavsifli yuritmaning soddalashtirilgan tuzilish sxemasi.

Bu sxemaga mos keladigan uzatish funksiyasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$W(p) = \frac{\omega_a}{M_D}(p) = \frac{C_\varphi}{p(J_d p + C_d)(J_m p + C_M) + C_\varphi[(J_d + J_M)p + C_d + C_M]} \quad (6.61)$$

Yoki $\frac{J_d}{C_d} = T_d$ va $\frac{J_M}{C_M} = T_M$ vaqt doimiyliklarini kiritib quyidagini olamiz.

$$W(p) = \frac{\omega_M}{M_d}(p) = \frac{\frac{C_\varphi}{C_M C_d}}{p(1 + T_d p)(1 + T_M p) + C_\varphi \left[\frac{1}{C_M} (1 + T_d p) + \frac{1}{C_d} (1 + T_M p) \right]} \quad (6.62)$$

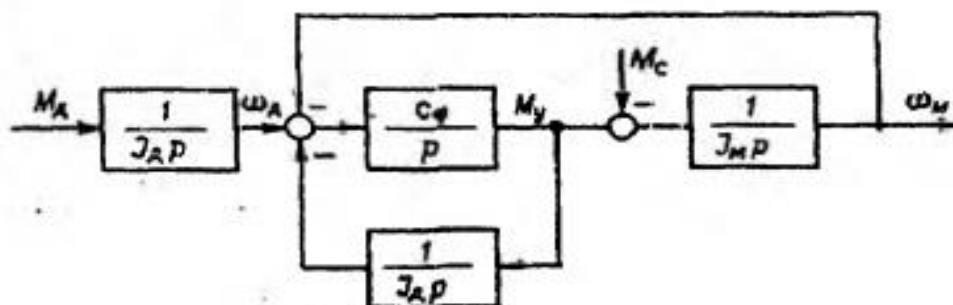
Bunga mos keladigan xarakteristik tenglama quyidagicha bo‘ladi:

$$\frac{C_d C_m}{C_\phi} P(1 + T_d p)(1 + T_M p) + C_d(1 + T_d p) + C_M(1 + T_M p) = 0 \quad (6.63)$$

Masala yechimini yanada soddalashtirish maqsadida tezlikka bogʻliq boʻlgan momentlar taʼsirini hisobga olinmaydi, yaʼni $C_d = 0$ va $C_m = 0$ deb hisoblanadi. Tabiiyki bunday joizlikda tizimning ishlashi uchun ogʻir sharoitlar hosil boʻladi. Haqiqatda esa dvigatel oʻqida va mexanizm oʻqida ventilyatorli yuklama boʻlib, u tizimning qayishqoqlik xususiyatlari natijasida paydo boʻladigan tebranishlarni

soʻndiradi. Tebranishlarni soʻndirishga mexanik tavsif qiyaligi ham moyillik qiladi, qiyalik oshgan sari soʻndirish ortib boradi.

Shunday qilib haqiqatda har doim tizim yaxshi sharoitda boʻladi va uning soddalashtirilgan tahlil natijasida aniqlanadigan tebranuvchanligi kamroq boʻladi.



6.12-rasm. Soʻndirishni hisobga olmagan yuritmaning mexanik qismining soddalashtirilgan tuzilish sxemasi.

Koʻrsatilgan soddalashtirishlar asosida olingan tuzilish sxemasi 6.12-rasmda keltirilgan. Bu sxemaga mos keladigan uzatish funksiyasi quyidagi koʻrinishga ega boʻladi:

$$W(p) = \frac{C_\phi}{p[J_M J_d p^2 + C_\phi(J_d + J_M)]} \quad (6.64)$$

Bundan kelib chiqadigan yuritmaning mexanik qismi xususiy chastotali soʻnmaydigan tebranishlar konservativ guruh va integrallovchi guruhlarining ketma-ket ulanishidan iborat. soʻnmaydigan tebranishlar xususiy chastotasi

$$\Omega = \sqrt{\frac{C_\phi(J_d + J_M)}{J_M J_d}}. \quad (6.65)$$

Olingan ifodani boshqacha koʻrinishda ham keltirish mumkin, yaʼni

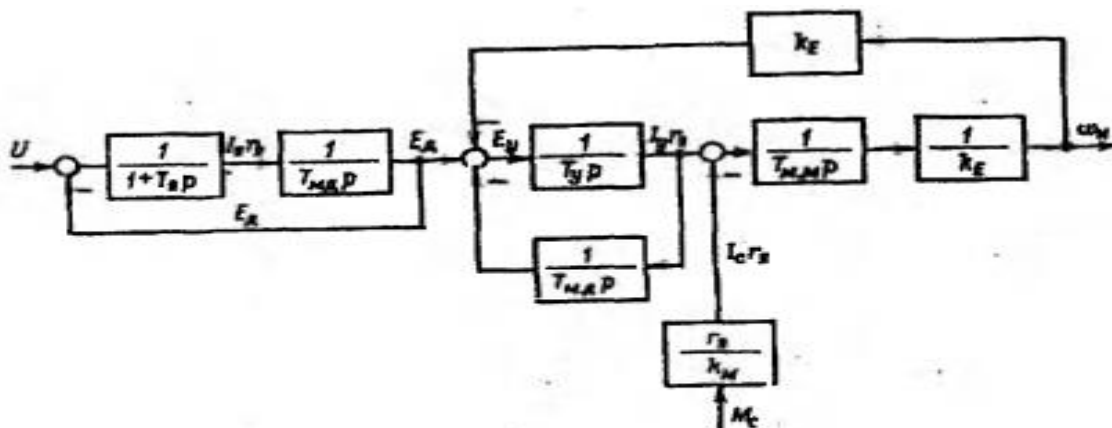
$$\Omega = \sqrt{\frac{C_\phi}{J_d}} \sqrt{\frac{J_d + J_M}{J_M}} = \Omega_d \sqrt{\frac{J_d + J_M}{J_M}} = \Omega_d \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma - 1}}. \quad (6.66)$$

bu yerda: $\Omega_d = \sqrt{C_\phi/J_d}$ -oʻqning uchini mexanizmga bika mahkamlangandagi dvigatel rotorining xususiy tebranish chastotasi; $\gamma = \frac{J_d + J_M}{J_d}$ va $\gamma = 1 + \xi$.

Mexanik uzatmalardagi qayishqoq deformatsiyalarni hisobga olgan holda oʻzgarmas tok yuritmasining toʻla tuzilish sxemasini koʻrib chiqamiz.

$$T_{M.d} = \frac{J_d r_{ya}}{K_F K_M} \quad va \quad T_{M.M} = \frac{J_M r_{ya}}{K_F K_M}$$

Bu vaqt doimiylik inertsia momenti mexanizmning inertsia momentiga teng bo'lgan fiktiv dvigatelning elektromexanik doimiyligidir.



Bikrlik koeffitsiyenti C_φ o'rniga unga mos bo'lgan vaqt birligida o'lchanadigan doimiylilikni kiritamiz.

$$T_q = K_E K_M (C_\varphi r_{\nu q}) \quad (6.67)$$

Olingan sxema asosida uzatish funksiyasi uchun quyidagi ifodani yozamiz:

$$W(p) = \frac{\frac{1}{1+T_{yo}p} \cdot \frac{1}{T_{nd}p}}{1 + \frac{1}{1+T_{yo}p} \cdot \frac{1}{T_{nd}p}} \cdot \frac{\frac{\frac{1}{T_{\kappa}p}}{1 + \frac{1}{T_{nd}pT_{\kappa}p}} \cdot \frac{1}{T_{\kappa}p}}{1 + \frac{1}{T_{nd}pT_{\kappa}p}} \cdot \frac{1}{K_{\varepsilon}} = \quad (6.68)$$

$$= \frac{T_{nd} \frac{1}{K_{\varepsilon}}}{[1+T_{nd}p(1+T_{yo}p)][T_{nd}T_{\kappa}T_{\kappa}p^2+T_{nd}+T_{\kappa}p]}$$

Bo'ysunilgan boshqaruvda dvigatel E.Yu.K ni hisobga olmaganimizda quyidagini olamiz:

$$W(p) = \frac{K_d}{p(1 + T_{ya}p)(T_M.T_{M.M}T_Kp^2 + T_{M.d} + T_{M.M})} \quad (6.69)$$

bu yerda:

$$K_d = \frac{1}{K_E} \quad (6.70)$$

Agarda mexanik uzatma biki bo'lsa, ya'ni $C_\varphi \rightarrow \infty$ va bunga mos ravishda $T_k \rightarrow 0$ bo'lsa, u holda, bir massali tizimning ifodasini olamiz:

$$W(p) = \frac{K_d}{T_M p(1 + T_a p)}$$

Bu yerda: $T_M = T_{M.d} + T_{M.M}$

Shuni hisobga olish kerakki qayishqoq bog'lanishli tizimda statik moment bilan belgilanadigan tashqi ta'sirning katta ahamiyati bor. Shuning uchun tahlil qilishda 6.9-rasmdagi tuzilish sxemasidan olinadigan tashqi ta'siming uzatish funksiyasidan foydalaniladi.

Ba'zi hollarda uch massali va hatto n - massali tuzilmalarni ko'rib chiqishga to'g'ri keladi. Bularga mos tuzilish sxemalarini qo'shimcha bloklar, ya'ni quyushqoq bog'lanishli oraliq mexanik guruhlarini kiritish bilan olinadi.

Quyushqoq bog'lanishlarni hisobga olish bilan elektromexanik tizimlar dinamikasi va ularni sozlash qiyinlashadi. Tezlik xabarchilari tizimda dvigatel o'qiga joylashtiriladi va bu holda mexanizm massasi va qayishqoq bog'lanish tezlik bo'yicha teskari bog'lanib olingan zonadan tashqarida qoladi. Logarifmlik amplituda tavsifida amplitudaning maksimal qiymati konservativ guruhning xususiy chastotasi yaqinida kuzatiladi.

Qayishqoq bog'lanishlarning mavjudligi tizimga tuzatish kiritilishini birmuncha qiyinlashtiradi. $\xi > 4$ bo'lganda, sifatning zarur ko'rsatkichlarga bo'ysunilgan tizimni sozlashning shart vositalari bilan erishiladi. Lekin bu holda ham, tok konturidagi uzatish koeffitsiyentini pasaytirib tezkorlikni kamayishiga olib kelinadi. Bu hollarda tezlikning hosilasi bo'yicha teskari bog'lanish kiritish yaxshi natija beradi.

ξ ning qiymati kichik bo'lganda ($2 < \xi < 4$ oraliqda) tizimni sozlash bo'yicha qiyinchiliklar tug'iladi. Agarda talab etilayotgan jarayonni ta'minlash mumkin

bo'lmasa, u holda tezlik konturida uzatish koeffitsiyentini kamaytirib tizim tezkorligi pasaytiriladi.

Ancha qiyin sharoitlarda, ya'ni dvigatel va mexanizm massalari bir-biriga yaqin bo'lganda ($0,2 < \xi < 2,0$) qo'shimcha tuzatish vositalaridan foydalanishga to'g'ri keladi, bu holda mexanizm o'qining tezligi va uning hosilasi bo'yicha teskari bog'lanish kiritiladi. Bu bog'lanishni amalga oshirish uchun mexanizm o'qiga xabarchi qo'yishga to'g'ri keladi.

«K» kuzatish koeffitsiyentiga tizimni teskari bog'lanish kiritilganda (6.61) dan kelib chiqqan holda quyidagi uzatish funksiyasini olamiz:

$$W(p) = \frac{C_\varphi K}{p(J_d P + C_d)(J_M P + C_M) + C_\varphi [(J_d + J_M)P + C_d + C_M] + C_\varphi K} \quad (6.71)$$

Bu ifodadan ko'rinib turibdiki, uzatish koeffitsiyenti K ancha katta qiymat bo'lgan C_φ ga ko'paytiriladi, natijada tenglama ildizlari musbat yarim tekislikka o'tib ketishi mumkin, ya'ni tizim barqaror bo'lmay qoladi. Uzatish koeffitsiyenti K ning qiymati sezilarli darajada chegaralanishi kerak. Shuning uchun $d\omega/dt$ hosila bo'yicha signal kiritish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Qayishqoq mexanik bog'lanishlarga ega bo'lgan ishchi mashina elektr yuritmasining boshqarish tizimini sintez qilayotganda birinchi navbatda ishchi mashinaning o'qini tebranishlarini yo'qotishga harakat qilishni ko'zda tutish kerak, chunki bu tebranishlar mashinaning ishlash sifatini yomonlashuviga olib keladi.

Dvigatel o'qining tebranishi texnologik jarayonga kam ta'sir qiladi, lekin bu tebranish asosan dvigatel va reduktor mexanik qism va detallarni tezroq ishdan chiqishiga olib keladi.

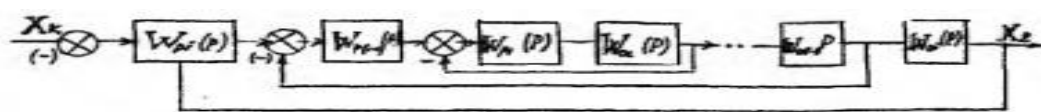
Mexanik uzatma oraliq guruhining qayishqoqlik xususiyatlari va qo'shimcha massalarini hisobga olib tizimni uchta massali tizim sifatida qaralganda bu tizimni sozlash katta qiyinchiliklar tug'diradi. Bu holda tizim ishlashini yaxshilash uchun obyekt holati kuzatuvchisini qo'llab adaptiv (moslanuvchi) boshqaruvchi qo'llashga to'g'ri keladi.

21 mavzu. Elektr yuritmalarni boshqarish prinsiplari. Elektr yuritmalarni avtomatik boshqarish prinsiplari. Elektr motorlarni boshqarishning tipik sxemalari.

Bo'ysunilgan rostlash tizimli elektr yuritmalar sanoatning mashinasozlik va metallurgiya sohalarida, qog'oz va kabel mahsulotlari ishlab chiqarishda keng ko'lamda qo'llanilib kelinmoqda. Bo'ysunilgan rostlash tizimlarida ketma-ket korreksiya (tuzatish) qo'llaniladi. Bu esa o'tkinchi jarayon sifat ko'rsatkichlarini biz xohlagancha etib sozlash imkonini beradi. Bo'ysunilgan rostlash tizimining

umumlashtirilgan tuzilish sxemasi (6.10-rasm) ketma-ket korrektsiyali tizimning quyidagi xususiyatlarini aniqlashga imkon beradi:

1. Bunday tizimda koordinatalari rostlanadigan obyekt ketma-ket ulangan chiziqli aperiodik va integrallovchi guruhlardan tashkil topgan bo'lib, ulaming uzatish funksiyalari 1-rasmda quyidagicha belgilangan: $W_{01}(p), W_{02}(p) \dots W_{0i}(p) \dots$
2. Rostlanadigan koordinata $X_1, X_2 \dots X_i$ soni rostlash tizimida rostlanuvchi obyektidagi aperiodik va integrallovchi guruhlar soniga teng etib tanlanadi.
3. $W_{p1}, W_{p2} \dots W_{pi}(p)$ rostlagichlarning soni rostlash tizimida nazorat etilayotgan koordinata soniga teng. Barcha rostlagichlar o'zaro shunday ketma-ket ulangan-ki, keyingi rostlagichga topshiriq sifatida undan oldingi rostlagichning chiqishi xizmat qiladi. Har bir rostlagich kirishiga shu rostlagich rostlaydigan o'zgaruvchi bo'yicha manfiy teskari bog'lanish beriladi va shunday qilib tizimda bir-birini ketma-ket o'rab oladigan birinchi ichki konturdan oxirgisigacha rostlash konturlari hosil bo'ladi, ya'ni rostlash konturlarining soni tizimda rostlanuvchi koordinatalar soniga teng.
4. Har bir o'zgaruvchini (koordinatani) cheklash undan oldingi rostlagichning chiqish signalini chegaralash bilan amalga oshiriladi.



6.10-rasm. Ketma-ket korrektsiyali bo'ysunilgan tizimning tuzilish sxemasi.

5. Tizim rostlash qismining kirishida o'tkazish yo'li (palosa) ni aniqlaydigan va shu bilan birga barcha tizimni xalaqitga chidamliyligini ta'minlaydigan filtr o'rnatiladi. Bu filtarning vaqt doimiylik avtomatik rostlash tizimining asosiy parametri hisoblanib tizimning tezkorligini va rostlash aniqligini belgilaydi.
6. Rostlagichlar $W_{p1}(p), W_{p2}(p) \dots W_{pi}(p)$ ning uzatish funksiyalari ketma-ket korrektsiyalash usuli bilan tanlanadi, bu yerda standart ko'rinishdagi uzatish funksiyasi kompensatsiyalanadi.

Rostlagichlarning uzatish funksiyalari rostlash konturining maqbul uzatish funksiyalari asosida tanlanadi. Maqbul uzatish funksiyalari sifatida $(i + 1)$ darajali $B_i + 1(P)$ standart uzatish funksiyalari qabul qilinadi. Xususiyl holda birinchi va ikkinchi yopiq rostlash konturlari uchun maqbul sifatida quyidagi uzatish funksiyalari qabul qilinadi:

- birinchi kontur uchun ikkinchi darajali standart sozlashga mos keladigan uzatish funksiyasi

$$B_1(P) = \frac{1}{1 + 2T_\mu P + 2T_\mu^2 P} \quad (6.72)$$

- ikkinchi kontur uchun uchinchi darajali standart sozlashga mos keladigan uzatish funksiyasi

$$B_2(P) = \frac{1}{1 + 4T_\mu P + 8T_\mu^2 P^2 + 8T_\mu^2 P^3} \quad (6.73)$$

Umumiy holda yopiq optimal sozlangan i konturning uzatish funksiyasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$W_{yoi}(P) = B_{(i+1)}(P) = \frac{1}{2^x T_\mu P \frac{1}{B_i(P)} + 1}. \quad (6.74)$$

bu yerda: $B_i(P)$ - i darajali standart uzatish funksiyasi T_μ - qoplanmaydigan vaqt doimiysi.

Ko'rib chiqilayotgan 6.10-rasmdagi tizim uchun barcha teskari bog'lanishlar birlik teskari bog'lanish bo'lganligi uchun (6.74) formula asosida ochiq i konturning maqbul uzatish funksiyasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$W_i(p) = \frac{B_i(P)}{2^i T_\mu P} \quad (6.75)$$

Har bir i kontur $\Omega_p(P)$ uzatish funksiyali rostlagichga, $W_{yo}(P)$ $qB_i(P)$ uzatish funksiyali optimal sozlangan (i-1) yopiq konturga va $W_{oi}(P)$ uzatish funksiyali rostlanuvchi obyektga egadir, ya'ni ochiq ravishdagi I konturning uzatish funksiyasi quyidagi tenglik bilan ifodalanadi.

$$W_i(P) = W_{pi}(P) * W_{e(i-1)}(P) * W_{oi}(P) = W_{pi}(P) * B_i(P) * W_{oi}(P) \quad (6.76)$$

(6.75) va (6.76) ifodalarni bir-biriga tenglab umumiy ko'rinishda ushbu kontumi optimal sozlashni ta'minlaydigan I konturi rostlagichining uzatish funksiyasini olamiz,

$$W_{pi}(P) = \frac{1}{\frac{W_{oi}(P)}{2^x T_\mu P}} \quad (6.77)$$

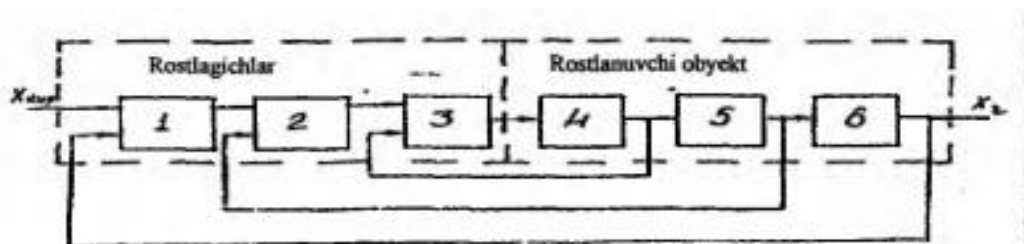
Shuni ta'kidlash lozimki, konturlar sonining ortishi bilan rostlash tizimining tezkorligi pasaya boradi.

Shunday qilib biz umumiy holda bo'ysunilgan tizimni sintez qilish natijasida har bir konturdagi rostlagichning uzatish funksiyasini aniqlashni ko'rib chiqdik.

Misol tariqasida 6.11-rasmda keltirilgan umumiy ko‘rinishdagi uchta konturli tizimning funksional sxemasini ko‘rib chiqamiz. 6.12-rasmda quyidagi belgilashlar qo‘llanilgan: 1-3 rostlagichlar; 4+6 boshqariluvchi obyekt guruhlar.

Rasmdan ko‘rinib turibdi-ki, tashqi kontur 1 - rostlagich va boshqariluvchi obyektning 6 - guruhi, bu konturga bo‘ysunadigan ichki kontur 2 - rostlagich va boshqariluvchi obyektning 5 - guruhidan va oxirgi bo‘ysinuvchi ichki kontur 3 - rostlagich va 4 - guruhdan tashkil topgan.

Bo‘ysunuvchi rostlashning parallel korreksiya (tuzatish)ga nisbatan afzalliklari koordinatalarni chegaralash masalalarini yechishni soddalashtirishdan, sozlashni yengillashtirishdan va turli obyektlarning boshqaruvchi qismlarini tashkil topishidan iborat.



6.11-rasm. Bo‘ysunuvchan rostlanuvchi tizimning umumlashtirilgan tuzilish sxemasi.

Yetishmovchiligi esa - tezkorlikni bir oz pasayishidan iborat, chunki tizimni chiqishiga ta’sir to‘g‘ridan - to‘g‘ri emas, balki bir necha ichki konturlardan o‘tibgina ta’sir etadi.

Ko‘pchilik hollarda konkret elektr yuritmalarda ko‘rsatilgan yetishmovchilik hisobga olinmaydi, balki tizimning afzalliklari hal qiluvchi ahamiyatga egadir.

Odatda, rostlanuvchi obyekt matematik jihatdan ifodalanadi va ma’lum uzatish funksiyasiga ega bo‘lgan guruhlariga bo‘linadi. Ko‘pchilik hollarda yopiq va ochiq rostlash tizimining xohlangan uzatish funktsiyasi oldindan ma’lum bo‘ladi va u rostlanuvchi obyektning dinamikasiga qo‘yilgan talablardan kelib chiqadi. Bo‘vsunuvchan rostlash prinsipi rostlagichlar uzatish funksiyasini qidivishni va xohlagan boshqarishni amalga oshirishni yengillashtiradi.

Yuqorida keltirilgan tuzilish sxemasiga binoan yopiq tizimning uzatish funksiyasi quyidagicha yoziladi:

$$W_{yo}(P) = \frac{W_1(P)W_i(P)W_6(P)}{1 + W_1(P)W_i(P)W_6(P)} \quad (6.78)$$

bu yerda: $W_{yo}(P)$ - boshqariluvchi obyekt dinamikasiga qo‘yilgan talablardan kelib chiqqan holda tanlanadi; $W_1(P)$ - qidirilayotgan rostlagichning uzatish funksiyasi;

$W_i(P)$ - ichki konturning uzatish funksiyasi; $W_6(P)$ - boshqariluvchi obyektning oxirgi guruhining uzatish funksiyasi.

Shunga o'xshash oraliq ichki kontur uzatish funksiyasi yoziladi. Oxirgi ichki kontur uzatish funksiyasi quyidagicha yoziladi:

$$W_{i1}(P) = \frac{W_3(P)W_4(P)}{1 + W_3(P)W_4(P)} \quad (6.79)$$

bu yerda: $W_{i1}(P)$ - birinchi ichki yopiq konturning maqbul uzatish funksiyasi; $W_4(P)$ - boshqariluvchi obyektning birinchi guruhining uzatish funksiyasi; $W_3(P)$ - qidirilayotgan rostlagichning uzatish funksiyasi: (6.79) va (6.80) dan quyidagilar kelib chiqadi:

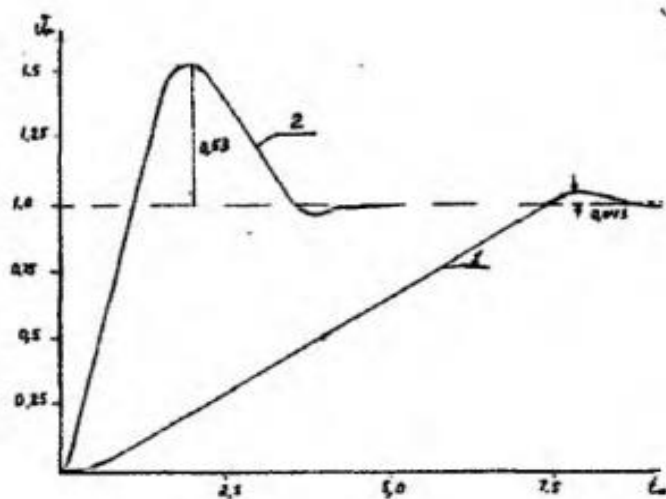
$$W_1(P) = \frac{W_{yo}(P)}{W_u(P)W_6(P) - W_{yo}(P)W_i(P)W_6(P)} \quad (6.80)$$

$$W_3(P) = \frac{W_{yo}(P)}{W_4(P) - W_{yo}(P)W_4(P)} \quad (6.81)$$

Bo'ysunilgan rostlash tizimini modul (texnik) optimum bo'yicha optimallashtirish. Maqbul uzatish funksiyasini tanlash uchun texnik optimum (modul bo'yicha optimum) deb nomlangan optimallashtirish taklif etiladi va u tebranuvchi guruh uzatish funksiyasiga mos keladi.

$$W_k(P) = \frac{1}{1 + 2pT\mu + p^2T_\mu^2} \quad (6.82)$$

Bu dempferlash koeffitsiyenti $-1/\sqrt{2}$ ga teng bo'lgan tebranuvchi guruhning uzatish funksiyasi. Birlik kirish signali berilganda guruhning chiqishida signal 6.12-rasmda 1-egri chiziqda ko'rsatilganidek o'zgaradi.

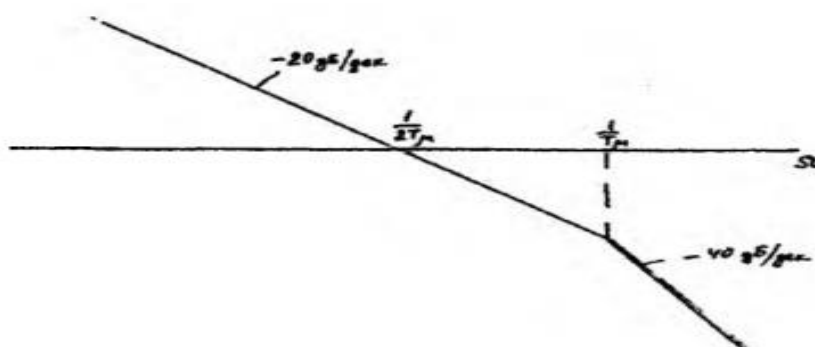


6.12- rasm. Optimallashtirilgan tizimning o'tkinchi jarayonlari: 1 – modul (texnik) optimum bo'yicha; 2 – simmetrik optimum bo'yicha.

O'ta rostlanish - 4,3% ni, o'tkinchi jarayon boshlangandan so'ng birinchi maksimum nuqtasiga erishish $4,6 T_{\mu}$ ni tashkil (6.82) etadi. Tebranuvchi guruh (6.82) guruhning kirish va chiqishini quyidagi uzatish funksiyasi bilan birlashtirilganda hosil bo'ladi.

Ochiq tizimning (6.83) uzatish funksiyasining asimptotik logarifmik amplituda - chastota tavsifi (LACHT) 6.13-rasmda keltirilgan.

$$W_p(P) = \frac{1}{2pT_{\mu} + (1 + PT_{\mu})} \quad (6.83)$$



6.13- rasm. Modul (texnik) optimum bo'yicha optimallashtirilgan tizimning asimptotik LACHT.

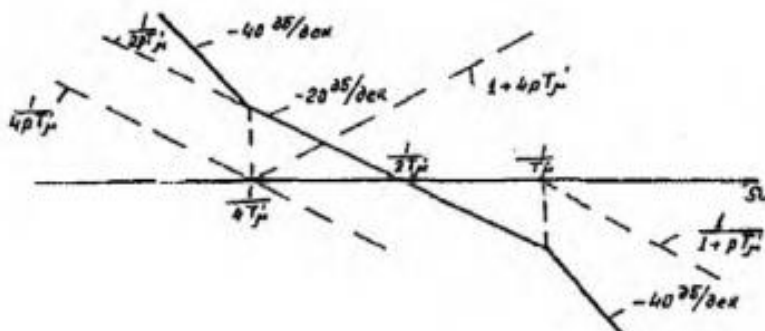
Yopiq tizimning maqbul uzatish funksiyasini tanlayotganda T_{μ} ni rostlanuvchi obyektning kompensatsiya qilinmaydigan (qoplanmaydigan) kichik vaqt doimiyligiga teng, deb qabul qilinadi.

Bu vaqt doimiyligini prinsipial ravishda kompensatsiya qilib bo'lmaydi yoki tizimning to'siqlarga barqarorliklaridan kelib chiqqan holda mumkin emas. Tebranuvchi guruh tizimida kerakli statik hatolik (statizmni ta'minlaydi, shuning uchun statikada tashqi ta'sirlar ostida aniq rostlash talab etilsa, (tezlikni bir xil ushlab turish) u holda qo'shimcha integral rostlagich qo'llaniladi.

Bo'ysunilgan rostlash tizimini simmetrik optimum bo'yicha optimallashtirish. Simmetrik optimumga sozlanganda ochiq rostlash konturining uzatish funksiyasi quyidagi ko'rinishga keltiriladi:

$$W_0(P) = \frac{1 + 4pT^1\mu}{4pT^1\mu * 2pT^1\mu(1 + pT^1\mu)}. \quad (6.84)$$

Bu yerda: $T^1\mu$ orqali kompensatsiyalash mumkin bo'lmagan vaqt doimiyligi belgilanadi. Bu ochiq konturning asimptotik LACHT 6.14-rasmda keltirilgan. Shtrix chiziqlar orqali chastota tavsifini tashkil etuvchilari o'zlariga mos uzatish funksiyalari bilan ifodalangan. Tavsif kesish chastotasiga nisbatan simmetrik ravishda joylangan va shuning uchun simmetrik optimum degan nomni olgan.



6.14-rasm. Simmetrik optimum bo'yicha optimallashtiriladigan tizimning asimptotik LACHT.

Simmetrik optimumga sozlangan tizimlar statik xatolikka ega emas, lekin bunday tizimda kirishga signal berilganda chiqishda o'ta rostlanish 53% ni tashkil etadi (6.12-rasmdagi 2-egri chiziq), bu beriladigan signalni shakllantirish bo'yicha qo'shimcha tadbir choralar ko'rinishini taqazo etadi. Ketma-ket korrektsiyali (tuzatishli) tizimni optimallashtirish ichki konturdan boshlanadi va asta-sekin tashqiga o'tiladi. Tashqi konturga o'tayotganda bo'ysunilgan kontur uzatish funksiyasini birinchi darajaga almashtiriladi (soddalashtiriladi), bu soddalashtirishdagi xato sezilarli emas. Yangi korrektsiya qilinmaydigan vaqt doimiyligini teskari bog'lanish xabarchisi va ichki kontur tezchilligidan kelib chiqqan holda tanlanadi. Keyingi tashqi konturga o'tayotganda ham shu yo'sinda yo'l tutiladi. Masalan oldingi tuzilish sxemasini optimallashtirilganda texnik optimum bo'yicha optimallashtirilgan, uzatish funktsiya inersiyali guruh uzatish funktsiyasigacha soddalashtiriladi, ya'ni:

$$W_i(p) = \frac{1}{1 + 2pT\mu} \quad (6.85)$$

Keyingi konturga o'tayotganda kompensatsiya qilinmaydigan vaqt doimiysi $T^1\mu = 2T\mu$ deb qabul qilinadi, bu holda esa xabarchilar inersiyasi va boshqa faktorlar

hisobga olinmaydi. U holda bu kontuming maqbul uzatish funksiyasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$W_M(P) = \frac{1}{1 + 4pT_\mu^{\square 2}p^2(1 + 8T_\mu^{\square 2}p^2)} \quad (6.86)$$

Har bir tashqi kontur tezkorligi unga boʻysunilgan ichki kontur tezkorligidan 2 marta kam. Koordinatalarini chegaralash hamma tashqi kontur signallarini chegaralash yoʻli bilan amalga oshiriladi.

Bo'ysunilgan rostdash tizimli tiristorli elektr yuritma. Tashqi tezlik konturli va ichki yakor toki konturli tiristorli yuritma tuzilish sxemasi 6.15-rasmda keltirilgan, bu holda $\Phi = \text{const}$ deb qabul qilingan. Boshqariluvchi obyekt uchta ketmaket ulangan guruhdan iborat, bular;

Tiristorli o'zgartirgich $W_{o'}(P) = \frac{K_{o'}}{T_{o'}P+1}$

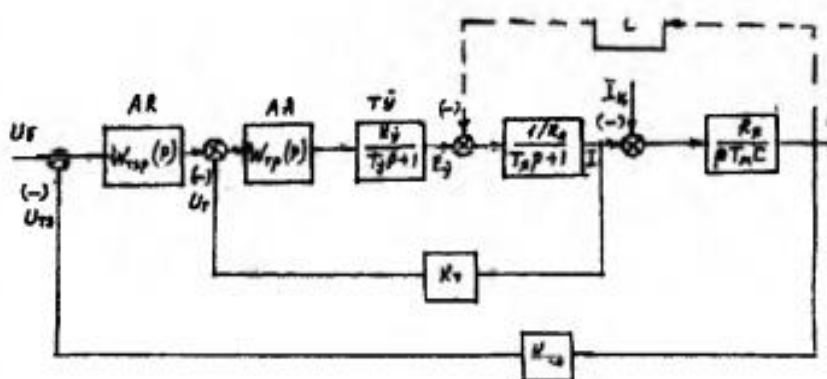
Motorning yakor zanjiri $W_{ya}(P) = \frac{1}{R_{ya}(T_{ya}P+1)}$

Yuritmaning mexanik qismi $W_M(P) = \frac{R_{ya}}{pT_M C}$

Ichki kontur tok rostlagichi RT - AA, tiristorli o'zgartkich T 0 , yakor zanjiri va uzatish koeffitsiyenti kT ga teng bo'lgan tok bo'yicha teskari bog'lanish bilan o'rab olingan. Ko'pchilik hollarda motor E.YU.K ni ichki konturga ta'sirini hisobga olmaydi, chunki E.YU.K tokning o'zgarish tezligiga qaraganda ancha sekin o'zgaradi. Kerak bo'lgan holda E.YU.K ni ta'sirini qoplaydigan signal tok rostlagichiga tok bo'yicha teskari bog'lanish signaliga parallel holda berilgan.

EYUKni ta'sirini hisobga olmagan holda ochiq tok konturining uzatish funksiyasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$W_T(P) = W_{TP}(P) \frac{k_{ya}}{1 + pT_y} * \frac{k_T}{R_{ya}(1 + pT_{ya})} \quad (6.87)$$



6.15-rasm. Bo'ysunuvchan rostlanishli tiristorli elektr yuritmaning tuzilish sxemasi.

T_y qiymatni qoplanmaydigan vaqt doimiyligi T^μ ga tenglashtirib (16) ifodani ochiq kontumining optimal uzatish funksiyasi (6.84) ga tenglashtirib olingan ifodadan tok rostlagichi A ning uzatish funksiyasini aniqlaymiz.

$$W_{TP}(P) = \frac{R_{ya}(1 + pT_{ya})}{2pT_\mu K_y k_T} \quad (6.88)$$

Shunday qilib, tok konturi proporsional - integral rostlagich (PI - rostlagich) bilan optimallashtiriladi, optimallashtirilgan tok konturi o'z ichiga boshqaruvchi obyektning guruhi, tok xabarchisini va tok rostlagichini oladi. Ochiq kontumining uzatish funksiyasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$W_{TZR}(P) = W_{RT}(P) \frac{1}{k_T(1 + 2pT_\mu)} * \frac{R_{ya}K_a}{pT_\mu c} \quad (6.89)$$

Bu yerda ichki tok konturi vaqt doimiyligi $2T^\mu$ ga teng inersiyali guruh deb qaraladi.

Qoplanmaydigan vaqt doimiyligi $T^{\square\mu}$ ni $2T^\mu$ ga teng deb qabul etib va konturni (6.84) ifodaga muvofiq optimallashtirish va bu yerda T^μ ni $T^{\square\mu}$ bilan almashtirsak quyidagi tenglikni olamiz:

$$\text{Bu yerdan: } W_{TZR} = \frac{k_T T_M c}{k_{TZ} 2T_\mu R_{ya}} \quad (6.90)$$

Tezlik rostlagichi - proporsional (P) rostlagich. Ikki kara integrallovchi tizim uchun (6.89) tenglamaga muvofiq simmetrik optimumga sozlangan tezlik rostlagichi (6.84) ifodaga tenglashtirib $T^{\square\mu} = 2T^\mu$ ga teng holda:

$$W_{TZR} = \frac{1}{k_T(1 + 2pT_\mu^{\square})} * \frac{R_{ya}k_{TZ}}{pT_\mu^{\square} c} = \frac{1 + 4pT_\mu^{\square}}{4pT_\mu * 2pT_\mu^{\square}(1 + pT_\mu^{\square})} \quad (6.91)$$

Proporsional tashkil etuvchisi P - rostlagich bilan birgalikda texnik optimumga sozlangan tizimni tashkil etadi. Ichki kontur uzatish funksiyasi tok konturini texnik optimumga sozlangan kontur bilan mos tushadi. (6.87) va (6.90) ifodalar boshqarish obyektining parametrlari o'zgarmas bo'lganda kuchga ega. Amaliyotda bu parametrlarni ko'pchiligi vaqt o'tishi bilan o'zgaradi yoki yuritmani ish rejimiga qarab o'zgaradi, induktivlik magnit zanjirining to'yinishiga qarab o'zgaradi.

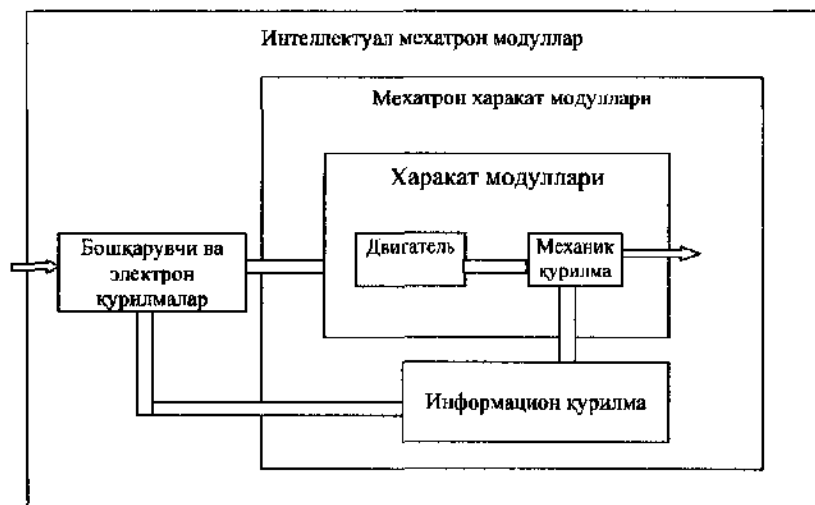
Ko'rsatilgan parametrlar o'rtacha qiymati 55% atrofida o'zgaradi va bu holda optimal sozlashdagi og'ish ko'p bo'lmaydi.

22 mavzu. Mexatronika – zamonaviy fan va texnikaning yangi yo'nalishi
Mexatronika to'g'risidagi asosiy tushunchalar. Mexatron sistemalarning yangi funksional masalalari.

Замонавий мехатрон системаларни лойихалаш модул принципларга ва технологияларга асосланган.

Умуман мехатрон модуллар қуйидаги турларга бўлинди (2-расм):

- ҳаракат модули;
- ҳаракат меҳатрон модули;
- интеллектуал меҳатрон модули.



2-расм. Меҳатрон модуллarning синфланиши.

Модул (М) машинанинг унификацияланган функционал қисми бўлиб, конструктив жиҳатдан мустақил қурилма ҳисобланади.

Меҳатрон модул (ММ)- функционал ва конструктив жиҳатдан мустақил қурилма бўлиб, турли физик табиатга эга бўлган қисмлардан ташкил топади ва улар синергетик аппарат - программaviй ннтеграцияланган бўлади.

Одатда меҳатрон модулар бир координата бўйича ҳаракатни (айланма ёки чизикли) амалга оширади ва камдан-кам икки эркинлик даражасига эга.

Ҳаракат модули (ХК)- конструктив ва функционал мустақил қурилмадир. У бошқарилувчи двигатель ва механик қурилмадан ташкил топади. Ҳаракат модулининг одатдаги юритмадан фарқи шундан иборатки, унда двигательнинг вали, ҳаракатни механик ўзгартиргичнинг элементи сифатида ишлатилади.

Замонавий меҳатрон модуларда жуда кўп электр машиналар ишлатилади яъни асинхрон ва синхрон ўзғармас ток двигателлари, қадамли ва пьезоэлектрик двигателлар ва бошқалар булар қаторига киради.

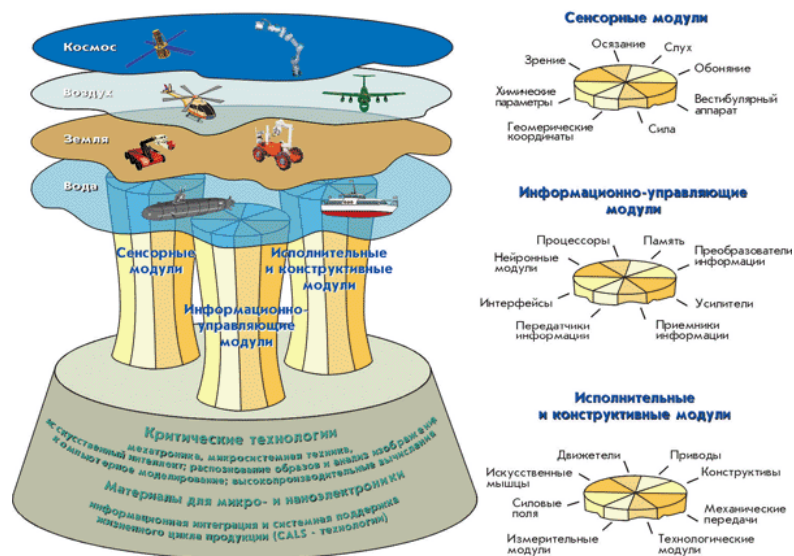
Механик қурилманинг таркибига турли хил редукторлар, ҳаракатни ўзгартиргичлар, вариаторлар ва бошқалар. (1, 2-расм)

Функциональный состав технических систем и комплексов



1-расм.

Мехатронные модули, робототехнические и автоматические системы



2-расм

Мехатрон ҳаракат модули (МХМ) - конструктив ва функционал мустикал қурилма бўлиб, унинг таркибига бошқарилувчи двигатель, механик ва информация қурилма қиради. Информация қурилма ўз ичига тесқари алоқа схемалари ва информация датчиклари, ҳамда сигналлари қайта ишловчи, ўзгартирувчи электрон блоклари олади. Бундай датчикларга фотоимпульс датчиклар (инкодерлар), оптик қизғичлар, айланма трансформаторлар қиради, улар ҳаракатнинг тезлиги ва ҳолати бўйича информация олиш имконини беради (3-расм).

Интеллектуал мехатрон модул (ИММ) - конструктив ва функционал мустикал қурилма бўлиб двигатель, механик, информация, электрон ва бошқарувчи қисмларнинг синергетик интеграцияси асосида қурилади.

Шундай қилиб, ИММнинг конструкциясида мехатрон ҳаракат модулларига нисбатан қушимча бошқарувчи ва электрон қурилмалар ўрнатилган бўлади ва улар модулларнинг интеллектуал хусусиятга эга бўлишини таъминлайди. Бу гуруҳта рақамли ҳисоблаш қурилмалари (микроконтроллерлар, процессорлар, сигнал процессорлари ва ҳ.к.), электрон қурулғи ўқигартиргичлари, алоқа ва боғланиш компьютер қурилмалари қиради.

Мехатроника таърифига фақат мехатрон модуллар мос келади.

Мехатрон машиналар қўп ўлчамли системалар бўлиб, улар икки ва ундан ортиқ модуллар асосида яратилади.

Ишлаб чиқариш системалари учун мўлжалланган мехатрон машина роботнинг умумлашган структура схемаси 3-расмда келтирилган.

Қўрилатган машиналар (роботлар) учун ташқи муҳит технологик муҳитдан иборат бўлади ва у технологик жиҳозлардан, технологик қурилмалардан ва объектлардан ташкил топади. Ташқи муҳитларни асосан икки синфга бўлиш мумкин: детерминирланган ва нодетерминирланган.

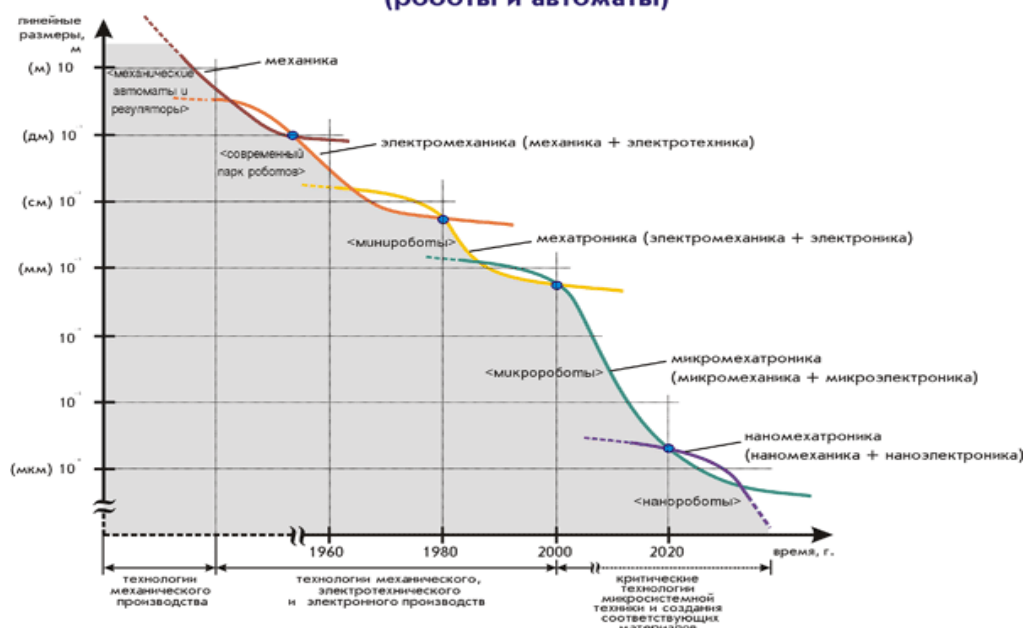
Детерминирланган муҳитларга ташқи таъсир параметрлари ва объектлар характеристикалари олдиндан керакли аниқликка маълум бўлган муҳитлар қиради. Айрим муҳитлар ўзининг табиати бўйича нодетерминирланган бўлади, масалан, экстремал сув ости ва ер ости муҳитлари.

Технологик муҳитларнинг характеристикалари аналитик тажриба тадқиқотлари ёрдамида ва компьютерли моделлаш методлари орқали аниқланади.



3-расм. Мехатрон харакат модуллари таркибий тузилмаси ва тизими.
Мехатрон модуллари ривож.

Развитие технических систем (роботы и автоматы)



4-Расм. Техник тизимлар ривож (роботлар ва автомат қурилмалар)

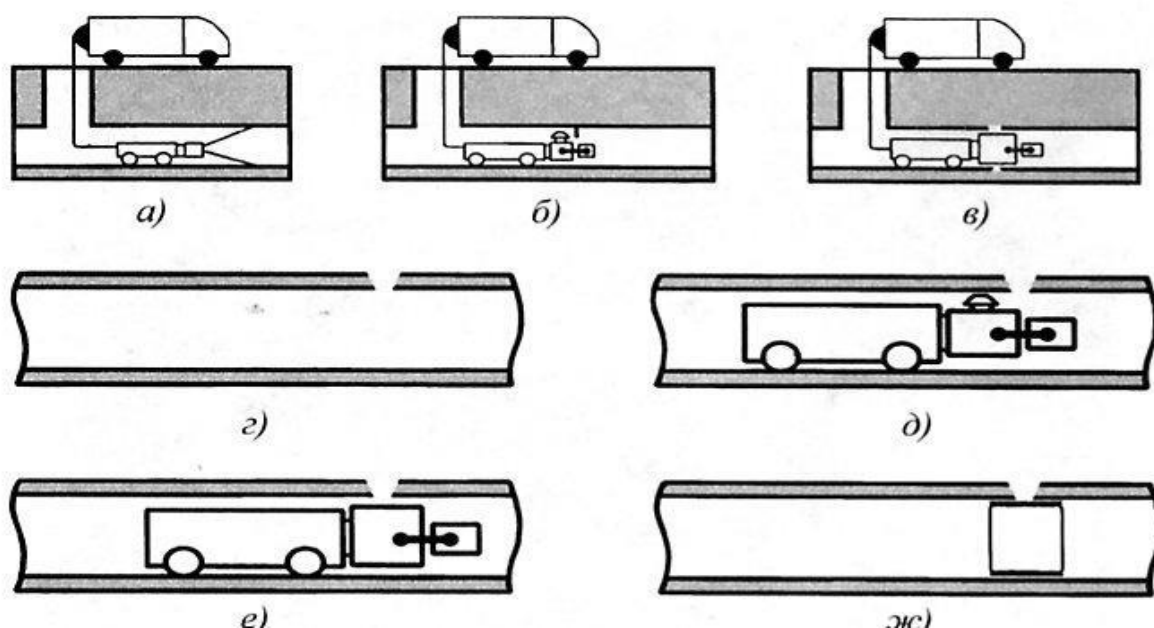
23 mavzu. Mexatronikaning ta'rifi va terminlari. Mexatronika va robotshunoslik sohalari. Mexatron modullarning sinflanishi.

2.1 Mexatronik modullar va mashinalarning funktsional va texnologik ko'rsatkichlariga qo'yiladigan zamonaviy talablar qatorida birinchi navbatda quyidagilar hisobga olinishi kerak:

- mashinalar va tizimlar tomonidan sifat jihatidan yangi servis va funktsional vazifalarni bajarish;
- dastgohning oxirgi bo'g'ini harakatining yuqori tezligi - texnologik komplekslarning mahsuldorligining yangi darajasini belgilaydigan uning ishchi tanasi;

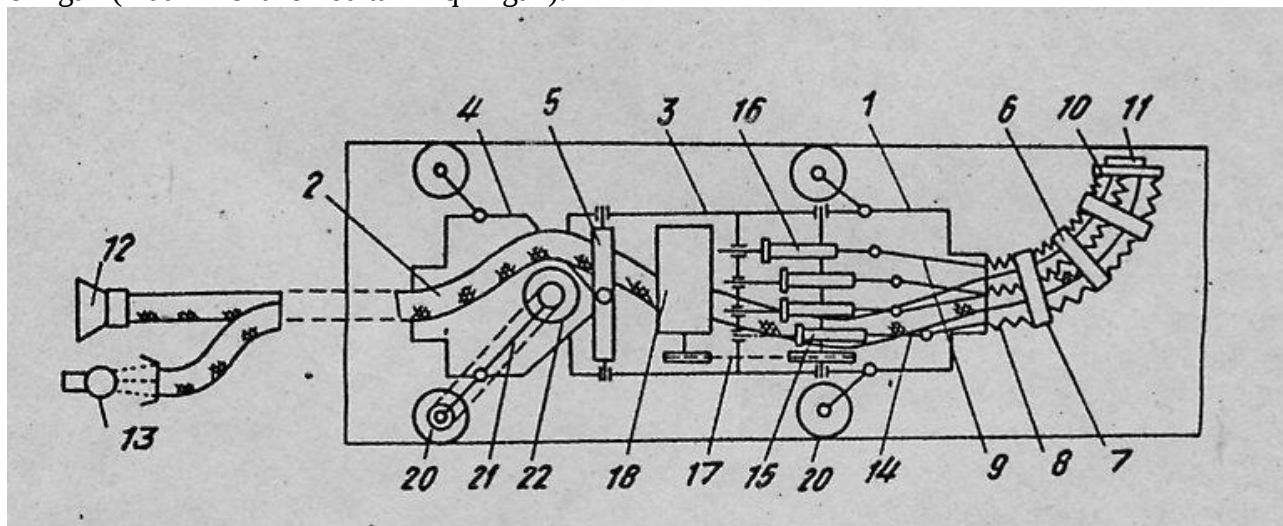
- Mikro va nanotexnologiyalargacha yangi aniq texnologiyalarni joriy qilish uchun modullarni sinchkovlik bilan o'rganish.
- Modullar va harakatlanuvchi tizimlarning mosligi, mikromachinalarda konstruktsiyalarni miniatyuralash,
- yangi kinematik tuzilmalar va ko'p o'qli dastgohlarning tarkibiy tuzilishi,
- O'zgaruvchan va noaniq tashqi muhitda ishlaydigan tizimlarning intellektual xatti-harakati, - egri yo'llar bo'ylab fazoviy harakatlarni bajarish va vaqt harakatining murakkab qonunlarini amalga oshirish

2.2 Yangi xizmat funksiyalarini bajaradigan mexatronik tizimning odatiy misoli bu er osti quvurlarini tekshirish va ta'mirlash uchun mobil texnologik robotlardan foydalanishdir (2-rasm). Bunday xandaqsiz usullar, masalan, magistral temir yo'l ostidan o'tib ketganda mumkin.



2-rasm - Robot operatsiyalarining sxemalari: a - quvurlarni tele-tekshirish, chiquvchi elementlarni b-kesish, mahalliy nuqsonni s-muhrlash, d, - quvur liniyasidagi nuqson, asbobning boshi bilan ekrani tortish, bintni montaj qilish, g-tarmoqli.

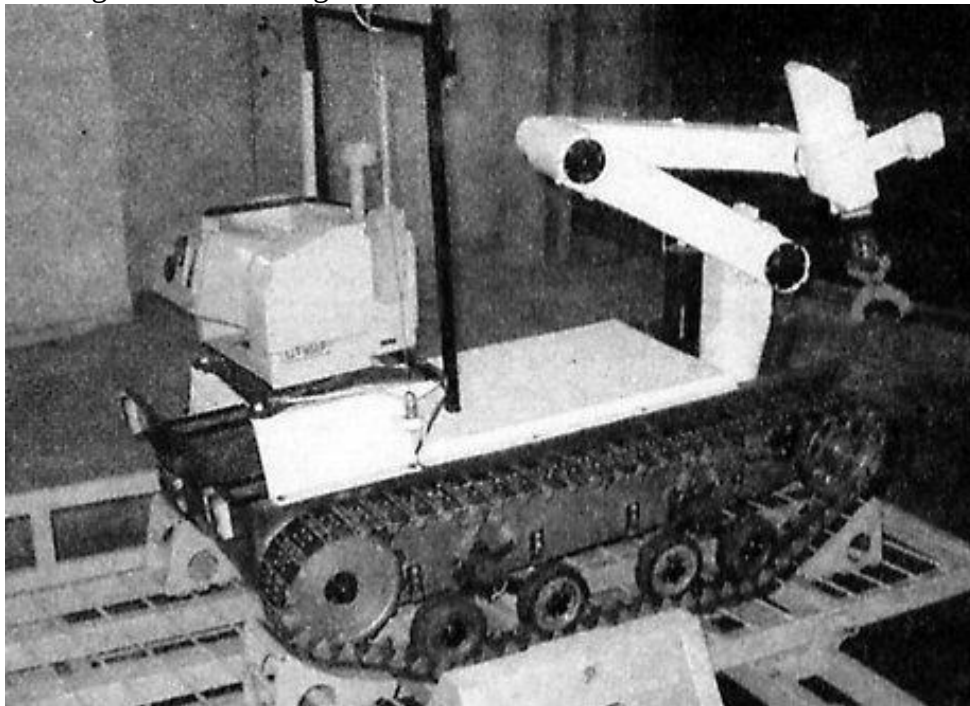
2.3. 3-rasm, misol sifatida, fiberglas endoskopi yordamida xavfsizlik sharoitida odam kirish imkoni bo'lmagan quvurlarni va yopiq konteynerlarni tele-tekshirish uchun robot davri ko'rsatilgan. Ushbu qurilma uchun SU 1808691 mualliflik guvohnomasi bir vaqtning o'zida olingan (muallif ishtirokida taklif qilingan).



3-rasm - Ichki yuzalarni tekshirish uchun manipulyator

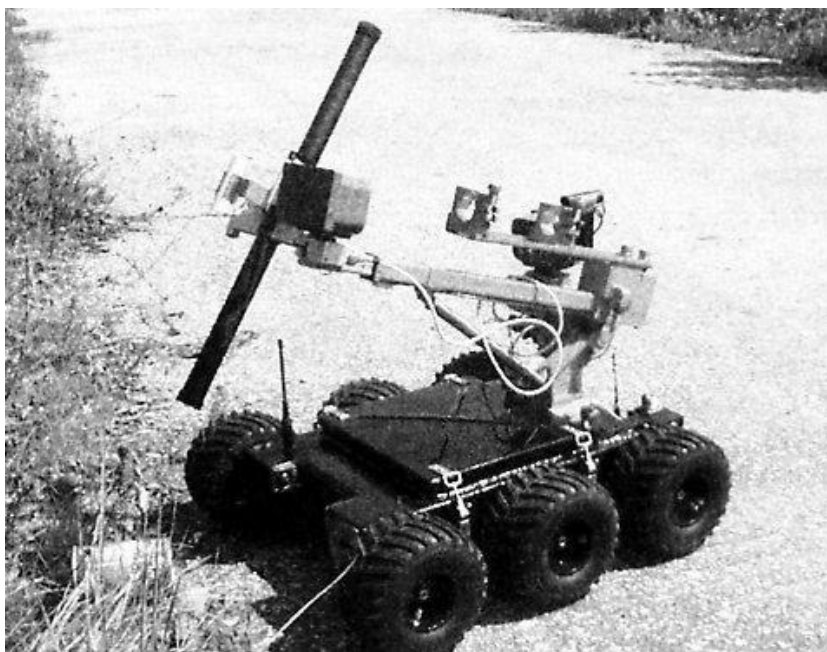
2.4 Inson hayotiga mos kelmaydigan yoki inson salomatligi uchun xavfli bo'lgan mexatronik tizimlar alohida ahamiyatga ega. Favqulodda vaziyatlarni tiklash va yoqilg'i quyish shoxobchalarida ta'mirlash-montaj ishlari paytida radioaktiv ifloslangan muhitda ishlarni bajarishda masofadan boshqariladigan robotlarga alternativa yo'q.

4-rasmda atom elektr stantsiyalari uchun razvedka roboti ko'rsatilgan: manipulyator zinapoyalarning, xandaqlarning kichik parvozlarini engib o'tishga va eĝimli sirtlarda harakatlanishga qodir bo'lgan transport vositasiga o'rnatilgan. Manipulyator ob'ektlarni uzatish uchun turli xil tutqichlar yoki deaktivatsiya qiluvchi polimerni qo'llash uchun ishchi organ, shuningdek ob'ektlarning radioaktiv ifloslanishini tekshirish asboblari bilan jihozlanishi mumkin.



4-rasm - Atom elektr stantsiyalari uchun robot-kashfiyot

21-asrda insoniyatga yangi tahdid paydo bo'ldi - terrorizm. Terrorizmga qarshi operatsiyalarni amalga oshirish uchun ob'ektlarni video-qidiruv, transport vositalarining tubini tekshirish, portlash moslamalarini qidirish va yo'q qilish uchun mos keladigan yangi mexatronik mobil tizimlar kerak. 5-rasmda kichik sinfdagi robotning, TM-3 All-Terrain Vehicle-ning fotosurati, bino ichida, ochiq joylarda, erga harakatlanib, balandligi 15 sm gacha bo'lgan to'siqlarni engib o'tishga qodir, u ikki aylanadigan kameralar va manipulyator bilan jihozlangan. Jamoalar kabel orqali 100 m masofaga 1 km gacha radio tarmoq orqali beriladi.



5-rasm - "TM-3 butun er usti transport vositasi" maxsus roboti

Mobil robotning yana bir versiyasi 6-rasmda keltirilgan. O'rta darajali Varan roboti ikkita nazorat qilinadigan elektr motorli turtillar qo'zg'atuvchisi bilan jihozlangan bo'lib, u qo'pol erlar va qor qoplamlari ustida yurish, kichik suv to'siqlari va zinapoyalarni zabt etish imkoniyatini beradi⁶. Yuk ko'tarish hajmi 20 kg ni tashkil etadi, robot qo'shimcha uskunalar bilan jihozlanishi mumkin.

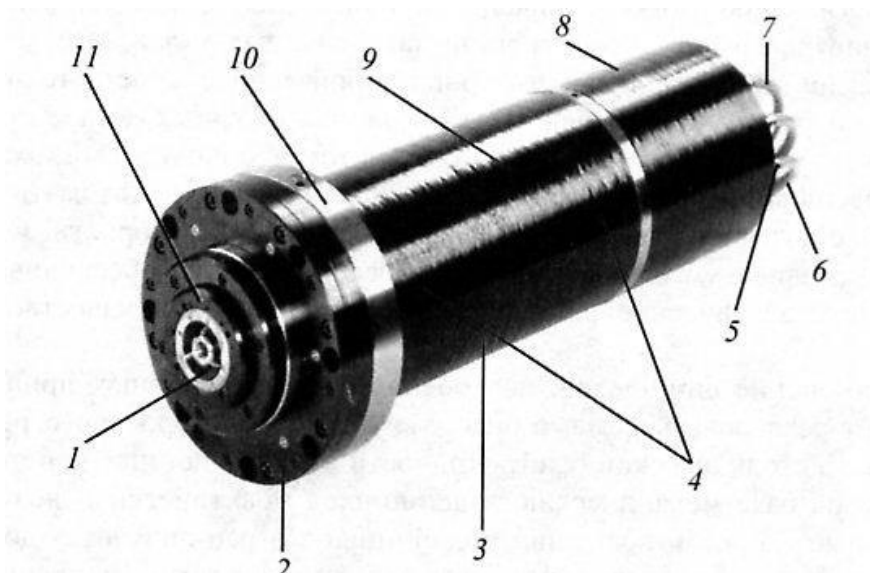


6-rasm - "Varan" roboti

2.5 Yangi avlod mashinalarining ishchi tanasining juda yuqori tezligi

Zamonaviy mashinalarning ishlaydigan tanasining o'ta yuqori tezliklariga erishish uchta muammoni hal qilishga imkon beradi. Bu ishlov berish samaradorligini 3-10 baravar oshirish, ishlov beriladigan qismlarning sirt sifatini yaxshilash va ishlov berish aniqligini oshirish.

Mexanikrik printsiplar va texnologiyalar asosida o'ta yuqori tezliklarga erishishning misoli aniq elektrospindial qurilmalardir. 7-rasmda frezeleme mashinalari va ishlov berish markazlari uchun mo'ljallangan shpindel dvigatel ko'rsatilgan.



7-rasm - Dvigatel shpindel: 1 - havo tozalaydigan vosita interfeysi, 2 - tashqi sovutish uchun uzuk, 3 - sinxron motor, 4 - po'lat yoki gibrid podshipnik, 5 - zarba sensori, 6 - qisqich holatidagi sensorlar, 7 - quvvat kabeli, 8- pnevmatik asboblarni siqish moslamasi, 9 - yopiq sovutish ko'ylagi, 10 - gardish qopqog'i, 11 - havo himoyasi bilan labirint muhr. Dvigatel milya bu ixcham mexatronik modul bo'lib, unda mil rulmanlari, elektr motorlari va axborot qurilmalari bitta birlikka birlashtirilgan. Elektrospindelda sovutish tizimi mavjud. Bunday mil sizga 10-170 Nm va aylanish tezligi 10000-20000min⁻¹ oralig'ida momentlarni amalga oshirishga imkon beradi

24 mavzu. Mexatronikada yangi texnologiyalar. Mexatronikaning strukturaviy va texnologik bazislari.

Mexanik rulmanlarga asoslangan an'anaviy dizaynlarda bunday yuqori tezlikka erishish deyarli mumkin emas. Rulmanlarning maksimal tezligi ruxsat etilgan isitish harorati, ajratgichlar, halqalar va yuvarlanadigan elementlarning chidamliligi va charchoq etishmovchiligi bilan cheklanadi. Ushbu milda elektromagnit rulmanlar qo'llaniladi.

Dvigatel va ishchi tananing konstruktiv termoyadroviy g'oyasi "motorli g'ildirak" deb nomlangan transport vositalarining modullarida amalga oshiriladi. Bu erda vosita to'g'ridan-to'g'ri haydovchi g'ildiragiga oraliq mexanik konvertorsiz o'rnatiladi. Bunday modullar turli xil elektr transport vositalarida, shuningdek, mobil robotlarda va robotlarda ishlatilgan.

2.6 Yangi avlod modullari va mashinalarining o'ta aniq harakatlari.

Mikro va nanotexnologiya uchun zamonaviy texnologik mashinalar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

Ruxsat berilgan shakldagi xato 0,01-0,1 mkm,

- sirt pürüzlülüğü $Ra = 1.002-0.01$ mkm,

- joy almashtirishning uzilishsizligi 5 nm gacha,

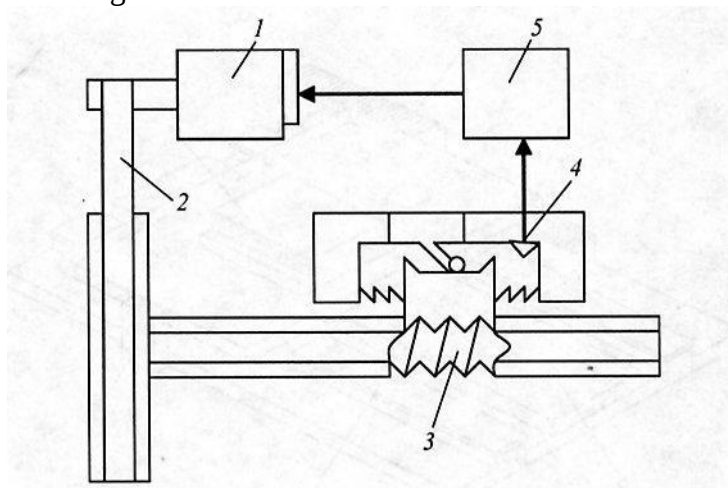
Chipning kichik bir kesishishi (taxminan 20 m^2),

Thermal Issiqlik deformatsiyalari va birliklarning tebranish izolatsiyasini ajratish.

Bunga misol mikrooptika va mikroelektronikada, tibbiy asboblari va mikromotorlar uchun qismlarni qayta ishlash uchun ishlatiladigan elektroerozion mashinalardir. Zamonaviy elektroerozion texnologiyalar guruhiga koordinatali-teshikli ishlov berish, simni kesish, qattiq materiallarda yupqa teshiklarni burg'ulash va boshqa bir qator operatsiyalar kiradi.

Bunday yuqori aniqlik parametrlariga chiziqli motorlarga asoslangan mexatronik modullardan foydalanish orqali erishiladi.

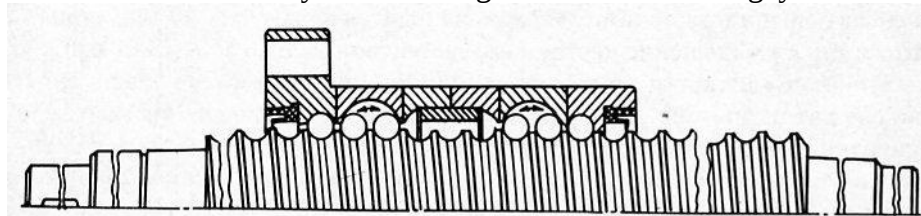
An'anaviy chiziqli joy almashtirish drayverlari aylanadigan vosita va mexanik aylanadigan aylanish harakati tarjimonini o'z ichiga oladi. 8-rasmda an'anaviy haydovchining diagrammasi ko'rsatilgan.



8-rasm - An'anaviy chiziqli joy almashtirish drayveri:

1- elektr motor, 2-kamarli disk, 3-sharli vintli disk, 4-pinli o'tish moslamasi, 5-dvigatelni boshqarish bloki

9-rasmda shar vida drayveri ko'rsatilgan. Ba'zan bu vintli gayka deb ataladi.

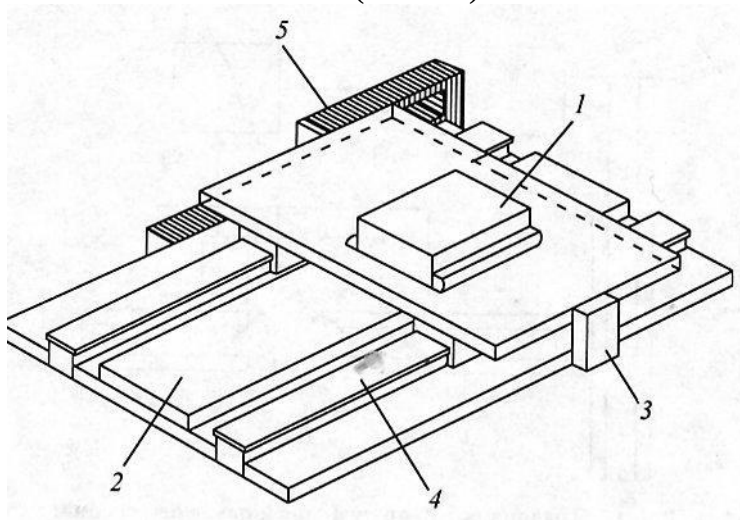


9-rasm - Ball vida

Ushbu echim bir qator muhim kamchiliklarga ega:

- harakatni dvigateldan yakuniy bo'g'inga ko'p bosqichli o'tkazish, ko'p sonli oraliq elementlar, Bir nechta mexanik bo'g'inlarning ketma-ket ulanishi tufayli inertsia kattalashishi,
- vintlardek va vintlardagina orqaga qaytish, harorat va elastik deformatsiyalar;
- eskirishga olib keladigan qismlarni ishqalanish, moylash zarurati,
- teskari aloqa sensori odatda vosita miliga o'rnatiladi, bu ishchi tananing haqiqiy harakatini boshqarishga imkon bermaydi.

Chiziqli motorga asoslangan mexatronik modulga elektromagnit stator, tekis rotor va chiziqli joy almashtirish sensori kiradi (10-rasm).



10-rasm chiziqli motorga asoslangan mexatronik modul:

Chiziqli dvigatelning 1-rotori, 2-stator, 3-o'lchagich, 4-gid, 5-quvvat simi
Rotor kamdan-kam uchraydigan materiallardan tayyorlangan to'rtburchaklar doimiy magnitlardan iborat bo'lib, magnitlar yuqori quvvatli keramikaning yupqa plastinkasiga o'rnatiladi, uning issiqlik koeffitsienti granitga nisbatan 2 baravar kam. Sensor sifatida odatda yuqori aniqlikdagi (0,1 mkm) o'lchov o'lchagich ishlatiladi.

Chiziqli motorlarga asoslangan mexatronik modullarning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:

- yuqori dinamik xususiyatlar, maksimal tezlik 200 ga qadar m / min, maksimal tezlashuv 5g gacha, silliqlik,
- harakatning deyarli cheksiz uzunligi bilan harakatlanishning mikron aniqligi,
- ishqalanadigan qismlarning yo'qligi, shuning uchun haydovchining yuqori chidamliligi va ishonchliligi,
- Chiziqli modullarga asoslangan ko'p o'qli tizimlarni oson joylashtirish.

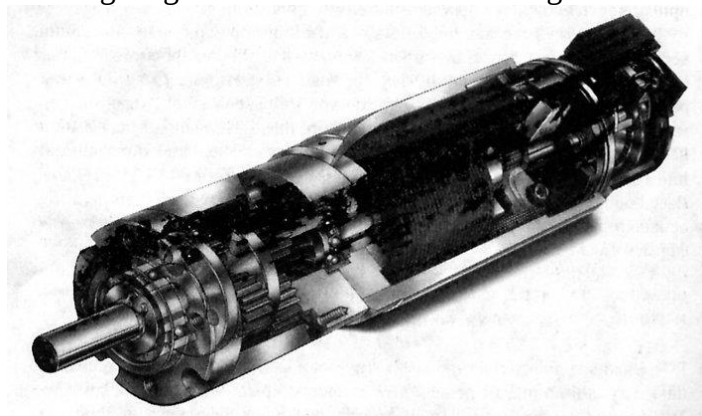
2.6 Mexatronik modullar va mashinalarning ixchamligi va miniaturizatsiyasi

Mexatronik modullar va tizimlarning an'anaviy echimlarga nisbatan muhim afzalligi ularning ixcham dizayni hisoblanadi.

Yilni modullarni loyihalashda ikkita asosiy yondashuv mavjud.

1. Elektromekanik qurilmani mexatronik modul bilan almashtirish, bu haddan tashqari o'lchovli elementlarni kamaytirib, dvigateldan oxirgi bo'g'ingacha bo'lgan ko'p bosqichli kinematik davrlarni yo'q qiladi. Bunga misol chiziqli motorlarga asoslangan modullardir.

1. Barcha asosiy harakatlantiruvchi elementlarning bitta korpusida konstruktiv integratsiya. 11-rasmda doimiy magnit kollektor motorini, sayyoraviy uzatishni va foto-impulsli aloqa sensorini o'z ichiga olgan meatronik modul ko'rsatilgan.



11-rasm - Mexatronik harakat moduli

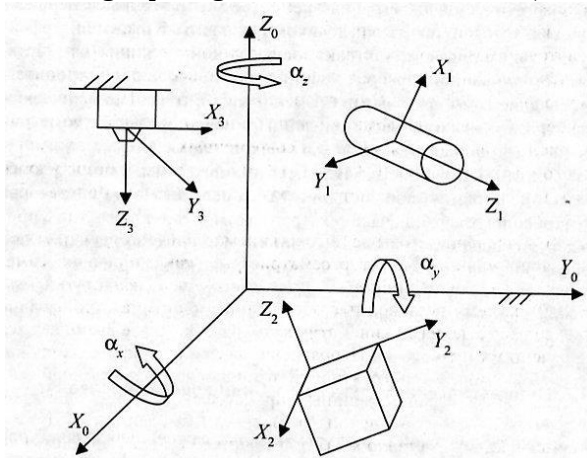
25 mavzu. Mexatron modullar va sistemalarni qurish usullari. Oraliq o'zgartirgichlar va interfeyslarni yo'qotish usuli. Mexatron sistemalarni loyihalash asoslari.

Harakat dasturi harakatlanuvchi ob'ektning koordinatalari bilan bog'liq bo'lgan bir yoki bir nechta tenglamani anglatadi, harakat dasturi ko'rsatilgan koordinataviy asos harakat dasturining asosi deb ataladi.

Umumiy holda, asosni tanlash muammoni texnologik shakllantirish bilan belgilanadi. Siz mashinaning boshqa qismlaridan shartli ravishda kesib tashlanadigan ishchi tananing kerakli harakatlarini tahlil qilishdan boshlashingiz kerak. Qolgan bog'lanishlarning kombinatsiyasi ishchi tananing ma'lum bir harakatini bajarish uchun zarurdir.

Aksariyat hollarda, Karteziya koordinatalari tizimi afzalroqdir, Cartesian dasturlash asoslarining quyidagi navlari topilgan (12-rasm).

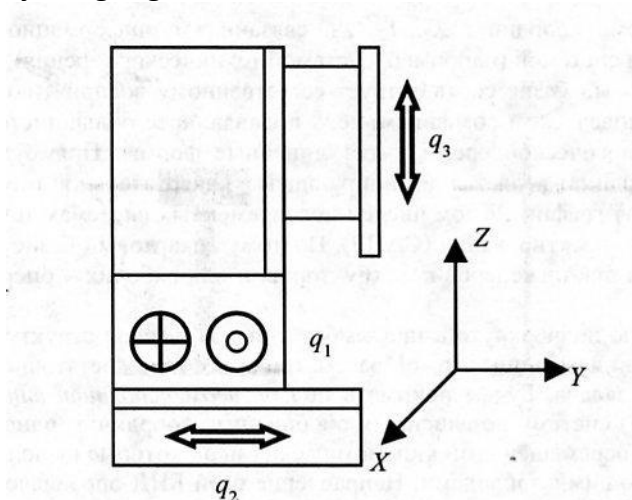
- butun texnologik tizim uchun umumiy bo'lgan asosiy (dunyo) koordinatalar tizimi (0 indeks bilan),
- ishchi organ bilan bog'liq bo'lgan koordinatalar tizimi (1-indeks bilan), - ish qismi bilan bog'liq bo'lgan koordinatalar tizimi (2-indeks bilan),
- axborot o'lchash tizimi bilan bog'liq bo'lgan koordinatalar tizimi (indeks 3 bilan).



12-rasm. Harakat dasturining karteziy asoslari.

Karteziya asosi dunyoning tasvirini inson ongi tomonidan tabiiy qabul qilishga mos keladi, chunki texnologik muhitning aksariyat ob'ektlari chiziqli shaklga ega. Karteziya asoslari dizaynerlar va mashinistlar uchun qulaydir.

Karteziya asoslarining afzalliklari standart vositalar bilan loyihalashtirish uchun qulaydir va xodimlarning yuqori ma'lumot darajasiga ega bo'lishni talab qilmaydi, shuningdek, nisbatan sodda va shuning uchun arzon mashinalarni boshqarish tizimlaridan foydalanishga imkon beradigan chiziqli xususiyatlarga ega.

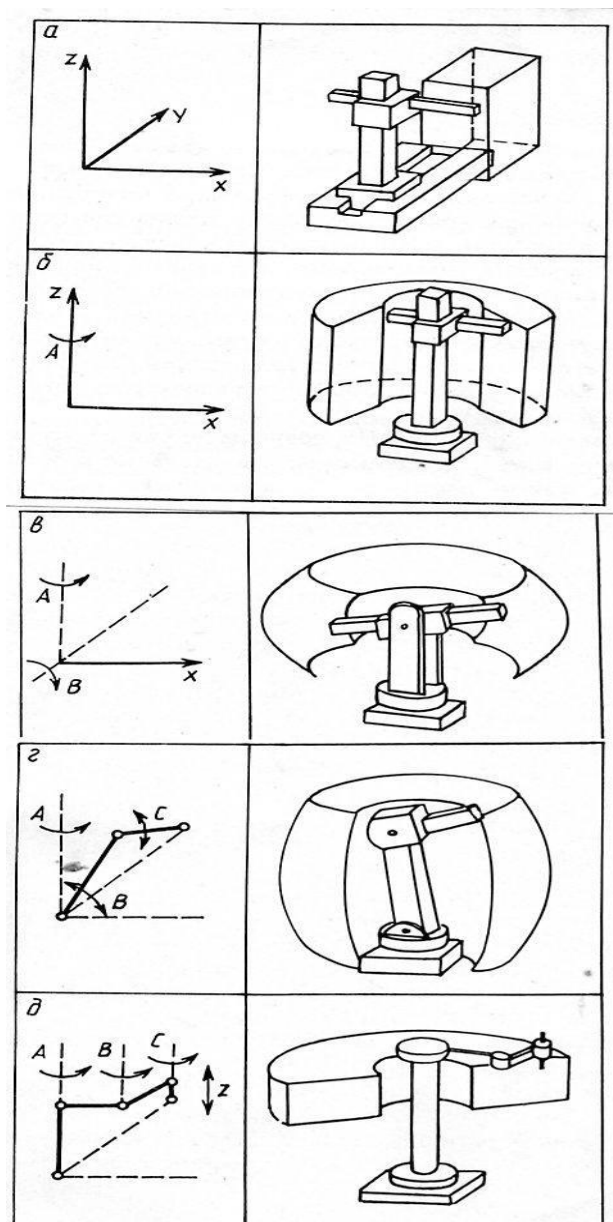


13-rasm - Harakatlarni bajarish uchun karteziya asosiga ega bo'lgan uch koordinatali mashina. Biroq, ushbu asosni tanlashda bir qator muammolar yuzaga keladi:

- yo'riqnomalarning yuqori o'zaro perpendikulyarligini ta'minlash qiyin, ayniqsa katta o'lchamli mashinalarda;
- mashinalar katta o'lchamlarga va og'irlikka ega, chunki qo'llanmalar bir-birining ustiga,
- qo'llanmalarda qo'shimcha deformatsiyalarga olib keladigan bukme momentlari paydo bo'ladi, natijada mexanik tizimning aniqligi yomonlashadi.

Chiziqli bo'lmagan asoslarda bitta kinematik juftlik qo'zg'aysanining harakati bir vaqtning o'zida bir nechta Karteziyan o'qlari bo'ylab ishchi tananing siljishiga olib keladi, shu bilan bu siljishlar o'rtasidagi munosabatlar chiziqli bo'lmagan funktsiyalar bilan tavsiflanadi.

14-rasmda sanoat robotlarining eng keng tarqalgan kinematik diagrammalari ko'rsatilgan.



14-rasm. Sanoat robotlarining sxemalari: a- to'rtburchaklar, b- silindrsimon, sferik, d- antropomorfik, d- kombinatsiyalangan

3.2 Manipulyatorlarning tuzilishi va geometrik xususiyatlari

Manipulyatorlarning tuzilishini batafsilroq ko'rib chiqing.

Robot tomonidan inson tomonidan yaratilgan va takrorlanadigan harakatlarni uch sinfga bo'lish mumkin: global, mintaqaviy, mahalliy.

Global harakatlar - bu robot hajmidan oshib ketadigan masofadagi harakatlar. Bunday harakatlarni bajaradigan robot mobil deb nomlanadi, lekin ularni yaratmaydigan - harakatsiz. Global harakatlar to'xtatilgan monorelda harakatlanadigan robot tomonidan amalga oshiriladi, masalan, bitta chiziqda o'rnatilgan bir guruh mashinalarga xizmat ko'rsatadigan robotlar ishlaydi. Amaldagi robotlarning ko'pchiligida global harakatlar yo'q.

Robot qo'li tomonidan ishlaydigan va uning o'lchamlariga mos keladigan harakatlar mintaqaviy deb ataladi. Ular shuningdek ko'chma deb nomlanadi, chunki ular ob'ektni kerakli nuqtaga etkazishni ta'minlaydi, bu harakatlar insonning qo'lining elkasi va bilagi tomonidan amalga oshiriladigan harakatlarga to'g'ri keladi.

Mahalliy harakatlar - bu ishchi tananing kichik bir sohadagi harakatlari, ular qo'lning harakatiga mos keladi. Ushbu harakatlarning asosiy maqsadi ish joyidagi muayyan nuqtada manipulyatsiya ob'ektini yo'naltirishdir, shuning uchun ular ham yo'naltirish deb ataladi.

Mintaqaviy va mahalliy harakatlar kontseptsiyasini kiritish bilan statsionar manipulyatorning kinematik zanjirini ushbu harakatlar uchun javob beradigan ikkita funktsional qismga bo'lish mumkin, ular portativ va yo'naltirilganlarni va shunga mos ravishda ushbu harakatlarni ta'minlaydigan ko'chma va yo'naltirilgan harakatlanish darajalarini ajratish mumkin. Mexanikadan ma'lumki, jismning kosmosdagi holati oltita umumlashtirilgan koordinata bilan belgilanadi. Qattiq jismning o'zboshimchalik bilan harakatlanishi ba'zi bir o'zboshimchalik bilan tanlangan nuqta va shu nuqtaga nisbatan aylanish bilan bog'liq bo'lgan translatsion harakatga bo'linishi mumkin. Shunga ko'ra, qattiq jismning harakatini tavsiflovchi oltita mustaqil umumlashtirilgan koordinatadan uchta koordinat, tananing ba'zi bir sobit nuqtasining kosmosda siljishini belgilaydi va uchtasi uning aylanishini tavsiflaydi. Fazoviy manipulyator umumiy holatda oltita harakatlanish darajasiga ega bo'lishi kerak: uchtasi mintaqaviy harakatlar uchun va uchtasi mahalliy.

Qo'shimcha ulanishlar o'rnatiladigan bo'sh bo'lmagan narsalarni boshqarish kerak bo'lganda, ko'rsatilgan harakatlanish darajalari etarli emasligi, masalan, gaykani olish va burish uchun, dastur stoliga tortish uchun stol tortmasini erga ko'tarish kerak bo'ladi. , olti darajali harakatchanlik manipulyatoriga ega bo'lish kifoya, ammo ettinchi, vint yoki tekis chiziqsiz, siz murakkab harakatlar kombinatsiyasidan foydalanmasdan, yong'oqni tortmasligingiz yoki tortmachani stolga surishingiz mumkin emas.

Oltidan ortiq harakatlanish darajalarining soni, tor joylarda ishlayotganda manipulyatorning ulanish joylarining harakatlanishiga qo'shimcha cheklovlar bilan bog'liq murakkab ishlarni bajarishda kerak bo'lishi mumkin. Harakatlanish darajalari sonining ko'payishi manipulyatorga ortiqcha to'lovning qimmatli xususiyatini beradi, ammo bu uni murakkablashtiradi va narxini oshiradi. Ish joylari buyurtma qilingan va qoida tariqasida gorizontal va vertikal tekisliklarda joylashgan ish joylarida ishlaydigan sanoat robotlari uchun ishlarni bajarishda 4-5 daraja erkinlik (3 ko'chma va 1-2 yo'nalish) etarli bo'ladi.

Mintaqaviy harakatlarning kinematik zanjiri odatda 5-darajali (aylanish va tarjimali) kinematik juftliklar yordamida amalga oshiriladi va uchta aloqani o'z ichiga oladi. Bunday holda, kinematik juftliklarning quyidagi ketma-ket joylashishi mumkin: BBB, YaIM, VPW, PVV, PPVPVP, VPP.PPP, bu allaqachon turli xil kinematik sxemalarni keltirib chiqarmoqda.

Qo'shni kinematik juftliklarning o'qlari mutlaqo boshqacha nisbiy tartibga ega bo'lishi mumkin, ammo kollinear (parallel) yoki ortogonal oqlari bo'lgan manipulyatorlar mashhurlikka erishdi. Bunday manipulyatorlarga ortogonal deyiladi. Mumkin bo'lgan turli xil strukturaviy diagrammalar 15-rasmda keltirilgan.

26 mavzu. Mexatron modul elementlarini birlashtirish usullari. Funktsional yuklamani intellektual qurilmalarga o'tkazish usuli. Kompyuter boshqaruvli an'anaviy elektr yuritmaning strukturasi.

Shvetsiya kompaniyasining Asea IRB-6 elektromekanik roboti avtomobilsozlik sanoatida payvandlash, bo'yash, tushirish va hk kabi operatsiyalar uchun ishlatiladi. U antropomorfik sxemaga ega, uning tugunlari tartibi 22-rasmda keltirilgan.

"Asea IRB-6" robotining texnik xususiyatlari

Harakatlanish soni 5

Portativ harakatlanish darajasi:

platformaning aylanishi q_1 , daraja (shahar / lar) 340 (95)

yelkaning burilishi q_2 , 80 daraja

bilakning aylanishi q_3 , 65 daraja

Harakatlanish darajasiga yo'naltirish:

belanchak q_4 , deg (s / s) 180 (115)

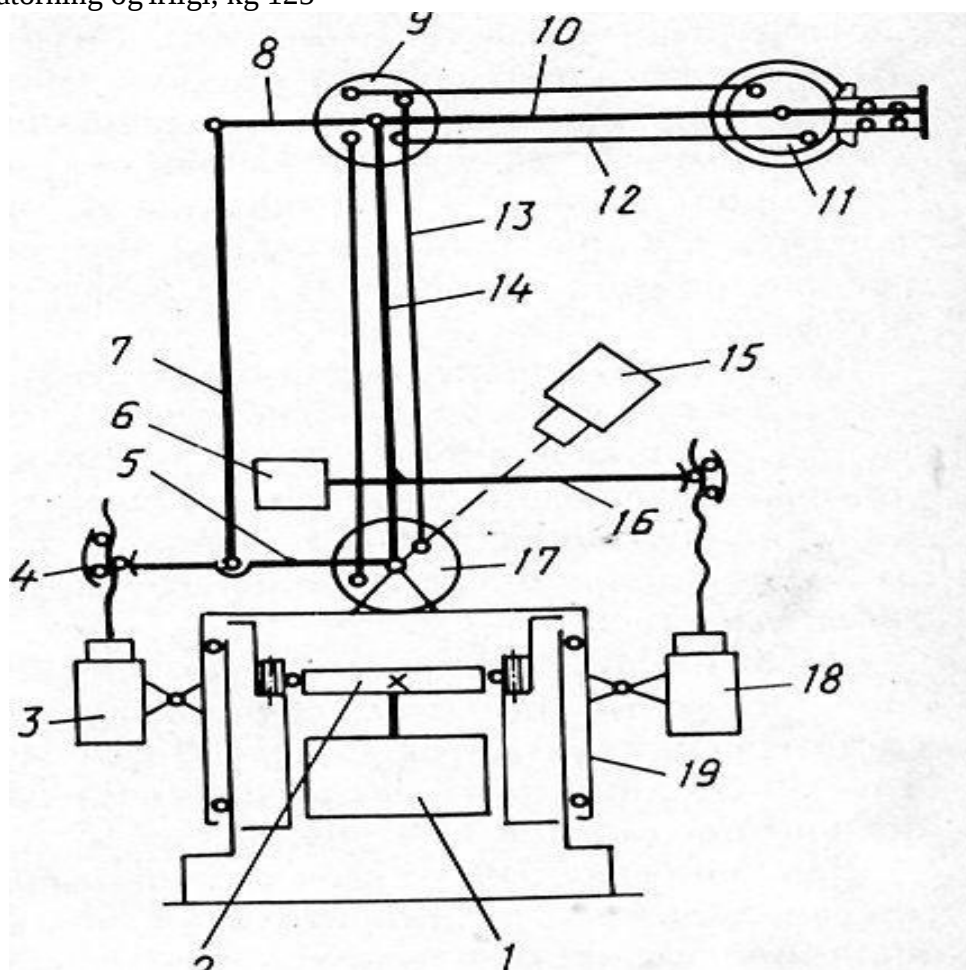
aylanish q_5 , deg (s / s) 369 (195)

Yuk og'irligi 6

Joylashtirish aniqligi, mm 0,2

Tekshirish moslamasining turi - pozitsion kontur

Manipulyatorning og'irligi, kg 125



22-rasm - "Asea IRB-6" robotining sxemasi

Qo'l 1-dvigateldan vertikal o'q atrofida aylanuvchi orqaga to'lqinli uzatish y orqali aylantiriladi, uning chiqish aloqasi aylanma platformaga ulanadi 19. Tishli dvigatel 3 va harakatni bilak 10 ga uzatish uchun parallelogramma mexanizmi platformaga aylantirilgan bo'lib, 5 va 8 ikkita kranlardan iborat. va 7 va 14 ikkita novda. Pastki krank 4 tishli dvigatelning chiqish miliga shar vida 4 orqali ulanadi, yuqori krank esa bilakka ulanadi.

14-gorelkaning moyilligi dvigatelning 18-reduktori bilan ta'minlanadi, uning harakati to'pning vintli uzatilishi orqali elkasiga mahkam bog'lab qo'yilgan 14-krankka uzatiladi.

Harakatlanish darajasining yo'nalishi mexanizmlari parallelogramm translyatorlarini tashkil etuvchi 13, 12, 17, 9, 11 bog'lanish tizimi orqali menteşe bo'g'iniga koaksiyal ravishda o'rnatilgan ikkita tishli vosita 15 (ikkitasi bor va ular elka va bilakning ikkala tomonida joylashgan). Cho'tkaning siljishi to'g'ridan-to'g'ri krank 11-dan, aylanish esa parallel translyatorning kranidan, tishli uzatmalar tizimi orqali amalga oshiriladi.

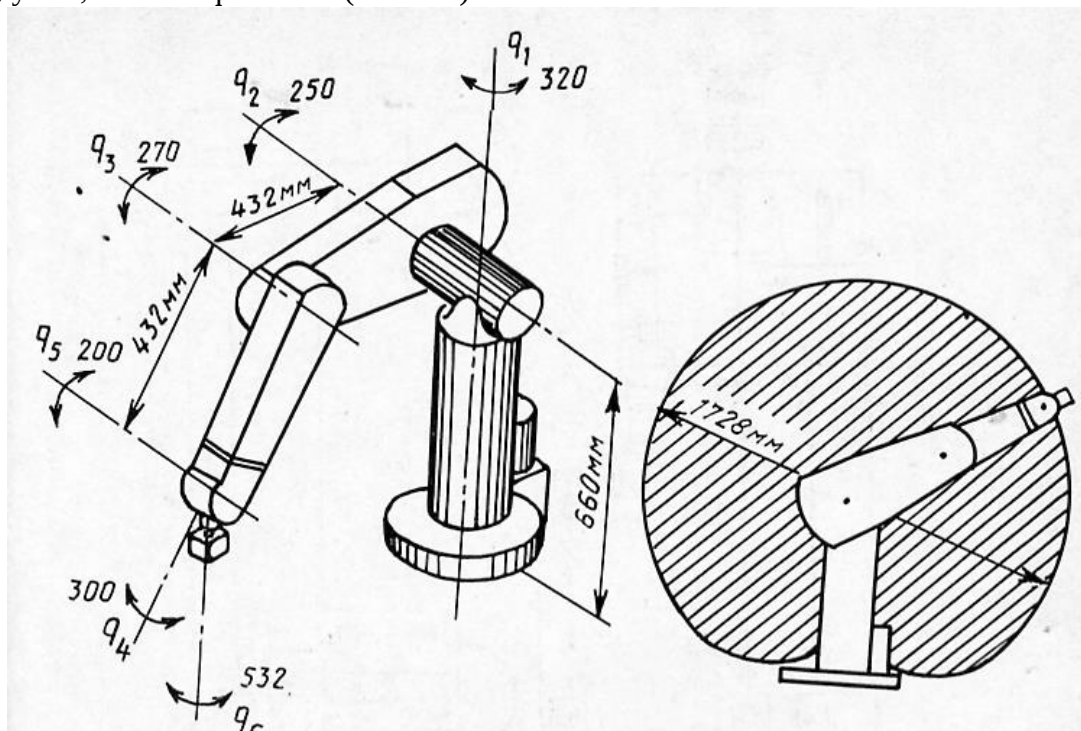
Robot antropomorfik sxemaga ega (ishchi jismni ko'tarish va tushirish vertikal va gorizontol holatda bo'ladi) va silindrsimon koordinatalar tizimida ishlaydi. Bu elkama-elka va dvigatellarning tegishli nazorati bilan ta'minlanadi, kerakli tezlik avtomatik ravishda nazorat moslamasida qayta hisoblab chiqiladi.

Harakatlanishning barcha darajalarida aloqalarning harakati pozitsion sensorlar tomonidan boshqariladi O'lchov tizimi faza-analog printsipiga asoslanadi: sensor signallari va berilgan signal o'rtasidagi o'zgarishlar farqi servo tizimni boshqaruvchi analog signalga aylantiriladi. Robotni boshqarish moslamasi uchta rejimda ishlashi mumkin: bir nuqtadan aniq bir nuqtaga, bir nuqtadan

ikkinchi darajagacha qo'pol ravishda, bir nuqtadan chiziqqa. Ishchi tanasi sensorli moslama bilan jihozlanganida, robot yo'naltirilmagan narsalarni qidirish rejimida ishlashi mumkin.

4.2 universal sanoat PM-01 roboti (1978 yildan beri ishlab chiqarilgan PUMA-560 robotining analogi) asosiy texnologik va yordamchi operatsiyalarni bajarish uchun mo'ljallangan. Ohm kinematikani, mikroprotsessorga asoslangan boshqaruv tizimini ishlab chiqdi, u ko'rish tizimlari va boshqa sezgir qurilmalar bilan ishlash uchun yaxshi mos keladi. Robotni boshqarish usuli kontur-pozitsion, dasturlash usuli analitik va o'qitishdir.

Robotning tuzilishiga antropomorfik printsip bo'yicha qurilgan manipulyator, tanasi, aylanadigan ustun, yelka, bilak va qo'l kiradi (23-rasm).



23-rasm. PUMA-560 robot manipulyatorining diagrammasi

RM-01 robotining texnik xususiyatlari

Harakatlanish darajalari soni 6

Harakatlanishning maksimal tezligi m / s 0.5

Yuk ko'tarish hajmi, kg 2,5

Joylashtirish aniqligi, mm 0,1

Nazorat dastgohi bilan umumiy og'irligi, 342 kg,

Manipulyatorning og'irligi, 62 kg

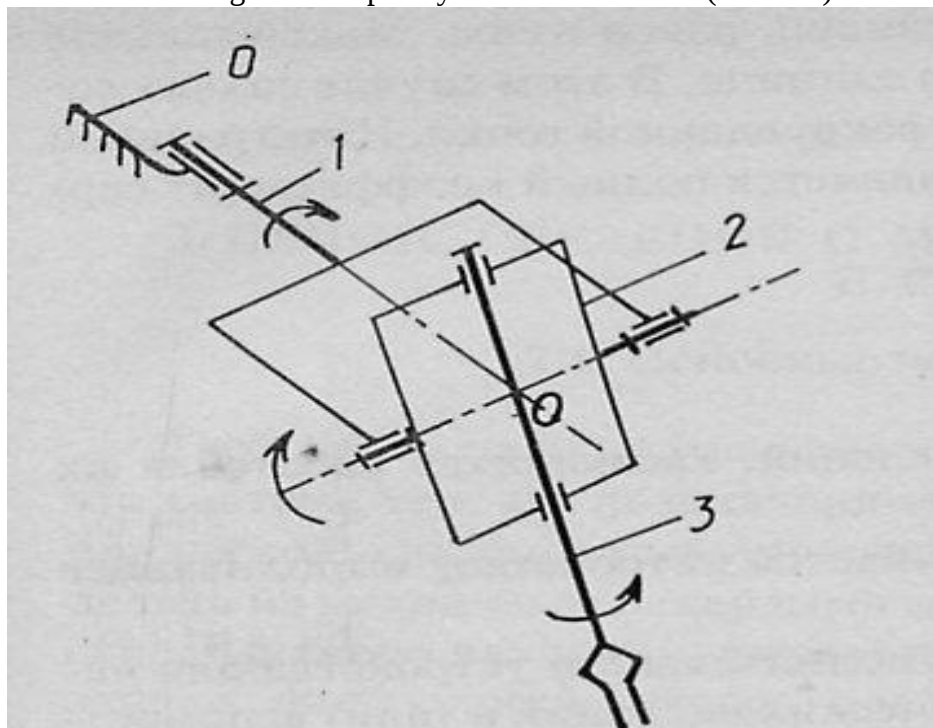
Manipulyatorning kinematik diagrammasi 24-rasmda keltirilgan. Drayvlarning elektr motorlari ulanish joylarida joylashgan bo'lib, bu uzatishni soddalashtiradi va aniqlikni oshiradi, ammo uzatiladigan massani oshiradi. Dvigatellar - DC, ta'minot kuchlanishi 22 V, umumiy quvvat iste'moli - 1200 vatt dan oshmaydi. Har bir dvigatel pozitsion va tezlik sensori bilan jihozlangan, shuningdek, dvigatel o'chirilganida aloqalarni o'rnini belgilashga xizmat qiladigan elektromagnit tormoz mavjud.

27 mavzu. Mexatron sistemlarning modullari va axborot qurilmalari.

Mexatron modullar. Mexatron modullarning sinflanishi. Harakatni o'zgartirgichlar va harakatni yo'naltiruvchilar.

5.1 Mahalliy harakatlarni amalga oshiradigan kinematik zanjir robot cho'tkasi deb nomlanadi, chunki u inson qo'llariga o'xshash funktsiyalarni bajaradi. Cho'tkaning maqsadi - yo'naltirilgan harakatlarni bajarish.

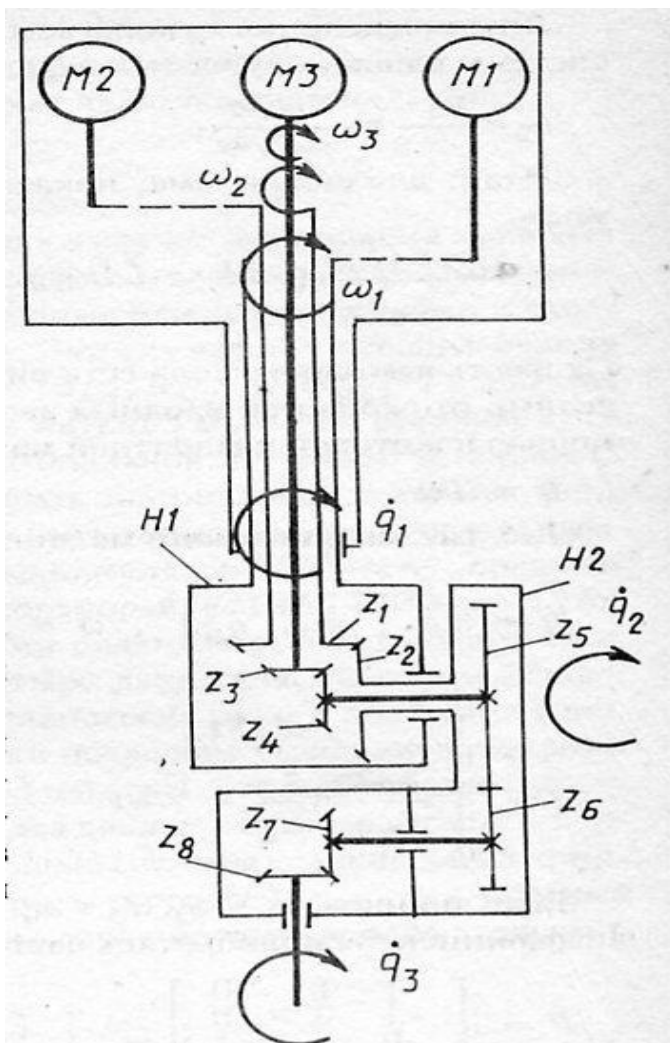
Nazariy mexanika kursidan ma'lumki, qattiq jismga o'zboshimchalik bilan yo'naltirish tanaga bog'langan nomutanosib o'qlarga nisbatan ketma-ket ketma-ket uch marta aylanish orqali o'rnatilishi mumkin. Bunday harakatlarning jismoniy amalga oshirilishini amalga oshiradigan mexanik model "gimbal suspenziyasi" deb nomlanadi (30-rasm).



30-rasm - Gimbal

Gimbal bitta aylanadigan juftlik bilan uch bog'lovchi kinematik zanjir bo'lib, barcha juftlarning o'qlari bir nuqtada kesishadi, bu holda qattiq bog'langan jismning harakati oxirgi bo'g'inga mahkam buralib, uning markazi aylanish o'qlarining kesishish nuqtasida sferik bo'ladi. Ushbu harakat uchta harakatning tarkibiy qismidir: prekursion (0-bog'lanish bo'yicha 1-bog'lanish harakati), ozish yoki tebranish (1-bog'lanishga nisbatan 2-qatorning harakati), aniq aylanish yoki aylanish (2-bog'lanishga nisbatan 3-bog'lanish harakati). Agar barcha o'qlar o'zaro perpendikulyar bo'lsa, u holda mos keladigan burchaklar Eyler burchaklar deyiladi. (E'tibor bering, eksa o'zaro perpendikulyarligi sferik harakat uchun majburiy talab emas va shuning uchun yo'nalish mexanizmlari mavjud, ularda bo'g'inlarning aylanish o'qi perpendikulyar emas).

5.2 Baza ustida joylashgan elektr haydovchiga ega manipulyatorlarda harakatlanishning murakkab sxemalari mavjud. Ko'pgina hollarda, ular koaksial uzatish vallari bilan bog'langan egri va nayzali tishli differentsial va sayyoraviy mexanizmlar tizimini ifodalaydi. Harakatlarni robot cho'tkasiga o'tkazish uchun deyarli barcha mexanizmlarda differentsial mexanizmlar qo'llaniladi. Bunday viteslarni kinematik hisoblashning asosiy xususiyatlarini aniqlaymiz.



31-rasm - Konusning differentsiallari bilan cho'tkaning yo'naltirish mexanizmi
Aytaylik, biz uchta kirish va bitta chiqish bilan differentsial mexanizmni ko'rib chiqmoqdamiz. Chiqish milining aylanish burchagi kirish vallarining aylanish burchaklarining funktsiyasi ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 :

$$\phi_{\text{BЫX}} = f(\phi_1, \phi_2, \phi_3)$$

Chiqish burchagi tezligini vaqtga nisbatan bu iborani farqlash orqali topish mumkin:

$$\dot{\phi}_{\text{BЫX}} = \frac{\partial f}{\partial \phi_1} \frac{d\phi_1}{dt} + \frac{\partial f}{\partial \phi_2} \frac{d\phi_2}{dt} + \frac{\partial f}{\partial \phi_3} \frac{d\phi_3}{dt}$$

yoki

$$\dot{\phi}_{\text{BЫX}} = k_1 \dot{\phi}_1 + k_2 \dot{\phi}_2 + k_3 \dot{\phi}_3,$$

bu erda k_1, k_2, k_3 funktsiyaning qisman hosilalari.

Masalan, k_1 ni aniqlash uchun, biz qachon bo'lmasin alohida holatni ko'rib chiqishimiz mumkin

$$\dot{\phi}_2 = \dot{\phi}_3 = 0. \text{ Keyin aniq}$$

$$k_1 = \dot{\phi}_{\text{BЫX}} / \dot{\phi}_1$$

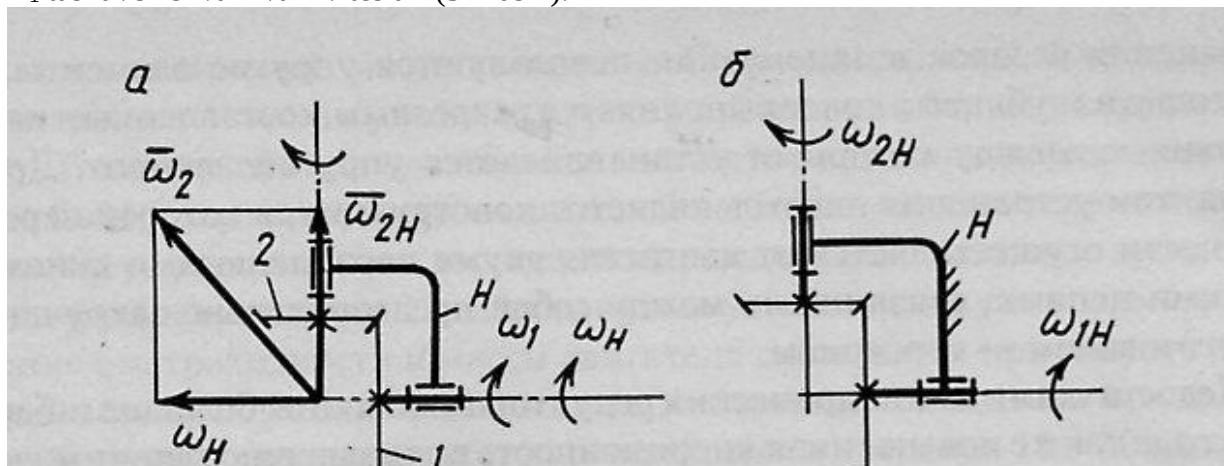
Boshqa qisman hosilalar ham shunga o'xshash tarzda ifodalanadi. Shunday qilib, k_1, k_2, k_3 koeffitsientlari chiqish milidan tortib, qolgan kirish vallari statsionar bo'lgan mexanizmdagi tishli nisbatni anglatadi. Biz ularni tishli nisbatlar deb nomlaymiz. Bunday aniq mexanizmlarning harakatchanlik darajasi birlikka tengdir. Tuzilishi - bu yopiq differentsial mexanizmlar, yoki sayyoraviy mexanizmlar, yoki oddiy viteslardir .. Bunday mexanizmlarni hisoblash ma'lum usullar bilan amalga oshiriladi.

Umumiy cheklovlar tufayli robotlarni cho'tka haydovchi mexanizmlarida to'g'ridan-to'g'ri kinematik juftliklarda motorlarni topish mumkin emas. 31-rasmda manipulyatorning bilak qismida joylashgan M_1, M_2, M_3 dvigatellaridan harakat o'tkazgichlari bilan yo'naltirilgan mexanizmning qo'zg'alish davri ko'rsatilgan, mexanizm uchta Eyler burchagi bo'ylab harakatlanishni ta'minlaydi.

Koaksial vallarning burchak tezligi $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ bilan belgilanadi, cho'tkaning bo'g'inlarida nisbatan aylanish tezligi.

$\dot{q}_1, \dot{q}_2, \dot{q}_3$. Ushbu tezliklar o'rtasida aloqa o'rnatamiz. Shubhasiz, $\dot{q}_1 = \omega_1$.

Buni aniqlash $\dot{q}_2$ uchun tegishli ikki bosqichli differentsialni ko'rib chiqing, shu jumladan H_1 tashuvchisi va 1 va 2 viteslari (32-rasm).



32-rasm - Ikki g'ildirakli konusning differentsial (a) va uning teskari davri (b)

Inverted oddiy mexanizm uchun, ifoda

$$\omega_{1H} / \omega_{2H} = Z_2 / Z_1,$$

qacda $\omega_{1H} = \omega_1 - \omega_H$.

31-rasmdagi kontaktlarning zanglashiga olib kelsak, $\omega_{2H} = \dot{q}_2$ va $\omega_H = \omega_2$. Bu quyidagicha

$$\dot{q}_2 = (\omega_1 - \omega_2) Z_1 / Z_2.$$

Aniqlanish uchun $\dot{q}_3$ uchta kirish M_1, M_2, M_3 bo'lgan uch darajali farqni hisobga olish kerak. Ushbu mexanizm uchun

$$\dot{q}_3 = k_1 \omega_1 + k_2 \omega_2 + k_3 \omega_3.$$

K_1 ni topish uchun $\omega_2 = 0, \omega_3 = 0$ uchun asl differentsialdan olingan mexanizmni ko'rib chiqing. Bu kombinatsiyalangan sxema bo'lib, unda ikkita koaksial sayyora viteslari g'ildirakli g'ildiraklar bilan jihozlangan (biri 1 va 2-tishli va H_1 tashuvchisi hosil bo'ladi, ikkinchisi - 3 va 4 datchiklar va H_1) tashuvchisi va silindrsimon g'ildiraklari bilan differentsial uzatmalar (H_2 tashuvchisi va 5 va 6 viteslar). Yuqoridagilarga o'xshash hisob-kitoblarni amalga oshirib, biz tegishli yozuvni olamiz, bu yozuvni qisqartirish uchun berilmaydi (uni kitobda topish mumkin. L. A. Borisenko, A. V. Samoilenko. Sanoat robotlari va elektr manipulyatorlari mexanikasi).

K_2 aniqlash uchun $\omega_1 = \omega_3$ sayyoraviy tishli, H iborat tashuvchi - Bu holda $\omega_H = 0$, bu differentsial kimning birinchi bosqichi bir qator konusning tishli 1-2 va ikkinchi o'z ichiga olgan ikki qadam mexanizm sifatida ko'rib chiqish mumkin ω_2 , doimiy g'ildiraklar 5 va yo'ldosh 6. Tegishli hisoblashni amalga oshirgandan so'ng, biz k_2 koeffitsienti uchun ifodani olamiz. K_3 ni aniqlash uchun biz $\omega_1 = 0, \omega_2 = 0$. deb faraz qilamiz, keyin yuqoridagi sxema oddiy viteslar tizimiga aylanadi, buning uchun g'ildirak tishlari soni orqali tishli nisbati uchun iboralarni topish oson.

Chiqish milining tezligi kirish yo'nalishlarining tezligida doimiy koeffitsientlarga ega bo'lgan chiziqli shakldir. Bu aloqani yuqorida belgilangan vites nisbatlaridan qolgan uzatish koeffitsientlari bilan bir necha kvadrat matritsali U yordamida ifodalash qulay:

$$\dot{q}^* = U \omega$$

qayerda $\dot{\bar{\mathbf{q}}} = [\dot{\mathbf{q}}_1, \dot{\mathbf{q}}_2, \dot{\mathbf{q}}_3]^t$, $\bar{\omega} = [\omega_1, \omega_2, \omega_3]^t$

$$U = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -z_1/z_2 & z_1/z_2 & 0 \\ \frac{z_7 z_5}{z_8 z_6} \left(\frac{z_3}{z_4} - \frac{z_1}{z_2} \right) & \frac{z_7 z_5 z_2}{z_8 z_6 z_1} & -\frac{z_7 z_5 z_3}{z_8 z_6 z_4} \end{bmatrix}.$$

Agar $Z_1 = Z_2$, $Z_3 = Z_4$, $Z_5 = Z_6$, $Z_7 = Z_8$ ni olsak, uzatish koeffitsienti matritsasi ma'lum bir shaklni oladi:

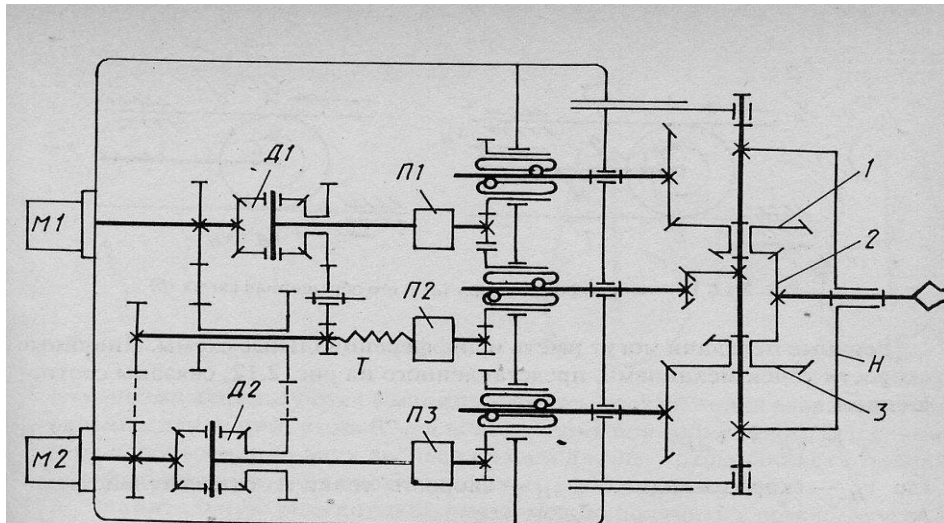
$$= U \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix},$$

ya'ni $\dot{\mathbf{q}}_1 = \omega_1$, $\dot{\mathbf{q}}_2 = -\omega_1 + \omega_2$, $\dot{\mathbf{q}}_3 = \omega_2 - \omega_3$.

Matritsa tenglamasidan foydalanib, cho'tkaning berilgan sferik harakatini ta'minlaydigan dvigatellarning tezligini topish mumkin:

$$\bar{\omega} = U^{-1} \dot{\bar{\mathbf{q}}}.$$

5.3. 32-rasmda ikki yo'nalishda harakatlanishni, siljishni va aylanishni amalga oshiruvchi, harakatlarni ajratish uchun qo'shimcha moslama bilan jihozlangan cho'tka qo'zg'aysan sxemasi ko'rsatilgan.

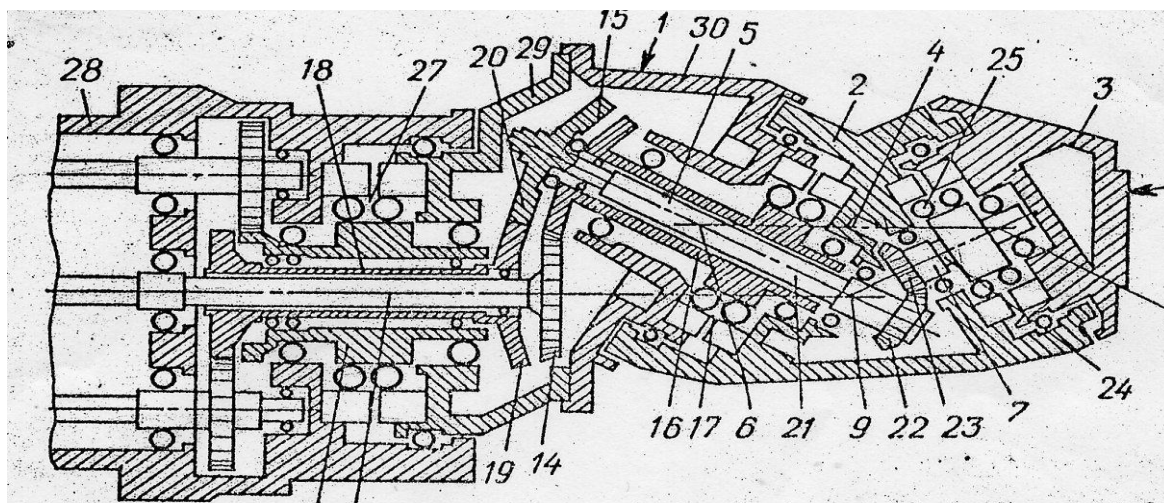


33-rasm - "Universal-15" sanoat robotining cho'tkasi drayveri

Drayv M1 va M2 dvigatellaridan P1, P2, P3 sayyoraviy uzatmalar orqali amalga oshiriladi. Harakat olti burchakli vallar yordamida teleskopik qo'l uzatilganda uzunlamasına yo'nalishda harakatlanadi.

Cho'tkaning siljishi M2 dvigateli tomonidan amalga oshiriladi. aylanish cho'tka, markaziy qiyshiq g'ildirak 1 va 3 tezlik $\bar{\omega}$ bo'lishi kerak bo'lsa, bu uchun yuz bermagan $\omega_1 = \omega_3 = \omega_H$. Ushbu harakatlar qo'shimcha kinematik zanjirlar, shu jumladan o'zaro bog'langan uch g'ildirakli nosimmetrik differentsial D1 va D2 orqali ta'minlanadi.

Redüktör orqali harakatni uzatish uchun barcha sxemalarning o'ziga xos xususiyati tishli nisbatlar matritsasining doimiyligi, manipulyatorning konfiguratsiyasidan mustaqilligi, ikkinchi xususiyat - bu manipulyatorning boshqaruvini qiyinlashtiradigan va bunday sxemalarning muhim kamchiliklari bo'lgan shaxsiy ulanishlar harakatining kinematik aloqasi. Agar drayverlar to'g'ridan-to'g'ri kinematik juftliklarga joylashtirilgan bo'lsa, unda bog'lanishlar harakati kinematik ravishda ajratiladi.



Rasm 34. Ortogonal bo'lmagan eksa bilan yo'naltirish mexanizmi

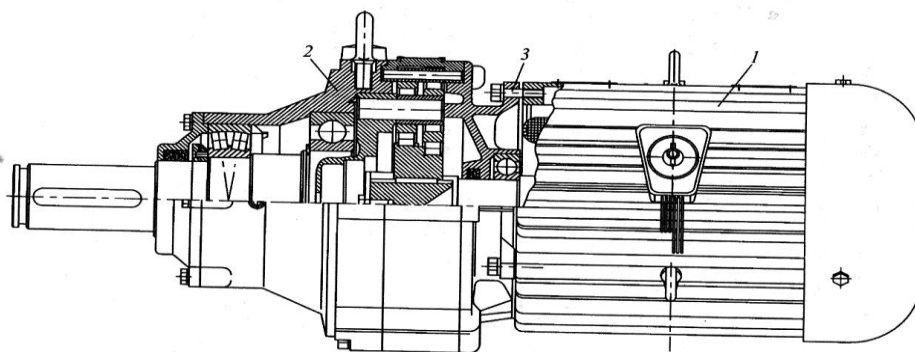
28 mavzu. Mexatron modullar. Lyuftlarni tanlash uchun to'xtatish mexanizmlari va qurilmalari. Mexanik to'xtatish qurilmalari. Elektromagnitli to'xtatish qurilmalari. Lyuftlarni tanlash uchun mexanizmlar.

Qabul qilingan terminologiyaga ko'ra, boshqariladigan vosita va mexanik qurilma harakat moduliga tarkibiy ravishda kiritilgan, vosita mil esa mexanik harakat o'zgartirgichining elementi hisoblanadi.

Tishli dvigatellar tarixan birinchi bo'lib harakatlanadigan modul bo'lib, ommaviy ishlab chiqarila boshlandi va turli xil mashinalarning drayverlarida keng qo'llaniladi. Tishli vosita elektr motor va reduktorni birlashtirgan ixcham tarkibiy moduldir. Dvigatel va vites qutisini ulash orqali an'anaviy ulanish bilan taqqoslaganda, tishli dvigatellar bir qator muhim afzalliklarga ega:

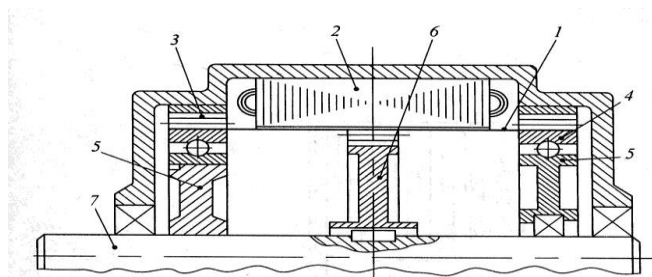
- kichik o'lchamlar
- ulash qismlari sonini kamaytirish, mahsulotni o'rnatish, ishga tushirish va ishga tushirish xarajatlarini kamaytirish orqali arzonlashtirilgan narx,
- ishlab chiqarish xususiyatlarining yaxshilanishi: tebranishning minimal darajasi, zararli ishlab chiqarish sharoitida chang va namlikdan himoya qilish, xavfsizlik va ishonchlilik.

35-rasmda vintlardek 3 bilan bitta korpusga ulangan elektr motor1 va harakat konvertoridan tashkil topgan sayyoraviy-pinwelli bitta bosqichli tishli dvigatel ko'rsatilgan.



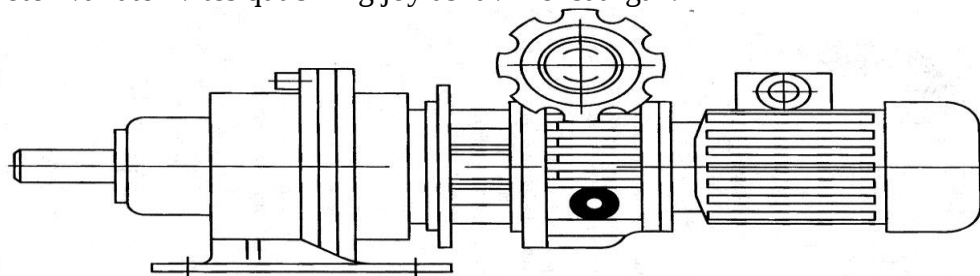
35-rasm - Planetar zanjirli bitta bosqichli vites qutisi

Elektromagnit to'lqin generatoriga ega to'lqin mexanizmiga asoslangan tishli dvigatel 35-rasmda keltirilgan. U egiluvchan g'ildirak 1, elektromagnit to'lqin generatori 2, qattiq g'ildirak 3, kaminning 5-ning egiluvchan rulmani, 6-tishli g'ildirak 6 va chiqish validan 7 iborat.



Rasm 36 - To'lqinlarni kamaytirish vositasi

Zamonaviy harakat modullarining tuzilishi boshqa mexanik qurilmalarni - tormoz va orqaga burilish moslamalarini, variator va qo'llanmalarni ham o'z ichiga olishi mumkin. 37-rasmda to'lqinli motor-variator-vites qutisining joylashuvi ko'rsatilgan.

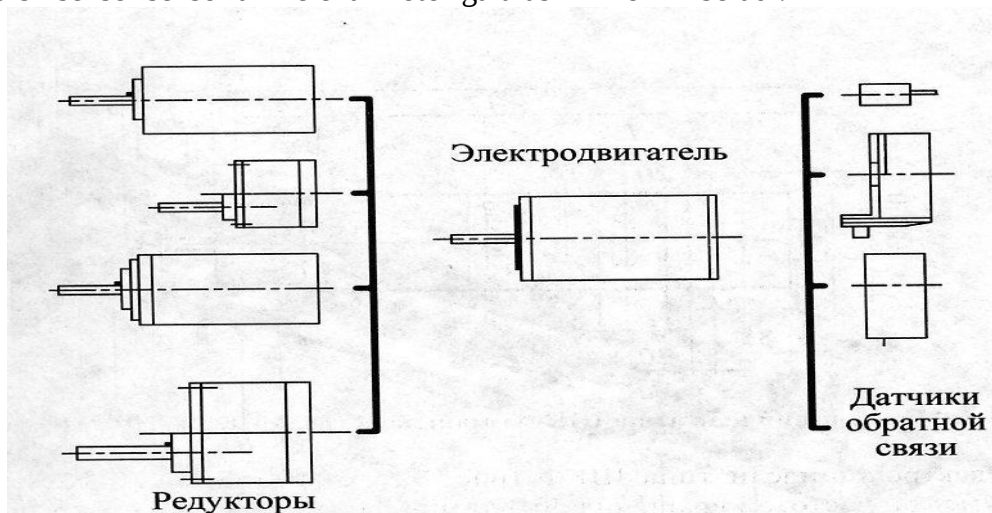


Shakl 37 - Dvigatel-variator-vites qutisi

6.2 Mexatronik harakat modullari

Mexatronik harakat modeli - bu alohida, har xil kombinatsiyalarda va boshqa modullar bilan ishlatilishi mumkin bo'lgan vosita, mexanik, elektr va axborot qismlarini bitta korpusda birlashtirgan tarkibiy ajralmas mahsulot. Yangi elektron texnologiyalarning rivojlanishi bilan, ularning signallarini qayta ishlash uchun miniatyurali sensorlar va elektron bloklarni yaratish imkoniyati paydo bo'ldi, elektron va axborot qurilmalari mexatronik harakat modullarida paydo bo'ldi, bu ularning oddiy harakat modullaridan asosiy farqidir.

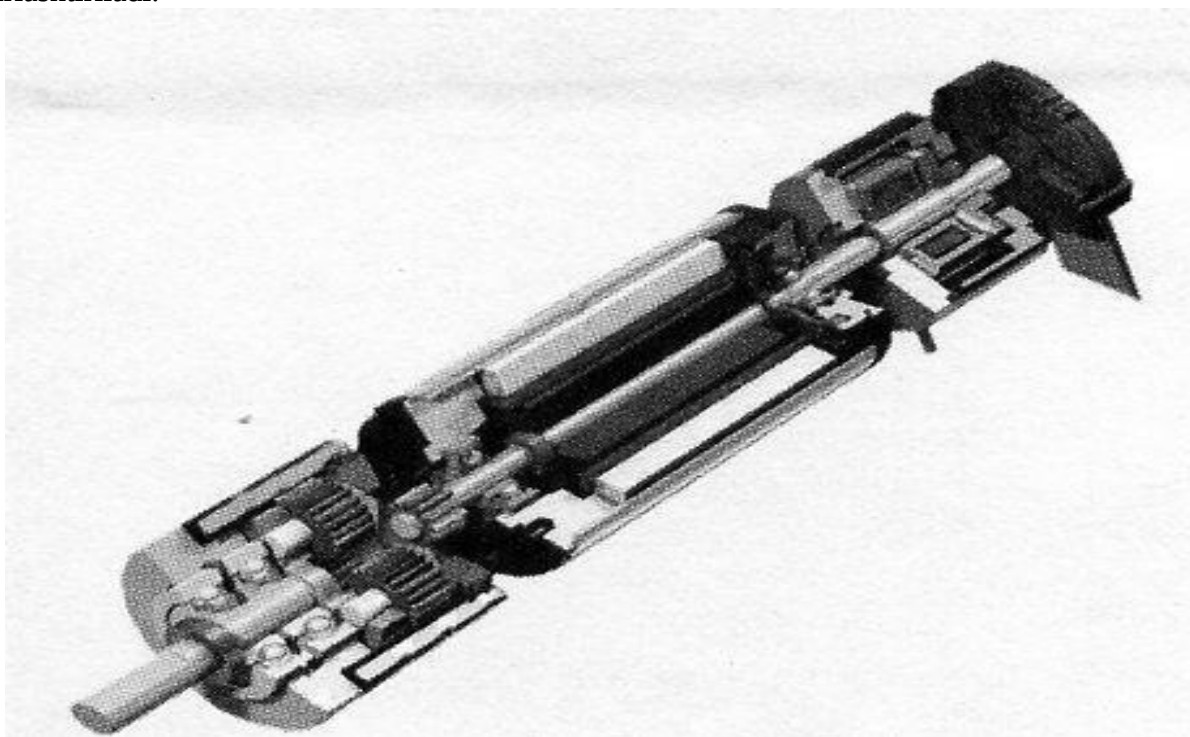
Zamonaviy harakatlanuvchi tizimlar va texnologik mashinalarni yaratish uchun turli xil harakat modullariga ehtiyoj bor. Rivojlangan kuchlarga, harakatning aniqligi va tezligiga qo'yiladigan talablar texnologik operatsiyaning xususiyatlari bilan belgilanadi va mexatronik harakat modulining hajmini minimallashtirish talabi uni texnologik mashinaga kiritish zarurati bilan belgilanadi. Mehatronik harakat modulini tijoratda mavjud bo'lgan tarkibiy qismlardan sintez qilishga urinish texnik va iqtisodiy jihatdan samarasiz echimlarga olib kelishi mumkin. 38-rasmda mexatronik harakat modulining blok-modulli sxemasi ko'rsatilgan, bu turli xil vites qutilari va foto-impulsi sensor sensorlarni elektr motoriga ulash imkonini beradi.



Shakl 38 - Mexatronik harakat modullarini qurish uchun blok-modulli sxema

Maxon modullari mexatronik aylanish harakati modullariga misol bo'lishi mumkin. Ushbu modullarning diametri 16-40 mm, uzunligi 24-88 mm va quvvati 120W gacha. Modullarning

strukturaviy diagrammasi 39-rasmda keltirilgan. Modullar bitta korpusda kontaktsiz to'g'ridan-to'g'ri oqim vosita, sayyora vites qutisi, tormoz qurilmasi va foto-impuls sensori yordamida birlashtiriladi.



39-rasm. Maxatronik harakat moduli Maxon kompaniyasining dizayni

6.3 Kontaktsiz (yoki valfli) doimiy motorlar elektr mashinalari bo'lib, ularda kollektor va cho'tkalarining funktsiyalari yarimo'tkazgich boshqariladigan tugmachalar bilan amalga oshiriladi. Ular cho'tkali kollektor yig'ilishi mavjudligi sababli kelib chiqadigan an'anaviy DC motorlariga xos bo'lgan noqulaylikdan ozoddir. Kollektor analoglari bilan solishtirganda klapanli motorlar quyidagi afzalliklarga ega:

- yuqori ishonchlilik, uzoq xizmat qilish muddati, ish paytida parvarish talab qilinmaydi (chunki kollektorli arqon va cho'tkaning aşınması yo'q, ishqalanish va rulmanlarga yuk kamayadi),
- yaxshilangan issiqlik xarakteristikalar (rotorda issiqlik hosil qiluvchi elementlar yo'q, shuning uchun issiqlik faqat stator sargilarida tarqaladi) simlarning kichik tasavvurlar
- rotorning kichik inertsiya momenti, ta'minot kuchlanishining chastotasiga bog'liq bo'lmagan barqaror aylanish tezligi,
- momentdagi katta yuk ko'tarish qobiliyati, tezlikni boshqarishning barcha diapazonida doimiy moment,
- tezlikni boshqarish, chiziqli mexanik va sozlash xususiyatlarining keng doirasi, past tezlikda bir xil aylanish.

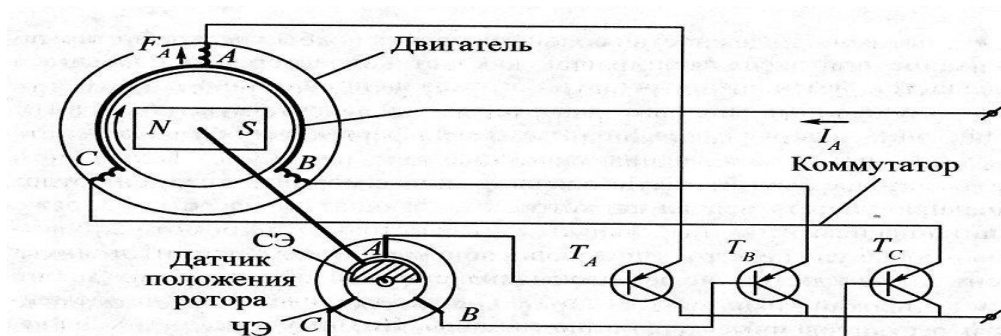
Kontaktsiz DC motorlari uchta asosiy elementdan iborat:

Statorga m-fazali o'rash va doimiy magnit shaklida rotorli 1 ta sinxron tipdagi elektr mashinasi, Dvigatel bilan bitta korpusda ishlab chiqarilgan va vaqt o'zgarishi va stator sarimlaridagi o'zgaruvchan toklarning ketma-ketligini boshqarish signallarini ishlab chiqarishga mo'ljallangan 2 rotorli joylashish sensori,

Sensor signallariga muvofiq stator sarimlaridagi toklarni almashtirishni amalga oshiradigan 3 elektron kalit.

Rotor holatidagi sensorlar ularning sezgir elementlari bilan belgilanadi, ular Hall sensorlari, fotoelektrik effektlar va boshqalar yordamida qurilishi mumkin.

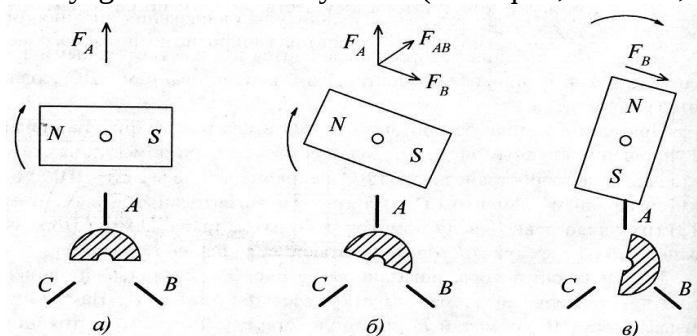
Kontaktsiz vosita ishlash printsipli 40-rasmda soddalashtirilgan kontaktlarning zanglashiga misol sifatida ko'rib chiqiladi.



40-rasm. Kontaktsiz shahar motorining soddalashtirilgan elektron sxemasi

Dvigatelning statorda uchta o'rni bor, ular kosmosda siljiydi va yulduzga ulanadi, bitta signal elementi va uchta sezgir elementga ega pozitsiya sensori (ularning soni stator sargilarining sonidan ancha oldinroq), shuningdek kalit rejimida ishlaydigan uchta tranzistorga o'rnatilgan kalit mavjud.

40-shakl ko'rsatilgan rotor holatda, sensor A orqali signal element bir tranzistor T_A ochadi. Sargin magnitlangan kuchi F_A dir va rotor doimiy magnitining oqimi bilan o'zaro ta'sir qiladi. Burilish momenti mavjud va vosita aylanmoqda (41-rasm, 1-rasm). Rotor bilan birgalikda pozitsiya sensori signal elementi aylanadi. Rotorni burchakka aylantirganda, biroz kattaroq 30° signal elementi A va B ikkita nozik elementlarga darhol ta'sir qiladi, natijada ikkita T_A va T_B tranzistorlari ochiladi. Oqim A va B har ikki o'rash orqali ham o'tadi, natijada F_{AB} kuchi birinchi pozitsiyaga nisbatan 60° aylanadi (2-bosqich, 41-rasm, b).



Rasm 41 - Kontaktsiz shahar motorining ishlashida uchta zarba

Ushbu kuch doimiy magnit maydon bilan ta'sir qilishni davom ettiradi va vosita momentni rivojlantiradi. Aylanish burchagi 90° dan biroz kattaroq bo'lganda, tranzistor T_A yopiladi, oqim faqat V o'rashidan o'tadi. Rotor maydoni faqat ushbu o'rashning magnitlangan kuchi bilan o'zaro ta'sir qiladi, shu bilan birga, moment hali ham rotorni xuddi shu yo'nalishda aylantiradi (3-tsikl, 41-rasm, c) Oxir oqibat, vosita rivojlanadi uning tezligi yuk momentiga muvozanatlanadigan shunday tezlik. Agar kontaktsiz dvigatelda an'anaviy dvigatel kabi o'rash, sezish elementlari va tranzistorlarning kollektor plitalari bo'lsa, unda ular bir-biridan xususiyat va xususiyatlaridan farq qilmaydi. Biroq, elementlar sonining ko'payishi mashinaning dizaynini sezilarli darajada murakkablashtiradi. Shuning uchun, haqiqiy motorlarda sargilar soni va shunga mos ravishda sezgir elementlar va tranzistorlar soni 3-4 dan oshmaydi. Kichik miqdordagi sargilar stator magnitlash tizimining sakrashga o'xshash harakati natijasida tegmaydigan to'g'ridan-to'g'ri oqim vosita ishlashining bir qator xususiyatlarini aniqlaydi. Bu torkning tebranishi, stator sarimlaridagi toklarning to'kilishi va jami motor oqimi, bu sarg'ishning diskret quvvat manbai bilan izohlanadi (ikkita tranzistor ochilgan paytda, joriy iste'mol faqat bitta tranzistor ochilganda rejimga nisbatan ikki baravar ko'payadi).

Kontaktsiz motorlarning tezligini ta'minot kuchlanishining amplitudasini yoki puls kengligini boshqarish usulini o'zgartirish orqali o'zgartirish mumkin.

Planetar tishli mexanizmlarga asoslangan harakat konvertorlari mexatronik modullarda keng qo'llaniladi. Bu ularning ixchamligi va past og'irligi, katta tishli stavkalarini amalga oshirish, tayanchlarga kam yuk, yuqori samaradorlik, yuqori kinematik aniqlik va qattiqlik bilan izohlanadi.

29 mavzu. Elektrodvigatel va yuqori kuchlanishli o'zgartirgichlar. Mexatron modullarning elektrodvigatellari.

Ishda ishlatiladigan drayvlar, birinchi navbatda, o'ziga xos kuch va vazn va o'lchov xususiyatlari jihatidan juda qattiq talablarga javob beradi. Ko'pincha robotlar uchun ishlaydigan rejimlar bo'lgan ular vaqtinchalik rejimlarda barqaror ishlashlari kerak. Drayv tizimidagi tebranishlarni minimallashtirish kerak. Drayv yuqori chidamlilikka ega bo'lishi va taxminan 10 ming soatlik ishonchli ishlash manbasini ta'minlashi kerak. Va nihoyat, haydovchi arzon narxga ega bo'lishi va ulardan foydalanish oson bo'lishi kerak.

7.1.2 Drayvlarni joylashtirishning ikkita usuli

Robotning harakatlanuvchi qismlarining massasi ijro etuvchi organ massasini, tishli motorlarning massasini o'z ichiga oladi. Drayv turini tanlashda robot tezligi va samaradorligi o'rtasida murosaga kelish kerak. Ish faoliyatini yaxshilash uchun umumiy massa minimal bo'lishi kerak; Samaradorlikning oshishi, qoida tariqasida, haydovchi massasining ko'payishi bilan bog'liq, chunki yuqori tezlikda ishlaydigan robotlarda dvigatelning termal rejimda ishonchli ishlashini ta'minlash uchun dvigatelning ishini bajarish uchun zarur bo'lgan quvvatdan ikki baravar ko'proq olish kerak.

Shunday qilib, dvigatellarni ulanish joylariga joylashtirganda, robot qo'shimcha massani uzatadi, shuning uchun bu holda maksimal quvvat bilan ishlaydigan va samaradorligini biroz pasaytiradigan, katta nominal tezligi bo'lgan, katta vites nisbati bo'lgan vites qutilari bilan jihozlangan kichik o'lchamli dvigatellar talab qilinadi.

Dvigatellarni joylashtirish sxemasi dvigatel turini tanlashda ancha kam cheklovlar qo'yadi, yuqori samaradorlik bilan ishlashi mumkin yanada barqaror rejimda

7.1.3 Dvigatelga talablar

Dvigatel turini tanlayotganda, masalan, yukni ushlab turish yoki tortish kuchini yaratishda harakat qilmasdan harakatning uzoq pozitsiyasini ushlab turish kerak.

Drayv jim va xavfsiz ishlashi kerak, elektr uzilib qolganda uni blokirovka qilish kerak. Robot tomonidan chiqadigan shovqin, yaqin atrofda ishlayotgan yoki xizmat ko'rsatadigan kishiga psixofiziologik ta'sir ko'rsatadigan darajada nomaqbuldir.

7.2.1 Drayvlarning turlari

Havo bilan boshqariladigan robotlarning keng qo'llanilishi uning soddaligi va past qarshilik bilan izohlanadi. Pnevmatik aktuator kam quvvatli va tsiklik ish rejimida ishlaydigan robotlarni yaratishda ishlatiladi.

Eng murakkab va qimmatbaho haydovchi turi gidravlika. U bir qator muhim afzalliklarga ega: gidravlik haydovchi yuqori aniqlik va tezlik bilan ajralib turadi, konturni boshqarish rejimida ishlashi mumkin. Shlangi haydovchi eng zamonaviy va shunga mos ravishda eng qimmat ishlarda qo'llaniladi. Shlangi tizimlar maksimal yuk ostida uzoq vaqt ishlashga qodir. Gidravlika bilan boshqariladigan robotlar portlovchi atmosferada, suv ostida, nam xonalarda ishlatilishi mumkin. Shlangi haydovchi eng yuqori o'ziga xos quvvat bilan tavsiflanadi; Vites qutisini ishlatmasdan past tezlikda ishlashi mumkin.

7.2.3 Elektr motorlaridan foydalanish

Manipulyatorlarning harakatchanlik modullarida elektr motorlaridan foydalanish bir qator sabablarga ko'ra afzalroqdir. Elektr dvigatellari juda xilma-xil, nisbatan arzon, yuqori samaradorlikka ega, muhandislikda keng qo'llaniladi va ularni samarali boshqarishning ko'plab usullari ishlab chiqilgan. Elektr energiyasi manbalari birgalikda mavjud, pnevmatik va gidravlik drayvlar uchun avtonom manbalar va qurilmalar energiya tashuvchisini ishda foydalanishga tayyorlash uchun mavjud bo'lishi kerak.

Energiya manbai robotning quvvat va boshqaruv tizimlari uchun bir xil bo'lishi maqsadga muvofiqdir - bu jihatdan elektr drayveri eng mos keladi. Elektr dvigatel atrof-muhitning ifloslanishi bilan bog'liq muammolar tug'dirmaydi, u "quruq" va jim bo'lgani uchun qulay ishlaydi.

Bog'lanish joylariga dvigatellar o'rnatilishi bilan sanoat robotlarida foydalanish uchun elektr motor taxminan 150 Vt / kg kuchga ega bo'lishi kerak - bu ko'rsatkich gidravlik dvigateldan pastroq, o'ziga xos quvvati o'rtacha 10 baravar yuqori.

Elektr haydovchisining qo'llanilishi robotlar uchun maxsus mo'ljallangan yangi turdagi dvigatellarning yaratilishi va rivojlanishi bilan kengayadi.

Harakatlanish modulining elektr drayviga pozitsion va tezkor aloqa sensorlari, mexanik uzatish, tormoz, elektromagnit debriyaj va boshqarish moslamasi bilan jihozlangan elektr motor kiradi. Robotlarda elektr drayverlardan foydalanish o'ziga xos xususiyatlarga ega. Birinchidan, ular yuk manipulyatorining konfiguratsiyasi o'zgarganda sezilarli darajada o'zgaradigan sharoitlarda ishlash bilan tavsiflanadi. Bu statik xarakteristikaning qat'iyligiga yuqori talablarni qo'yadi. Ikkinchidan, konfiguratsiyaning o'zgarishi natijasida kelib chiqadigan inertsianing qisqargan momentining sezilarli o'zgarishi (o'nlab marta) dinamik xarakteristikalarda (tezlik va dinamik aniqlikda) aks etadi. Elektr haydovchisining uchinchi xususiyati bu harakatning tebranmaydigan xususiyatining talablari.

7.2.4 Dvigatel turlari

Robototexnikada har qanday dvigateldan foydalanish mumkin, ammo hozirgi vaqtda ikkita tur keng tarqalgan: DC motorlari va step motorlari. Asenkron motorlar o'zgaruvchan tezliklar va harakatning teskari o'zgarishi bilan ishlash sharoitida yaxshi ishlamaydi; ular tezlikni boshqarishni ta'minlaydigan elektron konvertorlarning murakkabligi va yuqori narxlari tufayli keng qo'llanilmaydi. Yaqin vaqtgacha robototexnika ichida sinxron motorlar kamdan-kam ishlatilgan bo'lsa ham, ular DC motorlarini almashtirishlari mumkin edi, chunki ularning ishlash ko'rsatkichlari DC motorlariga yaqin edi. Steper motorlari robotlarda ulardan foydalanish uchun katta imkoniyatlarga ega, ammo ular kam quvvatli.

DC motorlari 2000-3000 min⁻¹ nominal aylanish tezligida ishlaydi. Ular muhim afzalliklarga ega: ularning harakatlanish lahzalari deyarli robotning pozitsiyasiga va aylanish tezligiga bog'liq emas, faqat dala sargilari va armaturadagi toklarga bog'liq. Agar dala sargilari doimiy magnitlarga almashtirilsa, aylanish tezligi faqat ta'minot kuchlanishiga bog'liq bo'ladi. Robototexnika doimiy magnitlangan doimiy oqim motorlaridan foydalanadi. Turli xil dizaynlar mumkin - magnit materialdan yasalgan langar bilan klassik motorlar, ichi bo'sh rotorli motorlar, bosilgan langar bilan disk dvigatellari.

Sanoat robotlarida diskret va uzluksiz harakatning elektr drayvlari qo'llaniladi. Pozitsion boshqaruvga ega robotlarda, shu jumladan to'xtash joylarida tsiklik boshqarishda diskret-harakatga keltiradigan elektr drayvlar qo'llaniladi. Eng oddiy holatda, elektr motorlarini boshqarish o'rni bo'lishi mumkin. Ko'chadan boshqarish tizimlarida haydovchining harakati va tezligini doimiy nazorat qilish talab qilinadi.

Uzluksiz motorlar bilan bir qatorda, bir vaqtning o'zida bir qadamni to'g'ri aniqlashni ta'minlaydigan step motorlari ishlatiladi. Kichkina tovush tufayli, bunday drayvlar doimiy disklarga aniqlik bilan deyarli tengdir.

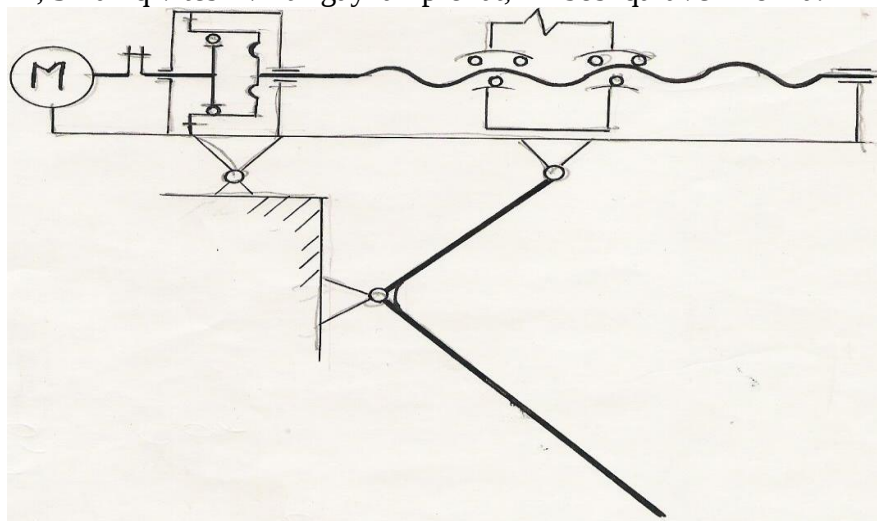
Robotlarning qo'zg'atuvchi elektr motorlari odatda yuqori tezlikda ishlaydi - faqat shunday sharoitda kerakli quvvatni dvigatelning og'irligi bilan olish mumkin. Boshqa tomondan, robotning ulanishlarini boshqarish uchun past tezlik va yuqori moment kerak, shuning uchun vites qutisi kerak. Tezlik va dvigatel massasining optimal kombinatsiyasiga taxminan 10,000 min⁻¹ tezlikda erishiladi, deb ishoniladi. Ko'pgina sanoat robotlari ulanishlarining ish tezligi 10-20 min⁻¹ oralig'ida ekanligi hisobga olinsa, dvigatel tezligini 500-1000 martaga kamaytirish talab etiladi.

Harakatlanish modullarini loyihalashning asosiy muammolari

Robotlarning mexanik tizimlarini loyihalashda asosiy muammolardan biri yuqori qattiqlikdagi viteslarni yaratishdir. Shu munosabat bilan, sxemada rasmda keltirilgan quvvat modulidan foydalanish asosli.

Ushbu modullar, yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, Shvetsiyaning ACEA shved kompaniyasining G'arbiy Germaniya KUKA robotlarida, shuningdek, so'nggi modifikatsiyadagi bir qator yapon robotlarida qo'llaniladi.

42-rasmda ko'rsatilgan: 1 - yuqori tezlikda harakatlanadigan elektr motor, 2 - to'lqinli yoki sayyoraviy tishli, 3 - aniq vitesli vintli gaykali prokat, 4 - boshqaruvchi rokka.



Shakl 42 - shar vintiga asoslangan sanoat robotining haydovchi moduli

Birinchi bosqichning yuqori moslashuvchanligi bilan, mexanizm aniq vida vintining yuqori qattiqligi tufayli katta umumiy qattiqlikka ega; bunday viteslar silliqdagi, qat'iyligi $s = 10^{-7} - 10^{-8}$ n / m, samaradorlik bilan ajralib turadi $\eta = 0.9 - 0.98$.

30 mavzu. Mikroprotessorli boshqarish sistemasi. Universal mikroprotessorlar. Mikrokontrollerlar. Raqamli signallar protessori.

Elektr mashinalar yordamida mexanik energiyani elektr energiyasiga va aksincha elektr energiyani mexanik energiyaga shuningdek, elektr energiyani bir turdan ikkinchi turga aylantirish mumkin. Mexanik energiyani elektr energiyaga o'zgartirish maqsadida elektr generatorlardan foydalaniladi. Generatorlarni bu, gidravlik va gaz turbinalar, ichki yonar dvigatellar va boshqa dvigatellar yordamida harakatga keltiriladi. Ko'pincha elektr stansiyalarida ishlab chiqarilgan elektr energiya yana turli mashina va mexanizmlarni harakatga keltirish uchun mexanik energiyaga

aylantiriladi. Bunday maqsadlarda elektr dvigatellardan foydalaniladi.

40 % gacha bo'ladi. 99,5% ga teng bo'lib, quvvati 10 Vt gacha bo'lgan elektr mashinalarini 20÷Tokning turiga asosan elektr mashinalar o'zgaras va o'zgaruvchan tok mashinalariga bo'inadi. Elektr mashinalar vattning juda kichik qiymatidan million kilovattgacha va undan yuqori quvvatlarda tayyorlanadi. Ko'p qo' llaniladigan elektr mashinlarda energiyaning o'zgarishi magnit maydon ta'sirida bo'ladi. Shuning uchun ularni induktiv elektr mashinalar deyiladi. Shuningdek, energiyani elektr maydon ta'sirida ham o'zgartirish mumkin, bunday elektr mashinalarini siqimli elektr mashinalar deyiladi, lekin bunday mashinalar ko'p tarqalmagan. Magnit maydon yordamida elektr maydonga nisbatan ming martagacha katta energiya oosil qilinishi mumkin. Bir xil o'lchamli induktiv va siqimli elektr mashinalaridan induktiv mashinalar yordamida ancha katta quvvatga erishish mumkin. Elektr mashinaning asosiy elementi bo'lib hisoblangan ferromagnit o'zaklar yordamida kuchli magnit maydon hosil qilish mumkin. O'zgaruvchan magnit maydonlarda uyurma toklarini kamaytirish maqadida magnit

o'zaklar yupqa elektrotexnik po'lat tunukalardan tayyorlanadi. Elektr mashinalarining cho'lg'amlari ham asosiy elementlardan hisoblanib, mis, alyuminiy va ularning qotishmalaridan iborat bo'lgan elektrotexnik materiallardan tayyorlanadi. Cho'lg'amlarni himoyalash maqsadida, turli elektr himoyalash materiallardan foydalaniladi. Elektr mashinalar generator va dvigatel rejimida qo'llanilishi mumkin. Elektr mashinalarida energiyaning o'zgarishi quvvat isroflari bilan bog'liq, shuning uchun elektr mashinalarining foydali ish koeffisientlari 100% dan kichik bo'ladi. Katta

quvvatli elektr mashinalarining FIK i 98

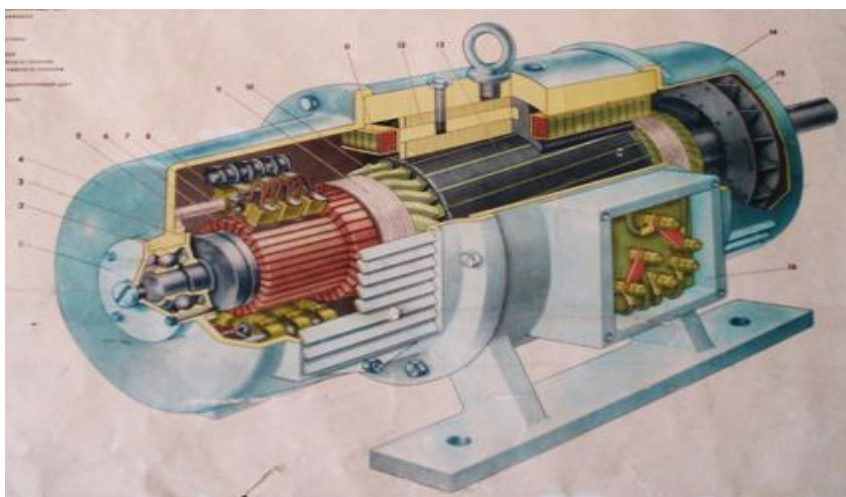
Elektr mashinalarni quvvatlariga nisbatan quyidagi guruhlariga bo'lish mumkin:

0,5 kVt gacha juda kichik mashinalar yoki mikromashinalar;

0,5, 20 kVt - kichik quvvatli mashinalar;

20, 250 kVt o'rtacha quvvatli mashinalar va 250 kVt dan ortiq quvvatli mashinalarga katta quvvatli mashinalar.

2. O'zgaras tok mashinasining tuzilishi



Oddiy o'zgaras tok mashinasining ko'rinishi ko'rsatilgan. O'zgaras tok mashinalari asosan ikki qismdan iborat: qo'zg'almas qismi stator va aylanadigan qismi yakordan iborat. Stator o'z navbatida yarmodan, asosiy qutb o'zagidan, qo'zg'atish cho'lg'amidan, qo'shimcha qutblardan, qo'shimcha qutb cho'lg'amlardan va boshqa konstruktiv elementlardan iborat.

1 mm bo'lgan elektrotexnik po'latdan yig'iladi ba'zi hollarda konstruktiv po'latlardan pam tayyorlanishi mumkin.÷O'zgaras tok mashinalarining asosiy qutblarini magnit o'zagi asosan qalinligi 0,5

Elektr mashinalarning magnit o'zaklari issiq holda juvalangan E41, E42, E43 markali yoki sovuq holda juvalangan E310, E320, E330 markali elektrotexnik magnit yumshoq po'latlardan tayyorlanadi. Keyingi paytlarda elektr mashinasozlik zavodlarida elektr mashinalarning magnit o'zaklarini tayyorlashda sovuq holda juvalangan E310, E320, E330 markali po'latlar keng qo'llanilmoqda.

4-rasm. Oddiy o'zgaras tok mashinasi 1) asosiy qutb o'zaklari; 2) yakor; 3) kollektor plastinalari; 4) cho'tkalar

Elektr mashinalarning magnit o'zaklaridagi induksiya asosan 1,2-1,5 Tl, issiq holda juvalangan po'latlar uchun 1,5-1,7 Tl ni va magnit o'zagi sovuq holda juvalangan po'latdan tayyorlangan magnit o'zaklarda induksiya 1,0-1,5 Tl ni tashkil etadi.

31 mavzu. Mexatron sistemalarning informatsion qurilmalari. Harakatlarni sezuvchi datchiklar. Tezlik datchiklari. Texnologik parametrlar datchigi.

Mamlakatimizda kompyuter texnologiyasini o'rganishga oid darslik va qo'llanmalar istagancha topiladi. Biroq robototexnika fanini o'rganish hali yetarli darajada yo'lga qo'yilmagan. Holbuki, robototexnikani o'zlashtirmasdan dunyo taraqqiyotiga qo'shib, uning yutuqlariga erishib bo'lmaydi. Shu boisdan ham umumiy o'rta ta'lim hamda o'rta maxsus va oliy ta'lim muassasalarida robototexnika alohida dars sifatida o'qitilishi zamon talabiga aylanib ulgurdi.

Robototexnika darsi o'ziga xos qiziqarli bo'lishi bilan birga maktablarda fizika, matematika, informatika darslarini chuqurroq o'rganish, yoshlarni chuqur fikrlash qobiliyatlarini rivojlantirish, jamiyat hayotida o'z o'rinlarini his etishlari uchun juda katta ahamiyatga ega. Bu esa o'quvchilarda ushbu darslarga mehrni kuchaytiradi, qiziqishini orttiradi, nazariy bilimlarini amaliyotga tatbiq etishda samarali natijalar beradi va eng asosiysi xalqaro talim tizimi "STEM — (Science, Technology, Engineering and Mathematics)"ni joriy qilinishida o'z hissasini qo'shadi.

Innovatsion rivojlanish vazirligi huzuridagi Innovatsion ishlanmalarni joriy etish ilmiy-amaliy markazi tomonidan bu borada bir qator muvaffaqiyatlarga erishilmoqda. Xususan, maktab o'quvchilarining qishki ta'til vaqtini mazmunli va foydali o'tkazish maqsadida "Innocamp" innovatsion oromgohi tashkil etildi. Poytaxtimizda "International Robotics Challenge" — xalqaro robototexnika musobaqasi" o'tkazildi. Yurtimiz yoshlari Qozog'iston Respublikasi Petrapvlovsk shahrida bo'lib o'tgan xalqaro musobaqada "Original robot" nominatsiyasi g'olibi bo'ldi. Ayniqsa, Innovatsion ishlanmalarni joriy etish ilmiy-amaliy markazi bilan Xalqaro robototexnika olimpiadasi qo'mitasi ("International Robot Olympiad Committee") o'zaro anglashuv memorandumini imzolanganidan ulkan tarixiy voqea bo'ldi.

Yurtimizda avtomatizatsiyalashtirilgan texnologiya bozori hali rivojlanish bosqichida. Ayni paytda sanoat robotlariga talab kundan-kun oshib bormoqda. Shu ma'noda, vazirligimiz bir qator davlatlarning bu boradagi tajribasini chuqur o'rganib, yurtimiz sanoat robototexnikasi sohasiga keng tatbiq etib kelmoqda. Masalan, Janubiy Koreyaning TEGU sanoat robototexnikasini avtomatlashtirish markazi bilan samarali hamkorlik aloqalari yo'lga qo'yilgan. Hozirgi paytda Janubiy koreyalik do'stlarimiz O'zbekistonda texno-park tashkil qilishga qiziqish bildirmoqda.

Shuni qayd etish lozimki, robototexnika fanini ta'lim tizimiga izchillik bilan joriy etish kelajakda yoshlarning zamon talablariga mos fikrlash doirasining shakllanishiga zamin yaratadi. Qolaversa, nafaqat robototexnika sohasida balki iqtisodiyotning boshqa turli tizimlari rivojlanishiga turtki bo'ladi.

Turli xil avtomatik qurilmalar inson hayotida shunday mustahkam o'rinni egallaydi, ularsiz zamonaviy tsivilizatsiyani tasavvur qilishning iloji yo'q. Biroq,

robototexnika tarixi juda uzoq, odamlar deyarli butun tarix davomida turli xil mashinalarni yaratishni o'rganishdi. Albatta, qadimgi avtoulavlarni zamonaviy mashinalar bilan taqqoslab bo'lmaydi, ular ko'proq o'xshash edilar. Biroq, ular mashinalarni yaratish g'oyalari, xususan, odamni sun'iy ravishda taqlid qilish insoniyat tarixining eng qadimiy qatlamlarida kuzatilganligini namoyish etadilar.

Mashhur Karel apapek bu so'zni kiritdi. U birinchi marta bu atamani 1920 yilda chiqarilgan Rossum Universal Robotlar pyesi nomida ishlatgan. Biroq, uni "robot" so'zining muallifi deb hisoblash mumkin emas, bu faqat "ish" degan ma'noni anglatadigan chex robotidan kelib chiqqan. Yozuvchining o'z so'zlariga ko'ra, bu so'zni akasi Jozef taklif qilgan, Chapekning o'zi esa qahramonlarining ismini aytishga qaror qilmagan. Chapek spektakli ko'pchilikka tanish bo'lib tuyuladi: dastlab odamlar mexanik xizmatkorlaridan turli mashhaqqatli ishlarda foydalanadilar, keyin esa isyon ko'taradilar va o'z navbatida odamlarni qul qiladilar. Hozirgi ma'noda, "robot" bu biron bir dastur asosida mustaqil ravishda, inson yordamisiz ishlaydigan mexanik qurilma.

1941 yilda "Yolg'onchi" hikoyasida ushbu mashinalarning xatti-harakatlarini tartibga solish uchun ishlab chiqarilgan Isaak Asimov robototexnika to'g'risidagi mashhur qonunlarni bayon qildi. Robot odamga zarar etkaza olmaydi yoki uning harakatsizligi tufayli ushbu zararni bajarishga imkon beradi. Robot birinchi qonunga zid kelmaguncha, odamga bo'ysunishi shart. Agar robot, agar dastlabki ikkita qonunga zid bo'lmasa, o'zini himoya qilishi mumkin. Keyinchalik, ushbu qonunlardan boshlab, Asimovning o'zi va boshqa mualliflar odamlar va mashinalar o'rtasidagi munosabatlarga oid juda katta asarlar yaratdilar. Azimov "robototexnika" tushunchasini taqdim etdi. Ilgari fantastika hikoyasida ishlatilgan so'z hozirgi vaqtda turli mexanizmlarni ishlab chiqish va qurish, jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqalar bilan shug'ullanadigan jiddiy ilmiy sohaning nomi.

5. Qadimgi dunyo mashinalari

Robototexnika tarixi qadimgi davrlarga borib taqaladi. Robotlarga o'xshash narsa bundan to'rt ming yil avval qadimgi Misrda kohinlar xudolar haykallari ichiga yashiringan va o'sha erdagi odamlar bilan suhbatlashganda kashf qilingan. Shu bilan birga, haykallar qo'llari va boshlarini siljitdi. Agar siz fantaziyaga biroz erkinlik bersangiz, robotlarga murojaatlarni topishingiz mumkin, masalan, qadimgi Yunoniston afsonalarida. Gomer, shuningdek, qadimgi Yunoniston xudosi Xefestest tomonidan yaratilgan Kritni dushmanlardan himoya qilish uchun bronzadan yasagan bahaybat Talos tomonidan yaratilgan mexanik xizmatchilarni ham eslatib o'tdi. Aflotun Tarentumning uchib ketishi mumkin bo'lgan sun'iy kaptar yasagan Archite haqida hikoya qiladi. Miloddan avvalgi III asrda arximediya, zamonaviy planetariyani juda eslatuvchi asbobni yaratgan: suvda harakatga keltiriladigan shaffof shar, o'sha paytda ma'lum bo'lgan barcha samoviy jismlarning harakati ko'rsatilgan. O'rta asrlarda odamlar allaqachon ko'plab qiziqarli narsalarni qila oladigan haqiqiy mashinalarni yaratishni boshladilar. Birinchi gumanoidli mashinalarni yaratishga urinishlar o'rta asrlarga borib taqaladi. 13-asrning taniqli alkimyogari Albert Buyuk, darvozabon vazifasini bajaruvchi va mehmonlarga ta'zim qilish uchun eshik ochadigan androidni yaratdi (android bu odamni tashqi

ko'rinishi va xulq-atvori bilan nusxa ko'chiradigan robotdir). Shuningdek, u odamning ovozi bilan gapira oladigan, ya'ni "bosh" deb nomlanadigan mexanizmni yaratdi.

32 mavzu. Mexatron modullar va sistemalarni boshqarishning zamonaviy usullari. Boshqarishda masalaning qo'yilishi va ierarxiyasi

Birinchi robotning loyihasi to'g'risida ishonchli ma'lumotlar saqlanib qolgan. Leonardo da Vinchi tomonidan yaratilgan. Bu zirhli ritsarga o'xshab android edi. Leonardoning chizmalariga ko'ra, u qo'llari va boshlarini qimirlatishi mumkin edi. Taniqli kashfiyotchi nima uchun tizzalarini oyoqlarini qimirlatish, ya'ni yurish qobiliyatiga bermaganligi savol tug'iladi. Ehtimol, u buni texnik jihatdan qiyin deb hisoblagan (bu haqiqat). Yoki ritsar otga minishi kerak deb taxmin qilingan va uning uchun harakatchanlik ixtiyoriy.

Da Vinchi o'zining "terminatori" ni qura oladimi yoki yo'qmi aniq ma'lum emas, ammo u sher paydo bo'lgan robotni yaratdi, u podshoh paydo bo'lganida, panjalari bilan ko'kragini yirtib, unda yashirilgan frantsuz gerbini ko'rsatdi. Bundan tashqari, Leonardo mexanizmlarning inson organlari bilan o'zaro ta'siri to'g'risida fikrga ega edi, ya'ni XV-XVI asr boshlarida u odamning asab tizimi tomonidan boshqariladigan protezlarning zamonaviy rivojlanishini oldindan bilgan.

XVI asrda Evropada asosan soat ishlash (soat ishlash) mexanizmlaridan foydalangan holda ko'plab qurilmalar yaratilgan. Masalan, Germaniyada sun'iy chivin va uchishga qodir burgut yasalgan, Italiyada esa lute o'ynaydigan ayol robot. 17-asrda evropaliklar birinchi mexanik "hisoblash mashinalari" ni ishlab chiqdilar va takomillashtirdilar. Avvaliga ular faqat qo'shib va \u200b\u200bayirishlari mumkin, ammo asr oxiriga kelib ular allaqachon bo'linish va ko'paytirishga qodir. Odamni va uning harakatlarini taqlid qiladigan va almashtiradigan mashinalarning rivojlanishi; ma'lumotlarni saqlash va qayta ishlash uchun mo'ljallangan qurilmalarni yaratish. Shu bilan birga, musiqa asboblarini chalish, yozish va chizish qobiliyatiga ega bo'lgan odamga o'xshash mexanik qurilmalar yaratishda davom etmoqda.

XIX asrning boshlanishi elektr energiyasi bilan odamlarning "do'stligi" ning boshlanishi bilan nishonlandi. U tez tarqalishni boshlaydi va inson faoliyatining ko'plab sohalariga kirib boradi. Shu bilan birga, turli xil mexanik hisoblash va tahliliy mashinalar takomillashtirilmoqda, telefon va telegraf ixtiro qilindi. AQShda XIX asrda ixtiro qilingan va ishlatilgan turli xil gumanoidli mashinalarning ma'lum tarixi bor:

1865 yilda dizayner Djonni Braynard ot o'rniga aravaga minilgan bug'li odamni yaratdi. Bu, aslida, odamga o'xshash (faqat kattaroqroq) bug 'dvigateli edi. Doimiy ravishda "cho'kib ketish" kerak edi, va u ot kabi jilovlar tomonidan boshqarilardi. Taxminlarga ko'ra, u soatiga 50 km tezlikda «yura» oladi. Bir muncha vaqt o'tgach, Frank Reid allaqachon "elektr odamini" boshdan kechirmoqda, ammo bu ixtiro haqida kam narsa ma'lum. 1893 yilda Archie Кемпион "Boilerplate" nomli sun'iy bug 'bilan ishlaydigan askarning modelini taqdim etdi, bu da'vo amalda bir

necha bor janglarda ishlatilgan. Ushbu ma'lumotlarning barchasi qiziqarli, ammo ba'zi shubhalarni keltirib chiqaradi, chunki ajoyib xususiyatlarga ega bo'lishiga qaramay, ushbu mahsulotlar hech qachon parovoz, lokomotiv va boshqalardan farqli o'laroq ommaviy ishlab chiqarishga kirishmagan. Ehtimol, ular faqat prototiplar ko'rinishida mavjud bo'lgan va hech qachon kattalar uchun o'yinchoq bo'lib, ularning qo'llanilishini topa olmagan.

XX asrda robototexnika tarixi o'zining so'nggi bosqichiga qadam qo'ydi, bu esa hozirda insoniyat biladigan robotlarning yaratilishiga olib keldi. Elektronika sohasida katta yutuqlar qilinmoqda, diodlar va triodlar paydo bo'ldi. Birinchi trubkali kompyuterlar dastlab nazariy jihatdan ishlab chiqilgan va keyinchalik amalga oshirilgan. Shu bilan birga, masofadan turib boshqariladigan, harakatlanadigan va gaplashadigan birinchi elektron yaratiladi. Keyin yorug'likka javob beradigan va po'stloq bo'la oladigan elektron it paydo bo'ladi. 20-asrning birinchi uchinchisiga kelib, radio orqali boshqariladigan androidlar telefonda gaplashishni, yurishni, hatto ko'rgazmada ma'ruzachi sifatida qatnashishni, chekishni chekishni va hokazolarni o'rganadilar. O'sha paytda, ko'pchilik hali ko'p narsa qolmagan deb o'ylashgan - va robotlar odamlarni almashtiradi. Biroq, o'sha paytda texnologiyaaning etishmasligi tufayli o'sha davrdagi androidlarni har qanday ish uchun qo'llash hali ham ishlamasligi aniq bo'ladi. Ammo bu topilmalar ixtirochilarni to'xtatmaydi - androidlar paydo bo'lishda davom etdi va hali ham ishlab chiqilmoqda. 1940-1950 yillarda elektronika, kompyuterlar va kompyuter dasturlarini takomillashtirish davom etdi, "sun'iy intellekt" tushunchasi paydo bo'ldi, shundan so'ng rivojlanishda sezilarli sakrash bo'lib, ular tezda "aqli bo'lib" o'sa boshladilar. Va nihoyat, 60-yillarning boshidan boshlab, insoniyatning orzusi amalga oshadi - mashinalar odamlarni og'ir, xavfli va qiziqmaydigan ishlarda almashtira boshlaydi. Birinchi zamonaviy robot-manipulyatorlari paydo bo'ldi. Avvaliga ular odamlar uchun faqat eng noqulay operatsiyalarni amalga oshiradilar, keyin avtomatik yig'ish liniyalari yaratiladi. Vaqt o'tishi bilan odamlar uchun aqldan ozish robotlardan boshlanadi. Bolalar uchun ko'plab robototexnika to'garaklari va maktablari, turli xil o'quv o'yinchoqlari va dizaynerlari ishlab chiqarilmoqda. Ko'ngilochar industriya ham chetda qolmaydi - 1986 yilda "Terminator" filmining birinchi qismi dunyoga tarqaldi.

Rossiyada, shuningdek Evropada robototexnika tarixi bir asrdan ko'proq vaqtga ega. Bir muncha vaqtdan beri rus olimlari turli xil avtomatik mashinalarni qurishda evropalik hamkasblaridan ortda qolmadi: 18-asrning oxirgi uchdan birida Rossiyada "Jacobson" mashinasi deb nomlangan hisoblash mashinasi yaratildi va 1790 yilda Ivan Petrovich Kulibin o'zining mashhur "tuxum" soatlarini yaratdi. Ularda bir nechta inson siymolari qurilgan bo'lib, ular muayyan harakatlarni amalga oshirganlar, shuningdek soat ham madhiya va boshqa musiqalarni ijro etishgan. Robototexnika tarixi uchun bir nechta muhim kashfiyotlar qilgan rus olimlari. Semen Nikolaevich Korsakov 1832 yilda informatika asoslarini yaratdi. U dasturlash uchun punch kartalaridan foydalangan holda, aqli hisoblash qobiliyatiga ega bo'lgan bir nechta mashinalarni yaratdi. Boris Semenovich Yakobi 1838 yilda birinchi elektr motorini ixtiro qildi va sinovdan o'tkazdi, uning asosiy dizayni hozirgi

kungacha dolzarb bo'lib qolmoqda. Yakobi uni qayiqqa minib, uning yordami bilan Neva bo'ylab yurishni amalga oshirdi. Akademik P.L. Chebishev 1878 yilda u yuradigan transport vositasining birinchi prototipini - to'xtash joyi mashinasini taqdim etdi. M.A. Bonch-Bruevich 1918 yilda triggerni ixtiro qildi, bu esa birinchi kompyuterlarni yaratishga imkon berdi va keyinchalik V.K.Zvorykin televizorga sabab bo'lgan elektron telefonni namoyish etdi. Birinchi kompyuter SSSRda 1948 yilda paydo bo'ldi va 1950 yilda MESM (kichik elektron hisoblash mashinasi) ishga tushirildi, u o'sha paytda Evropada eng tezkor edi. Rasmiy ravishda Rossiyada robototexnika tarixini 1971 yildan hisoblash mumkin. Keyinchalik, Bauman Moskva oliy texnik maktabida akademik E.P. Popov boshchiligidagi maxsus robototexnika va mexatronika kafedrasini tashkil etiladi. U milliy muhandislik robototexnika maktabining yaratuvchisiga aylandi. Mahalliy fan chet elliklar bilan munosib raqobatlashdi. 1974 yilda u avtomobillar o'rtasida shaxmat musobaqasida jahon chempioni bo'lgan. Va 1994 yilda yaratilgan Elbrus-3 superkompyuteri o'sha paytdagi eng kuchli Amerika kompyuterlaridan ikki baravar tez edi. Ammo u ommaviy ishlab chiqarishga qo'yilmadi, ehtimol o'sha paytda mamlakatdagi og'ir vaziyat tufayli.

Rasmiy ravishda Rossiyada robototexnika ishlarining boshlanishi 1971 yilga to'g'ri keladi. O'sha paytda u SSSRda fan tomonidan rasman tan olingan. O'sha vaqtga kelib, Rossiya tomonidan ishlab chiqarilgan pulemyotlar allaqachon kosmik bo'shliqlarni haydashgan edi. 1957 yilda dunyodagi birinchi sun'iy Yer sun'iy yo'ldoshi orbitaga chiqdi. 1966 yilda Luna-9 stantsiyasi oyga Erdan radio signalini uzatadi va Venera-3 apparati sayyoraga muvaffaqiyatli etib, u erda SSSR pennini o'rnatdi. Atigi to'rt yil ichida yana ikkita oy stantsiyasi ishga tushirildi va ikkalasi ham o'z vazifalarini muvaffaqiyatli bajardilar. Luna-17 stantsiyasi tomonidan etkazib berilgan "Lunoxod-1" apparati rejalashtirilganidan uch baravar ko'proq vaqt ishladi va Sovet olimlariga ko'plab qimmatli ma'lumotlarni etkazdi. 1973 yilda, xuddi shu seriyadagi boshqa stantsiya Oyga yana bir oy ravnaqini topshirdi va u ham o'z vazifasini a'lo darajada bajardi.

33 mavzu. Ijro, taktik va strategik sathlarni boshqaruv sistemlari. Ijro sathini boshqarish sistemasi. Taktik sathni boshqarish sistemasi.

Zamonaviy robotlar inson hayotining ko'plab sohalariga kirib bordi. Ularning xilma-xilligi hayratlanarli: bu erda faqat bolalar o'yinchoqlari va barcha avtomatlashtirilgan zavodlar, jarrohlik komplekslari, sun'iy uy hayvonlari, harbiy va fuqaroviy uchuvchisiz uchish apparatlari mavjud. Dunyodagi ko'plab tashkilotlar ularni doimiy ravishda rivojlantirish va takomillashtirish bilan shug'ullanmoqda. Rossiyada ilmiy robototexnika sohasida etakchi mavqega 1961 yilda Politexnika institutida dizayn byurosi sifatida asos solingan Sankt-Peterburgdagi RTK Markaziy ilmiy-tadqiqot instituti (robototexnika va texnik kibernetika ilmiy-tadqiqot instituti) kiradi. Ushbu yirik markaz Buran kosmik kemasi, Luna seriyali stantsiyalari va xalqaro kosmik stantsiyalar uchun elektron tizimlarni ishlab chiqdi. "Mexatronika va robototexnika" ixtisosligi dunyoning ko'plab texnik universitetlarida mavjud. Bunday ma'lumotga ega bo'lgan mutaxassislar mehnat bozorida katta talabga ega,

chunki avtomatlashtirish inson faoliyatining ko'plab sohalariga chuqurroq kirib boradi. Bo'sh vaqtlarida ushbu mavzuni yaxshi ko'rganlar uchun Rossiyada ham, boshqa mamlakatlarda ham robototexnika bo'yicha ko'plab kitoblar nashr etildi. Mavjud texnologiyalar misli ko'rilmagan balandlikka erishganiga va robotlar odamlar tomonidan faol ishlatilayotganiga qaramay, ularning gumanoid vakillari - androidlar hamon "ishlamayapti". Ular takomillashtirilmoqda, tobora murakkab modellar ishlab chiqilmoqda, lekin amaliy qo'llanishda ular hali ham umidsiz ravishda g'ildirakli, kuzatilgan va hatto statsionar "hamkasblari" ga yutqazmoqda va umuman, o'yinchoq bo'lib qolmoqda. Gap shundaki, odam yurishi juda murakkab jarayon bo'lib, uni mashina uchun taqlid qilish unchalik oson emas. Bundan tashqari, amaliy nuqtai nazardan, gumanoid robotlarda shoshilinch ehtiyoj yo'q. Avtomatik ishlab chiqarish liniyalariga birlashtirilgan statsionar manipulyatorlar muvaffaqiyatli ishlamoqda. Harakatlanish kerak bo'lgan joyda - bu omborda ishlarni bajarish, bombalarni tozalash, vayron bo'lgan binolarni tekshirish - g'ildirakli va izlangan haydovchi inson oyoqlariga taqlid qilishdan ko'ra ancha sodda va samaraliroq. Shunga qaramay, odamlar android-larda ishlashdan bosh tortishmaydi, butun dunyo bo'ylab musobaqalar muntazam ravishda o'tkazilib, unda turli xil robototexnika maktablarining vakillari o'z mahsulotlarini boshqarish bo'yicha o'z mahoratlarini namoyish etadilar. Turnirlar doimiy ravishda va to'g'ridan-to'g'ri mashinalar o'rtasida, masalan, shaxmat yoki futbolda o'tkaziladi.

Tasniflashning bir necha usullari mavjud. Bajarilgan ishlarning xarakteriga ko'ra, mashinalar sanoat, qurilish, qishloq xo'jaligi, transport, maishiy, harbiy, xavfsizlik, tibbiy va tadqiqot uchun bo'linadi. Tekshirish turiga ko'ra, ular operator tomonidan boshqariladigan, yarim avtonom va to'liq avtonomga bo'linadi. Birinchi toifadagi avtomobillar shunchaki masofadan boshqariladigan mashinalardir (eng oddiy misol - bu bolalar radiosini boshqaradigan mashina yoki vertolyot). Yarim avtonom avtoullovlar operatsiyalarning bir qismini mustaqil ravishda amalga oshirishi mumkin, ammo muhim daqiqalarda inson aralashuvi hali ham talab qilinadi. To'liq avtonom robotlar barcha operatsiyalarni mustaqil ravishda bajaradilar (masalan, avtomatik yig'ish liniyalarining manipulyatorlari). Robotlarning quyidagi sinflari harakatchanlik darajasi bilan ajralib turadi: statsionar va mobil. Statsionar - bu hamma, masalan, avtomobil zavodlarida ko'rishga odatlangan bir xil manipulyator. Mobil qo'shimcha ravishda yurish, g'ildirakli yoki kuzatuvga bo'linadi.

34 mavzu. Mexatron sistemalarda intellektual boshqarish usullari

Noaniq mantiq usuli. Neyro tarmoq usuli.

Ayrim fazalari bir-biriga nisbatan 120° ga siljigan stator cho'lg'amlarining toki, fazoda bir-biriga nisbatan 120° ga siljigan magnitlovchi kuchlarni va stator ichida ma'lum bir tezlikda aylanadigan aylanma magnit maydoni (magnit oqimi) ni hosil qiladi.

Endi ayrim faza cho'lg'amlari ikki o'ramdan iborat bo'lgan uch fazali asinxron dvigatel` statorida aylanma magnit maydonining hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz. 10-rasmda ayrim faza cho'lg'amlari ikki o'ramdan, ya'ni stator

o'zagining pazlarida joylashgan to'rtta simdan iborat bo'lgan stator sxemasi chizilgan. Stator cho'lg'ami yulduz usulida ulangan. O'zakning 1, 2, 7 va 8-pazlaridagi simlar A fazaga; 5, 6, 11 va 7.6-pazlaridagi simlar V fazaga; 9, 10, 3 va 4-pazlaridagi simlar S fazaga tegishlidir. Cho'lg'amning bosh uchidan oxirgi uchiga yo'nalgan tok musbat, teskari tomonga yo'nalgan tok manfiy deb qabul qilinadi. Ma'lumki, tokli har bir cho'lg'am o'zgaruvchan magnit maydonini hosil qiladi. Uch fazali tokning uchta o'zgaruvchan magnit maydoni qo'shib umumiy yig'indi magnit maydonini hosil qiladi. Yig'indi magnit maydonining yo'nalishi ham doim o'zgarib turadi. Lekin vaqtning istalgan ayrim momentlari uchun uning yo'nalishini aniqlash mumkin. 9-rasm, b da cho'lg'amlardan o'tadigan uch fazali tokning vaqt ichida o'zgarish grafigi ko'rsatilgan. Unda vaqtning boshlang'ich momentida ($t = 0$ bo'lganda) tok A fazada musbat va maksimal qiymatga ega bo'lsin. Bunda V va S fazalarda tok manfiy, qiymati esa I_A tokning yarmiga teng bo'ladi (10-rasm, a). Cho'lg'am simlarida tok yunalishi musbat bo'lsa ($-J$) bilan, manfiy bo'lsa nuqda bilan ko'rsatilgan. Uchta cho'lg'am simlaridagi tokning yunalishiga qarab yig'indi magnit maydonining yo'nalishini aniqlash mumkin. 10-rasmda fazalarda tok maksimal bo'lganda yig'indi magnit maydonining yo'nalishi, shu maydonning kuch chiziqlari va magnit induksiyasining o'zgarish shakli (shtrixlangan yuza) ham ko'rsatilgan. A fazada tok maksimal bo'lganda yig'indi magnit maydonining kuch chiziqlari stator po'lat o'zagining o'ng tomonida po'lat o'zakdan havoga, chap tomonida esa havodan po'lat o'zakka yo'naladi. Demak, shu momentda po'lat o'zak yarmining ung tomoni shimoliy magnit qutb; chap tomoni janubiy magnit qutb vazifasini bajaradi. $t = \sqrt{3}T$ bulganda V fazada tok musbat va maksimal qiymatga; L va S fazalarda esa manfiy va qiymati I_V tokning yarmiga teng bo'ladi. Bunda yig'indi magnit maydoni yangi vaziyatni oladi va oldingiga nisbatan 120° ga buriladi. $t = 2\sqrt{3}T$ bo'lganda S fazada tok maksimal bo'ladi va hokazo. Demak, ayrim faza cho'lg'amlarida tok o'zgarganda magnit maydonining shakli o'zgarmaydi va maydon o'qi soat strelkasi harakati yo'nalishida uzluksiz aylanadi. Shunday qilib, asinxron dvigatel statorining cho'lg'amlaridan uch fazali tok o'tganda stator ichida o'z-o'zidan aylanuvchi aylanma magnit maydoni hosil bo'lar ekan. Cho'lg'amlarni tarmoqqa ulaydigan uchta simdan ikkitasining o'rni o'zgartirilsa, aylanma magnit maydonining aylanish yo'nalishi o'zgaradi.

Stator cho'lg'amining har bir fazasi faqat bitta g'altakdan iborat bo'lsa, uch fazali tok sistemasi asinxron mashinada ikki kutbli magnit maydonini hosil qiladi. Agar mashina ikki kutbli bo'lsa, o'zgaruvchan tokning bir davri ichida magnit maydoni 360° ga buriladi, ya'ni bir marta aylanadi. Uch fazali cho'lg'amdan o'tuvchi tok ko'p kutbli aylanma magnit maydonini ham hosil qiladi. Masalan, $r = -2$, ya'ni 4 kutbli magnit maydonini hosil qilish uchun statorning har bir faza cho'lg'ami ikkita g'altakdan iborat bo'lishi va burchak esa ikki marta kichik bo'lishi, ya'ni o'ram simlari $180^\circ/2 = 90^\circ$ dagi pazlarda joylashishi kerak.

Statorda hosil bo'ladigan magnit maydonining aylanish chastotasi o'zgaruvchan tok chastotasining qiymati f ga to'g'ri proporsional va juft qutblar soni (r) ga teskari proporsional bo'ladi. Aylanma magnit maydonining aylanish chastotasi n_1 bilan belgilanadi va qo'yidagicha aniqlanadi:

Aylanma magnit maydonining aylanish tezligi (chastotasi) sinxron tezlik deyiladi, u baʼzan p_s bilan ham belgilanadi. Agar oʻzgaruvchan tok chastotasi $f=50$ Gs bulsa, aylanma magnit maydonining aylanish chastotasi faqat juft kutblar soniga bogʻliq boʻladi. Juft kutblar soniga qarab aylanma magnit maydonining aylanish tezligi ham har xil boʻladi, masalan: agar $r=1$ boʻlsa, $p_x=3000$ ayl/min, $r=2$ boʻlsa, $n_1=1500$ ayl/min, $p=3$ boʻlsa, $n_1=1000$ ayl/min, $r=4$ boʻlsa, $n_1=750$ ayl/min boʻladi.

Asinxron dvigatelning stator choʻlgʻamlari tarmoqqa ulanganda uning rotori aylana boshlaydi. Rotorning tezligi p_2 asta-sekin oʻsib boradi, lekin magnit maydonining tezligiga eta olmaydi

Asinxron motorning energetik diagrammasi koʻrsatilgan. Bunda elektr tarmogʻidan motorga beriladigan aktiv quvvat quyidagicha ifodalanadi:

$$P_1 = 3U_{1\phi} I_{1\phi} \cos \varphi_1 \text{ Vt.} \quad (7-1)$$

Bu quvvatning bir qismi motor poʻlat oʻzagining va stator chulgʻamining qizishiga sarflanadi. Stator chulgʻamining qizishiga sarflanadigan quvvat isrofi $P_{M,CT} = 3I_{1\phi}^2 R_1$ boʻladi.

P_1 quvvatning qolgan qismi elektromagnit usulda rotorga beriladi. Buni elektromagnit R_{em} quvvat deyiladi. R_{em} quvvatning bir qismi rotor chulgʻamining qizishiga sarflanadigan quvvat isrofi $P_{M,CT} = 3I_{2\phi}^2 R_2$ Vt boʻladi. elektromagnit quvvatning qolgan qismi mexanik quvvat R_{mex} deyilib, u rotorni harakatga keltirish uchun sarflanadi. Rotordagi mexanik quvvatdan mexanik ishqalanishlarga sarflanuvchi va qoʻshimcha quvvat isrofi R_q ayirilsa, u holda motor validagi foydali quvvat R_2 olinadi. R_2 ning qiymati motor shchitida koʻrsatiladi. Shunday qilib, P_1 ning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$P_1 = \frac{P_1}{\eta} \text{ .} \quad (7-2)$$

Bunda η – motorning foydali ish koeffisienti boʻlib, u quyidagicha ifodalanadi:

$$\eta = \frac{P_1 - \sum P}{P_1} \text{ ,} \quad (7-3)$$

bunda

$$\sum P = P_n + P_{M,CT} + P_{M,POT} + P \text{ ,} \quad (7-4)$$

Asinxron motorlar uchun $\eta = 0,7 \div 0,9$ boʻlib, η ning yuqori qiymati katta quvvatli motorlarga taaluqli.

Elektromagnit quvvatdan rotorda hosil boʻlgan mexanik quvvatni ayirib rotor chulgʻamining qizishi uchun sarflangan quvvat $P_{M,POT}$ aniqlanadi, yaʼni $P_{M,POT} = P_{EM} - P_{MEX}$. Rotorda hosil boʻlgan mexanik quvvatni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$P_{MEX} = M\omega_2 = M \frac{2\pi n_2}{60} \text{ Vt,} \quad (7-5)$$

bunda M – rotorning aylantiruvchi momenti, Hm;

n_2 – rotorning minutiga aylanishlar soni, ayl/min.

Rotorga berilgan elektromagnit quvvat quyidagicha ifodalanadi:

$$P_{EM} = M\omega_1 = M \frac{2\pi n_1}{60}, \quad (7-6)$$

$n_1 = n_2 (1 - S)$ bo'lgani uchun $P_{M.POT}$ quyidagicha ifodalanadi:

$$P_{M.POT} = P_{EM} - M \frac{2\pi n_1(1-S)}{60} = P_{EM} - P_{EM}(1-S) = P_{EM} \cdot S \quad (7-7)$$

Demak, (9-7) ifodaga binoan rotor chulg'aming qizishi uchun sarflanadigan quvvat isrofi sirpanishga to'g'ri proporsional bo'lar ekan.

Asinxron motorning mexanik xarakteristikasini $S=f(M)$ bog'lanish bilan ifodalash qulayroq bo'ladi. Mexanik xarakteristika tenglamasini keltirib chiqarishda rotor chulg'ami statornikiga keltirilgan asinxron motorning ekvivalent sxemasidan va () ifodadan foydalaniladi. (7-6) ifodaga binoan asinxron motorning aylantiruvchi momenti $M = \frac{P_{EM}}{\omega_1}$. Bu ifodadagi P_{EM} o'rniga uning (7-7) dan aniqlangan

$P_{EM} = \frac{P_{M.POT}}{S}$ qiymati qo'yilib, quyidagi hosil qilinadi:

$$M = \frac{P_{EM}}{\omega_1} = \frac{P_{M.POT}}{S\omega_1} = \frac{mI_2^2 R_2}{S\omega_1} HM. \quad (7-8)$$

(9-8) ga binoan aylantiruvchi momentning qiymati rotor chulg'aming qizishi uchun sarflanadigan quvvat isrofiga to'g'ri proporsional. Rotor parametrlarini stator chulg'amiga keltirish uning misidagi quvvat isrofining qiymati o'zgarmas, ya'ni $I_2^2 R_2 = (I_2^k)^2 R_2^k$ bo'lganligidan (7-8) ni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$M = \frac{m(I_2^k)^2 R_2^k}{S\omega_1} HM \quad (7-9)$$

bunda m – fazalar soni bo'lib, uch fazali asinxron motor uchun $m = 3$. (9-9) dagi I_2^k o'rniga uning G-simon ekvivalent sxemadan aniqlangan qiymatini qo'yib mexanik xarakteristikaning quyidagi tenglamasi hosil qilinadi:

$$M = \frac{3 \cdot U_{1\phi}^2 R_2^k}{\omega_1 [(R_2 + \frac{R_2^k}{S}) + (X_1 + X_2^k)^2] S} = \frac{3 \cdot P U_{1\phi}^2 R_2^k}{2\pi f_1 [(R_2 + \frac{R_2^k}{S}) + (X_1 + X_2^k)^2] S}. \quad (7-10)$$

(9-10) ifodaga binoan asinxron motor aylantiruvchi momentning qiymati elektr tarmog'idan statorga beriladigan kuchlanishning kvadratiga proporsional, ya'ni $M = U_{1\phi}^2$ bo'ladi. Demak, kuchlanishning bir oz o'zgarishida aylantiruvchi momentning keskin o'zgarishi sodir bo'ladi. Bu asinxron motorning asosiy kamchiliklaridan biri hisoblanadi. mexanik xarakteristikani qurish uchun S o'rniga uning yuklamalardagi $S = 0 \div 1$ gacha bo'lgan qiymatlari qo'yilib (7-10) dan S ning bu qiymatlariga tegishli aylantiruvchi momentlar aniqlanadi. Bu qiymatlarga binoan mexanik xarakteristikani qurishda $U_{1\phi}$ va f_1 o'zgarmas deb qabul qilinadi. aylantiruvchi momentning ishga tushirishdagi M_{isht} qiymatini aniqlash uchun (7-10) ifodadagi S o'rniga uning ishga tushirish paytidagi $S = 1$ qiymatini qo'yish kifoya. Bunda M_{isht} uchun quyidagi ifoda olinadi:

$$M_{ISHT} = \frac{3 \cdot U_{1\phi}^2 R_2^k}{\omega_1 [(R_2 + R_2^k)^2 + (X_1 + X_2^k)^2]} \quad (7-11)$$

Aylantiruvchi momentning maksimal qiymatin aniqlash uchun (7-10) ifodadan $\frac{dm}{ds}$ hosila olinib, uni nolga tenglash lozim. Buning natijasida maksimal aylantiruvchi momentga tegishli sirpanishning quyidagi kritik qiymati aniqlanadi:

$$S_{KR} = \pm \frac{R_2^k}{\sqrt{R_1^k + (X_1 + X_2^k)^2}} = \mp \frac{R_2^k}{X_1 + X_2^k}, \quad (7-12)$$

bunda R_1 qiymati $(X_1 + X_{2k})$ ga nisbatan ancha kichik bo'lgani uchun uni hisobga olinmaydi. (7-10) dagi S o'rniga uning (7-12) dagi kritik qiymatini qo'yib, aylantiruvchi momentning quyidagi maksimal qiymati aniqlanadi:

$$M_{MAX} = \frac{3 \cdot U_{1\phi}^2}{2\omega_1 [R_1^2 + (X_1 + X_2^I)^2 \pm R_1]} \approx \pm \frac{3 \cdot U_{1\phi}^2}{2\omega_1 [(X_1 + X_2^I)^2 \pm R_1]}. \quad (7-13)$$

(7-12) va (7-13) ifodalardagi musbat ishora asinxron mashinaning motor va tormoz rejimlariga tegishli bo'lib, bunda $S > 0$, manfiy ishora esa, asinxron mashinaning generator rejimiga tegishli bo'lib, bunda $S < 0$ bo'ladi.

(7-10) ifodaga binoan mexanik xarakteristikani qurish uchun R_2, R_2^k, X_1 va X_2' lar ma'lum bo'lishi kerak, ammo motorning bu parametrlari kataloglarda, ko'pincha, berilmaydi. Shu sababli (7-10) ifodani (7-13) ifodaga bo'lib, mexanik xarakteristikani hisoblash uchun qulay bo'lgan quyidagi tenglama olinadi:

$$M = \frac{2M_{MAX}(1+q)}{\frac{S}{S_{KR}} + \frac{S_{KR}}{S} + 2q}, \quad (7-14)$$

bunda $q = \frac{R_1}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2^k)^2}} = S_{KR} \frac{R_1}{R_2^k}$. Odatda, asinxron motorlar uchun $R_1 \approx R_{2k}$

bo'lgani uchun $q \approx S_{KR}$ bo'ladi. Katta quvvatli asinxron motorlarda R_1 ning qiymati juda ham kichik bo'lgani uchun $R_1 \approx 0$ deb qabul qilinsa, u holda $q = 0$ bo'ladi. Bunda mexanik xarakteristika tenglamasi yana ham soddalashib quyidagicha ifodalanadi:

$$M = \frac{2M_{MAX}}{\frac{S}{S_{KR}} + \frac{S_{KR}}{S}} \quad (7-15)$$

(9-15) ifodaga binoan mexanik xarakteristikani qurish uchun S_{KR} ni aniqlab olish kifoya. Buning uchun (9-15) ifodadagi M va S o'rniga ularning nominal qiymatlarini qo'yib, undan S_{KR} qiymati quyidagicha topiladi:

$$S_{KR} = S_H (\lambda \pm \sqrt{\gamma^2 - 1}), \quad (7-16)$$

bunda $\lambda = \frac{M_{MAX}}{M_H}$ – asinxron motorning o'ta yuklanish qobiliyatini xarakterlovchi

koeffisient, normal tuzilishdagi motorlar uchun $\lambda = 1,8 \div 2,5$ bo'ladi. Bu koeffisientning qiymati motor kataloglarida beriladi;

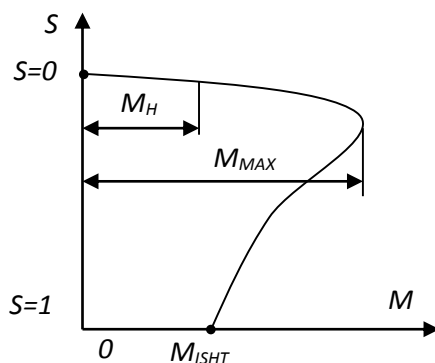
$$M_H = 9550 \frac{P_H}{n_H} H_M = 9759550 \frac{P_H}{n_H} K G m \quad - \quad \text{aylantiruvchi momentning nominal}$$

qiymati;

P_H - rotor validagi foydali nominal quvvat, kVt. Nominal quvvatning qiymati ham motor shchitida beriladi;

n_H - nominal yuklama bilan ishlayotgan motorning nominal chastotasi bo'lib uning $\frac{ayl}{min}$ birligidagi qiymati ham motor shchitida berilgan bo'ladi. Aylantiruvchi momentning maksimal qiymati $M_{MAX} = \lambda M_H$ bo'ladi.

(7-16) ifodadagi ($\pm$) ishoring musbati motor, manfiysi esa generator rejimlariga tegishlidir. Shunday qilib, sirpanishga turli, ya'ni $S = 0 \div 1$ gacha qiymatlar berib, ularga tegishli aylantiruvchi moment qiymatlari aniqlanadi. 7.2-rasmda qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorning (7-15) ifoda asosida qurilgan mexanik xarakteristikasi ko'rsatilgan.



O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA
INSTITUTI



“TJABIT” KAFEDRASI
«MEXATRONIKA» FANI BO‘YICHA
AMALIY ISHLARINI BAJARISH UCHUN
USLUBIY KO‘RSATMALAR

**Ta‘lim yo‘nalishi: 5311000 Texnologik jarayonlar va ishlab
chiqarishni avtomatlashtirish va
boshqarish (paxta, to‘qimachilik va
yengil sanoat)**

NAMANGAN-2021 YIL

Fanning ishchi o'quv dasturi O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 201_ yil __-martdagi __-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan "Mexatronika" fani dasturi asosida tuzildi.

Tuzuvchi:

Qodirov D.T. – NamMTI, "TJABIT" kafedrası dotsenti.

Taqrizchilar:

G.Gulyamov – NamMQI, «Fizika» kafedrası professori, fizika-matematika fanlari doktori

H.Abdullayev – NamMTI, «Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish va informatsion texnologiyalar» kafedrası dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

Uslubiy ko'rsatma **"Texnologik jaryonlarni avtomatlashtarish va boshqarish va inavotsiyon texnologiyalar"** kafedrasining _____dagi ____-sonli majlisida ko'rib chiqildi va ma'qullandi.

Uslubiy ko'rsatma "Avtomatika va Energitik" fakultetining _____dagi ____-sonli majlisida muhokamadan o'tgan va institut o'quv uslubiy kengashida ko'rib chiqishga tavsiya qilingan.

Uslubiy ko'rsatma Namangan muhandislik-texnologiya instituti Kengashida muhokama etilgan va foydalanishga tavsiya qilingan _____dagi ____-sonli bayonnoma).

MUNDARIJA

1-Amaliy mashg'ulot	Avtomatlashtirilgan elektromexanik sistemalar qo'yiladigan talablarni aniqlash. Ishonchliligi, tannarxi arzonligi, chidamliligi.....	
2-Amaliy mashg'ulot	Elektromexanik sistemalarda yuklama momenti va kuchini hisoblash. Yuklama momentini hisoblash usullari. Yuklama kuchini hisoblashda hisobga olinadigan faktorlar.....	
3-Amaliy mashg'ulot	Yuklama quvvatini hisoblash. Ijro mexanizmi. Yuklama diagrammasini qurish. Dvigatelni tanlash. Reduktorning uzatish sonini hisoblash. Tanlangan dvigatelni tekshirish.....	
4-Amaliy mashg'ulot	Elektromexanik sistemalar informatsion elementlarini tanlash. Elementlarni tanlashda e'tiborga olinadigan faktorlar.....	
5-Amaliy mashg'ulot	Holat, tezlik va moment datchiklari. Elektr yuritma holatini rostdash sistemasi parametrlarini hisoblash.....	
6-Amaliy mashg'ulot	O'zgarmas tok dvigatelli struktura sxemasi parametrlarini aniqlash. Statik elektromexanik xarakteristikani qurish.....	
Adabiyotlar ro'yxati		

Amaliy mashg'ulot. №1

6-soat

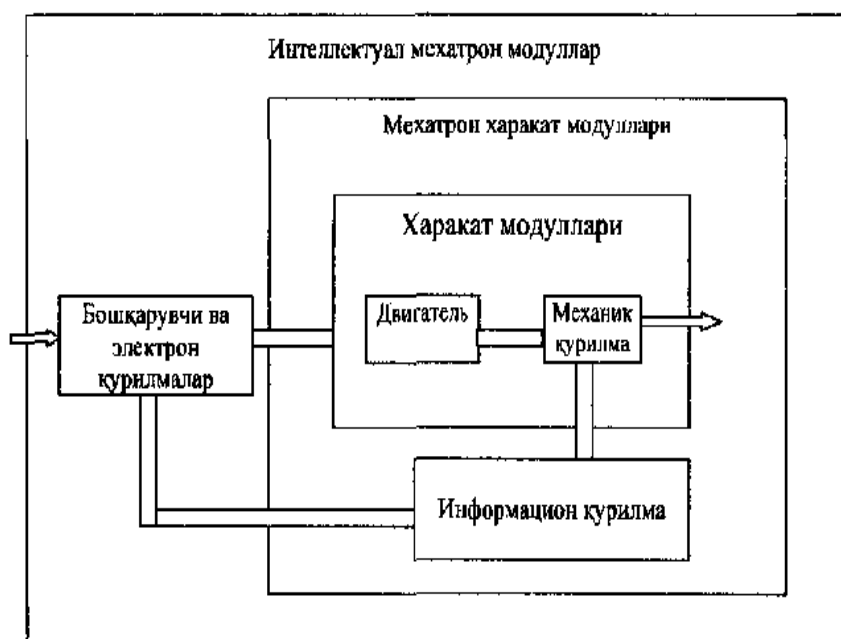
Mavzu: Avtomatlashtirilgan elektromexanik sistemalarga qo'yiladigan talablarni aniqlash. Ishonchliligi, tannaxi arzonligi, chidamliligi.

Ishdan maqsad: Avtomatlashtirilgan elektromexanik sistemalarga qo'yiladigan talablarni aniqlash. Ishonchliligi, tannaxi arzonligi, chidamliligi o'rganish.

Qisqcha nazariy ma'lumot :

Мехатрон модулларга қуйидаги талаблар қўйилади:

- машиналар ва системаларни жаҳон стандартига батамом жавоб бериши;
- машиналар ва системаларнинг сифат жиҳатдан янги функционал масалаларини бажара олиш;
- машиналар ишчи органларининг ўта юқори тезлигини таъминлаш;
- модулларнинг ультрапрецизион ҳаракатларини микро- ва нанотехнологияларда амалга ошириш;
- модулларнинг ва ҳаракатланувчи системаларнинг компактлиги;
- кўп координатали машиналарнинг янги кинематик структуралари ва конструктив компановкаларини олиш;
- ўзгарувчи ва ноаниқ ташқи муҳитда системаларнинг интеллектуал фаолиятини таъминлаш.



NAMUNAVIY MASALALARNI Yechish

Aktiv – induktiv yuklama xarakteridagi quvvati $R=50 \text{ kVt}$ bo'lgan iste'molchi uch fazali elektr tarmog'iga transformator orqali ulanishi kerak. Quyidagi uchta transformatoridan bittasi (tejamlisi) tanlansin:

	I	II	III
Nominal quvvat, kVt	63	100	160

Cho'lg'amdagi isrof, kVt		1,65	2,6	3,9
Salt ishlash quvvat isrofi, kVt	0,29	0,375	0,55	

Topish kerak:

- Uchta transformatorning xam maksimum FIK η uchun to'la quvvatlari;
- $\cos\varphi=1$ va $\cos\varphi=0,8$ uchun maksimum FIK η ;
- berilgan yuklama uchun FIK η ;
- bir yillik (8760 soat) quvvat isroflari uchun xarajatlar k_{63} , k_{100} , k_{160} , agarda elekt energiyasi narxi $e=16,5$ so'm/(kVt·s) bo'lsa;
- eng tejamli transformatorni ishlatish jarayonidagi elekt energiyasi isrofi uchun tejalgan yillik xarajatlar.

Yechish

a) Transformatorning nisbiy yuklamasini $x=S_2/S_n$ bilan belgilaymiz, u xolda cho'lg'amdagi quvvat isrofi $R_r=x^2 R_{r,n}$ bo'ladi. Eng katta FIK

$$R_{0,x}=R_r=x^2 R_{r,n}, \text{ Bundan } x=\sqrt{P_0/P_{r,n}}.$$

To'la quvvatni topamiz.

$$x_1=\sqrt{\frac{P_{01}}{P_{r,n1}}}=\sqrt{\frac{0,29}{1,65}}=0,417$$

$$S_1=x_1 S_{N1}=0,417*63=26,3 \text{ kVA};$$

$$x_{11}=\sqrt{\frac{P_{011}}{P_{r,n11}}}=\sqrt{\frac{0,375}{2,6}}=0,378$$

$$S_{11}=x_{11} S_{N11}=0,378*100=37,8 \text{ kVA};$$

$$x_{111}=\sqrt{\frac{P_{0111}}{P_{r,n111}}}=\sqrt{\frac{0,55}{3,9}}=0,375;$$

$$S_{111}=x_{111} S_{N111}=0,375*160=60 \text{ kVA}.$$

b) maksimum FIK η

$$\eta_{1M ax(1)}=\frac{S_1 \cos \varphi}{S_1 \cos \varphi + 2 P_{01}}*100=\frac{26,3*1}{26,3*1+2*0,29}*100=97,58\%;$$

$$\eta_{1M ax(0,8)}=\frac{S_1 \cos \varphi}{S_1 \cos \varphi + 2 P_{01}}*100=\frac{26,3*0,8}{26,3*0,8+2*0,29}*100=97,4\%;$$

$$\eta_{11M ax(1)}=\frac{S_{11} \cos \varphi}{S_{11} \cos \varphi + 2 P_{011}}*100=\frac{37,8*1}{37,8*1+2*0,375}*100=98\%;$$

$$\eta_{11M ax(0,8)}=\frac{37,8*0,8}{37,8*0,8+2*0,375}*100=97,5\%;$$

$$\eta_{111(1)}=\frac{60*1}{60*1+2*0,55}*100=98,19\%;$$

$$\eta_{111(0,8)}=\frac{60*0,8}{60*0,8+2*0,55}*100=97,75\%.$$

v) berilgan yuklamada FIK ni topish uchun to'la quvvat topildi

$$S=\frac{P}{\cos \varphi}=\frac{50}{0,8}=62,5 \text{ kVA}, \text{ bundan}$$

$$\eta_{63} = \frac{P}{P + P_{01} + P_{r.H} \left(\frac{S}{S_{H1}} \right)^2} * 100 = \frac{50}{50 + 0,29 + 1,65 \left(\frac{62,5}{63} \right)^2} * 100 = 96,32\%;$$

$$\eta_{100} = \frac{50}{50 + 0,375 + 2,6 \left(\frac{62,5}{100} \right)^2} * 100 = 97,29\%;$$

$$\eta_{160} = \frac{50}{50 + 0,55 + 3,9 \left(\frac{62,5}{100} \right)^2} * 100 = 97,76\%.$$

g) yillik isrof xarajatlari

$$k_{63} = 8760 eP_1 = 8760 * 16,5 \left[0,29 + 1,65 \left(\frac{62,2}{63} \right)^2 \right] = 274389 \text{ cyM}$$

$$k_{100} = 8760 eP_{11} = 8760 * 16,5 \left[0,375 + 2,6 \left(\frac{62,5}{100} \right)^2 \right] = 201001 \text{ cyM}$$

$$k_{160} = 8760 eP_{111} = 8760 * 16,5 \left[0,55 + 3,9 \left(\frac{62,5}{100} \right)^2 \right] = 101552 \text{ cyM}$$

d) III transformatorni ishlatish tejamli I transformatorni ishlatish esa tejamsiz ekan. Isroflarga ketadigan xarajatlarning yillik iqtisodi

$$k = k_{63} - k_{100} = 274389 - 101552 = 17284 \text{ so'm.}$$

Amaliy mashg'ulot. №2

4-soat

Mavzu: Elektromexanik sistemalarda yuklama momenti va kuchini hisoblash.

YUklama momentini hisoblash usullari. YUklama kuchini hisoblashda hisobga olinadigan faktorlar

Ishdan maqsad: Elektromexanik sistemalarda yuklama momenti va kuchini hisoblash. YUklama momentini hisoblash usullari. YUklama kuchini hisoblashda hisobga olinadigan faktorlar o'rganish

2.1-masala. 2.1-jadvalda temir yo'l avtomatika qurilmalarining OM turidagi moyli transformatorlarning ko'rsatkichlari keltirilgan: nominal quvvat S_{nom} , birlamchi va ikkilamchi kuchlanish U_{1nom} , U_{2nom} ; birlamchi cho'lg'am nominal toki I_{1nom} , qisqa tutashuv kuchlanishi u_q , uning aktiv u_{qa} va reaktiv u_{qr} kuchlanishlari; salt yurish toki i_0 , salt yurish P_0 va qisqa tutashuv P_q quvvatlari; qisqa tutashuv $\cos\varphi_q$ va salt yurish $\cos\varphi_0$ quvvat koeffitsiyentlari; qisqa tutashuv qarshiligi Z_q , uning aktiv r_q va reaktiv x_q tashkil etuvchilari; transformator yuklama quvvati koeffitsiyenti $\cos\varphi_2=0,8$ (yuklma – induktiv tavsifli) bo'lganda, yuklama keskin tushirilgandagi kuchlanishning nominal o'zgarishi ΔU_{nom} . Jadvalda keltirilmagan transformator ko'rsatkichlarini aniqlang.

Ko'rsatkich	Transformator turlari			
	OM-0,63/6	OM-0,63/10	OM-1,25/6	OM-1,25/10
$S_{nom}, kV \cdot A$	0,63	0,63	1,25	1,25
U_{lnom}, kV	6,0	10,0	6,0	10,0
$u_q, \%$	6,8	6,8	6,0	6,0
$i_0, \%$	34,0	34,0	34,0	34,0
P_0, kVt	0,018	0,08	0,023	0,023
P_q, kVt	0,042	0,04	0,06	0,06

OM-0,63/6 transformator misolidagi variant yechimi:

1. Birlamchi cho'lg'amdagi nominal tok

$$I_{1nom} = S_{nom} / U_{1nom} = 0,63 / 6 = 0,105 \text{ A.}$$

2. Salt yurish toki

$$I_0 = (i_0/100)I_{1nom} = (34 / 100) \cdot 0,105 = 0,036 \text{ A.}$$

3. Salt yurish quvvat ko'effitsiyenti

$$\cos\varphi_0 = P_0 / (I_0 U_{1nom}) = 0,018 / (0,036 \cdot 6) = 0,083.$$

4. Qisqa tutashuv kuchlanishi

$$U_q = (u_q/100)U_{lnom} = (6,8 / 100) \cdot 6 = 0,408 \text{ kV.}$$

5. Qisqa tutashuv quvvat ko'effitsiyenti

$$\cos\varphi_q = P_q / (I_{1nom} U_q) = 0,042 / (0,105 \cdot 0,408) = 0,98;$$

$$\sin\varphi_q = 0,2.$$

6. Qisqa tutashuv kuchlanishining aktiv va reaktiv tashkil etuvchilari

$$u_{q,a} = u_q \cos\varphi_q = 6,8 \cdot 0,98 = 6,66 \%;$$

$$u_{q,r} = u_q \sin\varphi_q = 6,8 \cdot 0,2 = 1,36 \%.$$

7. Qisqa tutashuv qarshiligi

$$Z_q = U_q / I_{1nom} = 0,408 \cdot 10^3 / 0,105 = 3885,7 \text{ Om.}$$

8. Qisqa tutashuv qarshiligining aktiv va reaktiv tashkil etuvchilari

$$r_q = Z_q \cos\varphi_q = 3885,7 \cdot 0,98 = 3808,0 \text{ Om;}$$

$$x_q = Z_q \sin\varphi_q = 3885,7 \cdot 0,2 = 777,1 \text{ Om.}$$

9. Yuklama keskin tushirilgandagi transformator kuchlanishining nominal o'zgarishi

$$\Delta U_{nom} = u_{q,a} \cos\varphi_2 + u_{q,r} \sin\varphi_2 = 6,66 \cdot 0,8 + 1,36 \cdot 0,6 = 6,15 \%.$$

2.2-masala. Uch fazali TS turidagi transformatorning texnik tavsiflari 2.2-jadvalda keltirilgan: nominal quvvat S_{nom} , birlamchi va ikkilamchi nominal kuchlanishlar U_{1nom} va U_{2nom} , qisqa tutashuv kuchlanishi u_q , qisqa tutashuv quvvati $P_{q,nom}$, salt yurish quvvati $P_{0,nom}$, va toki i_0 .

Kerakli ko'rsatkichlarni aniqlang va qisqa tutashuv uchburchagini quring (cho'lg'am Y/Y usulida ulangan).

2.2-jadval

Transformator turi	$S_{nom},$ kV·A	$U_{lnom},$ kV	$U_{2nom},$ kV	$u_q,$ %	$P_{q.nom},$ kVt	$P_{0nom},$ kVt
TC-10/0,38	10	0,38	0,23	5,5	0,35	0,145
TC-16/0,38	16	0,38	0,4	5,5	0,60	0,17
TC-25/0,5	25	0,5	0,23	5,5	0,7	0,21
TC-40/0,5	40	0,5	0,4	5,5	0,8	0,36
TC-63/0,5	63	0,38	0,23	5,5	0,135	0,45
TC-100/0,5	100	500	0,4	5,5	0,2	0,75
TC-160/0,5	160	400	0,23	5,5	2,7	1,25

TS-10/0,5 transformator misolida variantni yechimi:

1. Qisqa tutashuv kuchlanishi

$$U_{1q} = 10^{-2} u_q U_{lnom} = 10^{-2} \cdot 5,5 \cdot 0,38 \cdot 10^3 = 20,9 \text{ B.}$$

2. Qisqa tutashuv toki

$$I_{1q} = I_{lnom} = S_{nom} / (\sqrt{3} U_{lnom}) = 10 \cdot 10^3 / (1,73 \cdot 0,38 \cdot 10^3) = 15,2 \text{ A.}$$

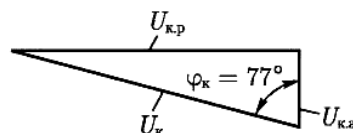
3. Qisqa tutashuv rejimi quvvatining koeffitsiyenti

$$\cos \varphi_q = P_{q.nom} / (\sqrt{3} U_{1q} I_{1q}) = 350 / (1,73 \cdot 20,9 \cdot 15,2) = 0,64; \varphi_q = 77^\circ;$$

$$\sin \varphi_q = 0,97.$$

4. Qisqa tutashuv to'liq qarshiligi

**2.1-rasm. Qisqa
tutashuv kuchlanish
uchburchagi**



$$z_q = U_{1q} / (\sqrt{3} I_{1q}) = 20,9 / (1,73 \cdot 15,2) = 0,8 \text{ OM.}$$

5. Qisqa tutashuv qarshiligining aktiv qismi

$$r_q = Z_q \cos \varphi_q = 0,8 \cdot 0,64 = 0,512 \text{ OM.}$$

6. Qisqa tutashuv qarshiligining induktiv qismi

$$x_q = Z_q \sin \varphi_q = 0,8 \cdot 0,77 = 0,616 \text{ OM.}$$

7. Qisqa tutashuv kuchlanish uchburchak tomonlari (2.1-rasm).

$$U_q = I_{1q} z_q = 15,2 \cdot 0,8 = 12,16 \text{ B;}$$

$$U_{q.a} = I_{1q} r_q = 15,2 \cdot 0,512 = 7,78 \text{ B;}$$

$$U_{q.r} = I_{1q} x_q = 15,2 \cdot 0,616 = 9,36 \text{ B.}$$

8. Kuchlanish masshtabini $m_U = 5 \text{ V/mm}$ deb qabul qilamiz, bunda vektor uzunligi (qisqa tutashuv uchburchagi tomonlari) quyidagiga teng bo'ladi:

$$U_q = 317 / 5 = 63 \text{ mm; } U_{q.a} = 69 / 5 = 14 \text{ mm; } U_{q.r} = 307 / 5 = 61 \text{ mm.}$$

2.3-masala. 2.2-masala ma'lumotlaridan foydalanib, nominal yuklamada transformator chiqishida kuchlanish o'zgarishi ΔU_{nom} qiymatini, yuklama quvvat ko'effitsiyenti $\cos\varphi_2=1$ va $\cos\varphi_2=0,8$, yuklama induktiv va sig'im tavsifiga, shuningdek yuklama aktiv-induktiv tavsif va $\varphi_2=\varphi_q$ faza siljishiga ega bo'lganda aniqlang. Olingan natijalarni solishtirib, yuklama turi transformator ikkilamchi kuchlanish qiymatiga ta'siri haqida xulosa chiqaring.

TS-10/0,5 transformator misolida variant yechimi:

1. Masalani yechish uchun ushbu formuladan foydalanimiz

$$\Delta U_{\text{nom}} = u_{k,a}\cos\varphi_2 + u_{k,r}\sin\varphi_2,$$

bu yerda

$$u_{q,a} = (U_{q,a}/U_{\text{Inom}}) 100 = (69 / 10000) \cdot 100 = 0,69 \ %;$$

$$u_{q,r} = (U_{q,r}/U_{\text{Inom}}) 100 = (307 / 10000) 100 = 3,07 \ %;$$

$$u_q = (U_q/U_{\text{Inom}}) 100 = (317 / 10000) 100 = 3,17 \ %;$$

$$\cos\varphi_q = u_{q,a}/u_q = 0,69 / 3,17 = 0,22.$$

2. Aktiv yuklama: $\cos\varphi_2 = 1$; $\sin\varphi_2 = 0$, bunda

$$\Delta U_{\text{nom}} = 0,69 \cdot 1 + 0 = 0,69 \ %.$$

3. Aktiv-induktiv yuklama: $\cos\varphi_2 = 0,8$; $\sin\varphi_2 = 0,6$, bunda

$$\Delta U_{\text{HOM}} = 0,69 \cdot 0,8 + 3,07 \cdot 0,6 = 2,4 \ %.$$

4. Aktiv-sig'im yuklamasi: $\cos\varphi_2 = 0,8$; $\sin\varphi_2 = 0,6$ (hisoblashda ikkinchi yig'indini "manfiy" qiymat bilan qabul qiling), bunda

$$\Delta U_{\text{HOM}} = 0,69 \cdot 0,8 - 3,07 \cdot 0,6 = -1,3 \ %.$$

5. Aktiv-induktiv yuklama: $\varphi_2 = \varphi_k = 77^\circ$, $\cos\varphi_2 = 0,22$ va $\sin\varphi_2 = 0,97$, bunda

$$\Delta U_{\text{HOM}} = 0,69 \cdot 0,22 + 3,07 \cdot 0,97 = 3,13 \ %.$$

6. Olingan natijalarni tahlil qilib, xulosa qilamiz:

a) nominal yuklamada transformator chiqishida kuchlanishning minimal o'zgarishi aktiv yuklamada kuzatiladi (0,69%);

6) faza siljish burchagi $\varphi_2 = \varphi_k = 77^\circ$ bo'lganda, $\Delta U_{\text{HOM}} = 3,13\%$ eng katta qiymati aktiv-induktiv yuklamada kuzatiladi;

b) aktiv-sig'im tavsifida ΔU_{HOM} manfiy qiymatga ega bo'ladi, ya'ni ikkilachi cho'lg'am chiqishlaridagi kuchlanish 1,3% ga ortadi.

Amaliy mashg'ulot. №3

Mavzu: Yuklama quvvatini hisoblash. Ijro mexanizmi. YUklama diagrammasini qurish. Dvigatelni tanlash. Reduktorning uzatish sonini hisoblash. Tanlangan dvigatelni tekshirish.

Ishdan maqsad : YUklama quvvatini hisoblash. Ijro mexanizmi. YUklama diagrammasini qurish. Dvigatelni tanlash. Reduktorning uzatish sonini hisoblash. Tanlangan dvigatelni tekshirish o'rganish.

3.1 masala. Uch fazali transformatorning to'la quvvati $S_n=63$ kVt, kuchlanishlari $U_1/U_2=21/0,4$ kV; salt ishlash toki $I_0=0,035 \cdot I_n$, salt ishlash quvvat isrofi $R_0=0,29$ kVt, qisqa tutashuv rejimidagi isrofi $R_{r,n}=1,65$ kVt, qisqa tutashuv kuchlanishi $U_{KT}=4,5\%$, cho'lg'amlarining ulanishi va guruxi $\Delta/Y - 11$.

Quyidagilar topilsin:

a) salt ishlash va qisqa tutashuv rejimlaridagi quvvat koeffisientlari $\cos\varphi_0$ va $\cos\varphi_{kt}$;

b) yig'indi aktiv R va induktiv x qarshiliklari;

v) nominal yuklamada FIK lar η_1 va $\eta_{0,8}$, $\cos\varphi=1$ va $\cos\varphi=0,8$ uchun;

g) ikkilamchi cho'lg'am uchun aktiv quvvat (FIK η , $\cos\varphi=0,8$ da maksimum bo'lgan xol uchun);

d) $\cos\varphi=1$ va $\cos\varphi=0,8$ da aktiv – induktiv xarakterdagi nominal yuklama uchun ikkilamchi cho'lg'amdagi kuchlanish $U_{2(1)}$, $U_{2(0,8)}$.

Yechish

a) nominal tok va quvvat koeffisientlari

$$I_{1H} = \frac{S_n}{\sqrt{3}U_1} = \frac{63 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 21 \cdot 10^3} = 1,734 A,$$

$$I_{2H} = \frac{U_1}{U_2} \cdot I_{1H} = \frac{21 \cdot 10^3}{400} = 1,734 = 91,03 A,$$

$$\cos\varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3}I_0U_0} = \frac{290}{\sqrt{3} \cdot (0,035 \cdot 1,734) \cdot 21 \cdot 10^3} = 0,1315;$$

$$\cos\varphi_{KT} = \frac{P_{r,n}}{\sqrt{3}U_{KT}I_{r,n}} = \frac{P_{r,n}}{\sqrt{3} \frac{U_{KT}U_1}{100} I_{r,n}} = \frac{1650}{\sqrt{3} \cdot \frac{4,5 \cdot 21 \cdot 10^3}{100} \cdot 1,734} = 0,592.$$

b) yig'indi aktiv va induktiv qarshiliklari

$P_{r,n} = 3I_{r,n}^2 R$, bundan

$$R = \frac{P_{r,n}}{3I_{r,n}^2} = \frac{1650}{3 \cdot 1,734^2} = 183 \text{ } \Omega.$$

$$x = \frac{U_{p\phi}}{I_{1H}} = \frac{U_p U_{1H}}{\sqrt{3} \cdot 100 I_{1H}} = \frac{\sqrt{U_k^2 U_a^2}}{\sqrt{3} \cdot 100 I_{1H}} = \frac{\sqrt{4,5^2 - 2,54^2} \cdot 21 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot 1,734} = 260 \text{ } \Omega.$$

v) nominal yuklamadagi FIK

$$\eta_1 = \frac{S_n \cos\varphi}{S_n \cos\varphi + P_0 + P_{KT}} \cdot 100 = \frac{63 \cdot 1}{63 \cdot 1 + 0,29 \cdot 1,65} \cdot 100 = 97,01\%;$$

$$\eta_{0,8} = \frac{63 \cdot 0,8}{63 \cdot 0,8 + 0,29 \cdot 1,65} \cdot 100 = 96,29\%$$

g) tok maksimum η uchun tok

$3I_1^2 R = R_0$, bundan

$$I_1 = \sqrt{\frac{P_0}{3R}} = \sqrt{\frac{290}{3 \cdot 183}} = 0,727 A$$

$$I_2 = nI_1 = \frac{21}{0,4} \cdot 0,727 = 38,17 A$$

d) nominal yuklama uchun ikkilamchi cho'lg'amdagi kuchlanish

$$U'_{2\phi} = U_{1\phi} - I(R \cos\varphi \pm \sin\varphi)$$

$$\cos\varphi = 1 \text{ yuq.} (\sin\varphi = 0)$$

$$U'_{1\phi(1)} = \frac{21 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} - 1,734 \cdot 183 = 11,82 \cdot 10^3 B$$

$$U'_{2(1)} = \frac{\sqrt{3}U'_{2\phi(1)}}{U_1/U_2} = \frac{\sqrt{3} * 11,82 * 10^3}{21/0,4} = 389,5B$$

$$\cos \varphi = 0,8 \text{ y} \text{ y} \text{ H} (\sin \varphi = 0,6)$$

$$U'_{2\phi(0,8)} = \frac{21 * 10^3}{\sqrt{3}} - 1,734 * (183 * 0,8 + 260 * 0,6) = 11,63 * 10^3 B$$

$$U'_{2(0,8)} = \frac{\sqrt{3}U'_{2\phi(0,8)}}{U_1/U_2} = \frac{\sqrt{3} * 11,63 * 10^3}{21/0,4} = 383,2B$$

Amaliy mashg'ulot. №4

Mavzu: Elektromexanik sistemalar informatsion elementlarini tanlash. Elementlarni tanlashda e'tiborga olinadigan faktorlar.

Ishdan maqsad : Elektromexanik sistemalar informatsion elementlarini tanlash. Elementlarni tanlashda e'tiborga olinadigan faktorlarni o'rganish.

NAMUNAVIY MASALALARNI Yechish

4.1 masala Uch fazali transformatorning to'la quvvati $S_n = 63 \text{ kVt}$, kuchlanishlari $U_1 / U_2 = 21 / 0,4 \text{ kV}$; salt ishlash toki $I_0 = 0,035 \cdot I_n$, salt ishlash quvvat isrofi $R_0 = 0,29 \text{ kVt}$, qisqa tutashuv rejimidagi isrofi $R_{r.n} = 1,65 \text{ kVt}$, qisqa tutashuv kuchlanishi $U_{KT} = 4,5\%$, cho'lg'amlarining ulanishi va guruhi $\Delta/Y - 11$.

Quyidagilar topilsin:

a) salt ishlash va qisqa tutashuv rejimlaridagi quvvat koefitsientlari $\cos \varphi_0$ va $\cos \varphi_{kt}$;

b) yig'indi aktiv R va induktiv x qarshiliklari;

v) nominal yuklamada FIK lar η_1 va $\eta_{0,8}$, $\cos \varphi = 1$ va $\cos \varphi = 0,8$ uchun;

g) ikkilamchi cho'lg'am uchun aktiv quvvat (FIK η , $\cos \varphi = 0,8$ da maksimum bo'lgan hol uchun);

d) $\cos \varphi = 1$ va $\cos \varphi = 0,8$ da aktiv – induktiv xarakterdagi nominal yuklama uchun ikkilamchi cho'lg'amdagi kuchlanish $U_{2(1)}$, $U_{2(0,8)}$.

Yechish

a) nominal tok va quvvat koefitsientlari

$$I_{1H} = \frac{S_n}{\sqrt{3}U_1} = \frac{63 * 10^3}{\sqrt{3} * 21 * 10^3} = 1,734 A,$$

$$I_{2H} = \frac{U_1}{U_2} * I_{1H} = \frac{21 * 10^3}{400} = 1,734 = 91,03 A,$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{\sqrt{3}I_0U_0} = \frac{290}{\sqrt{3} * (0,035 * 1,734) * 21 * 10^3} = 0,1315;$$

$$\cos \varphi_{KT} = \frac{P_{r.n}}{\sqrt{3}U_{KT}I_{r.n}} = \frac{P_{r.n}}{\sqrt{3} \frac{U_{KT}U_1}{100} I_{r.n}} = \frac{1650}{\sqrt{3} * \frac{4,5 * 21 * 10^3}{100} * 1,734} = 0,592.$$

b) yig'indi aktiv va induktiv qarshiliklari

$P_{r,H} = 3I_{r,H}^2 R$, bundan

$$R = \frac{P_{r,H}}{3I_{r,H}^2} = \frac{1650}{3 \cdot 1,734^2} = 183 \text{ O}\Omega.$$

$$x = \frac{U_{p\phi}}{I_{1H}} = \frac{U_p U_{1H}}{\sqrt{3} \cdot 100 I_{1H}} = \frac{\sqrt{U_k^2 U_a^2}}{\sqrt{3} \cdot 100 I_{1H}} = \frac{\sqrt{4,5^2 - 2,54^2} \cdot 21 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot 1,734} = 260 \text{ O}\Omega.$$

v) nominal yuklamadagi FIK

$$\eta_1 = \frac{S_H \cos \varphi}{S_H \cos \varphi + P_0 + P_{KT}} \cdot 100 = \frac{63 \cdot 1}{63 \cdot 1 + 0,29 \cdot 1,65} \cdot 100 = 97,01\%;$$

$$\eta_{0,8} = \frac{63 \cdot 0,8}{63 \cdot 0,8 + 0,29 \cdot 1,65} \cdot 100 = 96,29\%$$

g) tok maksimum η uchun tok

$3I_1^2 R = R_0$, bundan

$$I_1 = \sqrt{\frac{P_0}{3R}} = \sqrt{\frac{290}{3 \cdot 183}} = 0,727 \text{ A}$$

$$I_2 = nI_1 = \frac{21}{0,4} \cdot 0,727 = 38,17 \text{ AA}$$

d) nominal yuklama uchun ikkilamchi cho'lg'amdagi kuchlanish

$$U'_{2\phi} = U_{1\phi} - I(R \cos \varphi \pm \sin \varphi)$$

$$\cos \varphi = 1 \text{ y} \text{ y} \text{ y} (\sin \varphi = 0)$$

$$U'_{1\phi(1)} = \frac{21 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} - 1,734 \cdot 183 = 11,82 \cdot 10^3 \text{ B}$$

$$U'_{2(1)} = \frac{\sqrt{3} U'_{2\phi(1)}}{U_1 / U_2} = \frac{\sqrt{3} \cdot 11,82 \cdot 10^3}{21 / 0,4} = 389,5 \text{ B}$$

$$\cos \varphi = 0,8 \text{ y} \text{ y} \text{ y} (\sin \varphi = 0,6)$$

$$U'_{2\phi(0,8)} = \frac{21 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} - 1,734 \cdot (183 \cdot 0,8 + 260 \cdot 0,6) = 11,63 \cdot 10^3 \text{ B}$$

$$U'_{2(0,8)} = \frac{\sqrt{3} U'_{2\phi(0,8)}}{U_1 / U_2} = \frac{\sqrt{3} \cdot 11,63 \cdot 10^3}{21 / 0,4} = 383,2 \text{ B}$$

Amaliy mashg'ulot. №5

6-soat

Mavzu: Holat, tezlik va moment datchiklari. Elektr yuritma holatini rostlash sistemasi parametrlarini hisoblash.

Ishdan maqsad: Holat, tezlik va moment datchiklari. Elektr yuritma holatini rostlash sistemasi parametrlarini hisoblash o'rganish.

NAMUNAVIY MASALALARNI YYechish

5.1 masala. Stator cho'lg'ami Δ ulangan uch fazali to'rt qutbli asinxron motorning quyidagi nominal qiymatlari berilgan:

$$U_H = 380 \text{ B}, f = 50 \text{ Gs}, R_N = 3,7 \text{ k}\Omega, \cos \varphi_N = 0,7$$

$$\eta_N=0,85; n_N=1460 \text{ ayl/min.}$$

Quyidagilar topilsin:

a) statorning ichki diametri $D = 135 \text{ mm}$, po'lat o'zak uzunligi $l = 175 \text{ mm}$, stator pazlari soni $z_1 = 36$, stator cho'lg'amining cho'lg'am koefitsienti $k_{r1} = 0,831$ bo'lsa, xavo bo'shlig'idagi o'rtacha induksiya;

b) xavo bo'shlig'i $\delta = 0,5 \text{ mm}$, xavo bo'shlig'i koefitsienti $k_\delta = 1,128$, tishlarning o'lchamlari: $v_1 = 4b9 \text{ mm}$, $L_{T1} = 18,5 \text{ mm}$, $v_2 = 5,8 \text{ mm}$, $L_{T2} = 25 \text{ mm}$, rotor pazlari soni $z_2 = 30$, paketlarni po'lat bilan to'ldirish koefitsienti $k_n = 0,93$ bo'lsa, xavo bo'shlig'idagi va tishlardagi magnit kuchlanishlar;

v) $h_{ya1} = 35 \text{ mm}$, $h_{ya2} = 14,4 \text{ mm}$ bo'lsa, yarmodagi induksiya;

g) cho'lg'am ikkita parallel mis simdan tayyorlangan bo'lsa ($s_1 = 2$, $d = 0,9 \text{ mm}$) tok zichligi.

Yechish

a) qutb va fazaga to'g'ri keluvchi pazlar soni

$$q_1 = \frac{z_1}{2pm_1} = \frac{36}{2 \cdot 2 \cdot 3} = 3$$

Stator cho'lg'ami fazasidagi o'ramlar soni

$$\varpi_1 = pq_1z_1 = 2 \cdot 3 \cdot 36 = 216$$

Magnit oqim

$$\Phi \approx \frac{U_1}{4,44 f_1 \varpi_1 k_{r1}} = \frac{380}{4,44 \cdot 50 \cdot 216 \cdot 0,831} = 0,954 \cdot 10^{-2} \text{ B}\delta$$

Qutb bo'linmasi

$$\tau = \frac{\pi D}{2p} = \frac{0,135 \cdot 3,14}{2 \cdot 2} = 0,106 \text{ m}$$

Xavo bo'shlig'idagi o'rtacha induksiya

$$B_\delta = \frac{\Phi}{\tau \cdot 1} = \frac{0,954 \cdot 10^{-2}}{0,106 \cdot 0,175} = 0,5143 \text{ Tl}$$

$a_1=0,77$ deb qabul qilamiz va xavo bo'shlig'idagi maksimal induksiyaning topamiz

$$B_{\delta n} = \frac{\Phi_\delta}{a_i} = \frac{0,5143}{0,77} = 0,668 \text{ Tl}$$

Xavo bo'shlig'ining magnit kuchlanishi

$$F_{m\delta} = \frac{k_\delta \cdot \delta}{\mu_o} B_{\delta n} = \frac{1,128 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,668}{1,257 \cdot 10^{-6}} = 299 \text{ A}$$

Tishlardagi induksiyaning topish uchun pazlar bo'linmasini topish lozim

$$\tau_{n1} = \frac{\pi D}{z_1} = \frac{135 \cdot 3,14}{36} = 11,8 \text{ mm}$$

$$\tau_{n2} = \frac{\pi D}{z_2} = \frac{135 \cdot 3,14}{30} = 14,13 \text{ mm}$$

Tishlardagi induksiya

$$B_{Tl} = \frac{\tau_{n1} I \pi D}{B_I I_{n1}} B_{\delta T} = \frac{11,8 \cdot 175}{4,9 \cdot 0,93 \cdot 175} \cdot 0,668 = 1,725 \text{ Tl}$$

$$B_{T2} = 0,95 \frac{\tau_{n2} I}{B_2 I_{n1}} B_{\delta T} = 0,95 \cdot \frac{14,13 \cdot 174}{5,8 \cdot 0,93 \cdot 175} = 0,668 = 1,66 Tл$$

Shu induksiyalarga mos keluvchi

Maydon kuchlanganliklari

$$H_{T1} = 110 A/sm; N_{T2} A/sm.$$

Magnit kuchlanishlar

$$F_{mT2} = H_{T1} L_{T1} = 110 \cdot 1,85 = 204 A$$

To'yinish ko'effisienti

$$k_T = \frac{F_{mT1} + F_{mT2}}{F_{m\delta}} = \frac{204 + 188}{299} = 1,31$$

v) yarmodagi induksiya

$$B_{\pi 1} = \frac{\Phi}{2h_{\pi 1} I_1 k_n} = \frac{0,954 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 0,035 \cdot 0,39 \cdot 0,175} = 0,837 Tл$$

$$B_{\pi 2} = 0,95 \frac{\Phi}{2h_{\pi 2} I_2 k_n} = 0,95 \frac{0,954 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 0,0144 \cdot 0,93 \cdot 0,175} = 2,035 Tл$$

g) motorning to'la quvvati

$$S_H = \frac{P_H}{\eta_H \cos \varphi_H} = \frac{3,7}{0,85 \cdot 0,7} = 6,22 kVA$$

Nominal liniya toki

$$I_{1\Delta H} = \frac{S_H}{\sqrt{3} U_H} = \frac{6,22 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 9,5 A$$

Faza toki $I_{1H} = I / \sqrt{3} = 9,5 / \sqrt{3} = 5,5 A$ (Δ ulanishda)

Tok zichligi

$$J_I = I_{1H} / c1a1A1S = \frac{5,5}{2 \cdot 10,636} = 4,32 A/mm$$

Paralel shoxobchalar soni va kesim $a=1$

$$A1 = d^2 \pi / 4 = 0,9^2 \cdot 3,14 / 4 = 0,636 mm^2$$

5.2 masala. Asinxron mashinaning quyidagi parametrlariga asosan asosiy magnit oqimiga to'g'ri keluvchi induktiv qarshilik xisoblansin. Uzunlik birligidagi solishtirma magnit o'tkazuvchanliklar:

$$\lambda_{n1} = 2,2 \cdot 10^{-8} H, \lambda_n = 0,75 \cdot 10^{-8} H, \lambda_{Tup} = 0,56 \cdot 10^{-8} H, \lambda_{kui} = 0,54 \cdot 10^{-8} H$$

Xavo bo'shlig'idagi sochilma ko'effisienti $\delta_{\delta 1} = 1,11 \cdot 10^{-2}$, $\delta_{\delta 2} = 1,32 \cdot 10^{-2}$

demifirlovchi ko'effisient $\Delta = 0,985$

Yechish.

Xavo bo'shlig'idagi asosiy magnit oqimda mos keluvchi induktiv qarshilik

$$X_u = \frac{4}{\pi} \mu_0 f_1 m_1 \omega_1^2 k_{r1}^2 \frac{d_n}{pk_{\delta} \delta (k_T + 1)} = \frac{4}{\pi} * 1,257 * 10^{-6} * 50 * 3 * (216 * 0,831)^2 \times$$

$$\times \frac{0,106 * 0,175}{2 * 1,128 * 0,5 * 10^{-3} (1,31 + 1)} = 55,1 OM.$$

Pazdagi sochilma induktiv qarshilik

$$x_{snl} = 4 f_1 \pi \frac{\omega_1^2}{\rho} \left(\frac{k_{r1}}{k_{r2}} \right)^2 I_p \frac{\lambda_n^2}{q_2} = 4 * 3,14 * 50 * \frac{216^2}{2} \left(\frac{0,831}{1} \right)^2 17,5 * \frac{0,75 * 10^{-8}}{2,5} = 0,53 OM$$

Cho'lg'amning tirsak qismidagi sochilma induktiv qarshilik ($l_1=34,2$ sm)

$$x_{stti} = 4 \pi f_1 \frac{\omega_1^2}{q_1} l_p \frac{\lambda_{TTP}}{q_1} = 4 * 3,14 * 50 * \frac{216^2}{2} * 17,5 * \frac{0,56 * 10^{-8}}{3} = 0,48 OM.$$

Xavo bo'shlig'idagi sochilma induktiv qarshilik

$$x_{8\delta 1} = \Delta \sigma_{\delta 1} x_{\mu} = 0,985 * 1,11 * 10^{-2} * 55,1 = 0,6 OM$$

$$x_{8\delta 2} = \Delta \sigma_{\delta 2} x_{\mu} = 1,32 * 10^{-2} * 55,1 = 0,73 OM$$

Paz qiyshiqligidagi sochilma induktiv qarshilik

$$x_{skki} = 4 \pi f_1 \frac{\omega_1^2}{p} l_p \frac{\lambda_{kui}}{q_1} = 4 * 3,14 * 50 * \frac{216^2}{2} * 17,5 * \frac{0,54 * 10^{-8}}{3} = 0,46 OM.$$

Mashinaning yig'indi induktiv qarshiligi

$$X_s = x_{sn1} + x_{sn1} + x_{stti} + x_{s\delta 2} + x_{skki} = 1,88 + 0,53 + 0,48 + 0,6 + 0,73 + 0,46 = 4,68 OM$$

Amaliy mashg'ulot. №6

4-soat

Mavzu. O'zgarmas tok dvigatelli struktura sxemasi parametrlarini aniqlash. Statik elektromexanik xarakteristikani qurish.

Ishdan maqsad. O'zgarmas tok dvigatelli struktura sxemasi parametrlarini aniqlash. Statik elektromexanik xarakteristikani qurish.

NAMUNAVIY MASALALARNI YECHISH

Namunaviy masalalar yechimi va mustaqil ish uchun masalalar

6.1-masala. O'zgarmas tok mashinasining yakor cho'lg'ami qutblar soni $2p=4$ ga teng bo'lgan faol tomonlar N dan tashkil topgan, asosiy magnit oqimi Φ , koeffitsiyent c_e ga teng holda yakor cho'lg'aming EYuK E_a va yakorning aylanish tezligin 6.1-jadvaldagi ma'lumotlardan foydalangan holda yetishmaydigan ko'rsatkichlarini aniqlang.

6.1-jadval

Ko'rsatkich	Cho'lg'amlarning turlar uchun variantlar				
	1	2	3	4	5
	PV	PP	PV	PV	PP
$n, \text{ayl/min}$	1500	1200	-	-	1500
N	500	-	-	120	240
c_e	-	12	20	-	-
E_a, V	-	-	400	200	120
F, Vb	0,008	0,14	0,020	0,025	-

1-variantning yechimi(oddiy to`lqinli cho`lgam, 2a=2):

Yakor cho`lg`ami EYuK si

$$E_a = c_e \Phi n = 16,6 \cdot 0,008 \cdot 1500 = 200 \text{ V},$$

bunda

$$c_e = pN / (60a) = 2 \cdot 500 / (60 \cdot 1) / 16,6.$$

6.2-masala. Nominal quvvati P_{nom} ga teng bo`lgan parallel qo`zg`atishli o`zgarmas tok dvigateli kuchlanishi U_t li tarmoqqa ulangan, dvigatelning FIK η_{nom} , yakor cho`lg`ami oddiy to`lqinli ( $2a=2$ ) va undagi qutblar soni  $2p=4$ , cho`lgamdagi faol o`tkazgichlarning soni  $N$ ; qo`zg`atish cho`lg`amdagi tok  $I_q=0,02I_{\text{anom}}$ , bir taraflama havo tirqishining qiymati  $\delta$ , tirqishdagi magnit induksiya  $B_\delta$ , yakor tishlaridagi magnit induksiya  $B_z$ , havo tirqishining koeffitsiyenti  $k_\delta=1,3$ , dvigatel magnit o`tkazgichining magnitaviy to`yinish koeffitsiyenti  $k_\mu=1,35$ . Yuqorida berilgan ko`rsatkichlarning qiymatlari 15.2-jadvalda keltirilgan.

Dvigatelning nominal yuklamasida ko`ndalang o`q bo`yicha yakor reaksiyasini qoplash uchun kerak bo`ladigan ko`ndalang o`q bo`yicha yakor reaksiyasining MYuK  $F_{\text{qd}}$  va qutbli qo`zg`atish g`altakdagi o`ramlar soni $w_{g'o}$ ni aniqlash talab etiladi.

1-variantning yechimi:

1. Nominal rejimda dvigatel iste'mol qiladigan tok

$$I_{\text{nom}} = P_{\text{nom}} / (U_t \eta_{\text{nom}}) = 100 \cdot 103 / (440 \cdot 0,89) = 255 \text{ A}.$$

2. Q`o`zg`atish cho`lg`amidagi tok

$$I_q = 0,02I_{\text{nom}} = 0,02 \cdot 255 = 5 \text{ A}.$$

6.2-jadval

Ko`rs atkich	Variantlar						
	1	2	3	4	5	6	7
$P_{\text{nom}},$ kVt	100	120	85	30	45	90	75
U_t, V	440	440	220	220	440	440	220
$\eta_{\text{nom}}, \%$	89	90	87	85	85	87	86
N	280	300	150	120	260	240	120
δ, mm	2,0	2,0	1,8	1,8	1,6	1,8	1,6
B_z, Tl	2,2	2,3	1,8	1,9	1,7	1,9	2,0
B_δ, Tl	0,8 2	0,8 5	0,8 0	0,8 3	0,8 0	0,8 3	0,8 2

3. Nominal yuklamada yakor zanjiridagi tok

$$I_{\text{anom}} = 255 - 5 = 250 \text{ A}.$$

4. Havo tirqishining magnit kuchlanishi

$$F_\delta = 0,8B_\delta k_\delta \cdot 10^3 = 0,8 \cdot 0,82 \cdot 2,0 \cdot 1,3 \cdot 10^3 = 1700 \text{ A}.$$

5. Ikki qutb uchun salt yurish rejimidagi qo`zg`atish cho`lg`aming MYuK

$$F_{q0} = 2F_{\delta}k_{\mu} = 2 \cdot 1700 \cdot 1,35 = 4590 \text{ A.}$$

6. Ikki qutb uchun nominal yuklama rejimidagi yakor MYuK

$$F_{anom} = NI_{anom}/(4ap) = 280 \cdot 250 / (4 \cdot 1 \cdot 2) = 8750 \text{ A.}$$

7. Ko'ndalang o'q bo'yicha yakor reaksiyasining koeffitsiyenti; bunda $B_z=2,2$ Tl (grafikning yuqori chegarasi) va $F_a/F_{q0}=8750/4590=1,9$, koeffitsiyent $k_{ya.r.}=0,22$.

8. Ko'ndalang o'q bo'yicha yakorreaksiyasini qoplovchi qo'zg'atuvchi MYuKning nim o'sishi

$$F_{qd} = k_{ya.r} F_{anom} = 0,22 \cdot 8750 = 1925 \text{ A.}$$

9. Dvigatelning nominal yuklamasidagi yakor reaksiyasini qoplash uchun etarli bo'lgan ikki qutb uchun qo'zg'atish MYuK

$$F_{q,nom} = F_{q0} + F_{qd} = 4590 + 1925 = 6515 \text{ A.}$$

10. Qutb g'altagining qo'zg'atish cho'lg'amidagi o'ramlar soni

$$w_{q,g} = F_{q,nom}/(2I_{vq}) = 6515 / (2 \cdot 5) = 651 \text{ o'ram.}$$

ADABIYOTLAR

1. Kasman M.M. Elektricheskie mashin i: M.: Vqsshaya shkola 1990
2. Majidov S. Elektr mashinalar va elektr yuritma. T.: O'qituvchi 2002
3. Ibroximov A. Elektr mashinalari T.: O'qituvchi 2001

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta ta'lim vazirligi
Namangan muhandislik – texnologiya instituti
**“Texnologik jarayonlarni avtomatlashirish va boshqarish va informatsion
texnologiyalar” kafedrası**



“Mexatronika”
Fanidan tajriba mashg'ulotlarni bajarish
bo'yicha

USLUBIY QO'LLANMA

**5311000 – “Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va
boshqarish (to'qimachilik, yengil va paxta sanoati) yo'nalishi talabalari
uchun**

Namangan-2021

Ushbu uslubiy qo'llanma Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish (to'qimachilik, yengil va paxta sanoati) yo'nalishi bo'yicha ta'lim olayotgan kunduzgi bo'lim talabalar uchun mo'jalangan bo'lib, "Mexatronika" fanidan tajriba mashg'ulotlarini o'tkazish bo'yicha barcha yo'riqnomalarni va uslubiy tavsiyalarni o'z ichiga olgan.

Mualliflar:

Qodirov D.T. – NamMTI, TJABIT texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD).

Taqrizchilar:

Abdulazizov B.T. – Nam.DU, fizika kafedrasini mudiri, fizika – matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori.

To'raqulov A.A. – NamMTI, TJABIT kafedrasini dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

Uslubiy qo'llanma TJABIT kafedrasining "_____" 202_ yildagi №____-sonli majlisida ko'rib chiqildi va ma'qullandi.

Uslubiy qo'llanma "avtomatika va energetika" fakulteti ilmiy-uslubiy kengashida muhokama etilgan va foydalanishga tavsiya qilingan (20__ yil "____" _____dagi №____-sonli bayonnoma.)

Mundarija

- 1-tajriba mashg'uloti.** Elektr yuritmalarni boshqarishda magnitli ishga tushirgichni tekshirish.....
- 2-tajriba mashg'uloti.** O'zgarmas tok dvigatelli elektr yuritmani tezligini rostdlashni o'rganish.....
- 3-tajriba mashg'uloti.** Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron elektr yuritmani ish xarakteristikasini olish.....
- 4-tajriba mashg'uloti.** Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron elektr yuritmani tormozlab to'xtatish.....
- 5-tajriba mashg'uloti.** Sinxron elektr yuritmani ish xarakteristikasini olish..
- 6-tajriba mashg'uloti.** Control System Toolbox paketida mexatron sistemali boshqarish ob'ektlarini matematik tavsiflash.....
- 7-tajriba mashg'uloti.** Control System Toolbox paketida mexatron sistemali boshqarish ob'ektlarining dinamik tavsiflari.....
- 8-tajriba mashg'uloti.** Simulink paketida mexatron sistemali boshqarish ob'ektlarining dinamik tavsiflari.....
- 9-tajriba mashg'uloti.** Mexatron sistemalarning dinamik tavsiflariga talablar va sifatini baholash.....
- 10-tajriba mashg'uloti.** Mexatron sistemalarda rostlagichlarni tadqiq etish..
- 11-tajriba mashg'uloti.** Mexatron sistemalarda uzluksiz rostlagichlarni raqamli analoglariga o'zgartirish.....
- 12-tajriba mashg'uloti.** Mexatron sistemaning impulsli zvenosini dinamik tavsiflari.....

Laboratoriya ishini bajarishda texnika xavfsizligi qoidalari

1. Talabalar laboratoriya mashg'ulotiga kirishdan oldin texnika xavfsizligi qoidalarini o'rganishlari shart. Texnika xavfsizligi qoidalari o'qituvchi tomonidan o'rgatiladi.
2. Elektr sxemalari faqat ximoyalangan ulovchi simlar yordamida yig'iladi. Ochiq simlardan foydalanish qat'iyan man etiladi.
3. Laboratoriya uskunasi kuchlanishni faqat o'qituvchi ulashi mumkin.
4. O'qituvchi tekshirmagan elektr sxemani ulash mumkin emas.
5. Tajriba paytida elektr zanjiri elementlarining ochiq qismlarini ulash mumkin emas.

1-tajriba mashg'uloti. Elektr yuritmalarni boshqarishda magnitli ishga tushirgichni tekshirish.

1. Ishdan maqsadi:

Magnitli ishga tushirgich bilan tortish g'altagini tekshirish.

2. Kerakli jihozlar: magnitli ishga tushirgich, elektrodvigitel, doimiy to'k manbayi, uzib ulagich(kalit), va uslubiy ko'rsatma.

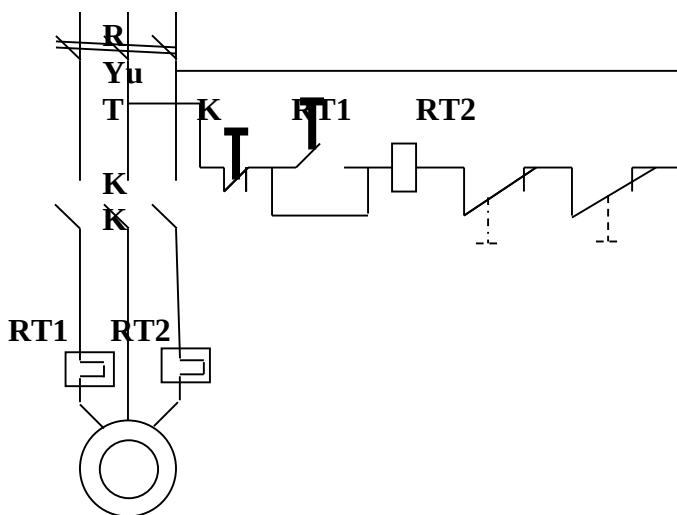
3. Tajriba ishiga oid nazariy ma'lumotlar:

Qisqa tutashtirilgan rotirli asinxron dvigatellarni magnitli ishga tushirish orqali tarmoqa ulab ishga tushirilganda, magnitli ishga tushirgich quydagi fazalarni bajaradi:

Tarmokdagi kuchlanish xaddan tashkari kamayishi yoki kuchlanish uzulgan tagdirda dvigatelni tarmokdan uzib qo'yish.

Dvigatel'ni avtomatik sistemasiga ulash imkoniyatlarini tug'dirish.

Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatelni magnitli yuritgich orqali boshqarish sxemasi (rasm 1-2) da keltirilgan.



1-rasm.

Dvigatelni ishga tushirish uchun rubilnik R ni ulab, yurgazish knopkasi Yu ni bosish kerak. Bunda knopka kontaktlari ulanib, kontaktor K galtagidan tok utadi va tortish galtagi kontaktor temir uzagini tortadi. Natijada kontaktorning bosh kontaktlari K ulanib, dvigatel' tarmokka kushiladi va ishlay boshlaydi. Birvaqtda knopka kantaktiga parallel bulgan blok-kontakt ulanadi va u orqali tok g'altakka o'ta boshlaydi. Shuning uchun endi knopka Yu ni qo'yib yuborish mumkin.

Dvigatel'ni to'xtatish uchun to'xtatish knopkasi T ni bosish kifoya. Bu xolda tortish g'altagidan utayotgan tok uzilib, g'altak temir uzakni qo'yib yuboradi va kontaktor ochilib, dvigatelni zanjirdan uzadi va dvigatel' to'xtaydi.

Agar dvigatel' uta nagruskada ishlay boshlasa, issiqlik relesi ishga tushib u tortish galtagininig zanjirini uzadi. Natijada dvigatel' tarmokdan uzilib tuxtaydi.

Tarmoq kuchlanishi birkancha kamayib ketsa, kontaktor galtagining tortish kuchi yetarli bo'lmaganligi natijasida, magnitli ishga tushirgichning bosh kontaktlari va blok kontaktlari ochilib, dvigatel' tarmoqdan uziladi va to'xtaydi. Bunday xolat tarmoqdan kuchlanish yo'qolgan xolda xam yuzaga keladi. Issiqlik relesininig ishlash prinsipi xar-xil kengayish koeffitsentiga ega

bo'lgan biometall plastika (mnvar, pulat) dan iborat elementni qizishi natijasida tomonga egilib, kontakti uzilishiga asoslangan.

Agar dvigatel o'ta nagruzka bilan ishlay boshlasa, isitish elementidan utadigan tokni oshiradi va biometalli plastinka qizishi natijasida u bir tomonga egiladi. Bu xolatda tortish g'altagiga ketma- ket ulangan RT1 yoki PTZ kontaktlari ochilib, g'altakdan o'tayotgan tokni to'xtatadi. Natijada dvigatel tomonidan uzilib to'xtaydi.

4. Ishni bajarish tartibi:

Magnitli ishga tushurgichni tuzilishi va ishlash prinsipini bilan tanishish. Qisqa tutashgan rotorli asinxron dvigatelni magnitli yuritgich orqali ishga tushirish sxemasini (rasm 2-1)ni yig'inig. Rubilnik R ni ulab, yuritish knopkasi Yu ni bosib, dvigatelni ishga tushiring, sungra tuxtatish knopkasi T ni bosib uni to'xtating.

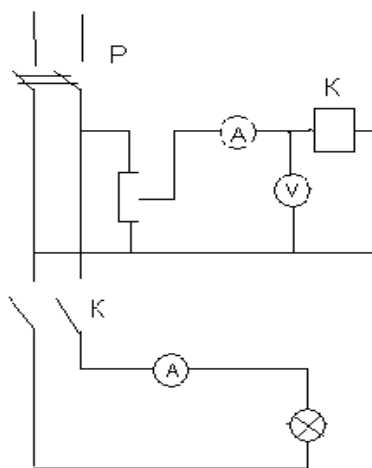
Kontaktor galtagini aktiv qashiligini aniqlang. Voltmetir va ampermetir yordamida ga'ltakning uzgaruvchan tok uchin to'la qarshiligini naminal tokni aniklang. Kontaktorning tortish g'altagini sinash uchun (2-2) sxemasini yig'ing va quydagilarni bajaring:

a) Rubilnik R ni ulab, potensiometr yoki avtotransformator LATR orqli g'altakka beriladigan kuchlanishni asta-sekin kupaytirib borib K g'altagini ishga tusha boshlash kuchlanishini voltmetr kursatishi buyicha aniklang (U_T).

b) G'altakka berilgan kuchlanishni asta-sekin kamaytirib borib kontaktor kontaktlarini ochilishi paytidagi kuchlanishni (galtakni kuyib yuborish kuchlanishini - U_k ni) aniklang. Kontaktorlarni yopilishi yoki ochilishi zanjirigi lampani yonishi yoki uni uchishi bilan belgilanadi.

v) G'altakni qaytish koefitsiyentini quydagi formuladan aniqlang:

$$K = \frac{U_k}{U_T} = \frac{I_k}{I_T}$$



Laboratoriya ishini bajarish uchun tayyorlangan qurilmada PME-212 magnitli ishga tushirgich, (nominal toki $I_n=6,3$ A) va KU 123-1 bshshqarish knopkalari qo'llangan.

4. Tekshirish uchun savollar.

1. Magnitli yuritgichni sxemalari?
2. Magnitli yurg'izgichni ishlash prinsiplari?
3. Ishlatilish soxalari va tuzilishi?
4. Nima uchun tarmoq kuchlanishi bexad kamaysa va kuchlanish yo'qolsa dvigitelni tarmoqdan uzish lozim? U qanday ijro etiladi ?

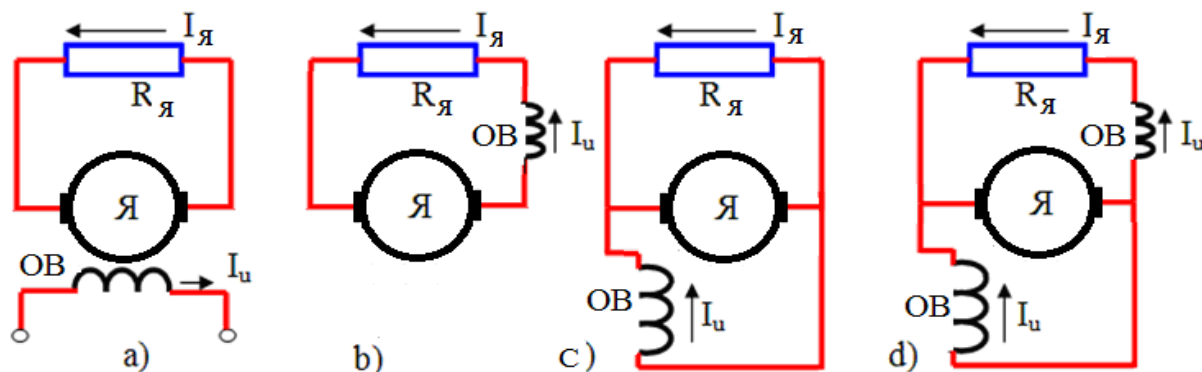
2-tajriba mashg'uloti. O'zgarmas tok dvigatelli elektr yuritmani tezligini rostdlashni o'rganish.

1.Ishdan maqsad. Tajriba yo'li bilan (generatoridan olingan energiya hisobiga) doimiy tok elektrodvigatelinini teskari aylantirish va tez to'xtatishni o'rganish.

2. Kerakli jihozlar: elektrodvigitel, doimiy to'k manbayi, uzib ulagich(kalit) va uslubiy ko'rsatma.

3.Tajriba ishiga oid nazariy ma'lumotlar:

Xalq xo'jalik ishlab chiqarish sharoitida doimiy tok dvigatellari asosan maxsus quril malarda, ishchi mashinalarni sinashda va elektrokaralarda ishlatiladi. Elektrodvigatelni teskari aylantirish uchun yakor toki yoki magnit oqimini yo'nalishini o'zgartirish kifoya. Dvigatelni



1-rasm. Doimiy tok motorlarini ulanish sxemasi.

Tez to'xtatish uchun esa yakor zanjiriga qarshilik ulanadi va yakor qarama-qarshi ulanadi. Dvigatelni teskariga aylantirish uchun yakor zanjiri qarama-qarshi ulanadi. Bunday ulanganda, yakorda ($20 \dots 40$) I_n tok hosil bo'ladi. Shuning uchun rubilnikni teskari ulash jarayonida yakor zanjiriga qo'shimcha qarshilik R_{kk} ulash yordamida, tez to'htatish da esa yakor zanjiri tarmoqdan tok olmay o'z-o'zidan tashqi qarshilik R_{tk} ga tok beradi. Tok yo'nalishini o'zgartirish natijasida, shu tok hosil qilgan moment yakorni aylanishiga qarshilik ko'rsatadi. Tok miqdori qancha katta bo'lsa, (qarshilik miqdori shuncha oz bo'ladi) M_{kar} shuncha katta bo'ladi, $M_t = KFI_{tg}$ demak dvigatel shuncha tez to'htaydi.

4.Ishni bajarish tartibi.

1.Dvigateldan ma'lumotlar yozib olinadi. 2.Chizmadagi sxema yigiladi va teskari aylantirish bajariladi. 3.Shu chizma bo'yicha qarama-qarshi ulash yo'li bilan tez to'htatiladi.

4.Chizmadagi 2-sxema yigilib dinamik tez to'htash tajribasi o'tkaziladi va natija jadvalga yoziladi.

R	OM	100	50	25	10	5	3
t	cek	3	5	8	10	13	15

5. Tekshirish uchun savollar.

1. Doimiy tok dvigateli qanday printsipga asosan ishlaydi ?
2. Doimiy tok dvigateli konstruksiyasi kanday ?
3. Doimiy tok dvigateli mexanik xarakteristikasi qanday ?

3-tajriba mashg'uloti.Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron elektryuritmani ish xarakteristikasini olish.

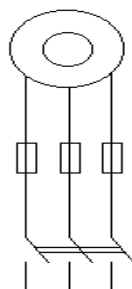
Ishning maqsadi:

1. Tajriba yo'li bilan salt yurish, qisqa tutashish va ishchi xarakteristikalarini olish.
2. Elektr sxemalarni yigishni o'rganish va nazariy bilimlarni tajriba yo'li bilan tasdiqlash.

2. Kerakli jihozlar: Asinxron dvigatelni, doimiy to'k manbai, transformatr, uzib ulagich(kalit), vo'timetr, ampirimetr va uslubiy ko'rsatma.

3. Tajriba ishiga oid nazariy ma'lumotlar:

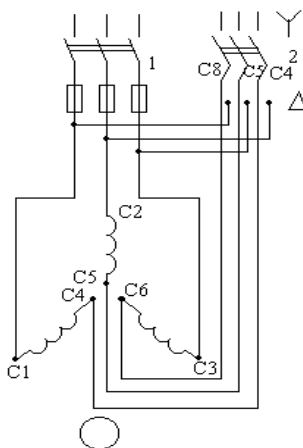
Rotori qisqa tutashtirilgan asinxron dvigatelni elektr tarmog'iga bevosita ulash usulida ishga tushirish (1-rasm) keng qo'llaniladi, lekin dvigatelni tarmoqqa ulash paytida juda qisqa vaqt bo'lsa ham, nominal tokdan $5\div 7$ marta katta bo'lgan ishga tushirish toki $I_{i,t}$ paydo bo'ladi.



1-Rasm. Rotori qisqa tutashtirilgan asinxron dvigatelni elektr tarmog'iga bevosita ulash.

Dvigatel ishga tushirilganda uning aylanish tezligi nominal qiymatgacha juda tez ortadi va ishga tushirish toki kamayib, nominal yuklanishga mos keladigan qiymatga erishadi. Dvigatellarni ishga tushirishda ishga tushirish toki $I_{i,t}$ ning ta'siri tufayli elektr tarmog'i kuchlanishining qiymati sezilarli darajada pasayib ketishi mumkin. Bunda aylantiruvchi moment kuchlanishning kvadratiga proporsional ($M=U^2$) bo'lgani uchun yuklanish bilan ishlayotgan dvigatellarning momenti kamayib, ularning normal ishlashi buziladi.

Dvigatelni uchburchak sxemadan yulduz sxemaga o'tkazib ishga tushirish. Dvigatelni ishga tushirish paytida unga pasaytirilgan kuchlanish berish orqali ishga tushirish tokini kamaytirish mumkin.



2-Rasm. Dvigatelni uchburchak sxemadan yulduz sxemaga o'tkazib ishga tushirish.

Stator chulg'ami Δ sxemada ishlashga mo'ljallangan asinxron dvigatelning chulg'amini Δ dan $\star$ usulda ulashga o'tkazib, dvigatelni ishga tushirish quyidagicha tartibda bajariladi (4.2-rasm).

Rubilnik 2-holatiga o'tkazilib, dvigatelni elektr tarmog'iga ulasak, stator chulg'ami yulduz sxemada ulangan bo'ladi. Bunda dvigatel fazasiga beriladigan kuchlanish liniya kuchlanishidan $\sqrt{3}$ marta kichik bo'ladi. Demak, faza toki ham $\sqrt{3}$ marta kamayadi.

Chulg'amlar yulduz sxemada ulanganda liniya toki faza tokiga teng bo'ladi, bunda ishga

tushirish toki:
$$I_{i,t,\lambda} = \frac{U_{\phi\lambda}}{Z_{\phi}} = \frac{U_{\lambda}}{\sqrt{3}Z_{\phi}}$$

bu yerda; $I_{i,t,\lambda}$ -yulduz sxemada ulangan dvigatelning ishga tushirish toki; U_{λ} -elektr tarmog'ining liniya kuchlanishi; Z_{ϕ} -statoridagi faza chulg'amining qarshiligi.

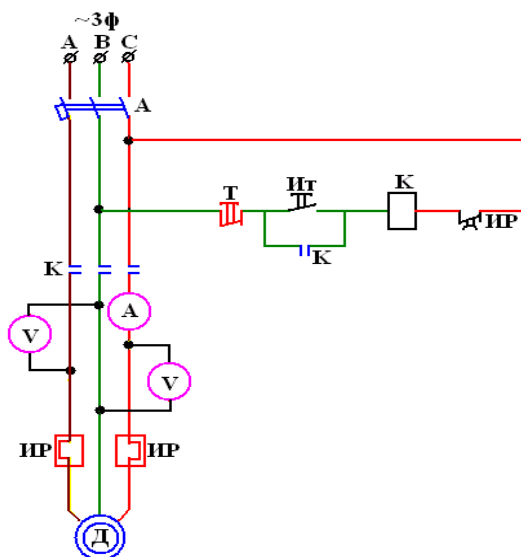
Rubilnik 2 «ish» holatiga o'tkazilganda, ya'ni stator chulg'amlari «uchburchak»

sxemada ulanganda fazadagi ishga tushirish toki:
$$I_{i,t,f} = \frac{U_{\phi\Delta}}{Z_{\phi}} = \frac{U_{\lambda}}{Z_{\phi}}$$

va liniyadagi ishga tushirish toki: $I_{i,t,\Delta} = \frac{\sqrt{3}U_{\lambda}}{Z_{\phi}}$ $I_{i,t,\lambda}$ va $I_{i,t,\Delta}$ ni taqqoslasak:
$$\frac{I_{u,m,\lambda}}{I_{u,m,\Delta}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Shunday qilib dvigatelning ishga tushirish toki stator chulg'amlarining yulduz sxemada ulanganda uchburchak sxemada ulangandagiga nisbatan $\sqrt{3}$ marta kichik bo'ladi. Lekin $M=U^2$ bo'lganligi sababli mazkur usulda ishga tushirilayotgan dvigatelning aylantiruvchi momenti uch marta kamayadi. Demak, bu usuldan dvigatelni faqat salt ishlatish yoki valga qo'yilgan yuklanish kichik bo'lganda foydalanish mumkin.

Ishni bajarish tartibi:
 Motor o'lchov
 ma'lumotlarini yozing.
 belgilanishi
 yurish tajribasini
 tajribasini o'tkazing.
 oling.
 Olingan ma'lumotlar
 3-rasm. Asinxron
 tushirish. Salt yurish
 Qisqa tutashish
 quring. Ishchi
 Hisobot jadvalini
 olingan
 qiling.



asboblarining
 Stator chulgaming
 to'g'riligini tekshiring. Salt
 o'tkazing. Qisqa tutash
 Ishchi xarakteristikasini

asosida:
 dvigatelni ishga
 xarakteristikasini quring.
 xarakteristikasini
 xarakteristikasini quring.
 tuzing va motorning
 xarakteristikalarini analiz

3-rasm. Asinxron dvigatelni ishga tushirish

1-bandni bajarish:

Salt yurish tajribasini o'tkazing. 3-rasmda ko'rsatilgan sxemani yig'ing. Avtotransformator surgichini chiqish kuchlanishi eng past qiymatiga to'g'rilang (RNT-220 foydalanish mumkin). A-avtomat o'chirgichni qo'shing. Transformator yordamida normal kuchlanish bering. Bu birinchi nuqtani 1-jadvalga yozing.

Kuchlanishni kamayayotgan salt yurish toki o'sishini boshlaguncha asta-sekin kamaytirib, yana bir necha nuqta oling. Olingan ma'lumotlarni 1-jadvalga yozing

1-jadval

№	O'lchangan			Hisoblangan					
	U_0, V	I_0, A	P_{of}, Vt	U_{of}, V	P_0, Vt	$\cos\varphi_0$	$Z_0, \Omega m$	$R_0, \Omega m$	$X_0, \Omega m$
1									
2									
3									
4									
5									

2-bandni bajarish

Bu tajriba ham 3-rasm asosida o'tkaziladi. Rotorni to'xtatib qo'ying. Transformatorning chiqish kuchlanishini eng kam qiymatini qo'ying. A-ni qo'shing stator chulg'amida nominal tok o'tguncha kuchlanishni asta-sekin ko'paytirib. Bu birinchi nuqta bo'ladi, uni 2-jadvalga yozing kuchlanishni kamaytirib borib, ya'ni 4-5 nuqta oling. Tajriba natijalarini 2-jadvalga yozing.

2-jadval

№	O'lchangan			Hisoblangan					
	U _k , V	I _k , A	P _{kf} , Vt	U _{kf} , V	P _k , Vt	cosφ _k	Z _k , Om	R _k , Om	X _k , Om
1									
2									
3									
4									
5									

3-bandni bajarish

Ishchi xarakteristikani olish:

3-rasmda ko'rsatilgan elektr sxemani yig'ing. A-2 avtomatik uchirgich o'chgan. A-1 qo'shing. Bu birinchi nuqta bo'lib qoladi, olingan ma'lumotlarni 3-jadvalga yozing. Asta-sekin motorni generator yordamida yuklab yana 4-5 nuqta oling. O'lchash natijalarini 3-jadvalga yozing.

3-jadval

№	O'lchangan				Hisoblangan									
	U, V	I, A	P _t , Vt	n, ayl/ min	U _k , V	I _k , A	P _k , Vt	P _{1m} , Vt	P _{2m} , Vt	η _{cp}	η _m	M, N.m	S	cosφ
1														
2														
3														
4														
5														

Hisoblash uchun formulalar:

Salt ishlash tajribasida:

$$R_0=3R_{of}; U_{of}=\frac{U_0}{\sqrt{3}}; \cos\varphi_0=\frac{P_0}{U_0 I_0}; Z_0=\frac{U_{0\phi}}{I_0}; r_0=Z_0 \cos\varphi_0; X_0=Z_0 \sin\varphi_0=\sqrt{Z_0^2 - r_0^2}$$

Qisqa tutashish tajribasida

$$P_k=3P_{kf}; U_{kf}=\frac{U_k}{\sqrt{3}}; \cos\varphi_k=\frac{P_k}{U_k I_k}; Z_k=\frac{U_{k\phi}}{I_k}; r_k=Z_k \cos\varphi_k; X_k=Z_k \sin\varphi_k=\sqrt{Z_k^2 - r_k^2}$$

Ishchi xarakteristikasini kurish uchun:

$$P_1=3P_{kf}; P_{1dv}=3P_{fdv}; P_{2dv}=P_{1dv}\eta_{dv}; \eta_{agr}=\frac{E_0}{E_{1dv}}; \eta_{dv}=\sqrt{\eta_{azp}};$$

$$M=9,55 \frac{P_{2\phi}}{n}; S=n_0-n/n_0; \cos\varphi=\frac{P_{1\phi}}{\sqrt{3}U_{\phi}I_{\phi}}$$

Tekshirish uchun savollar.

Uch fazali qisqa tutashishli asinxron motorning ishlash tarzi va tuzilishi to'g'risida so'zlab bering?

Asinxron motorni ishga tushirishning qanday usullari bor?

Motorni yulduzchadan uchburchakka o'zgartirib ishga tushirish usuli qachon qo'llanadi?

Motorning ishga tushirish toki qanday qiymatga erishadi?

Nima uchun yukning o'zgarishi bilan motorning sirpanishi o'zgaradi?

Quvvat koeffitsientining motor yukiga boglanishi qanday o'zgaradi?

Motorning qisqa tutashish tajribasi qanday bajariladi?

Asinxron motorning salt yurish toki kattaligi qanday bo'ladi?

Sirpanish nima va u yuk o'zgarishi bilan qanday o'zgaradi?
Qisqa tutashish tajribasida nima uchun cosφ o'zgarimasdan qoladi?

4-tajriba mashg'uloti. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron elektr yuritmani tormozlab to'xtatish.

Ishning maqsadi:

1. Asinxron dvigatelni ishlash printsiptini va ishga tushirishni o'rganish;
2. Asinxron dvigatelni reverslashni va to'xtatish usullarini o'rganish.
2. Kerakli jihozlar: Asinxron dvigatelni, doimiy to'k manbayi, transformatr, uzib ulagich(kalit), vo'timetr, ampirimetr va uslubiy ko'rsatma.

3. Tajriba ishiga oid nazariy ma'lumotlar:

Asinxron mashinani tuzilishi stator va rotordan iborat. Asinxron mashinani rotorini sinxron bo'lmagan chastota bilan aylanadi. Rotoring tuzilishiga ko'ra asinxron motorlar:

Qisqa tutashtirilgan rotorli

Faza rotorli asinxron motorlarga bo'linadi.

Asinxron dvigatelni yurgizish uchun uning stator chulg'ami uch fazali tok tarmog'iga ulanishi lozim.

Asinxron dvigatelda stator zanjiri rotor zanjiri bilan elektr jihatdan o'zaro bog'lanmagan. Stator chulg'amlari tarmoq kuchlanishiga ulanganda chulg'amlardan o'tadigan uch fazali tok energiyasi rotorga magnit maydoni vositasida uzatiladi.

Stator chulg'amiga tarmoqdan uch fazali kuchlanish berilsa, uning ta'sirida stator chulg'amidan tok o'tib, aylanuvchi magnit maydon hosil qiladi. Aylanuvchi magnit maydon stator va rotor chulg'amlarini kesib o'tib, ularda y_{e1} va y_{e2} eyuk larni induktsiyalaydi. Xar qanday berk zanjirda eyuk uyg'otilsa unda tok paydo bo'ladi. Demak, EYuK ta'sirida rotor chulg'amida tok paydo bo'ladi. Tok bilan magnit maydon o'zaro ta'sirlashib elektromagnit kuchlarni vujudga keltiradi. Rotor chulg'amlariga ta'sir etuvchi kuchlar uni aylantiradigan elektromagnit momentni hosil qiladi. Natijada rotor ham qandaydir n_2 tezlik bilan aylanma magnit maydon yo'nalishida aylana boshlaydi. Demak, *asinxron dvigatelning ishlash printsipti aylanma magnit maydoni bilan rotorning qisqa tutashtirilgan chulg'amida hosil bo'ladigan toklarning o'zaro ta'siriga asoslangan ekan.*

Ayrim fazalari bir-biriga nisbatan 120° ga siljigan stator chulg'amlarining toki, fazoda bir-biriga nisbatan 120° ga siljigan magnitlovchi kuchlarni va stator ichida ma'lum bir tezlikda aylanadigan aylanma magnit maydonini hosil qiladi.

Chulg'amlarni tarmoqqa ulaydigan uchta simdan ikkitasining o'rni o'zgartirilsa, aylanma magnit maydonining aylanish yo'nalishi o'zgaradi.

Statorida hosil bo'ladigan magnit maydonining aylanish chastotasi o'zgaruvchan tok chastotasining qiymatiga to'g'ri proporsional va juft qutblar soniga teskari proporsional bo'ladi. Aylanma magnit maydonining aylanish chastotasi n_1 bilan belgilanadi va quyidagicha aniqlanadi:

$$n_1 = \frac{60 f}{p}$$

Asinxron dvigatelning stator chulg'amlari tarmoqqa ulanganda uning rotorini aylana boshlaydi. Rotoring tezligi n_2 asta sekin o'sib boradi, lekin magnit maydonining tezligiga yeta

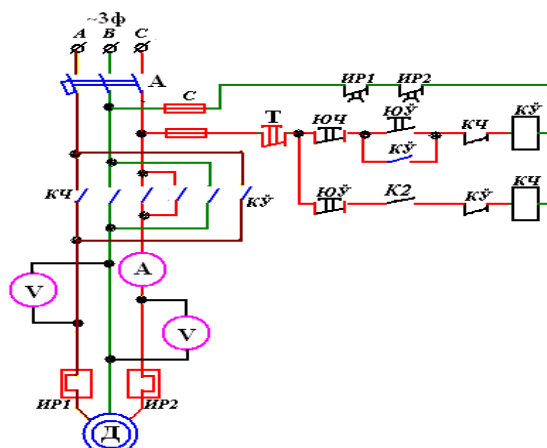
olmaydi. Asinxron dvigatelda rotorning aylanish tezligi magnit maydonining aylanish tezligidan doimo kichik ($n_2 < n_1$) bo'ladi. Bu xususiyat faqat asinxron dvigatellarga xos bo'lgan xususiyatdir. Ishni bajarish tartibi

Sxemani ishga tushirish uchun birinchi navbatda A avtomat o'chirgich orqali uni uch fazali tarmoqqa ulanadi.

Dvigatelni yurgizish uchun boshqarish sxemasidagi IOŷ tugmasi bosiladi.

Bunda Kŷ magnit ishga tushurgichni g'altagi kuchlanish olib, o'zini "blok" kontakti va asosiy kontaktlari Kŷ larni yopadi. Yopiq bo'lgan Kŷ kontaktlarni ochadi.

Dvigatel ishga tushganda Kŷ g'altagi kuchlanish olganligi sababli, kuch zanjiridagi Kŷ larni yopganligi sababli, Kŷ asosiy kontaktlar orqali dvigatel bir tomonga yo'nalish olib aylanadi.



Dvigatel to'xtatish uchun "T" to'xtatish tugmasi bosiladi. Dvigatel tarmoqdan uzilgandan keyin dvigatelni tezligi birdan pasayishi natijasida K2 kontakti yopiladi. Natijada KЧ asosiy kontaktlar yopilib dvigatelni reverslaydi, ya'ni statorda hosil qilingan elektromagnit maydon teskari yo'nalishda aylana boshlaydi. Bunda tormozlovchi elektromagnit moment yuzaga keladi. Rotor aylanishi nolga yaqinlashgach RKS relesi kontaktlari uzilib 2KCh chulg'amli tokdan uziladi va dvigatel to'xtaydi.

Vazifa to'rtatish jarayonini ko'p marta bajaring va to'xtatish vaqtlarni jadvalga joylashtiring

4.1-jadval

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
To'xtatish vaqti t(sek)									

Tekshirish uchun savollar.

1. AD ni ishlash printsipini tushuntiring?
2. Berilgan AD ni texnik ko'rsatkichlarini ayting?
3. Reverslash usuli bilan tormozlashni tushuntiring?
4. Bu usulni kamchiliklari va afzalliklari nimalardan iborat?
5. AD ni avtomatik tormozlash sxemasini tushuntirib bering.

5-tajriba mashg'uloti. Sinxron elektr yuritmani ish xarakteristikasini olish

1. Ishdan maqsad:

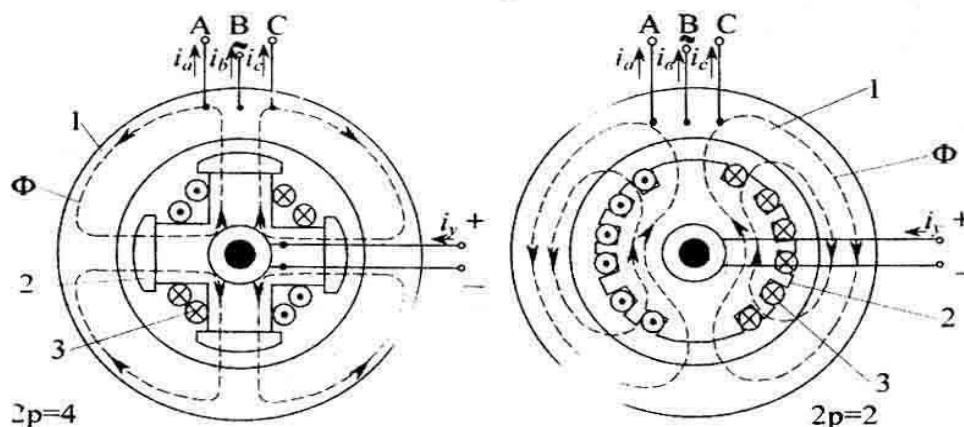
1. Sinxron mashinalar elektr energiyasi xosil qiluvchi generatorlar, dvigatellar va reaktiv quvvat kompensatorlari sifatida ko'p qo'llaniladi.
2. Barcha elektr mashinalari singari u xam qaytuvchanlik xossasiga ega. Sinxron dvigatellarni tuzilishini ko'rib o'rganish.
2. Kerakli jihozlar: Sinxron dvigatel, doimiy to'k manbai va uslubiy ko'rsatma.

3. Tajriba ishiga oid nazariy ma'lumotlar:

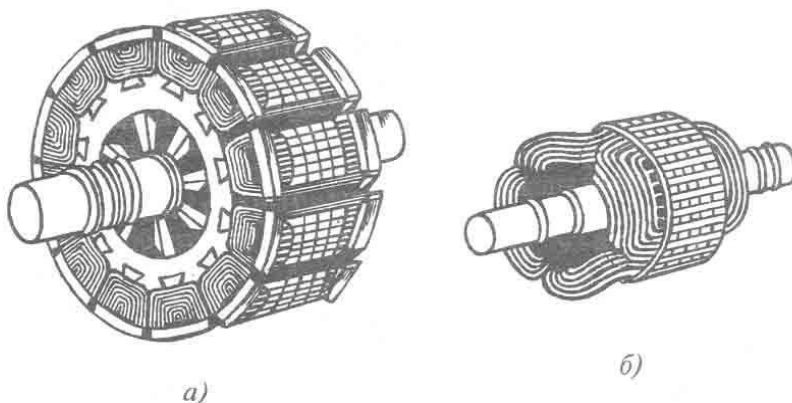
Sinxron dvigatellarni rotor chulgamiga o'zgaras tok beriladi. Bu elektrodvigateallarni stator chulgamlarida esa o'zgaruvchan, EYuK induktsiyalanadi va o'zgaruvchan tok oqadi. Demak stator va rotor ariqchalarida chulgamlar joylashgan bo'ladi. Dvigatelni stator chulgamlari uch fazali tarmokka ulanganda aylanuvchi magnit maydoni xosil bo'ladi.

Stator chulgamlaridan oqqan tok xosil qilgan aylanuvchi magnit maydon rotor chulgamlarini kesib o'tib ularda EYuK induktsiyalaydi, natijada ulardan tok oqadi. Sinxron elektr mashinalari asosan ikki xil bo'ladi.

1. Noayon qutbli, 2. Ayon qutbli. Aniq namoyon qutbli – ayon qutbli generatorlarning daigateli sifatida ko'pincha gidravlik turbina ishlatiladi. Shuning uchun bunday generatorlar gidrogeneratorlar– deb ataladi. Ularning aylanishlar tezligi 60 dan 750 ayl G`min gacha oraliqda bo'ladi.



Tezlikning bunday katta farqda o'zgarishi gidrostantsiyalarda suvning bosimi va isrofining turlicha bo'lishi bilan bog'liqdir.



1-rasm. Sinxron dvigatelni tuzilishi.

Sinxron dvigateallarni rotor chulgamiga o'zgaras tok beriladi. Sinxron elektrodvigateallarni yakor chulgamlarida esa o'zgaruvchan EYuK induktsiyalanadi va o'zgaruvchan tok oqadi. Demak stanina va yakor ariqchalarida chulgamlar joylashgan bo'ladi. Dvigatelni stator chulgamlari uch fazali tarmoqqa ulanganda aylanuvchi magnit maydoni xosil bo'ladi.

Sinxron mashinalarning ishlash printsipi rotor chulgamiga o'zgaras tok berilganda o'zgaras magnitmaydoni xosil bo'lishi va rotor bilan birga aylanib, stator cho'qamini kesib o'tadi. Shunda ularda chastotasi f teng bo'lgan EYuK ni induktsiyalashga asoslangan. Agar stator chulgamlariga nagruzka qarshiligi Z_n ni ulasak, generatorlarning faza chulgamlarida xosil bo'lgan i_a, i_b, i_c toklar aylanishlar tezli-gini $n \approx 60 f / R$ rotor aylanishlar tezligiga teng bo'lgan aylanuvchan magnit maydoni xosil qiladi. Shuning uchun bunday elektr mashinalar rotorining aylanishlar tezligi statorning magnit maydoni aylanishlar tezligiga teng bo'lganligi uchun sinxron mashinalar xisoblanadi.

2-rasm (a)

2-rasm (b)

2-rasm(a) Ayon qutbli sinxron mashinalarning tuzilishi 1-stator,2-rotor qutblari, 3-rotor chulgami

2-rasm (b). Noayon qutbli sinxron mashinalarning tuzilishi 1-stator,2-rotor qutblari, 3-rotor chulgami

Sinxron mashinalar ko'pincha yaqqol ko'pinadigan qutbli yoki yaqqol ko'rinmaydigan qutbli qilib ishlab chiqariladi. quvvati nisbatan katta bo'lmagan (100 kVA gacha) bo'lgan o'zgarmas va o'zgaruvchan tok chulqamlari, ko'pincha o'zaro o'rin almashgan bo'ladi. Iste'molchilar ulanadigan chulqam rotorga, uyqotish chulqami esa statorga joylashtiriladi.

Katta quvvatli zamonaviy elektrostantsiyalarda tizim bilan parallel ulanadigan bir necha sinxron generatorlar ishlatiladi. Masalan Toshkent GRES ida xar birining quvvati 160 mVA ga teng bo'lgan 12 ta turbogenerator o'rnatilgan. Asosiy sanoat royonlarida bir necha elektrostantsiyalarni o'zaro birlashtirilib, yirik energetik sistemalar tashkil etiladi. Chunonchi, O'rta Osiyo enegosistemesi O'zbekiston, Turkmaniston, Tojikiston, qozoqiston, qirgizistondagi barcha sanoat korxonala rini elektr energiyasi bilan ta'minlaydigan elektrostantsiyalarni o'ziga birlash-tirgan. Shuning uchun sinxron generatorlarning yagona energosistemaga birlashib ishlay olishi oddiy ish rejimi xisoblanadi.

3.Ishni bajarish tartibi.

1.Sinxron dvigatelini tuzilishini qismlarga ajratib o'rganish.

2.Bajarilgan ishga xulosa va nazorat savollariga javob yoziladi.

4.Tekshirish uchun savollar.

1.sinxron dvigateli nima?

2.Sinxron dvigatelini tuzilishi qanday?

3.Sinxron dvigatellarni ayon va noayon qutbliligini o'zaro o'xshashliklari bormi?

4.sinxron divigitel ichki tuzilishi qanday?

5.Sinxron dvigitel ishga tushirish jarayonida nimalarga ahamiyat berish kerak.?

6-tajriba mashg'uloti. Control system toolbox paketida mexatron sistemali boshqarish ob'ektlarini matematik tavsiflash.

1. Ishdan maqsad:

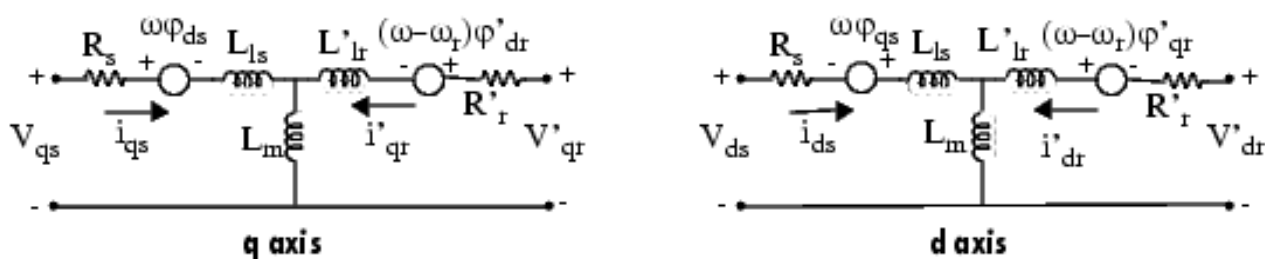
1.Dvigatel va generator rejimlarida ishlaydigan asinxron elektr mashinasini modellashtrish.

2.Mashinaning ishlash rejimi elektromagnit momentning ishorasiga asosan aniqlash.

2. Kerakli jihozlar: Kompouyuter, zarur dasturiy ta'minot(Matlab) va uslubiy ko'rsatma.

3. Tajriba ishiga oid nazariy ma'lumotlar:

Modelning A, B va S portlari mashina stator cho'lg'aming chiqishlari, a, b va s portlari esa rotor cho'lg'aming chiqishlari bo'lib hisoblanadi. Modelning Tm porti harakatlanishga qarshilik momentini boshqarish uchun xizmat qiladi. Modelning m chiqish portida 21 elementdan iborat vektor signal shakllanadi. Ular quyidagilar: harakatlanmaydigan va aylanuvchi koordinatalar sistemalarida rotor va statorning toklari, magnit oqimlari va kuchlanishlari, elektromagnit moment, valning aylanish tezligi va uning burchak xolati. Vektordan o'zgaruvchilarni ajratib olishni qulaylashtirish uchun **SimPowerSystems** bibliotekasida **MachinesMeasurement Demux** bloki mavjud. Asinxron mashinaning modeli elektr va mexanik qismlardan iborat. Elektr qismi to'rtinchi tartibli va mexanik qismi ikkinchi tartibli xolatlar fazosining modelidan iborat. Hamma elektr o'zgaruvchilar va mashinaning parametrlari dvigatelning stator tomoniga keltirilgan. Mashina elektr qismining boshlang'ich tenglamalari ikki fazali (dq-o'qlar) koordinatalar sistemasi uchun yozilgan. Mashinaning almashtirish sxemasi 14.7.2.1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Asinxron mashinaning almashtirish sxemasi

Mashina elektr qismining tenglamalari quyidagi ko'rinishga ega:

$$V_{qs} = R_s i_{qs} + \frac{d}{dt} \varphi_{qs} + \omega \varphi_{ds}$$

$$V_{ds} = R_s i_{ds} + \frac{d}{dt} \varphi_{ds} - \omega \varphi_{qs}$$

$$V'_{qr} = R'_r i'_{qr} + \frac{d}{dt} \varphi'_{qr} + (\omega - \omega_r) \varphi'_{dr}$$

$$V'_{dr} = R'_r i'_{dr} + \frac{d}{dt} \varphi'_{dr} - (\omega - \omega_r) \varphi'_{qr}$$

$$T_e = 1.5 p (\varphi_{ds} i_{qs} - \varphi_{qs} i_{ds})$$

$$\varphi_{qs} = L_s i_{qs} + L_m i'_{qr}$$

$$\varphi_{ds} = L_s i_{ds} + L_m i'_{dr}$$

$$\varphi'_{qr} = L'_r i'_{qr} + L_m i_{qs}$$

$$\varphi'_{dr} = L'_r i'_{dr} + L_m i_{ds}$$

$$L_s = L_{ls} + L_m$$

$$L'_r = L'_{lr} + L_m$$

Tenglamalar sistemasidagi indekslar quyidagi qiymatlarga ega:

d – o'zgaruvchining d o'qqa proektsiyasi;

q - o'zgaruvchining q o'qqa proektsiyasi;

r – o'zgaruvchi yoki rotorning parametri;

s - o'zgaruvchi yoki statorning parametri;

L – sochilish induktivligi;

m – magnitlash zanjirining induktivligi.

Mashina mexanik qismining tenglamalari quyidagi ko'rinishga ega:

$$\frac{d}{dt}\omega_m = \frac{1}{2H}(T_e - F\omega_m - T_m)$$

$$\frac{d}{dt}\theta_m = \omega_m$$

Mashina tenglamalaridagi o'zgaruvchilar quyidagi qiymatlarga ega:

R_s, L_{ls} – statorning qarshiligi va sochilish induktivligi;

R_r, L_{lr} - rotorning qarshiligi va sochilish induktivligi;

L_m – magnitlanish zanjirining induktivligi;

L_s, L_r - stator va rotorning to'la induktivliklari;

V_{qs}, i_{qs} – stator kuchlanishi va tokining q o'qiga proektsiyasi;

V_{qr}, i_{qr} - rotor kuchlanishi va tokining q o'qiga proektsiyasi;

V_{ds}, i_{ds} – stator kuchlanishi va tokining d o'qiga proektsiyasi;

V_{dr}, i_{dr} - rotor kuchlanishi va tokining d o'qiga proektsiyasi;

$\varphi_{qs}, \varphi_{ds}$ - stator oqim bog'lanishining d va q o'qlariga proektsiyasi;

$\varphi_{qr}, \varphi_{dr}$ - rotor oqim bog'lanishining d va q o'qlariga proektsiyasi;

ω_m - rotorning burchak tezligi;

θ_m - rotorning burchak bo'yicha holati;

P – qutb juftliklarining soni.

Asinxron mashinasi modelining Simulink prototipi bilan :toolbox\powersys\powersys papkasidagi powerlib_models.mdl bibliotekasini ochib tanishish mumkin.

3. Nazariy xisoblangan mulamutlarni Parametrlarini o'rnatish oynasi:

Block Parameters: Asynchronous Machin... [X]

Asynchronous Machine (mask) (link)

Implements a three-phase asynchronous machine (wound rotor or squirrel cage) modeled in the dq rotor reference frame. Stator and rotor windings are connected in wye to an internal neutral point. Press help for inputs and outputs description.

You can specify initial values for stator and rotor currents. In the Initial conditions parameter you have the possibility to specify the stator current only :

[s() th(deg) isa, isb, isc(p.u.) pha, phb, phc(deg)]:

Or you can choose to enter the stator and the rotor initial currents:

[s() th(deg) isa, isb, isc(p.u.) pha, phb, phc(deg) ira, irb, irc(pu) pha, phb, phc]:

Parameters

Rotor type:

Reference frame:

Nom. power, L-L volt. and freq. [Pn(VA), Vn(Vrms), fn(Hz)]:

Stator [Rs(ohm) Lls(H)]:

Rotor [Rr(ohm) Llr(H)]:

Mutual inductance Lm (H):

Inertia, friction factor and pairs of poles [J(kg.m^2) F(N.m.s) p()]:

Initial conditions (read the details in the description above)

OK Cancel Help Apply

Blokning parametrlari:

Rotor type:

[Rotorning turi]. Parametrning qiymati quyidagi ro'yxatdan tanlanadi:

- Squirrel-Cage –qisqa tutashtirilgan rotor yoki “olmaxon qafasi”;
- Wound – fazali rotor;

Reference frame:

[Koordinatalar sistemasi]. Parametrning qiymati quyidagi ro'yxatdan tanlanadi:

- Rotor – rotorga nisbatan siljimaydigan;
- Stationary - statorga nisbatan siljimaydigan;
- Synchronous – maydon bilan birga aylanadigan.

Nom. power, L-L volt. and frequency[Pn(VA), Un(V), fn(Hz)]:

[Nominal quvvat Pn (VA), tahsir etuvchi liniya kuchlanishi Un (V) va nominal chastota fn (Gts)].

Stator [Rs(Ohm) Lls(H)]:

[Statorning qarshiligi Rs (Om) va induktivligi Ls (Gn)].

Rotor [Rr(Ohm) Llr(H)]:

[Rotorning qarshiligi Rs (Om) va induktivligi Ls (Gn)].

Mutual inductance Lm(H):

[O'zaro induktivlik (Gn)].

Inertia, friction factor and pairs of poles [$J(\text{kg}\cdot\text{m}^2)$ $F(\text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{s})$ p]:

[Inertsia momenti $J(\text{kg}\cdot\text{m}^2)$, ishqalanish koeffitsienti $F(\text{N}\cdot\text{m}\cdot\text{s})$ va qutb juftliklari soni p].

Initial conditions [s th(deg) isa, isb, isc(A) phA, phB, phC(deg)]:

[Boshlang'ich shartlar]. Parametr har bir elementi quyidagi qiymatlarga ega bo'lgan vektor ko'rinishida beriladi:

s – sirpanish;

th - faza (grad.);

isa, isb, isc – stator tokining boshlang'ich qiymatlari (A);

phA, phB, phC - stator tokining boshlang'ich fazalari (grad.).

Mashinaning boshlang'ich shartlari Powergui bloki yordamida hisoblanishi mumkin.

Asinxron mashina parametrlarini hisoblash uchun boshlang'ich ma'lumotlar quyidagilardir:

P_H - nominal quvvat [Vt];

U_H - nominal liniya kuchlanishi [V];

f_1 - tarmoqning chastotasi [Gts];

n_H - valning nominal aylanish tezligi [ayl/s];

p – qutb juftliklarining soni;

η - foydali ish koeffitsienti [n.b.];

$\cos\varphi$ - quvvat koeffitsienti [n.b.];

I_H - statorning nominal toki [A];

k_I - yurgizish tokining karraliligi [n.b.];

m_{II} - yurgizish momentining karraliligi [n.b.];

$m_{\max}$ - maksimal momentning karraliligi [n.b.];

J - inertsia momenti [$\text{kg}\cdot\text{m}^2$].

Asinxron mashinaning parametrlarini quyidagi ifodalarga asosan hisoblash mumkin:

$$U = \frac{U_N}{\sqrt{3}}$$
 - nominal faza kuchlanishi [V];

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p}$$
 - magnit maydonining aylanish tezligi (sinxron tezlik) [ayl/s];

$$s_N = \frac{n_1 - n_N}{n_1}$$
 - nominal sirpanish [n.b.];

$$s_{xp} = s_N (m_{\max} + \sqrt{m_{\max}^2 - 1})$$
 - kritik sirpanish [n.b.];

$$\omega_1 = \frac{2\pi f_1}{p}$$
 - magnit maydonining aylanish tezligi (sinxron tezlik) [$\frac{\text{rad}}{\text{c}}$];

$$\omega_N = \frac{\pi n_N}{30}$$
 - val aylanishining nominal burchak tezligi [$\frac{\text{rad}}{\text{c}}$];

$$M_N = \frac{P_N}{\omega_N}$$
 - nominal moment [Nm];

$$M_{\max} = m_{\max} M_N$$
 - maksimal moment [Nm];

$$M_{II} = m_{II} M_N$$
 - yurgizish momenti [Nm];

$$\Pi_{\text{mek}} = (0.01 + 0.05) P_N$$
 - mexanik isroflar [Vt];

$C = (1.01 + 1.05)$ - keltirish koeffitsienti (katta quvvatli mashinalar uchun kichik qiymatlar olinadi);

$$R_r = \frac{1}{3} \frac{P_N + \Pi_{max}}{I_N^2 \frac{1-s_N}{s_N}} - \text{rotorning keltirilgan aktiv qarshiligi [Om];}$$

$$R_s = \frac{U \cos \varphi (1-\eta)}{I_N} - C^2 R_r - \frac{\Pi_{max}}{3I_N^2} - \text{statorning aktiv qarshiligi [Om];}$$

$$L_{sp} = L_{rp} = \frac{U}{4\pi f_1 (1+C^2) k_f I_N} - \text{stator va rotorning keltirilgan sochilish induktivligi [Gn];}$$

$$L_s = \frac{U}{2\pi f_1 I_N \sqrt{1-\cos^2(\varphi)} - \frac{2}{3} \frac{2\pi f_1 M_{max}}{pU} \frac{s_N}{s_{sp}}} - \text{statorning induktivligi [Gn];}$$

$$L_m = L - L_{sp} - \text{magnitlash zanjirining induktivligi [Gn] .}$$

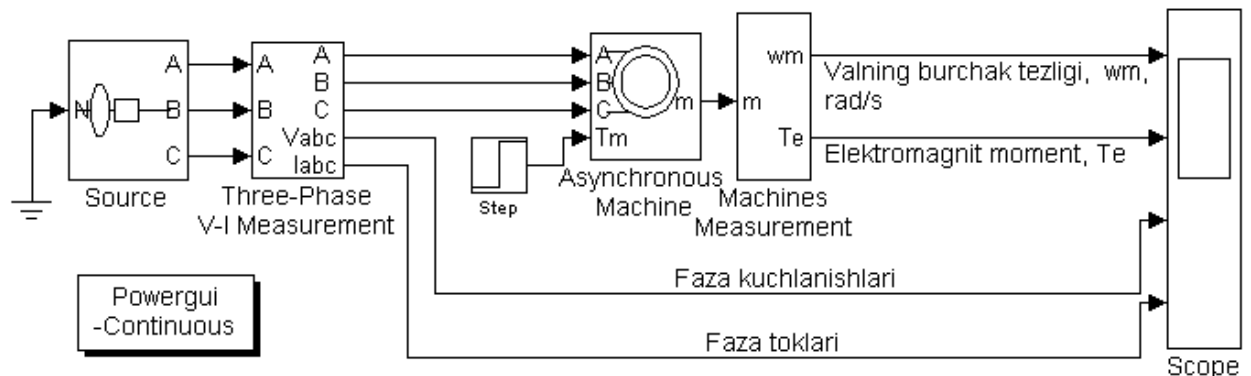
Hisoblashlar tugagandan keyin keltirish koeffitsienti aniqlanadi

$$C^2 = 1 + \frac{L_{sp}}{L_m}$$

va u avval qabul qilingan S koeffitsient bilan taqqoslanadi. Farq katta bo'lsa hisoblashlar qaytariladi.

4. Ishni bajarish tartibi

Asinxron dvigatelni to'g'ridan to'g'ri ishga tushirish va keyin unga yuklama berish sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan. Bundan tashqari rasmda valning burchak tezligi va mashina elektromagnit momentining grafiklari ham keltirilgan.



Block Parameters: Source

3-phase inductive source - Ungrounded neutral (mask) (link)

This block implements a three-phase source in series with a series RL branch. The common node (neutral) of the three sources is accessible via input one (N) of the block.

Parameters

Phase-to-ground peak voltage (V):
310

Phase angle of phase A (Degrees):
0

Frequency (Hz):
50

Source resistance (Ohms):
0.724

Source inductance (H):
0

OK Cancel Help Apply

Block Parameters: Three-Phase V-I Measurement

3-Phase V-I Measurement (mask)

This block is used to measure three-phase voltages and currents in a circuit. When connected in series with a three-phase element, it returns three phase-to-ground voltages and line currents.

The block can output the voltages and currents in per unit values or in volts and amperes. Check the appropriate boxes if you want to output the voltages and currents in pu.

Parameters

Voltage measurement: phase-to-ground

☐ Use a label

☐ Voltage in pu

Current measurement: yes

☐ Use a label

☐ Currents in pu

Output signal: Complex

OK Cancel Help Apply

Block Parameters: Step

Step

Output a step.

Parameters

Step time:
0.15

Initial value:
0

Final value:
110

Sample time:
0

☒ Interpret vector parameters as 1-D

☒ Enable zero crossing detection

OK Cancel Help Apply

Block Parameters: Asynchronous Machine

Asynchronous Machine (mask) (link)

Parameters

Rotor type: Squirrel-cage

Reference frame: Stationary

Nom. power, L-L volt. and freq. [Pn(VA), Vn(Vrms), fn(Hz)]:
[2e3, 380 50]

Stator [Rs(ohm) Ls(H)]:
[0.435 2.0e-3]

Rotor [Rr(ohm) Lr(H)]:
[0.816 2.0e-3]

Mutual inductance Lm (H):
69.31e-3

Inertia, friction factor and pairs of poles [J(kg.m^2) F(N.m.s) p()]:
[0.089 0 2]

Initial conditions (read the details in the description above)
[1.0 0.0 0.0 0.0]

OK Cancel Help Apply

Block Parameters: Machines Measurement

Machine measurements (mask) (link)

Split specified signals of various machine models measurement output vector into separate signals. Set the "Machine units" parameter to the units used for the machine connected to the block input.

Parameters

Machine type: Asynchronous

☐ Rotor currents [ira irb irc]

☐ Rotor currents [ir_q ir_d]

☐ Rotor fluxes [phir_q phir_d]

☐ Rotor voltages [vr_q vr_d]

☐ Stator currents [ia ib ic]

☐ Stator currents [is_q is_d]

☐ Stator fluxes [phis_q phis_d]

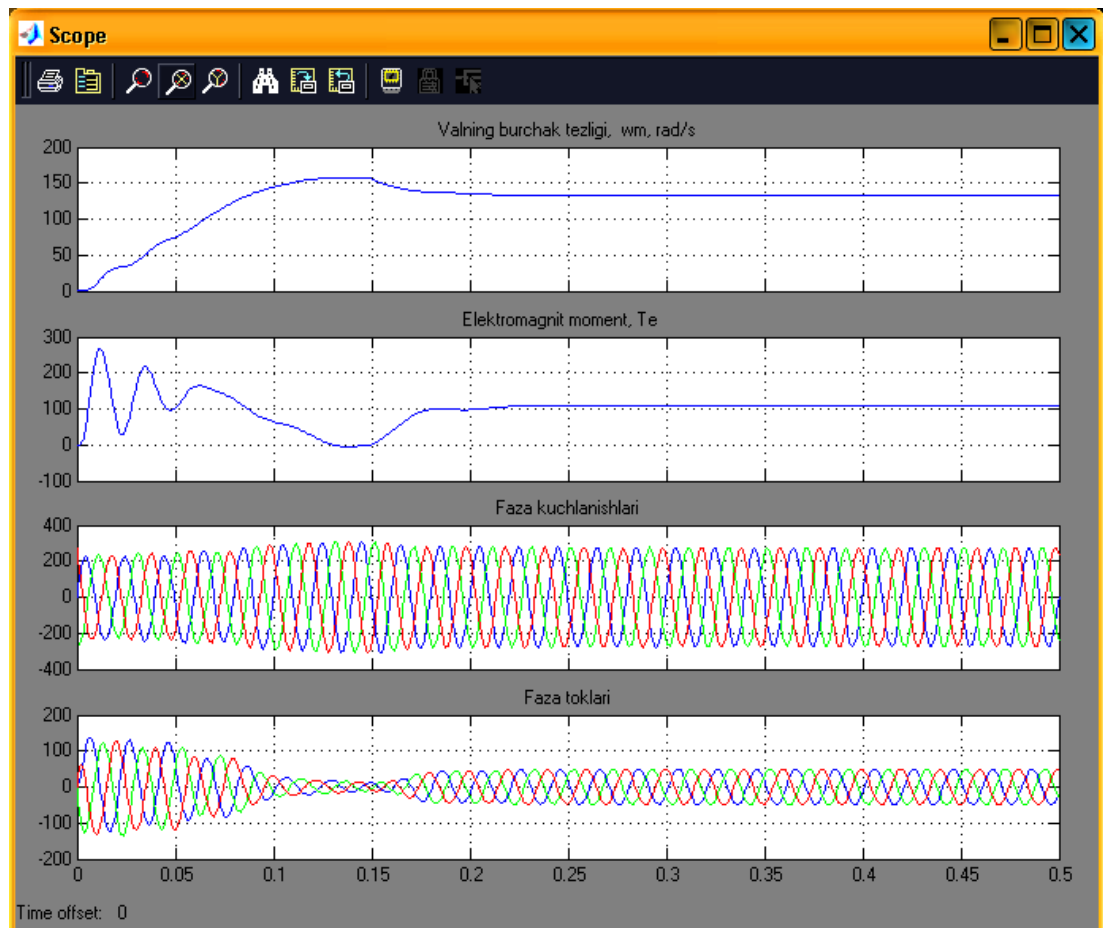
☐ Stator voltages [vs_q vs_d]

☒ Rotor speed [wm]

☒ Electromagnetic torque [Te] pu

☐ Rotor angle [thetam] rad

OK Cancel Help Apply



1-rasm. Asinxron dvigatelni to'g'ridan to'g'ri ishga tushirish va keyin unga yuklama berish

5. Nazorat savollari.

1. Matlab dasturida Simulink paketini SimPowerSystems blogida qanday modelarni bajariladi?.
2. matlab dasturidagi MachinesMeasurement Demux Blogida qanday madelar bajaragi?.

7-tajriba mashg'uloti. Control System Toolbox paketida mexatron sistemali boshqarish ob'ektlarining dinamik tavsiflari.

Ishdan maqsad:

1. Ikki cho'lg'amli uch fazali transformatorni modellashtirish.
 2. Model uchta bir fazali transformator asosida bajariladi.
 3. Modelda magnit o'zak magnitlanish xarakteristikasining nochiziqliligini hisobga olish kerak.
- 2. Kerakli jihozlar: Kompouyuter, zarur dasturiy ta'minot(Matlab) va uslubiy ko'rsatma.**
- 3. Ishni bajarish tartibi**

Parametrlarini o'rnatish oynasi:

Block Parameters: Three-phase Transformer (T... [X]

Three-Phase Transformer (Two Windings) (mask) (link)

This block implements a three-phase transformer by using three single-phase transformers. Set the winding connection to 'Yn' when you want to access the neutral point of the Wye.

Parameters

Nominal power and frequency [Pn(VA) , fn(Hz)]

[250e6 , 60]

Winding 1 (ABC) connection : Yn

Winding parameters [V1 Ph-Ph(Vrms) , R1(pu) , L1(pu)]

[424.35e3 , 0.002 , 0.08]

Winding 2 (abc) connection : Yn

Winding parameters [V2 Ph-Ph(Vrms) , R2(pu) , L2(pu)]

[315e3 , 0.002 , 0.08]

☐ Saturable core

Magnetization resistance Rm (pu)

500

Magnetization reactance Lm (pu)

500

Measurements None

OK Cancel Help Apply

Parametrlari:

Nominal power and frequency [Pn(VA) fn(Hz)]:

[Transformatorning nominal quvvati (VA) va chastotasi (Gts)].

Winding 1 (ABC) connection [Y, Yn, Yg, Delta(D1), Delta(D11)]:

[Birlamchi cho'lg'amning ulanish sxemasi]. Parametrning qiymati quyidagi ro'yxatdan olinadi:

- ☐ Y - yulduz,
- ☐ Yn - neytralli yulduz,
- ☐ Yg – neytrali yerga ulangan yulduz,
- ☐ Delta(D1) – birinchi guruhli uchburchak (yulduzga ulanishga nisbatan kuchlanish 300 el. gradusga oldinga siljigan),
- ☐ Delta(D11) – o'n birinchi guruhli uchburchak (yulduzga ulanishga nisbatan kuchlanish 300 el. gradusga orqada qoladi).

Winding 1 parameters [V1 Ph-Ph(V), R1(pu), L1(pu)]

[Birlamchi cho'lg'amning parametrlari]. Liniya kuchlanishi (V), cho'lg'amning aktiv qarshiligi (n.b.) va induktivligi (n.b.).

Winding 2 (abc) connection [Y, Yn, Yg, Delta(D1), Delta(D11)]

[Ikkinchi cho'lg'amning ulanish sxemasi]. Parametrning qiymati quyidagi ro'yxatdan olinadi:

- ☐ Y - yulduz,
- ☐ Yn - neytralli yulduz,
- ☐ Yg – neytrali yerga ulangan yulduz,

- Delta(D1) – birinchi guruhli uchburchak (yulduzga ulanishga nisbatan kuchlanish 300 el. gradusga oldinga siljigan),
- Delta(D11) – o'n birinchi guruhli uchburchag (yulduzga ulanishga nisbatan kuchlanish 300 el. gradusga orqada qoladi).

Winding 2 parameters [U2 Ph-Ph(V), R2(pu), L2(pu)]:

[Ikkilamchi cho'lg'amning parametrlari]. Liniya kuchlanishi (V), cho'lg'amning aktiv qarshiligi (n.b.) va induktivligi (n.b.).

Saturable core:

[To'yinuvchi magnit o'zak]. Bayroqcha belgilansa transformatorning modeli nochiziqli bo'ladi.

Magnetization resistance Rm(pu):

[Magnitlovchi zanjirning qarshiligi (n.b.).

Magnetization inductance Lm(pu):

[Magnitlovchi zanjirning induktivligi (n.b.)]. Parametr chiziqli transformatorni modellashda o'rinli (Saturable core bayroqchasi belgilanmagan).

Saturation characteristic (pu) [i1, phi1; i2, phi2 ;...]

[Magnit o'zakning to'yinish xarakteristikasi]. Magnitlovchi tok va magnit oqimining qiymatlari nisbiy birliklarda beriladi. Parametr nochiziqli transformatorni modellashda o'rinli (Saturable core bayroqchasi belgilangan).

Simulate hysteresis:

[Gisterezis modellash]. Bayroqcha belgilansa magnitlash xarakteristikasida gisterezis hisobga olinadi.

Hysteresis Data Mat file:

[Gisterezis xarakteristikasiga ega bo'lgan mahlumotlar faylining nomi]. Mahlumotlar faylini Powergui bloki yordamida hosil qilish mumkin.

Specify initial fluxes [phi0A, phi0B, phi0C]:

[A, V va S fazalar uchun boshlang'ich magnit oqimlari]. Parametr nochiziqli transformatorni modellashda o'rinli (Saturable core bayroqchasi belgilangan).

Measurements:

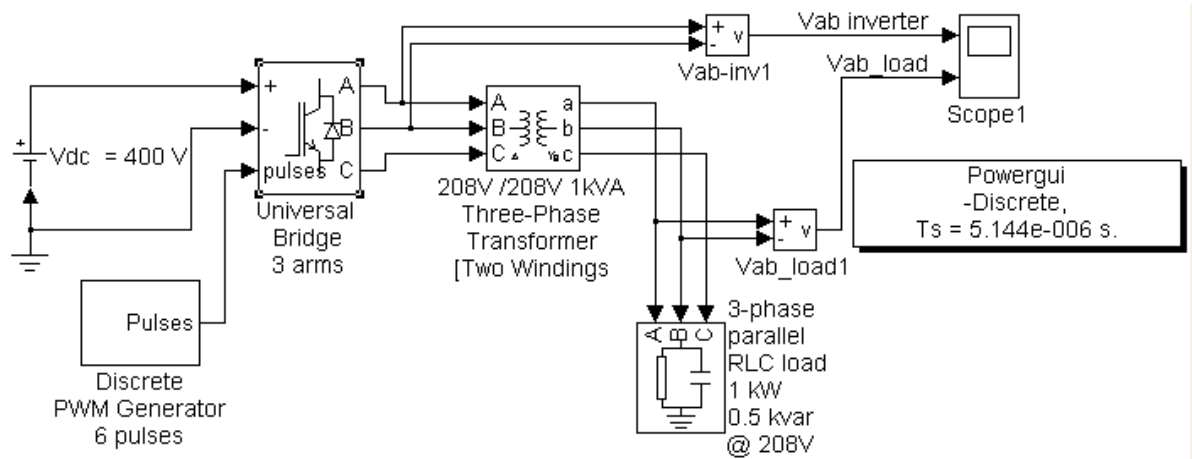
[O'lchanadigan o'zgaruvchilar]. Parametrning qiymati quyidagi ro'yxatdan tanlanadi:

- Winding voltages – cho'lg'amlardagi kuchlanishlar;
- Winding currents - cho'lg'amlardagi toklar;
- Flux and excitation current (Imag_IRm) –magnit oqimi va salt yurish toki;
- Flux and magnetization current (Imag) – magnit oqimi va magnitlovchi tok;
- All Measurements (V, I, Flux)- hamma kuchlanishlar, toklar va oqim.

Cho'lg'amlarning aktiv qarshiliklari va induktivliklari hamda magnitlash zanjirining qarshiliklari nisbiy birliklarda chiziqli transformatorning modelidagiga o'xshash tarzda kiritiladi.

Magnitlash xarakteristikasi nochiziqli transformatorning modelidagiga o'xshash tarzda beriladi.

1-rasmda uch fazali ikki cho'lg'amli transformatoridan invertor sxemasida foydalanishga misol keltirilgan



Block Parameters: Discrete PWM Generator 6 pulses

Discrete PWM Generator (mask) (link)

This discrete block generates pulses for carrier-based PWM (Pulse Width Modulation), self-commutated IGBTs, GTOs or FETs bridges.

Depending on the number of bridge arms selected in the "Generator Mode" parameter, the block can be used either for single-phase or three-phase PWM control.

Press Help for details on input(s) and outputs.

See psb1phPWM and psb3phPWM demos respectively for application examples of single-phase and three-phase inverters using this block.

Parameters

Generator Mode: **3-arm bridge (6 pulses)**

Carrier frequency (Hz): **1080**

Sample time: **Ts**

☒ Internal generation of modulating signal(s)

Modulation index (0<mc<1): **0.85**

Frequency of output voltage (Hz): **50**

Phase of output voltage (degrees): **0**

OK Cancel Help Apply

Block Parameters: Universal Bridge 3 arms

Universal Bridge (mask) (link)

This block implement a bridge of selected power electronics devices. Series RC snubber circuits are connected in parallel with each switch device. For most applications the internal inductance should be set to zero.

Parameters

Number of bridge arms: **3**

Port configuration: **ABC as output terminals**

Snubber resistance Rs (Ohms): **10000**

Snubber capacitance Cs (F): **inf**

Power Electronic device: **IGBT / Diodes**

Ron (Ohms): **1e-4**

Forward voltages [Device Vt(V) , Diode Vfd(V)]

[1 1]

[Tf (s) , Tt (s)]

[1e-6 , 2e-6]

Measurements: **None**

OK Cancel Help Apply

Block Parameters: 208V /208V 1kVA Three-Phase Transform...

Three-Phase Transformer (Two Windings) (mask) (link)

This block implements a three-phase transformer by using three single-phase transformers. Set the winding connection to 'Yn' when you want to access the neutral point of the Wye.

Parameters

Nominal power and frequency [Pn(VA) , fn(Hz)]

[1000 , 50]

Winding 1 (ABC) connection: **Delta (D1)**

Winding parameters [V1 Ph-Ph(Vrms) , R1(pu) , L1(pu)]

[208 , 0.002 , 0.04]

Winding 2 (abc) connection: **Yg**

Winding parameters [V2 Ph-Ph(Vrms) , R2(pu) , L2(pu)]

[208 , 0.002 , 0.04]

☐ Saturable core

Magnetization resistance Rm (pu)

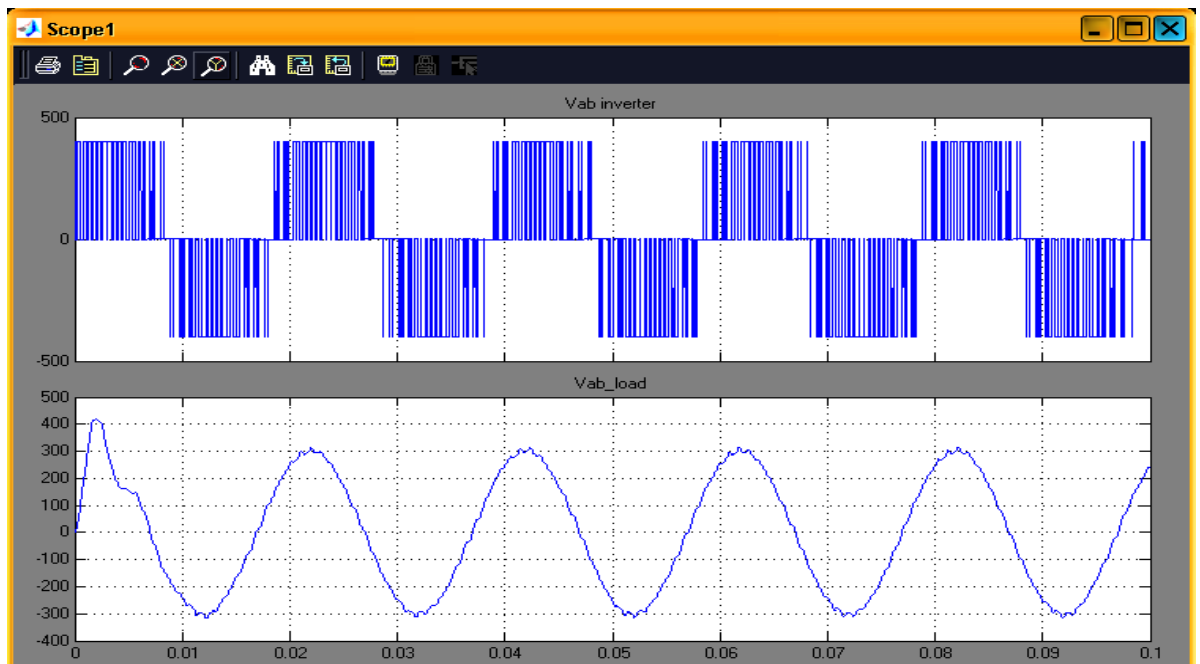
200

Magnetization reactance Lm (pu)

200

Measurements: **None**

OK Cancel Help Apply



1-rasm. Uch fazali ikki cho'lg'amli transformatoridan invertor sxemasida foydalanishga misol

4. Nazorat savollari.

1. Matlab dasturida Simulink paketini SimPowerSystems blogida qanday modelarni bajariladi?.
2. Matlab dasturidagi Three-Phase Transformer Blogida qanday madelar bajaragi?

8-tajriba mashg'uloti. Simulink paketida mexatron sistemali boshqarish ob'ektlarining dinamik tavsiflari.

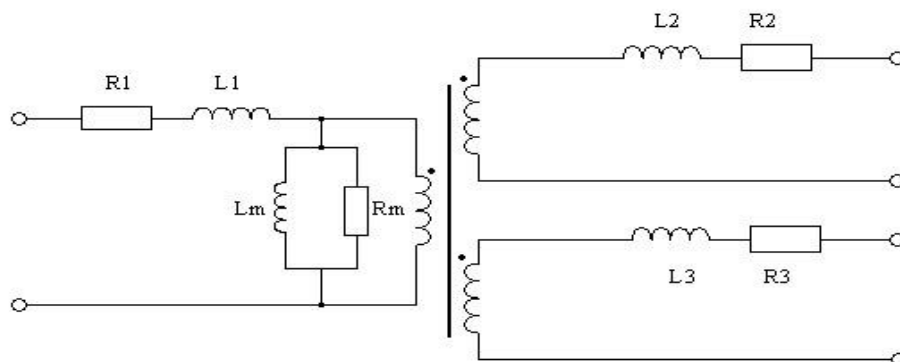
1. Ishdan maqsad:

1. Uch yoki ikki cho'lg'amli bir fazali transformatorni modellelashtirish.
2. Magnit o'zak materiali magnitlanish xarakteristikasining nochiziqliligi hisobga olinmagan holda modelashtirish.

2. Kerakli jihozlar: Kompouyuter, zarur dasturiy ta'minot(Matlab) va uslubiy ko'rsatma.

3. Ishni bajarish tartibi

Transformatorning almashtirish sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm. Transformatorning almashtirish sxemasi

Parametrlarini o'rnatish oynasi:

Nominal power and frequency [Pn(VA) fn(Hz)]:

[Nominal to'la quvvat (VA) va nominal chastota (Gts)].

Winding 1 parameters [V1(Vrms) R1(pu) L1(pu)]:

[Birinci cho'lg'amning parametrlari. Cho'lg'amdagi kuchlanishning tahsir etuvchi qiymati (V), cho'lg'amning aktiv qarshiligi (n.b.) va sochilish induktivligi (n.b.)].

Winding 2 parameters:

[Ikkinchi cho'lg'amning parametrlari. Cho'lg'amdagi kuchlanishning tahsir etuvchi qiymati (V), cho'lg'amning aktiv qarshiligi (n.b.) va sochilish induktivligi (n.b.)].

Three windings transformer:

[Uch cho'lg'amli transformator]. Bayroqcha belgilansa transformatorida ikkita ikkilamchi cho'lg'am, belgilanmasa bitta ikkilamchi cho'lg'am bo'ladi.

Winding 3 parameters:

[Uchinchi cho'lg'amning parametrlari. Cho'lg'amdagi kuchlanishning tahsir etuvchi qiymati (V), cho'lg'amning aktiv qarshiligi (n.b.) va sochilish induktivligi (n.b.)].

Magnetization resistance and reactance [Rm(pu) Lm(pu)]:

[Magnitlanish zanjirining qarshiligi (n.b.) va induktivligi (n.b.)].

Measurements:

[O'lchanadigan o'zgaruvchilar]. Parametrning qiymati quyidagi ro'yxatdan olinadi:

- ☐ Winding voltages – cho'lg'amlarning kuchlanishlari;
- ☐ Winding currents - cho'lg'amlarning toklari;
- ☐ Magnetization current – magnitlash toki;
- ☐ All voltages and currents – hamma tok va kuchlanishlar.

Cho'lg'amlarning aktiv qarshiliklari va induktivliklari hamda magnitlash zanjirining parametrlari nisbiy birliklarda beriladi. Har bir cho'lg'am uchun qarshilik va induktivliklarning nisbiy qiymatlari quyidagi ifodalarga asosan hisoblanadi:

$$R_* = \frac{R}{R_\sigma},$$

$$L_* = \frac{L}{L_\sigma},$$

bu yerda R^* i L^* - qarshilik va induktivliklarning nisbiy qiymatlari, R va L - qarshilik va induktivliklarning absolyut qiymatlari,

$$R_{\sigma} = \frac{U_n^2}{P_n}$$

- bazis qarshilik,

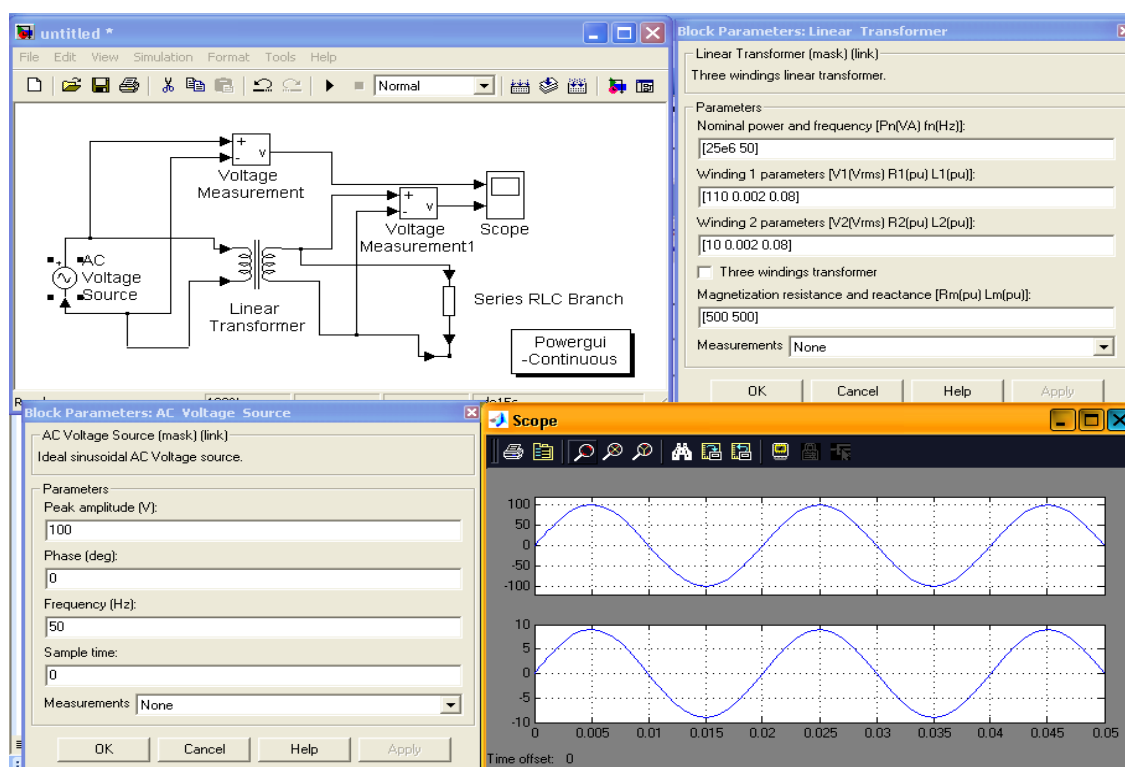
$$L_{\sigma} = \frac{R_{\sigma}}{2 \cdot \pi \cdot f_n}$$

- bazis induktivlik,

U_n – cho'lg'amning nominal kuchlanishi, f_n - nominal chastota.

Magnitlash zanjirining parametrlarini magnitlash tokining qiymatidan foydalanib topish mumkin. Magnitlash toki nominal tokka nisbatan % larda beriladi.

Aktiv yuklamani tahminlash uchun ikki cho'lg'amli chiziqli transformatoridan foydalanilgan sxema 2-rasmda ko'rsatilgan.



2-rasm. Aktiv yuklamani tahminlash uchun ikki cho'lg'amli chiziqli transformatoridan foydalanilgan sxema

4. Nazorat savollari.

1. Matlab dasturida Simulink paketini SimPowerSystems blogida qanday modelarni bajariladi?.
2. Matlab dasturidagi Three-Phase Transformer Blogida qanday madelar bajaragi?

9-tajriba mashg'uloti. Mexatron sistemalarning dinamik tavsiflariga talablar va sifatini baholash.

1. Ishdan maqsad:

1. O'tkinchi jarayonni qurish bilan tanishish.
2. Tipik dinamik zvenolar va ularning o'tkinchi hamda impulsli o'tkinchi jarayon xarakteristikalarini qurish.

2. Kerakli jihozlar: Kompouyuter, zarur dasturiy ta'minot(Matlab) va uslubiy ko'rsatma.

3. Tajriba ishiga oid nazariy ma'lumotlar:

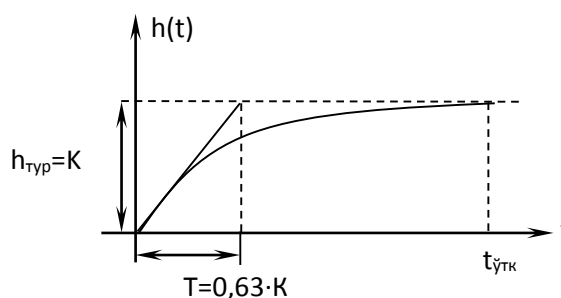
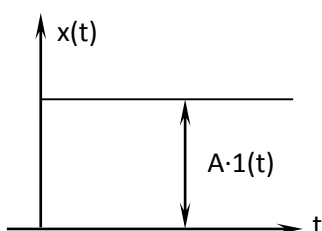
Masalaning qo'yilishi: O'tkinchi jarayon xarakteristikalarini olish usullari va grafiklarini o'zgartirish imkoniyatlari bilan tanishish. Tipik dinamik zvenolar vaqt xarakteristikalarini tadqiq qilish.

Nazariy qism:

Asosiy tipik kirish signallari:

- pog'onali signal (funktsiya);
- impulsli signal (funktsiya);
- garmonik signal (funktsiya).

Sistema (zveno)larning birlik pog'onali ta'sirga bo'lgan reaksiyasiga o'tkinchi jarayon yoki o'tish funksiyasi deyiladi va $h(t)$ bilan belgilanadi.



$$x = A \cdot 1(t); \quad A = \text{const};$$

$$1(t) = \begin{cases} 1, & \text{булка } t \geq 0 \\ 0, & \text{булка } t < 0 \end{cases}$$

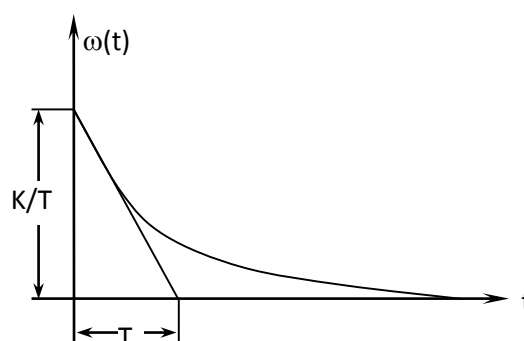
$$L\{A \cdot 1(t)\} = A \frac{1}{p}$$

$t_{o'tk}$ – o'tkinchi jarayon davomiyligi – chiqish signali turg'unlashgunga bo'lgan vaqt.

$T = \tau$ – vaqt doimiysi.

$$\text{Bunda, } T = t \cdot h(t) = k(1 - 0,37) \cdot 1(t) = 0,63k.$$

Sistema (zveno)larning birlik impulsli ta'sirga bo'lgan reaksiyasi impulsli o'tkinchi jarayon yoki vazn funksiyasi deyiladi va $\omega(t)$ bilan belgilandi.



$$x(t) = A \cdot \delta(t); \quad A = \text{const};$$

$$\delta(t) = \begin{cases} 0, & \text{булка } t > 0 \\ \infty, & \text{булка } t = 0 \end{cases}$$

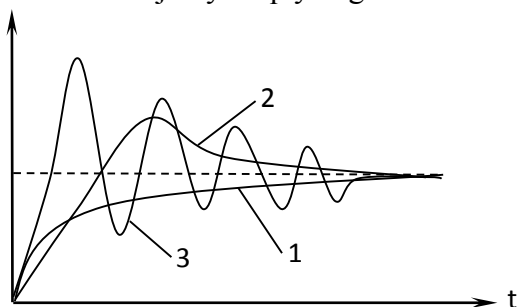
$$\int_0^{\infty} \delta(t) dt = 1.$$

$$A \rightarrow \infty; \Delta t \rightarrow 0$$

O'tkinchi va impulsli o'tkinchi funksiyalar jarayonning vaqt xarakteristikalarini xosil qiladi – bu signal kattaligi o'zgarishning vaqtga bog'liqligidir.

Sistema (zveno) larning garmonik ta'sirga bo'lgan reaksiyasi chastotaviy xarakteristika deyiladi.

O'tkinchi jarayon quyidagicha bo'lishi mumkin:



1. Monoton;
2. Aperiodik;
3. Tebranuvchan.

Pog'onali ta'sirda rostlanish sifati quyidagi parametrlar bo'yicha aniqlanadi:

– t_p – rostlanish vaqti yoki o'tkinchi jarayon vaqti (yo'l qo'yilishi mumkin xatolik zonasi 2Δ ga o'tgungacha bo'lgan vaqt).

$$\left| h(t) - h_{\infty}(t) \right| \leq \Delta$$

$$\sigma\% = \frac{h_{\max}(t) - h_{\infty}(t)}{h_{\max}(t)} \cdot 100\%$$

Qayta rostlash o'rnatilgan qiymatdan o'tkinchi jarayon grafigining maksimal og'ishini xarakterlaydi; kichik va o'rta quvvatli sistemalar uchun yo'l qo'yilgan qiymat

$$\sigma\% = (10 \div 20)\%$$

$$\sigma\% = (30 \div 40)\% \text{ - yuqori quvvatli sistemalar uchun}$$

$\sigma\%$ - odatda 17% dan ko'p emas.

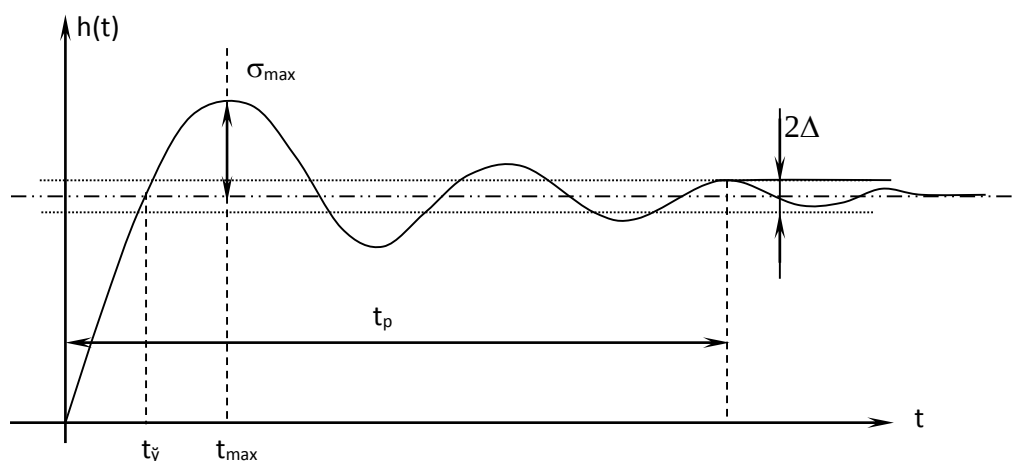
– o'sib borish vaqti t_o – o'rnatilgan qiymat bilan o'tkinchi jarayon egri chizig'i og'ishining birinchi kesishish nuqtasi absissasi;

- $t_{\max}$ – birinchi maksimum qiymatga erishish vaqti;
- chastota va tebranish davri

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$$

– so'nish dekrementi o'tkinchi jarayonning so'nish tezligini xarakterlaydi.

$$\chi\% = \left| \frac{h_{\max}(t) - h_{\infty}(t)}{h_{\min}(t) - h_{\infty}(t)} \right| \cdot 100\%$$



Tipik dinamik zveno deb, tartibi ikkidan yuqori bo'lmagan differensial tenglamalar bilan ifodalanuvchi elementlar to'plamiga aytiladi.

1. Inersiyasiz (proporsional) zveno

$$y(t) = k \cdot x(t); \quad W(p) = k;$$

$$h(t) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ k \cdot \frac{1}{p} \right\} = k \cdot 1(t).$$

2. Birinchi tartibli inersial zveno

$$T \frac{dy}{dt} + y(t) = k \cdot x(t); \quad W(p) = \frac{k}{T \cdot p + 1};$$

$$h(t) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ \frac{k}{1 + pT} \cdot \frac{1}{p} \right\} = k \cdot (1 - e^{-t/T}) \cdot 1(t);$$

$$\omega(t) = h'(t) = L^{-1} \{ W(p) \} = \frac{k}{T} e^{-t/T} \cdot 1'(t)$$

T – vaqt doimiysi;

k – uzatish ko'effitsiyenti.

3. Tebranuvchi zveno

$$T^2 \frac{d^2 y}{dt^2} + 2dT \frac{dy}{dt} + y(t) = k \cdot x(t); \quad W(p) = \frac{k}{T^2 p^2 + 2dTp + 1};$$

$0 < d < 1$ – so'nish (darajasi) ko'effitsiyenti.

$$h(t) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ \frac{k}{T^2 p^2 + 2dTp + 1} \cdot \frac{1}{p} \right\} =$$

$$= k \cdot \left[1 - \frac{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{\beta} \cdot e^{-\alpha t} \cdot \sin(\beta \cdot t + \varphi_0) \right];$$

$$\text{Bunda: } \alpha = \frac{d}{T}, \quad \beta = \frac{\sqrt{1-d^2}}{T}, \quad \varphi_0 = \arctg \frac{\sqrt{1-d^2}}{d};$$

$$\omega(t) = h'(t) = \frac{k(\alpha^2 + \beta^2)}{\beta} \cdot e^{-\alpha t} \cdot \sin \beta t.$$

4. Integrallovchi zveno

$$y(t) = k \int_0^t x(t) dt; \quad W(p) = \frac{k}{p};$$

$$h(t) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ \frac{k}{p} \cdot \frac{1}{p} \right\} = k \cdot t \cdot 1(t);$$

$$\omega(t) = h'(t) = k \cdot 1'(t)$$

5. Ideal differensiallovchi zveno

$$y(t) = k \frac{dx}{dt}; \quad W(p) = kp;$$

$$h(p) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ k \cdot p \cdot \frac{1}{p} \right\} = k \cdot \delta(t);$$

$$\omega(t) = h'(t) = k \cdot \delta'(t);$$

4. Ishni bajarish buyicha metodik kursatma

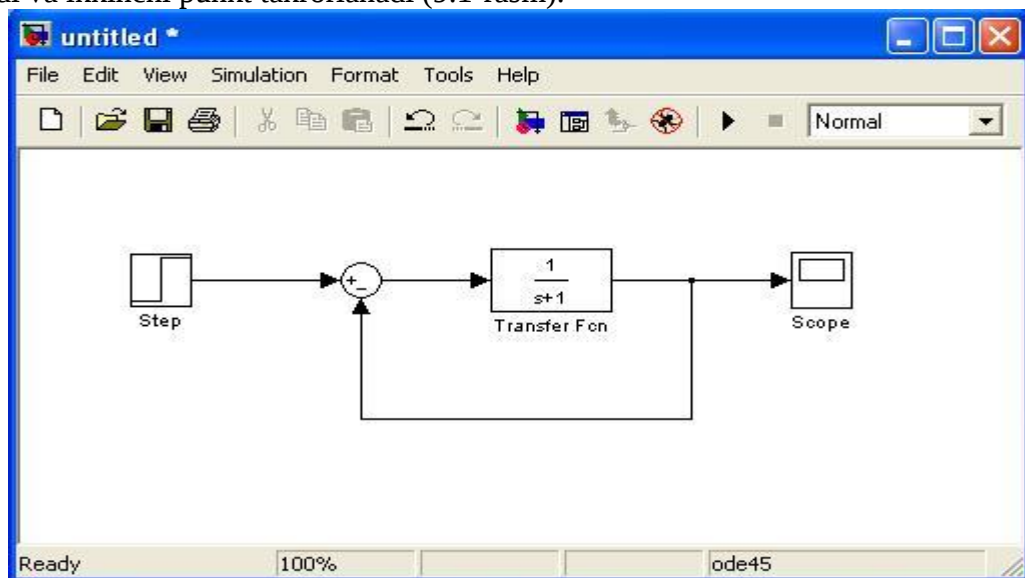
MatLAB dasturi asosiy saxifasi ochilgandan keyin **Simulink** qism dasturini ishga tushirish kerak. Buning uchun 1 – tajriba ishida ko'rsatilgan uchta usulning biridan foydalanamiz.

Modelning o'tkinchi xarakteristikasini olish.

1. Sistemaning birlik pog'onali ta'sirga bo'lgan reaksiyasi **h(t)** – o'tish funksiyasini olish. Modelning kirishiga birlik pog'onali ta'sir xosil qilib beruvchi blok (**Step**) qo'yiladi va chiqishda shu funksiyaning grafiini ko'rsatuvchi (**Scope**) bloki qo'yiladi.

2. Sistemani ishga tushirish uchun **Simulink** saxifasi instrumentlar panelidagi (**Start**) tugmasi bosiladi. O'tkinchi jarayon grafigini ko'rish uchun esa **Scope** bloki ustiga kursor keltirilib, sichqonchaning chap tugmachasi ikki marta tez bosiladi.

Yopiq sistema o'tish funksiyasini olish uchun modelda teskari bog'lanish zanjiri amalga oshiriladi va ikkinchi punkt takrorlanadi (9.1-rasm).

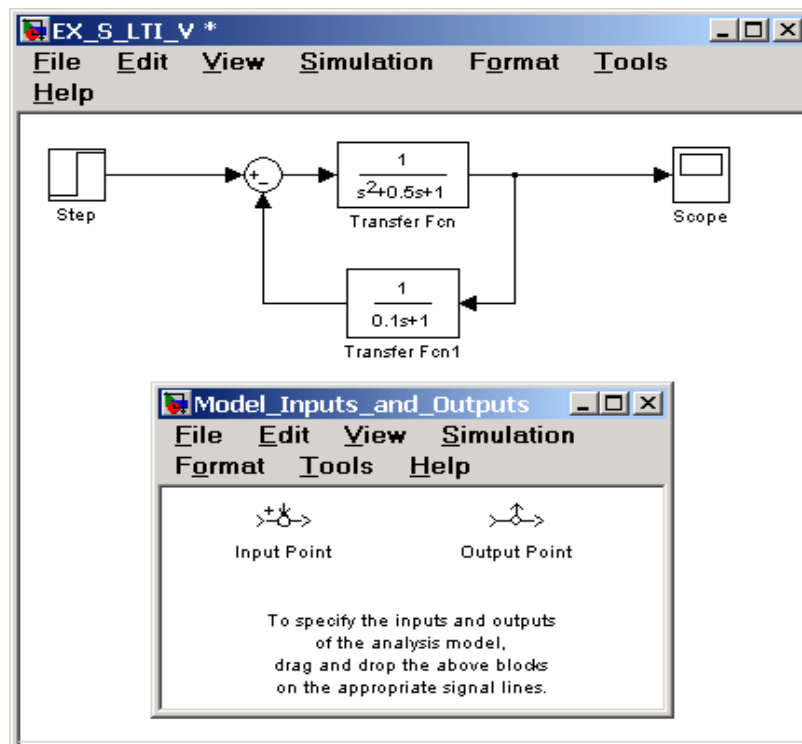


9.1-rasm.

Sistemaning vazn funksiyasini olish.

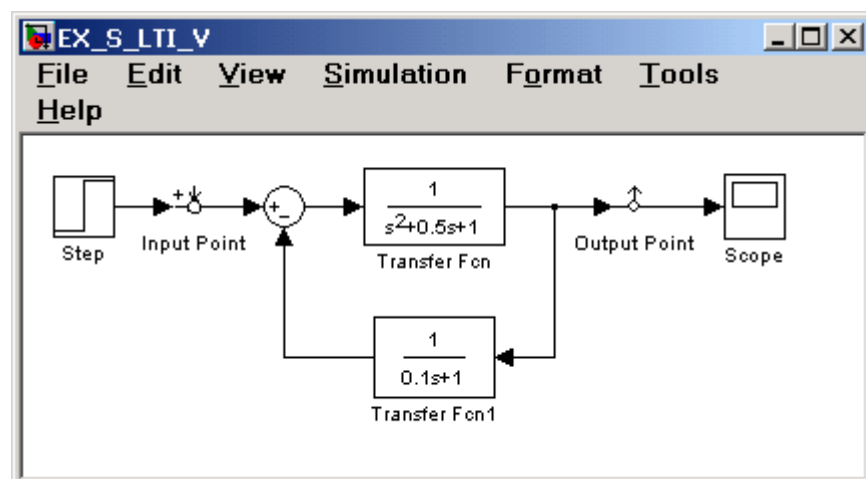
Buning uchun **Simulink LTI-Viewer** qism dasturini ishga tushirish lozim. Bu quyidagicha amalga oshiriladi:

1. **Simulink**-modeli sahifasida **Tools\Linear Analysis...** komandasini bajarilganda **Model_Inputs_and_Outputs** sahifasi hamda **Simulink LTI-Viewer** bo'sh sahifasi ochiladi (9.2-rasm).



9.2-rasm. **Simulink LTI-Viewer** bo'sh sahifasi.

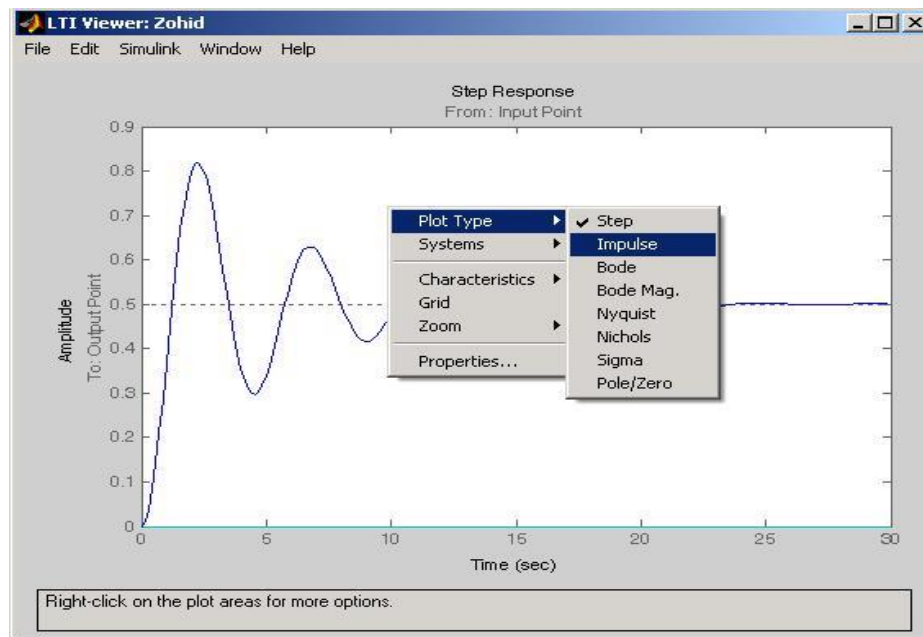
2. Sistema kirishiga **Input Point** bloki va chiqishiga **Output Point** blokini o'rnatiladi (2.3-rasm).



9.3-rasm. **Input Point** bloki va **Output Point** bloki o'rnatilgan model.

3. **LTI Viewer** sahifasida **Simulink\Get Linearized Model** komandasi bajariladi.

Bunda ekranda sistemaning birlik pogonali signalga bulgan reaksiyasi $h(t)$ -xarakteristika xosil buladi. Sitemaning vazn funksiyasini chikarish uchun **LTI Viewer** saxifasida sichkonchanning chap klavishasini bosiladi unda xarakteristikani uzgartirish darchasi paydo buladi. U yerdan **Impulse** punkti tanlaniladi (9.4-rasm).



9.4-rasm.. LTI Viewer sahifasi.

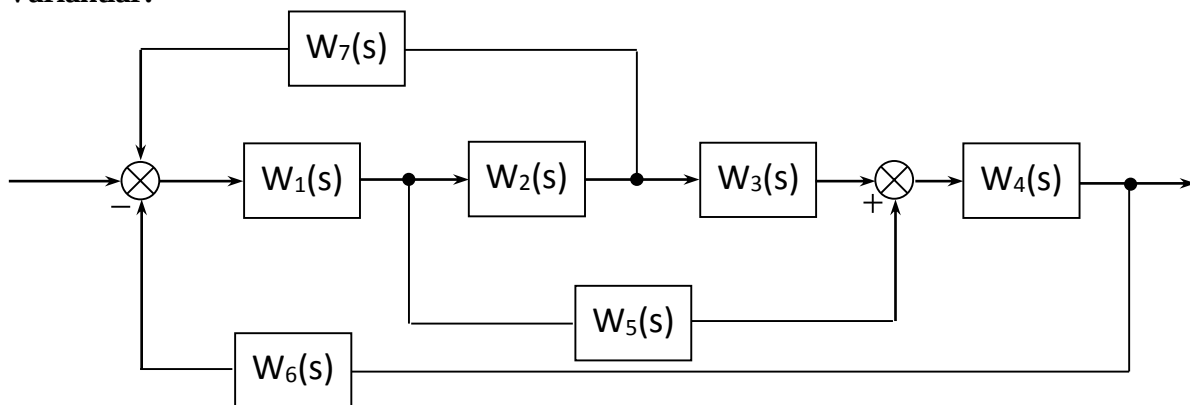
5. Ishni bajarish tartibi.

1. MatLAB dasturi ishga tushiriladi.
2. Simulink qism dasturi ishga tushiriladi.
3. Variant bo'yicha kerakli sistema modeli tuziladi.
4. Sistemani o'tkinchi jarayon xarakteristikasini olish uchun **Scope** bloki ochiladi so'ngra instrumentlar panelidagi **Start** tugmachasi bosiladi.
5. Sistemaning impulsli signalga bo'lgan reaksiyasini olish uchun **Simulink LTI-Viewer** sahifasi ochiladi.
6. Sistema kirishiga **Input Point** bloki va chiqishiga **Output Point** blokini o'rnatiladi.
7. **LTI Viewer** sahifasida **Simulink\Get Linearized Model** komandasi bajariladi.
8. Hosil bo'lgan oynada sichqoncha yordamida **Impulse** punkti tanlaniladi.
9. Modelning parametrlarini o'zgartiriladi va o'zgartirilgan model xarakteristikolari olinib oldingi olingan xarakteristikalar bilan solishtirilib analiz qilinadi.
10. Xarakteristikalar bosmaga chiqariladi.

6. Nazorat savollari.

1. O'tkinchi va impulsli o'tkinchi funksiyalar.
2. Quyidagi zvenolar uchun vaqt xarakteristikalarini keltiring:
 - Aperiodik zveno
 - Tebranuvchi zveno
 - Integrallovchi zveno
 - Differensiallovchi zveno
3. Quyidagi zvenolarda vaqt xarakteristikalar manfiy birlik teskari aloqa ta'sirida qanday o'zgaradi.
 - Aperiodik zveno
 - Tebranuvchi zveno
 - Integrallovchi zveno
 - Differensiallovchi zveno
4. Kiritilgan uzatish funksiyalar parametrlarini o'zgartirish qanday amalga oshiriladi?

Variantlar:



№	Uzatish funksiyalari										
	1-tartibli inersial		Intergallovchi zveno	Proporsional zveno	Tebranuvchi zveno			Differensiallovchi	1-tartibli inersial		Proporsional zveno
	K	T	K	K	K	d	T	K	K	T	K
1	W ₁		W ₃	W ₅	W ₇			W ₆	W ₂		W ₄
	1	0,1	1	9	1	0,2	0,3	3	2	10	1
2	W ₃		W ₇	W ₄	W ₁			W ₅	W ₆		W ₂
	1	0,1	0	10	2	0,1	0,6	4	22	7	19
3	W ₇		W ₅	W ₄	W ₆			W ₁	W ₂		W ₃
	2	0,5	2	0	4	0,8	2	2	18	0,7	3
4	W ₆		W ₁	W ₃	W ₂			W ₄	W ₇		W ₅
	14	10	3	11	1	0,01	0,1	1	1	0,2	5
5	W ₅		W ₂	W ₆	W ₃			W ₇	W ₁		W ₄
	5	0,9	1	18	3	0,5	1	0	2	0,2	3
6	W ₁		W ₃	W ₅	W ₇			W ₆	W ₂		W ₄
	2	1	4	17	5	0,9	2	6	1	0,1	5
7	W ₃		W ₇	W ₄	W ₁			W ₅	W ₆		W ₂
	8	0,4	3	22	2	0,7	3	3	8	9	0
8	W ₇		W ₅	W ₄	W ₆			W ₁	W ₂		W ₃
	9	5	2	0	4	0,4	0,9	4	7	7	10
9	W ₆		W ₁	W ₃	W ₂			W ₄	W ₇		W ₅
	10	8	0	30	6	0,3	1,3	7	9	5	30
10	W ₅		W ₂	W ₆	W ₃			W ₇	W ₁		W ₄
	1	0,1	5	1	1	0,6	0,8	2	14	10	26
11	W ₃		W ₇	W ₄	W ₁			W ₅	W ₆		W ₂
	22	9	0	2	3	0,1	2,5	6	11	9	22
12	W ₇		W ₅	W ₄	W ₆			W ₁	W ₂		W ₃
	24	7	1	0	7	0,55	3	5	15	3	20
13	W ₆		W ₁	W ₃	W ₂			W ₄	W ₇		W ₅
	15	6	2	6	2	1,5	0,5	4	19	7	19
14	W ₅		W ₂	W ₆	W ₃			W ₇	W ₁		W ₄
	30	4	4	8	6	0,15	2	1	10	5	11
15	W ₁		W ₃	W ₅	W ₇			W ₆	W ₂		W ₄
	7	3	5	7	5	0,8	1	2	3	1	0,8
16	W ₇		W ₅	W ₄	W ₆			W ₁	W ₂		W ₃
	9	2	3	9	4	0,65	2,9	7	24	0,8	0
17	W ₆		W ₁	W ₃	W ₂			W ₄	W ₇		W ₅

	3	5	2	14	3	0,3	4	1	26	8	21	
18	W ₅		W ₂	W ₆	W ₃			W ₇	W ₁		W ₄	
	4	0,2	4	0	8	0,5	2	1	29	8	17	
19	W ₁		W ₃	W ₅	W ₇			W ₆	W ₂		W ₄	
	26	10	2	11	1	0,63	0,7	5	30	2	12	
20	W ₃		W ₇	W ₄	W ₁			W ₅	W ₆		W ₂	
	19	0,8	3	15	2	0,7	0,7	4	2	0,1	16	

10-tajriba mashg'uloti. Mexatron sistemalarda rostlagichlarni tadqiq etish.

1. Ishdan maqsad:

MatLAB amaliy dasturi yordamida avtomatlashtirishda asosiy parametr bo'lib hisoblanadigan sarfni avtomatik rostlash sistemasini o'rganish, uni turg'unlik me'zonlari buyicha tekshirish va kompyuterda madelini qurish.

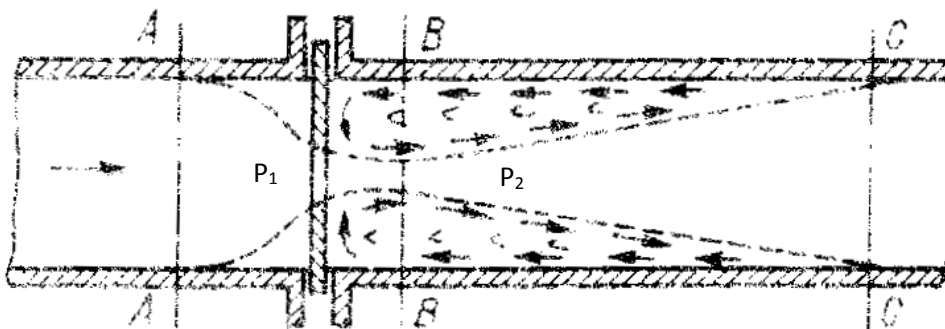
2. Kerakli jihozlar: Kompoyuter, zarur dasturiy ta'minot(Matlab) va uslubiy ko'rsatma.

3. Tajriba ishiga oid nazariy ma'lumotlar:

Sarf avtomatikadagi asosiy parametrlardan biri bo'lib uni rostlash va boshqarish juda muhim hisoblanadi. Bu tajriba ishi orqali truboprovoddagi sarfni rostlashni o'rganamiz. Sarfni rostlash uchun sarf o'lchagichni tanlashimiz va uni xarakteristikasini, uzatish funksiyasini, struktur sxemasini tuzishni bilishimiz lozim.

Sarf o'lchagichning ishlash prinsipi.

O'zgaruvchan bosimlar farqi usuli bilan sarf o'lchagichlar asosan differensial manometr va toraytiruvchi qurilmadan tashkil topadi.



10.1- rasm. Toraytiruvchi qurilma.

Bu usul bilan sarfni o'lchashda trubali o'tkazgichga toraytiruvchi qurilma o'rnatiladi. Toraytirish qurilmasi teshigidan o'lchanayotgan oqim o'tganda, toraytirish qurilmasigacha va undan keyin oqim sarfi o'zgarganda bosimlar farqi o'zgaradi.

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

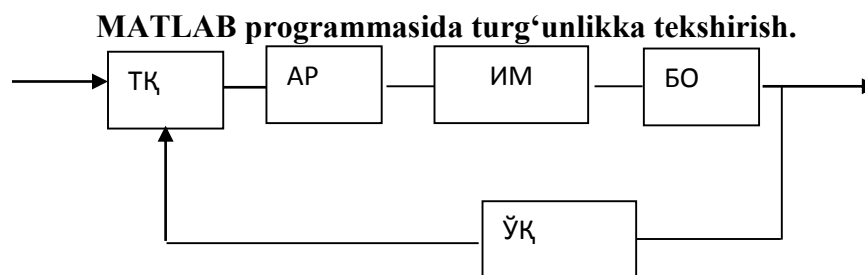
Toraytirish qurilmasining chiqish signalini membranali difrensial manometr qabul qiladi. Menbranaga xar xil tarafdin ta'sir qilayotgan P_1 va P_2 bosimlar membranada N_1 va N_2 kuchga aylanadi. $\Delta N = N_1 - N_2$ kuchlar farqi richakka ta'sir qilib ularda mamentni hosil qiladi, yoki bu kuchlar farqi richagning surilishiga olib keladi. O'z novbatida bu surilishni o'zgartirsak ya'ni maxsus o'zgartirgichlar orqali o'zgartirsak o'z o'zidan o'lchovchi pribor kelib chiqadi.

Boshqarish obekti haqida tushuncha.

Hozirgi rivojlangan axborot zamonida barcha ishlab chiqarish korxonalarida zamonaviy ishlab chiqarishni boshqarib turuvchi programniy paketlar qo'llaniladi. Bu baracha programniy paketlar asosi bir maqsad: ishlab chiqarish sifatini yaxshilashdir. Ishlab chiqarish sifatini yaxshilash uchun asosiy o'zgaruvchi parametrlarni optimal tarzda ushlab turishimiz zarur va shartdir. Har bir ishlab chiqarish agregatida o'zinig reglamenti mavjud bo'lib shu reglament asosida biz barcha parametrlarni reglamentda ko'rsatilgan qiymatda saqlab turishimiz kerak

bo‘ladi. Shu parametrlar tarkiga sarf ham kiradi. Sarf - bu trubaprovoddan vaqt birligida oqib o‘tgan maxsulot miqdoriga aytiladi. Sarf yuqorida aytganimizdek ishlab chiqarishni eng asosiy parametri bo‘lib hisoblanadi. Uni roslash natijasida biz maxsulotning sifatini va eng asosiysi ishlab chiqarish kompleksini avariya holatidan saqlashimiz mumkin. Misol tariqasida qaraganda obektning kirishiga 5 t/s maxsulot kirishi kerak, obektning xarakteristikasiga qarab sarf o‘rnatilgan qiymatdan 1 t/s ga oshsa darhol signalizatsiya berishi 1.2 t/s ga oshsa blakirovka qilinsin degan shart qo‘yilgan bo‘lsin. Agar sistemada blakirovka ketsa bu butun ishlab chiqarishni to‘xtatishga olib keladi. Bu misoldan ko‘rinib turibdiki sarf sistemaning asosiy parametri hisoblanar ekan.

Berilgan sistemada sarfni roslaganimizdan so‘ng uni turg‘unlikka tekshirishimiz kerak. Sistemani turg‘unlikka tekshirish uchun maxsus programni paketlar mavjud bo‘lib shulardan biri MATLAB programmasidan foydalanamiz.



10.2-rasm. Avtomatik rostlashning struktur sxemasi.

Sistemani MATLAB programmasida turg‘unlikka tekshirish uchun yuqoridagi struktur sxemani programmaga qurishdan boshlaymiz.

Bu yerda:

TQ – taqqoslovchi qurulma,

AR – avtomatik rostlagich,

IM – ijro etuvchi mexanizm (klapn),

BO – boshqarish obekti,

O‘Q – o‘lchovchi qurilma (datchik).

Bu barcha bloklarni uzatish funksiyalarini o‘rni quyib MATLABda o‘tkinchi jarayon xarakteristikasini olamiz. Bu olingan o‘tkinchi jarayon xarakteristikasidan sistemani turg‘unligini aniqlash mumkin.

Sistemani turg‘unligini Gurvits me‘zoni orqali aniqlashga harakat qilamiz. Buning uchun umumiy sistemaning uzatish funksiyasini topib, undagi xarakteristik tenglamani aniqlab va shu xarakteristik tenglamadagi Gurvits aniqlovchilarini noldan kattaligiga tekshiramiz.

3. Ish bajarishning tartibi.

- 1) Barcha bloklarni uzatish funksiyasini keltirib chiqarish.
- 2) MATLAB programmasida strukturani tuzish.
- 3) Tuzilgan strukturadan o‘tkinchi jarayon xarakteristikasini olish va uni turg‘unlikka tekshirish.
- 4) Sistemani xarakteristik tenglamasini keltirib chiqarish va Gurivets me‘zoni orqali turg‘unlikka tekshirish.
- 5) Olingan barcha natijalarni A4 formatda hisobot tayyorlash.

11-tajriba mashg'uloti. Mexatron sistemalarda uzluksiz rostlagichlarni raqamli analoglariga o'zgartirish.

1. **Ishning maqsadi:** Avtomatikada asosiy parametrlardan hisoblanadigan sathni avtomatik rostlash tizimini o'rganish va uni turg'unlik me'zonlari buyicha tekshirish, kompyuterda madelini qurish.
2. **Kerakli jihozlar:** Kompouyuter, zarur dasturiy ta'minot(Matlab) va uslubiy ko'rsatma.
3. **Tajriba ishiga oid nazariy ma'lumotlar:**

Ishlab chiqarish jarayonida sathni roslash va reglament keltirilgan optimal qiymatda ushlab turish muhim ahamiyat kasb etadi. Sath asosan aralashtirgichlarda, pechlarda, rezervuarlar kabi boshqarish obektlarida ko'proq rostlash talab qilinadi. Sathni rostlash uchun eng avvalo sathni o'lchovchi datchiklar bilan tanishishimiz kerak bo'ladi. Sath o'lchash datchiklarini bir necha turlari mavjud bo'lib, shulardan gidrostatik sath o'lchovchini ko'rib chiqamiz. Gidrostatik sath o'lchovchining ishlash prinsipi sath o'zgarganda hosil bo'ladigan gidrostatik bosim yoki bosimlar farqini o'lchashga asoslangan qurilma. Sathni o'lchash va uni uzoq masofaga pnevmatik uzatib berish uchun membranali differensial manometr qo'llaniladi.

O'lchanayotgan obektda sath o'zgarsa, gidrostatik bosim o'zgaradi va quyidagi tenglama orqali aniqlanadi.

$$P_z = \rho gh$$

va shunday bosim bilan menbrananing yuzasiga ta'sir ko'rsatadi. Bu ta'sir natijasida kuch hosil bo'ladi va quyidagicha belgilaniladi.

$$N_z = P_z * S_m$$

Xuddi shunday menbrananig ikkinchi tomonidan reglamentda ko'rsatilgan sothdagi gidrostatik bosim va uning ta'sir etuvchi kuchi qo'yiladi.

$$N_0 = P_0 * S_m \quad P_0 = \rho gh_0$$

Bu yerda h_0 reglamentda keltirilgan sathning qiymati. Bu ikkita kuch membranada taqqoslanadi va ΔN farq asosida ishlaydi.

Boshqarish obekti haqida tushuncha:

Aralashtirish jarayoni ishlab chiqarishda reaksiya ketadigan holatlarda asosan ko'p ishlatiladi. Bunda ikki va undan ortiq kirish maxsulotlarni bitta apparatda aralashtirib ularni ma'lum balandlikda ushlab turish, ishlab chiqaradigan maxsulotning sifati va soni oshadi. Sathni ushlab turish har jihatdan umumiy sistemani turg'unligiga ta'sir etadi. Sath masalan rezervuarlarda sathni ma'lum qiymatdan oshmasligi va ma'lum qimatdan pasaymasligi kerak. Bunining uchun signalizasiya va blakirovka qiymatlari beriladi. Agar sistemada sath oshib ketsa unga keladigan manba klapni yopiladi, aks holda ochilish ro'y beradi.

Sitemani turg'unlikka tekshirish:

Turg'unlikka tekshirish ikki usulda amalga oshiramiz: MATLAB programmasidan foydalangan holda va Mixaylov me'zoniga asosan.

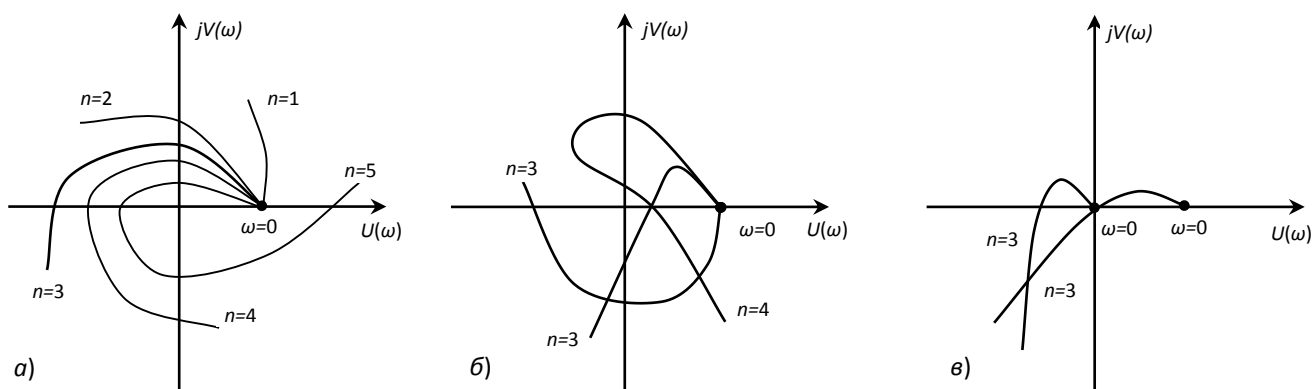
Sitemani turg'unlikka tekshirish uchun undagi ishtirok etgan barcha elementlarni uzatish funksiyalarini aniqlashimiz va 1- tajriba ishida keltirilgan struktur sxemaga qo'yib sistemani turg'unligini tekshiramiz.

Turg'unlikni Mixaylov me'zoniga asosan tekshirish:

Mixaylovning turg'unlik mezoni o'zining mohiyati jixatdan argumentlar prinsipining geometrik tasviridir.

Agar chastota $0 < \omega < \infty$ o'zgarganda Mixaylov godografi haqiqiy musbat o'qdan boshlab koordinata boshi atrofida musbat (soat strelkasiga qarshi) yo'nalishda $n \frac{\pi}{2}$ burchakka burilsa, u holda sistema turg'un bo'ladi (bu yerda «n» xarakteristik tenglamaning darajasi).

1-rasmda turg'unlik shartlari uchun Mixaylov gadograflarining ko'rinishlari keltirilgan.



10.1-rasm. a) sistemaning turg'unlik shartlari; b) sistemaning noturg'unlik shartlari; v) sistemaning turg'unlik chegaralari shartlari uchun Mixaylov gadograflarining ko'rinishlari.

4. Ish bajarishning tartibi.

- 1) Barcha bloklarni uzatish funksiyasini keltirib chiqarish.
- 2) MATLAB programmasida strukturani tuzish va o'tkinchi jarayon xarakteristikasini olish, uni turg'unlikka tekshirish.
- 3) Sistemani Mixaylov me'zoni bo'yicha tekshirish.
- 4) Olingan barcha natijalarni A4 formatda hisobot tayyorlash.

12-tajriba mashg'uloti. Mexatron sistemaning impulsli zvenosini dinamik tavsiflari.

1. Ishdan maqsad:

Ushbu tajriba ishidan maqsad impulsli avtomatik boshqarish sistemasining struktur sxemasini shakl almashtirish va ularning turg'unligini EHM yordamida taxlil qilish usullarini o'rganishdan iborat.

2. Kerakli jihozlar: Kompouyuter, zarur dasturiy ta'minot(Matlab) va uslubiy ko'rsatma.

3.Tajriba ishiga oid nazariy ma'lumotlar:

Impulsli sistemalarning turg'unligini taxlil loyihalanayotgan boshqarish sistemalarining ishlash qobiliyatini aniqlashga yordam beradi.

Malumki impulsli sistemaning dinamikasi umumiy holda ayirma tenglama orqali yoziladi.

$$a_0 x[n+m] + a_1 x[n+m-1] + \dots + a_m x[n] = b_0 y[n+k] + b_1 y[n+k-1] + \dots + b_k y[n] \quad (1)$$

bu yerda $a_j, j=0, m; b_j, j=0, k$ - impulsli sistema dinamikasini xarakterlovchi o'zgaras koeffitsientlar.

$x[nT]$ - boshqariluvchi kattalikning diskret qiymati.

$y[nT]$ - boshqariluvchi signalning diskret qiymati.

Boshqaruvchi kattalik $x[nT]$ ning vaqt bo'yicha o'zgarishi sistema erkin xarakatini ifodalovchi umumiy yechim $x_y[nT]$ va sistema majburiy xarakatini ifodalovchi xususiy yechim $x_x[nT]$ lar yig'indisidan iborat.

$$x[nT] = x_y[nT] + x_x[nT] \quad (2)$$

Bundan tashqari $x_y[nT]$ sistemadagi o'tkinchi jarayonni, quyidagi tenglamani yechish orqali topiladi:

$$a_0 x_y[n+m] + a_1 x_y[n+m-1] + \dots + a_m x_y[n] = 0 \quad (3)$$

Bu tenglamani Z- tasviri quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$(a_0 z^m + a_1 z^{m-1} + \dots + a_m) \cdot x_y(z) = 0 \quad (4)$$

(3) tenglamani yechish uchun xarakteristik tenglamaning yechimlaridan foydalaniladi:

$$a_0 z^n + a_1 z^{n-1} + \dots + a_{m-1} z + a_m = 0 \quad (5)$$

u xolda (3) tenglamaning yechimini quyidagicha yozish mumkin

$$x_y[n] = \sum_{i=0}^m a_i z_i^n$$

yoki

$$x_y[n] = a_0 z_0^n + a_1 z_1^n + \dots + a_m z_m^n \quad (6)$$

Bu yerda $x_y[0T] = a_0 z_0^n$, $x_y[1T] = a_1 z_1^n$ va xokazo.

Agar o'tkinchi jarayon vaqt davomida so'nsa, ya'ni

$$\lim_{n \rightarrow \infty} x_y[nT] \rightarrow 0 \quad (7)$$

u holda tekshirilayotgan sistema turg'un bo'ladi.

(7) - shart bajarilishi uchun sistema xarakteristik tenglamasi (5) ning barcha ildizlari modul bo'yicha birdan kichik bo'lishi zarur va yetarli:

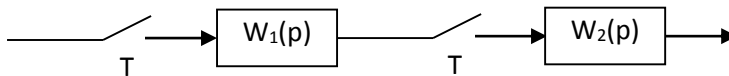
$$\text{mod } Z_i = |Z_i| < 1, \quad i = \overline{1, n} \quad (8)$$

Tekshirilayotgan sistema turg'unligini aniqlash uchun shu sistema xarakteristik tenglamasini yechish talab qilinadi.

Agar tenglamanin tartibi uchdan kattta bo'lsa, u holda har-xil mezonlardan foydalanish mumkin (Gurvits, Mixaylov, Naykvist mezonlaridan).

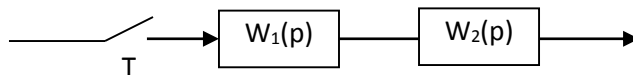
Sistemaning turg'unligini baholashda qay bir mezonidan foydalanilmaydim (Naykvist mezonidan foydalanilmaydim), avvalo taxlil qilinayotgan sistemaning umumiy uzluksiz uzatish funksiyasini aniqlash lozim bo'ladi. Agar sistema strukturasi uncha murakkab bo'lmasa, u holda bu masala qiyinchiliklarsiz xal qilinishi mumkin, aks holda ushbu masalani yechishda Z - o'zgarishinining algebrasidan va diskret sistemalarning strukturaviy sxemalarini shakl almashtirish usulidan foydalanish kerak bo'ladi. Quyida diskret sistemalarning struktur sxemalarini shakl almashtirishning ba'zi bir, ko'p qo'llaniladigan usullari keltirilgan.

1.



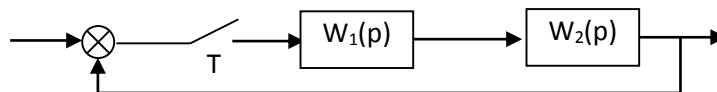
$$W(z) = Z\{W_1(p)\} \cdot Z\{W_2(p)\} = W_1(z) \cdot W_2(z)$$

2.



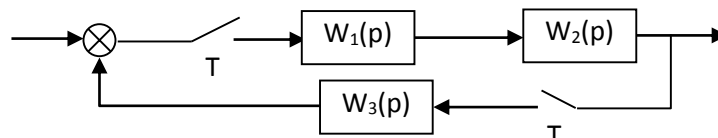
$$W(z) = Z\{W_1(p) \cdot W_2(p)\}$$

3.



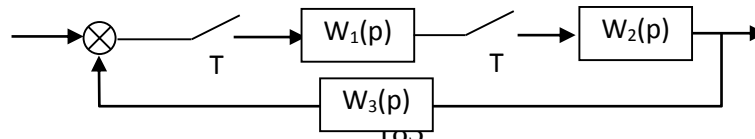
$$W(z) = \frac{Z\{W_1(p) \cdot W_2(p)\}}{1 + Z\{W_1(p) \cdot W_2(p)\}}$$

4.



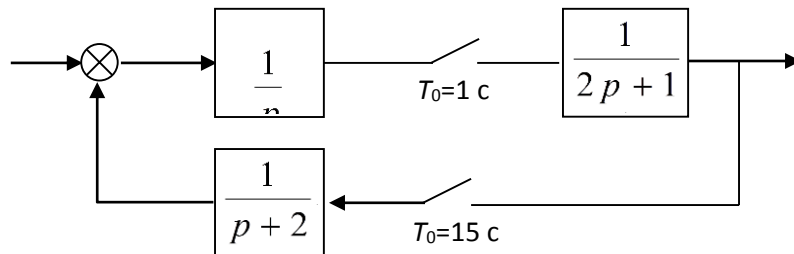
$$W(z) = \frac{Z\{W_1(p) \cdot W_2(p)\}}{1 + Z\{W_1(p) \cdot W_2(p)\} \cdot Z\{W_3(p)\}}$$

5.

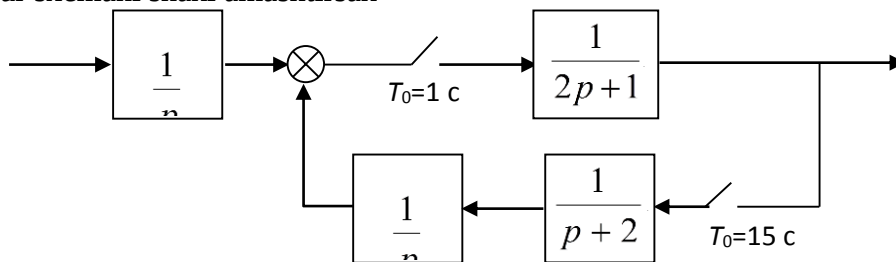


$$W(z) = \frac{Z\{W_1(p)\} \cdot Z\{W_2(p)\}}{1 + Z\{W_1(p)\} \cdot Z\{W_2(p) \cdot W_3(p)\}}$$

Misol: Quyidagi siruktur sxemaga ega bo'lgan avtomatik boshqarish sistemasining turg'unligini aniqlang.



Ushbu struktur sxemani shakl amashtirsak



Bundan sxemadagi 3 ta uzatish funksiyani Matlab ga kiritamiz

Diskretlash doimiysi

Z-almashtirish qilinayotgan funksiya

Uzatish funksiyasini kiritish uchun komanda

Ikkinchi zvenoning uzatish funksiyasini kiritish komandasi

Ikkinchi zvenoning uzatish funksiyasi

Uzatish funksiyaning Z-almashtirish komandasi

Z ko'rinishdagi uzatish funksiya

```

MATLAB
File Edit View Web Window Help
Current Directory:
Workspace
Name      Size
s         1x1
w1        1x1
w2        1x1
w3        1x1
wz2       1x1
Command Window
>> s=tf('s');
>> w2=1/(2*s+1)
Transfer function:
1
-----
2 s + 1
>> wz2=c2d(w2,1)
Transfer function:
0.3935
-----
z - 0.6065
Sampling time: 1
>>
Command History
%-- 3/26/07 2:15 PM
s=tf('s');
w1=1/s
w2=1/(2*s+1)
w3=1/(s+1)
wz2=c2d(w2,1)

```

```
>> s=tf('s');
>> w1=1/s

Transfer function:
1
-
s

>> w2=1/(2*s+1)

Transfer function:
1
-----
2 s + 1

>> w3=1/(s+1)

Transfer function:
1
-----
s + 1
```

Endi quyidagi hisoblashlarni amalga oshiramiz.

```
>> wz2=c2d(w2,1);
>> wz2

Transfer function:
0.3935
-----
z - 0.6065

Sampling time: 1
>>
```

```
>> wz=c2d(w1*w3,1);
>> wz

Transfer function:
0.3679 z + 0.2642
-----
z^2 - 1.368 z + 0.3679

Sampling time: 1
>>
```

```
>> wz1=c2d(w1,1);
>> wz1

Transfer function:
1
-----
z - 1

Sampling time: 1
>>
```

```
>> Wzumumiy=wz1*wz2/(1+wz*wz2)

Transfer function:
0.3935 z^3 - 0.7769 z^2 + 0.4712 z - 0.08779
-----
z^5 - 3.581 z^4 + 5.121 z^3 - 3.473 z^2 + 1.006 z - 0.07227

Sampling time: 1
>>
```

$$Z\{W_2\}=Z\left\{\frac{1}{2p+1}\right\}=Z\left\{\frac{1/2}{p+1/2}\right\}=1/2 \cdot Z\left\{\frac{1}{p+1/2}\right\}=1/2 \cdot \frac{e^{-0,5T}}{z-e^{-0,5T}}=1/2 \cdot \frac{e^{-0,5}}{z-e^{-0,5}}=$$

$$\frac{0.3935}{z-0.6065}$$

$$Z\{W_1W_3\}=\frac{0.3679z+0.2642}{z^2-1.368z+0.3679}$$

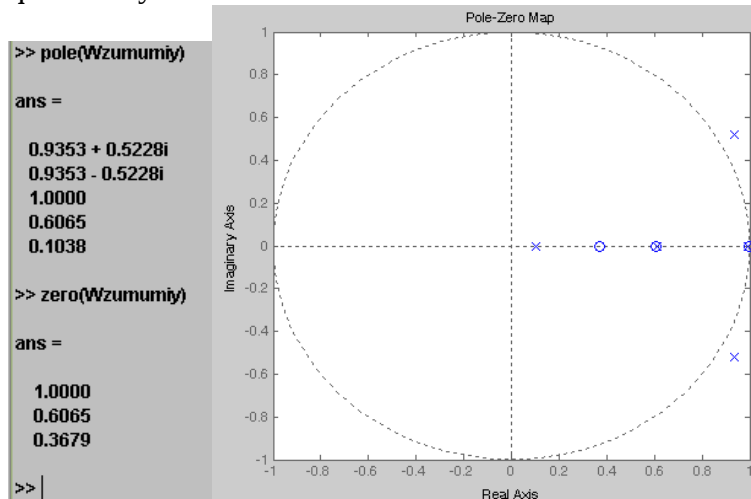
$$Z\{W_1\}=\frac{1}{z-1}$$

$$Z\{W_{um}\} = \frac{Z\{W_1\} \cdot Z\{W_2\}}{1 + Z\{W_1 \cdot W_3\} \cdot Z\{W_2\}} =$$

$$\frac{0.3935z^3 - 0.7769z^2 + 0.4712z - 0.089779}{z^5 - 3.581z^4 + 5.121z^3 - 3.473z^2 + 1.006z - 0.07227}$$

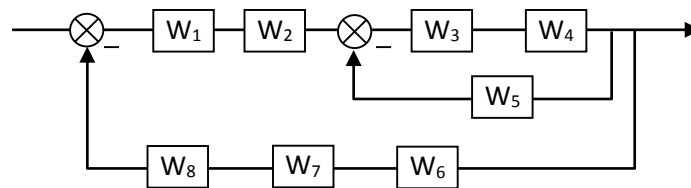
$$z^5 - 3.581z^4 + 5.121z^3 - 3.473z^2 + 1.006z - 0.07227$$

$z^5 - 3.581z^4 + 5.121z^3 - 3.473z^2 + 1.006z - 0.07227$ - xarakteristik tenglama ildizlari qutblar deyiladi.



Olingan natijalardan ko‘rinib turibdiki sistema noturg‘un ekan.

Tajriba ishida taxlil qilinadigan sistemaning umumiy struktur sxemasi quyidagi ko‘rinishga ega:



Bu yerda $W_i(p) = \frac{K}{p + b}$

Agar jadvalda $K=b=0$ bo‘lsa va $T_0 \neq 0$, u xolda W_i uzatish funksiyasi impulsli element bilan almashtiriladi.

№	W ₁			W ₂			W ₃			W ₄			W ₅			W ₆			W ₇			W ₈		
	K	b	T ₀	K	b	T ₀	K	b	T ₀	K	b	T ₀	K	b	T ₀	K	b	T ₀	K	b	T ₀	K	b	T ₀
1	0	0	0,5	1	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,5	0	1	0	0
2	2	0,5	0	0	0	1	3	0,7	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0,5	2	0,3	0
3	0	0	1	2	0,7	0	0,7	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0	3	0,7	0	0	0	1	1	0	0
4	1	0	0	1	0,5	0	0	0	0,5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,7	0	0	0	0
5	0	0	0,5	2	1,2	0	0	0	1	1	0,6	0	0	0	0	3	0,9	0	0	0	0	0	0	0
6	0,5	1,1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	2	0,6	0	0	0	0	0	0	1	2	0,7	0
7	0,9	0,4	0	0	0	0,5	1	0	0	0,5	0,2	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
8	2	0	0	0	0	1	0,7	0,5	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0,5	2	0,7	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	1	1	0
10	1	0	0	1	1	0	0	0	1	2	0,5	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2	1	0
11	0	0	0,5	2	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,5	0	1	0	0
12	2	0,5	0	0	0	1	3	0,7	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0,5	2	0,3	0
13	0	0	1	2	0,7	0	0,7	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0	3	0,7	0	0	0	1	1	0	0
14	1	0	0	1	0,5	0	0	0	0,5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,7	0	0	0	0
15	0	0	0,5	2	1,2	0	0	0	1	1	0,6	0	0	0	0	3	0,9	0	0	0	0	0	0	0

16	0,5	1,1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	2	0,6	0	0	0	0	0	0	1	2	0,7	0
17	0,9	0,4	0	0	0	0,5	1	0	0	0,5	0,2	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
18	2	0	0	0	0	1	0,7	0,5	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0,5	2	0,7	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	1	1	0
20	0	0	1	1	1	0	0	0	1	2	0,5	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0

4. Ishni bajarish tartibi

1. Ishni nazariy qismi bilan tanishib chiqing.
2. Variant bo'yicha berilgan struktur sxema bo'yicha zvenolarning uzatish funksiyalarini Matlab dasturiga komanda yordamida kiriting.
3. Sistemaning umumiy uzatish funksiyaning Z-almashtirishini toping.
4. Umumiy uzatish funksiyaning qutb va nollarini toping.
5. Qutb va nollarni kompleks tekisligiga joylashtiring.
6. Sistemaning turg'unligi bo'yicha xulosa chiqaring.

5. Laboratoriya ishida quyidagilar keltirilishi lozim:

1. Tahlil qilinayot sistemaning struktur sxemasi va uning uzlukli uzatish funksiyasi va xarakteristik tenglama.
2. Matlab dasturida o'tkazilgan tajriba, xisob-kitob natijalari,
3. Umumiy xulosalar.

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O`RTA MAXSUS TA`LIM VAZIRLIGI**

NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

«TJABIT» kafedrasi

**«MEXATRONIKA»
fanidan**

GLOSSARIY

Namangan-2021

Texnologik parametrlari - har qanday texnologik jarayon va ob`ekt turli fizik kattaliklar: harorat, bosim, tezlik, taranglik, namlik, sath va boshqalar kabi ko`rsatkichlari bilan ifodalanadi.

Rostlanuvchi parametr - rostlanishi, o`zgarmas qilib ushlab turilishi yoki berilgan dastur bo`yicha o`zgartirilishi talab qilinadigan parametr. **Boshqarish ob`ekti** - parametrlari rostlanayotgan texnologik mashina.

Boshqarish - har qanday jarayonni qo`yilgan maqsad sari yo`naltirish.

Rostlagich - boshqarish ob`ektining rostlanuvchi parametrini berilgan qiymat bo`yicha ushlab turish uchun xizmat qiluvchi va boshqarish ob`ektiga boshqarish signali ishlab chiquvchi qurilma.

Avtomatik rostlash systemsini - rostlanuvchi ob`ekt va rostlagich majmui.

Avtomatik boshqarish - ob`ektning ishlashi va undan kutilgan natija – ma`lum miqdorli, sifatli mahsulot, jarayon olish uchun avtomatik boshqarish qurilmalari orqali boshqarish maqsadida, ya`ni ma`lum dastur asosida ko`rsatiladigan ta`sirlar to`plami.

Aprior axborot - dastlabki yoki tizim ishlashidan oldin boshqariladigan jarayon va boshqarish tizimi haqida ixtiyorimizda bo`lgan ma`lumotlar.

Ishchi axborot - tizim ishlayotgan vaqtda olinadigan axborot.

Algoritm - dastlabki ma`lumotlarni izlangan natijaga o`tkazish yo`l-yo`rig`i mazmunini va ketma – ketlik operatsiyasini belgilab beradigan yo`l – yo`riq.

Yopiq boshqaruv tizimi - boshqarishning oxirgi ikki turi boshqaruv ob`ektining kirishiga teskari bog`lanish zanjirlari orqali axborot berilishi.

**Bosh teskari bog`lanish** - avtomat rostlash tizimini hech bo`lmaganda rostlanadigan koordinatani haqiqiy va berilgan (topshiriq) qiymatlarini solishtirish uchun xizmat qiladigan bitta teskari bog`lanishga ega bo`lishi.

Kuzatuvchi tizimlarni baholaydigan narsa – bu chiqish koordinatasining o`zgarish qonuni vaqtning tasodifiy funksiyasi bo`lishidir.

Dasturli boshqariladigan tizimlar rostlanadigan koordinatani oldindan o`rnatilgan ma`lum dastur deb ataluvchi qonunga binoan vaqt bo`yicha o`zgartirishga mo`ljallangan.

Uzluksiz boshqariladigan tizimda boshqaruvchi signal vaqt bo`yicha uzluksiz funksiyani tashkil etadi

Statik xarakteristika – rostlanadigan koordinataning yuklamaga bog`liqligi bo`lib, u berilgan topshiriq ta`sirning o`zgarmas qiymatida olinadi.

Davriy signallar $f(x)=f(t+T)$ shartini bajaradigan vaqt funksiyasi tasviriga ega bo`lib, unda  $T$ -davr deb nomlanadigan ma`lum o`zgarmas qiymatdir.

Nodavriy deb, vaqt funksiyasi ko`rinishida berilgan chekli ( $t_1 \leq t \leq t_2$ ) chegarada yoki yarim chekli ( $t_1 \leq t \leq +\infty$ ) vaqt oralig`i-dagi muntazam signallarga aytiladi, bu vaqtlardan tashqarida esa u aynan nolga teng bo`ladi.

Tasodifiy signalni esa oldindan berilgan vaqt funksiyasi bilan ifodalab bo`lmaydi. Tasodifiy signallar matematik tavsirlash uchun ehtimollik nazariyasi va statistik dinamika uslublaridan foydalaniladi.

Diskret signallar sath bo`yicha yoki ham sath, ham vaqt bo`yicha diskret bo`lishlari mumkin.

**Pog`onali signal** eng sodda ko`rinishli signallardan biri bo`lib, ABT o`tkinchi jarayonlarni hisoblashda ishlatiladi. U vaqt funksiyasi bo`lib,  $t=0$  paytda  $A=\text{const}$  qiymatiga erishadi va kelgusida o`zgarmasdan qoladi. $t<0$ bo`lganda esa $x(t)=0$.

Garmonik (sinusoidal yoki kosinusoidal) signal avtomat boshqaruv tizimini va uni elementlarini chastotali xususiyatlarini tadqiqot qilishda keng qo`llaniladi. U vaqt

funksiyali bo`lib,  $x(t)=A\sin(\omega t+\varphi)$  ko`rinishda bo`ladi va garmonik signalni Laplas bo`yicha o`zgartirilishi:

**Chiziqli o`svuchi signal** odatda kuzatuvchi tizimlar dinamikasini tadqiqot qilganda ko`proq qo`llaniladi. U vaqt bo`yicha chiziqli funksiya ko`rinishida ifodalaniladi:

Tizimning dinamik xarakteristikalar deb, har xil ta`sirlar tufayli hosil bo`ladigan o`tkinchi jarayonlarga aytiladi. Ular tizimni uzatish funksiyasi asosida olinishi mumkin.

Amplituda va faza chastota xarakteristikasi (AFChX) kompleksli ifodalarning nisbatidan iborat:

$$F(j\omega) = \frac{y(t)}{x(t)}$$

Zvenoning statik xarakteristikasi deb, o`rnatilgan xolatdagi chiqish va kirish qiymatlarning bog`lanishiga aytiladi. Dinamik zvenolarning statik xarakteristikasi analitik (ya`ni tenglama ko`rinishida) yoki grafik $y_{ch}=f(x_k)$ funksiya ko`rinishida, nochiziq zvenolarning esa ko`proq grafik ko`rinishda taqdim etiladi.

Inersiyasiz zveno deb, har onda chiqish u_{ch} va kirish x_k qiymatlari orasida proporsionallik bo`lgan zvenoga aytiladi.

$$u_{ch}=kx_k; \quad W(p)=\frac{y_q}{x_k}=k,$$

**Birinchi darajali inersiyali (nodavriy, reaksiyali, aperiodik, bir sig`imli) zveno** deb, chiqish qiymati vaqt bo`yicha eksponensial qonun bo`yicha o`zgaradigan zvenoga aytiladi.

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK – TEXNOLOGIYA INSTITUTI

“Tasdiqlayman”

O'quv ishlari bo'yicha prorektor

_____ dots.U.Meliboyev

«_____» _____ 2021 yil

MEXATRONIKA FANINING

ISHCHI O`QUV DASTURI

Bilim sohasi: 300 000 Ishlab chiqarish-texnik soha

Ta'lim sohasi: 310 000 Muhandislik ishi

Ta'lim yo'nalishi: 5311000 Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish (paxta, to'qimachilik va yengil sanoat)

Umumiy o`quv soati – 292 soat

Shu jumladan:

Ma`ruza – 84 soat (7 semestr – 42 soat; 8 semestr – 42 soat)

Amaliy mashg`ulot – 56 soat (7 semestr – 28 soat; 8 semestr – 28 soat)

Tajriba – 28 soat (7 semestr – 14 soat; 8 semestr – 14 soat)

Mustaqil ta`lim soati – 124 soat (7 semestr – 62 soat; 8 semestr – 62 soat)

NAMANGAN – 2021 YIL

Fanning ishchi o`quv dasturi O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 20____ yil _____dagi _____-sonli buyruq bilan tasdiqlangan "Mexatronika" fani dasturi asosida tuzildi.

Fanning ishchi o`quv dasturi Namangan muhandislik – texnologiya instituti Kengashining 2021 yil "____" _____dagi "____" – sonli bayoni bilan tasdiqlangan.

Tuzuvchilar:

Qodirov D.T. – NamMTI, "TJABIT" kafedrası katta o'qituvchisi.

Ismanov.M.A – NamMTI, "TJABIT" kafedrası assistenti.

Taqrizchilar:

G.Gulyamov – NamMQI, «Fizika» kafedrası professori, fizika-matematika fanlari doktori

H.Abdullayev – NamMTI, «Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish va informatsion texnologiyalar» kafedrası dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

NamMTI
Avtomatika va Energetika
fakul'teti dekani:

2021 yil "____" _____ dots. A.A.Mamaxonov
(imzo)

"TJABIT"
kafedrası mudiri:

2021 yil "____" _____ f.-m.f.d. U.I.Erkaboyev
(imzo)

1. O'quv fani o'qitilishi bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar

O'zbekiston Respublikasining «Ta'lim to'g'risidagi Qonuni» va «Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi» mazmunida barkamol shaxs va malakali mutaxassisni tarbiyalab voyaga yetkazish jarayonining mohiyati to'laqonli ochib berilgan. Malakali kadrlar tayyorlash jarayonining har bir bosqichi o'zida ta'lim jarayonini samarali tashkil etish, uni yuqori bosqichga ko'tarish shu bilan birga jahon ta'limi darajasiga yetkazish borasida muayyan vazifalarini amalga oshirishi lozim. «Mexatronika» fanini o'qitishdan maqsad – talabalarga mexatronika fanidan nazariy va amaliy jihatdan puxta tayyorlab, ishlab chiqarishda qo'llaniladigan mexatron va elektromexanik sistemalarning ishlash prinsipi, ularni to'g'ri tanlash, elektromexanik sistemalarning strukturasi, ularning elementlari, asosiy xarakteristikalarini, elektr yuritmalarning vazifasi, ularga qo'yiladigan talablar asosida elektromexanik sistema turini, uning strukturaviy tuzilishini, hamda mavjud sistemalarning kamchiliklarini va ishlash prinsiplarini tahlil qilish ko'nikmalarini shakllantirish va o'rgatishdan iboratdir. Ushbu maqsadga erishish uchun talabalarga elektromexanik va mexatron sistemalarning tuzilishi, elektromexanik va mexatron sistemalarning ishlash prinsipi, asosiy xarakteristikalarini va parametrlarini hamda ulardan samarali foydalanish usullarini o'rgatish hamda ularning dunyoqarashini shakllantirish vazifalarini bajaradi.

Fan bo'yicha talabalarning bilim, ko'nikma va malakalariga quydagi talablar qo'yiladi. Talaba:

- avtomatlashtirilgan elektromexanik sistemalar, mexatron sistemalarni boshqarishning zamonaviy usullari, elektr yuritmalarning vazifasi va ularga qo'yiladigan talablar asosida elektromexanik sistema turini va uning strukturaviy tuzilishi to'g'risida **tasavvurga ega bo'lishi**;
- mexatron sistemalarni texnologik mashinalarni yaratish jarayoniga va ularni boshqarishni kompyuter orqali bajarishni, ishchi mexanizmlarning samaradorligini takomillashtirish maqsadida ishga tushirish va ximoya vositalarini to'g'ri tanlashni, elektromexanik sistemalarning kamchiliklarini va ishlash prinsiplarini tahlil qilishni **bilishi va undan foydalana olishi**;
- prinsipial sxemalarni tuzishda yarim o'tkazgichli asboblarni qo'llash, elektr yuritmalar quvvatini aniqlash va asosiy elementlarini tanlash, elektromexanik va mexatron sistemalarning strukturasi, ularning elementlari va asosiy tavsiflarini aniqlash **ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak**.

2. Ma'ruza mashg'ulotlari

№	Ma'ruzalar mavzulari	Dars soati hajmi
	7 - semestr	
1	«Mexatronika» faniga kirish. Elektromexanik sistemalarning elementlari. «Mexatronika» fanining maqsad va vazifalari, elektromexanik sistemalar	2
2	Elektromagnit kuch. Elektromagnit kuchlar va ularni Avtomatlashtirish va boshqaruvda ishlatiladigan elektromexanik sistemalar to'g'risida umumiy ma'lumotlar.	2
3	Ishlab chiqarishda elektromexanika. Ishlab chiqarishda elektromexanika sohasidagi respublikamizdagi ijtimoiy-iqtisodiy islohotlar natijalari, hududiy muammolar va fan, texnika va texnologiya yutuqlari.	2
4	O'zgarmas tok ijro dvigatellari. O'zgarmas tok ijro dvigatellari. Konstruksiya va ishlash prinsipi. Afzallik va kamchiliklari. Ishlatilish sohalari.	2
5	O'zgarmas tok dvigatelini boshqarish. O'zgarmas tok dvigatelini boshqarishda ishlatiladigan element va qurilmalar. Boshqarish diagrammalari. Tezlikni boshqarish	2
6	O'zgarmas tok dvigatelini mexanik xarakteristikasi. Kontaktsiz o'zgarmas tok dvigateli. Sxemasi va ishlash prinsipi.	2
7	Asinxron ijro dvigatellari ularning konstruksiyalari va ishlash prinsipi. Ulash sxemalari va boshqarish usullari. Asinxron ijro dvigateli xarakteristikalarini.	2

8	Elektromexanik sistemalar o'lov elementlari. Sinflanishi. Raqamli, chiziqli va burchak holat datchiklari. Selsinlar, o'lov hash sxemalari, konstruksiyasi.	2
9	Aylanma transformatorlar, ularning sxemalari, ishlash prinsiplari va tuzilishi. Aylanma transformatorni ishlatilish sohalari va ishchi xarakteristikasi	2
10	Taxogeneratorlar, sinflanish, ishlash prinsiplari va ishlatilish sohalari Ochiq boshqarish sxemali elektr yuritmalari va umumiy xarakteristikalari.	2
11	Elektr yuritma energetikasida uchraydigan kamchiliklar va afzalliklar. Elektr yuritmaning yuklanish diagrammalari	
12	Elektr yuritmalarni boshqarish sxemalari. O'zgaras tok elektr yuritmalarning boshqarish sxemalari. Asinxron dvigatelli elektr yuritmasining boshqarish sxemalari.	2
13	Elektr yuritmalariig berk boshqarish sxemalari. Berk boshqarish sxemalarning umumiy xarakteristikalari. O'zgaras tok, Asinxron va Sinxron dvigatelli elektr yuritma berk boshqarish sxemasi.	2
14	Taqlidli elektr yuritmalar. Adaptiv boshqarishli elektr yuritmalar. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish sistemalarida elektr yuritmalar qo'llanilishning istiqbollari.	2
15	Elektr yuritmalarning tezliklarini rostlash to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Tezliklarni rostlashning asosiy ko'rsatkichlari.	2
16	Elektr yuritma dinamikasi to'g'risida umumiy ma'lumotlar. Elektr yuritmaning xarakat tenglamasi va uning taxlili.	2
17	Elektr yuritmalarda o'tkinchi jarayonlar. Elektr motorlarning qizish va sovish normalari. Qizish doimiysi va uni aniqlash usullari.	2
18	Elektr yuritmalarni tanlash, boshqarish jihozlari va avtomatik boshqarish. Yuritmalar yuklanish diagrammasi. Elektr motorlar quvvatini tanlash va xisoblashning umumiy xolatlari.	2
19	Elektr yuritmalarni tanlash va boshqarish. Atrof muhit sharoitlariga qarab mator tanlash. Elektr yuritmalarni boshqarish jixozlarining klassifikatsiyasi. Qo'lda va avtomatik boshqarish jihozlari.	2
20	Elektr yuritmalarni himoya qurilmalari. Avtomatik o'chirgichlarni quvvat, tok va kuchlanish bo'yicha tanlash. Eruvchan saqlagichlar va ularni tanlash.	2
21	Elektr yuritmalarni boshqarish prinsiplari. Elektr yuritmalarni avtomatik boshqarish prinsiplari. Elektr motorlarni boshqarishning tipik sxemalari.	2
	JAMI	42
	8-semestr	
22	Mexatronika – zamonaviy fan va texnikaning yangi yo'nalishi Mexatronika to'g'risidagi asosiy tushunchalar. Mexatron sistemalarning yangi funksional masalalari.	2
23	Mexatronikaning ta'rifi va terminlari. Mexatronika va robotshunoslik sohalari. Mexatron modullarning sinflanishi.	4
24	Mexatronikada yangi texnologiyalar. Mexatronikaning strukturaviy va texnologik bazislari.	2
25	Mexatron modullar va sistemalarni qurish usullari. Oraliq o'zgartirgichlar va interfeyslarni yo'qotish usuli. Mexatron sistemalarni loyihalash asoslari.	4
26	Mexatron modul elementlarini birlashtirish usullari. Funksional yuklamani intellektual qurilmalarga o'tkazish usuli. Kompyuter boshqaruvli an'anaviy elektr yuritmaning strukturasi.	4
27	Mexatron sistemlarning modullari va axborot qurilmalari. Mexatron modullar. Mexatron modullarning sinflanishi. Harakatni o'zgartirgichlar va harakatni yo'naltiruvchilar.	4
28	Mexatron modullar. Lyuftlarni tanlash uchun to'xtatish mexanizmlari va qurilmalari. Mexanik to'xtatish qurilmalari. Elektromagnitli to'xtatish qurilmalari. Lyuftlarni tanlash uchun mexanizmlar.	4
29	Elektrodvigatel va yuqori kuchlanishli o'zgartirgichlar. Mexatron modullarning elektrodvigatellari.	4
30	Mikroprotessorli boshqarish sistemasi. Universal mikroprotessorlar. Mikrokontrollerlar. Raqamli signallar protsessori.	2

31	Mexatron sistemalarning informatsion qurilmalari. Harakatlarni sezuvchi datchiklar. Tezlik datchiklari. Texnologik parametrlar datchigi.	4
32	Mexatron modullar va sistemalarni boshqarishning zamonaviy usullari. Boshqarishda masalaning qo'yilishi va ierarxiyasi	2
33	Ijro, taktik va strategik sathlarni boshqaruv sistemlari. Ijro sathini boshqarish sistemasi. Taktik sathni boshqarish sistemasi.	4
34	Mexatron sistemalarda intellektual boshqarish usullari Noaniq mantiq usuli. Neyro tarmoq usuli.	2
	Jami	42
	Umumiy	84

Ma`ruza mashg`ulotlari mul`timedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada akadem. guruhlar oqimi uchun o`tiladi.

3. Amaliy mashg`ulotlar

№	Amaliy mashg`ulot mavzulari	Soat
	7-semestr	
1.	Avtomatlashtirilgan elektromexanik sistemalar qo'yiladigan talablarni aniqlash. Ishonchliligi, tannaxi arzonligi, chidamliligi.	6
2.	Elektromexanik sistemalarda yuklama momenti va kuchini hisoblash. Yuklama momentini hisoblash usullari. Yuklama kuchini hisoblashda hisobga olinadigan faktorlar	4
3.	Yuklama quvvatini hisoblash. Ijro mexanizmi. Yuklama diagrammasini qurish. Dvigatelni tanlash. Reduktorning uzatish sonini hisoblash. Tanlangan dvigatelni tekshirish.	4
4.	Elektromexanik sistemalar informatsion elementlarini tanlash. Elementlarni tanlashda e'tiborga olinadigan faktorlar.	4
5.	Holat, tezlik va moment datchiklari. Elektr yuritma holatini rostdash sistemasi parametrlarini hisoblash.	6
6.	O'zgarimas tok dvigatelli struktura sxemasi parametrlarini aniqlash. Statik elektromexanik xarakteristikani qurish.	4
	JAMI	28
	8-semestr	
7	Tezlikni rostdash konturi parametrlarini hisoblash. Holatni rostdash konturi parametrlarini hisoblash.	6
8	Mexatron sistemalarning element bazasi va xarakteristikalarini aniqlash va olingan natijalarni tahlil qilish.	4
9	Mexatron sistemalarning sxemalarini tuzish va loyihalashni amalga oshirish hamda analiz va sintezlash masalalarini echish	4
10	Mexatron sistemalarni boshqarishni zamonaviy usullarini va ierarxiyasini qo'lash bo'yicha analiz va sintezlash masalalarini echish	4
11	Mexatron sistemalarni boshqarishda texnologik jarayonlarni adaptiv boshqarish sistemalarini loyihalash usullari bo'yicha masalalarini echish.	4
12	Mexatron sistemalarni boshqarishni raqamli boshqarish amartizatsiyalarini yig'ish, kesish va boshqa jarayonlar bo'yicha analiz va sintezlash masalalarini echish.	6
	JAMI	28
	UMUMIY	56

Amaliy mashg`ulotlar kompyuter va mul`timedia qurilmalari bilan jihozlangan auditoriyada bir akadem. guruhga bir o'qituvchi tomonidan o'tkaziladi. Mashg`ulotlar faol va interaktiv usullar va zamonaviy pedagogik va axborot texnologiyalar yordamida o`tiladi.

4. Laboratoriya mashg'ulotlari

№	Laboratoriya mashg'uloti mavzulari	Soat
7-semestr		
1.	Elektr yuritmalarni boshqarishda magnitli ishga tushirgichni tekshirish.	2
2.	O'zgaras tok dvigatelli elektr yuritmani tezligini roslashni o'rganish.	2
3.	Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron elektr yuritmani ish xarakteristikasini olish.	2
4.	Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron elektr yuritmani tormozlab to'xtatish.	2
5.	Sinxron elektr yuritmani ish xarakteristikasini olish.	2
6	Control System Toolbox paketida mexatron sistemali boshqarish ob'ektlarini matematik tavsiflash.	4
JAMI		18
8-semestr		
7	Control System Toolbox paketida mexatron sistemali boshqarish ob'ektlarining dinamik tavsiflari.	2
8	Simulink paketida mexatron sistemali boshqarish ob'ektlarining dinamik tavsiflari.	2
9	Mexatron sistemalarning dinamik tavsiflariga talablar va sifatini baholash.	2
10	Mexatron sistemalarda rostlagichlarni tadqiq etish.	2
11	Mexatron sistemalarda uzluksiz rostlagichlarni raqamli analoglariga o'zgartirish.	2
12	Mexatron sistemaning impulsli zvenosini dinamik tavsiflari.	4
JAMI		14
UMUMIY		28

Laboratoriya mashg'ulotlarini tashkil etish yuzasidan kafedra tomonidan ko'rsatma va tavsiyalar ishlab chiqiladi. Unda talabalar asosiy ma'ruza mavzulari bo'yicha olgan bilim va ko'nikmalarini amaliy masalalar, keyslar orqali yanada boyitadilar. SHuningdek, darslik va o'quv qo'llanmalar asosida talabalar bilimlarini mustahkamlashga erishish, tarqatma materiallardan foydalanish, ilmiy maqolalar va tezislarni chop etish orqali talabalar bilimni oshirish, masalalar echish, mavzular bo'yicha taqdimotlar va ko'rgazmali qurollar tayyorlash, normativ-huquqiy hujjatlardan foydalanish va boshqalar tavsiya etiladi.

5. Mustaqil ta'lim

№	Mustaqil ta'lim mavzulari	Soat
7-semestr		
1.	Asinxron motorlarini ishga tushirish usullarini tajriba stendlarida bajarish va yo'nalishini o'zgartirish.	10
2.	Ko'p tezlikli asinxron motorlarni har-hil tezliklarda ishga tushirish. Asinxron motorlarning nosimmetrik rejimlarda ishlash sharoitlarini o'rganish.	10
3.	Maxsus o'zgaruvchan tok motorlari va ularning tuzilishi bilan tanishish.	10
4.	Kondensatorli asinxron motorning tuzilishi va uning qo'llanilishi. Maxsus o'zgaras tok mashinalari tuzilishi va ishlash tarzlari, afzalliklari va qo'llanish soxalari bilan tanishish.	10
5.	Elektr yuritmalar o'tkinchi jarayon vaqtini grafik va analitik usullarda aniqlash.	11
6	Tok turi, kuchlanish qiymati, aylanish chastotasi va tuzilish konstruksiyasiga binoan motor turini tanlash.	11
JAMI		62
8-semestr		
1	Robototexnikaning tarixi	10
2	Zamonaviy mexatron sistemalar.	10
3	Robotlarning sinflanishi (ishlatilishi, shakli, yuritma mexanizmlarning harakat kelish prinsipi va boshqalar bo'yicha).	10
4	Robotlarning datchigi	10
5	Robotlarning yuritmalari (klassifikatsiyasi, tasnifi, ishlatilishi)	11
6	Robotlarni to'qimachilik va paxta sanoatida ishlatilishi va vazifalari	11
JAMI		62
UMUMIY		124

Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular bo'yicha talabalar tomonidan referatlar tayyorlash tavsiya etiladi.

6. Talabalar bilimni baholash mezonlari.

Oraliq baholash (OB) ma'ruza mashg'ulotlari mavzulari va talabalar mustaqil ta'lim jarayonida o'zlashtirgan materiallar (mustaqil ishlar uchun beriladigan reyting ballarining bir qismi OB ballariga kiritiladi va talabalardan alohida mustaqil ishlar topshirish talab qilinmaydi) bo'yicha og'zaki va kompyuter testi shaklida o'tkaziladi. 7-**semestrda** 1-OB 1 va 2 modullarda keltirilgan 1-5 mavzular bo'yicha amalga oshiriladi. 1-OB uchun maksimal 17 **ball**, 2- OB 2 va 3-modullarda keltirilgan 6-10 mavzular bo'yicha amalga oshiriladi. 2-OB uchun maksimal 17 **ball**, **jami 3-semestrda 34 ball ajratiladi. 8-semestrda** 1-OB 4, 5 va 6- modullar boyicha amalga oshiriladi. 4(1)-OB uchun maksimal 17 ball, 7 va 8-modullar bo'yicha 4(2)-OB uchun maksimal 17 ball, **jami 8-semestrda 34 ball ajratiladi.**

Joriy baholash (JB) amaliy va tajriba mashg'ulotlarida va talabalar mustaqil ta'lim jarayonida o'zlashtirgan materiallar (mustaqil ishlar uchun beriladigan reyting ballarining OB ga kiritilmagan qismi JB ballariga kiritiladi va talabalardan alohida mustaqil ishlar topshirish (talab qilinmaydi) asosida bajarilgan laboratoriya (tajriba) ishlari hamda ko'nikmalari uchun mashg'ulotlar vaqtida amalga oshiriladi. JB uchun 3-semestrda maksimal 36 **ball**, 4-semestrda maksimal 36 **ball** va 5-semestrda maksimal 36 **ball** ajratilib, semestrlar bo'yich quyidagicha taqsimlanadi: **3-semestrda** amaliy mashg'ulotlar vaqtida hamda darsdan tashqari mustaqil o'zlashtirilgan materiallar bo'yicha 1-8 mavzularga asoslanib, amaliy va mustaqil mashg'ulotlar uchun masalalarga tayanib, ularning har biri uchun maksimal 2 **balldan, jami 16 ball** ajratiladi. Talabalar tomonidan **7-semestr** davomida **5 ta** laboratoriya ishlari bajarilib, topshiriladi, ularning har biri uchun maksimal 4 **balldan, jami 20 ball** ajratiladi. **8-semestrda** amaliy mashg'ulotlar vaqtida hamda darsdan tashqari mustaqil o'zlashtirilgan materiallar bo'yicha 9-14 mavzularga asoslanib, amaliy va mustaqil mashg'ulotlar uchun masalalarga tayanib, ularning har biri uchun maksimal 2,5 **balldan, jami 15 ball** ajratiladi. Talabalar tomonidan **4-semestr** davomida **9 ta** laboratoriya ishlari bajarilib, topshiriladi, 6-12 laboratoriyalar uchun maksimal 2 **balldan**, 13-laboratoriya uchun 3 ball, 14-laboratoriya uchun 4 ball, **jami 21 ball** ajratiladi. Semestr davomida JB va OB lar uchun **jami 70 ball** ajratiladi.

Yakuniy baholash (YB) har semestr ohirida fakultetlar dekanatlari tomonidan belgilangan jadvallar boyicha yozma ish shaklida amalga oshiriladi. Yozma ish semestr davomida o'zlashtirilishi lozim bo'lgan nazariy materiallar boyicha tasodifiy tanlangan 5 ta savolga yozma jabob berish orqali amalga oshiriladi. Har bir savol uchun maksimal 6 balldan, jami – 30 ball ajratiladi. Semesrt davomida JB va OB lar natijalariga ko'ra kamida 39 ball to'plagan talabalarga YB da qatnashish huquqi beriladi. JB, OB, YB lar natijalariga ko'ra kamida 55 ball to'plagan talabalar fanni o'zlashtigan hisoblanadi. Semesrt davomida JB va OB lar natijalariga ko'ra kamida 55 ball to'plagan talabalar uchun YB da qatnashish ixtiyoriy hisoblanadi. Semesrt davomida JB va OB lar natijalariga ko'ra kamida 39 ball top'plab, YB natijasiga bilan birgalikda 55 dan kam ball to'plagan yoki semestr davomida JB va OB lar natijalariga ko'ra 38 va undan kam ball to'plagan talabalarga semestr tugagandan so'ng qayta o'zlashtirish uchun 1 oy vaqt beriladi. Ushbu vaqt ichida ham kamida 55 ball to'play olmagan talaba fanni uzil-kesil o'zlashtira olmagan hisoblanadi va institut talabalari safidan chiqariladi.

Fan bo'yicha talabalar bilimni nazorat qilish va baholash	
Ball	<u>Talabaning bilim darajasi</u>
86-100	- talaba mashg'ulotlarga doimo tayyorlangan, juda faol, dasturiy materiallarni yaxshi biladi, xulosa va qarorlar qabul qila oladi, ijodiy fikrlaydi, bilimlarini amaliyotda qo'llay oladi. - talaba ijodiy masalalarni hal qilish mobaynida tegishli bilimlarni qo'llash doirasini maqsadga muvofiq tanlab, echimini topishga xizmat qiluvchi yangi usul va yo'nalishlarni topa oladi, o'quv materialini mohiyatini tushunadi. - talaba taqdim etilgan o'quv masalalarni echish yo'llarini izlaydi, dasturiy materiallarni biladi va aytib bera oladi hamda tasawurga ega bo'ladi.

71-85	- bilim va ko'nikmalar mazmunini tatbiq qila olish mahorati, bir tipdagi masalalarni echa olish, eslab qolish faoliyatini amalga oshiradi, bilimlarini amaliyotda qo'llay oladi. - talaba mashg'ulotlarga tayyorlangan dasturiy materiallarni biladi, mohiyatini tushunadi va tasawurga ega.
55-70	- talabaniing eshitganlari, ularga berilgan namunalar, taqdim etilgan algoritmlar va ko'rsatmalar asosida topshiriqlarni bajara oladi, mohiyatini tushunadi. - talaba qator belgilar asosida ma'lum ob'ektni farqlash bilan birgalikda unga ta'rif bera oladi va o'quv materialni tushuntirib bera oladi va tasawurga ega.
0-54	- talaba tasawurga ega emas, - talaba dasturiy materiallarni bilmaydi.

Asosiy va qo'shimcha o'quv adabiyotlar hamda axborot manbalari

Asosiy adabiyotlar

1. David G., Michael B. Introduction to mechatronics and measurement systems. 4th ed. New York, McGraw-Hill. 2012. P.573
2. Majidov S.M., Berdiev U.T. va boshqalar. Elektr mashina va elektr yuritmalardan praktikum. O'quv qo'llanma. -T.: O'qituvchi, 2005. -175 b.
3. Тюков, В.А. Электромеханические системы: учеб. пособие / В.А. Тюков. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. – 183 с.
4. Введение в мехатронику: уч. пособие / А.И. Грабченко, В.Б. Клепиков, В.Л. Доброскок и др. – Х.: НТУ «ХПИ», 2014. – 264 с.
5. Дорф Р. Современные системы управления. Р. Дорф, Р. Бишоп: Пер. с англ. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2004.
6. Yusupbekov N.R. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Darslik.- T.:O'qituvchi, 1997.
7. A.A. Qodirov, N.M.Usmonxo'jaev, Texnologik mashinalar va jihozlarni avtomatlashtirish. Darslik.-T.:O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashryoti-2012.

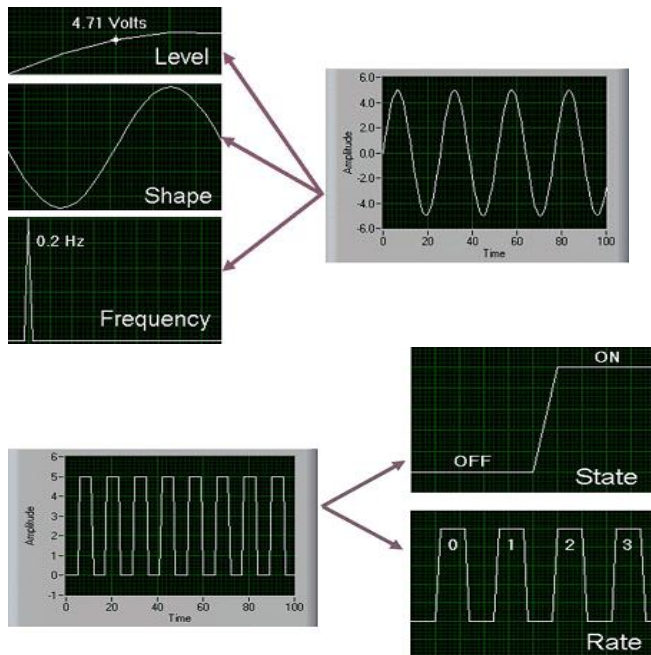
Qo'shimcha adabiyotlar

8. 2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha Harakatlar strategiyasi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947 sonli Farmoni.
9. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Oliy ta'lim muassasalarida ta'lim sifatini oshirish va ularning mamlakatda amalga oshirilayotgan keng qamrovli islohotlarda faol ishtirokini ta'minlash bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" 2018 yil 5 iyundagi PQ-3775-son qarori.
10. Majidov S.M. Elektr mashinalari va yuritmalari. Darslik. -T.: O'qituvchi, 1988. -358 b.
11. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления. Учебник. – М.: Издат. «Академия», 2004 -304 с.
12. Егупов Н.Д. Методы анализа, синтеза и оптимизации нестационарных систем автоматического управления. МГТУ,1999.
13. Сторожев В. В. Системотехника и мехатроника технологических машин и оборудования: Монография / В. В. Сторожев, Н. А. Феоктистов; под ред. д.т.н., профессора Феоктистова Н. А. М: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2015. - 412 с.
14. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение: учеб. пособие для студентов вузов. - 2-е изд., стер. - М.: Машиностроение, 2007. -256 с: ил.

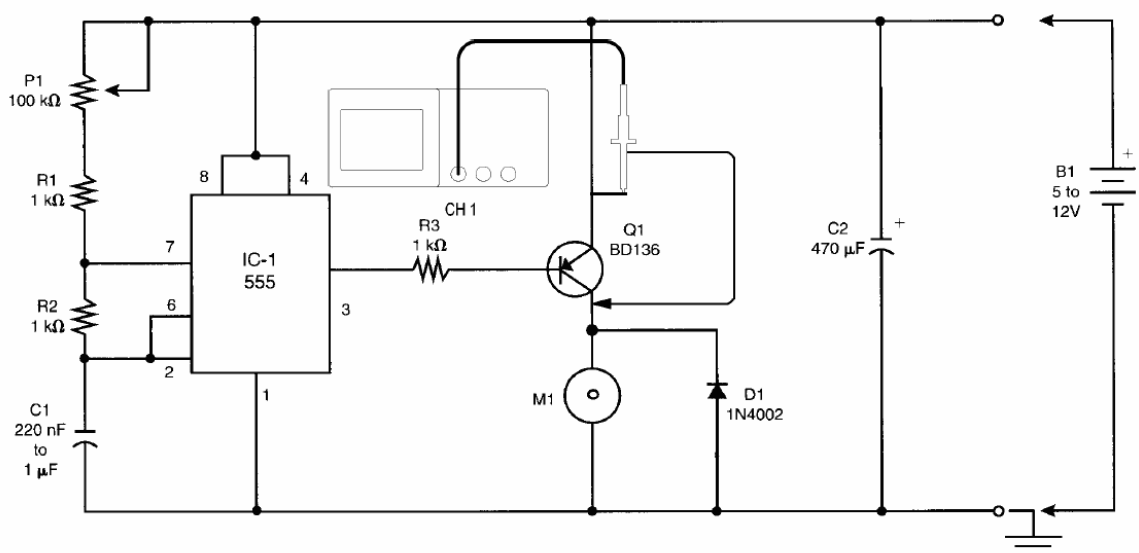
Internet saytlari

15. <http://ziyonet.uz>
16. <http://titli.uz>
17. <http://nauki-online.ru>
18. <http://modle.titli/uz:8080/>
19. <http://www.elec.ru>
20. <http://www.cpd.merla.ru>

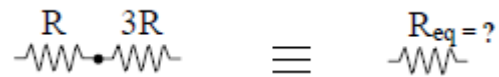
Tarqatma material
Signallar farqini tushuntirib bering.



DC motorlarning boshqarishni zanjir orqali izoxlang

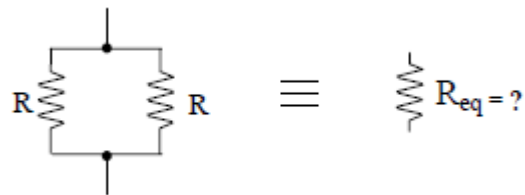


Quyida keltirilgan zanjirning umumiy qarshiligini hisoblang?



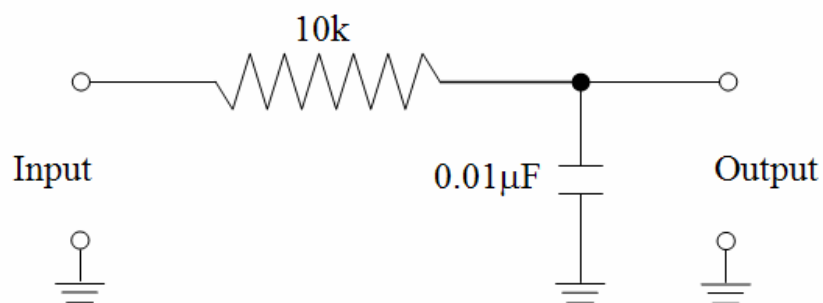
Echish : Paralel ulansa to‘g‘ridan to‘g‘ri qo‘shiladi : $R+3R=4R$

Quyida keltirilgan zanjirning umumiy qarshiligini hisoblang?

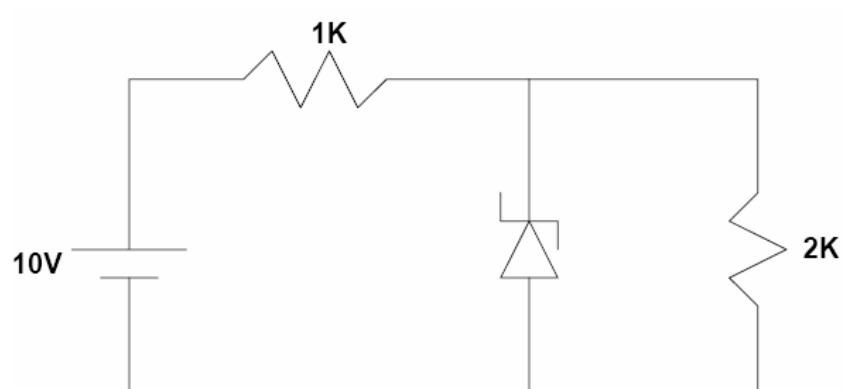


Echish : Ketma-ket ulansa teskari kushiladi: $1/R_{um} = 1/R_1 + 1/R_2$; $R_{um} = R_1 * R_2 / R_1 + R_2$

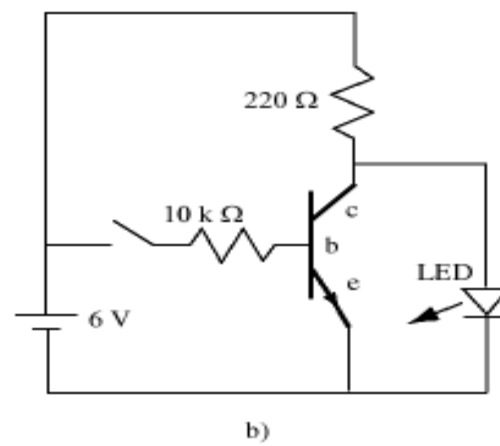
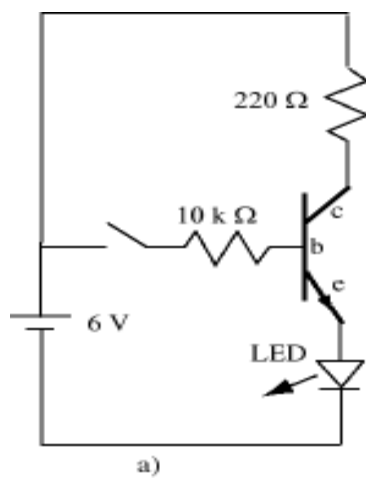
Sistemada qanday jarayon sodir buladi?



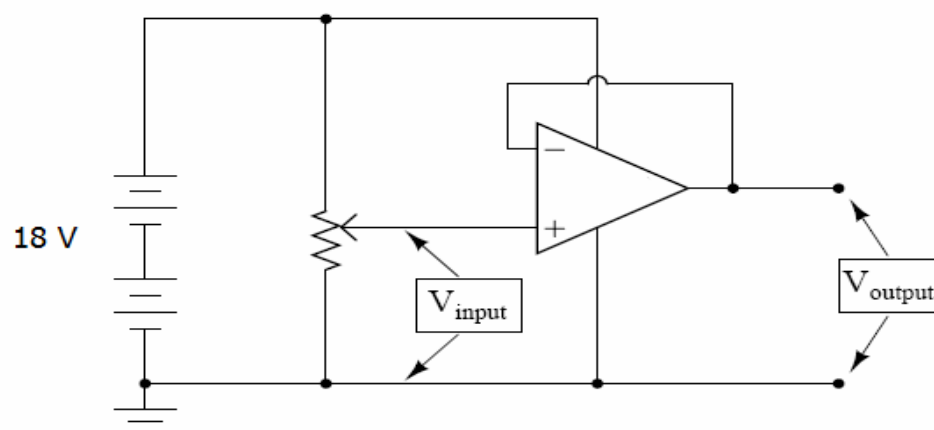
Kuchlanishni tushishini aniqlang.



Zanjirdagi tranzistor va diodlarning vazifasi?



Zanjirni izoxlang.



5311000 – TEXNOLOGIK JARAYONLAR VA ISHLAB CHIQARISHNI
AVTOMATLASHTIRISH VA BOSHQARISH
BAKALAVRIAT TA'LIM YO'NALISHI UCHUN «MEXATRONIKA» FANI BO'YICHA
TEST SAVOLLARI

Fan bobi	Fan bo'limi	Qiyinlik darajasi	Test topshirig'i	To'g'ri javob	Muqobil javob	Muqobil javob	Muqobil javob
1	1	1	Elektrodvigatyl qanday qismlardan tuzilgan?	*aylanuvchi - rotor, qo'zg'almas-stator	Stator va yakor`	Magnitli o'tkazgich va rotor	Magnitli o'tkazgich va stator
1	1	1	O'zgarmas tok dvigatyeli magnit maydonining qiymati.	* I_B qo'zg'atish tokiga bog'liq	Yakorning burchak tyezligiga bog'liq	$I_{\mathcal{A}}$ yakor tokiga bog'liq	Dvigatyelning EyuK siga bog'liq
1	1	1	O'zgarmas tok dvigatyelini ryevyers qilish qanday amalga oshiriladi?	*kuchlanishning qutbini o'zgartirish	Yakor chulg'ami toki yo'nalishini o'zgartirish	quzg'atish chulg'ami toki yo'nalishini o'zgartirish	Mumkin emas
1	1	1	Mexanik tavsiflarning qanday ko'rinishlari bor?	*tabiiy va sun'iy	Tashqi va yuklamali	Xaqiqiy va rostlanuvchi	Yuklamali va rostlanuvchi
1	1	1	Elektr mashinalari qanday ryejimlarda ishlaydi?	*dvigatyl, gyenyerator va tormoz ryejimida	Qisqa vaqtli, tormoz tyejimida	Oraliq, davomiy va tyezlik ryejimida	dvigatyl, qisqa vaqtli, tormoz tyejimida
1	1	1	Sirpanishni hisoblash formulasi qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?	* $S = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$	$S = \frac{n_2 - n_1}{n_1}$	$S = \frac{n_1 - n_2}{n_2}$	$S = \frac{n_2 - n_1}{n_2}$
1	1	1	O'zgarmas tok dvigateli bo'lmasa aylantiruvchi momyent xosil qila olmaydi	*yakor zanjirida qo'shimcha ryezistor	inyersiya momyenti	magnit oqimi va yakor toki	burchak tyezligi
1	1	1	Dvigatyelning mexanik tavsifini aniqlang	* $\omega(M)$	$M_c(\omega)$	$\omega(I_{\mathcal{A}})$	$\omega(M_c)$
1	1	1	Asinxron dvigatelining ishga tushirilgandagi sirpanishi nimaga tyeng?	*1	nol`	0,5	∞
1	1	1	Asinxron dvigatyeli rotorining aylanish soni qaysi tyenglama orqali aniqlanadi	* $\frac{60 f_1}{P}$	$\frac{n_2}{n_1}$	$n_1(1 - S)$	$\frac{p(n_1 - n_2)}{60}$
1	1	1	Agar o'zgarmas tok dvigatyelida qo'zg'atish zanjirida uzilish sodir bo'lsa, salt ishlash	*Dvigatyl to'xtaydi	Burchak tyezligi oshadi	Burchak tyezligi kamayadi	Burchak tyezligi o'zgarmaydi

			ryejimida bursak tyezligi qanday o`zgaradi?				
1	1	1	Statorning bir uramdagi EYuK qanday aniqlanadi	$4.44 \cdot k_1 \cdot f W_1$	$\frac{n_1 \pi}{30}$	$\frac{n_1 - n_2}{n_1}$	$\frac{60 f}{P}$
1	1	1	Agarda $f=50$ Gs, qutblar soni $p=6$ ga tyeng bo`lsa, $n_1$ magnit maydonini aylanish chastotasi nimaga tyeng bo`ladi?	*500	600	1250	750
1	1	1	Magnit maydoni 1000 ayl/min va sirpanish $S=1$ bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*0	600	1250	750
1	1	1	Magnit maydoni 600 ayl/min va sirpanish $S=0$ bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*600	900	1250	750
1	1	1	Magnit maydoni 1000 ayl/min va sirpanish $S=0,4$ bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*600	1000	1250	750
1	1	1	Magnit maydoni 1000 ayl/min va sirpanish $S=0,6$ bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*400	600	1250	750
1	1	1	Kyeltirilgan tyezliklardan qaysi biri asinxron dvigatyelning normal ryejimdagi tyezligiga to`g`ri kyeladi?	*750 ayl/min	3150 ayl/min	1550 ayl/min	1020 ayl/min
1	1	1	Tarmoq chastotasi f bo`lsa aylanayotgan rotorning EYuK si qancha bo`ladi?	* fS	f	$2f$	nol`
1	1	1	Elyektr mashinalari qanday ryejumlarda ishlashi mumkin?	*dvigatyel, gyenyerator va tormoz ryejimida	Qisqa vaqtli, tormoz tyejimida	Oraliq, davomiy va tyezlik ryejimida	dvigatyel, qisqa vaqtli, tormoz tyejimida
1	1	1	Asinxron dvigatyel gyenyerator ryejimida ishlashi mumkinmi?	*Ha	Bo`lishi mumkin emas	Yo`q	Xyech qachon
1	1	1	Asinxron dvigatyelining sinxron tyezligi formulasi qaysi javobda to`g`ri yozilgan?	* $n_1 = (60 \cdot f) / p$	$n_1 = 6 \cdot f / 60$	$n_1 = f / p$	$n_1 = (60 \cdot p) / f$
1	1	1	Magnit maydoni 1000 ayl/min va sirpanish $S=0,2$ bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*800	600	1250	750

1	1	1	Magnit maydoni 1000 ayl/min va sirpanish S=0,5 bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*500	600	1250	750
1	1	1	Magnit maydoni 1000 ayl/min va sirpanish S=0 bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*1000	600	1250	750
1	1	2	Asinxron dvigatyeli rotorining toki qanday tyenglama orqali topiladi?	$\frac{E_2}{\sqrt{R^2 + (SWL)^2}}$	$\frac{E_2}{\sqrt{R^2 + (WL)^2}}$	$\frac{E_2}{R_2}$	$I_2 = I_1$
1	1	2	Parallyel qo`zg`atgichli dvigatelda yuklama oshishi.... olib keladi. Noto`g`ri jumlani toping	*momyentnin g oshishiga	EYuK ning kamayishiga	U kamayishiga	Iya oshishiga
1	1	2	Qutblar soni p=4 va uch fazali tokning chatotasi f = 100 Gs bo`lsa, magnit maydonining aylanish chastotasi n1 nimaga tyeng?	*n1 = 1500 ayl/min	n1 = 100 ayl/min	n1 = 750 ayl/min	n1 = 3000 ayl/min
1	1	2	Magnit maydoni 1500 ayl/min va sirpanish S=1 bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*0	700	1250	1750
1	1	2	Magnit maydoni 3000 ayl/min va sirpanish S=0,1 bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*2700	1000	1250	1750
1	1	2	Juft qutblar soni r = 2 bo`lgan elektr mashinada chastotasi f = 50 Gs li uch fazali tokdan hosil bo`ladigan magnit maydonining aylanish tezligi n1 nimaga teng?	$n_1 = 1500 \frac{айл}{мин}$	$n_1 = 1000 \frac{айл}{мин}$	$n_1 = 750 \frac{айл}{мин}$	$n_1 = 3000 \frac{айл}{мин}$
1	1	2	Magnit maydoni 1000 ayl/min va sirpanish S=0,3 bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*700	1000	1250	600
1	1	2	Magnit maydoni 1500 ayl/min va sirpanish S=0,1 bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*1350	1000	1250	1750
1	1	2	Magnit maydoni 1500 ayl/min va sirpanish S=0,2 bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*1200	1000	2700	1750

1	1	2	Magnit maydoni 1500 ayl/min va sirpanish $S=0$ bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*1500	1000	1250	1750
1	1	2	Magnit maydonining aylanish chastotasi nimaga tyeng bo`ladi, agarda tarmoq chastotasi $f=100$ Gs, qutblar soni $P=4$ ga tyeng bo`lsa?	* $n_1 = 1500$ ayl/min	$n_1 = 1000$ ayl/min	$n_1 = 750$ ayl/min	$n_1 = 3000$ ayl/min
1	1	2	Tokning chastotasi $f = 50$ Gs. Uch fazali sistyemaga ulangan sinxron motorning maksimal aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*3000 ayl/min	1000 ayl/min	750 ayl/min	1500 ayl/min
1	1	2	Burchak chastotasi $\omega = 314$ rad/s, qutblar soni $p=4$, elyekt motorning magnit maydonining aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*750 ayl/min	3000 ayl/min	1500 ayl/min	1200 ayl/min
1	1	2	Agarda $f=100$ Gs, qutblar soni $p=4$ ga tyeng bo`lsa, $n_1$ magnit maydonini aylanish chastotasi nimaga tyeng bo`ladi?	* $n_1=1500$ ayl/min	$n_1=3000$ ayl/min	$n_1=750$ ayl/min	$n_1=2000$ ayl/min
1	1	2	Agarda $f=100$ Gs, qutblar soni $p=2$ ga tyeng bo`lsa, $n_1$ magnit maydonini aylanish chastotasi nimaga tyeng bo`ladi?	* $n_1=3000$ ayl/min	$n_1=1500$ ayl/min	$n_1=750$ ayl/min	$n_1=100$ ayl/min
1	1	2	Agarda $f=100$ Gs, qutblar soni $p=8$ ga tyeng bo`lsa, $n_1$ magnit maydonini aylanish chastotasi nimaga tyeng bo`ladi?	* $n_1=750$ ayl/min	$n_1=1000$ ayl/min	$n_1=100$ ayl/min	$n_1=3000$ ayl/min
1	1	2	Agarda $f=50$ Gs, qutblar soni $p=2$ ga tyeng bo`lsa, $n_1$ magnit maydonini aylanish chastotasi nimaga tyeng bo`ladi?	* $n_1=1500$ ayl/min	$n_1=1000$ ayl/min	$n_1=750$ ayl/min	$n_1=3000$ ayl/min
1	1	2	Agarda $f=50$ Gs, qutblar soni $p=1$ ga tyeng bo`lsa, $n_1$ magnit maydonini aylanish chastotasi nimaga tyeng bo`ladi?	* $n_1=3000$ ayl/min	$n_1=1500$ ayl/min	$n_1=750$ ayl/min	$n_1=1000$ ayl/min
1	1	2	Agarda $f=50$ Gs, qutblar soni $p=4$ ga tyeng bo`lsa, n_1 magnit maydonini	* $n_1=750$ ayl/min	$n_1=1500$ ayl/min	$n_1=1000$ ayl/min	$n_1=3000$ ayl/min

			aylanish chastotasi nimaga tyeng bo`ladi?				
1	1	2	Agarda $f=50$ Gs, qutblar soni $p=5$ ga tyeng bo`lsa, $n_1$ magnit maydonini aylanish chastotasi nimaga tyeng bo`ladi?	*600	500	1250	750
1	1	2	Agarda $f=50$ Gs, qutblar soni $p=10$ ga tyeng bo`lsa, $n_1$ magnit maydonini aylanish chastotasi nimaga tyeng bo`ladi?	*300	600	1250	750
1	1	2	Aktiv quvvat qaysi ifoda yordamida aniqlanadi?	* $P = UI \cos \varphi$	$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$	$P = \sqrt{S^2 - Q^2}$	$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
1	1	2	Asinxron motorlining sinxron tezligi formulasi qaysi javobda to`g`ri yozilgan?	$n_1 = \frac{6f}{60}$	$n_1 = \frac{f}{p}$	* $n_1 = \frac{60f}{p}$	$n_1 = \frac{60p}{f}$
1	1	2	Magnit maydoni 3000 ayl/min va sirpanish $S=0$ bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*3000	1500	1250	750
1	1	2	Magnit maydoni 3000 ayl/min va sirpanish $S=0,2$ bo`lsa, rotorning aylanish chastotasi nimaga tyeng?	*2400	1000	2700	1750
1	1	3	Kiska tutash rotorli asinxron motorni yurgizish toki nominal tokdan kancha yukori buladi?	* $I_{yu}=(4/7)*I_H$	$I_{yu}=(0.5/1.2)*I_H$	$I_{yu}=I_H$	$I_{yu}=(5/10)*I_H$
1	1	3	Quvvat koeffitsiyentining formulasi qaysi javobda to`g`ri ko`rsatilgan?	* $\cos \varphi = \frac{P}{S}$	$\cos \varphi = \frac{S}{P}$	$\cos \varphi = P \cdot S$	$\cos \varphi = UI$
1	1	3	Quyida keltirilgan quvvatni hisoblash formulalaridan qaysi biri to`g`ri yozilgan?	* $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$	$Q = U \cdot I \cdot \cos \varphi$	$S = I^2 \cdot R$	$S = \sqrt{P^2 - Q^2}$
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n= 1000$ ayl/ min. bo`lgan asinxron motorining sirpanishi $S= 0.1$ ga teng bo`lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo`ladi?	*900	1000	800	1050
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n= 1000$ ayl/ min. bo`lgan asinxron motorining sirpanishi $S= 0.4$ ga teng bo`lsa,	*600	550	650	750

			asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?				
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n=1000$ ayl/min. bulgan asinxron motorining sirpanishi $S=0.2$ ga teng bulsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng buladi?	*800	1000	700	850
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n=1000$ ayl/ min. bulgan asinxron motorining sirpanishi $S=0.8$ ga teng bulsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng buladi?	*200	175	150	250
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n=1000$ ayl/ min. bulgan asinxron motorining sirpanishi $S=0.9$ ga teng bulsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng buladi?	*100	400	600	400
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n=1000$ ayl/min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S=1$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*0	75	50	150
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n=1000$ ayl/ min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S=0.3$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*700	800	850	750
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n=500$ ayl/ min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S=0.8$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*100	500	600	450

1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n=500$ ayl/min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S=0.7$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*150	500	600	450
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n= 500$ ayl/min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S= 0.9$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*50	125	200	75
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n= 1500$ ayl/ min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S= 1$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*0	1000	1500	600
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n= 1500$ ayl/ min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S= 0.4$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*900	1000	1500	750
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n=1500$ ayl/min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S=0.6$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*600	500	700	800
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n=1500$ ayl/min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S=0.9$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*150	100	200	300
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n= 1500$ ayl/ min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S=$	*1350	1100	1200	1000

			0.1 ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?				
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n = 1500$ ayl/ min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S = 0$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*1500	3000	1000	900
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n = 1500$ ayl/min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S = 0.2$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*1200	1000	900	0
1	1	3	Magnit maydonining aylanish tezligi $n = 1500$ ayl/min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S = 0.5$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*750	1000	600	500
1	2	1	Magnit maydonining aylanish tezligi $n = 1500$ ayl/min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S = 0.3$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*1050	1000	600	750
1	2	1	Magnit maydonining aylanish tezligi $n = 1500$ ayl/ min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S = 0.8$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*300	400	600	500
1	2	1	Magnit maydonining aylanish tezligi $n = 3000$ ayl/ min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S = 1$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*0	2700	3000	1000

1	2	1	Magnit maydonining aylanish tezligi $n = 3000$ ayl/ min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S = 0.3$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*2100	0	27000	25000
1	2	1	Magnit maydonining aylanish tezligi $n = 3000$ ayl/ min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S = 0.6$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*1200	1500	1000	600
1	2	1	Magnit maydonining aylanish tezligi $n = 3000$ ayl/ min. bulgan asinxron motorining sirpanishi $S = 0.1$ ga teng bulsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng buladi?	*2700	0	3000	1000
1	2	1	Magnit maydonining aylanish tezligi $n = 3000$ ayl/ min. Bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S = 0.4$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*1800	1000	1500	19000
1	2	1	Magnit maydonining aylanish tezligi $n = 750$ ayl/ min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S = 0.4$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*450	1000	800	750
1	2	1	Magnit maydonining aylanish tezligi $n = 750$ ayl/ min. bo'lgan asinxron motorining sirpanishi $S = 0.7$ ga teng bo'lsa, asinxron motor rotorining aylanish tezligi nechaga teng bo'ladi?	*225	650	750	500
1	2	1	Reaktiv quvvat qaysi ifoda yordamida aniqlanadi?	* $Q = UI \sin \varphi$	$Q = UI \cos \varphi$	$Q = UI \tan \varphi$	$Q = I^2 r$

1	2	1	Sirpanishni hisoblash formulasi qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?	* $S = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$	$S = \frac{n_2 - n_1}{n_1}$	$S = \frac{n_1 - n_2}{n_2}$	$S = \frac{n_2 - n_1}{n_2}$
1	2	1	Tarmok chastotasi $f = 50$ Gs bulgan asinxron motor juft kutblari soni $r = 10$ teng balsa, motorning sinxron tezligi nechaga teng buladi?	*300	1500	750	1000
1	2	1	Transformator kuchaytiruvchi bo'lishi uchun transformasiya koeffitsiyenti qanday bo'lishi zarur ?	* $K < 1$	$K > 1$	$K = 0$	$K = 1$
1	2	1	Transformator qanday qismlardan iborat	*Po'lat o'zak (sterjen) va birlamchi va ikkilamchi chulg'amlardan	Po'lat o'zak va metal plastinkalardan	Po'lat o'zak va g'altakdan	G'altak va chulg'amlardan
1	2	1	Transformatorni kim va qachon ixtiro qilgan	*1876 yilda Yablochkov P. N	1889 yilda Dolivo-Dobrovolskiy M. O	1880 yilda Usagin	1821 yilda Maksvel
1	2	1	Transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarida hosil bo'ladigan EYuKlarning effektiv qiymatlari qaysi javobda to'g'ri keltirilgan ?	* $E_1 = 4,44 f_1 w_1 \Phi_m$ va $E_2 = 4,44 f_2 w_2 \Phi_m$	$E_1 = 4,49 f w_1 \Phi_{m1}$ va $E_2 = 4,49 f w_2 \Phi_{m2}$	$E_{m1} = 4,44 f w_1 \Phi_m$ va $E_{m2} = 4,44 f w_2 \Phi_m$	Φ_m To'g'ri javob keltirilmagan
1	2	1	To'la quvvat qaysi ifoda yordamida aniqlanadi?	* $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$	$S = UI \sin \varphi$	$S = \sqrt{P^2 - Q^2}$	$S = UI \cos \varphi$
1	2	2	O'zgaruvchan tok mashinalari necha xil bo'ladi?	*Sinxron, asinxron, kollektorli	Asinxron, reduktorli	Kollektorli, parallel ko'zg'atish chulg'amli	Kollektorli, yakorli
1	2	2	O'zgarmas tok mashinasi yakor chulg'amida xosil bo'layotgan E.Yu.K qanay aniqlanadi	* $E = \kappa \phi \omega$	$U = E + IR$	$M = \kappa \phi \cdot I$	$\omega = U / k_f$
1	2	2	O'zgarmas tok mashinasining qo'shimcha qutb chulg'ami uchlarining boshi va oxiri qanday xarflar bilan belgilanadi?	* D_1 va D_2	Sh_1 va Sh_2	K_1 va K_2	Ya_1 va Ya_2
1	2	2	O'zgarmas tok mashinasining yakor chulg'ami uchlarining	* Ya_1 va Ya_2	D_1 va D_2	K_1 va K_2	Sh_1 va Sh_2

			boshi va oxiri qanday xarflar bilan belgilanadi?				
1	2	2	O'zgarmas tok motori kuchlanishlar muvozanati tenglamasi qanday ifodalanadi	$*U = E + IR$	$\omega = U / k_f$	$M = \kappa \phi \cdot I$	$E = \kappa \phi I \omega$
1	2	2	Chastotasi $f = 100$ Gs li uch fazali tokdan hosil bo'lgan magnit maydonlari juft qutblari soni $R=4$ bo'lsa, magnit maydonining aylanish tezligi n_1 nimaga teng?	*1500 ayl/min	100 ayl/min	750 ayl/min	3000 ayl/min
1	2	2	Elektr motorni tormozlashning qanday usullari bor	*Generatrol, qarshi qo'shish bilan, elektrodinamik	Gidravlik, elektrodinamik, qo'shimcha kuch bilan	Elektrodinamik, teskari ulab, qarshi qo'shib	Qo'shimcha kuch bilan, kolodkalar yordamida, gidravlik
1	2	3	Transformator nagruzkada ishlaganda uning ikkilamchi chulg'ami uchlari qanday xolatda bo'ladi?	*Yuklamaga ulangan bo'ladi	Qisqa tutashtirilgan	Ochiq xolda bo'ladi	To'g'ri javob yo'q
1	2	3	Transformator salt ishlaganda ikkilamchi chulg'amdagi tok kuchi nechaga teng bo'ladi?	*0	127	220	380
1	2	3	Transformator salt ishlaganda ikkilamchi chulg'amdagi kuchlanish nechaga teng bo'ladi?	*0	127	220	380
1	2	3	Asinxron motorlarni tekshirishda qanday xarakteristikalar o'rganiladi?	*Salt yurish, qisqa tutash, ishchi	Salt yurish, yuklanish, tashqi	Rostlash va tashqi	Nagruzka va qisqa tutash
1	2	3	Elektr motor ish rejimlari qaysi xarf bilan belgilanadi?	*S	I	R	F
1	2	3	O'lchov transformatorlarining qanday turlari mavjud?	*Tok va kuchlanish	Quvvat, tezlik, tok	Tok va quvvat	Tezlik va quvvat

Izoh:

- 1 – BOB: Elektr mashinalari
- 1.1. O'zgarmas tok mashinalari
- 1.2. O'zgaruvchan tok mashinalari

Talabalar bilimini baholash mezonlari.

Oraliq baholash (OB) ma'ruza mashg'ulotlari mavzulari va talabalar mustaqil ta'lim jarayonida o'zlashtirgan materiallar (mustaqil ishlar uchun beriladigan reyting ballarining bir qismi OB ballariga kiritiladi va talabalardan alohida mustaqil ishlar topshirish talab qilinmaydi) bo'yicha og'zaki va kompyuter testi shaklida o'tkaziladi. 7-semestrda 1-OB 1 va 2 modullarda keltirilgan 1-5 mavzular bo'yicha amalga oshiriladi. 1-OB uchun maksimal 17 ball, 2- OB 2 va 3-modullarda keltirilgan 6-10 mavzular bo'yicha amalga oshiriladi. 2-OB uchun maksimal 17 ball, jami 3-semestrda 34 ball ajratiladi. 8-semestrda 1-OB 4, 5 va 6- modullar boyicha amalga oshiriladi. 4(1)-OB uchun maksimal 17 ball, 7 va 8-modullar bo'yicha 4(2)-OB uchun maksimal 17 ball, jami 8-semestrda 34 ball ajratiladi.

Joriy baholash (JB) amaliy va tajriba mashg'ulotlarida va talabalar mustaqil ta'lim jarayonida o'zlashtirgan materiallar (mustaqil ishlar uchun beriladigan reyting ballarining OB ga kiritilmagan qismi JB ballariga kiritiladi va talabalardan alohida mustaqil ishlar topshirish (talab qilinmaydi) asosida bajarilgan laboratoriya (tajriba) ishlari hamda ko'nikmalari uchun mashg'ulotlar vaqtida amalga oshiriladi. JB uchun 3-semestrda maksimal 36 ball, 4-semestrda maksimal 36 ball va 5-semestrda maksimal 36 ball ajratilib, semestrlar bo'yich quyidagicha taqsimlanadi:3-semestrda amaliy mashg'ulotlar vaqtida hamda darsdan tashqari mustaqil o'zlashtirilgan materiallar bo'yicha 1-8 mavzularga asosanib, amaliy va mustaqil mashg'ulotlar uchun masalalarga tayanib, ularning har biri uchun maksimal 2 balldan, jami 16 ball ajratiladi. Talabalar tomonidan 7-semestr davomida 5 ta laboratoriya ishlari bajarilib, topshiriladi, ularning har biri uchun maksimal 4 balldan, jami 20 ball ajratiladi.8-semestrda amaliy mashg'ulotlar vaqtida hamda darsdan tashqari mustaqil o'zlashtirilgan materiallar bo'yicha 9-14 mavzularga asosanib, amaliy va mustaqil mashg'ulotlar uchun masalalarga tayanib, ularning har biri uchun maksimal 2,5 balldan, jami 15 ball ajratiladi. Talabalar tomonidan 4-semestr davomida 9 ta laboratoriya ishlari bajarilib, topshiriladi, 6-12 laboratoriyalar uchun maksimal 2 balldan, 13-laboratoriya uchun 3 ball, 14-laboratoriya uchun 4 ball, jami 21 ball ajratiladi. Semestr davomida JB va OB lar uchun jami 70 ball ajratiladi.

Yakuniy baholash (YB) har semestr ohirida fakultetlar dekanatlari tomonidan belgilangan jadvallar boyicha yozma ish shaklida amalga oshiriladi. Yozma ish semestr davomida o'zlashtirilishi lozim bo'lgan nazariy materiallar boyicha tasodifiy tanlangan 5 ta savolga yozma jabob berish orqali amalga oshiriladi. Har bir savol uchun maksimal 6 balldan, jami – 30 ball ajratiladi. Semesrt davomida JB va OB lar natijalariga ko'ra kamida 39 ball to'plagan talabalarga YB da qatnashish huquqi beriladi. JB, OB, YB lar natijalariga ko'ra kamida 55 ball to'plagan talabalar fanni o'zlashtigan hisoblanadi.Semesrt davomida JB va OB lar natijalariga ko'ra kamida 55 ball to'plagan talabalar uchun YB da qatnashish ixtiyoriy hisoblanadi. Semesrt davomida JB va OB lar natijalariga ko'ra kamida 39 ball top'plab, YB natijasiga bilan birgalikda 55 dan kam ball to'plagan yoki semestr davomida JB va OB lar natijalariga ko'ra 38 va undan kam ball to'plagan talabalarga semestr tugagandan so'ng qayta o'zlashtirish uchun 1 oy vaqt beriladi. Ushbu vaqt ichida ham kamida 55 ball to'play olmagan talaba fanni uzil-kesil o'zlashtira olmagan hisoblanadi va institut talabalari safidan chiqariladi.

Fan bo'yicha talabalar bilimini nazorat qilish va baholash	
Ball	<u>Talabaning bilim darajasi</u>
86-100	- talaba mashg'ulotlarga doimo tayyorlangan, juda faol, dasturiy materiallarni yaxshi biladi, xulosa va qarorlar qabul qila oladi, ijodiy fikrlaydi, bilimlarini amaliyotda qo'llay oladi. - talaba ijodiy masalalarni hal qilish mobaynida tegishli bilimlarni qo'llash doirasini maqsadga muvofiq tanlab, echimini topishga xizmat qiluvchi yangi usul va yo'nalishlarni topa oladi, o'quv materialini mohiyatini tushunadi. talaba taqdim etilgan o'quv masalalarni echish yo'llarini izlaydi, dasturiy materiallarni biladi va aytib bera oladi hamda tasawurga ega bo'ladi.
71-85	-bilim va ko'nikmalar mazmunini tatbiq qila olish mahorati, bir tipdagi masalalarni echa olish, eslab qolish faoliyatini amalga oshiradi, bilimlarini amaliyotda qo'llay oladi. - talaba mashg'ulotlarga tayyorlangan dasturiy materiallarni biladi, mohiyatini tushunadi va tasawurga ega.
55-70	- talabaning eshitganlari, ularga berilgan namunalar, taqdim etilgan algoritm va ko'rsatmalar asosida topshiriqlarni bajara oladi, mohiyatini tushunadi. -talaba qator belgilar asosida ma'lum ob'ektni farqlash bilan birgalikda unga ta'rif bera oladi va o'quv materialni tushuntirib bera oladi va tasawurga ega.
0-54	- talaba tasawurga ega emas,- talaba dasturiy materiallarni bilmaydi.

Reyting baholash turlari	Maks.ball	O'tkazish vaqti
Joriy nazorat:	35	
Tajriba mashg'ulotlarda faolligi,	7	Semestr davomida
Mustaqil ta'lim topshiriqlarining o'z vaqtida va sifatli bajarilishi	10	
Amaliy mashg'ulotlarda faolligi, savollarga to'g'ri javob berganligi, amaliy topshiriqlarni bajarganligi uchun	18	
Oraliq nazorat	35	

Asosiy va qo'shimcha o'quv adabiyotlar hamda axborot manbalari

Asosiy adabiyotlar

- David G., Michael B. Introduction to mechatronics and measurement systems. 4th ed. New York, McGraw-Hill. 2012. P.573
- Majidov S.M., Berdiev U.T. va boshqalar. Elektr mashina va elektr yuritmalardan praktikum. O'quv qo'llanma. -T.: O'qituvchi, 2005. -175 b.
- Тюков, В.А. Электромеханические системы: учеб. пособие / В.А. Тюков. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. – 183 с.
- Введение в мехатронику: уч. пособие / А.И. Грабченко, В.Б. Клепиков, В.Л. Доброскок и др. – Х.: НТУ «ХПИ», 2014. – 264 с.
- Дорф Р. Современные системы управления. Р. Дорф, Р. Бишоп: Пер. с англ. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2004.
- Yusupbekov N.R. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Darslik.- T.:O'qituvchi, 1997.
- A.A. Qodirov, N.M.Usmonxo'jaev, Texnologik mashinalar va jihozlarni avtomatlashtirish. Darslik.-T.:O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashryoti-2012.

Qo'shimcha adabiyotlar

- 2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha Harakatlar strategiyasi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947 sonli Farmoni.
- O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Oliy ta'lim muassasalarida ta'lim sifatini oshirish va ularning mamlakatda amalga oshirilayotgan keng qamrovli islohotlarda faol ishtirokini ta'minlash bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" 2018 yil 5 iyundagi PQ-3775-son qarori.
- Majidov S.M. Elektr mashinalari va yuritmalari. Darslik. -T.: O'qituvchi, 1988. -358 b.
- Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления. Учебник. – М.: Издат. «Академия», 2004 -304 с.
- Егупов Н.Д. Методы анализа, синтеза и оптимизации нестационарных систем автоматического управления. МГТУ,1999.
- Сторожев В. В. Системотехника и мехатроника технологических машин и оборудования: Монография / В. В. Сторожев, Н. А. Феоктистов; под ред. д.т.н., профессора Феоктистова Н. А. М: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2015. - 412 с.
- Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение: учеб. пособие для студентов вузов. - 2-е изд., стер. - М.: Машиностроение, 2007. -256 с: ил.

Internet saytlari

- <http://ziyonet.uz>
- <http://titli.uz>
- <http://nauki-online.ru>
- <http://modle.titli/uz:8080/>
- <http://www.elec.ru>
- <http://www.cpd.meria.ru>