

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

*TOSHKENT TO'QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI*

*“Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish”  
kafedrası*

## **«Mexatronika asoslari» fanidan leksiyalar kursi**

- 5320300 – Texnologik mashinalar va jixozlar (to`qimachilik, yengil va paxta sanoati)  
5320300– Texnologik mashinalar va jixozlar (mashinashunoslik)

***Toshkent – 2019***

Ushbu ma'ruza darslari uchun leksiyalar kursi 5320300- Texnologik mashinalar va jihozlar (to'qimachilik, yengil va paxta sanoati), 5320300–Texnologik mashinalar va jihozlar (mashinashunoslik) ta'lim yo`nalishi bakalavrlari uchun “Mexatronika asoslari” fanidan leksiyalar kursidir. Leksiyalar kursi asosida talabalar fan bo'yicha nazariy ma'lumotlarni olish bilan birga amaliy mustaqil ishlarini bajarish uchun asosiy ko'nikmalar hosil qilishadi.

Uslubiy ko'rsatma – “Mexatronika asoslari” fanining o'quv dasturi asosida tuzilgan.

**Tuzuvchilar:** dots. Xalmatov Davronbek Abdualimovich.  
ass. Avezov To'xtamurod Hayitmurodovich

**Taqrizchilar:**

Avazov Y.SH. Islom Karimov nomidagi TDTU «Ishlab chiqarish jarayonlarni avtomatlashtirish» kafedrasida dotsenti, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Kadirov O.A. TTESI, «Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish» kafedrasida dotsenti, t.f.n.

TTESI o'quv – uslubiy kengashida tasdiqlangan

Bayonnoma № \_\_\_\_\_ “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 y.

## **Kirish**

Mamlakatimiz mustaqillikka erishgandan so'ng fan-texnika va texnologiyalarning rivojlantirish, shuningdek ta'lim tizimini isloh qilish bo'yicha katta axamiyatga ega bo'lgan molik ishlar amalga oshirilmoqda.

Davlatimiz tomonidan qabul kilingan "Ta'lim to'g'risidagi qonun" va "Kadrlar tayyorlash milliy dasturi"ning qabul qilinishi buning yorqin dalilidir.

Prezidentimiz SH.M. Mirziyoyev ta'kidlaganidek: "Bugungi kunda Harakatlar strategiyasi doirasida "Yoshlar –kelajak bunyodkori", "Obod qishloq", "Obod mahalla", "Aqilli shahar" kabi keng qamrovli dasturlarni amalga oshirishda aynan ana shunday tashabbuskor, har bir masalaga yangicha yondashadigan o'g'il qizlarimiz faol ishtirok etayotgani, hech shubhasiz, barchamizni xursand qiladi.

Ishonaman, bunday bunyodkorlik jarayonlari yoshlarimiz ilgari surayotgan loyixa va tashabbuslarni yuzaga chiqarishda, ularni el- yurtimizga fidoiy rahbar va mutaxassis, haqiqiy shaxs va grajdan bo'lib shakilanishida beqiyos o'rin tutadi" degan gaplari hozirgi kunda yoshlarga qaratilayotgan e'tiborning yorqin misolidir[1].

Bugungi kun talablaridan biri bu sifatli va raqobotbardosh maxsulotlar ishlab chiqarishda texnologik mashinalarni kompyuterli boshqaruvi muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ishlab chiqarishda avtomatlashtirish - texnologik jarayonlarni odam ishtirokisiz boshqaradigan texnik vositalarni joriy etish demakdir.

Avtomatlashtirish - texnologik jarayonlarni odam ishtirokisiz boshqaradigan texnik vositalarni joriy etish demakdir. Avtomatlashtirish - ishlab chiqarish jarayonidagi odam ishtirok etmagan sanoatning yangi bosqichi bo'lib, bunda, texnologik va ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarish funksiyasini avtomatik ko'rilmalar bajaradi. Avtomatlashtirishni joriy etish ishlab chiqarishning asosiy texnika-iqtisodiy ko'rsatkichlarining yaxshilanishiga, ya'ni ishlab chiqarilayotgan mahsulot qiymati va sifatining oshishi hamda tannarhining kamayishiga olib keladi.

Har qanday tenologik jarayonyoki mashina o'zining harorat, bosim, tezlik, aylanish chastotasi, konsentratsiyasi, sath, kuchlanish va boshqalar kabi ko'rsatkichlari bilan ifodalanadi. Bu ko'rsatkichlar jarayonyoki mashinaning parametrlari deb ataladi. Rostlanishi, ya'ni o'zgarmas qilib ushlab turulishi yoki berilgan dastur bo'yichao'zgartirilishi talab qilinadigan texnologik parametr rostlanuvchi qiymat yoki rostlanuvchi parametr deyiladi. Vazifaga ko'ra, berilgan vaqtda o'zgarmas qiymatda ushlab turilishi lozim bo'lgan parameter rostlanuvchi parametrning berilgan qiymati deb ataladi.

Sath deb texnologik apparatning ishchi muhit – suyuqlik yoki sochiluvchan jismlar bilan to'ldirilish balandligiga aytiladi.

Ishchi muhit sathi texnologik parametr hisoblanib, u haqdagi axborot texnologik apparatning ish rejimini nazorat qilish uchun, ayrim hollarda esa ishlab chiqarish jarayonini boshqarish uchun zarur hisoblanadi. Sath o'lchash vositalari sath o'lchagichlar deb ataladi.

Parametrlari rostlanib turadigan texnologik jarayonyoki texnologik mashina boshqarish obekti deb ataladi. Boshqariluvchi obektga ulanadigan va rostlanuvchi parametrlarni o'zgarimas qilib ushlab turuvchiyoki berilgan qonuniyat bilan o'zgartiruvchi qurilmalar majmui rostlagich (regulyator) deb ataladi. Rostlanuvchi obe'kt va rostlagich majmui avtomatik rostlash tizimi (ART) ni tashkil qiladi. Avtomatik rostlash tizimlari mustaqil ravishda, tashqaridan aralashishlarsiz obe'ktlarda ro'y berayotgan jarayonlarni ifodalovchi bir yoki bir nechta fizik qiymatlarni bir meyorda ushlab turadilar yoki berilgan qonuniyat bo'yicha o'zgartiriladi, yoki sharoitdan kelib chiqib obe'ktning kerakli, optimal rostlash qonunini aniqlanadi.

# **1-Mavzu: “Mexatronika” faniga kirish. Mexatron sistemalarning tuzilish prinsiplari.**

## **Reja:**

1. Mexatronika tushunchasi.
2. Mexatronikaning rivojlanish sohasi va boshqa sohalar bilan bog‘liqligi.
3. Mexatronika tizimlarining ko‘rinishi.

### **1. Mexatronika tushunchasi.**

Mexatronika – bu texnika va fanning yangi shakli, buyuk ixtirolar va mashinalar ekspluatatsiyasi va harakatni kompyuter orqali boshqarish sistemasi bo‘lib, mashina va agregatlar harakatini kompyuterda boshqarish va informatika, mikroprocessorlik texnika va elektronika, mexanika bo‘limlarini jamlanmasidir.

Mexatronika fan-texnika muvozanati hisoblanib, yangi avlod elektromexanik tizimini yaratishni o‘rgatadi, ba‘zida rekord parametrlar va prinsiplar yangi sifatlarni o‘z ichiga oladi.

Odatda mexatron tizim, o‘zining elektromexanik tarkibi zamonaviy kuchaytirilgan elektronika bilan birlashtirilgan, har-xil turdagi mikroboshqaruvchi, kompyuter yoki boshqa kuzatuvchi asboblarda yordamida boshqariladigan hisoblanadi. Shuningdek tizim xaqiqatdan ham mexatronika holatida, bu esa standart komponentlar bo‘lishiga qaramay, qurilishi murakkab bo‘lgan monolitdir. Konstruktorlar hamma modellarni ortiqcha foydalanishini hisobga olgan holda uning hamma qismlaridan biriktirib, foydalanishga harakat qildilar. ASP mikrokontrollerlari, intellektual kuch hosil qiluvchilar to‘g‘ridan - to‘g‘ri biriktirilgan qo‘llanishlar ahamiyatlidir. Bu esa hajm vazni ko‘rsatkichlarini ularning yuqori tizimli ishonchliligi va boshqa yuksak tamonlarini qisqartirib yuboradi. Barcha boshqaruv tizimlarining o‘tkazgichlar guruhi mexatron hisoblanishi mumkin. Ayniqsa u kosmik apparat reaktiv dvigatelin boshqarsa.

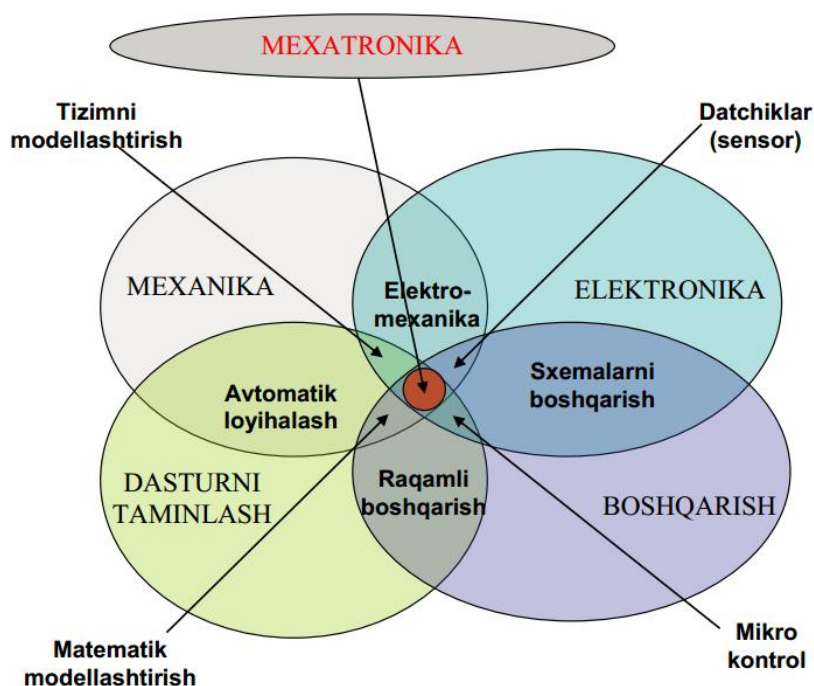
Mexatron tizimini tashkil qiluvchilar mexatron modul deyiladi. Bunday modullar bir qobiqni o‘zida bir qancha komponentlarni jamlashi mumkin, masalan: dvigatel, reduktor va ko‘rsatkich.

Umuman ko‘pgina zamonaviy tizimning o‘zi mexatron xisoblanadi yoki mexatronika g‘oyalaridan foydalanadi shuning uchun mexatronika asta sekinlik bilan hamma narsa haqidagi fan bo‘lib bormoqda.

O‘zining standart aniqlanishiga qaramay mexatronika bir muncha tortishuvli tushuncha bo‘lib qolmoqda. Ingliz tilining Viki versiyasida aytilishicha “Mexatronika tizimi” atamasi almashish imkoni borligi bu atama o‘rniga “Elektromexanik tizim” atamasini ishlatilishi umuman noto‘g‘ri. Bu yerda “Mexatronika” atamasi unchalik keng tarqalmagan.

Atama ikki qismdan iborat – “Mexa” mexanika soʻzidan va ”tronika” elektronika soʻzidan olingan. Bizning mamlakatimizda “Mexatronika” atamasini paydo boʻlgunicha ”Mexatronlar” nomli asbob - uskunalar qoʻllanilgan. Mexatronika atamasini 1969-yili Yaskawa Elektrik katta muhandisi yaponiyalik TETSURO MORIA tamonidan kiritilgan (1-rasm).

Dastlab ushbu atama savdo belgisi boʻlgan (1972-yili qayd etilgan ), lekin uni keng tarqalib ketishi natijasida kompaniya uni oʻzining savdo belgisi sifatida foydalanishdan bosh tortdi.



1-rasm. Mexatronikaning tashkiliy qismlari.

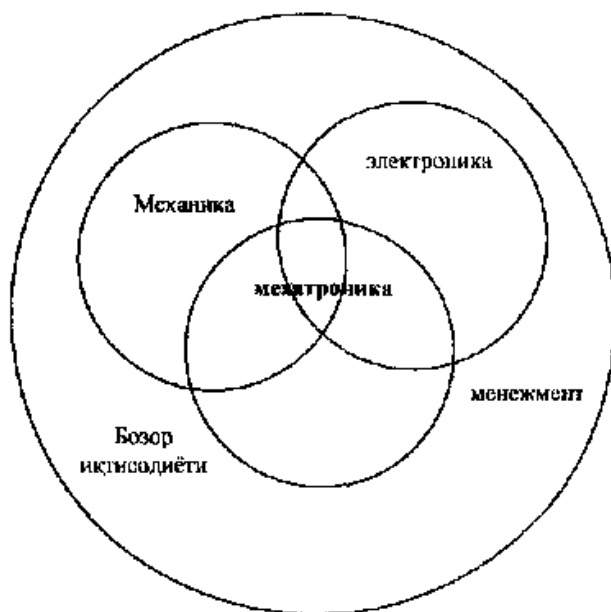
Keyingi yillarda butun dunyoda fan va texnika sohasida yangi yoʻnalish boʻlgan mexatronika paydo boʻldi va shiddat bilan rivojlanmokda. Mexatronika mexanika, elektronika, hozirgi zamon kompyuterli boshqarish va informatsiyani qayta ishlash metodlari sohalari bilimlariga asoslanadi.

Mexatron modullar va sistemalar yangi xususiyatlarga ega boʻlgan texnologik mashinalar va agregatlar, robotlarni yaratishning asosi hisoblanadi.

## **2. Mexatronikaning rivojlanish sohasi va boshqa sohalar bilan bogʻliqligi.**

Mexatronika shunday fan va texnikaning sohasiki, unda mexanika, elektronika, kompyuter komponentlarining senergetik bogʻlanishlari aks ettirilgan boʻladi, bu esa oʻz navbatida sifat jihatdan yangi boʻlgan modullar, sistemalarning funksional harakatlarini va intellektual boshqarishni taʼminlaydi. Senergiya

(grekcha) - umumiy maksadga yetishishga qaratilgan birgalikdagi harakat. Mexatronikaning komponentlari 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Mexatronika komponentlari

Birinchi navbatda rostlanadigan elektroprivodlar mexatronik sistemalar deb qarala boshladi. Keyinchalik bularga avtomat eshiklar, fotokameralar, savdo avtomatlari va mobil telefonlar kira boshladi. 1980 yillarda dasturli boshqariladigan mexatronik sistemalar kirib kela boshladi. Bular esa sanoat robotlari va yangi turdagi maishiy xizmat buyumlari (kir yuvish mashinalari, changyutgichlar va x.k.). Oxirgi yillarda esa rivojlangan dasturli mexatronik qurilmalar boʻlgan ofis texnikalari, yangi zamonaviy avtomobillar, texnologik buyumlarning yangi avlodi boʻlib kirib kela boshladi.

Mexatronika va mexatron texnologiyalarning metodlari universal hisoblanadi, ular yordamida murakkab texnik sistemalarni yaratish, avtomatlashtirilgan loyihalash, mashinalarni va robotlarni modul prinsipi asosida qurish imkoniyati mavjud.

Hozirgi kunda mexatron modullar va sistemalar quyidagi sohalarda keng qoʻllaniladi.

- avtomatlashtirilgan mashinasozlik sanoati;
- sanoat va maxsus robototexnika;
- meditsina (reabilitatsiya, klinik va servis);
- aviatsiya va kosmik texnika;
- elektron mashinasozlik;
- avtomobilsozlik;
- mikromashinalar (telekommunikatsiya, videotexnika, videokonferensiya);
- foto va videotexnika;
- uchuvchilar tayyorlash uchun maxsus mashq bajarish uskunalari;

- nazorat-o'lovchov kurilmalari va mashinalari;
- maishiy xizmat buyumlari;
- ofis texnikasi (nusxa ko'chirish, hisoblash, faks apparatlari);
- intellektual mashinalar;
- shou-industriya (ovoz yozish, chiroq va x.k.) va h.k.

1996 yilda mexatron sistemalar ulushi 100 mlrd. AQSH dollari tashkil qildi. Buni 1/10 qismi esa robototexnikaga tegishli edi.

1990 yillarda shiddat bilan o'sayotgan mexatronika sohasi 3 faktorga asosida o'sib bordi:

1. Jaxon sanoat rivojining yangi tendensiyalari;
2. Mexatronika metodologiyasi va rivojlanishning fundamental asosi (yangi g'oyalar, yangi texnik va texnologik yechimlar);
3. Mutaxassislarning ilmiy izlanishdagi aktivligi.

### **3. Mexatronika tizimlarining ko'rinishi.**

Bilamizki, mexatronik tizimlar avtomobillarda anchagina oldin qo'llanila boshlagan. Germaniya, yaponiya, koreya va AQSH firmalariga tegishli firmalar 5-10 yil ilgari o'z avtomobillariga Elektron boshqaruv tizimini qo'llay boshlaganlar. Avvaliga faqatgina o't oldirish tizimi va ta'minot tizimlarida qo'llanila boshlagan elektronik qurilmalar endilikda bunday tizimlar avtomobilning boshqaruv tizimida

– rul va tormoz tizimida qo'llanila boshladi.

Mexatronika tizimiga misol keltirish uchun uzoqqa borish shart emas: zamonaviy kir yuvish mashinasi, chang yutgich, avtomobillar va boshqalar. Haqiqiy mexatronik tizim - (blokirovkaga qarshi tizim) ABS bilan avtomobil to'rmoz tizimi.

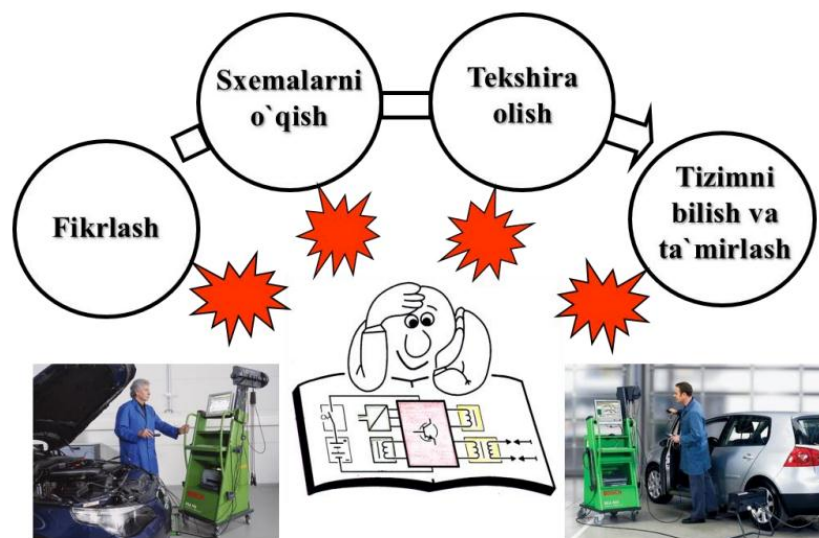
Germaniyaning ilg'or firmalaridan "BOSCH" firmasi "ESP von Bosch"(Das Elektronische Stabilitats-programm von Bosch-Elektron turg'unlik-dasturi) tizimini ishlab chiqdi. Ushbu tizim yo'ldagi harakat vaqtida kelib chiqishi mumkin bo'lgan kritik vaziyatlarda avtomobilning mutlok turg'unlikda manyovr bajarib, xalokatdan saqlashga xizmat qiladi.

Biz kompyuter oldida o'tirganimizda mexatron tizimdan foydalanamiz: bir qancha mexatron tizimni o'z ichiga oluvchi EHM: qattiq disk, CD-drives, magnit lentadagi zamonaviy to'plagichlar (Floppy disk).

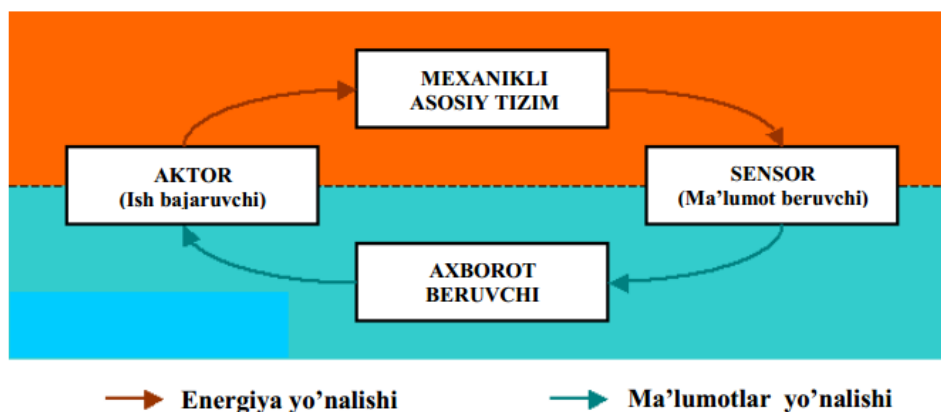
Sanoatdagi zamonaviy robotlar, stanoklar, o'lovchovchi komplekslar shuningdek geksopodlar mexatron tizim hisoblanadi. Bunday tizimlar bir qancha o'tkazgichlardan tashkil topgan bo'lib har biri o'z navbatida mexatronika tizimi hisoblanadi. Ayniqsa, "motor-shpindel" kabi mexatron tizim shubxasiz mexatron stanokning bo'lagi hisoblanadi (3-rasm). Ushbu tizimlarni mustahkamligini oshirishda va ularni og'irlik yuzalarini



ko`rsatgichlarini kamaytirishga imkon beradi, xuddi konstruksiyadagi bog`lovchi muftalar va uzatishlar pasayishini cheklaydi. Dvigatel momentini talab qilingan sezilarli ortishi hisobiga og`irligi va o`lchamlari ham ortishi mumkin, ammo bunday tizim afzalliklarida ham kamchiliklar uchrab turadi.

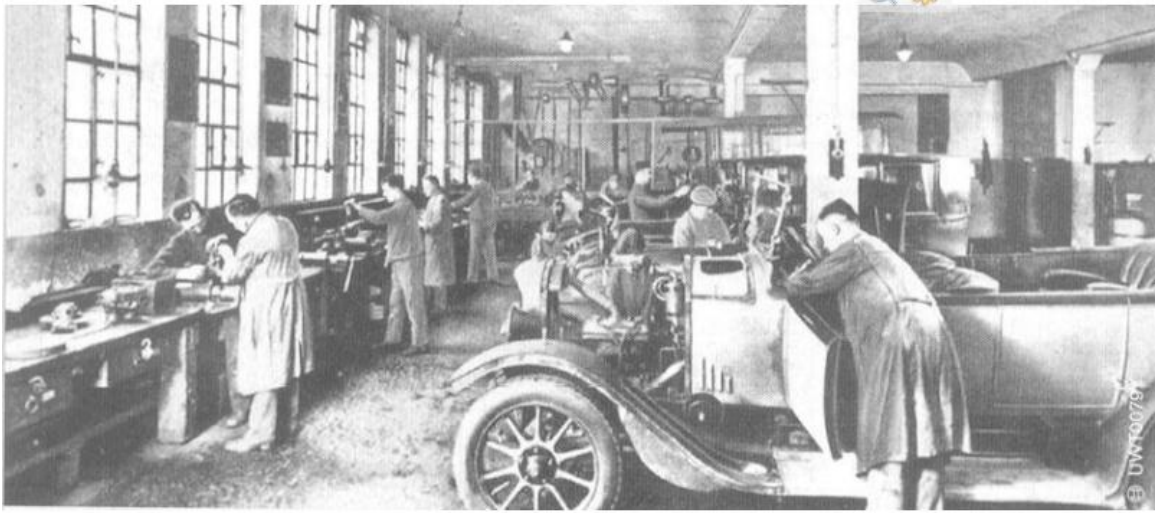


3-rasm. Mexatronikga qo`yiladigan talablar.



4-rasm. Zamonaviy avtomobilning barcha tizimlarida ma`lumotlarni almashinishining funktsional ko`rinishi.

## XX ASR BOSHLARIDAGI AVTOMOBILLARGA TEXNIK XIZMAT KO`RSATISH JARAYONI



**ZAMONAVIY AVTOMOBILLARGA TEXNIK XIZMAT KO'RSATISH  
JARAYONI**



32





**5-rasm.**

Avtomobillarga tezkor tashhis qo`yishda Mextronikni vazifasi quyidagilardan iboratdir:

Avtomobillarga tashhis qo`yishdan maqsad, avtomobil agregat va uzellarining texnik holatini qismlarga ajratmay aniqlash bo`lsa, tezkor tashhis qo`yishda asosan xavfsizlikni ta`minlovchi agregat va uzellarning texnik holati va avtomobilning bundan keyin foydalanishga yaroqliligi tez aniqlanadi. Tezkor tashhis qo`yishda quyidagilar tekshirib ko`riladi:

- rul mexanizmining ishonchli mahkamlanganligi;
- rul chambaragi va rul tortqilaridagi lyuft miqdori;
- osma jamlamasi va detallari holati;
- shinalar texnik holati va ulardagi havo bosimi;
- tormoz tizimlari sozligi va ishlashi;
- avtomobildagi yorug`lik va tovush daraklagichlarining sozligi va ishlashi;

Yuqorida ko`rsatilgan vazifalar bajarilgandan keyin avtomobilga «soz» yoki «nosoz» degan xulosa chiqariladi.

Avtomobilga tezkor tashhis qo`yish ishlari maxsus moslama, jihoz va asboblari bilan jihozlangan bo`lim yoki texnik xizmat ko`rsatish shahobchalarida olib boriladi. Tezkor tashhisdan o`tgan nosoz avtomobillar ta`mirlash yoki rostlash ishlari zarurati bo`lsa kerakli TXK bo`limlarga yuboriladi.

Avtomobil agregatlari, uzellari va tizimlarining ishchanlik qobiliyatini tekshirish turli xil konstruksiyali stendlar foydalaniladi. Bu stendlarni birgina kollej sharoitida foydalanish iqtisodiy jihatdan juda qimmatga tushadi va o`zini oqlamaydi. Shuning uchun modulni maxsus tezkor tashhis qo`yish shahobchalarida o`tkazilishi maqsadga muvofiq bo`ladi.

Statistik ma'lumotlarga ko'ra yo'l-transport hodisalarning 40-45% tormoz tizimining nosozligiga to'g'ri keladi.

Nosozlikni o'z vaqtida aniqlash va bartaraf etish-tashhis yo'li bilan aniqlanadi. Tormozlarni tashhis qilish umumiy va elementlar bo'yicha amalga oshiriladi.

Birinchi guruhga avtomobil tormozlanganda bosib o'tilgan yo'l va avtomobilning sekinlanishi, tormoz kuchlarining o'qlar bo'yicha farqi kabi ko'rsatkichlar kiradi.

Ikkinchi guruhga – tepki bosiladigan kuch, tormoz kuchlarining ortib va pasayib borishi, tormoz mexanizmlarining ishga tushish vaqti, tormoz pedalining erkin yo'li va boshqalar.

Yuqorida ko'rsatilgan parametrlar-yurish qismini yo'l sharoitida tekshirish; ekspluatatsiya jarayonida esa, avtomobilga o'rnatilgan tashhis vositalari; statsionar sharoitlarda tormoz stendlari yordamida aniqlanadi.

Tormoz tizimini yo'l sharoitida tekshirish – avtomobilning tormoz sifatini homaki aniqlashdan iborat. Bunda tormoz yo'lini kuzatish bilan va g'ildiraklarning barobar tormozlanishi, bir marta keskin bosish yo'li bilan aniqlanadi.

Yengil avtomobillar uchun ( $v < 30$  km/soat) tormozlanish yo'li 7,2 m, yuk avtomobillari va avtobuslar uchun yuk ko'tarish qobiliyatiga ko'ra 9,5– 11,0m tashkil etadi.

Statsionar tashhis qilishga tormoz mexanizmlarining holati, uning ko'rsatkichlari bo'yicha keng va aniq ma'lumotlar olinadi. Bundan tashqari bu usul bilan tekshirishni tashkil qilishda, faqat nosozliklar aniqlanib qolmay, bartaraf etish sifatini ham aniqlash imkonini beradi.

Inersion tormoz stendlari ishlash tamoyili bo'yicha barabanli va platformali turlarga bo'linadi.

Barabanli tormoz stendlarida tormozlanishning effektivligi ularning ishini stendning aylanuvchi massalarining kinetik energiyasi bilan solishtirish orqali aniqlanadi. Platformali stendlarda avtomobilning ilgarilama-qaytma va aylanuvchi massalarning kinetik energiyasi bilan solishtiriladi.

Barabanli inersion tormoz stendlarida tashhis quyidagi texnologiya asosida bajariladi:

Avtomobil inersion stendga chiqarilgach, g'ildiraklar tezligi 50-70km soatgacha yetkazilib keskin tormozlanadi. Shu bilan birga elektromagnit muftalarni ishga tushirib stendning barcha karetkalari ajratiladi.

Tormoz pedaliga bosiladigan kuch avtomat yordamida amalga oshiriladi. Bunda g'ildirak bilan stend barabanlari orasida tormozlanish kuchlariga qarshi bo'lgan inersiya kuchlari hosil bo'ladi. Biroz vaqt o'tgach

stend barabanlari va g`ildiraklarining aylanishi to`xtaydi. Shu vaqt mobaynida avtomobil g`ildiraklarining bosib o`tgan yo`li yoki barabanning burchak tezligining sekinlashishi tormozlashish yo`liga va kuchlariga ekvivalent bo`ladi. Ular stendda o`rnatilgan o`lchov asboblari yordamida qaydlanadi.

*Avtomobil shinalariga tashhis qo`yishda quyidagilarga e`tibor berish kerak:*

- oldingi va orqa g`ildiraklarda yeyilishning turli bo`lishi;
- g`ildiraning ko`ndalang kesim bo`yicha yeyilishning har xil bo`lishi;
- shinalarning yirtilmaganligi yoki bo`rtiqchalar chiqib qolmaganligiga;

Avtomobil kuzovini ko`ndalang tebranishni harakat davomida aniqlash mumkin:

Agar orqa tomonga o`rnatilgan shina tebranayotgan bo`lsa, haydovchi o`tirgan o`rindiqa davriy ravishda yonlama urishlar hosil bo`lib turadi.

Old tomondagi shinalar tebranayotgan bo`lsa, yonlama urishlar aniqroq bilinadi. Avtomobilning yon tomonga surilishini aniqlash. Avtomobil tekis gorizontaal yo`lda harakatlanayotganida rul chambaragi qo`yib yuborilsa, yon tomonga siljishga intiladi: O`ng va chap taraf shinalarida havo bosim farqining kattaligi; osma richaglari vtulkalarini qotirish gaykalarini bo`shab qolishi, rul mexanizmi va yuritmasining bo`shab qolganligining asosiy sabablarga kiradi. Ushbu sabablar avtomobilni tezlanish paytida bir tomonga tortsa, sekinlashishda qarama - qarshi tomonga tortadi.

#### **Nazorat savollari**

1. Mexatronika tushunchasi tushuntirib bering?
2. Mexatronikaning boshqa sohalar bilan bog`liqligi gapirib bering?
3. Mexatronika tizimlarining ko`rinishi nimalardan iborat?

## **2-mavzu: Mexatron modullarining sinflanishi.**

### **Reja:**

1. Mexatron modullarga qo'yiladigan talablar
2. Mexatron modullarining sinflanishi

#### **1. Mexatron modullarga qo'yiladigan talablar**

- mashinalar va sistemalarni jahon standartiga batamom javob berishi;
- mashinalar va sistemalarning sifat jihatdan yangi funksional masalalarini bajara olish;
- mashinalar ishchi organlarining o'ta yuqori tezligini ta'minlash;
- modullarning ultrapretsizion xarakterlarini mikro- va nanotexnologiyalarda amalga oshirish;
- modullarning va harakatlanuvchi sistemalarning kompaktiligi;
- ko'p koordinatali mashinalarning yangi kinematik strukturalari va konstruktiv kompanovkalarini olish;
- o'zgaruvchi va noaniq tashqi muhitda sistemalarning intellektual faoliyatini ta'minlash.

**Mexatron modullarning birinchi vakili** bu faqat ikki elementni qo'shadigan motor-reduktor bo'lgan, mexanik reduktor va boshqariladigan dvigatel.

**Mexatron modullarning ikkinchi vakili** 80 yillarda elektron texnologiyaning rivoji bilan birga paydo bo'ldi. Bunda elektron datchiklar va signallarni qayta ishlovchi elektron bloklar ishlab chiqarila boshladi.

**Mexatron modullarning uchinchi vakili** bu unchalik qimmat bo'lmagan mikroprotsessorlar va x.k. Bir vaqtning o'zida bir necha jarayonlarni aniq bajarilishini ta'minlab beruvchi mikroprotsessorlardir.

Bu yangi mexatronik sistemalar bir vaqtning o'zida mashina va agregatlarni aniq, bexato ishlashini va bu ishlash jarayonini boshqaruvchi sistemalardir.

**Kelajakdagi mexatronik modullar** esa barcha mexatron koplekslar qo'shilgan holda va texnik-texnologiyalarning yuqori cho'qqilarini egallagan holda va XXI asr bozoridagi barcha talablarni bajargan holda ishlab chiqarila boshlanadi.

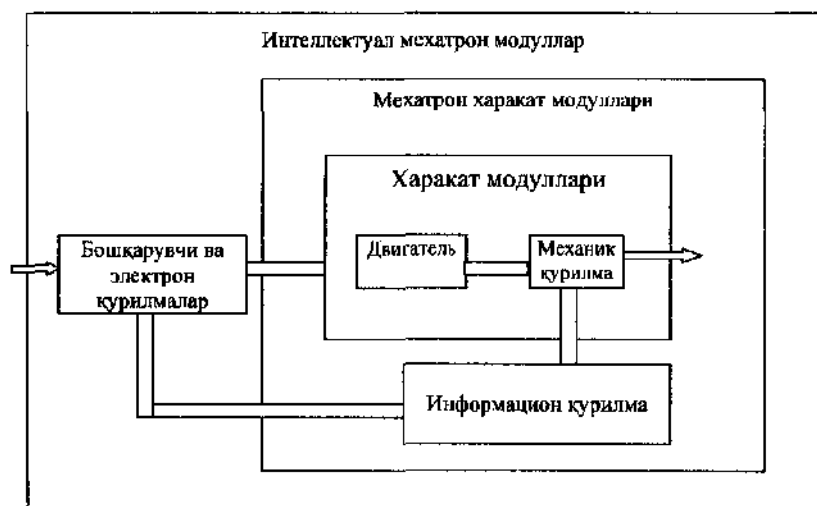
#### **2. Mexatron modullarining sinflanishi**

Zamonaviy mexatron sistemalarni loyixalash modul prinsiplarga va texnologiyalarga asoslangan.

Umuman mexatron modullar quyidagi turlarga bo'lindi (1-rasm):

- harakat moduli;
- harakat mexatron moduli;
- intellektual mexatron moduli.





1-rasm. Mexatron modullarning sinflanishi.

Modul (M) mashinaning unifikatsiyalangan funksional qismi bo‘lib, konstruktiv jihatdan mustaqil qurilma hisoblanadi.

Mexatron modul (MM)- funksional va konstruktiv jihatdan mustaqil qurilma bo‘lib, turli fizik tabiatga ega bo‘lgan qismlardan tashkil topadi va ular sinergetik anparat - programmaviy ntegratsiyalangan bo‘ladi.

Odatda mexatron modullar bir koordinata bo‘yicha harakatni (aylanma yoki chizikli) amalga oshiradi va kamdan-kam ikki erkinlik darajasiga ega.

Harakat moduli (HK)- konstruktiv va funksional mustaqil qurilmadir. U boshqariluvchi dvigatel va mexanik qurilmadan tashkil topadi. Xarakat moduliing odatdagi yuritmadan farqi shundan iboratki, unda dvigatelning vali, harakatni mexanik o‘zgartirgichning zlementi sifatida ishlatiladi.

Zamonaviy mexatron modullarda juda kup elektr mashinalar ishlatiladi ya’ni asinxron va sinxron o‘zg‘armas tok dvigatellari, qadamli va pezoelektrik dvigatellar va boshqalar bular qatoriga kiradi.

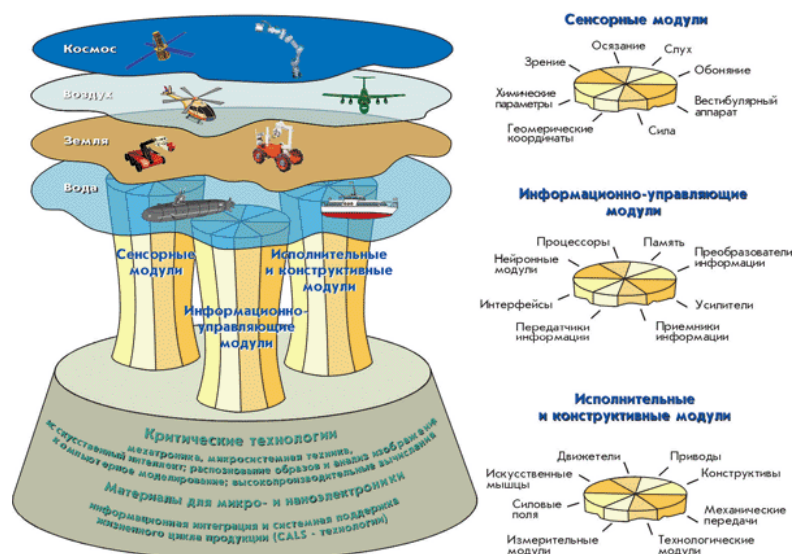
Mexanik kurilmaning tarkibiga turli xil reduktorlar, harakatni o‘zgartirgichlar, variatorlar va boshqalar. (2, 3-rasm)

**Функциональный состав технических систем и комплексов**



2-rasm.

## Мехатронные модули, робототехнические и автоматические системы



3-rasm

**Мехатрон харакат модули (MHM)** - konstruktiv va funksional mustaqil qurilma bo‘lib, uning tarkibiga boshqariluvchi dvigatel, mexanik va informatsion qurilma kiradi. Informatsion qurilma o‘z ichiga teskari aloqa sxemalari va informatsiya datchiklarni, xamda signallarni qayta ishlovchi, o‘zgartiruvchi elektron bloklarni oladi. Bunday datchiklarga fotoimpuls datchiklar (inkoderlar), optik chizg‘ichlar, aylanma transformatorlar kiradi, ular harakatning tezligi va holati bo‘yicha informatsiya olish imkonini beradilar( 3-rasm).

**Интеллектуал мехатрон модул (IMM)** - konstruktiv va funksional mustaqil qurilma bo‘lib dvigatel, mexanik, informatsion, elektron va boshqaruvchi qismlarning sinergetik intsgratsiyasi asosida quriladi.

Shunday qilib, IMMning konstruksiyasida mexatron harakat modullariga nisbatan qushimcha boshqaruvchi va elektron qurilmalar o‘rnatilgan bo‘ladi va ular modullarning intellektual xususiyatga ega bo‘lishini ta‘minlaydi. Bu guruxta raqamli xisoblash qurilmalari (mikrokontrollerlar, protsessorlar, signal protsessorlari va h.k.), elektr kuch o‘chgartirgichlari, aloqa vaboglanish komiyuter qurilmalari kiradi.

Mexatronika ta‘rifiga faqat mexatron modullar mos keladi.

Mexatron mashinalar ko‘p o‘lchamli sistemalar bo‘lib, ular ikki va undan ortiq modullar asosida yaratiladi.

Ishlab chiqarish sistemalari uchun mo‘ljallanilgan mexatron mashina robotning umumlashgan struktura sxemasi 3-rasmda keltirilgan.

Ko‘rilayotgan mashinalar (robotlar) uchun tashqi muhit texnologik muhitdan iborat bo‘ladi va u texnologik jihozlardan, texnologik qurilmalardan va



obektlardan tashkil topadi. Tashqi muhitlarni asosan ikki sinfga bo'lish mumkin: determinirlangan va nodeterminirlangan.

Determinirlangan muhitlarga tashqi ta'sir parametrlari va obektlar xarakteristikalari oldindan kerakli aniqliqqa ma'lum bo'lgan muhitlar kiradi. Ayrim muhitlar o'zining tabiati bo'yicha nodeterminirlangan bo'ladi, masalan, ekstremal suv osti va yer osti muhitlari.

Texnologik muhitlarning xarakteristikalari analitik tajriba tadqiqotlari yordamida va kompyuterli modellash metodlari orqali aniqlanadi.



4-rasm. Mexatron harakat modullari tarkibiy tuzilmasi va tizimi.

### Mexatron modullari rivoji.



5-Rasm. Texnik tizimlar rivoji (robotlar va avtomat qurilmalar)

### Nazorat savollari

1. 1. Mexatron modullarga qo'yiladigan talablarni sanab bering?
2. Mexatron modullarining sinflanishini gapirib bering?
3. Mexatron harakat moduli nimalardan iborat?

### 3-mavzu: Mexatron sistemalarining texnik vositalari.

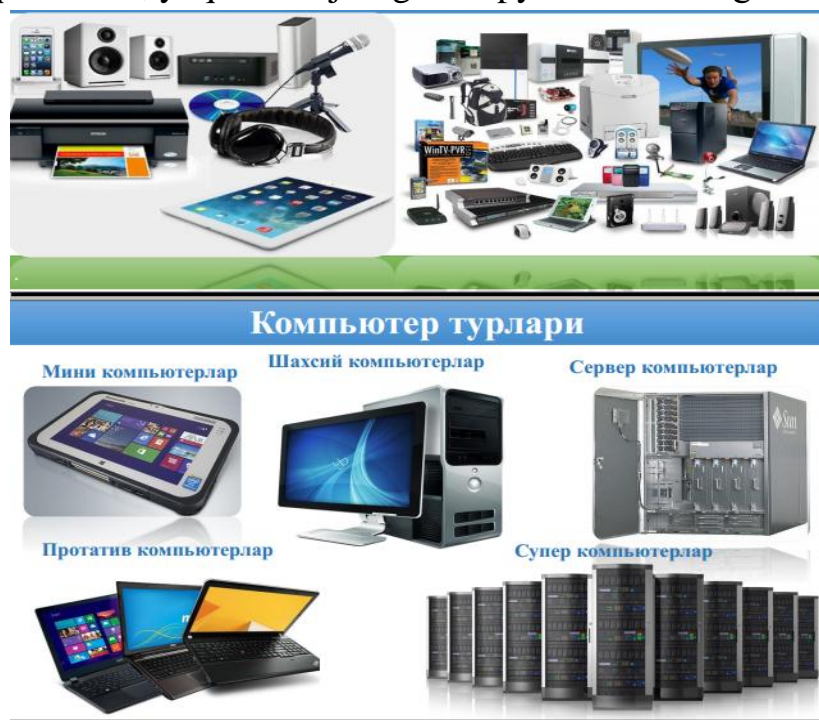
#### Reja:

1. Mexatron sistemalarining texnik ta`minoti.
2. Mexatron qurilmalarda foydalaniladigan datchchiklar.

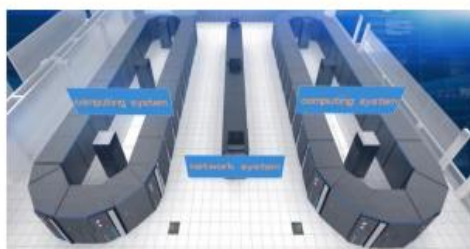
#### 1. Mexatron sistemalarining texnik ta`minoti.

Mexatron sistemalarining texnikaviy ta`minoti – avtomatlashtirilgan loyihalashni bajarish uchun mo`ljallangan o`zaro bog`langan va o`zaro ta`sir qiluvchi texnikaviy vositalar majmuidir.

Mexatron sistemalarining istalgan hisoblash komplektlari quyidagilarni yetarli miqdorda o`z ichiga olishi kerak: informatsiyani kiritish va chiqarish periferiya qurilmalari, grafik klanshetali va elektron peroli grafikli va alfavitli-raqamli displeylar, planshetali grafquruvchilar, grafik informatsiyani kodlovchilar, skanerlar, printerlar, magnitli disklarda to`plovchilar, lazerli disklarda to`plovchilar, funksional klaviaturalar, informatsiyani mikrofilm va mikrofishlarga chiqaruvchi qurilmalar, yuqori darajadagi kompyuter bilan bog`lanish qurilmalari.



## Супер компьютерлар



1. Summit (АҚШ)  
Тезлиги – **122,3 петафлопс** ( $122,3 \cdot 10^{15}$ )  
Процессорлар сони **9216** (22 ядроли)  
Тезкор хотираси **250 ПБ**



2. Sierra (АҚШ)  
Тезлиги - **94,6 петафлопс**  
Процессорлар сони **1572480**  
Хотираси **1 382 400 ГБ**

3. Sunway TaihuLight (Хитой)  
Тезлиги - **93 петафлопс** ( $93 \cdot 10^{15}$ )  
Процессорлар сони **40960**  
Тезкор хотираси **1,31 ПБ**  
Нархи **270 миллион доллар**

## 3D принтер



## Ахборот сақловчи қурилмалар



- **Флеш дисклар** жуда катта ҳажмдаги ахборотни ўз ичига сиғдира оладиган ярим ўтказгичли элементлардан қурилган хотира.
- **CD дисклар** – бу компакт диск сўзларининг бош ҳарфларидан олинган номли дисклар бўлиб, ахборотларни сақлаш учун оптик юзадан иборат, юмалок диск кўринишидаги ахборот ташувчи ҳисобланади. Компакт дисклар 700 Мбайт ҳажмга эга бўлади.
- **DVD дисклар** – бу дижитал видео диск сўзларининг бош ҳарфидан иборат номли дисклар ҳисобланади. Бу дисклар 4,7 Гбайт ҳажмга эга бўлиб, CD дискларга нисбатан 7 баробар кўп ахборот сиғдириши мумкин.
- **HD DVD**- оптик диск бўлиб, ахборотларни сақлашга мўлжалланган. 1 қатламли диск 15 ГБ, 2 қатламли диск 30 Гб ахборотни ўзида сақлайди.
- **Blu-ray** (кўк нур) оптик диск бўлиб, рақамли ахборотларни сақлашга мўлжалланган. 1 қатламли диск 25 ГБ, 2 қатламли диск 50 Гб ахборотни ўзида сақлайди.

## Mexatron sistemalarining lingvistik ta'minoti

Mexatron sistemalarining lingvistik ta'minoti asosini maxsus til vositalari (loyihalash tillari) tashkil qiladi; ular avtomatlashtirilgan loyihalash protseduralarini va loyihaviy yechimlarni bayon qilish uchun mo'ljallangan. Lingvistik ta'minotning asosiy qismi – insonning kompyuter bilan muloqot qilish tillari kiradi. Bular-*Visual Basic, Visual C++, Delphi, Java, Visual Fox Pro* va boshqalar

2. Mexatron qurilmalarda foydalaniladigan datchchiklar.

### Elektrik datchiklar.

O'lchov o'zgartgichi yoki datchik har qanday avtomatik boshqarish sistemasining asosiy tarkibiy qismlaridan biri bo'lib, nazorat qilinayotgan parametrni qabul qilish va uni o'lchash hamda sistemaning keyingi elementiga uzatish uchun oson bo'lgan boshqa parametrga o'zgartirishga xizmat qiladi.

Har qanday fizik tabiatga ega bo'lgan, nazorat qilinayotgan parametr datchiklar yordamida chiqishda mexanik yoki elektrik parametrlarga aylantirilishi mumkin. Elektr chiqishli datchiklar mexanik datchiklarga nisbatan, masofadan turib o'lchash, chiqish signalini kuchaytirish va undan boshqarishda foydalanish osonligi, kam xatoga yo'l ko'yishligi kabi afzalliklarga ega. Shuning uchun ushbu datchiklar ko'proq qo'llanishga ega.

Avtomatik boshqarish sistemalarida ishlatiladigan, bevosita boshqaruv obektlarida o'rnatiladigan elektr datchiklar parametrik va generatorli datchiklar guruhiga bo'linadi. Parametrik datchiklar nazorat qilinayotgan har qanday fizik tabiatga ega parametrni elektr zanjirga ulangan rezistor  $R$ , induktivlik  $L$  yoki sig'im  $S$  qarshiliklaridan birini o'zgarishiga aylantirib beradi. Odatda bu elementlar chiqishda kuchlanish hosil bo'ladigan har xil o'lchov sxemalari (ko'priq, potensiometr, logometr)ga ulanadi. Generatorli datchiklar nazorat qilinayotgan parametrni EYUK ga aylantirib beradi.

Parametrik datchiklar uchun ta'minlovchi manba kerak bo'ladi, generatorli datchiklar uchun esa, u talab etilmaydi. Hozirgi paytda laboratoriyada o'tkaziladigan tekshiruv ishlarida, ishlab chiqarishdagi avtomatik qurilmalarda bir-biridan ishlatilishi, konstruksiyasi va ish prinsipi bilan farqlanadigan turli-tuman datchiklar ishlatiladi.

Eng ko'p tarqalgan parametrik datchiklar:

a) reostatli (rezistorli) – bularda nazorat qilinayotgan parametr (masalan siljish) aktiv qarshilik o'zgarishiga aylantiriladi;

b) termoqarshilik datchiklari (qarshilik termometrlari) - harorat o'zgarishini elektr o'tkazgich (sim) yoki yarim o'tkazgich qarshiligining o'zgarishiga aylantirib beradi;

v) tenzometrik (simli) datchiklar – mexanik deformatsiyani sim yoki yarim o‘tkazgich qarshiligining o‘zgarishiga aylantiradi;

g) induktiv datchiklarning ish prinsipi po‘lat yakor siljiganda simli g‘altakning induktiv qarshiligi o‘zgarishiga asoslangan;

d) sig‘im datchiklarining ish prinsipi siljishlar sodir bo‘lganda reostat sig‘imining o‘zgarishiga asoslagagn;

ye) fotoelektrik (fotorezistor) datchiklarning ish prinsipi yorug‘lik oqimi ta‘sirida ularning elektr o‘tkazuvchanligining keskin o‘zgarishiga asoslangan.

Ko‘p qo‘llanishga ega bo‘lgan generatorli datchiklar:

a) termoelektrik datchiklar (termojuft). Bularning ish prinsipi o‘lchanayotgan parametr (harorat) o‘zgarganda, termojuft zanjirida hosil bo‘ladigan termoelektrik effektga asoslangan;

b) induksion datchiklar – chiziqli yoki burchak siljishlarini EYUK ga aylantirib beradi;

v) pezoelektrik datchiklar ish prinsipi ba‘zi bir kristallar (kvars, segnet tuzi) ning mexanik bosim ta‘sirida kutblanish hodisasiga asoslangan.

Datchiklarning asosiy ko‘rsatkichlari bu: statik tavsif, sezgirlik, xatolik, inersionlik, vaqt doimiysi va b.q. dir.

Kirish signali  $\Delta x$  ning o‘zgarishi bilan chiqish signali  $\Delta y$  ning o‘zgarishi o‘rtasidagi funksional bog‘lanish ( $\Delta y = f \Delta x$ ) datchikning statik tavsifi deb ataladi.

Chiqish signali  $\Delta y$  o‘zgarishini kirish signali  $\Delta x$  o‘zgarishiga nisbati datchikning sezgirligi  $S$  deb ataladi, ya‘ni  $S = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ .

Datchikning chiqishida hosil bo‘lgan signal bilan uning nominal qiymati o‘rtasidagi farq datchikning xatosi deb ataladi. Datchiklar yuqori sezuvchanlikka va kichiq xatolikka ega bo‘lishlari kerak.

Datchiklar yuqori aniqlik va kichik xatolikka ega bo‘lishlari muhim talablardan hisoblanadi.

Paxta tozalash sanoatida elektrik va noelektrik datchiklar harorat, namlik, siljish, kuch, tezlik, satx, bosim, sarf va boshqa parametrlarni o‘lchashda qo‘llanadi.

Elektrik datchiklar ishlash prinsipiga ko‘ra turli guruxlarga bo‘linadi. Bular quyidagilar: kontaktli, potensiometrik, tenzometrik, elektromagnitli, fotoelektrik, ultratovushli va x.k. Shuni takidlash lozimki, bu qator uzluksiz ortib boradi: fan-texnikaning rivojlanishi yangi-yangi fizik xodisalar, materiallar yaratilishiga sabab bo‘ladi.

Datchiklarga turidan qat‘iy nazar ularga quydagi asosiy texnik talablar qo‘yiladi: aniqlik, sezgirlik, tezkorliqlik, ishonchliqlik, narxi, o‘lchamlar, og‘irligi.

### Potensiometrik (reostatli) datchiklar.

Chizikli va burchak siljishlar, kuchlar, tezlanishlar va boshqa shunga o'xshash noelektrik parametrlarni aniqlashda, siljishni mos ravishda R, L, C elektrik qarshiliklaridan birining o'zgarishiga aylantirib beruvchi potensiometrik, induktiv, sig'im va boshqa datchiklar, hamda aylanish chastotasi yoki burilish burchagini EYUK ga aylantirib beruvchi induksion datchiklar qo'llaniladi.



Potensiometrik (reostatli) datchiklar. Bu datchiklarda kirish signali bo'lib reostat surilgichi, chiqish signali bo'lib reostat qarshiligi  $R$  xizmat qiladi (1a-rasm). Reostat surilgichi detal bilan bog'liq bo'lib, u siljiganda elektr zanjirining qarshiligi o'zgaradi. Potensiometrik datchikning statik tavsifi deb surilgichdan olinayotgan chiqish kuchlanishi  $U_{ch}$  bilan surilgichning surilish masofasi  $x$  o'rtasidagi, ya'ni  $U_{ch} = f(x)$  bog'lanishiga aytiladi. 1a-rasmda ko'rsatilgan sxema uchun datchikning chiqish kuchlanishini quyidagi ifodadan topish mumkin.

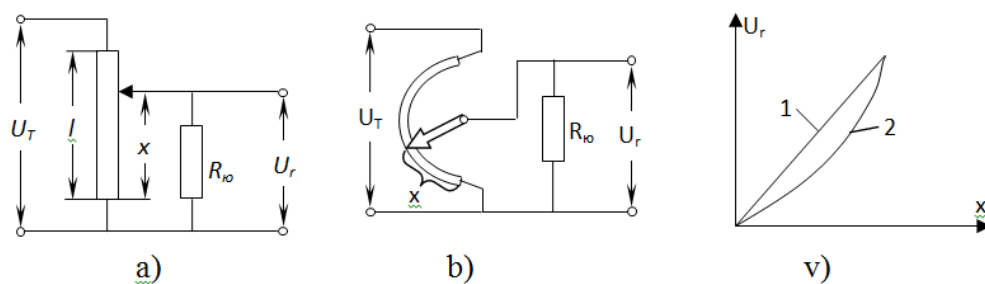
$$U_{ch} = \frac{U_T \cdot K}{1 + \frac{K}{\alpha}(1 - K)},$$

Bu yerda:  $U_T$  – Tarmoq kuchlanish.

$K = \frac{x}{l}$  – potensiometr surilgichining nisbiy siljishi ( $l$  – potensiometrning umumiy uzunligi,  $x$  – surilgichning siljish uzunligi);  $\alpha = \frac{R_{yo}}{R}$  – yuklama koeffitsiyenti ( $R_{yu}$  – yuklama qarshiligi,  $R$  – potetsiometrning to'la qarshiligi).

1v-rasmda potensiometrning  $U_{ch}=f(x)$  tavsifi keltirilgan. Potensiometr yuklanmagan paytda (salt ishlash rejimida), qachonki  $R_{yu}=\infty$  bo'lganda, uning statik tavsifi  $U_{ch}=f(x)$  to'g'ri chiziqni tashkil etadi (1- to'g'ri chiziq). Bu holda potensiometrning chiqish kuchlnishi ifodasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi, ya'ni  $U_{ch}=U_T K$ . Potensiometr yuklama bilan ishlagan holda tavsifning to'g'ri chizikligi buziladi (2-tavsif) va yuklama qarshiligi qancha kam bo'lsa, tavsifning egriligi shuncha katta bo'ladi.





1-rasm. Potensiometrik (reostatli) datchiklar

Burchak siljishlarni o'lashda halqasimon potensiometrik (simli reostat) datchiklar ko'plab ishlatiladi (1b-rasm). Uning karkasi yarim halqa ko'rinishida izolyatsiyalangan ashyodan (plastmassa, tekstolit, keramika va boshqalar) yasalgan bo'lib, unga katta solishtirma qarshilik va kichiq harorat koeffitsiyentiga ega bo'lgan sim (manganin, konstantan, nixrom) o'ralgan bo'ladi.



2-rasm. Potensiometrik

Potensiometrik datchiklar mexanikaviy siljishlarni elektr kattaliklariga aylantirib berishi uchun xizmat qiladi. Datchikning asosiy qismi reostat bo'lib, uning qarshiligi surgich siljishida o'zgaradi.

Termoelektrik datchiklar, ularning qo'llanilishi.

To'qimachilik va paxta sanoati korxonalarida haroratni o'lash va nazorat qilishda ish prinsiplari va konstruksiyalari har-xil bo'lgan harorat datchiklari (termometrlari) ishlatiladi. Ish prinsiplari bo'yicha ularni kengayish termometrlari, manometrik termometrlar, elektr qarshilik termometrlari, termoelektrik termometrlar (termojuft), maxsus termometrlarga va boshqalarga bo'lish mumkin.



3-rasm. Termoelektrik datchik.

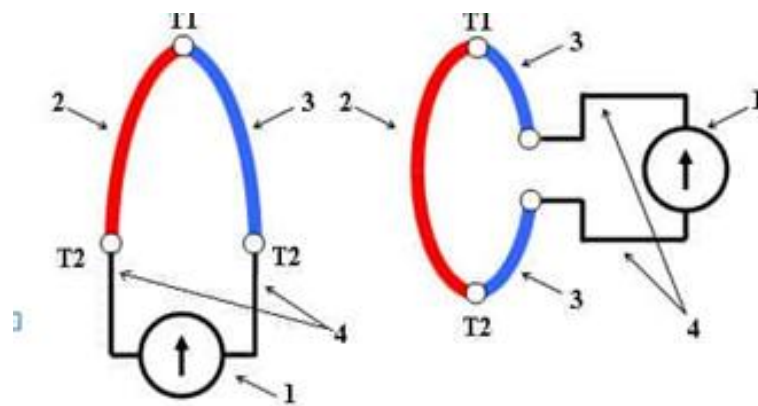
Termoelektrik datchik (termojuft) – masofadan turib  $-100$  dan  $+2200$   $^{\circ}\text{S}$  gacha bo‘lgan haroratni o‘lchash uchun xizmat qiladi. Termojuftning ish prinsipi uning issiqlik elektr yurituvchi kuchi (IYUK) bilan harorat o‘rtasidagi bog‘lanishga asoslangan. Termojuft har xil metaldan yasalgan ikkita A va B termoelektrodlardan iborat bo‘lib (6.6g rasm) elektrodning bir uchlari payvandlangan bo‘ladi va datchikning issiq uchlari ( $\theta_i$ ) deb ataladi. Elektrodning ikkinchi uchlari, sovuq uchlari deb atalib ( $\theta_s$ ) datchikning chiqish qismi bo‘lib xizmat qiladi va u yerdan chiqish kuchlanishi (EYUK-YE) olinadi. Datchikning payvandlangan uchlari, harorati o‘lchanayotgan muhitga tushiriladi. Agarda termojuftning sovuq uchlari harorati  $\theta_s$  ni o‘zgarmas qilib ushlab turilsa, bu holda hosil bo‘ladigan EYUK-YE faqatgina uning payvandlangan issiq uchlari harorati  $\theta_u$  ga bog‘liq bo‘ladi, EYUK-YE, ko‘rsatish shkalasi graduslarda graduirovka qilingan millivoltmetr bilan o‘lchanadi. Termojuft ashyolari sifatida har hil metallar va ularning qotishmalari (platina, iridiy, po‘lat, nikel, xromel, kopel va b.q.) ishlatiladi. Termojuftning issiqlik inersiyasi 2-300s.



4-rasm. Termoelektrik datchik

Termoparaning ishlash tamoyili termoparaning harorat ostida unda xosil bo‘luvchi termoelektr yurituvchi kuchning haroratga bog‘liqligiga asoslangan. Agar elektrodlar uchlarning kavsharlangan yerlari qizitilsa (ularni issiq muhitga kiritilsa), o‘zgarmas haroratda ushlab turilgan ikkinchi uchlari potentsiallar farqi YE paydo bo‘ladi. Ana shu YE boshqa masshtabda haroratni beradi. Termopara termoelektrodlari materiallari sifatida xromel- alyumel(o‘lchov chegarasi  $220 \div 1300^{\circ}\text{s}$ ), mis- kopel ( $250-900^{\circ}\text{s}$ ), temir-kopel( $250-1100^{\circ}\text{s}$ ), platinarodiy-platina( $250 \div 1600^{\circ}\text{s}$ ), volfram- molibden ( $1500 \div 2470^{\circ}\text{s}$ ) lar qo‘llanadi.





5-rasm. Termopara

1-o'lchash asbobi, 2,3- termoelektrodlar, 4-ulovchi o'tkazgich, T1,T2-sovuq va issiq ulanma xarorati.

**Nazorat savollari.**

1. Elektrik datchiklarni tushuntiring.
2. Potensiometrik datchik nimani aniqlaydi.
3. Termoelektrik datchiklar, ularning qo'llanilishi haqida gapirib bering.
4. Termojuftlik yordamida haroratni o'lchash usullari qanday?
5. Potensiometrik datchiklar afzalliklari haqida gapirib bering.

#### 4-mavzu: Mexatron qurilmalarning elektr yuritmalari.

##### Reja:

1. Elektr yuritma haqida ma`lumot.
2. Mexatron sistemalarining elektr yuritma tenglamasi.

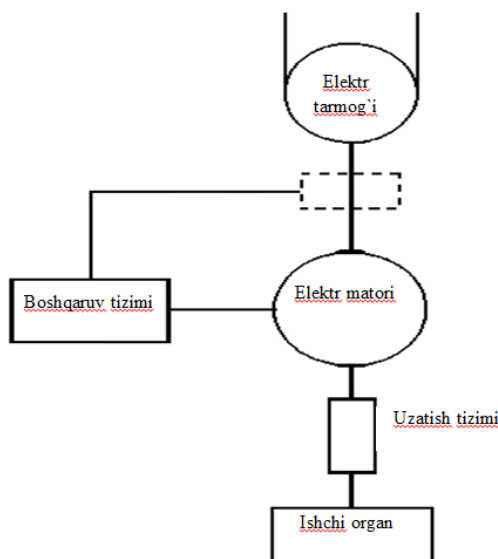
##### 1. Elektr yuritma haqida ma`lumot.

Har qanday harakatlanuvchi takomillashgan qurilma uch bo`lakdan tashkil topadi:

1. Ijrochi (ishchi) mexanizm - dastgoh, nasos, kran va boshqalar;
2. Motor (qo`l kuchi, suv, shamol va boshqa);
3. Motor kuchini ijrochi organga uzatish qurilmasi.

Bu bo`laklar (qurilmalar) yig`indisi yuritma deb ataladi. Bizning fanimizga oid elektr yuritma tilga olinganda, quyidagi bo`laklar yig`indisi (1-rasm) ko`z oldimizga keladi:

1. Elektr motori (o`zgaruvchan va o`zgarmas tok mashinasi);
2. Uzatish tizimi (reduktor, ilashish muftasi, tasmali, zanjirli va boshqalar);
3. Elektr motorini boshqaruvchi apparatlar tizimi (knopkali stansiyalar, kontaktli va kontaktsiz ishga tushirgichlar, turli tuman relelar va boshqalar).



1-rasm. Elektr yuritma strukturaviy tuzilishi

Hozirgi paytda elektr motorlari ishchi mashinalarni harakatga keltiruvchi asosiy vosita hisoblanadilar. Halq xo`jaligining barcha sohalarida foydalaniladigan mexanik energiyaning deyarli hammasi elektr energiyasi manbaidan ta`minlanadigan elektromexanik tizimlar yordamida ishlab chiqariladi. Bu olinayotgan mexanik energiya oqimini elektr usuli bilan boshqarish, elektr yuritmaning - elektr mexanik tizimning asosiy vazifasi hisoblanadi. Mexanik energiyani motorlardan ishlab chiqarish mashinalari ishchi organlariga uzatish usuliga qarab elektr yuritmalar quyidagi ko`rinishlarda bo`lishi mumkin:

1. Umumtransmissiyali elektr yuritmalar;
2. Yakka motorli elektr yuritmalar;
3. Ko‘p motorli elektr yuritmalar.

Umumtransmissiyali elektr yuritmalarda bitta elektr motoridan, bir yoki bir nechta transmissiya yordamida ishchi mashinalar guruhiga harakat beriladi. Har bir ijrochi mexanizmni alohida boshqarishning murakkabligi, noqulayligi tufayli bu elektr yuritmalar kam qo‘llaniladi.

Yakka motorli elektr yuritmalarda har bir ishchi mashina o‘zining alohida motoridan harakat oladi. Bu elektr yuritmalarning yutug‘i ham shundadir. Bu elektr yuritmalar xalq xo‘jaligining barcha sohalarida keng qo‘llaniladi. Paxta tozalash zavodlarida yakka motorli elektr yuritmalar ventilyator, separator, gidronasos, tasmali transportyor, metalni qayta ishlash dastgohlari va boshqalarda ko‘plab ishlatiladi.

Ko‘p motorli elektr yuritmalar bir nechta mustaqil yakka motorli elektr yuritmalar lardan tashkil topgan bo‘lib, ularning har biri mashinaning alohida ishchi organlarini harakatga keltirish uchun xizmat qiladi. Bu turdagi elektr yuritmalar to‘qimachilik sanoatidagi ko‘plab texnologik mashinalarga tegishlidir.

elektr yuritmalarining boshqa turdagi yuritmalarga nisbatan afzalliklari quyidagilardan iboratdir:

- elektr motorni tezlik bilan va sodda usulda ishga tushirish mumkin;
- elektr motori o‘ta yuklanish qobiliyatiga ega. U hatto 2-3 barovar yuklamani ko‘tara oladi;
- elektr motori uzoq muddat ishlaydi, vazni kam, o‘lchamlari kichik;
- uning ishini avtomatlashtirish nisbatan qulay va aylanish chastotasini istalgan qiymat orasida boshqarish mumkin;
- motor ishlaganda hech kanday zaharli moddalar ajralib chiqmaydi va boshqalar.

Birgina kamchilik tomoni esa elektr tokining xavfliligidir.

Elektr yuritmaning nominal ish holatlari

Elektr yuritmaning nominal ish holatlari turli-tuman bo‘lib, ular yuklamalarining muntazamligi, o‘zgarishi, qiymati va boshqalar bilan farqlanadilar. Mavjud andoza (GOST) bo‘yicha nominal holatlar 8 turga bo‘linib, xalqaro klassifikatsiya bo‘yicha S1- S8 shartli belgilar bilan ifodalanadilar:

S1-davomiy nominal rejim (2.a- rasm).

Bunda yuklama qiymati o‘zgarmas bulib motorning ishlash vaqti shunchalik uzunki, uning qizish harorati o‘rnatilgan nominal haroratga yetadi. S2-qisqa nominal holat (2.b -rasm).

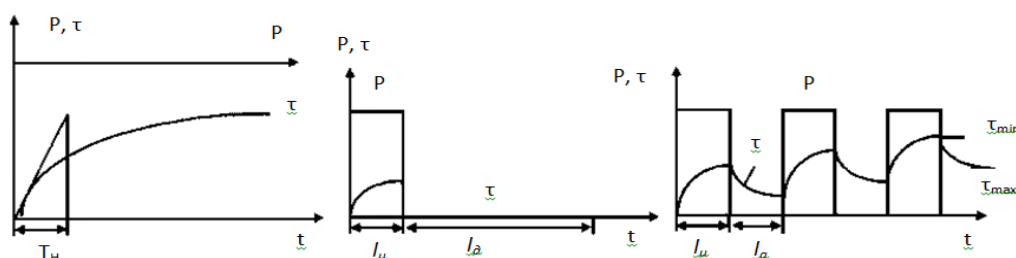
Bunda ish vaqti juda kichik, motor harorati biroz o'sadi, lekin yuklama olingandagi vaqt shunchalik kattaki, motor atrof-muhit haroratigacha pasayishga ulguradi.

S3 - qisqa gakrorlanuvchi nominal holat (5.v- rasm).

Bunda ishchi vaqti  $t_i$  dam olish vaqti  $t_o$  bilan almashinib turadi.  $R=sonst$  bo'lganda  $t_i + t_o < 10$  daqiqa atrofida bo'ladi. Harorat bir o'sib, bir qamayib turadi, lekin o'rnatilgan nominal haroratdan ancha past bo'ladi. Qisqa takrorlanuvchi holat ulash doimiyliigi (UD) bilan ta'riflanib, quyidagicha aniqlanadi:

$$UD = \frac{t_u}{t_u + t_o} = \frac{t_u}{T_u}$$

Bu yerda  $T_i = t_i + t_o$ ;  $UD = 15, 25, 40, 60\%$  ni tashkil qiladi. Ko'rib o'tilgan S1, S2, S3 holatlar eng ko'p tarqalgan holatlardir.



2-rasm. Elektr yuritma ish rejimlari

S4 - motor tez-tez ishga tushib turadigan qayta takrorlanuvchi holat.

S5 - motor tez-tez ishga tushib va tormozlanib turadigan, qayta takrorlanuvchi holat.

S6 - davriy ishlab, motor zanjirdan uzilmay salt ishlovchi, almashlab harakatlanuvchi nominal holat.

S7 - revers bo'lib turuvchi nominal holat.

S8 - ikki yeki undan ortiq aylanish tezliklari bilan ishlovchi nominal holat.

Umuman olganda elektrik yuritma nisbatan murakkab kinematik sxemaga ega. Unga sabab - motor bilan ishchi mexanizm oralig'ida bir qancha uzatish tizimlarining mavjudligidir.

## 2. Mexatron sistemalarining elektr yuritma tenglamasi.

Elektr yuritma yuklama bilan harakatlenganda, bunday tizimda bir-biriga aloqador bo'lgan birqancha momentlar hosil bo'ladi. Ular o'zaro harakat tenglamasi bilan aniqlanadi.

Umuman olganda, yuritma harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$\pm M + M_s = M_{din}$$

bunda  $M = M_e - M_o$  - elektr motori validagi moment;

$M_e$  - motorning elektromagnit momenti;

$M_o$  - motor salt ishlagandagi moment;

$M_s$  - motor valiga keltirilgan statik moment;

$M_{\text{din}} = \mathfrak{J} (d\omega/dt)$  - motor valiga keltirilgan dinamik moment;

$\omega = (\pi n)/30$  - motorning burchak tezligi;

$\mathfrak{J}$ - tizim aylanuvchi kismlarining inersiya momenti;

$n$  - motorning aylanish chastotasi.

Inersiya momenti quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$\mathfrak{J} = mp^2 = \frac{G \left(\frac{D}{2}\right)^2}{g} = \frac{GD^2}{4g} \quad GD^2 = 4g \mathfrak{J}.$$

Bunda  $m$  - harakatlanuvchi elementlar massasi;

$r, D$  - tegishli inersiya radiusi va diametri;

$G$  - vazn kuchi;

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$  - tortish kuchi tezlanishi;

$GD^2$  - tizimning siltash momenti.

Inersiya momenti  $\mathfrak{J}$  va burchak tezligi  $\omega$  larni siltash momenti  $GD^2$  va aylanish chastotasi  $n$  oqrali ifodalasak, yuqorida keltirilgan tenglama boshqacha ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$M - M_c = \frac{GD^2}{375} \cdot \frac{dn}{dt}.$$

Bunda motor momenti  $M$  - harakatga keltiruvchi,  $M_s$  esa tormozlovchi momentlar hisoblanadi.

Agarda tizim chizikli harakatga ega bo‘lsa, unda harakatlantiruvchi kuch  $F$  va qarshilik kuchi  $F_c$  ayirmasi inersiya kuchi  $m(dv/dt)$  bilan muvozanatda

bo‘ladi, ya’ni,  $F - F_c = m \frac{dv}{dt}$ .

Aylanma harakatli tizimda uch xil holatni kuzatishimiz mumkin:

Motorning aylantirish momenti  $M$  ishchi mexanizmning qarshilik momenti  $M_c$  dan qiymat bo‘yicha katta, ya’ni  $M > M_s$ . Bunda  $(dn/dt) > 0$  bo‘ladi va tizimda tezlanish holati ro‘y beradi. Bunga elektr motorlarini ishga tushirish, bir turgun holatdan ikkinchi turg‘un holatga o‘tish jarayoni kabilar kiradi.

2.  $M < M_s$  va  $(dn/dt) < 0$ . Bularga motorni zanjirdan uzib tuxtatish, tormozlash kabi holatlar kiradi.

3.  $M = M_s$  va  $(dn/dt) = 0$ . Bunga motorning ishga tushib, mukim bir aylanish chastotasi bilan ishlash holati kiradi.

Elektr yuritmaning ko‘rib o‘tilgan holatlari, uning o‘tkinchi rejimlarini o‘rganib, yuritma tanlashda va o‘ndan foydalanish sharoitida to‘g‘ri xulosalar chikarishda katta yordam beradi.

### Nazorat savollari

1. Elektr yuritma haqida ma`lumot bering.
2. Mexatron sistemalarining elektr yuritma tenglamasi tushuntirib bering.

## 5-Mavzu: Mexatron sitemalarida qo'llaniladigan quvvat o'zgartirgichlari.

### Reja:

1. O'zgartirgichlar haqida ma'lumot

2. Tranzistorli invertorlar.

#### 1. O'zgartirgichlar haqida ma'lumot

Elektr manbalarni loyihalash jarayonida o'zgaruvchan tokning bir chastotasidan o'zgaruvchan tokning boshqa chastotasiga o'zgartirish lozim bo'lib qoladi va bu o'zgartirishda energiya tejamkorligiga katta e'tibor berish kerak. Shu bilan bir qatorda o'zgaruvchan tokni o'zgaruvchan tokka va o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantirish masalalari ham yechiladi.

O'zgarmas tokni o'zgaruvchan tokka aylantirish jarayoni «*invertirlash*» deyiladi, qurilma esa *invertor* deyiladi. Radiotexnikada bu jarayonda ishlovchi qurilma «*generator*» deyiladi. Generatorda esa yuqori va o'ta yuqori chastotali signallar olinadi. Generatorning invertordan farqi ishchi chastotasida va signalning shaklida hamda unga qo'yilgan talablarda bo'ladi. Ishlash prinsipiga qarab bular elektromexanik va statik qurilmalarga bo'linadi.

Statik o'zgartirgichlar mexanik yurgizuvchi bo'linmalaridan iborat bo'lib, ularni ishlatish elektron qurilmalar (tranzistor, tiristor va boshqalar) orqali amalga oshiriladi.

Statik o'zgartirgichlarning tarkibiy qismi 36-rasmda ko'rsatilgan.

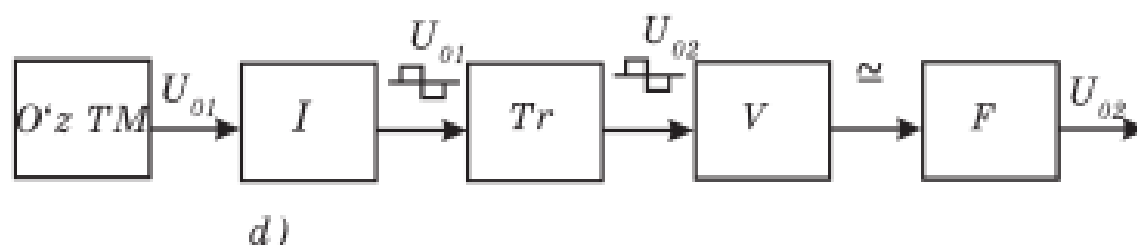
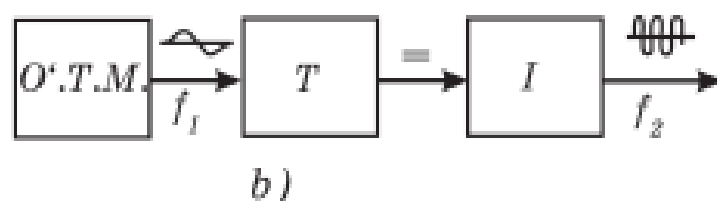
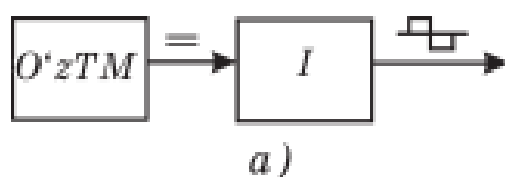
36-a rasmda o'zgarmas kuchlanishni o'zgaruvchan kuchlanishga aylantirib beruvchi invertorning tarkibiy qismi keltirilgan.

36-b rasmda esa o'zgaruvchan tok chastotasini boshqa o'zgaruvchan tok chastotasiga aylantiruvchi statik o'zgartirgichning tarkibiy qismi keltirilgan.

36-d rasmda o'zgarmas tok manbayini bir kattalikdan boshqa kattalikka aylantirib beruvchi o'zgartirgichning (konvertor) tarkibiy qismi keltirilgan. Bu yerda: O'z TM – o'zgarmas tok manbayi; O'TM – o'zgaruvchan tok manbayi; I – invertor; T – to'g'rilagich; Tr – transformator; F – filtr.

O'zgartirgichlarning asosiy energetik ko'rsatkichlari quyidagilar:

- o'zgartirgichlarning FIK. Bu kattalik o'zgarmas tok quvvatini shu quvvatni hosil qilish uchun sarf bo'lgan quvvatga nisbati ko'rinishida olinadi;
- tashqi muhit ta'siri natijasida chiqish kuchlanishi va chastotaning o'zgarmasligi;
- chiqish kuchlanishining pulsatsiyasi;
- dinamik xarakteristikasi (chiqish kuchlanishining yuklama toki orasidagi bog'lanish);
- chiqish kuchlanishining shakli.

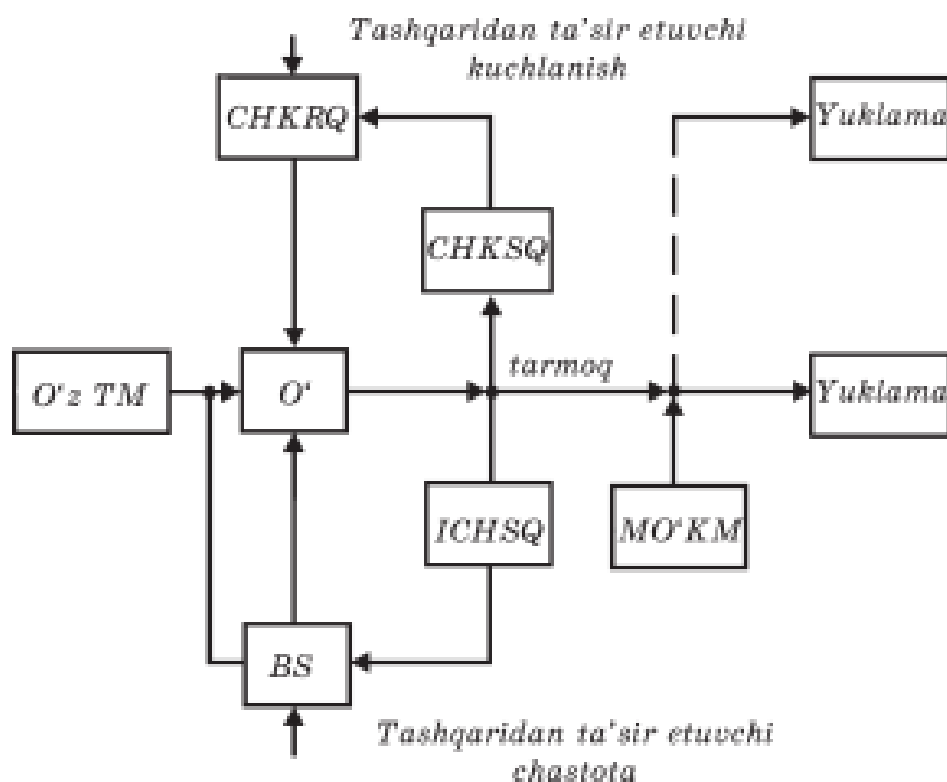


36-rasm

O'zgartirgichlarning FIK ni oshirish uchun va sifatli (stabil kuchlanish va chastota, kichik pulsatsiya va talab qilingan shaklli kuchlanish) qurilma loyihalash uchun maxsus qo'shimcha sxemalar qo'shiladi.

Invertorlarning ishlash prinsipi shundan iboratki, yuklamaga kuchlanish davriy ravishda ulanadi, natijada yuklamadan o'zgaruvchan tok oqadi. Statik o'zgartirgichlarda tokni yuklamaga ulash kalit holatida ishlovchi elektron asbob ochiq (asbobdan oqayotgan tok maksimal qiymatida bo'ladi)

va yopiq (tok nolga teng bo'ladi) holatda bo'ladi. Invertorlarning FIK 80 – 90 % ga teng bo'ladi. 37-rasmda invertorning tarkibiy qismi berilgan.



37-rasm

Invertorni quyidagi element va qurilmalar tashkil qiladi:

O'z TM – o'zgarmas tok manbayi;

O' – o'zgartirgich;

CHKRQ – chiqish kuchlanishini rostlovchi qurilma;

BS – boshqaruvchi sistema;

CHKSQ – chiqish kuchlanishini solishtiruvchi qurilma;

ICHSQ – invertor chastotasini solishtiruvchi qurilma;

MO'KM – mustaqil o'zgaruvchan kuchlanish manbayi;

Y – yuklama.

O'zgartirgich elektron asboblardan (elektron lampa, tranzistor) tuzilgan bo'lib, kalit holatda ishlaydi va o'zgarmas kuchlanishni o'zgaruvchan kuchlanishga o'zgartirib beradi. O'zgartirgichning chiqishiga yuklama ulangan.

O'zgaruvchi qurilmaning ochilishi uchun boshqaruvchi sistema orqali davriy ravishda impuls toki berib turiladi. Invertorning chiqish kuchlanishini rostlovchi qurilma (CHKRQ)



orqali o'zgartiriladi. Bu qurilma esa tashqaridan avvaldan rejalashtirilgan dastur orqali boshqariladi yoki etalon kuchlanishi bilan solishtiruvchi qurilma (CHKSQ) orqali etalon kuchlanish bilan solishtiriladi. Bu qurilmaning boshqaruvchi impulsi chiqishdagi nominal etalon kuchlanishdan farqlanganda u o'z ta'sirini o'tkazadi va invertorning kuchlanishini avtomatik tarzda stabillaydi. Chiqishdagi kuchlanish chastotasini stabillash ICHSQ orqali amalga oshiriladi, ya'ni invertorning chastotasi ICHSQ dagi etalon chastota bilan solishtiriladi, so'ngra boshqaruvchi sistema orqali inverter chastotasiga ta'sirini o'tkazadi. Invertorlarni lampali, tranzistorli, tiratronli va tiristorli elektron asboblarda yordamida hosil qilish mumkin.

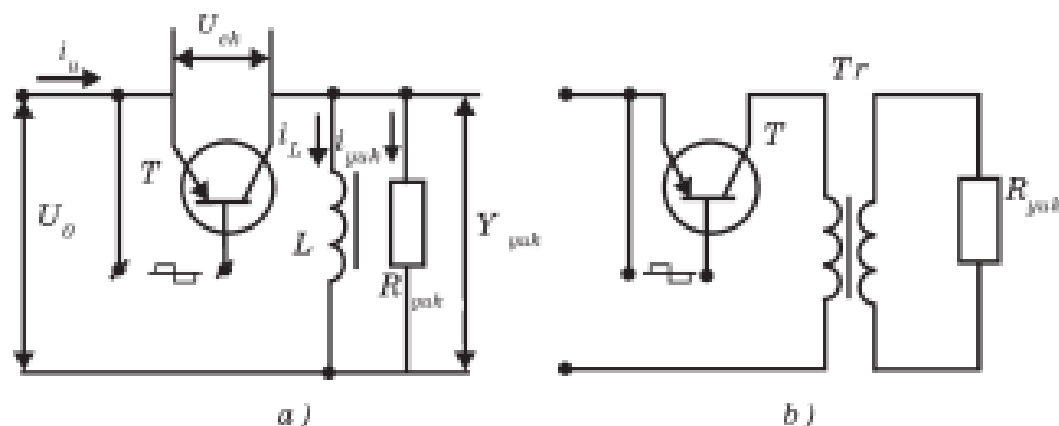
O'zgartirgich bilan boshqaruvchi sistema orasida aloqa ikki xil bo'lishi mumkin: invertorni tashqaridan qo'zg'otish va invertorni o'z ichidan qo'zg'otish. Invertorni tashqaridan qo'zg'atishda boshqaruvchi sistemaga mustaqil impuls generatori orqali impuls beriladi. Qo'zg'atishni invertorning ichidan amalga oshirganda ulash va o'chirish o'zgartirgichni musbat teskari bog'lanishi orqali o'zida amalga oshiriladi. Inverter ko'pincha umumiy manba orqali ta'minlanib, mustaqil o'zgaruvchan kuchlanish bilan parallel ulangan holda bir necha yuklamaga ishlaydi. Ya'ni inverterlar o'zgaruvchan tok manbalari bilan birgalikda ishlashlariga qarab avtonom va noavtonom inverterlarga bo'linadi. Avtonom inverterlarning noavtonom inverterlarga nisbatan yutug'i shundan iboratki, ular o'zgaruvchan tok manbalari yo'qligida ham ishlashlari mumkin.

Inverterlar ishlab chiqarayotgan kuchlanishiga qarab bir fazali, uch fazali va ko'p fazali bo'lishi mumkin. Chiqish kuchlanishining shakli sinusoidal va to'g'ri burchakli bo'lishi mumkin. Bundan tashqari ular boshqaruvchi qurilmaga qarab, o'zgartirgichning turiga qarab, stabillanishning turiga qarab, chiqish kuchlanishini va chastotasini o'zgartirishga qarab farqlanadi.

### **Tranzistorli inverterlar**

Tranzistorli inverterlar bir taktli va ikki taktli inverterlarga bo'linadi. 38-a rasmda tashqaridan ta'sirlanuvchi bir taktli inverterning sxemasi keltirilgan.

Tranzistor ochiq holatida emitter - kollektor orasidagi qarshilik juda kam bo'lganligi uchun hisobga olinmaydi. Tranzistorning bazasiga manfiy boshqaruvchi signal berilganda tranzistor butunlay ochiladi va yuklamada o'zgarmas tok manbaning kuchlanishi yuklamaga o'tadi. G'altakdan oqayotgan



38-rasm

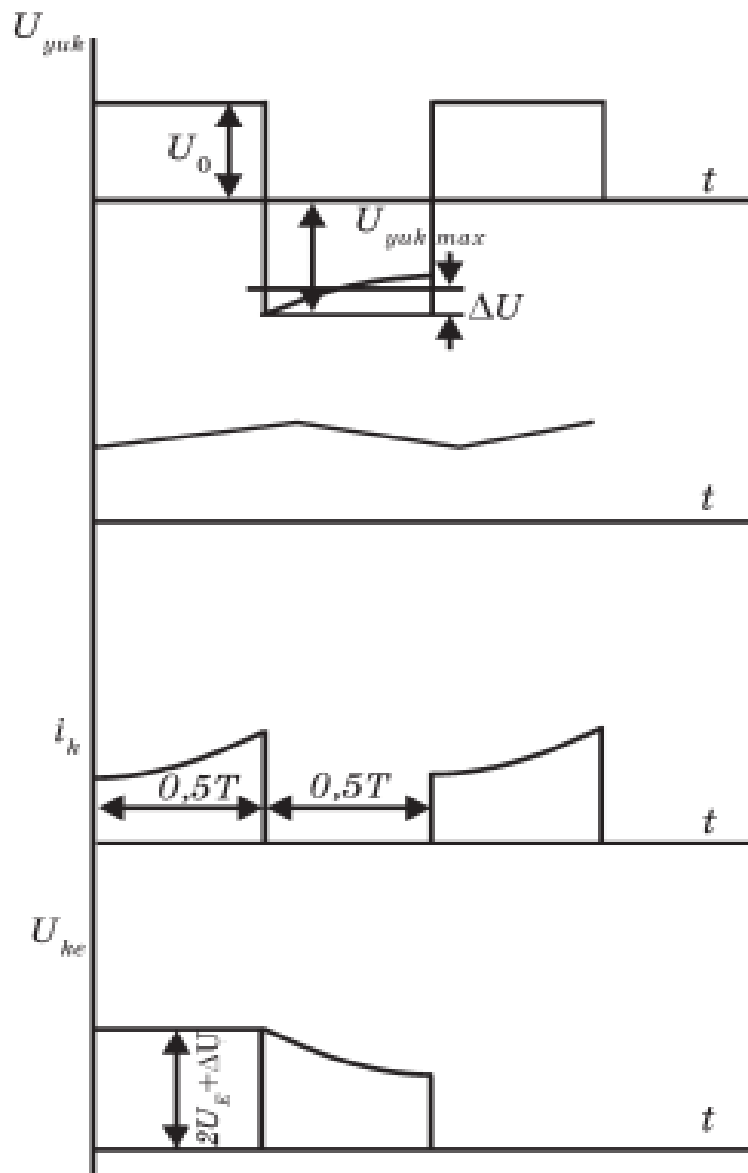
tok esa chiziqli qonuniyat asosida oshadi. Bu vaqtda drosseldan o'tayotgan  $i_L$  tok chiziqli o'sish qonuniyati bo'yicha o'sadi. Tranzistor yopilganda g'altakdan oqadigan  $i_L$  tok yuklama bilan ulanadi va yuklamada manfiy impuls kuchlanishini hosil qiladi. Bu tok eksponensial qonun bo'yicha kamayadi, yuklamada shunga mos ravishda yuklama kuchlanishi ham kamayadi. Yuklamadagi o'zgarmas tashkil etuvchi nolga teng bo'lganligi uchun yuklamadagi chiqish kuchlanishining musbat va manfiy yarim davri sathi bir-biriga teng bo'ladi. Drosseldan yuklamaga teskari (razryadlanish) yo'nalishda oqayotgan tok yuklamadagi kuchlanishning manfiy yarim davrini  $\Delta U$  ga ko'paytiradi, ya'ni:

$$U_{yuk\ max} = -U_0 + \Delta U.$$

Manbaning invertorga boradigan toki  $i_i = i_L + i_{yuk}$  toklarining yig'indisiga teng bo'ladi. Tranzistor yopiq holda bo'lganda bu tok nolga teng bo'ladi. Boshqaruvchi impuls manfiy bo'lganda tranzistordagi kuchlanish nolga teng bo'ladi. Tranzistor yopiq holda bu kuchlanish o'zgarmas tok kuchlanishidan ikki barobar ortiq bo'ladi (39-rasm).

Chiqishdagi kuchlanish esa o'zgaruvchan kuchlanish bo'lib, shakli to'g'ri burchakli bo'ladi.  $L$  drossel qancha katta bo'lsa,

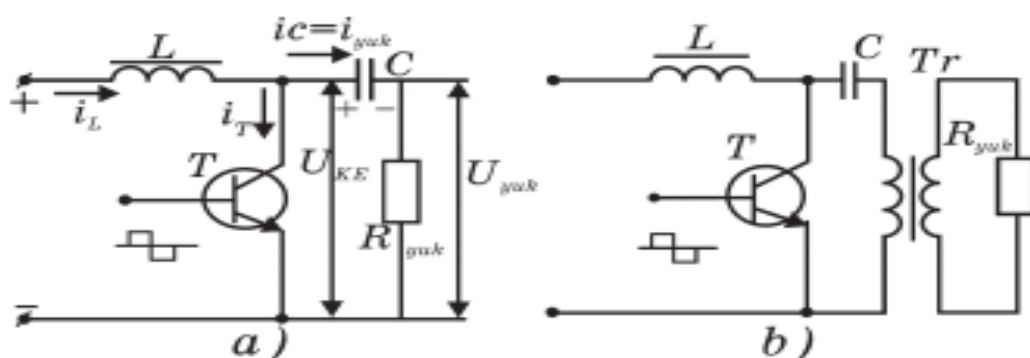
chiqish kuchlanishining shakli shuncha to'g'ri burchakli bo'ladi. 38-b rasmda invertorning chiqishiga transformator ulangan bo'lib, chiqishdagi o'zgaruvchan kuchlanishni pasaytiradi yoki oshiradi.



39-rasm

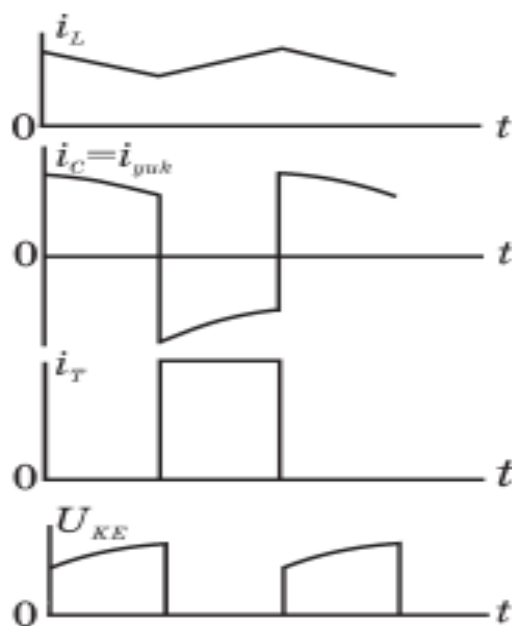
Bu sxemalarning kamchiligi, o'zgarmas tok manbayining vaqt bo'yicha bir xil yuklanmaganligidir, ya'ni manbadan oqayotgan tok impuls xarakterga egadir. Bu kamchilik 40-a rasmda keltirilgan sxemada bartaraf etilgan, ya'ni o'zgarmas tok manbayi, tranzistor va yuklama parallel ulangan. Bu sxemaning tok va kuchlanish diogrammasi 41-rasmda

keltirilgan. Tranzistorning ochiq holati bazaga kelayotgan davriy kuchlanishning musbat yarim davriga to'g'ri keladi.



40-rasm

Tranzistor berk holatdalgida drossel  $L$  orqali sig'im  $C$  zaryadlanadi va bir vaqtning o'zida yuklamaga tok o'tadi. Zaryadlanish natijasida toklar  $i_c = i_L = i_{yuk}$  kamayadi. Tranzistor ochilgan vaqtda sig'im razryadlanadi va yuklamadan oqadigan tokning yo'nalishi teskari tomonga o'zgaradi. Bu vaqtda drossel  $L$  manbaga parallel ulangan ko'rinishda bo'lib qoladi va undan



41-rasm

oqadigan tok chiziqli o'sish qonuniyati bo'yicha oshadi. Manbadagi tok vaqt bo'yicha o'zgarsa ham impuls xarakterga ega emas.

40-b rasmdagi sxemada transformatorning qo'shimcha ulanishi o'zgaruvchan kuchlanishni kerakli kattalikka aylantirib beradi.  $L$  va  $C$  larni kombinatsiya qilish orqali chiqish kuchlanishining shaklini xohlagan ko'rinishga aylantirish mumkin.

### Nazorat savollari

1. Oz`gartirgichlar haqida ma`lumot bering.
2. Quvvat o`zgartirgichi nima?

## 6-Mavzu: Mexatron modul va sistemalarning boshqaruvi

### Reja:

1. Hozirgi zamon robotlarining ijro sistemalari.
2. Mexatron modullarning robototexnikada qo'llanilishi.
3. Mexatron sistemalarda boshqaruv tizimi

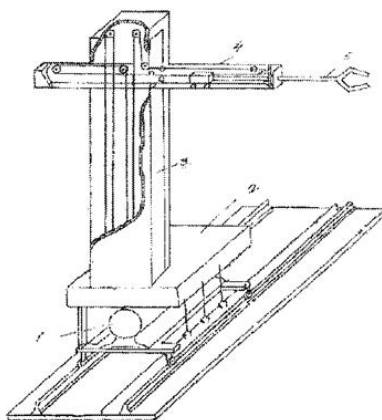
#### 1. Hozirgi zamon robotlarining ijro sistemalari.

Hozirgi zamon robotlarining ko'pchiligida ijro sistemalari shunday quriladiki, unda robot manipulyatorining har bir harakat darajasida alohida ijro modullari qo'llaniladi.

Robotlarni ijro sistemalarinng bu tarzda konstruktiv ko'rinishining asosiy kamchiliklari quyidagilar:

- robot harakatlanuvchi zvenolariiing o'lcham va massa ko'rsatkichlari yuqori bo'ladi;
- robot konstruksiyasining murakkabligi;
- robot dinamik xarakteristikalarining yomonlashuvi va qo'yiladigan talabga javob bermasligi.

Mexatron modullarning robototexnikada qo'llanilishiga misol 1-rasmda keltirilgan.



1- rasm. Ko'p koordinatali mexatron modul asosida qurilgan sanoat roboti  
1-ko'p koordinatali mexatron modul, 2-U-o'qi bo'yicha gorizontaal harakat zvenosi, 3-Z o'qi bo'yicha vertikal harakag zvenosi. 4-X-o'qi bo'yicha gorizontaal harakat zvenosi, 5-qisqich qurilmasi.

Dekart koordinat sistemasida ishlovchi sanoat roboti ko'p koordinatali mexatron moduldan (1), U-o'qi bo'yicha harakatlanuvchi zvenodan (2), vertikal harakatlanuvchi zvenodan (3), X o'qi bo'yicha gorizontaal harakat modulidan (4) va qisqich qurilmasidan (5) tashkil topgan.

Bu robotning asosiy xususiyatlari shundan iboratki, gabarit o'lchamlari va massa ko'rsatkichlari kichik, dinamik xarakteristikalari yaxshilangan va bitta ko'p koordinatali mexatron modul barcha harakatlarni olish imkonini beradi.

**Sanoat roboti-** bu avtonom ishlovchi qurilma bo‘lib, mexanik manipulyatordan tashkil topadi va obyektlarni bir joydan ikkinchi joyga ko‘chirishda va ayrim vazifalarni bajarishda kerak bo‘ladigan dasturli boshqaruv sistemasidan iboratdir.

Sanoat robotlari juda nozik avtomat sistema komponentlari bilan ishlashda va ishlab chiqarishni yuqori darajaga olib chiqishda keng qo‘llaniladi.

### **Sanoat robotining funksional tuzilmasi**

Robot tarkibida mexanik va sensor qismdan axborot qabul qiluvchi mexanik qurilmani boshqaruvchi qismdan iboratdir. Robotning mexanik qismi manipulyatsion va xarakatlanuvchi qismdan iborat bo‘ladi.

## **2. Mexatron modullarning robototexnikada qo‘llanilishi**

### **Manipulyatorlar**

Manipulyator — bu mexanizm tashqi holatlar va mexnat obyektlari bilan ishlovchi qurilmadir.

Manipulyatorlar ikki tipga bo‘linadi:

Ta‘minlovchi, qabul qiluvchi xarakatlanuvchi qurilma qismi;

Burchak ostida ta‘minlovchi qismdan iborat.

Bu esa o‘z navbatida robotning manipulyatsion tizimini yig‘ilishi va qismlarning xarakat darajasini ifodalab beruvchi tizimdir..

Xarakatni ta‘minlash uchun robot xarakatlanuvchi qismlarida elektrik, gidravlik yoki pnevmatik xarakat ta‘minlab beruvchi o‘tkazgichlar bo‘lishi mumkin.

Manipulyator qismi bo‘lib, ushlovchi moslama xam bo‘ladi. Universal ushlovchi moslamalar inson quliga o‘xshagan bo‘ladi va mexanik barmoklardan tashkil topgan bo‘ladi. Bir xil tipdagi obyektlarni ushlash uchun esa maxsus konstruksiyaga ega bo‘lgan ushlovchi qismlardan foydalaniladi. Tekis obyektlarni ushlash uchun pnevmatik moslamalardan qo‘llaniladi.

Manipulyatordagi ushlovchi moslamalar o‘rniga pulverizator, payvandlovchi qurilma yoki otvertkalar va x.k.lar bo‘lishi mumkin.

### **Xarakatlanish tizimi**

Ishlab chiqaruvchi inshootlar ichida bir o‘qda xarakatlanuvchi monorelslar, polda yuruvchi g‘ildiraklar va x.k. xarakatlanuvchi obyektlarda robotlar o‘rnatilgan bo‘lishi mumkin.

Vertikal tekislik yoki biror bir burchak ostida xarakatlanuvchi konstruksiyalar uchun analogli “qadamli” xarakatlanish sistemasi ishlash mumkin.

## **3. Mexatron sistemalarda boshqaruv tizimi**

Boshqaruv tizimi bir necha tipda bo‘lishi mumkin:

**1. Dasturli boshqaruv tizimi-** bu juda oddiy boshqaruv tizimidir. Bu sanoat obyektlarida manipulyatorlar bilan boshqariladi. Bundan robotlarda sensorli qism

bo'lmaydi, barcha xarakatlar maxkamlangan va takrorlanib turadi. Bunday robotlarni dasturlash uchun quyidagi dasturlardan foydalanish mumkin VxWorks/Eclipse yoki dasturlash tillari Forth, Oberon, Komponentniy Paskal, Si. Apparat bilan ta'minlash maqsadida esa mobil boshqariluvchi sanoat kompyuterlari PC/104 MicroPCdan foydalanish mumkin.

**2. Adaptik boshqaruv** – bunday boshqaruvli robotlar sensorli qismlar bilan jixozlangan bo'ladi. Signallar, signal tarqatuvchi datchiklar, natijaga qarab analiz qiluvchi va analiz natijasiga qarab keyingi xarakat uchun qaror qabul qiluvchi va keyingi bosqichga o'tuvchi boshqaruv tizimidir.

**3. Sun'iy intellekt (sezuvchi, aqlli, tushunuvchi)ga mo'ljallangan usul boshqaruvi.**

**4. Inson tomonidan boshqaruv (M: Masofaviy boshqaruv).**

### **Boshqaruv prinsipi**

Zamonaviy robotlar teskari aloqa prinsipi, ijro etuvchi boshqarish qurilmasi va iyerarxik (yuqori boshqaruv tizimiga ega bo'lgan (sensor)li) boshqaruv asosida tashkil topadi.

Iyerarxik tizim bu robot boshqaruvini tizimlarga bo'ladi, ya'ni gorizontal qismga, umumiy boshqaruv tizimi manipulyator xarakat trayektoriyasi xisobi va o'tkazgichlar xarakat dvigatellarini boshqaruv tizimiga asoslanadi.

### **Sanoat robotining xarakati**

Xozirgi paytda eng ko'p tarqalgan sanoat robotlari xarakatlari quyidagilardir:

1. Detallarni bir joydan ikkinchi joyga ko'chiruvchi yoki boshqa tizimga o'tkazish xarakati;
2. Payvandlash yoki aniklik bilan payvandlash;
3. Bo'yoqlash;
4. Murakkab trayektoriyali kesish ishlari va x.k.

### **Afzalliklari**

1. Tez o'zini oqlash;
2. Yuqori aniqlik va inson faktorlari natija bermaydigan ishlab chiqarishda;
3. Texnologik operatsiya yuqori aniqlikda bajarilishi, ya'ni yuqori natijaga erishish, kachestva;
4. Texnologik uskunalarni 1 yilda 365 kun ishlatish;
5. Ishlab chiqarishda zararli faktorlar bilan ishlaganda, va x.k.

### **Nazorat savollari**

1. Hozirgi zamon robotlarining ijro sistemalari haqida ma'lumot bering.
2. Mexatron modullarning robototexnikada qo'llanilishini tushuntirib bering.
3. Mexatron sistemalarda boshqaruv tizimi haqida ma'lumot bering.

## 7-Mavzu. Ko'p koordinatali mexatron modullar.

### Reja:

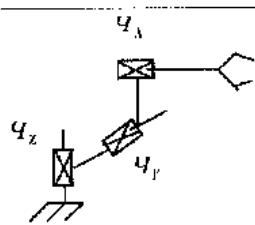
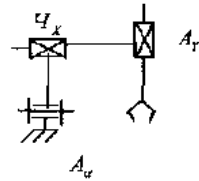
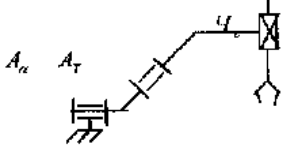
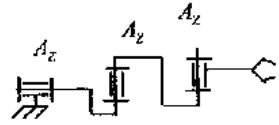
1. Ko'p koordinatali mexatron ijro modullari
2. Mexatron sistemalarda iyerarxik boshqaruv
3. Ko'p koordinatali mexatron modullari turlari

### 1. Ko'p koordinatali mexatron ijro modullari

Ko'p koordinatali mexatron ijro modullarini turli xil robotlarda qo'llanilishi robotning o'lcham va dinamik xarakteristikalarini yaxshilash imkonini beradi. Bu usulda bitta mexatron modul asosida robot zvenolarining aylanma «A» va (yoki) chiziqli «CH» harakatlarini olish imkoniyati paydo bo'ladi.

Ko'p koordinatali mexatron modullar asosida dekart, silindrik, sferik va burchak koordinat sistemalarida ishlovchi robotlarni yaratish mumkin (2-jadval).

2-jadval Ko'p koordinatali mexatron modullar

Координат системаси	Мехатрон модулнинг чиқиши	Роботнинг кинематик схемаси
Декарт	$\{C_x, C_y, C_z\}$ , $\{C_x, C_x, C_z\}$ , $\{C_y, C_x, C_z\}$ , $\{C_z, C_x, C_y\}$	
Цилиндрик	$\{C_x, A_\alpha, C_z\}$ , $\{A_\phi, C_z, C_y\}$ , $\{C_x, C_z, A_\gamma\}$	
Сферик	$\{A_\alpha, C_x, A_\gamma\}$ , $\{C_z, A_\gamma, A_\phi\}$ , $\{A_\alpha, A_\gamma, C_y\}$	
Бурчак (ангуляр)	$\{A_x, A_x, A_x\}$ , $\{A_z, A_z, A_z\}$	

Dekart koordinat sistemasida ishlovchi robot uchta chiziqli harakatlarga ega bo'lgan modul asosida quriladi.

$$D_{KC} = \{C_x, C_y, C_z\};$$

Silindrik koordinat sistemasida ishlovchi robot bitta aylanma va ikkita chiziqli harakatni amalga oshiruvchi mexatron modul asosida ko'riladi.

$$D_{KC} = \{A_x, C_x, C_y\};$$

Sferik koordinat sistemasida ishlovchi robot ikkita aylanma va bitta chizikdi xdrakat kiladigan modul asosida yaratiladi.



$$C_{KC} = \{A_x, A_y, \varphi_z\};$$

## 2. Mexatron sistemalarda iyerarxik boshqaruv

Iyerarxik tuzilma – bu yuqori darajadagi sistemada ishlovchi va qo‘yilgan vazifani yuqori aniqlikda bajarishga va sensor orqali beriladigan informatsiyaga ega bo‘ladigan tuzilmadir.

Zamonaviy mexatron sistemalarda iyerarxiya tuzilmasi “yuqori pastga” ya’ni quyi sistema yuqori sistemaga bo‘usinishi qonuniyati asosida ishlashi ta’minlanadi.

## 3. Ko‘p koordinatali mexatron modullari turlari

Joylashtiruvchi mexatron moduli



Ikki koordinatali ishlash rejimiga ega bo‘lgan detallarni joylashtiruvchi modullar  $180^\circ$  va  $90^\circ$  gradus burchak ostida ishlaydi. Bu kombinatsiya elektr va nevmno utkazgichlar orkali ishlaydi. Bu proyektga boshqa detallarni va yuqori tezlikda ishlovchi ko‘p koordinatali mexatron modullarni

xam urnatib ishlatish mumkin.

Konsolli mexatron modul



Bu modul uch o‘lchamli koordinatada ishlaydi. Bunda joylashtirish prinsipida ishlaydigan 2 ta parallel o‘qda joylashgan konsolli modul joylashtirilgan. Bu manipulyator xar kandy joyda ishlatish mumkin, ya’ni takrorlanuvchi rejimda xamda ish joyida 3 o‘lchamda ishlash uchun kam

joy bo‘lgan rejimda xam ishlatish mumkindir.

Chizikli manipulyator



Bunda xarakat 2 koordinatali chizikli xarakat asosida boradi. Chizikli portal – bu Festo sistemasida ishlaydigan ko‘p koordinatali mexatron moduldir. Bu yuqori darajadagi mexanik mustaxkamlik bilan xarakterlanadi.

3 koordinatali portal



Bunda xarakat 3 koordinatada bo‘ladi: 3 koordinatali portal – bu manipulyator ko‘p koordinatali mexatron modul sistemasida ishlaydigan moduldir. Bu bemaol chizikli xarakat qila oladigan 2 ta gorizontol o‘qqa ega bo‘lgan moduldir. Yuqori mustaxkamlikka ega bo‘lgan bu

modul 3 koordinatali portal bilan xarakterlanadi va ma'lum uzunlikda va og'irlik bilan ishlashda yuqori effektga ega bo'lgan 3 koordinatali mexatron moduldir.

Elektr tripodlar



Uch koordinatada yukori tezlikda va uch koordinatali yo'nalishda bemalol xarakat qila oladigan ishlovchi mexatron moduldir. Tripodlar dinamik xarakatlarda xam maksimal mexanik mustaxkalikni yuqori darajada ish olib boruvchi mexatron moduldir. Bu mexatron tizim

vibratsiyani kamaytiradi va yuqori tezlikda ishlaganda xam foydali kuchlanishga ega bo'ladi.

Ko'p koordinatali mexatron modul sistemalari.



Festo modul sistemasida ishlovchi ko'p koordinatali mexatron modullar barcha komponentlar va modullarni bemalol xarakatini ta'minlab beradi, kabellar zanjiri orqali fiksatsiyalovchi va komponentlarni ishlashini ta'minlab beruvchi moduldir. Bu sistema xarakatni

boshka modullar, ya'ni joylashtiruvchi, konsolli, chizikli va 3 koordinatali, elektrik yeki pnevmatik mexatron modullarni bir biriga boglik xolda ishlashini ta'minlab berishi mumkindir.

### **Nazorat savollari**

1. Ko'p koordinatali mexatron ijro modullarini tushuntirib bering?
2. Mexatron sistemalarda iyerarxik boshqaruv nima?
3. Ko'p koordinatali mexatron modullari turlari haqida ma'lumot bering.

## Adabiyotlar ro`yxati

1. David G., Michael B. Introduction to mechatronics and measurement systems. 4th ed. New York, McGraw-Hill. 2012. P.573
2. Методы классической и современной теории автоматического управления/Под ред. К.А.Пупкова, Том 1-4. –М.: МГТУ им.Баумана, 2004 г.
3. Дорф Р. Современные системы управления. Р. Дорф, Р. Бишоп: Пер. с англ. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2004.
4. Юсупбеков Н.Р. Технологик жараёнларни бошқариш системалари. Дарслик.- Т.:Ўқитувчи, 1997.
5. А.А. Қодиров, Н.М.Усмонхўжаев, Технологик машиналар ва жиҳозларни автоматлаштириш. Дарслик.-Т.:Ўзбекистон файласуфлари миллий жамияти нашрети-2012.
6. М. Мухиддинов, Т. Дадажанов. MATLAB асослари. –Тошкент. Фан, 2008. - 543 б.
7. Кодиров А.А. Пахта тозалаш ва тўқимачилик саноати корхоналари жараёнларини автоматлаштириш. –Тошкент. ТТЕСИ, 2011.
8. В.А.Бесекерский, Н.Б.Ефимов и др. Микропроцессорные системы автоматического управления. –Л.: Машиностроение, Ленинградное отделение, 2001.
9. Власов К.П. Теория автоматического управлений. Учеб. пособие. Харьков. Изд-во Гуманитарний центр, 2007.

### Internet saytlari:

1. <http://gov.uz> – O‘zbekiston Respublikasi hukumat portali.
2. <http://ziyonet.uz>
3. <http://titli.uz>
4. <http://google.uz>
5. <http://nauki-online.ru>
6. <http://modle.titli/uz:8080/>

## Mundarija

1. Kirish.....	3
2. 1-mavzu. “Mexatronika” faniga kirish. Mexatron sistemalarning tuzilish prinsiplari faniga kirish.....	5
3. 2-mavzu. Mexatron modullarining sinflanishi.....	14
4. 3-mavzu. Mexatron sistemalarining texnik vositalari.....	18
5. 4-mavzu. Mexatron qurilmalaring elektr yuritmalari .....	26
6. 5-mavzu. Mexatron sistemalarida qo‘llaniladigan quvvat o‘zgartirgichlari.....	30
7. 6-mavzu. Mexatron modul va sistemalarning boshqaruvi .....	37
8. 7-mavzu. Ko‘p kordinatali mexatron modullar .....	40
9. Adabiyotlar ro‘yxati.....	43