

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

NAMANGAN MUHANDISLIK – TEXNOLOGIYA INSTITUTI

**5321700 Texnologik jarayonlarni boshqarishning axborot kommunikatsiya
tizimlari ta'lim yo'nalishi talabalari uchun**

MEXATRONIKA FANIDAN

MA'RUZALAR MATNI

NAMANGAN – 2020

Fanning ma'ruzalar matni Namangan muhandislik-texnologiya instituti 2020 yil ____dagi ____-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan "Mexatronika" fanining ishchi dasturi asosida tuzildi.

Fanning ishchi o'quv dasturi Namangan muhandislik – texnologiya instituti Kengashining 2020 yil "____" _____dagi "____" – sonli bayoni bilan tasdiqlangan.

Fanning ishchi o'quv dasturi Namangan muhandislik texnologiya institutida ishlab chiqildi.

Tuzuvchi:

Qodirov D.T. – NamMTI, "TJABIT" kafedraasi dotsenti (PhD).

Taqrizchilar:

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

NamMTI
Avtomatika va Energetika
fakul'teti dekani:

2020 yil "____" _____dats. A.A.Mamaxonov
(imzo)

"TJABIT"
kafedraasi mudiri:

2020 yil "____" _____ f.-m.f.d. U.I.Erkaboyev
(imzo)

1-ma'ruza. Mexatronikaga ta'rif. Mexatron tizimlarning strukturasi. Mexatronika tizimlarini yaratish prinsiplari.

Maqsad: talabalarga “Mexatronika” fanining maqsad va vazifalari, ishlab chiqarishdagi o'zni 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'zni.
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.

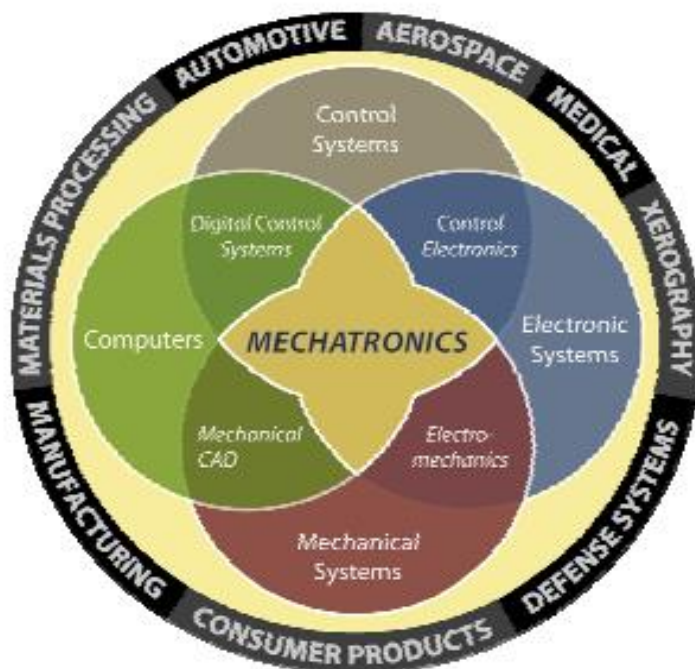
Ushbu fanni yana bir maqsadlaridan avtomobildagi mexatronik tizimlarning tarkibiy qismlari va ularni boshqarish, kompyuter dasturlari orqali ularni tahlil qilishni o'rganish va ushbu orqali magistrantlarning ratsional ijodiy mehnatlarini rivojlantirish hamda ularning o'ylash qobiliyatlarini optimallashtirish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

Fanni o'rganish vazifasi talabalarga quyidagilarni o'rgatish:

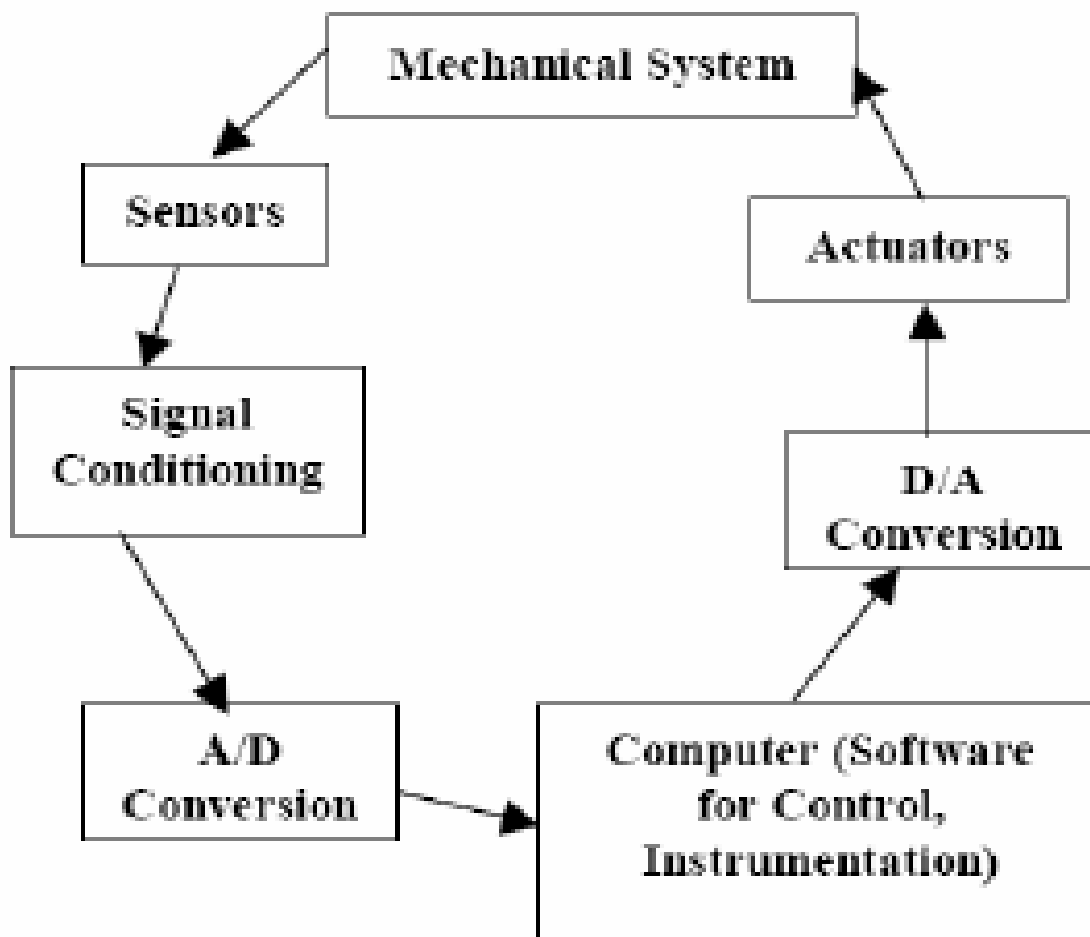
- avtomobildagi mexatronik tizimlarning xususiyatlari ko'rsatkichlarni hisob asosida aniqlash va ularni boshqarish usullari;
- avtomobildagi mexatronik tizimlarning qo'llash usullarini tanlash;

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 komp'yuter dasturlari (MatLab, LabVIEW)

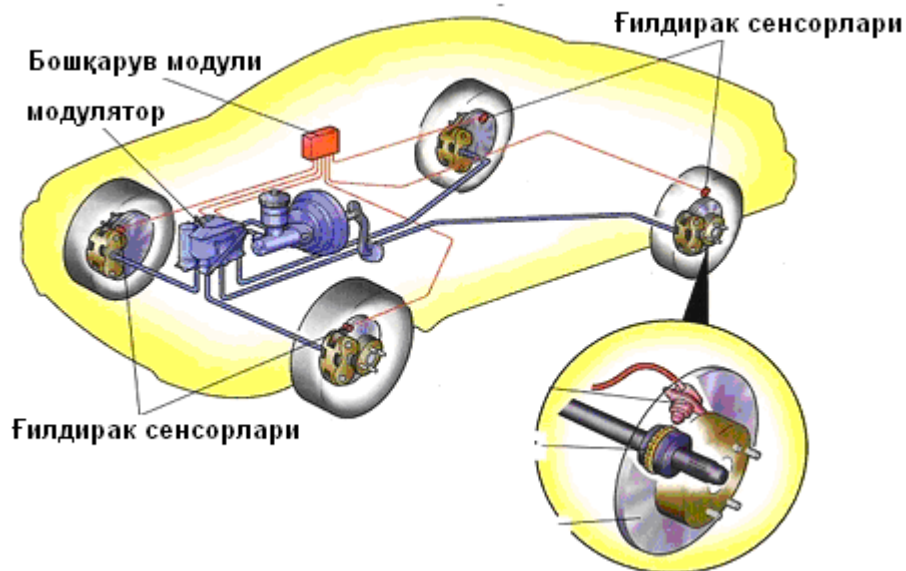
Mexatronika so'zi birinchi marta 1960 yilda Yaponiyada qo'llanilgan, keyinchalik 1969 yildan boshlab Mexanika va Elektronika fanlarining davomi va fan sifatida YAponiyada tanishtirilgan. Bu tushincha hozirgi kunda Evropa va Amerikada keng miqyosda qo'llanilmoqda. 1990 yillarda mexatronika fani asosida 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'rnini 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-ma'ruza. Avtomatlashtirilgan texnologik komplekslarda mexatronik tizimlarni qo'llash. Ishlab chiqarish va mobil (ommabop) robotlar.

Reja:

1. Mexatronik tizimlarini yig'ish operatsiyalarida qo'llash.
2. Mexatronik qurilmalar moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlari asosidir.
3. Raqamli dasturli boshqariladigan stanoklar

Asosiy kalit so'z va iboralar

Yig'ish operatsiyalari; robotlashtirilgan texnologik tizim; yig'uvchi robototexnik komplekslar; moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlari; raqamli dasturli boshqariladigan stanoklar

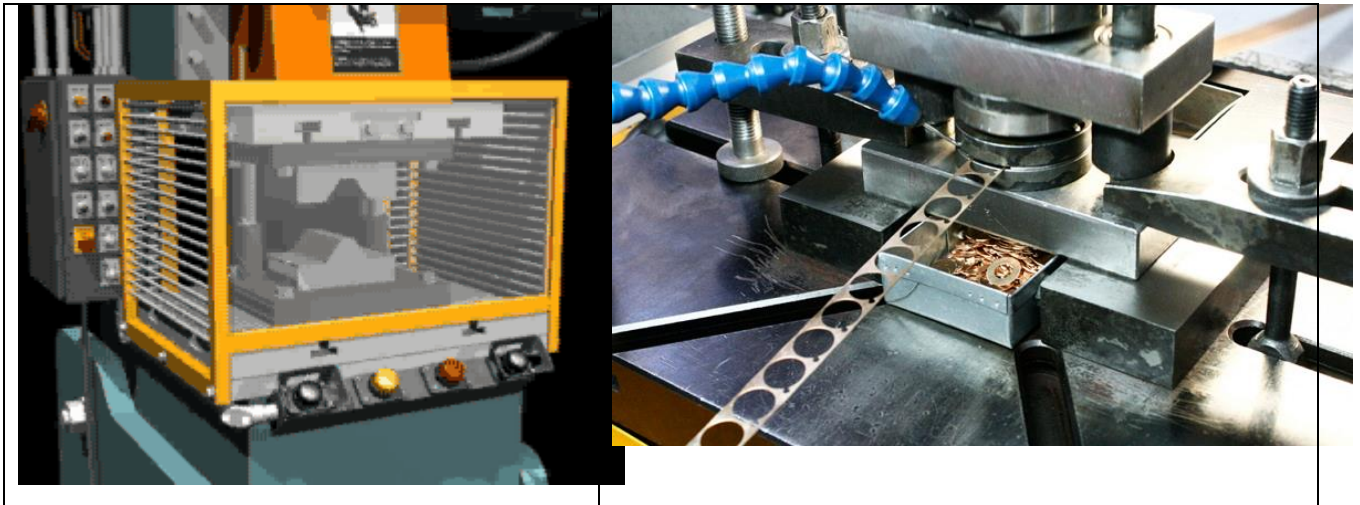
1. Mexatronik tizimlarini yig'ish operatsiyalarida qo'llash

MTlarni qo'llash sohalari yildan-yilga kengayib bormoqda. Bu sohalardan biri sanoatning mashinasozlik va asbobsozlik sohalaridir. Bu sohalarda birinchi avtomatik boshqarish vositalari qo'llanilgan va hozir bu sohalarda umumjahon robototexnik vositalar parkining 80 %-i mujassamlangan.

MTlarni sanoatda qo'llash masalalarini ko'rayotganda asosan texnologik jarayon turini aniqlash kerak (masalan, detallarga mexanik ishlov berish, sovuq shtampovkalash, plastmassalarni presslash, xom ashyoga termik ishlov berish, payvandlash, transport sohasi, nazorat va sinovdan o'tkazish va h.k.).

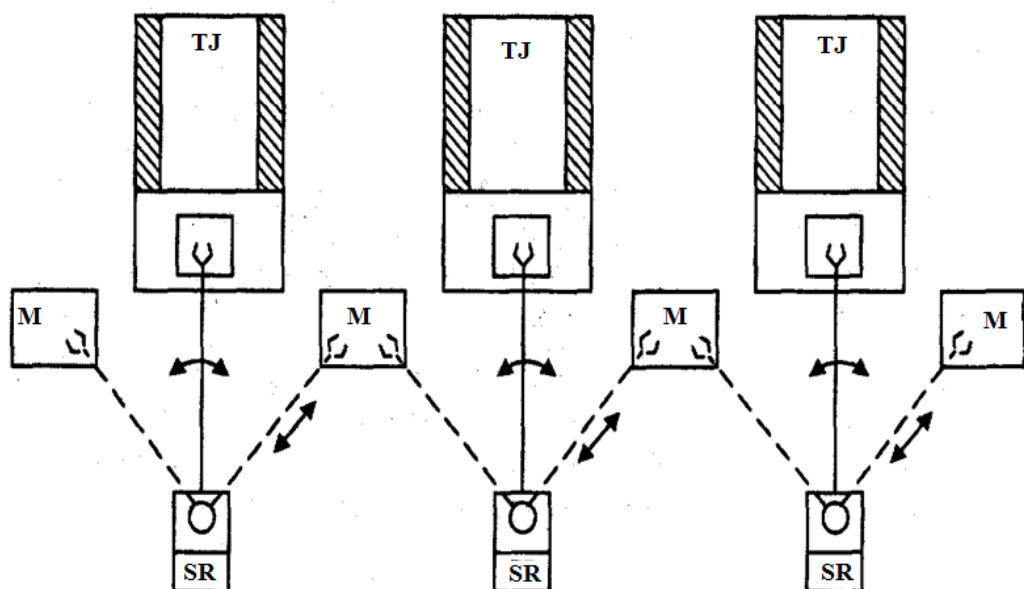
Shtampovkalash — materialni shaklini va o'lchamini o'zgartirish uchun uni plastik deformatsiyalash jarayonidir. Asosan metallardan va plastmassadan yasalgan detallar shtampovkalanadi. Agar shtampovkalash materialni qizdirmasdan bajarilsa, bu *sovuq shtampovkalash* deyiladi. 2.1-rasmda shtampovkalash pressining rasmlari keltirilgan.

2.2-rasmda bir oqimli robotlashtirilgan sovuq shtampovkalash texnologik tizimiga misol ko`rsatilgan.



2.1-rasm. Shtampovkalash presslari.

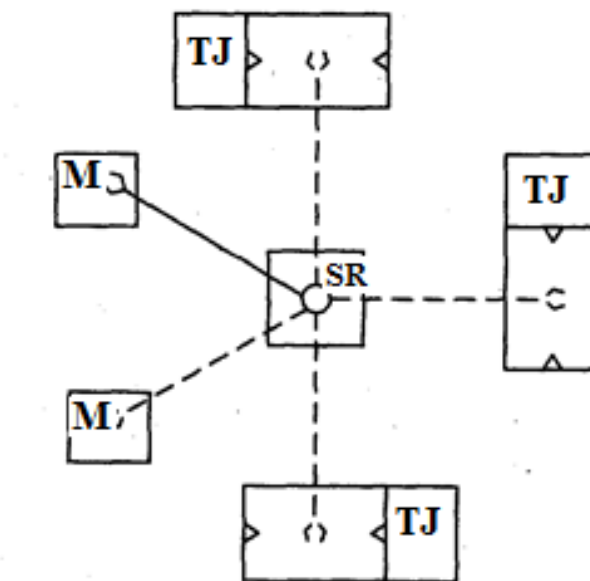
Bu yerda tizimni tashkil etuvchi yacheykalar bir-biri bilan bevosita bog'langan. Shuning uchun bu tizimda operatsiyalararo transport tizimi ishlatilmagan, predmetlar bir yacheykadan ikkinchisiga yordamchi sanoat robotlari yordamida uzatiladi. Bunday tizimlar juda ham sodda, lekin bu yerda asosiy texnologik jihozlar orasidagi masofa juda ham aniq bo'lishi lozim.



2.2.-rasm. Chizig'li komponovkalangan sovuq shtampovkalash bir oqimli robotlashtirilgan texnologik tizim sxemasi

TJ – asosiy texnologik jihoz; SR-sanoat roboti; M-zagotovkalarni donalab berish magazini

Bunday komponovkalash texnologik jihozlarda detallarga ishlov berishning kichik davrli jarayonlari uchun qo'llaniladi (birlik detallar, 10 soniyali). Bunda misol qilib sovuq yupqa listli shtampovkalashni aytish mumkin. Texnologik jihozlarda ko'proq ishlov berish vaqti talab qilinadigan jarayonlar uchun boshqa turda tashkil etilgan komplekslar ishlatiladi, bunda bitta SR bir nechta texnologik jihozga xizmat ko'rsatadi. 2.3-rasmda xuddi shunday komplekslardan biri ko'rsatilgan. Bunda 3 ta texnologik jihoz doira shakli bo'ylab joylashtirilgan bo'lib, ularga oraslarida turgan faqat 1 ta SR xizmat ko'rsatadi.



2.3-rasm. Detallarga mexanik ishlov berishning doiraviy komponovkalangan robotlashtirilgan texnologik tizim sxemasi

MTlarning rivojlanishi natijasida SRLarning asosiy texnologik jarayonlarda qo'llash ulushi ham ortib bormoqda. Bunda kapital xarajat ko'proq bo'lsa ham, baribir ishchi o'rinlari bo'shalishi va ish sifatining oshishi natijasida samaradorlik oshadi. Bundan tashqari, inson uchun zararli bo'lgan operatsiyalarni (bo'yash, payvandlash va h.k.) larni, hamda monoton operatsiyalarni (konveyerda yig'ish jarayoni) MT bajarishi natijasida ijtimoiy samaraga erishiladi.

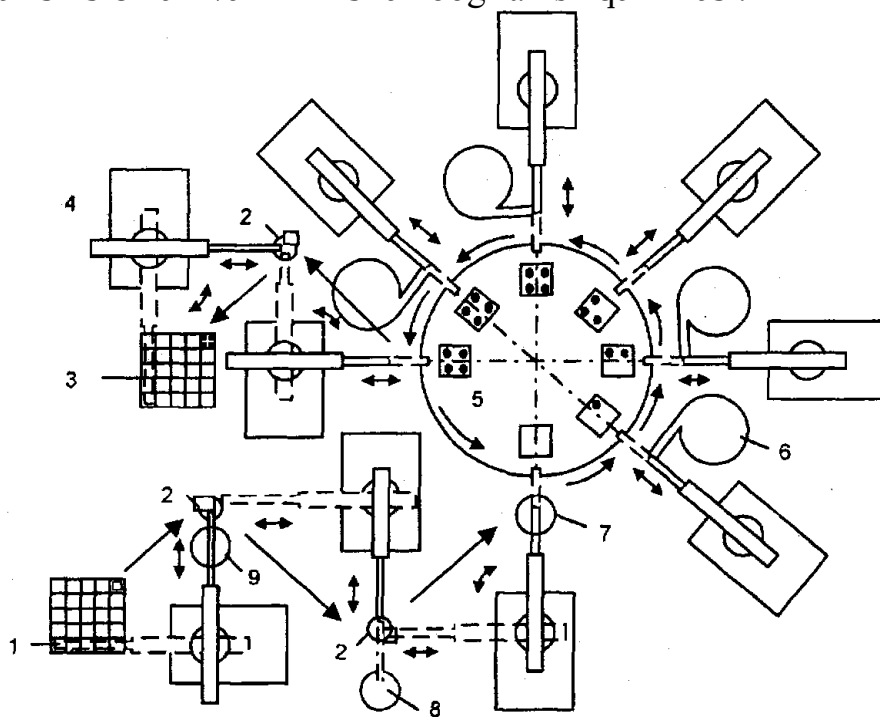
Yig'uvchi robototexnik komplekslar. Bunday komplekslar ahamiyatligi jihatidan alohida o'rinda turadi, chunki mashinasozlikda yig'ish operatsiyalari umumiy operatsiyalarning 40 % gacha, asbobsozlikda – 50-60 % ni tashkil qiladi.

Yig'ish operatsiyalariga mexanik yig'ish, elektrmontaj ishlari, mikroelektron yig'ish va boshqalar kiradi.

Mexanik yig'ish jarayoni quyidagi ketma-ket keladigan va o'zaro bog'liq operatsiyalardan iborat:

- yig'iladigan detallarni yuklovchi qurilmaga yuklash;
- detallarni yig'ish joyiga harakatlantirish;
- kelgusi yig'ish pozitsiyasiga moslashtirilgan holda detallarni aniq pozitsiyaga joylashtirish;
- yig'ish operatsiyasi, ya'ni detallarni bir-biriga bog'lagan va kerak bo'lganda mahkamlagan holda yig'ish;
- yig'ish davrida o'lchov-nazorat ishlari;
- yig'ilgan uzellarni yig'ish joyidan boshqa operatsiyalarni amalga oshiruvchi joyga yuborish.

2.4-rasmda universal SR asosida qurilgan yig'uvchi robototexnik komplekslarga misol ko'rsatilgan. Kompleks quyidagilarni o'z ichida oladi: ko'taruvchi rama; aylanuvchi stol; yuklovchi va yo'naltiruvchi qurilmalar; mahkamlash vositalari; kabel uzellar; kompleksni boshqarish qurilmasi; muvofiqlashtirish bloklari va EHM bilan bog'lanish qurilmasi.



2.4-rasm. Radiopriyomniklar kontur katushkalrini yig'ish uchun robototexnik kompleks

1-yuklovchi qurilma; 2-oraliq joy; 3-yuksizlantiruvchi qurilma; 4-guruhli boshqarish qurilmasi; 5-rotorli stol; 6-yuklovchi qurilma; 7-tozalash uchun vanna; 8-kavsharlash uchun vanna; 9-flyuslash uchun vanna

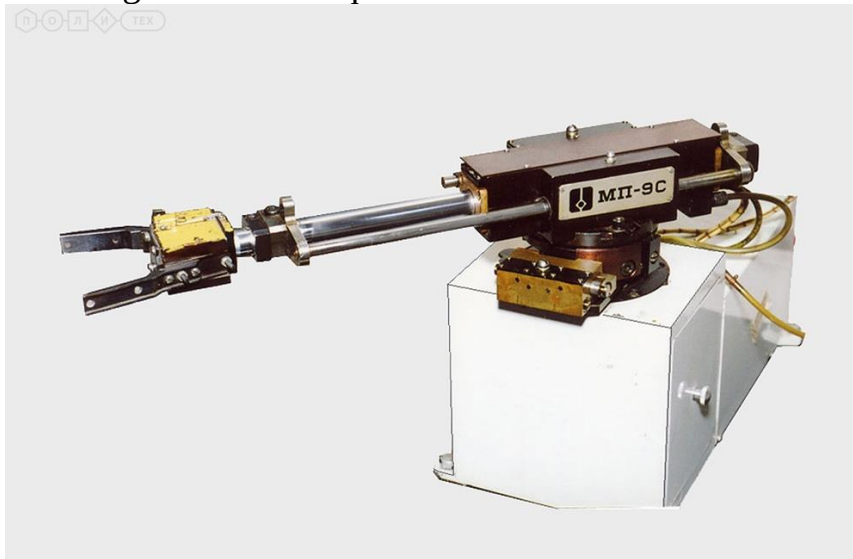
Bu kompleksda MII-9C tipidagi universal pnevmatik SR qo'llanilgan. Kompleks radiopriyomniklar kontur katushkalrini yig'ish uchun mo'ljallangan. U quyidagi operatsiyalarni bajaradi:

- kassetadan katushka karkaslarini olish;
- o`ram (chulg'am)lar chiqish joyini flyuslash;
- chiqish joylarini kavsharlash;
- chiqish joylarini yuvish;
- karkaslarni aylanuvchi stol maxsus joylariga joylashtirish;
- karkasga xalqa kiydirish;
- serdechnikni aylantirib o`rnatish;
- ekranni kiydirish;
- katushkani markirovkalash;
- kassetaga tayyor kontur katushkani joylashtirish.

Bir ish davrida barcha texnologik operatsiyalar parallel-ketma-ket yig'ish printsipli asosida bajariladi.

Kompleksning bir davr ishlash vaqti - 10 s.

Bunday komplekslarni qo'llash ish unumdorligini 10 barobar oshadi, ishlab chiqarish maydonlari qisqaradi, butun yig'ish jarayonini avtomatlashtirishga olib keladi. Bunday komplekslarni boshqa detallar uchun qayta sozlash mumkin. Buning uchun ishchi organlar va boshqaruvchi dasturlar almashtiriladi.



2.5-rasm. Sanoat roboti **МИИ-9С**

2. Mexatronik qurilmalar moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlari asosidir

Sanoatda qo'llaniladigan mexatronik qurilmalarni moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlari asosi deb qarash mumkin. Moslashuvchan ishlab chiqarishni quyidagicha tushunish mumkin: texnologik tizimni tez va uncha ko'p mehnat va boshqa xarajatlar talab qilmasdan yangi yoki modernizatsiyalangan mahsulot ishlab chiqarish uchun yoki yangi texnologik jarayonlarni amalga oshirish uchun qayta tashkil etish xususiyati tushuniladi. Shu bilan birga ishlab chiqaradigan mahsulotning sifatini va uni ishlatishdagi ishonchliligini oshirish masalasi ham ijobiy hal etilishi kerak.

Moslashuvchan ishlab chiqarish tizimi ko'p bosqichli ierarxik strukturaga ega.

Pastki bosqichi ayrim ob'ektlarning - ma'lumotni tahlil qilish va boshqarish mikroprotsessorelari bilan ta'minlangan texnologik tizimning bajarish moslamalari (masalan, stanok), hamda ob'ektning holati va texnologik operatsiya parametrlarini o'lchaydigan datchikni dasturiy boshqarishdan iborat.

Ma'lumotlar tahlil qilish va boshqarish uchun mikroprotsessorga yetkaziladi.

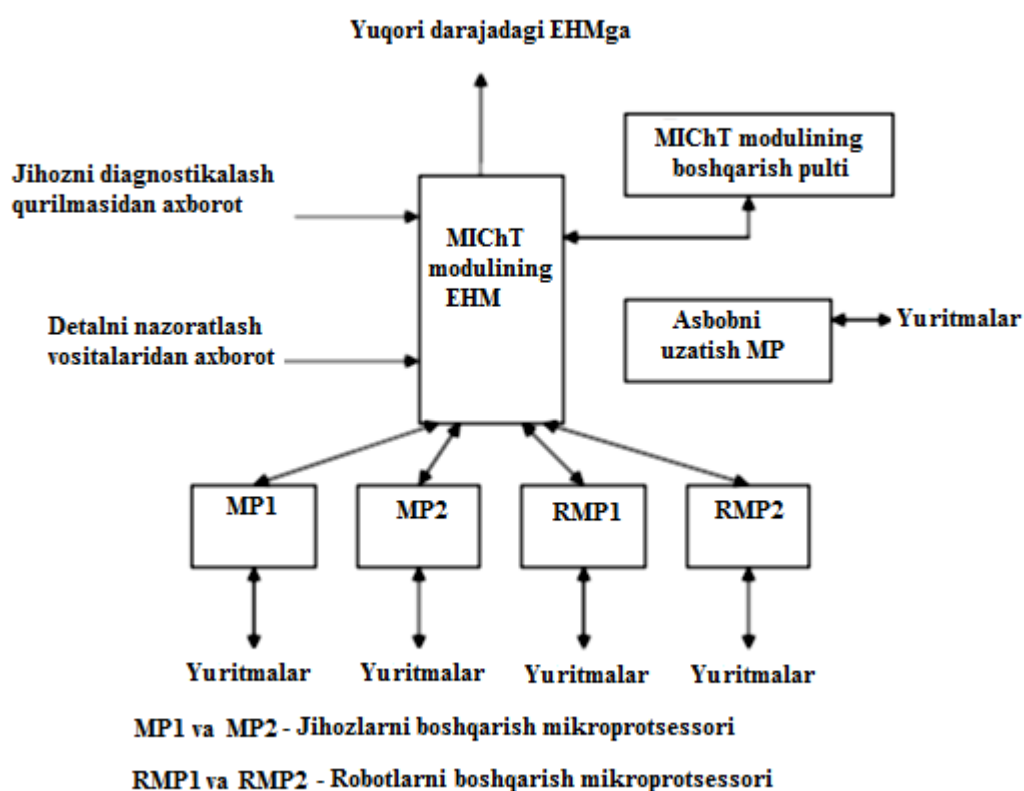
Bundan tashqari, bu ma'lumotlar (yoki ularning bir qismi) keyingi bosqichga, ya'ni, bir nechta stanoklar, robotlar va yordamchi mexatronik jihozlarni o'z ichiga olgan moslashuvchan ishlab chiqarish moduliga (MIChM) yuboriladi.

MIChM ning mikroEHMi modulning har bir ob'ektidan ma'lumotlarni oladi, ularni hamkorlikdagi faoliyatini muvofiqlashtiradi, har biri uchun alohida boshqarish tizimini shakllantiradi hamda texnologik jarayonlarning borishi to'g'risida kerakli ma'lumotlarni tizimning keyingi bosqichiga yetkazadi (2.6-rasm).

Ba'zi bir modullar moslashuvchan avtomatlashtirilgan uchastkalar (MAU) va moslashuvchan avtomatlashtirilgan texnologik tizimlarga (MATT) birlashtiriladi. Uchastka va tizim pastki bosqichdan ma'lumotlarni, yuqori bosqichdan esa topshiriqlarni olib, ularni o'zining EHM yordamida avtomatlashgan tarzda solishtiradi hamda moslashuvchan ishlab chiqarish sistemasining quyi bosqichlariga topshiriq beradi. Texnologik jarayon uchun topshiriqlar EHM xotirasiga avvaldan

kiritib qo'yilgan bo'lib, ular tayyorlanadigan mahsulot turiga qarab o'zgartirishga moslashtirilgan.

MAU va MATT tarkibiga ishlab chiqariladigan mahsulot sifatini va qo'shimcha texnologik parametrlarni nazorat qilish uchun avtomatlashtirilgan uskunalari kiritilgan, bunda EHM barcha modullarning berilgan parametrlari va algoritmi bo'yicha hamkorlikdagi ishini muvofiqlashtiradi.



2.6-rasm. Moslashuvchan ishlab chiqarish moduli sxemasi

MAU va MATTdan tashqari sexning moslashuvchan ishlab chiqarish sistemasi avtomatlashtirilgan tayyor mahsulotlar, detallar, asboblari va sexning tayyor mahsulotlari uchun omborxona, sex ichida yuradigan avtomatlashtirilgan transport, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi, sex texnologik xizmati, dispetcherlik xizmati, mahsulotni texnik nazorat qilish bo'linmalari va h.k.ni o'z ichiga oladi. Bunda

ularning barchasi maxsus dastur bilan ta'minlangan va qayta moslashtirishga mo'ljallangan EHM bilan boshqariladi.

Ishlab chiqarishda o'zida o'lchov-nazorat va diagnostik apparaturani hamda axborotni qayta ishlash mikroprotessorli vositalarni mujassamlantirgan komplekslarni birlashtirgan texnik nazoratlash va jihozlarni har qanday darajada diagnostikalash muhim rol o'ynaydi.

Dasturlar orqali boshqaraladigan o'lchov moslamalari qayta aloqa vazifasini bajaradi, bunda moslamalar texnologik jarayondan chiquvchi o'lchov natijalarini sifat nazorati talablariga mos holda jarayonni muvofiqlashtirish uchun qayta yuboradi.

Moslashuvchan ishlab chiqarish sistemasi ichida qurilgan va tizim elementlarini hamda ishlov berish asboblarning avtomatlashgan diagnostikasini amalga oshiradigan texnika texnologik jarayon borish vaqtida avtomatik ravishda sozlash ishlarini bajaradi yoki zarur hollarda operatorning aralashuvi uchun unga signal beradi.



http://www.victor-cnc.ru/images/stlit/vt_20_001.jpg

2.7-rasm. Moslashuvchan ishlab chiqarish jihozi



<http://www.macros-ht.ru/gibkie-modulnie-sistemi-mazak>

2.8-rasm. E-BOT 720 robotlashtirilgan yacheyka

E-BOT 720 robotlashtirilgan yacheyka (2.8-pacm) inson ishtirokisiz uzoq vaqt ishlash rejimida faoliyat ko`rsatishga mo`ljallangan. Bu sistema ishchi kuchini kamaytirib, avtomatlashtirishni kuchaytirish holatlarida ayniqsa samarador bo`ladi.

INTEGREX, INTEGREx-e va VARIAXIS seriyali stanoklarda qo`llanilganda 720 soat (24 soat x 30 kun) uzluksiz ishlatish mumkin.

3. Raqamli dasturli boshqariladigan stanoklar

Raqamli dasturli boshqariladigan stanoklar tipik mexatron tizimlar hisoblanadi. Ular metallardan, yog`ochdan, plastmassadan ishlangan mahsulotlarga mexanik ishlov berish uchun ishlatiladi. Harakat modullari ishini dastlab dastur yuklangan stanokning raqamli sistemasi boshqaradi.



a



b

**2.9-rasm. Raqamli dasturli boshqariladigan stanoklar
(a – tokarli; b – frezer-gravyuralash stanogi)**

Iqtisodiy va texnik sabablarga ko`ra sarflov materiallar narxining oshib borishi, mavjud tizimlarning ma`naviy va moddiy eskirishi, ishlab chiqarish stanoklarining samaradorligi, aniqligi va ishonchligini oshishi sababli eski raqamli

dasturli boshqariladigan tizimlarning zamonaviylariga almashtirish bugungi kunda ko'pgina korxonalar uchun muhim bo'lib hisoblanadi.

Raqamli dasturli boshqariladigan (RDB) tizimlarining tahlili ularning iqtisodiy muvofiqligi va mikrokontrollerlar asosida yaratilgan RDB tizimlariga o'tishga sabab bo'ladi. AtmelATmegal 28 mikrokontroller asosida yaratilgan RDB tizimi tuzilishini ko'ramiz:

Mikrokontrollerning afzalliklari:

- Nisbatan yuqori chastotaga egaligi (16 MGts);
- CISC-arxitekturadan¹ farqli o'laroq bir tsikl sinxronizatsiya natijasida topshiriqlarni ajratib olish imkoniyatiga ega bo'lgan va nisbatan yuqori ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan RISC-arxitektura² bilan ta'minlanganligi;
- Flash-xotiraga ega bo'lishi, uning kengaytirish imkoniyati mavjudligi. U RDB dasturini binar tizimda saqlash jarayonida uning quvvati 20 ming operatsiyani bajarish imkoniyatini beradi.

Tizim arxitekturas. RDB tizimi mikroprotssessor qismining apparat ta'minoti quyidagilardan iborat: dasturga ishlov beruvchi asosiy modul (AM), klaviatura moduli (KM), raqamli-analog o'zgartirgichli va signal kuchaytirgichli chiqish moduli (ChM), asosiy modulda boshqarish dasturlarini yozib borishda foydalaniladigan dasturlashning avtonom moduli (DAM) (2.10-rasm).

Asosiy modul foydalanuvchi bilan hamkorlikda ishlash (klaviatura va monitordan foydalangan holda interfeysni ta'minlash) funktsiyasini, tahlil qilish, dasturni tayyorlash va interpolyatsiyalash vazifasini bajaradi.

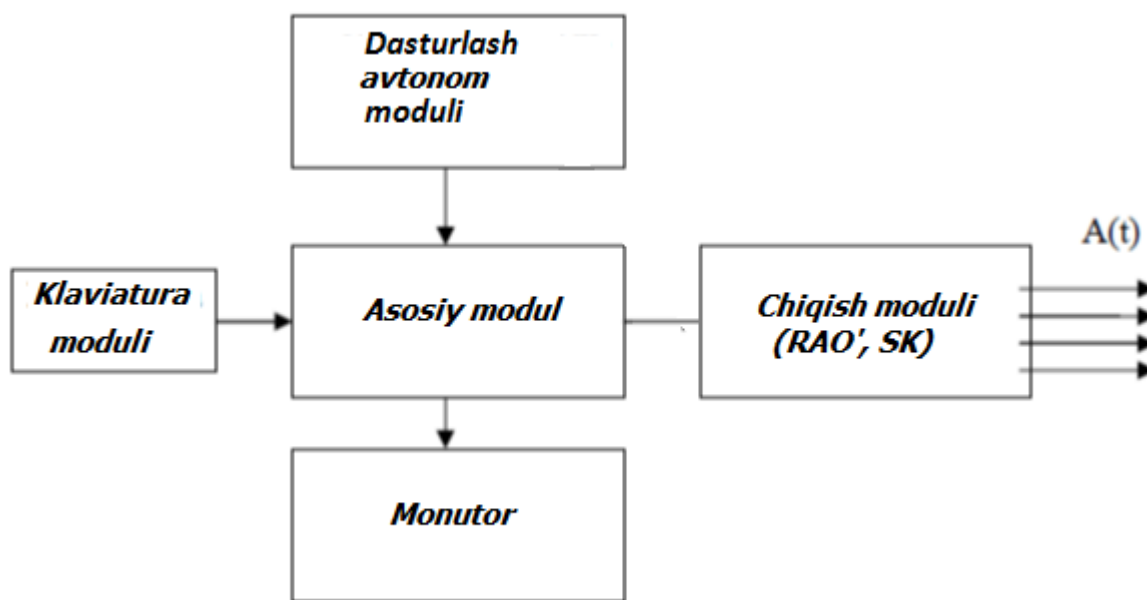
U *Atmel ATmegal28* mikrokontroller, EEPROM³ xotira va Flash⁴ kengaytirilgan xotiradan iborat. RDB tizimining bir yoki bir nechta dasturlari DAM

¹ CISC (англ. complex instruction set computer) — тип процессорной архитектуры, которая характеризуется следующим набором свойств: нефиксированное значение длины команды; арифметические действия кодируются в одной команде; небольшое число регистров, каждый из которых выполняет строго определённую функцию.

² RISC (англ. reduced instruction set computer — компьютер с набором коротких (простых, быстрых) команд) — архитектура процессора, в котором быстродействие увеличивается за счёт упрощения инструкций, чтобы их декодирование было более простым, а время выполнения — меньшим.

³ EEPROM (англ. Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) — электрически стираемое перепрограммируемое постоянное запоминающее устройство (ПЗУ).

yordamida mikrokontrollerning Flash xotirasiga yozib olinadi va u yerdan ijro etish uchun yuboriladi. Yuborilgan topshiriq (dastur) noto'g'ri topshiriqlar berilishi yoki belgilangan xarakteristikasidan oshirishi (masalan, tezlikni maksimal belgilangandan oshirish) oldini olish maqsadida qayta o'rganib chiqiladi.



2.10-rasm. Atmel mikrokontrolleri bazasidagi RDB sistemaning modulli strukturasi

Menyu tizimi ish parametrlarini moslashtirib sozlash va qo'shimcha xizmat ko'rsatish funktsiyalarini bajarishga imkoniyat beradi. 2 kGts chastotada ishlovchi taymer fazani boshqaruvchi signalni chiqish moduliga berishni ta'minlaydi. Ushbu taymer parallel ravishda boshqa vazifalarni ham bajarishga yordam beradi: klaviatura kontrolleriga so'rov o'tkazish, displayga ishlov beruvchini chaqirish (interpolyatsiya jarayonida o'zgaruvchan ma'lumotlarni displayga chiqarish uchun).

Taymer bo'yicha bajariladigan qo'shimcha topshiriqlarning chiqish signalining kechishiga olib kelmasligi uchun interpolyatsiya⁵ signali jamlanmalarini

⁴ Флэш-память (англ. flash memory) — разновидность полупроводниковой технологии электрически перепрограммируемой памяти (EEPROM).

⁵ Интерполяция, интерполирование (от лат. inter-polis — «разглаженный, подновлённый, обновлённый; преобразованный») — в вычислительной математике способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений.

buferlash ishlatiladi. Bu ayrim vazifalarni bajarish vaqti, masalan, ma'lumotlarni displeyga kiritish operatsiyasi, interpolyatsiya davridan ko'pligi bilan bog'liq.

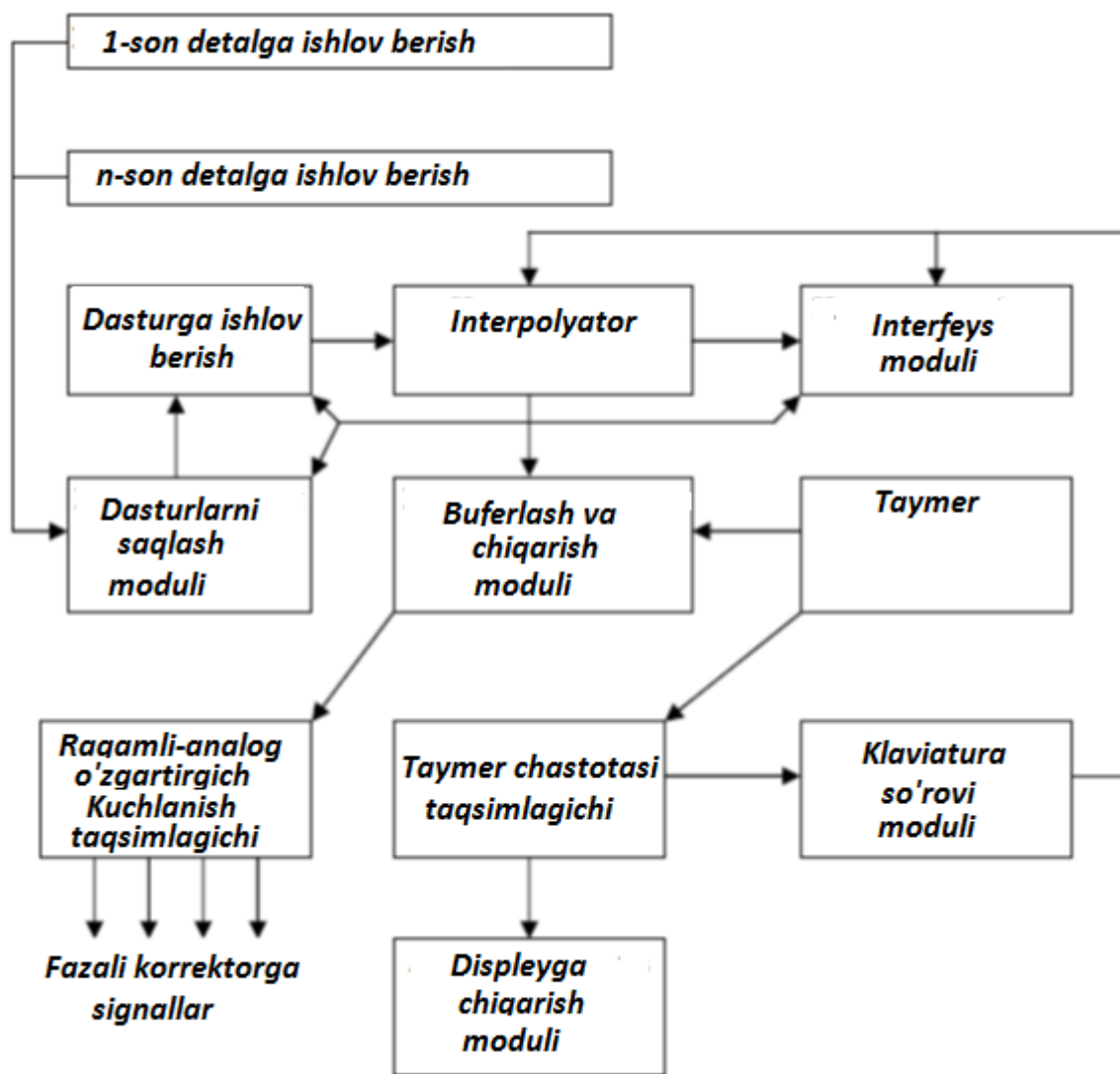
Chiqish moduli AMdan chiqadigan raqamli signallarni stanokni boshqaradigan analogli signallarga o'zgartiradigan RAO` jamlanmasidan va kuchlanishni bo'luvchidan (KB) iborat. Bunday tuzilish ham eski rusumdagi ham yangi boshqaruv tizimidagi stanoklarni ishlatish imkoniyatini beradi.

Interpolyatsiya topshiriqlarini bajarish jarayonida asosiy mikrokontrollerni ishini maksimal yengillashtirish uchun klaviaturali modul oddiy topshiriqlarni bajarishga mo'ljallangan alohida mikrokontrollerga ega. Bu mikrokontroller vaqt vaqti bilan klaviaturani sozlashni so'rab turadi, va bu o'z navbatida bir nechta klavishalardan bir vaqtning o'zida foydalanish imkoniyatini beradi (bu foydali xususiyat instrumentlarni qo'lda harakatlantirishda ishlatiladi) va klavishalarning tebranishi oldini oladi.

Dasturlash moduli *Intel 80486* protsessori asosida qurilgan. Dasturlash moduli avtonom modul bo'lib bir yoki undan ortiq dasturlarni tashqi xotiralardan (disketa, flesh-kartadan) yozib olish imkonini beradi. Yozuv *RS-232* porti orqali amalga oshiriladi.

RDB sistemasining dasturlash strukturasi ushbu sistemaning apparat va dasturiy ta'minoti bilan o'zaro muloqot qilishi uchun ma'lumotlar strukturasi va ish olib borish usullariga ega bo'lgan xususiy modullar to'plamdan iborat.

Mikrokontroller ishga tushganda asosiy modulga boshqarish beriladi. U dasturlar bilan ishlash (barcha dasturlarni o'chirish, yangi dasturlarni qo'shish) va dasturni ishga tushirish imkonini yaratadi. 2.11-rasmda asosiy modulning faqat dasturni ishga tushirish va servis vazifalarni bajaruvchi qismi ko'rsatilgan, asosiy modulning o'zi ko'rsatilmagan.



2.11-rasm. RDB sistemasining dasturlash strukturasi

Dasturga ishlov beruvchi dastur manzilini Flash- xotirasidan va uning nomini esa dasturni saqlash modulidan oladi. Dastur o`qiladi va chegaraviy xarakteristikalar to`g`riligi tekshiriladi. Agar chegaraviy xarakteristika qiymatidan ortgan bo`lsa, ogohlantirish xabarini beradi. Shundan so`ng interpolyatsiya davri boshlanadi.

Dasturga ishlov beruvchi navbatdagi topshiriqni olib, kadrning avvalgi va oxirgi tezliklarini (oldingi va keyingi kadrlarning tezligini inobatga olib) hisoblab chiqadi, va interpolyatorning tegishli topshirig`ini chaqiradi. Interpolyator tegishli hisoblash ishlarini amalga oshiradi va interpolyatsiyani boshlaydi. Buferlash modulida buferning o`lchamlari shunday tanlab olinadiki, bunda dastlabki hisoblash ishlarini olib borish vaqti to`ldirilmay qolgan buferdan tanlab olingan ma`lumotlarni

chiqarish vaqtidan oshmasligi kerak. “ilgarilanma harakat”, “aylanma harakat” va “to`xtab qolish” komandalari ishlatiladi.

Dasturga ishlov beruvchi quyidagi tezlik rejimlarini ta`minlaydi:

- Zagotovkani uzatish tezligini o`zgartirish;
- ko`rsatilgan tezlikkacha tormozlash.

Shu bilan birga dasturga ishlov beruvchi joriy koordinatalarni aniqlash va instrumentni berilgan kadrning boshlanish nuqtasigacha qaytarish kabi servis funksiyalarni ham bajaradi.

Ma`lumotlarni displeyga chiqarish moduli va klaviaturaning so`rov moduli ishi shunday tuzilganki, interpolator va boshqa modullarning ishi ularni ishi bilan parallel ravishda olib boriladi. Bunga ichiga o`rnatilgan taymer orqali erishiladi.

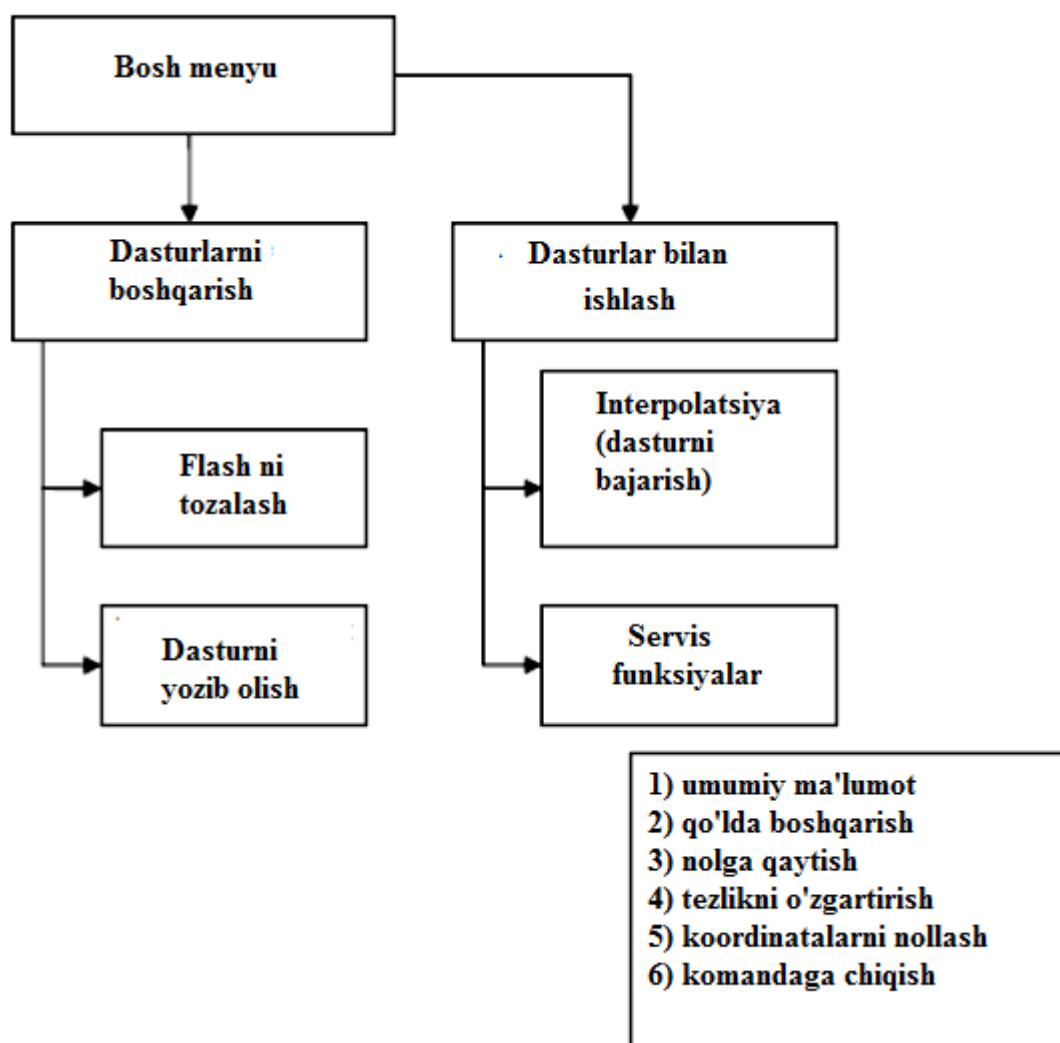
Ma`lumotlarni displeyga chiqarish moduli joriy chiqarish topshirig'ini tekshiradi va agar shunday topshiriq berilgan bo`lsa, ma`lumotni chiqarib olish uchun uni chaqiradi. SHunday qilib, har bir modul displey bilan aloqa qilmagan holda o`zining ma`lumot yuborish vazifasini bajaradi. Bu o`z navbatida dastur strukturasini oddiylashtirishda va qo`shimcha afzalliklarga (masalan, ma`lumotlarni tez chiqarishda ekranning yonib o`chmasligiga) yordam beradi.

Klaviatura moduli qo`shimcha vazifalarni ham bajaradi- tugmachalar holatini tekshirish funktsiyasi, ma`lum bir tugmacha bosilganda kutib turish va boshq.

Buferlash moduli interpolatordan ma`lumotlar jamlanmasini oladi va bufer ichida yig'ib turadi.

Buferga bo`lgan asosiy talablar: interpolatsiya davriga (ikkita ketma-ket ma`lumotlar jamlanmasi orasidagi vaqtga) ko`paytirilgan bufer o`lchamihsoblashlar o`tkazilgan uzun uchastka vaqtidan katta bo`lishi kerak. Bu eksperimental tarzda hisoblanadi.

RDB sistema dasturini boshqarish 2.12-rasmda ko`rsatilgan. Boshqarish ishga tushirilganda asosiy modul olinadi (“glavnoe menyu” ochiladi). Bu yerdan operator dasturlash moduli bilan ishlashi (dasturni yuklash, xotirani tozalash) hamda RDB sistemasini boshqarishi yoki uning servis funktsiyalarini bajarishi mumkin.



2.12-rasm. RDB sistemasining boshqarish oqimlari

Mikrokontroller dasturiy ta'minoti tomonidan vazifani bajarish algoritmi yechilishi sababli, bunday ishni tashkil etish sistemani universal bo'lishini va keng miqyosligini ta'minlaydi. Endilikda tizimning ko'pgina o'zgarishlari (masalan, yangi koordinatalarning kiritilishi, yangi tipdagi interpolyatsiya, sozlash, qayta aloqa tizimining qo'shilishi) apparat tizimini o'zgartirmasdan erishish mumkin.

Ishni bunday amalga oshirish tizimning servis funksiyasini kengaytirib stanoklarning iqtisodiy va texnik samaradorligini oshirishga imkon beradi. Servis funksiyalar ichida quyidagilar alohida ahamiyatga ega:

- stanokni vaqtincha to`xtatish va to`xtatilgan joydan yoki dasturdagi boshqa komandalardan ishni davom ettirish instrumentlarni almashtirish uchun texnologik pauza yaratish imkoni yaratiladi;

- eng kichik traektoriya bo`yicha instrumentni qo`l yordamida olib kelish imkonining mavjudligi, bunda instrumentni kerakli nuqtaga etib kelish uchun barcha pozitsiyalarni qayta bosib o`tish zaruriyati yo`qotiladi;

- tezlikni sozlash funktsiyasi, bunda ishlov berilayotgan yuza sifatiga ziyon etkazmasan turib tezlikni dinamik ravishda oshirish yoki kamaytirish imkoniyatining mavjudligi;

- instrumentni almashtirish uchun “nol” ga qaytarish va to`xtagan joydan davom ettirish funktsiyasi;

- tezlik va koordinatalarni nazorat qilish funktsiyasi, bu texnologik xatoliklar oldini olish, tezlik maksimal belgilangandan oshgan paytda xabar berish yoki instrumentning koordinatalar nol' qiymatiga qaytmasligi xaqida xabar berishi.

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. Mexatron tizimlarning vazifalari.
2. Odatdagi elektr yuritmalar tizimlarining funktsional sxemalarini tushuntiring.
3. Mexatron tizimning funktsionalsxemasi.
4. Mexatron tizimlar va odatdagi elektr yuritmalar tizimlari orasidagi umumiy xususiyatlar va farqlar.
5. Mexatron tizimlarni sanoatda qollash.

3 ma'ruza. Mexatronika tizimlarini avtomobil transportlarida qo'llash. Mexatronika tizimlarini qo'llash amaliyoti. Mexatronika tizimlarining yuritmalari va uzatish moslamalari. Mexatronika elektryuritmalari. Mexatronika gidravlik yuritmalari. Mexatronika pnevmatik yuritmalari.

REJA:

1. Mexatronika tizimlarni avtomobil transportida qo'llash.
2. Avtomobillarning aktiv xavfsizlik tizimlari.
3. Avtomobillarning passiv xavfsizlik tizimlari.
4. Mexatronikaning tibbiyotda qo'llanishi.
5. Kompyuterlar tashqi qurilmalari mexatronik ob'jekt sifatida.
6. Mexatronik tizimlarning turmushda qo'llanishi.

Asosiy kalit so'z va iboralar:

Avtomobil ; avtomobilni xavfsiz boshqarish tizimi (AVSM); aktiv va passiv xavfsizlik tizimi; tormozni antiblokirovkalash tizimi (ABS); intellektual kruiz-kontrol tizimi (ICCS); ob- havo datchigi; avtomobil xavfsizlik podushkasi (airbag)

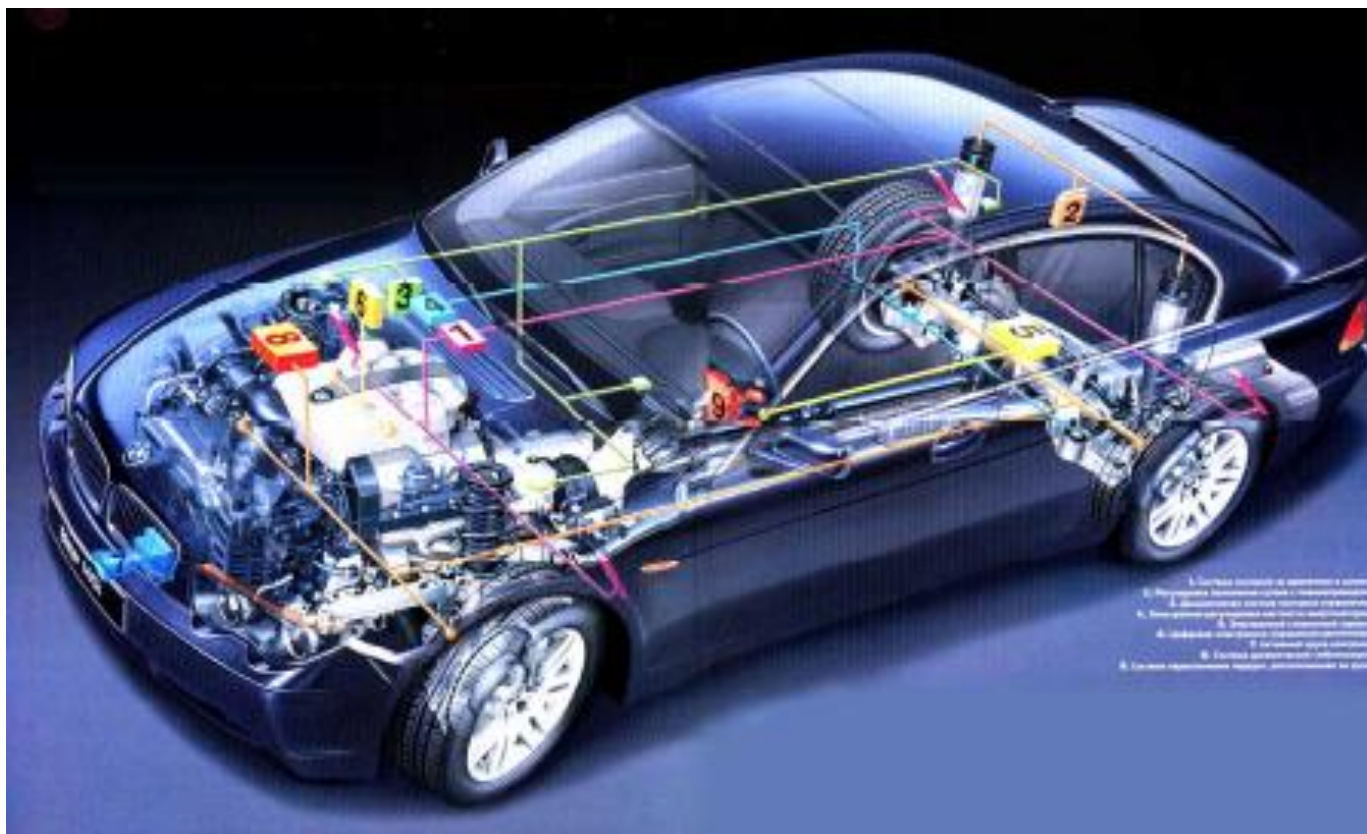
1.Mexatronika tizimlarni avtomobil transportida qo'llash

Yerusti transport vositalari ichida eng kompyuterlashgani bu avtomobil transportidir (transportlovchi robotlar bu yerga kirmaydi).

Avtomobil (yunon. *autos* - o'zim va lot. *mobilis* - harakatchan) o'z dvigateli bilan oson harakatlanadigan g'ildirakli yoki yarim gusenitsali rel ssiz transport mashinasidir .

Hozirgi vaqtda yengil avtomobilning 40% narxini elektron komponentlar va dasturiy ta'minot egallaydi. Avtomobillarda texnik yangiliklar kiritishning 90% ni elektron sistemalar tashkil qiladi. Preiyum klassdagi yengil mashinalarda 70 tagacha protsessorlar mavjud, elektron tizimining 50 dan 70% xarajatini dasturiy ta'minot tashkil qiladi. Amalda zamonaviy avtomobil - bu kompyuter, faqatg'ildirakli.

6.1-rasmda zamonaviy avtomobil va uning asosiy boshqarish tizimlari ko'rsatilgan.



3.1-rasm. Zamonaviy avtomobilning umumiy ko`rinishi

1- shinalardagi bosimni nazorat qilish tizimi; 2-pnevmoymuritmal kuzov holatini rostlash tizimi; 3-boshqaruvni nazorat qilish dinamik tizimi; 4-amortizatorlarning qattiqligi (tarangligi)ni rostlaydigan elektron tizim; 5-tormozni antiblokirovkalash tizimi; 6-dvigatelni boshqarish raqamli elektron tizimi; 7-aktiv kruiz-kontrol; 8-dinamik stabilizatsiyalash tizimi; 9-ruldaagi uzatmalarni almashtirish tizimi.

Ana shu elektron tizimlarning asosini mexatronika tizimlari (MT) tashkil qiladi.

Avtomobil bozorida kuchli raqobat mutaxassislarni yangi zamonaviy texnologiyalarni qo'llashga majbur etadi.

Zamonaviy avtomobil MTlari quyidagi funktsiyalarni bajaradi:

- Dvigatelni boshqarish;
- Uzatmalar korobkasini boshqarish;
- Harakat xavfsizligini ta'minlash (tormoz, diagnostika, xavfsizlik podushkalari, kruiz-kontrol, navigatsiya tizimi va h.k.)
- Qulaylikni yaratish (klimat-kontrol , audio- va videotizimlarni avtomatik boshqarish) va h.k.

Lekin, avtomobillarga asosiy qo'yiladigan talab – ularning xavfsizligidir. Shuning uchun, quyida avtomobillarning xavfsizlik sistemalarini ko'rib chiqamiz.

Hozirgi vaqtda автомобил ихтирочи-олимларнинг асосий маqsadi *yo'l-transport hodisalar (YTH) ni kamaytiruvchi "aqlli" elektron qurilmalarni ishlab chiqarish*

hisoblanadi. Bu ishlarning natijasi - *avtomobilni xavfsiz boshqarish tizimi (AXBt)*ning yaratilgani bo'ldi. Inglizchada (*AVSM -Advanced vehicle safety management*). Bu tizim avtomatik ravishda mashinalar orasidagi kerakli oraliqni saqlay oladi, mashinani sfoforning qizil signalida to'xtatadi, haydovchiga burilish uchastkasida mashina tezligining katta ekanligi haqida xabar beradi va h.k. Hatto, yangi tizimlar to'qnashish bo'lganda maxsus datchiklarning radiosignalizatori yordamida tez yordam mashinasi chaqirish imkoniyatiga ega.

Avtomobilni xavfsiz boshqarish tizimining 2 ta turi mavjud.

1. Avtomobilning aktiv xavfsizlik tizimi.
2. Avtomobilning passiv xavfsizlik tizimi.

Avtomobilning aktiv xavfsizlik tizimi –YTHni oldini olish va avtomobilning konstruktiv xossalriga bog'liq holda ular kelib chiqish sabablarini yo'qotishga qaratilgan avtomobilning konstruktiv va ishlatish xususiyatlari yig'indisidir. Boshqacha qilib aytganda AAXT – avariya sodir bo'lish sabablarini yo'qotib, avtomobilni xavfsiz ishlatishga qaratilgan barcha tizimlari yig'indisidir⁶.

Eng ko'p ma'lum bo'lgan va eng ko'p qo'llanidigan aktiv xavfsizlik tizimlari quyidagilar:

- Tormozni antiblokirovkalash tizimi (TAT) - *antilock braking system (ABS)*;
- Etakchi g'ildiraklarni probuksovkashdan himoyalash tizimi - *anti-slip system (ASS)*;
- Favqulodda tormozlash tizimi - *emergency braking system (EBS)* va boshqalar.

Yuqorida keltirilgan tizimlar avtomobilning tormozlash va dvigatelni boshqarish tizimlari bilan konstruktiv bog'langan, ular bilan birga o'zaro aloqada bo'ladi. Bu esa ushbu tizimlarning samadorligini oshirishga imkon beradi.

Bundan tashqari zamonaviy avtomobillarda quyidagi aktiv xavfsizlik tizimlari o'rnatilmoqda:

- adaptiv kruiz-kontrol ;
- avtomatik parkovkalash tizimi;
- aylana bo'yicha nazorat qilish tizimi va b.

⁶ <http://systemsauto.ru/active/active.html>

Avtomobilning passiv xavfsizlik tizimi – YTHsi roʻy berganda, haydovchi va passajirlarning shikastlanishidan himoyalashga qaratilgan avtomobilning konstruktiv va ishlatish xususiyatlari yigʻindisidir⁷.

Ular qatoriga quyidagilar kiradi:

- xavfsizlik kamarlari - seat belts;
- xavfsizlik podushkalari - airbags;
- xavfsizlik kamarlarini tarang tortish qurilmasi - seat belt tensioners

va b.

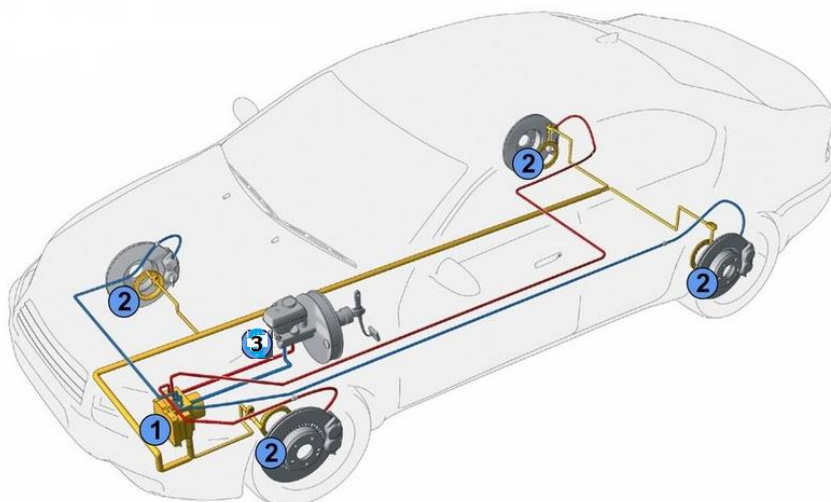
2. Avtomobillarning aktiv xavfsizlik tizimi (AAXT)

AAXTning asosiy vazifasi avariya vaziyatlarning oldini olish hisoblanadi. Boshqacha qilib aytganda, AAXTning vazifasi xavfli vaziyatlarni “his qilish” va toʻqnashuvlarning oldini olish, yoki, minimum, tezlikni kamaytirishdir.

AAXTning asosini **tormozni antiblokirovkalash tizimi (ABS)** tashkil qiladi. Yangi avtopilotlar qoʻllanilayotgan bir paytda ABS juda oddiy boʻlib va uning himoyalash xususiyati juda past boʻlib koʻrinishi mumkin. Lekin bu xato fikr hisoblanadi. Shu kunlarda ABSning boshqarish tizimi va datchiklari boshqa elektron tizimlarning asosi boʻlib kelmoqda. Yillar boʻyicha ABS yangi qoʻshimcha modullar bilan taʼminlanib kelinmoqda, chunki aktiv xavfsizlik ABSdan boshlanadi.

Tormozlashda gʻaltaklarning blokirovkasi bilan 100 yil oldin kurashish boshlangandi. Bu muammoni boshlanishida temir yoʻllarda sezdilar (gʻaltagi blokirovkalangan vagonlar rel sdan tushib ketish holatlari bor edi). XX asr oʻrtasida tormozlashda gʻaltaklar blokirovkalashini oldini olish sistemalari aviatsiyada keng tarqaldi. Birinchi marta seriyali ishlab chiqarilgan elektronli ABSi boʻlgan avtomobil 1978 yilda S-klassdagi Mercedes (W116) avtomobili boʻldi.

⁷ <http://systemsauto.ru/passive/passive.html>



3.2-rasm. Mercedes (W116) avtomobilining tormozni antiblokirovkalash tizimi (ABS)

1 – elektr yuritmalı gidravlik nasos; 2 – g'altaklar aylanish tezligi datchiklari; 3- boshqarish bloki

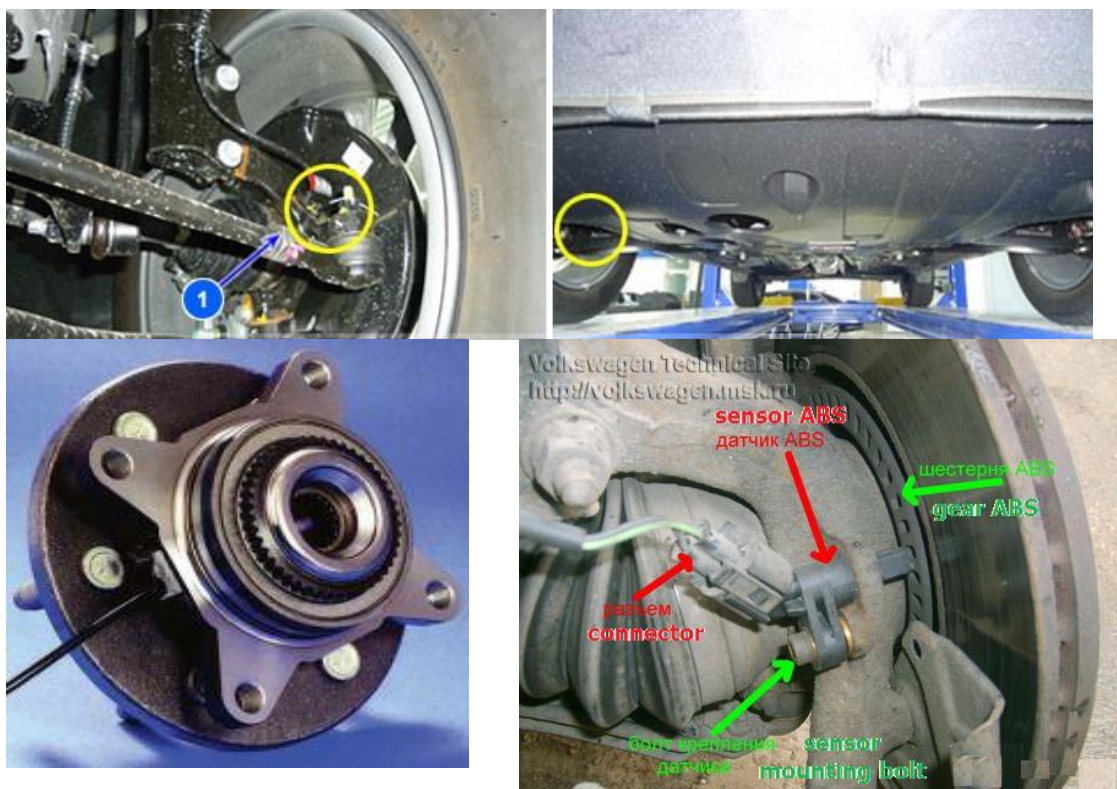
ABS lar quyidagi komponentlardan iborat: g'altaklar aylanish tezligi (chastotasi) datchiklari, boshqarish bloki (elektron protsessor), servoklapanlar, elektr yuritmalı gidravlik nasos va bosim akkumulyatori.

Intensiv tormozlashda g'altaklar aylanishdan to'xtaydi, avtomobil sirpana boshlaydi va rul bilan boshqarish imkoniyati bo'lmaydi, tormoz yo'li uzunligi esa bunda juda o'sishi mumkin. Bu quyidagicha ro'y beradi: g'altak aylanayotganida protektor va yo'l orasidagi kontaktda qovushqoqlik ishqalanishi (trenie stsepleniya) paydo bo'ladi, uning kuchi blokirovkada paydo bo'ladigan sirpanish ishqalanishi (trenie skol jeniya) kuchidan katta bo'ladi. Qovushqoqlik ishqalanishisiz g'altaklar yon tomon kuchlanishlarni qabul qilolmaydi, shuning uchun avtomobil inertsia ta'sirida sirpanishni davom ettiradi: bunda to'siqlarni aylanib o'tish yoki povorotga qaytish mumkin bo'lmaydi.

ABS bunday vaziyatga yo'l qo'ymaydi: g'ildirakdagi datchiklar aylanish tezligini sekundiga 10 marta o'lchab, g'ildiraklar blokirovkalanganda g'altaklarning yana aylanishini ta'minlash uchun gidromodul bir yoki bir nechta tormoz magistrallarida bosimni tushiradi.

Zamonaviy avtomobillarda asosan konstruktsiyasi sezgir element va uzatish elementlaridan tashkil topgan magnitrezistivli (magnitorezistivnie) aylanish chastotasi datchiklari va Xoll datchiklari qo'llaniladi. Magnitrezistivli datchiklarda magnit maydoni o'zgarishi natijasida qarshilik o'zgaradi. Xoll datchiklarida magnit maydoni o'zgarishi natijasida kuchlanish o'zgaradi.

Barcha zamonaviy ABSlar to'rt kanalli hisoblanadi, ya'ni elektronika har bir g'altakni alohida boshqaradi.



3.3-rasm. Aylanish chastotasi datchigini o'rnatish joyi



3.4-rasm. ABSning samaradorligini ko'rsatuvchi foto

Adaptiv (moslashuvchan) kruiz-kontrol tizimi - Adaptive Cruise Control (ACC). Harakat paytida oldingi mashina orasidagi distantsiyani nazorat qiladigan tizimlar 90-yillar o'rtasida paydo bo'ldi: 1995 yilda

Mitsubishi sedan "Diamante" ni bozorga olib chiqdi. 1999 yilda S-klassdagi Mercedes W220 da ABS bilan birga ishlovchi distantsiyani boshqaruvchi DISTRONIC tizimi yaratildi. Shundan keyin bu tizim yildan yilga rivojlanib ketmoqda. Bu tizimning asosiy funktsiyalari quyidagi rasmda ko'rsatilgan.

	Haydovchi tomonidan belgilangan tezlikda harakatlanish.
	Bir xil distantsiyani saqlagan holda oldingi avtomobil tezligi bo'yicha harakatlanish.
	Oldindagi avtomobil to'xtaganda berilgan distantsiyani saqlagan holda avtomatik to'xtash
	Oldingi mashina yurganidan 3 sek o'tgandan keyin harakatlanish.
	Harakat paytida orqa va yon tomondagi "o'lik" zonalarni nazorat qilish

3.5-rasm. Adaptiv kruiz-kontrol tizimining asosiy vazifalari

ACC tizimi tarkibiga masofa datchiklari, boshqarish bloki va ijro qurilmalari kiradi. Masofa datchiklari oldinda harakatlanayotgan

avtomobilning tezligi va ungacha bo'lgan masofani o'lchash uchun xizmat qiladi. Masofa datchiklari sifatida radar va lidarlar ishlatiladi.

Radar (ingl. *Radar, Radio Detection and Ranging* – radioaniqlash va masofani o'lchash)⁸ – ob'ektga elektrmagnit to'lqinlarni yuboradi va qaytish signali - aks-sado (exo)ni qabul qilib oladi. Oldinga ketayotgan avtomobilning tezligi qaytgan to'lqinning chastotasi o'zgarishi bo'yicha, avtomobilgacha masofa esa - signal qaytish vaqti bo'yicha aniqlanadi. Olingan parametrlar elektrik signalga o'zgartiriladi va boshqarish blokida yuboriladi.

Lidarda (ingl. *Lidar, Light Identification Detection and Ranging* – nur yordamida masofani aniqlash va o'lchash)⁹ infraqizil lazer nurlaridan foydalaniladi. Ular ular ishlash printsipi radarga o'xshash va radarga nisbatan arzon turadi, lekin ish faoliyati aniqligi ob- havo sharoitiga bog'liq, shuning premium-klass avtomobillarda radarlar ishlatiladi. Masofa datchiklari asosan oldingi bamperda yoki radiator panjarasida o'rnatiladi. Faoliyat radiusi 150 m ni tashkil qiladi.

Parkovkani nazorat qilish –Parking distance control (PDC). Akustik parkovkalash tizimi ul tratovushli datchikli tizim bo'lib, asosiy maqsadi parkovka vaqtida avtomobil va to'siqlar orasidagi distantiyasini nazorat qilishdir. Ul tratovushli datchiklar mashina va yaqin turgan to'siqlar orasidagi distantiya o'lchaydi va bu distantiya kamayishi bilan akustik signallar xarakteri o'zgaradi va displeyda haydovchi uchun ogo hlantirish signali paydo bo'ladi.

2003 yilda parallel parkovkalash imkoniyatiga ega avtomobil chiqdi. Birinchi bo'lib bu ishni Toyota Prius uddaladi.

Zamonaviy avtomobillarda avtomatik parkovkalash tizimlari mavjud. Ular quyidagicha ishlaydi:

1) ul tratovushli datchiklar (ultrasonic sensor) mashina perimetri bo'ylab joylashtiriladi. Ular soni qancha ko'p bo'lsa, shuncha yaxshi. Ular atrof-mu hit haqidagi vaziyatni skanirlab boshqaruv blokiga signalni etkazishadi. Faoliyat masofasi o'rtacha 4 m dan ko'proq. elektr energiyani ul tratovush to'lqinlariga (chastotasi 20 kGts dan ortiq bo'lgan mexanik tebranishlarga) o'zgartirib beruvchi sensorli qurilma ul tratovushli datchik deyiladi. Uning ishlash printsipi radarga o'xshash;

2) sistemaning "bosh miyasi" bo'lgan boshqarish bloki ultratovushli datchiklardan signallarni qabul qilib olib, qayta ishlaydi va samarali

⁸ Bowen, Edward George. Radar Days. — CRC Press, 1998.

⁹ Middleton, W. E. K, and Spilhaus, A. F., Meteorological instruments, University of Toronto, 3rd ed.-2002, 402 p.

parkovkalash uchun kerakli barcha boshqa boshqaruv tizim va modullarni ishga tushiradi;

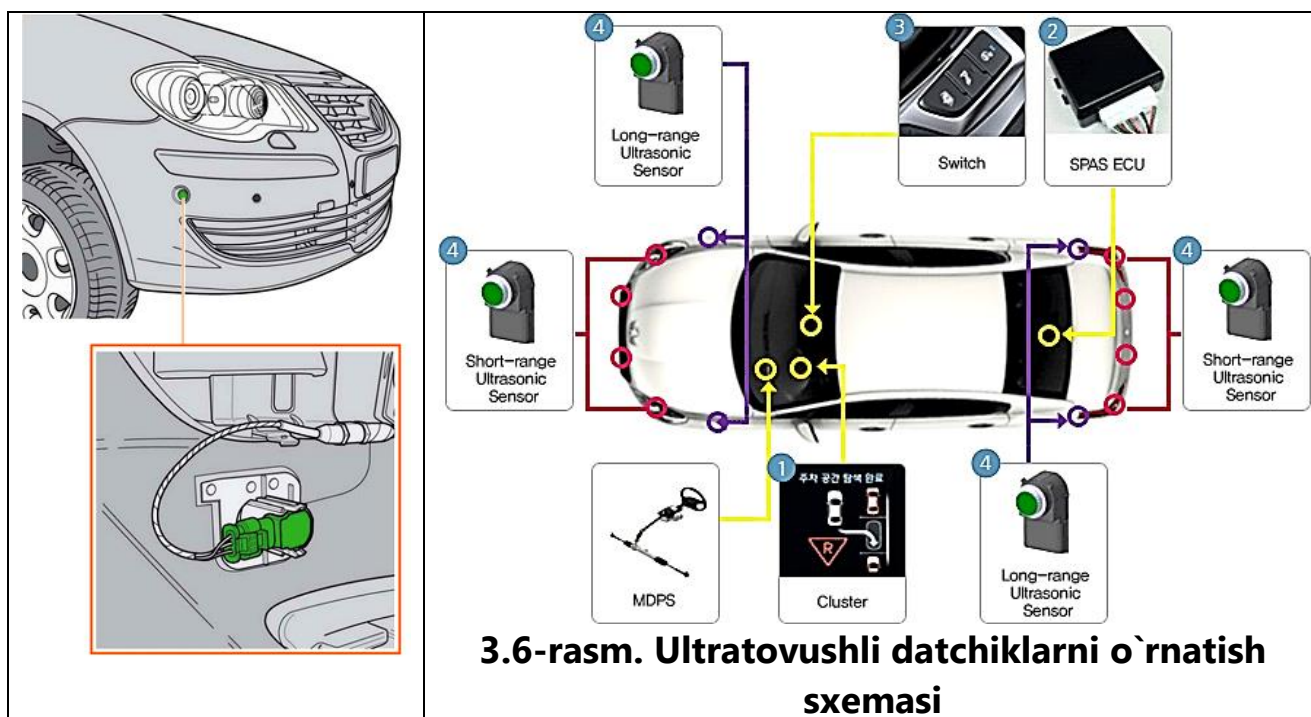
3) mashinaning kurs bo'yicha barqarorlik sistemasi avtoparkovka rejimida boshqarish blokidan nazorat qilinadi va mashinani berilgan traektoriyada saqlab turish uchun javob beradi;

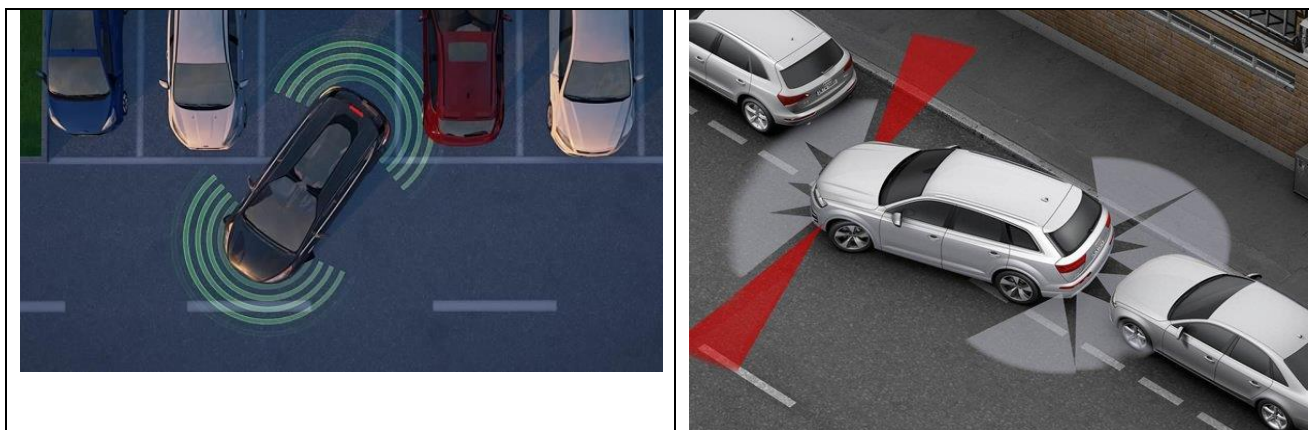
4) dvigatel to'liq avtoparkovka rejimi nazoratiga o'tadi. Bunda aylanishlar soni rostlanib, yonilg'i berish jadalligi nazorat qilinadi;

5) rul boshqaruvi – rul g'altagi aylanishi ul tratovushli datchiklardan olingan signallar asosida amalga oshiriladi. Uning aylanish jadalligi real vaqt rejimidagi avtoparkovka sistemasi tomonidan boshqariladi. Haydovchi ishtiroki kerak bo'lmaydi.

6) uzatmalarni avtomatik korobkasi avtoparkovka nazoratiga olinadi. "Parkovka" va "drayv" rejimlarini o'zaro almashtirish elektronika boshqaruvi bilan bajariladi.

Xavfsizlik va avariya holatini yo'qotish maqsadida haydovchi xoxlagan vaqtida parkovkalashni o'z qo'lga olish imkoniyatiga ega. Lekin oxirgi yillardagi ko'plab testlar bu tizimni ishonchli ekanligini ko'rsatdi. Bu tizimlar xavfsiz va ishlatish uchun qulaydir.



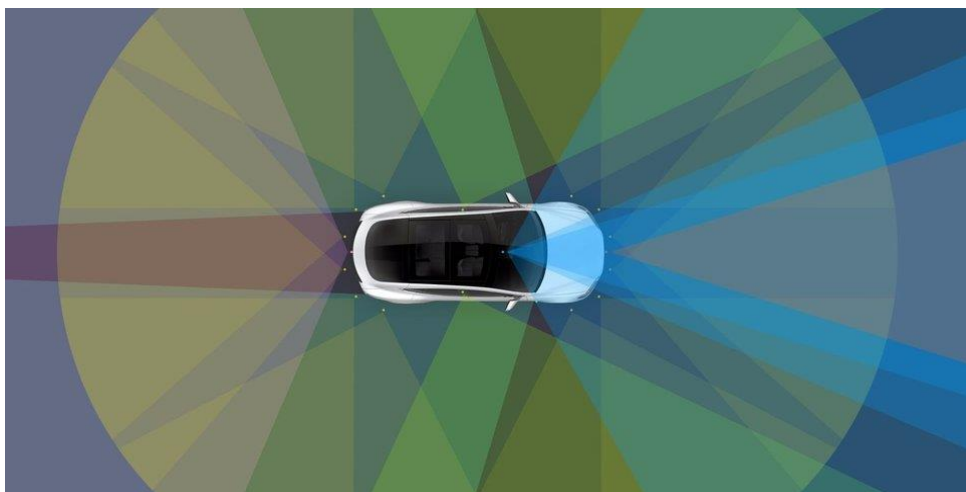


3.7-rasm. Avtomatik parkovkalash sxemalari

Keyingi qadam – avtomobilni butunlay avtonom boshqarish sistemasiga o'tish. 2015 yil kuzida Tesla kompaniyasi Autopilot dasturiy ta'minotini yaratdi. Bu butunlay pilotsiz harakatlanish bo'lmagan, balki rivojdangan kruiz-kontroldir (adaptiv kruiz-kontrol). Bunday ishlarni Volvo S90 Pilot Assist sistemasini bilan va E-klassdagi yangi Mercedes Drive Pilot ji hozi bilan birga bajardi.

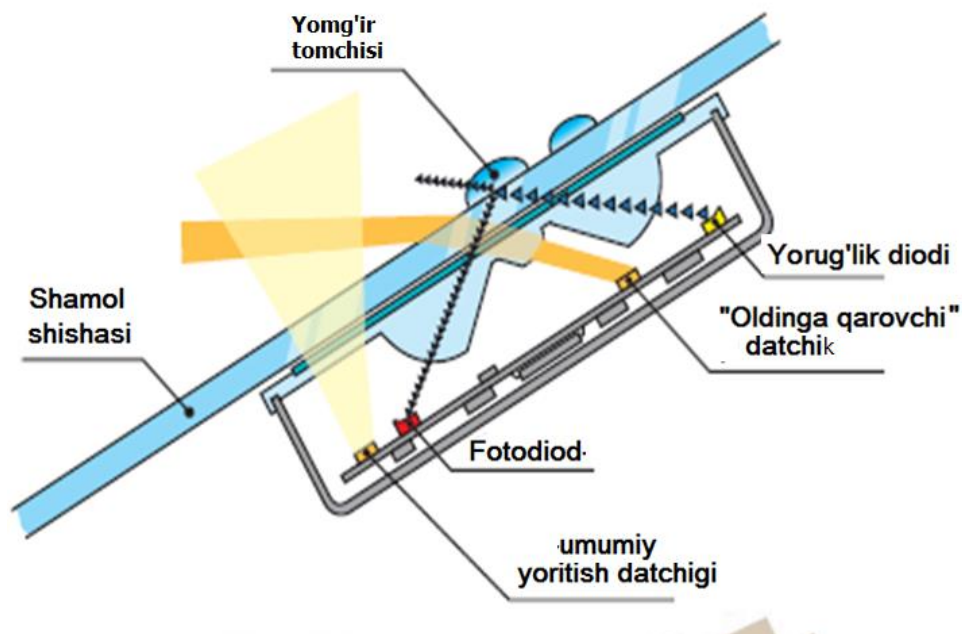
Avtomobilni boshqarish uchun har tomonga qarab turuvchi ko'proq "ko'rish organlari" – radarlar va datchiklar kerak bo'ladi. Bu asboblardan kelayotgan ma'lumotlarni "sun'iy intellekt" qabul qilib, harakat yo'lidagi barcha ob'ektlarni, yo'l chiziqlarini, burilishlarni, yo'l belgilarni "ko'ra oladi", va bu ma'lumotlar asosida elektronika yo'l marshruti va rejimlarini belgilaydi va ularni bajarish uchun ijro mexanizimlariga komanda beradi.

Xo'sh avtomobilda ideal holatda qancha "ko'rish organlari" bo'lishi kerak? eng rivojlangan tizim hozircha Tesla avtomobillarida mavjud. Unda aylana bo'yicha ko'rish uchun 8 ta videokamera (uchtasi oldinga qaraydi: asosiysi mashinadan 150 m masofani ko'radi, ikkinchisi – 250 m ni va uchinchisi katta burchakni ko'radigan kamera 60 m ni ko'ra oladi). Yon va orqa tomonlarda yana 5 ta kamera joylashgan. Bundan tashqari 160 m masofani ko'ra biladigan asosiy radar va mashina atrofi bo'yicha joylashgan 12 ta ul tratovushli datchiklar bor.



3.8-rasm. Tesla avtomobilining atrofni “ko`rish” imkoniyati

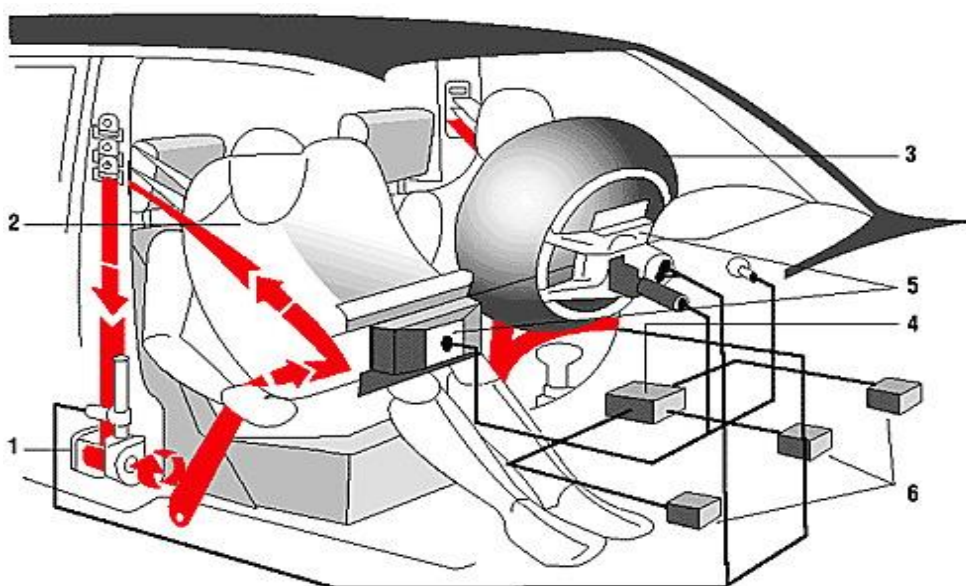
3.9-rasmda “Bosh” firmasining **ob- havo datchigi** ko`rsatilgan. Mashina modeli turiga qarab ichkarida bitta IQ yorug`lik diodi va 1-3 ta foto qabul qiluvchi joylashtiriladi. Yorug`lik diodi ko`z ko`rmaz nurni mashina shamol shishasi yuzasiga nisbatan o`tkir burchak ostida tarqatadi. Agar ob-havo quruq bo`lsa barcha nurlar tesqariga qaytarilib foto qabul qiluvchiga tushadi (shunday optik tizim ishlangan). Nurlar impuls shaklida berilganligi sabab datchik boshqa nurga reaksiya qilmaydi. Agar shamol shishasi yuzasiga tomchi yoki suv qatlami bo`lsa, nurlarning shishadan qaytish sharoiti buziladi va nurning bir qismi atrof-mu hitga tarqaladi. Buni sensor sezadi va kontroller shisha yuvuvchi uchun ishlash rejimini tanlab, uni ishga tushiradi. Agar kerak bo`lsa, bu qurilma mashina tomidagi elektrolyukni ham yopadi, eshiklardagi shishalarni ko`taradi. Yana 2 ta fotodiod bu tizimda mavjud. Ulardan biri faralarni avtomatik tarzda yoqadi (kech tushganda yoki mashina tonnolga kirganda), ikkinchisi “dalniy” va “blijniy” faralarni o`zgartirib turadi. Bu funktsiyalarning ishlashi mashina modeliga bog`liq.



3.9-rasm. "Bosh" firmasi ob- havo datchigining ishlash printsipli

3. Avtomobilning passiv xavfsizlik tizimlari

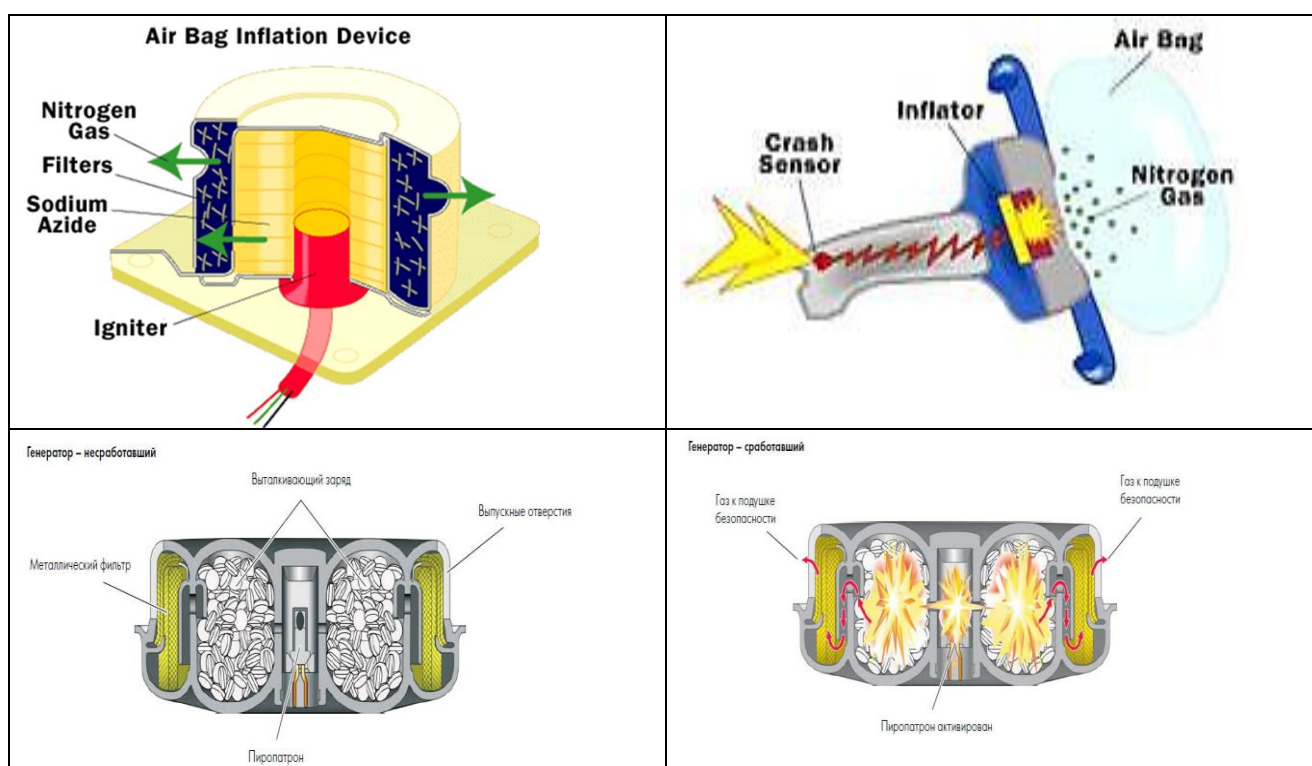
Avtomobil xavfsizlik podushkasi (airbag). Uning elementlari avtomobilning xar qaysi qismlarida joylashgan (3.10-rasm). Inertsion datchiklar mashina modeliga qarab, mashina bamperida, motor to'sig'i oldida, haydovchi tirsak osti joyida joylashgan bo'lib, avariya paytida boshqarishning elektron blokiga signallarni yuboradi. Zamonaviy AXBT da frontal datchiklar 50 km/soat dan yuqori tezlikdan paydo bo'lgan zarbada ishlaydi. Yon tomondagilar bundan kichikroq zarbada ishlaydi.



3.10-rasm. Avtomobil xavfsizlik podushkasi.

1 - Xavfsizlk kamarini tarang tortish qurilmasi; 2 – yo`lovchi uchun xavfsizlik podushkasi; 3 - haydovchi uchun xavfsizlik podushkasi; 4 - boshqarish bloki va markaziy datchik; 5 - ijrochi modul; 6 - inertsia datchiklari.

Elektron blokdan signal gazogenerator bilan ulangan asosiy modulga uzatiladi. Asosiy modul diametri 10 sm va balandligi 1 sm li tabletka shaklida bo`lib, azot generatsiyalovchi moddadan iborat. elektr impuls tabletkaning patronini yondiradi va kristallar portlash tezligida gazga aylanadi. Ana shu jarayon juda tez amalga oshiriladi va podushka 25 ms ichida gazga to`ladi (3.11-rasm). Keyin podushka 200-300 km/soat tezlikda insonning ko`kragi tomon otilib keladi.



3.11-rasm. Gazogeneratorning ishlash printsiipi

Avtomobillardan tashqari katta ahamiyat yengil transport vositalari (ETV) ga qaratilgan. Ular asosan elektr yuritmada ishlaydi. Bularga misol: elektrvelosiped, giroskuter, elektroskuter, monog`ildirak, elektromobillar va boshqalar. Bularning ta`minot manbai avtonom (elektرباتareyalar) bo`ladi.

ETV ichki yonuv dvigatellar bilan ishlaydigan transportga alternativ bo`lib, asosan hozirgi vaqtda davolash maskanlarida, turistik va xiyobon komplekslarda va x.k.da ishlatiladi.

14 dyumli monog`ildirak Hoverbot S2 ning texnik parametrlari quyida keltirilgan.

Quvvati 800 Vt, maksimal tezligi 18 km/soat. Bitta zaryadkada o'tish yo'li 20 km. Gabarit va yoritish lampalari mavjud.

ETV yaratishning asosini katta momentli elektrdvigatel bazasidagi "motor-g'ildirak" tipidagi mexatronik modullar tashkil qiladi.

3.1-jadvalda ETV uchun harakatning mexatronik modullarining texnik xarakteristikalarini keltirilgan.

3.1-jadval.

Elektryuritmal ETV	Texnik ko'rsatkichlar					
	Maksimal tezlik, km/soat	Ishchi kuchlanish, V	Quvvat, kVt	Nominal' moment, Nm	Nominal tok, A	Massa, kg
Kreslo – Kolyaska	6	24	0,15	25	8	10
Elektr-Velosiped	15	24	0,3	20	15	12
Giroskuterlar	20	24	0,5	15	20	12
Minielektrmobillar	80	110	2,5	30	28	25

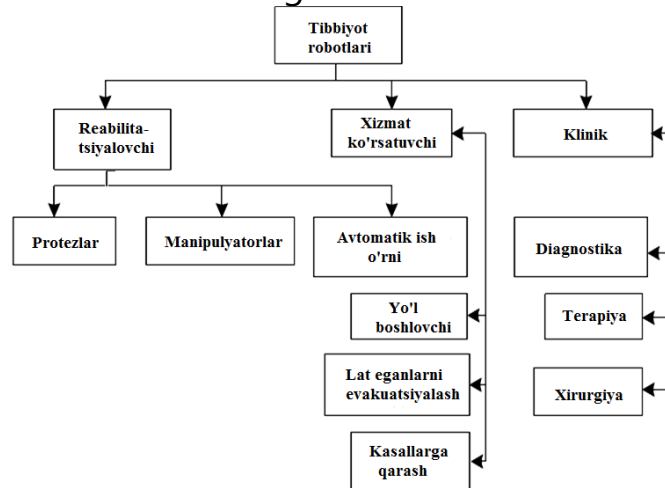
Dars oxirida o'tilgan tushunchalarni eslab qolish uchun "Tushunchalar ta hlili" usulidan foydalanamiz.

Tushunchalar ta hlili

Tushunchalar	Sizningcha bu tushuncha qanday ma'noni anglatadi?	Qo'shimcha ma'lumot
Avtoobil Car, vehicle		(yunon. <i>autos</i> - o'zim va lot. <i>mobilis</i> — harakatchan) o'z dvigateli bilan oson harakatlanadigan g'ildirakli yoki yarim gusenitsali relssiz transport mashinasidir
Avtomobilni xavfsiz boshqarish tizimi (AXBT) Advanced vehicle safety management (AVSM)		Bu tizim avtomatik ravishda mashinalar orasidagi kerakli oraliqni saqlay oladi, mashinani sfetofoming qizil signalida to'xtatadi, haydovchiga burilish uchastkasida mashina tezligining katta ekanligi haqida xabar beradi va h.k.
Aylanish chastotasi Rotation frequency		Jismning aylanishlar sonining aylanishga ketgan vaktga nisbatiga teng

		kattalik. Odatda, n b-n belgilanadi. O'lchov birligi birligi - s^{-1} (SI da). Sistemaga kirmagan birliklari - ayl/ min va ayl/ sek.
Datchik The sensor		O'zgartirgich, sezgir element deb ham aytiladi. Nazorat qilinadigan yoki rostlanadigan kattalikni (kirish signalni) masofaga uzatish uchun hamda qulay bo'lgan chiqish signaliga o'zgartirib beradigan qurilma. Datchik AT ning sezgir elementi hisoblanadi. U chiqish signalining turiga ko'ra elektrik, gidravlik, pnevmatik hamda mexanik signallar ishlab chikaradigan turlarga bo'linadilar.
Radar Radar, Radio Detection and Ranging		radioaniqlash va masofani o'lchash degan ma'noni anglatadi – ob'ektga elektrmagnit to'lqinlarni yuboradi va qaytish signali - aks-sado (exo)ni qabul qilib oladi. Olingan parametrlar elektrik signalga o'zgartiriladi va boshqarish blokida yuboriladi.
Lidar Lidar, Light Identification Detection and Ranging		Nur yordamida masofani aniqlash va o'lchash qurilmasi. Avtomobillarda infraqizil lazer nurlaridan foydalaniladi
Sinergiya Synergy		grek. – " <i>hamkorlik, ko'maklashish, yordam, hamji hat harakat, umumiy bir maqsadga yonaltirilgan</i>" ma nosini anglatadi.

Mexatronikaning tibbiyotda qo'llanishi. Hozirgi vaqtda tibbiy yuqori texnologiyalar shiddat bilan rivojlanmoqda. Ko'p davlatlarda tibbiyot sohasida ishlatiladigan mexatronik qurilmalarni ishlab chiqarish borasida izlanishlar olib borilmoqda. Tibbiy mexatronikaning asosiy yo'nalishlari –bu nogironlar reabilitatsiyasi uchun qurilmalar, servis operatsiyalarni bajarish, hamda klinik qo'llash uchun ishlatiladi. Tibbiy mexatronika rivojlanishining asosiy yo'nalishlari 3.12- rasmda aks ettirilgan.



3.12-rasm. Tibbiy mexatronika rivojlanishining asosiy yo'nalishlari

Nogironlar reabilitatsiyasi uchun robotlar. Tibbiy reabilitatsiya uchun robotlar ikkita vazifani bajarish uchun mo'ljallangan: yo'qotilgan oyoq va qo'llar funksiyasini bajarish hamda to'shakda qolgan nogironlar (ko'zi ojizlar, tayanch tizimi yoki boshqa og'ir xastaliklar natijasida yotib qolganlar) hayot tarzini yaxshilash.

Protezlash tarixi bir necha yuz yilliklarga ega, ammo mexatronika kuchaytirilgan protezlar bilan ishlaydi. Zamonaviy avtomatlashtirilgan protezlar uning konstruktsiyasining qiyinligi va ishlatish samarasining pastligi, robot sifatida ishi sifati pastligi sababli keng miqyosda qo'llash imkoniyatini bermaydi. Bugungi kunlarda protezlar konstruktsiyasiga yangi materiallar va elementlarni kiritish orqali ularning xarakteristikasini yaxshilash borasida qator ishlar olib borilmoqda (m-n, plyonkali tenzodatchiklar yordamida qo'l protezlarida barmoqlar harakati va kuchini yaxshilashi, ko'z orqali qo'l protezini boshqaradigan ko'zoynakka biriktirilgan elektron-optik datchiklar va b.).

Yaponiya davlatida olti erkinlik darajasiga va boshqarish tizimiga ega bo'lgan mexanik qo'l yaratilgan (3.13-rasm).



3.13-rasm. Robotlashtirilgan “qoʻl”

Oksfordda (Buyuk Britaniya) oldindan dasturga kiritilmagan topshiriqlarni bajarishga moʻljallangan protez uchun ishlatiladigan manipulyatorlar uchun boshqaruv tizimi yaratilgan. Ular sensor, jumladan, nutqni aniqlash tizimini amalga oshiradi. Oyoq va qoʻlsiz qolgan bemorlar uchun boshqaruv signallarini tashkil qilish muammo boʻlib hisoblanadi. Ikki yoki toʻrt oyoq-qoʻli amputatsiya qilingan, falajga uchragan bemorlar uchun bosh mushaklarining qisqarishi hisobidan elektrik signal beruvchi moslamalar mavjud. Bosh yoki qoshlarning harakatiga reaksiya qiladigan va mikroprotsessorga beradigan signal hamda manipulyatorning ijrochi organlariga boshqaruv signallarini yetkazadigan bemorning boshiga oʻrnatilgan datchiklar bilan jihozlangan mexanik qoʻl konstruktsiyasi yaratilgan.



3.14-rasm. Oldindan dasturga kiritilmagan topshiriqlarni bajarishga moʻljallangan protez uchun ishlatiladigan manipulyator

Toʻshakda yotib qolgan bemorning hayot tarzini yaxshilash maqsadida turli xildagi robotlashtirilgan tizimlar yaratilgan. Nogironlik aravachasiga oʻrnatilgan va EHM orqali boshqariladigan manipulator - antropomorf qoʻl sifat jihatdan yangi konstruktiv yechim boʻlib hisoblanadi. Bu tizim qoʻl-manipulyator yordamida fiziologik ehtiyojlarni qondirish, telefonni ishlatish kabi boshqa vazifalarni bajarishga yordam beradi.

Nutq komandalari yordamida topshiriqni shakllantiradigan, markaziy nazorat posti yoki boshqaruv uskunalar yordamida oʻz funksiyasini amalga oshiradigan tibbiyot robotlashtirilgan komplekslar maʼlum. Bu tizim manipulyator – antropomorf qoʻl, boshqaruv apparaturasi, topshiriqlar uskunasi, televizion monitor hamda avtomatlashtirilgan transport telejkani oʻz

ichiga oladi. Bemor xohishiga ko'ra televizor va radioni, yoritish lampalarini yoqib o'chirishi, to'shakdagi o'z holatini o'zgartirishi, manipulyatorni ishga solishi mumkin.

Yaponiyada ko'zi ojizlar uchun *Meldog* yo'l boshlovchi mobil robot ishlab chiqarilgan bo'lib, u texnik ko'rish va EHM bilan ta'minlangan boshqaruv tizimga ega to'rt g'ildirakli aravachadan iborat (3.15-rasm). EHM xotirasiga ma'lum hudud bo'yicha harakat yo'nalishi kiritilgan. Bir datchiklar bino devorlari va tanlangan nuqtalarga asoslanib ko'cha chorrahasini belgilab bersa, ikkinchisi yo'ldagi to'siqlar to'g'risida ma'lumot beradi. Datchiklarning signaliga qarab robotdagi EHM to'siqlarni o'tish strategiyasini ishlab chiqadi.



3.15 –rasm. Yo'l boshlovchi robot

Yo'l boshlovchi robot ko'zi ojiz bemorning beliga bog'langan kamarda o'rnatilgan aloqa elementlari bilan boshqariladi. Ushbu kamardan chiqadigan impulsar robotni chapga, o'ngga yoki to'xtatishga topshiriq beradi. Robot bemor tezligini nazorat qiladi, va bemordan 1-2 m oldinda to'xtaydi. Kelajakda mazkur robotlarni ehtimollik mantig'i printsipiga asoslangan boshqarish tizimlar bilan jihozlangan variantlarini ham ishlab chiqarish rejalashtirilgan.

Helpmate tibbiy roboti texnik ko'rik tizimi bilan jihozlangan bo'lib, bir nechta rangli TV kamera, akustik lokatorlar hamda yo'ldagi to'siqlarni ajrata biladigan, to'siqqacha bo'lgan masofani o'lchaydigan va yo'nalishni belgilab beradigan kontaktsiz datchiklardan iborat (3.16-rasm). Robotning old qismida shoshilinch to'xtatish uchun elektr o'chirgich (orqa devorda ham qo'shimcha ravishda o'rnatilgan), signal chiroq va burilish signallari joylashtirilgan.



3.16-rasm. *HelpMate* tibbiy roboti

Robotning orqa devoriga hududning xartasini o`qish moslamasi – klavishli panel, ovqat uchun lotoklar va akkumulyator uchun tokcha o`rnatilgan.

Hududdagi to`siqlarni aylanib o`tish strategiyasi EHM yordamida hal etiladi. Olingan birlamchi ma`lumotlar mantiqan o`rganib chiqiladi va xaritaga joylashtiriladi. Robotning oldidagi datchiklar yo`lni o`rganadi, to`siqni aniqlaydi, robot EHMi esa to`siq agar harakat qilayotgan bo`lsa, uning uzoqlashishini kutadi, agar harakatsiz bo`lsa, uni aylanib o`tish yo`lini belgilab beradi. Barcha harakatlar va amallar mashina xotirasiga yozib olinadi. Agar xatoliklar aniqlansa, barcha amallar va turli xil variantlar qayta ko`rib chiqiladi va boshqaruv tizimida korrektsiya qilinadi. Mobil robotni avtonom rejimda harakatlanishini o`rgatish muddati marshrutning murakkabligi, shifoxona eshiklari va yo`laklari kengligiga bog`liq.



3.17-rasm. *Kinetec 6080 elbow CPM* trenajyori

Tirsak bo`g`imi uchun bilak bilan yoki bilakni qo`shmagan holda passiv xarakatini avtomatik korrektsiyalashga mo`ljallangan *Kinetec 6080 elbow CPM* trenajyori. Bu trenajyor ishlatish uchun yengil va qulay bo`lib, krovatda ham,

kresloda o'tirgan vaqtda ham ishlatish mumkin. Trenajyor operatsiyadan keyingi bo'g'im harakatlarining cheklanishi oldini oladi.

Klinik robotlar. Klinik robotlar asosiy uchta masalani yechishga mo'ljallangan: *kasalliklarni tashhishlash, terapevtik va jarrohlik davolash*. EHM bilan boshqariladigan turli xil tibbiy uskunalarning ommaviy ishlab chiqarilishi vrachlik amaliyotiga katta ta'sir ko'rsatdi.

Ekranda tekshirilayotgan inson organini ko'rsatib turuvchi (m-n: EHM bilan boshqariladigan tomografli) diagnostik tizimlarda mexatronika va robotexnika elementlari ishlatilib kelinmoqda.

Ichki organlar tasvirini olish uchun ishlatiladigan energiya turiga qarab kompyuter tomograflarning bir necha xil turlari mavjud. Quyida rentgenli tomograf ishini ko'rib chiqamiz.

Kompyuter tomografiyasi — ob'yekning ichki strukturasini to'qimalarni yemirmasdan qavatma-qavat o'rganadigan usul. 1972 yilda Godfri Xaunsfild va Allan Kormak tomonidan taklif qilingan va bu ishlanma uchun Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan.



3.18-rasm. Kompyuter tomografiyasi

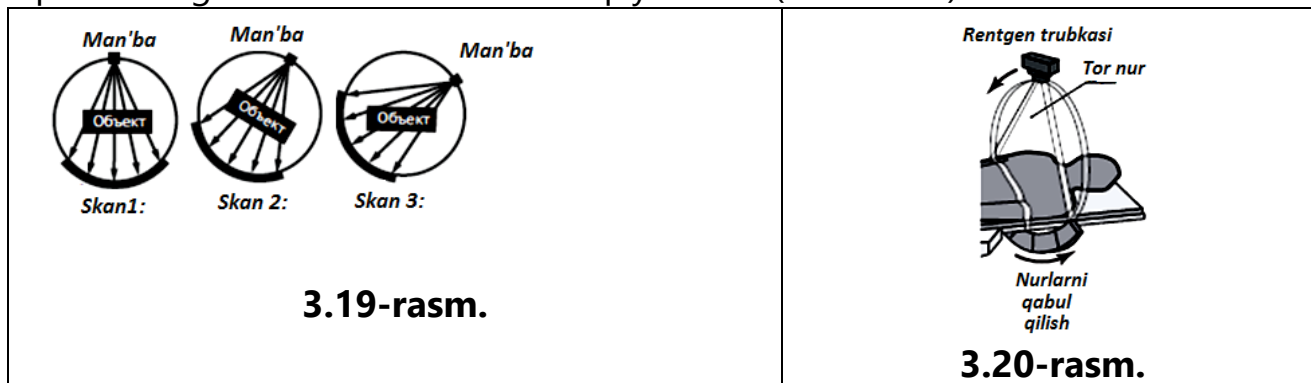
Tomograf bemor atrofida aylanayotgan rentgen trubkasidan chiqayotgan nurlarning tanadan o'tayotgan miqdorini raqamli tarzda ifoda etadi. Ob'ektdagi yoysimon o'tayotgan rentgen nurlarining yutish koeffitsienti bir necha yuz yoki bir necha ming qattiq kristalli rentgen detektorlari yordamida o'lchanadi. Detektorlar har bir proektsiyadan ma'lumotlarni yig'ib, raqamli shaklga keltiradi va kompyuter yordamida tahlil qilinadi. Olingan ma'lumotlar asosida kompyuter organing ko'ndalang kesimini konstruksiyalaydi. Bu o'z navbatida oddiy rentgen ma'lumotlaridan ko'ra afzalroq bo'lib, organ yoki to'qimaning xoxlagan proektsiyadagi rasmini olish hamda past kontrastli ob'ektlar to'g'risida ma'lumotlar berish imkonini beradi.

Rentgen tomograflar quyidagi asosiy qismlardan iborat: *skanerlaydigan moslama, rentgen tizimi, rentgen trubkasini aylantirish moslamasi, boshqarish pulti va EHM*.

Skanerlaydigan uskuna aylana ramadan iborat bo'lib, o'z ichiga aylanadigan rentgen trubkasi va bir qancha qabul qiluvchi detektorlarni oladi. Bir joyda turgan ob'ektni tomografiya qilish jarayonida maxsus yuritma yordamida rentgen trubkasi rama ichida aylanma harakat qiladi, bunda rentgen nurlarining tebranayotgan dastasi turli burchaklar ostida ob'ekt ichidan o'tadi. Yumshoq to'qimalardan o'tgan rentgen nurlari qabul qiluvchi datchiklar tomonidan qabul qilinadi va ma'lumotlar tahlil uchun EHMga yuboriladi. Bunda har bir kesim nuqtasidan o'tgan rentgen nurlarining singish koeffitsienti hisoblanadi. Murakkab matematik hisoblashlar natijasida tekshirilayotgan organ kesimining yassi ko'rinishi olinadi. Rentgen tizimi trubka va generatordan iborat. Rentgen trubkasi 50 Gts impulsli rejimda va 100-130 kV kuchlanishda ishlaydi.

Trubka ikkita sovitgich tizimiga ega: trubkaning o'zi moy bilan sovitiladi, moyning o'zi esa suv yoki ventilyator yordamida sovitiladi. Trubka impulsli rejimda ishlaydigan yuqori voltli generator orqali tok bilan ta'minlanadi.

RKT jarayonida yuborilgan rentgen nurlari ob'ekt orasidan o'tadi, nurning so'nishi bir vaqtning o'zida priyomnikda qayd etiladi (3.19-rasm). Shundan so'ng tizim patsiyent atrofida bir necha gradusga aylanadi va yangi skanerlash jarayonini olib boradi. Bu ish barcha talab qilingan burchaklar qamrab olguncha bir necha marta qaytariladi (3.20-rasm).



Boshqaruv pulti kompyuter tomografning asosiy qismi bo'lib hisoblanadi. U skanerlash tizimi va EHM bilan bevosita bog'liqdir. Boshqaruv pulti tarkibiga ikkita videomonitor kiradi: biri matnli, ikkinchisi esa kesimlarni ko'rsatishga mo'ljallangan. Skanerlash dasturi kesimlar qalinligi va sonini, skanerlash tezligi va tomograf qadamini, suratlar sonini belgilab beradi. Yorug'lik nuri yordamida vrach raqamlar sifatida o'rganilayotgan ob'ektning optik zichligi to'g'risida ma'lumot oladi, patologiya hajmi yoki organ o'lchamlari to'g'risida berilgan nuqtalar orasidagi masofani aniqlaydi.

Yuqori malaka va tajribaga ega bo'lgan jarrohlarning kamligi ayrim yuqori aniqlik bilan bajarilishi talab qiladigan operatsiyalarni bajarilmasligiga sabab bo'ladi. M-n: ko'z mikroxirurgiyasida yaqinni ko'ra bilmaslik holatlarida ko'z fokusini yaxshilash maqsadida ko'z shox pardasidagi radial kesishlarni (radial keratotomy) amalga oshirish. Bunda shox parda kesish chuqurligi 20 mkm dan oshmasligi kerak, malakali mutaxassis esa 100 mkm dan kamni kesish chuqurligini amalga oshira olmaydi. Kanadada tibbiy robototexnik kompleks yaratilgan bo'lib, bu uskuna ko'z shox pardasida yuqori aniqlikda kerak bo'lgan chuqurlik va qiyalikda kesimlarni amalga oshirish imkoniyatiga ega.

Yana bir misol qilib mikroneyroxirogiya sohasini olish mumkin. Buyuk Britaniyada miyada mikroxirurgik operatsiyalarni bajarish uchun tibbiy robotlar yaratilgan.



3.21-rasm. Robot ishtirokida jarrohlik operatsiyasi

Robotlashtirilgan tibbiyotning bir kamchiligi, bu jonli aloqa yo'qligidir, xirurg asbobning qanchalik kuch bilan ishlatishni nazorat qila olmaydi. Bu muammoni yechish uchun Eyndxoven Texnologiyalar Universiteti (*Eindhoven University of Technology*) mutaxassisi Linda van den Bedem tomonidan yangi SOFIE (*Surgeon's Operating Force-feedback Interface Eindhoven*) tizimi yaratilgan.

SOFIE nazorat panelida joylashtirilgan djoystiklar yordamida boshqariladi, asbobga berilgan kuch orqali to'qimalarga beriladigan kuch muvofiqlashtiriladi. Bu tizim manipulyatorning ipni tortish kuchini nazorati qilishi tufayli, operatsiyadan keyingi choklarni qo'yishda juda qo'l keladi (3.22-rasm).



3.22-rasm. Innovatsion robot-jarroh SOFIE

Gollandiya olimi tomonidan yaratilgan SOFIE boshqa robotlarga nisbatan o'lchamlarining kichikligi va operatsiya stolida o'rnatilishi bilan ajralib turadi. bu o'z navbatida stol balandligi yoki qiyaligini o'zgartirganda, "xirurgni" qayta moslashtirish zaruriyati tug'ilmaydi.

Sun'iy yurak – inson yashashi uchun lozim bo'lgan geodinamika parametrlarini ta'minlab beruvchi texnologik qurilma.

Bugungi kunda mavjud donor yuraklar zarur bo'lgan ehtiyojni qondira olmaydi, shuning uchun avtonom, implantatsiya qilinadigan "sun'iy yurak" kabi portativ uskunalarni yaratish juda muhim bo'lib hisoblanadi. Bu uskunalar ta'minot manbasi, ishchi yoki ijrochi organga energiyani etkazib beruvchi harakat o'zgartirgich, komp'yuterli boshqaruv tizimidan iborat.

Bugungi kunda sun'iy yurak o'z ichiga ikki guruh texnik moslamalarni oladi.

Birinchisi – gemooksigenatorlar (sun'iy qon aylanish apparatlari). Ular qonni tortib oladigan arterial nasos va qonni kislorod bilan to'yintiradigan oksigenator blokidan tashkil topgan. Bu apparatlar kardioxirurgiyada yurakda operatsiya qilish jarayonida keng qo'llaniladi.



3.23-rasm.Arterial nasos «CardioWest»

Ikkinchi guruhga kardioprotezlar, ya'ni, odam organizmiga yurak mushagini o'zgartirish, bemorning hayot tarzini yaxshilash maqsadida implantatsiya qilinadigan uskunalar. Bugungi kunda bu kabi protezlar eksperimental ravishda klinik sinovlardan o'tkazilmoqda.

AbioCor – og'ir yurak etishmovchiliklarida qo'llaniladigan sun'iy yurak apparati bo'lib hisoblanadi. AbioCor Massachusettsning Abiomed kompaniyasi tomonidan yaratilgan. Apparat odam organizmining ichida to'liq joylashtiriladi, tashqi tomondan teri orqali zaryad oladigan ichki akkumulyatori bor, bu bemorga turli xil o'tkazgich simlarni ulash oldini oladi, shu bilan infeksiyalar bilan zararlanishdan xalos etadi.

AbioCor faqat ma'lum vazn va bo'yga ega bo'lgan bemorlarda ishlatilishi sababli, klinik sinovlar davrida faqat erkaklarda qo'llanilgan. Apparatning ishlash davomiyligi 18 oyni tashkil qiladi. AQSHda dori va oziq-ovqat vositalari boshqarmasi (*FDA*) tomonidan apparatga 2006 yilda ruxsat berilgan.



3.24-rasm. "AbioCor" sun'iy yurak qurilmasi

Boshqa an'anaviy mexatronik sohalariga nisbatan tibbiy mexatronika sohasi shiddat bilan rivojlanmoqda. Shu bilan birga tibbiy mexatronikani qo'llashni saqlab turuvchi faktorlarni ham eslab o'tish lozim. Psixologik faktor ular orasida eng asosiysi bo'lib, u bemor va tibbiyot xodimlari orasidagi munosabatlarga bog'liq. Psixologik faktor mexatronikani odam organizmi uchun muhim bo'lib hisoblangan aralashuvga ishonchsizlikka olib keladi. Bu munosabatlarni o'zgartirish uchun, mexatronikani tibbiyot instrumenti, vrachning aralashuvi deb qabul qilish kerak, bemorga mexatronikaning ahamiyati va zararsizligini tushuntirish lozim..

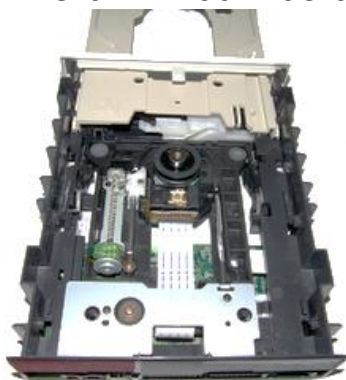
Texnika va tibbiyot sohasidagi mutaxassislarning o'zaro fikrlashlari va bu boradagi kelishmovchiliklar yana bir faktor bo'lib hisoblanadi. Bu holat nafaqat muhandislik bilimlari, balki tibbiyot texnologiyalari bilan ham tanish bo'lgan yangi soha mutaxassislarni tayyorlashni talab qiladi. Bugungi kunda

biotexnik metodologiyaga tizimli yondoshadigan mexatron tibbiy tizimlarni loyihalashtirish yo`nalishi hali yaratilmagan.

3. Kompyuterning tashqi qurilmalari mexatron ob`ekt sifatida

Kompyuterning periferik (tashqi) moslamalari deb EHM yordamida tahlil uchun ma`lumotlarni kiritish, oraliq va yakuniy ma`lumotlarni inson uchun tushunarli tarzda chiqarib berish va ob`ektni boshqarish uchun belgilangan moslamalarga aytiladi. Bu moslamalar protsessordan tashqarida turgan bloklardir. Ayrim tashqi moslamalar faqat elektron uzal va uning komponentlaridan (monitor, modem, ovozli kartalar, operativ xotira uchun qo`shimcha bloklar, boshqarish uchun interfeyslar) iborat. Ayrimlari elektron uzeldan tashqari oddiy mexanik uzellarni (klaviatura, sichqoncha) o`z ichiga oladi, yana boshqalari esa mikroprotsessorli boshqaruvga ega bo`lgan murakkab mexanik tizimdan (printerlar, plotterlar, disk moslamalari, optik diskli ma`lumot to`plagich) tashkil topgan. Oxirgilari mexanik uzellarning tez va aniq ishlashi uchun analogli va raqamli datchiklar va aqlli boshqaruv tizimlari bilan ta`minlangan. *Bu uskunalarning hammasi tipik mexatron ob`ektlar bo`lib hisoblanadi.*

Kompyuterning tashqi qurilmalari ichida murakkablaridan biri bu CD (DVD) diskovod bo`lib, u mexatron ob`ekka misol bo`la oladi. Diskovod elektronika platasidan, shpildelli dvigateldan, optik o`qiydigan qurilmaniing mexanik tizimi va diskni yuklash mexanizmidan iborat (3.25-rasm).



3.25-rasm. Kompakt-disklar yuritmasining ichki tuzilishi

Elektron platada diskovodni boshqaruvchi barcha sxemalar –interfeys kontroller bilan, interfeys raz`yomlari va tovushli signal chiqish joyining ikki kontaktli raz`yomi joylashgan.

Shpindelli dvigatel doimiy yoki o`zgaruvchan chiziqli tezlik bilan diskni aylantirishga mo`ljallangan. Doimiy chiziqli tezlikni saqlab turish uchun optik

golovkaning holatiga qarab diskning aylanish burchak tezligini o'zgartirish talab qiladi.

Fragmentlarni qidirish jarayonida optik golovka fragmentlarni o'qishga nisbatan tezroq aylanadi, shuning uchun dvigatel yuqori dinamik xarakteristikaga ega.

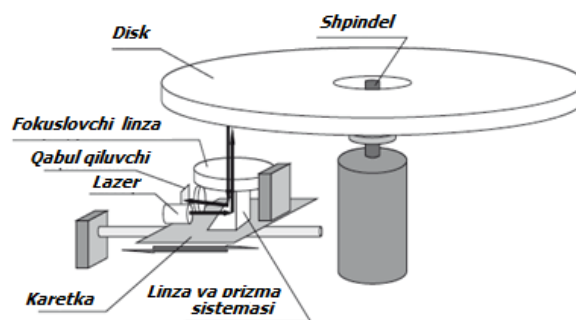
Shpindel' o'qiga ferromagnit taglik o'rnatilgan bo'lib, uning yuzi kompakt-disk siljib ketmasligi uchun rezina yoki yumshoq plastik bilan qoplangan. Disk o'rnatilgandan so'ng, u yuqorida joylashgan doimiy magnitli shayba yordamida taglikka qistiriladi.

Optik golovka sistemasi tarkibiga golovkaning o'zi va uni harakatlantiradigan mexanizm kiradi. Golovkada infraqizil lazerli svetodiod asosida ishlangan nurlagich, fokuslash uchun moslama, fotopriemnik va dastlabki kuchaytirgich joylashtirilgan. Fokuslash uchun moslama bo'lib elektromagnit g'altak yordamida harakatlantiriladigan linza xizmat qiladi. Magnit maydoni kuchlanishi o'zgarishi bilan linza harakatlanadi va lazer nurining fokusi o'zgaradi. Kam inertsiali bo'lganligi sababli bu tizim diskning vertikal urilishlarini samarali kuzatib boradi. Fokuslash aniqligi ± 1 mkm (nur dog'i diametri 0,9 mkm bo'ladi).

Optik golovkani harakatlantirish mexanizmining o'z dvigateli bor, u karetkani tishli yoki chervyakli uzatma orqali harakatlantiradi. Lyuft oldini olish maqsadida oldingi kuchlanish bilan bog'langan (chervyakli uzatma uchun bu ergashuvchi shesternyaning prujinalari bo'lib hisoblanadi). Treking koordinatasi bo'yicha harakatlantirish aniqligi (radius bo'yicha) -0,1 mkm.

Diskni kiritish moslamasi o'zi yurar lotok yordamida amalga oshiriladi, nakopitelning qabul qilish tirqishiga to'g'ridan to'g'ri o'rnatish bilan ham amalga oshirish mumkin. Barcha hollarda nakopitel' lotokni kiritish-chiqarish dvigateliga hamda ramani harakatlantiruvchi moslamaga ega. Bu ramada shpindel va optik golovkaning yuritmasi bilan mexanik qism o'rnatilgan, disk joyiga tushganda u ishchi holatga keltiriladi.

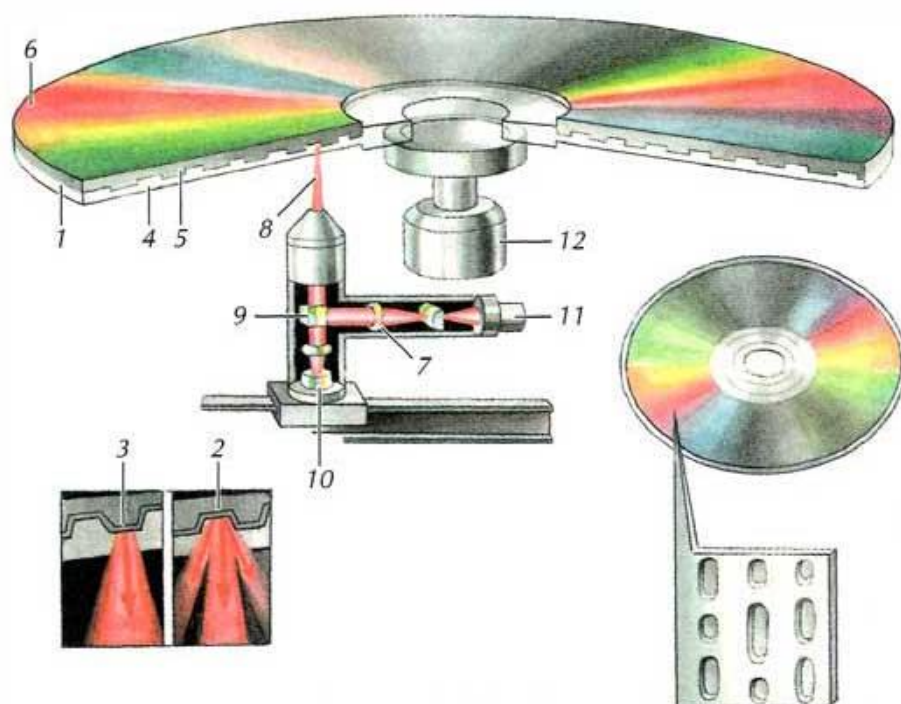
Boshqarish tizimi bir kristalli mikro EHM asosida yaratilgan bo'lib, *CD-ROM* ning barcha qismlari ishini muvofiqlashtiradi, oldingi operatsiya to'liq bajarilgandan so'ng, yangi topshiriqni bajarish komandasini beradi.



3.26-rasm. CD-ROM diskovodning ishlash printsipli.

Kompakt disklarning yuritmasida bir nechta asosiy elementlarni ajratish mumkin: lazerli diod, servomotor, optik tizim (nur tarqatuvchi prizmasi bilan) va fotodetektor. Kompakt diskdagi ma'lumotlarni o'qish va unga yozib olish lazer nur orqali olib boriladi. Optik diskning yuzasi lazer golovkaga nisbatan o'zgarmas chiziqli tezlikda aylanadi, burchak tezlik esa golovkaning radial joylashuviga qarab o'zgarib boradi. Shunday qilib, tashqi yo'lakchalardagi ma'lumotlarni o'qish kattaroq, ichki yo'lakchalardagi ma'lumotlarni o'qish esa kichikroq aylanishlar soni bilan amalga oshiriladi. Aynan shu xossa kompakt diskdagi ma'lumotlarni vinchesterlarga nisbatan past tezlikda o'qishga sabab bo'ladi. Servomotor ichki protsessorning topshirig'iga asosan nur qaytaruvchi oynani siljishga olib keladi. Bu lazer nurni aynan kerakli yo'lakchaga yo'naltirishga imkon beradi. Nur plastikning himoya qobig'idan o'tib, disk yuzasidagi alyuminiy, kumush yoki oltin yugurtirilgan qavatiga yetib keladi.

Nur qavariqlikka kelib tushsa, detektorda akslanadi, prizma o'tib yorug'likka yorug'likka ta'sirchan diodga kelib tushadi. Agar nur botiqlikka (pitga) kelib tushsa, u tarqaladi va kam qismi qaytarilib svetodiodgacha etib keladi. Diodda yorug'lik impulslari elektr impulslariga o'zgartiriladi: yorqin nurlar birga, past nurlar esa zaiflashib – nolga aylanadi. Shunday qilib, botiqliklar diskovod tomonidan mantiqan nol deb, tekis yuza esa mantiqan bir deb qabul qilinadi. Lazer nurlar bilan tashkil qilingan pitlar o'lchamlari juda ham kichik, 30-40 pitlar odam sochi qalinligiga teng (taxminan 50 mkm).



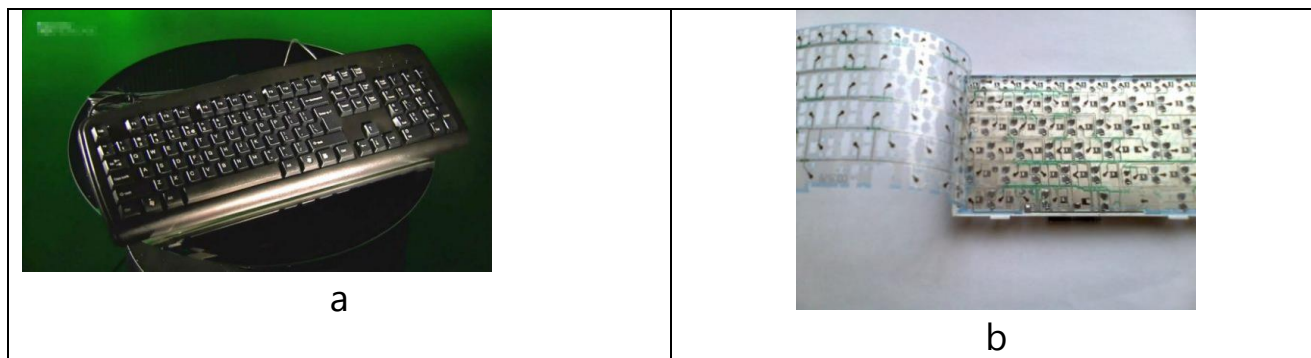
3.26-rasm. Kompakt-diskdan ma'lumotni o'qish

1-kompakt-disk; 2-botiqlik; 3-orolcha; 4-CD-diskdagi axborotni himoya qiluvchi yorug'lik o'tkazuvchi qatlam; 5-qaytaruvchi qatlam (yozuvchi yuza); 6-himoya qatlami; 7-fokuslovchi ob'ektiv; 8-lazer nuri; 9-nurni sindiruvchi prizma; 10-fotodetektor; 11-lazer qurilmasi; 12-diskni aylaytiruvchi dvigatel

Klaviatura. Kompyuter klaviaturasi aksariyat hollarda alohida moslama bo'lib, kompyuterga kabel orqali ulanadi. Kichik gabaritli *Lap-Top* kompyuterlarda ichiga joylashtirilgan klaviatura ishlatiladi. Zamonaviy *PC/AT*-klaviaturalar 101 ta klavishaga ega bo'lib, ba'zi noutbuklarda bir necha klavishalar yoki klavishalar guruhi o'rnatilmagan. Klaviaturaning ish printsipini o'rganib chiqamiz.

Barcha klaviaturalar funktsional klavishalar, alfavit-raqamli klavishalar, raqamli panel klavishalari, kursorni boshqarish hamda ishchi va boshqaruv klavishalardan iborat (3.27-rasm, a).

F1-F12 funktsional klavishalar yuqori qismda gorizontaal ravishda joylashgan bo'lib, u yoki bu funktsiyani tez bajarishga mo'ljallangan. Ishlatilayotgan ilovaga qarab ularning vazifasi o'zgarishi mumkin.



3.27-rasm. Kompyuter klaviaturasi

Alfavit-raqamli klavishalar funktsional klavishalardan pastda joylashgan bo'lib, to'rt qatorni tashkil qiladi, bu asosiy klavishalar bo'lib xisoblanadi. Raqamli panelda hisoblash qulayligi uchun raqamlar va boshqaruv klavishalari qo'shimcha ravishda o'rnatilgan. Bu klavishalarni bloklash yuqorida o'ngda joylashgan. Noutbuklarda bu klavishalar joyni iqtisod qilish uchun nazarda tutilmagan.

Raqamli va alfavit-raqamli blok orasida joylashgan boshqaruv klavishalari yordamida (Home, End, strekka klavishalar va b.) kursorni belgilangan pozitsiyagacha olib borish mumkin.

Kompyuter klaviaturasining ishlash printsiplari. Agar klaviaturani panjara tarzida ko'radigan bo'lsak, unda klavishalar gorizontaal va vertikal simlari kesishmasida joylashgan.

Ishlash printsiplari quyidagicha: gorizontaal chiziqlar bo'yicha elektr toki o'tadi. Oddiy holatda (klavisha bosilmaganda) chiziqlar birlashmaydi, gorizontaal chiziqlarda mantiqiy birlik bo'ladi (chiziqlarda kuchlanish bor). Vertikal chiziqlarda navbat bilan mantiqiy nol beriladi (3.27-rasm, b).

Klavisha bosilgan paytda, gorizontaal va vertikal chiziqlash yopiladi, bunda gorizontaal chiziq vertikal chiziqdan mantiqiy nol signalini oladi. Qaysi vertikal chiziqqa nol berilgani va qaysi gorizontaal chiziqdan bir signali olingani asosida qaysi klavisha bosilgani aniqlanadi. Bu funktsiyani klaviatura kontrolleri bajaradi. U olingan signalga skan-kod beradi, markaziy protsessorga ushbu skan-kodni qaysi klavisha bosilganini aniqlash maqsadida so'rov yuboradi.

Klaviaturada bosilgan klavishalarning skan-kodini saqlash uchun o'zining buferi bor. Bu bir nacha klavishalar birdaniga bosilganida yordam beradi. Bu bufer protsessorga bir nechta klavishalar bir vaqtda bosilganda ularni aniqlash imkonini yaratadi.



3.28-rasm. Noutbuk klaviaturasi

Noutbuk klaviaturasining ishlash printsipli bir muncha boshqacha. Noutbuk yaxlit mahsulot bo'lganligi uchun, uning klaviaturasi muhim ahamiyatga va bir qancha xususiyatlarga ega. Noutbuk ekraniga shikast yetmaslik uchun, uning klavishalari yupqa qilib ishlangan, ularning qattiq bosishini oldini olish maqsadida slim - moslama o'rnatilgan.

Klaviaturalar yuzasini kamaytirish uchun uning o'lchamlari kichik qilib olinadi. Ayrim modellarda o'ng tomonidan raqamli blok o'rnatilmagan. Ayrim klavishalar, m-n, ishchi va boshqaruv kursorlari, yaxlit guruhga qo'shilgan.

Printerlar. Bosuvchi qurilmalar (printerlar) - bu qiymatlarni EHM dan chiqarish qurilmasi bo'lib, u ma'lumotning ACCII kodlarini ularga mos kelgan grafikli belgilarga (harflar, raqamlar, ishoralarga va sh.k.) o'zgartiradi va bu belgilarni qog'ozda qayd etadi.

Printer ShK TQsining eng rivojlangan guruhidir, ularning 1000 tagacha turli hil modifikatsiyalari bor. Printerlar o'zaro quyidagi tavsiflar bo'yicha farqlanadi:

- rangliligi (oq-qora va rangli);
- belgilarni shakllantirish usuli (belgilarni bosuvchi va belgilarni sintezlovchi);
- ish tamoyili (matritsali, termik (qizdirishga oid), purkagichli, lazerli);
- bosish (zarbli va zarbsiz) va satrlarni shakllantirish (ketma-ket va parallel) usullari;
- karetk kengligi (375 450 mm li keng va 250 mm li tor karetkali);
- bosish satri uzunligi (80 ta va 132-136 ta belgi);
- belgilarni terish (ACCII belgilarini to'liq terishgacha);
- bosish tezligi;
- o'tkazish qobiliyati va h.k.

Lazerli printerlarda tasvirni shakllantirishning elektrografik usuli ishlatilib, bu usul shu nomdagi nusxa ko'chiruvchi apparatlarda ishlatiladi. Lazer o'ta ingichka yorug'lik nurini yaratish uchun xizmat qiladi, bu nur oldindan tayyorlab qo'yilgan yorug'likka sezgir baraban sirtida ko'rinmaydigan nuqtali elektron tasvir konturini

chizadi - elektr zaryad lazer nuri bilan yoritilgan nuqtalardan baraban sirtiga oqib tushadi.

U elektron tasvir tushgandan keyin razryadlangan uchastkalarga yopishib qolgan bo'yoq (toner) kukuni bilan bosish bajariladi - tonerni barabandan qog'ozga olib o'tiladi va tasvirni qog'ozda tonerni qizdirib, u erib ketguncha qotiriladi.



3.29-rasm. Lazerli printer

Lazerli printerlar millimetrda 50 tagacha nuqtalarni va sekundiga 1000 tagacha belgilarni bosuvchi tezlik bilan o'tkazish qobiliyatli eng yuqori sifatli bosishni ta'minlaydi. Rangli lazerli printerlar keng ishlatiladi. Masalan, Tektonik (AQSH) firmasining Phaser 550 lazerli printeri gorizontali bo'yicha ham, vertikal bo'yicha ham millimetrda 48 nuqtali o'tkazish qobiliyatiga ega; rangli bosish tezligi - minutiga A4 o'lchamli 5 bet, monoxromli bosish tezligi - minutiga 14 bet.

ShK larga printerlar ham parallel, ham ketmaket portlar orqali ulanishi mumkin.

Parallel portlar Centronics tipidagi adapterlar orqali parallel ishlovchi (ma'lumotni birdaniga baytlab qabul qiladigan) printerlarni ulash uchun (odatda bir vaqtning o'zida 3 tagacha printerni ulash mumkin) ishlatiladi.

Ketma-ket portlar (2 dona) RS 232C (C2 birikish joyi) tipidagi adapterlar orqali ketma-ket ishlaydigan (ma'lumotni ketma-ket 1 bitdan qabul qiladigan) printerlarni ulash uchun xizmat qiladi. Ko'pchilik tez ishlovchi printerlar parallel portlarni ishlatadi.

Tezkor printerlar shaxsiy buferli xotiraga ega bo'ladi, ular ShK bilan ma'lumotlarni almashishda ham, yuklanadigan shriftlarni saqlash uchun ham ishlatiladi.

Maishiy turmushda ishlatiladigan mexatronik tizimlar odamning kundalik hayotida hamda xizmatlar ko'rsatish sohasida ishlatiladi. Bu tizimlar odamning ma'naviy ozuqa olishi uchun kundalik ishlarini yengillashtirish uchun mo'ljallangan.

Maishaiv turmushda ishlatiladigan tizimlar –murakkab va ilmiy muhandislik masalasidir, chunki bu hollarda intellekt elementiga va inson sezgi organlariday sezish sensorlariga ega boʻlgan robotlardan tashkil topgan universal tizimlardan foydalaniladi. Ular oʻzi ayrim yengil koʻringan, lekin maʼlum bir reglamentlarga ega boʻlmagan uy yumushlarini, m-n, ovqat pishirish, uylarni tozalash, kiyimlarni tikish va taʼmirlash, bolalarga qarab turish va boshqalarni bajarishi lozim. Uy xavfsizligi va nazoratini olib borish uchun moʻljallangan (“aqlli uy”) robototexnik va kibernetik tizimlar muhim ahamiyatga ega.

Yaxshi ishlangan va bizning hayot tarzimizga kirib kelgan mexatron tizimlardan biri – bu mikroprotsessorli kir yuvish mashinalaridir. Ular tahlillar natijasida kirning kirlik darajasiga qarab yuvish rejimini belgilaydi. Ularga turli xil servis xizmatlarga ega boʻlgan musiqa markazlari, kun davomida rejimni xonadagi odamlar soni, koʻchadagi harorat va sutkaning vaqtiga qarab oʻzi belgilaydigan mantiqiy konditsionerlar, zamonaviy fotoapparatlar ham misol boʻla oladi.



3.30-rasm. “Aqlli” kir yuvish mashinasi strukturasi

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. Avtomobilni xavfsiz boshqarish tizimiga tushuncha bering.
2. Tormozni antiblokirovkalash tizimi (ABS)ning ishlash printsipti.
3. Adaptiv kruiz-kontrol haqida tushuncha bering.
4. Ob- havo datchigi va akustik parkovkalash tizimining ishlash printsipti.
5. Avtomobil xavfsizlik podushkasining ishlash printsipti.
6. Tibbiyotda mexatronika.

7. Rentgen tomografining ishlash printsipli.
8. Kompyuterning tashqi qurilmalari mexatron ob`ekt sifatida.

4 ma'ruza. P'eezoelektrik va bionik yuritmalar. Elektrogidravlik va elektropnevmatik yuritmalar. Mexatronikada egiluvchan uzatish moslamalarini qo'llash. Mexatronikada tormozlarni qo'llash. Mexatronikada harakatni yo'naltiruvchilarni qo'llash.

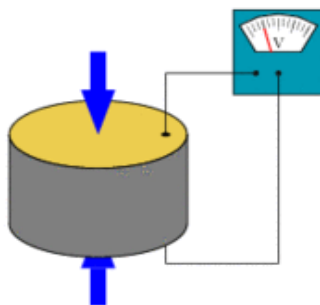
Raja

1. P'eezoelektrik yuritmalar.
2. Bionik yuritmalar.
3. Elektrpnevmatik yuritmalar.
4. Bevosita kontaktli harakat o'zgartiruvchilari.
5. Planetar uzatmalar.
6. To'lqinli (volnovoy) tishli uzatma.

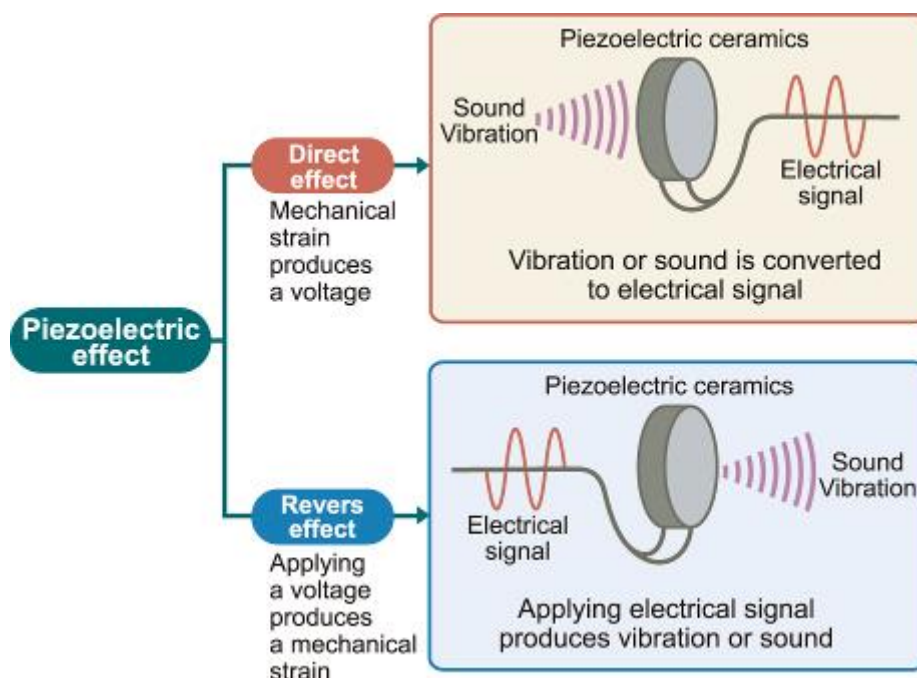
P'eezoelektrik samara (yunon. *piézō* ($\pi\acute{\epsilon}\zeta\omega$) — qisish, kuch ishlatish) – mexanik kuch ishlatish natijasida dielektrikda qutblanish paydo bo'lish samarai (*to'g'ri p'eezoelektrik samara*). *Teskari p'eezoelektrik samara* ham mavjud – elektr maydon ta'sirida mexanik deformatsiyalarning paydo bo'lishi. Boshqacha qilib aytganda, to'g'ri p'ezosamarada p'eezoelektrik namunani deformatsiyalab ushbu predmet yuzalari orasida elektrik kuchlanish paydo qilinadi, teskari p'ezosamarada ushbu namunaga tok ulansa, u deformatsiyaga uchraydi (shakli o'zgaradi yoki vibratsiyalanadi).

To'g'ri p'ezosamara 1880 yilda aka-uka Jak va P'er Kyuri tomonidan aniqlangan. Ular kvartsga bosim (kuch) ta'sir qilganda elektr zaryadlar paydo bo'lishini aniqlashgan. Teskari samara 1881 yilda Lippman tomonidan termodinamik tahlil asosida nazariy aniqlangan. Shu yili aka-uka K'yurilar ushbu samarani eksperimental isbotladilar. Ular kvartsga elektr maydoni bilan ta'sirlashib, uni mexanik deformatsiyalanishiga olib kelindi.

“Elektr” so'zi yunoncha “yantar’ – qahrabo” so'zidan kelib chiqqan, chunki qahrabo elektrik energiya manbai bo'lishi mumkin.



4.1-rasm. P'eezoelektrik samara sxemasi



4.2-rasm. P'ezoelektrik samaraning ko'rinishlari

P'ezoelektrik materiallarning asosiy xususiyati – bu ularga mexanik ta'sir (qisish) qilganda elektr energiyasining paydo bo'lishi, hamda ularga elektr toki bilan ta'sirlashga deformatsiyalanishi kerak.

Bunday materiallar ikkita guruhga ajratiladi: kristallar va keramik mahsulotlar. Bularga misol, tabiiy material – kvarts, sun'iy materiallar – qo'rg'oshin tsirkonat-titanati, bariy titanati, litiy niobati.

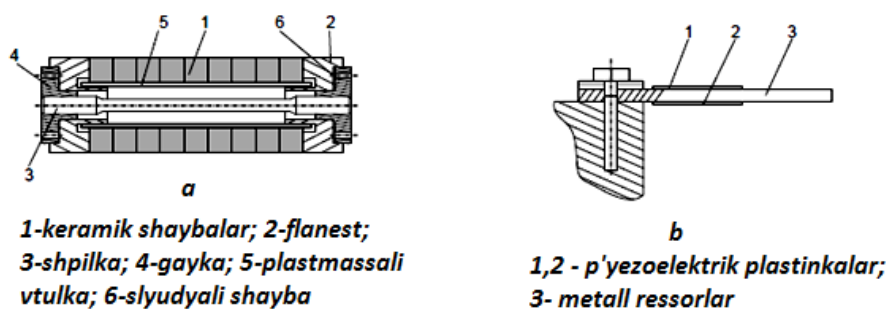
P'ezoelektrik dvigatellar (PED)ning ishi maxsus ishlov berilgan keramik materiallardagi teskari p'ezoelektrik samaraga asoslangan.

PEDlar bazasida mikroharakatlarni amalga oshirish uchun yangi harakat modullari ishlab chiqilgan.

P'ezoelement – ma'lum shakl va kristallografik o'qlarga nisbatan orientatsiyasiga ega bo'lgan va p'ezoelektrik materiallardan tayyorlangan elektromexanik o'zgartirgichdir. U yordamida mexanik energiya elektrik energiyaga o'zgartiriladi (to'g'ri samara), elektrik energiya mexanikka o'zgartiriladi (teskari samara).

Konstruktiv jihatdan p'ezoelement elektrod o'rnatilgan p'ezokeramikadir. Uning shakli har xil bo'lishi mumkin: disk, xalqa, trubka, plastina, sfera va boshqa shakllarda. Vibrator va generatorlarda xarakteristikalarini yaxshilash uchun p'ezoelementlarning bir nechitasi ishlatiladi.

4.3-rasm (a)da ilgarilanma deformatsiya "cho'zilish-siqilish" bilan ishlaydigan mikrop'ezoyuritmaning asosiy elementi sxemasi ko'rsatilgan.



4.3-rasm. Mikroyuritmalarning p'ezoelektrik o'zgartirgichlari

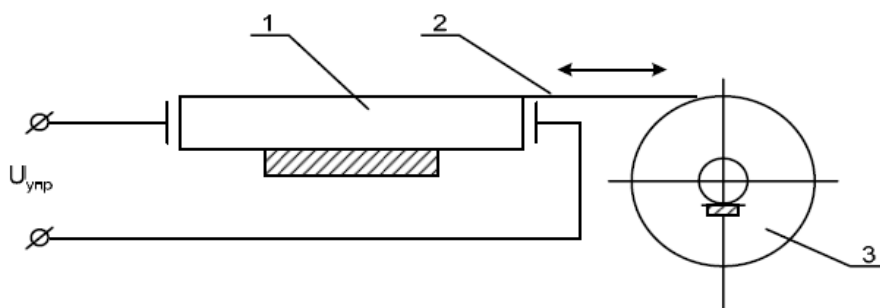
Element p'ezokeramik shaybalar 1 ning paketidan tuzilgan bo'lib shaybalarning yon tomonida kumush elektrodlar o'rnatilgan. Bu elektrodلarga parallel ravishda elektr kuchlanish beriladi. Bunda berilgan kuchlanishning qutblanishiga qarab shaybalarning cho'zilishi yoki kichrayishi kuzatiladi.

Boshqa turdagi o'zgartirgichlar 4.3-rasm, bda ko'rsatilgan. Bu o'zgartirgichlarning ishi p'ezoelektrik va passiv metall yoki polimer qavatlardan tarkib topgan ko'pqavatli plastinaning egilish deformatsiyalariga asoslangan. Ular deformatsiya "Cho'zish-qisish" larga asoslangan o'zgartirgichlarga nisbatan kattaroq ishchi yo'lga ega, lekin pastroq aniqlikka va kuch xarakteristikalariga ega.

Bunday elektrmexanik o'zgartirgichlarda chiqish harakati – mm ning o'ndan bir ulushigacha; tezligi – 1-2 m/s gacha; pozitsiyalashni boshqarish xatoligi – mkm ulushigacha; hosil qiladigan kuch – yuz N; quvvati – o'n Vt.

Bunday o'zgartirgichlardan uch darajali mikromanipulyatsion sistemalar yaratiladi. Ular o'ntalik mm li harakat yo'lga ega oddiy elektrmexanik manipulyatsion tizimlar bilan birga ishlatiladi. Bunda ketma-ket bog'langan qo'pol va aniq pozitsiyalash sistemasiga ega manipulyator hosil bo'ladi. Uning ishchi harakat yo'li birinchi sistema tomonidan, aniqligi – esa ikkinchi sistema tomonidan ta'minlanadi.

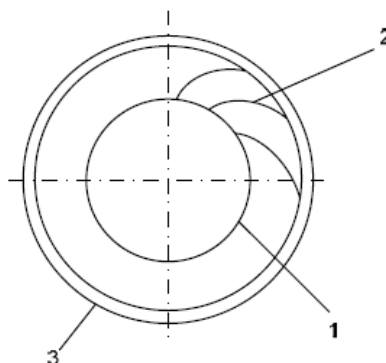
Xrapovik tipidagi PEDning ishlash printsipini ko'rsatuvchi sxema 4.4-rasmda keltirilgan.



4.4-rasm. Xrapovik tipidagi PEDning strukturaviy sxemasi

Mikrotebranayotgan p'ezoelement 1 po'lat tolkatel orqali kuchni rotor 3 ga yetkazadi. Tolkatelning to'g'ri va teskari harakatlanishida ishqalanish kuchi har xil bo'lganligi sabab tolkatel to'g'ri harakatlanishida rotorga kattaroq kuch bilan, teskari harakatlanishida kichikroq kuch bilan ta'sir o'tkazadi. Bu xrapovik aylanishiga o'xshash aylantiruvchi momentni hosil qiladi. Rezonans rejimida sistemaning eng samarador ishi kuzatiladi.

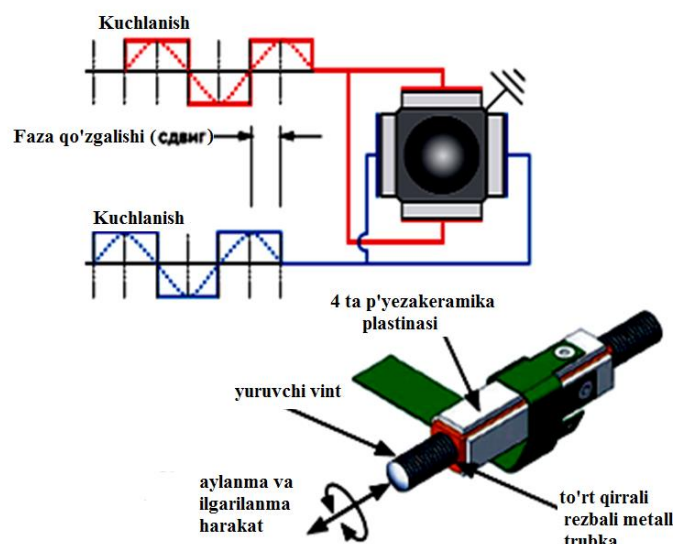
Aylanuvchi xrapovik tipidagi PED konstruktsiyasi 4.5-rasmda keltirilgan. P'ezoelement 1 xalqa shaklida ishlangan bo'lib, bu yerda mexanik tebranishlar generatsiyalanadi. egiluvchan tolkatellar 2 rotor 3 ga tebranishlar kuchini yetkazadi va aylanuvchi moment hosil qilinadi.



4.5-rasm. Aylanuvchi xrapovik tipidagi PED konstruktsiyasi

Bunday konstruktsiya bir tomonlama aylanishni ta'minlaydi. Aylanishni reversiv bo'lishi uchun bitta korpusda ikkita har xil tomonga harakatlanadigan PED o'rnatiladi.

4.6-rasmda New Scale Technologies firmasining SQUIGGLE p'yezoyuritmasi konstruktsiyasi va ishlash prinsipi ko'rsatilgan.



4.6-rasm. SQUIGGLE p'yezoyuritmasi konstruksiyasi va ishlash prinsipi

Yuritmaning asosi – ichki rezkali to'g'ri to'rtburchak kesim yuzali mufta va yuruvchi vint (chervyak). Metall mufta chegaralarida ijrochi qurilmalar (aktuatorlar)ning p'zokeramik plastinalari o'rnatilgan. Bir juft p'zoelektrik aktuatorlarga ikki fazali signal berilganda vibratsiyali tebranish paydo bo'ladi. Bu tebranish muftaga uzatiladi. Elektr energiyani mexanik energiyaga aylantirish samaradorligini oshirish uchun aktuatorlar rezonans rejimda ishlashadi. Chastota qo'zg'alish chegarasi p'ezoyuritma o'lchamiga qarab 40-200 kGts chegarasida bo'ladi. Mufta va vint ishchi yuzalari chegarasida ta'sir qiluvchi mexanik tebranishlar obruch aylanishiga o'xshash aylantiruchi kuchni hosil qiladi. Natijaviy kuch chervyakni qo'zg'almas asos – muftaga nisbatan harakatini ta'minlaydi. Vint aylanishi natijasida aylanma harakat ilgariylanmaga aylanadi. Boshqaruvchi signallar fazalarini o'zgartirib vintning ham soat strelkasi bo'yicha va ham unga qarshi aylantirish mumkin.

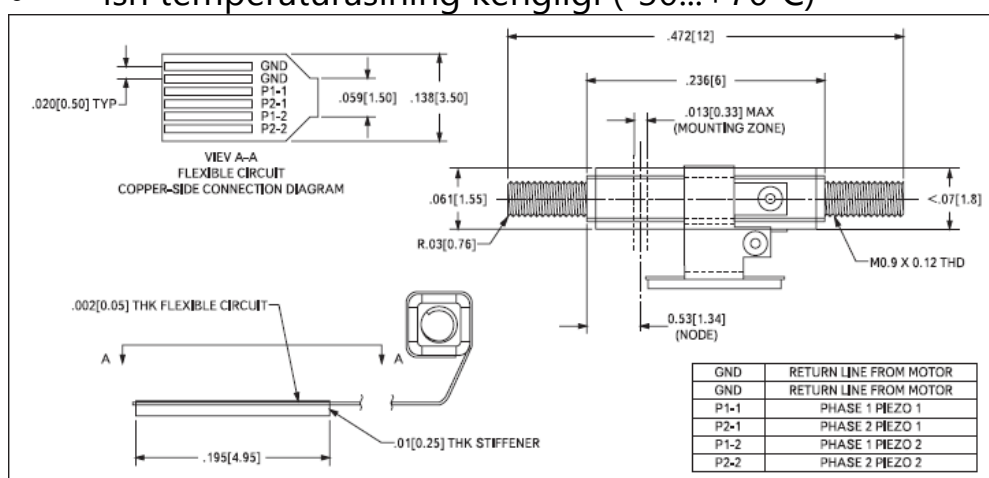
Vint va muftalar uchun magnitlanmaydigan materiallar: bronza, zanglamaydigan po'lat, titan ishlatiladi. Mufta-chervyak juftligini moylash kerak emas.

P'ezoyuritmalar amalda inertsiasiz, harakat tezlanishi 10-g bo'lishiga qaramasdan shovqin diapazoni juda ham past (30 Gts — 15 kGts atrofida). Pozitsiyalash aniqligini holat datchigisiz ham ta'minlanadi, chunki harakat sirpanishsiz amalga oshiriladi. Harakat aktuatorlar plastinalariga ta'sir qiluvchi impul'slar signaliga to'g'ri proporsional. P'ezoyuritmalarning xizmat muddati amalda chegaralanmagan.

SQL mikromotorlari hozirgi kunda dunyoda seriyali ishlab chiqariladigan eng kichik elektrdvgatellar hisoblanadi.

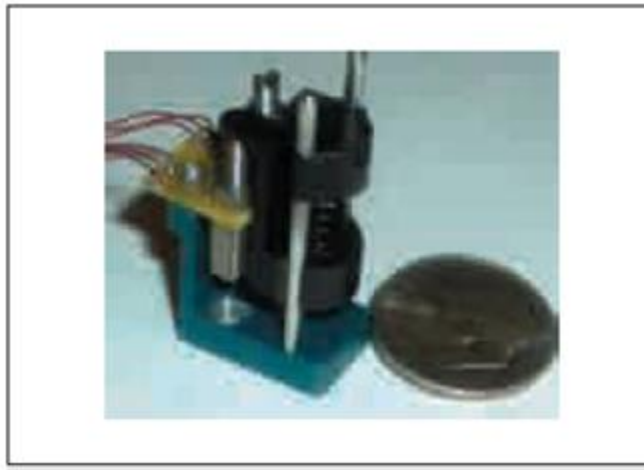
SQUIGGLE p'ezoyuritmaning asosiy xarakteristiklari:

- yuritmaning minimal gabaritlari 1,55 x 1,55 x 6 mm;
- konstruksiyasining oddiyligi (faqat 7 ta tashkil etuvchi qismdan iborat);
- narxining arzonligi;
- boshqa qo'shimcha mexanik uzatma talab etmaydigan to'g'ridan-to'g'ri chiziqli yuritma;
- yuritmaning pozitsiyalanishi aniqligi submikron chegarasida;
- ishining shovqinsizligi;
- ish temperaturasining kengligi (-30...+70°C)



4.7-rasm. SQUIGGLE p'yezoyuritmasi ishchi chizmasi

SQUIGGLE p'yezoyuritmasining qo'llanilishi. Raqamli foto- va videokameralar ob'ektivi uchun yuritmalar. Mikroyuritmalar ob'ektiv fokusirovkasini boshqarish va optik zum uchun ishlatiladi (4.8-rasm). 4.9-rasmda SQUIGGLE p'yezoyuritmasini uyali telefon fotokamerasida ishlatilishi ko'rsatilgan. Yuritma yo'naltiruvchilar bo'yicha ikkita linzani pastga-yuqoriga harakatlantiradi va avtofokusirovkani (optika harakatlanish yo'li 2 mm) hamda zumni (linzalar harakat yo'li 8 mm gacha) ta'minlaydi.

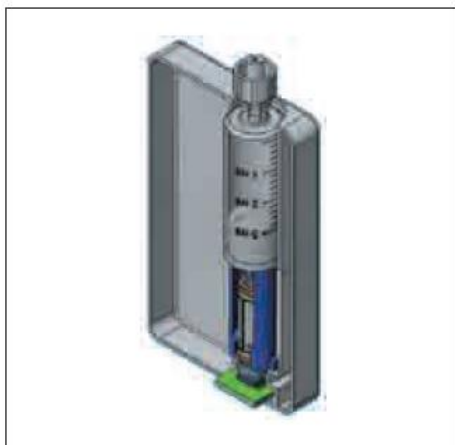


4.8-rasm. Raqamli fotokamera uchun optik zum yuritmasi



4.9-rasm. SQUIGGLE p'yezoyuritmasini uyali telefon fotokamerasida ishlatilishi

Tibbiy shprits-dozator (4.10-rasm). SQL p'ezoyuritmasi bazasida insulin in'ektsiyalaydigan dasturlanadigan nasos-shprits bajarilgan. Dozator mikrokontrollerli boshqarish modulidan, preparat uchun sig'imdan, shpritsdan va boshqariladigan yuritmadan iborat. Dozatorni boshqarish mikrokontrollerli modul yordamida bajariladi. energiya manbai bo'lib litiy batareyasi xizmat qiladi. Dozator kasalning kiyimida (m.: yengining ichida) o'rnatiladi. Doza berish vaqt intervali va dori dozasi miqdori har bir kasal uchun alohida dasturlanadi. Doza qiymati yuritma shtokining harakatlanish uzunligiga to'g'ri proportsional.



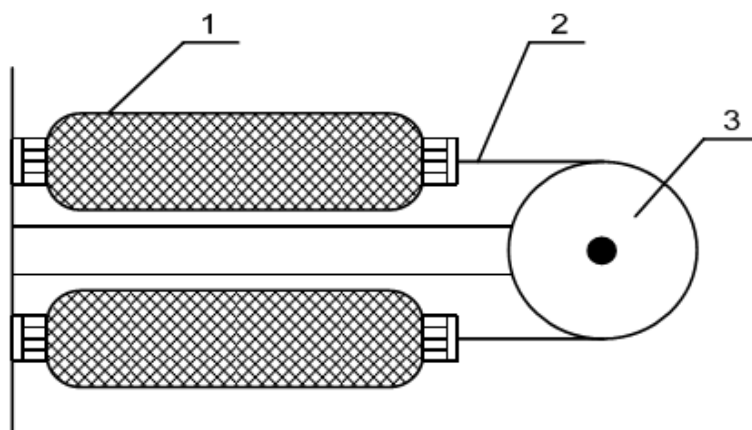
4.10-rasm Tibbiy shprits-dozator

Bionik yuritmalar. Yuqorida aytib o`tilgan harakat modullari o`zining massogabarit parametrlari bo`yicha inson mushaklariga nisbatan past turadi. Bu fakt ana shunaqa mushaklarning texnik analogini yaratish muammosiga e`tiborni qaratish lozimligini anglatadi.

Birinchi bionik yuritmalar *sun`iy mushak* deb atalgan, ular porshenli silindri “krest-nakrest” yo`nalishida neylon o`ralgan elastik trubka (rezina, polimer) bilan almashtirilgan pnevmoyuritmadir. Trubkaga bosim ostida havo berilganda shishib balandligining 1/3 qismigacha qisqaradi. Bu odam mushagi ishlashiga o`xshash bo`ladi. Bunday yuritmalar xuddi shunday quvvatli pnevmatik yuritmalarga nisbatan 3-4 marta kam massaga ega bo`ladi. Qisilgan havo manbai bo`lib bir martalik ballonchalar xizmat qiladi.

4.11-rasmda «*Bridjestoun*» (Yaponiya) firmasining «*Softarm*» sanoat robotida qo`llanilgan bir yoqlama harakat qiladigan reversiv yuritma ko`rsatilgan.

Qurilma shunaqa ikkita yuritmadan iborat. Birta yuritmada bosim oshganida va ikkinchisida shuncha miqdorda bosim tushganida birinchi yuritma qisqaradi va ikkinchisi esa cho`ziladi. Buning natijasida tros orqali blok aylanma harakatga keladi. Blok manipulyator bilan bog`langanligi sabab manipulyator ham harakatga keladi. Aylanish burchagi yuritmalardagi bosimlar farqiga to`g`ri proportsional. 5 ta erkinlik darajasiga ega bo`lgan “*Softarm*” roboti yuk ko`tarish qobiliyati 3 kg, o`zining massasi 5,5 kg. Pozitsiyalash xatoligi – 1,5 mm.



10.11-rasm. “Bridgestoun” firmasining reversli egiluvchan pnevmatik yuritmasi

4.12-rasmda pnevmatik (sorbtsion) sun'iy mushak varianti ko'rsatilgan. Termoelement 3 orqali elektr toki o'tganda maxsus to'ldiruvchi 4 isiydi va gaz chiqaradi. Buning natijasida trubka ichida bosim oshadi, u shishib bo'y bo'yicha qisiladi. Tok o'chirilgandan keyin to'ldiruvchi soviydi va gazni yutib oladi (sorbtsiya) va mushak birlamchi holatiga keladi.

Mushak uzunligi – 150-300 mm, diametri 3-5 mm. Qisqarish miqdori -10-15%. Hosil qiladigan kuch miqdori 1-3 N, mushak massasi – bir-necha gramm. Asosiy kamchiligi – harakat tezligi past: qisilish vaqti 30 sek, teskari harakati bundan 2-3 marta ko'p vaqtni egallaydi.

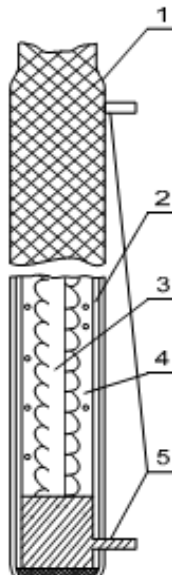
1-himoya to'ri;

2-trubka;

3-termoelement;

4-to'ldiruvchi;

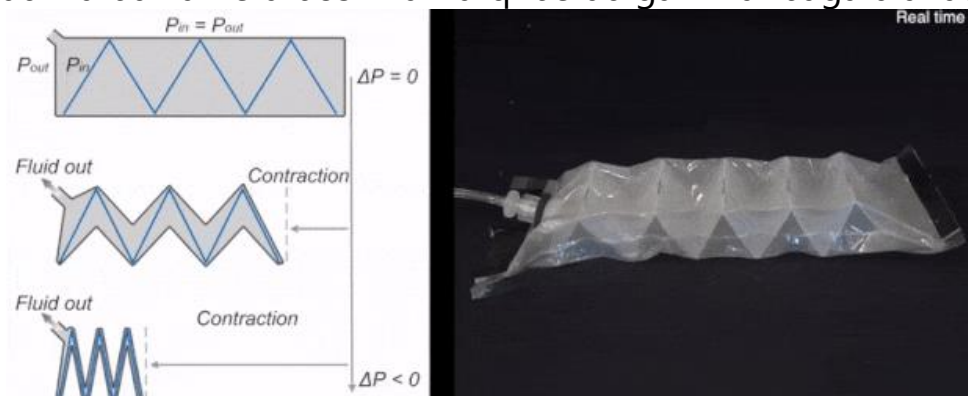
5-kronshteyn.



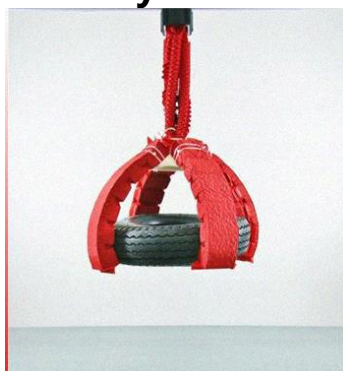
4.12-rasm. Sorbsion sun'iy mushak

Garvard universitetidan Robert Vud (Robert Wood) boshligidagi tadqiqotchilar sun'iy mushak yaratishnin oddiy va arzon texnologiyasini ishlab chiqishdi. Bunday aktuatorlarning printsiptial sxemasi oddiy. Asos sifatida ma'lum shaklga ega bo'lgan karkas ishlatiladi. Bu karkas yig'ilishi va

ochilishi kerak. Ushbu karkas tashqi ikki tomonidan polimerdan yoki boshqa havo o'tkazmaydigan va yomshoq materialdan tayyorlangan ikkita plenka kleylanadi. Shunday qilib, ichida qattiq karkasga ega yomshoq kamera tayyorlanadi va bu kamera bosimlar farqi beradigan manbaga ulanadi.



4.13-rasm. Garvard universiteti tadqiqotchilari tomonidan tayyorlangan sun`iy mushak



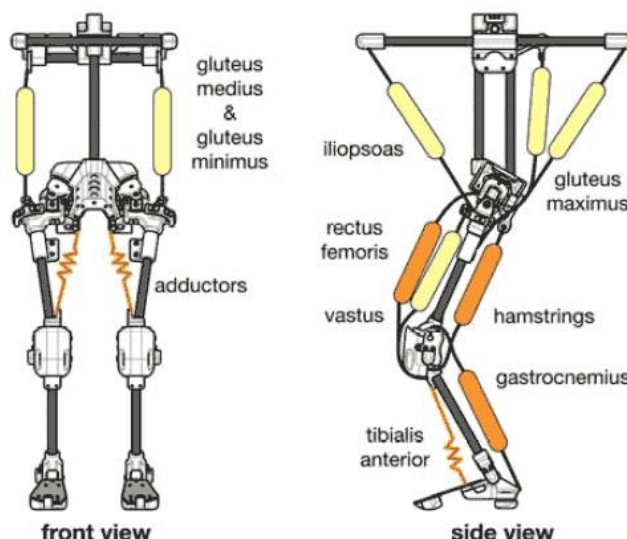
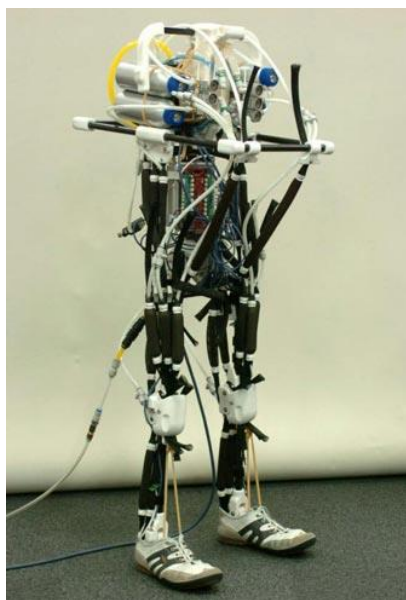
4.14-rasm. Sun`iy mushaklar quvvat jihatdan tabiiysidan o`tdi

Shuguang Li et al. / PNAS, 2017

Inson va hayvonlar yugurishlari, sakrashlari uchun o'zlarining mushaklariga katta kuchni juda ham qisqa vaqt ichida berishlari kerak, ya'ni mushaklarini bir onda zo'r qilib, qisqa "chaqnashdek" energiyani ishlatishlari kerak bo'ladi. Odatdagi elektr mexanik motorlar bilan ishlaydigan robotlar bu ishni bajara olishmaydi – ular motordan oladigan kinetik energiyalari vaqt ichida uzoq tarqalgan. Sun`iy mushakli robotlar bu ishni bajarishlari mumkin. Masalan, yapon tadqiqotchisi Ryuma Niiyama (Ryuma Niiyama) tomonidan yaratilgan Athlete roboti.

Athlete ning kuchli sistemasi elektr signalni havoning uzluksiz oqimiga transformatsiyalaydigan proportsional klapanlardan foydalaniladi. Robot og'irligi 10 kg, bo'yi 125 sm. Sun`iy mushaklar robotni yarim metr yuqoriga sakrashga va 1 m balandlikdan yerga sakrab o'z muvozanatini saqlay olishini ta'minlaydi.

Istochnik: http://www.prorobot.ru/01/mishca_robota_obnova.php



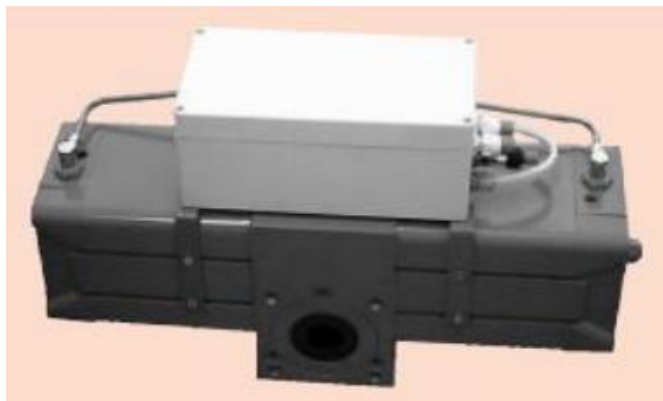
4.15-rasm. Athlete roboti

gluteus medius and minimus adductors	большая ягодичная мышца и минимус аддукторы
vastus	(мышца, осуществляющая приведение конечности или ее сегмента) Вастус (Состоит из промежуточной широкой мышцы, латеральной широкой мышцы, медиальной короткой мышцы, прямой бедренной (четырёхглавой) мышцы)
rectus femoris	прямая кишка бедра
iliopsoas	подвздошно
gluteus	большая ягодичная мышца
hamstrings	бицепсы
gastrocnemius	икроножная мышца
tibialis anterior	большеберцовая кость

Elektrpnevmatik yuritmalar. Hozirgi vaqtda elektrpnevmatik yuritmalarda ehtiyoj ortib bormoqda. Bu yuritmalar pnevmotsilindr shtoki bilan bog'langan mexanik boshqarish ob'ektini kerakli qonuniyat bilan harakatlantirishga va uni katta aniqlikda kerakli pozitsiyada to'xtatish qobiliyatiga ega. Bunday yuritmalar kompaktligi, mexanik mustahkamligi, katta ishonchliligi va resursi bilan ajralib turadi, qattiq sharoitlarda ishlash

qobiliyatiga va kimyoviy chidamlilikda ega. Bunday xossalar aniq pnevmomexanik va mikrokontrollerli elementlarni birlashtirish, zamonaviy axborot va hisoblash texnologiyalarni va avtomatik boshqaruv usullarini qo'llash hisobiga hosil qilingan.

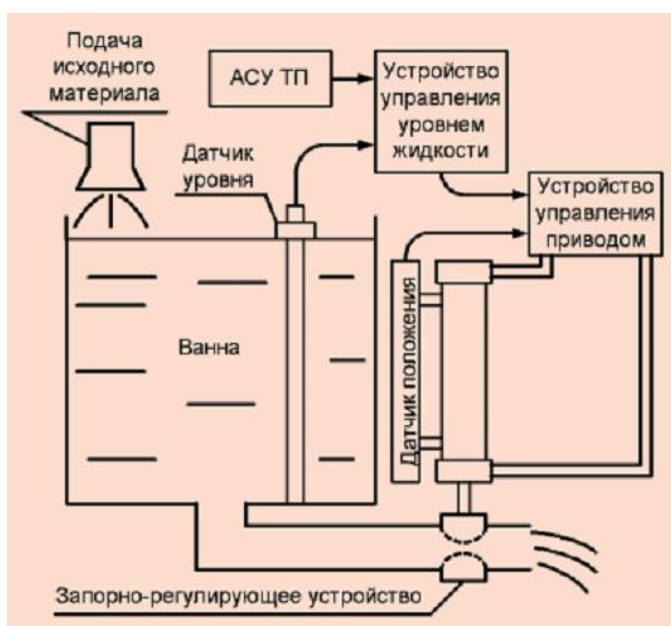
Misol tariqasida chiziqli harakatni hosil qiladigan pozitsion elektrpnevmatik yuritmani ko'rib chiqamiz (4.16-rasm).



4.16-rasm. Aylanuvchi pnevmosilindr bazasida elektrpnevmatik yuritma

Xususan, ular yopish-rostlash qurilmalarni aniq boshqarish bilan suyuq, gazsimon va sochiluvchan moddalarni me'yorlash uchun qo'llaniladi.

Flotatsiyalash qurilmasi tarkibida kiradigan suyuqlik sathini barqarorlashtirish uchun xizmat qiladigan tizim sxemasi 10.12-rasmda ko'rsatilgan. Bu tizim vannadagi yopish qurilmasi holatini proportsional rostlaydi.



4.17-rasm. Elektrpnevmatik yuritmalı suyuqlik sathini barqarorlashtirish tizimi

Boshqarishning maqsadi vannadagi suyuqlik sathini kirayotgan suyuqlik oqimi har xil bo'lganiga qaramay boshqarish tizimi signallari bo'yicha barqaror bir xil saqlashdir. Elektrpnevmatik yuritmaning vazifasi yopuvchi qurilma bilan bog'liq porshen holatini aniq kerakli koordinata bo'yicha saqlab turishdir.

Bevosita kontaktli harakat o'zgartiruvchilari. Ma'lumki mexatronik va robototexnik sistemalarning asosiy vazifalaridan biri – manipulyator yoki mexatron modul zvenosining harakatini berilgan qonun bo'yicha boshqarishni amalga oshirishdir.

Dvigateldan mexatron modulning chiqish zvenosiga harakatni uzatish har xil harakat o'zgartiruvchilari (uzatmalar) yordamida ta'minlanadi. Bu uzatmalar strukturasi va konstruktiv xususiyatlari dvigatel turiga, chiqish zvenosi harakat turiga va uzatmalarning joylashish holati (komponovkasi)ga bog'liq. Harakat o'zgartiruvchilari bir harakat turini boshqasiga o'zgartirish hamda dvigatel valining aylanish momentlari va tezliklarini chiqish zvenoning parametrlariga moslashtirish uchun qo'llaniladi. Bu uchun tishli, vintli, reykali, zanjirli, trosli va tishli kesim yuza tasmali uzatmalar, multiyli mexanizmlar va b.lardan foydaniladi.

Elektrdvigatellar asosan katta tezlikda aylanuvchi valga ega bo'lib, mexatron modulning chiqish zvenosi nisbatan kichik aylanish chastotasiga ega. Aylanishlar chastotasini tushirish uchun silindrik konusli, chervyakli, planetar va volnovoy reduktorlar ishlatiladi. Harakat o'zgartiruvchilarni to'g'ri tanlash mexatron modulning xarakteristikalariga katta ta'sir ko'rsatadi.

Detal - mashinaning ayrim bo'laklarga ajralmaydigan qismi bo'lib, oddiy (bolt, gayka, val, shkiv, shponka) va murakkab (korpuslar va boshqa) detallarga bo'lish mumkin.

Uzel - yig'ma birikmadan tashkil topgan detallar yig'indisi bo'lib, biror funksional ishni bajarish xususiyatiga ega. Uzellar oddiy, masalan, dumalash podshipniklari, muftalar va murakkab, masalan, reduktorlarga bo'linadi.

Murakkab uzellar ichida oddiy qismlar joylashgan bo'lishi mumkin, ularni uzal bo'laklari deyiladi, ya'ni:

- mexanik uzatmalar;
- podshipniklar;
- vallar, o'qlar;
- muftalar;
- mashina detallarining qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas birikmalari: rez'bali, parchin mixli, payvandli.

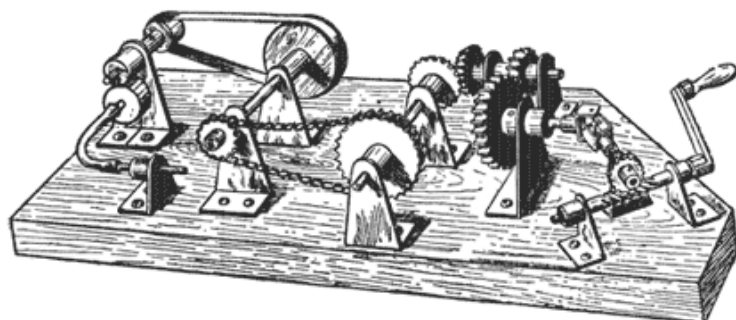
Mexanik uzatmalar:

Asosiy vazifalari: tezlikni o'zgartirish, harakat yo'nalishini o'zgartirish, harakat turini o'zgartirish (aylanmani ilgarilanmaga va teskarisi, uzluksizni uzlukliga), bitta dvigatel bilan bir nechta mexanizmlarni harakatga keltirish.

Uzatmalarni ilashish turiga qarab 2 ta guruhga bo'lish mumkin:

egiluvchan uzatish moslamalari – tasmali, trosli, zanjirli uzatmalar;

bevosita kontaktli uzatish moslamalari – tishli, chervyakli, reykali, friktsion.



4.18-rasm.

Mexanik uzatmada aylanma moment uzatadigan zvenosi yetaklovchi, aylanuvchi momentni qabul qiluvchi zvenosi yetaklanuvchi deb ataladi. Uzatishning parametrlari, agar ular yetaklovchi zvenoga tegishli bo'lsa "1" indeksi bilan, agar yetaklanuvchiga tegishli bo'lsa "2" indeksi bilan belgilanadi (4.19-rasm).

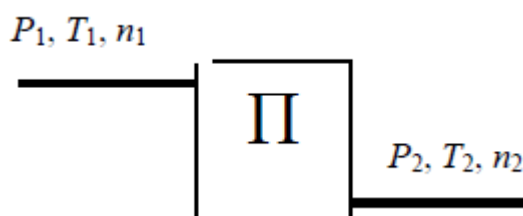
Uzatmaning asosiy mexanik xarakteristikalariga quyidagilar kiradi:

- chiqish validagi quvvat P_2 ;

- aylanish tezligi – chiqish valining burchag tezligi ω_2 yoki uning aylanish chastotasi n_2 ;

- uzatishlar soni u – kuch oqimi yo'nalishi bo'yicha burchak tezliklarning yoki aylanish chastotalarining nisbati $u = \omega_1/\omega_2 = n_1/n_2$.

Burchak tezlikni (ayanish chastotasini) kamaytiruvchi uzatmani $u > 1$ *reduktor*, kattalashtiruvchisini $u < 1$ – *mul'tiplikator* deb ataladi.



4.19-rasm. Mexanik uzatma asosiy parametrlari:

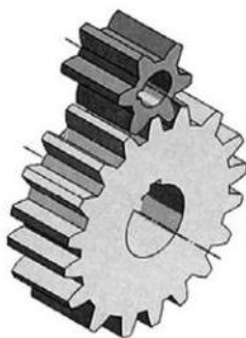
R_i – uzatma validagi quvvat, kVt; T_i – vallarning aylantiruvchi momenti, N·m;

n_i – vallarning aylanish chastotasi, ayl/min; $i = 1, 2$

Mexanik uzatmalar turlari.

1. Silindrik to'g'ri tishli
uzatma

Vallar o'qlari
parallel



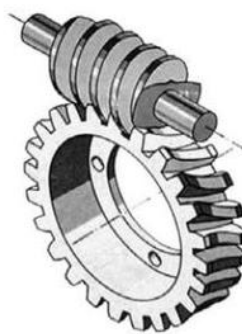
2. Konusli to'g'ri
tishli uzatma

Vallar o'qlari
perpendikulyar



3. Chervyakli
uzatma

Vallar o'qlari
ayqash



4. Reykali
uzatma

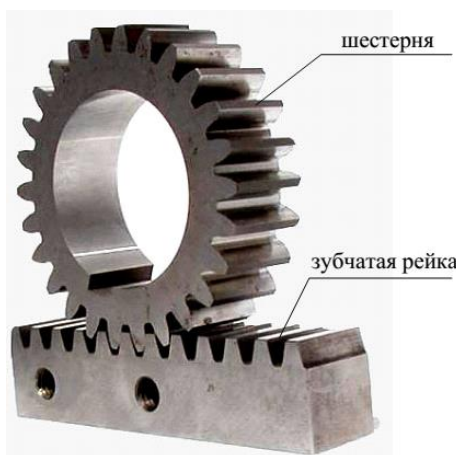


4.20-rasm. Tishli uzatmalar

Tishli uzatma tishli ilashish vositasida vallar o'rtasida aylanma harakatni burchak tezliklari va momentlarini o'zgartirgan holda uzatish hamda aylanma harakatni ilgarilanmaga yoki teskarisiga o'zgartirish.

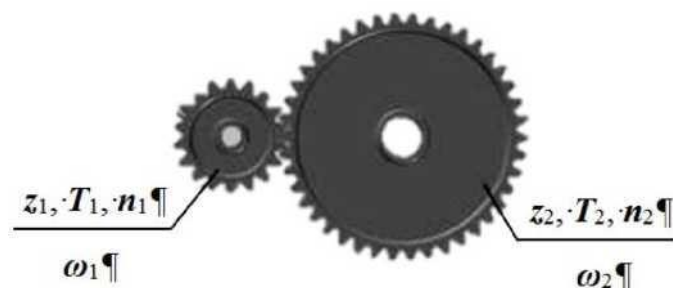
Bu uzatma juda ham ko'p tarqalgan. Ular ishlashda ishonchli, uzatish sonini bir xilligini ta'minlaydi, FIK katta, ishlatish oson va ko'pga chidamli. Kamchiliklari: yasash qiyinligi, montaj qilishda aniqlikning kattaligi, katta tezliklarda shovqin kattaligi

Reykali uzatmalar. Bu uzatmalar shesternyaning aylanuvchi harakatini reykaning ilgarilanma harakatiga va aksincha, reykaning ilgarilanma harakatini shesternyaning aylanma harakatiga aylantirish uchun kerak. Uzatmaning asosiy elementlari tishli reyka va shesternyadir (4.21-rasm).



4.21-rasm. Reykali uzatma

Tishli uzatmalarning kinematik va geometrik parametrlari. [ГОСТ 16530-83, ГОСТ 16531-83] bo'yicha tishli uzatmalar parametrlarini belgilari 4.22 – rasmda keltirilgan.



4.22-rasm. [ГОСТ 16530-83, ГОСТ 16531-83] bo'yicha tishli uzatmalar parametrlarini belgilari

“1” indeksli parametrlar shesternyaga, “2” indeksli parametrlar g'altakka tegishli. z – tishli g'ildirak tishlari soni; T -tishli g'altakdagi aylantiruvchi moment, $N \cdot m$; n – tishli g'altak aylanishlar chastotasi, ayl/min ; ω – g'altakning burchak tezligi, rad/sek .

Tishli uzatmaning uzatishlar nisbati $i(u)$ deb yetaklovchi tishli g'altak burchak tezligining yetaklanuvchi g'altakning burchak tezligiga nisbatiga aytiladi [ГОСТ 16530].

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}.$$

Tishlarning aylanma (o'qli, normal) moduli $m_t (m_x, m_n)$ – chiziqli qiymat bo'lib, tishlarning aylanma (o'qli, normal) qadamidan π marta kichik.

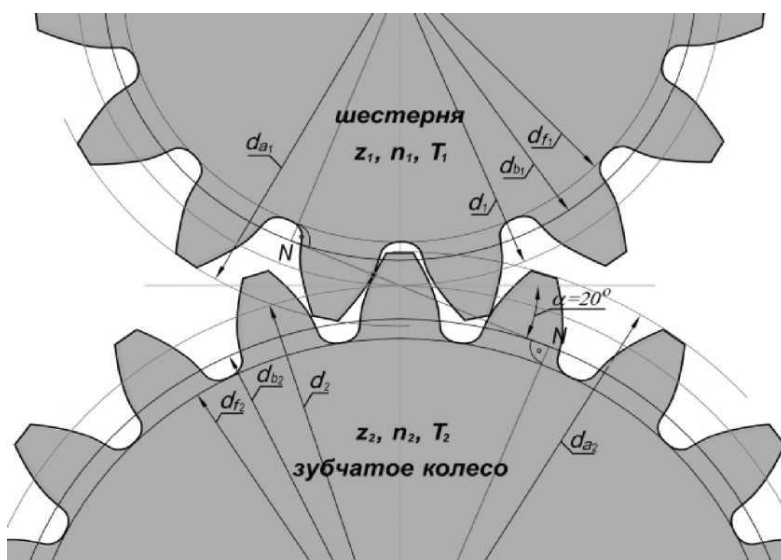
$$m = \frac{p}{\pi}.$$

11.6-rasmda tishli uzatmalarning geometrik parametrlari ko'rsatilgan. To'g'ri tishli tsilindirik g'altaklar uchun ajratuvchi diametr quyidagicha aniqlanadi:

$$d = mz.$$

Tish cho'qqisi va botiqligi diametrlari:

$$\begin{aligned} d_a &= d + 2m, \\ d_f &= d - 2,5m. \end{aligned}$$



4.23-rasm. Tishli uzatmalarning geometrik parametrlari

$d_b = d \cos \alpha$ – asosiy aylana diametri. $\alpha = 20^\circ$ - ilashish burchagi.

$h_a = m$ – tish kallagi balandligi.

$h_f = 1,25m$ – tish oyog'i balandligi.

$h = h_a + h_f = 2,25m$ – tish balandligi.

Tishli g'altak eni

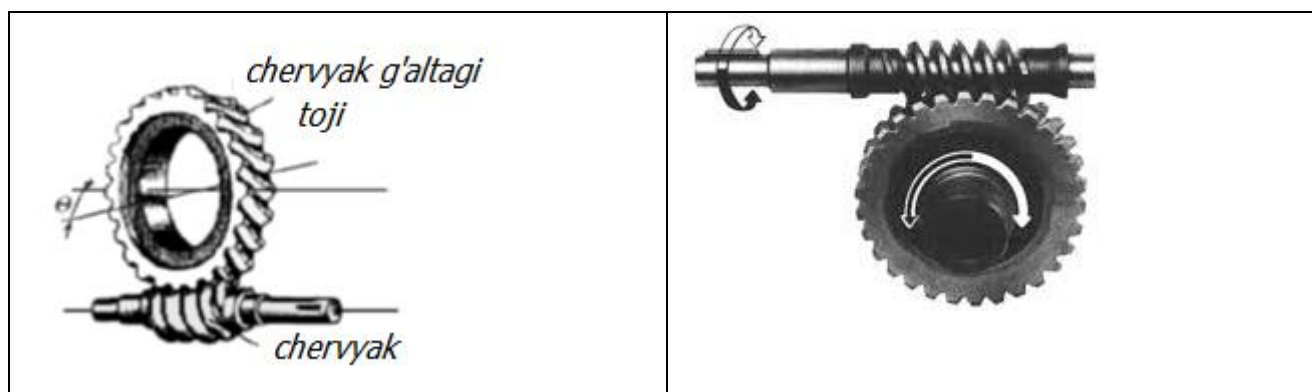
$$b_2 = \psi_\alpha a,$$

bu yerda ψ_α – en koeffitsienti, g'altak tishlarining joylashuvi va ularning yuzalari qattiqligiga qarab tanlanadi.

Shestarnya eni $b_1 = 1,12b_2$.

G'altaklar o'qlari orasidagi masofa a quyidagicha aniqlanadi:

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}.$$



4.24-rasm. Chervyakli uzatma

Chervyakli uzatmalar ilashuvchi uzatmalarga kiradi va harakat vintli juftlik printsipli asosida amalga oshiriladi. Bir-biriga nisbatan ayqash 90° burchak ostida joylashgan vallarga aylanma harakatlarni uzatish uchun ishlatiladi. Sxematik

ravishda chervyakli uzatma 4.24-rasmda ko`rsatilgan.

Chervyakli uzatma shesternyasi chervyak deb ataladi. Trapetseidal kesilgan qisqa vint shaklida yasaladi. Chervyakli uzatma g`altagi chervyakli g`altak deyiladi.

Reduktorlar. “Reduktor” so`zining kelib chiqishi lotincha bo`lib - **reductor**, tarjimasi “teskari yurish”, “orqaga yo`naltirish” ma`nosini beradi. Reduktor mashinalar yuritmasiga kiruvchi mexanizm bo`lib, yetaklanuvchi valning aylantiruvchi momentini kattalashtirish maqsadida uning burchak tezligini kamaytirish vazifasini bajaradi.

Reduktorning asosiy xarakteristikasi: FIK, uzatish nisbati, uzatish quvvati, vallarning maksimal burchak tezliklari, uzatmalarning turi va soni, bosqichlarning soni.

Reduktorning uzatish nisbati deb g`altak tishlari sonining shesternya tishlari soniga nisbatiga aytiladi.

$$u = \frac{z_2}{z_1}.$$

Agar reduktor ko`p bosqichli bo`lsa, uzatishlar soni har bir bosqichning uzatishlar soni ko`paytmasiga teng.

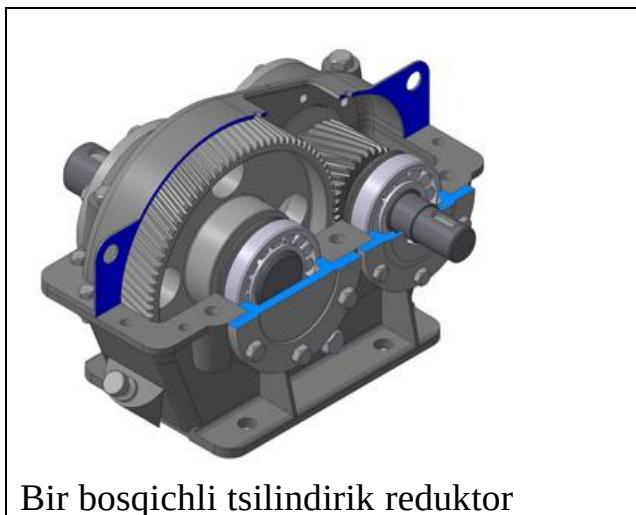
$$u = u_1 \cdot u_2.$$

Reduktor FIK:

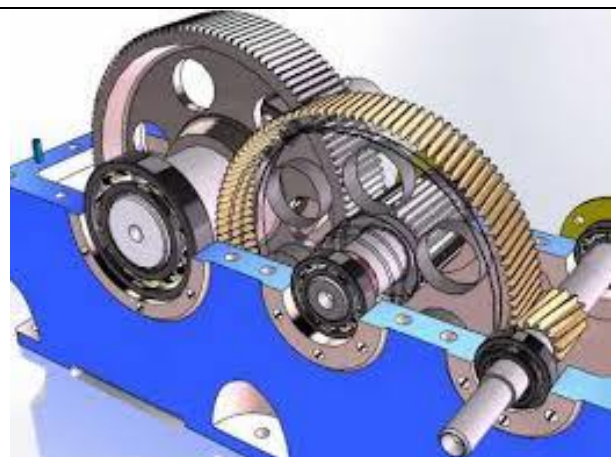
$$\eta = P_r/P_1$$

bu yerda P_r – uzatiladigan quvvat, kVt; P_a – ishlatilgan quvvat, kVt.

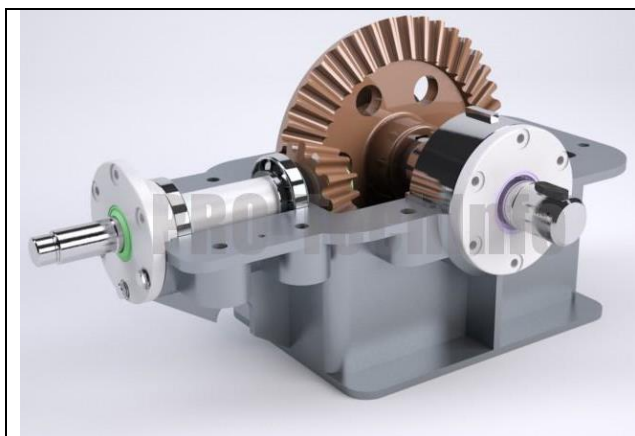
Reduktor korpusi (cho`yan, po`lat, alyuminiy) ichida vallar, tishli va chervyakli g`altaklar, podshipniklar va boshqalar joylashtirilgan. Ba`zilarida korpusi ichida ilashma va podshipniklarni moylash uchun mexanizmlar va sovituvchi mexanizmlar bo`ladi. Moylash sifati reduktor uzatmalarining FIK oshiradi va yeyilishini kamaytiradi.



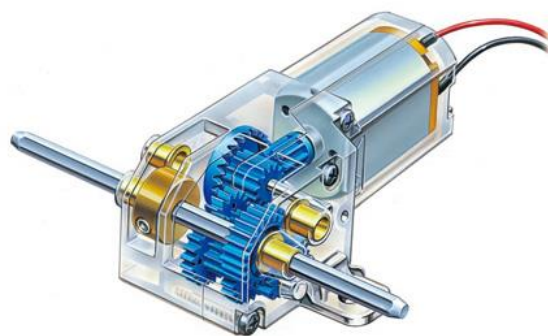
Bir bosqichli tsilindirik reduktor



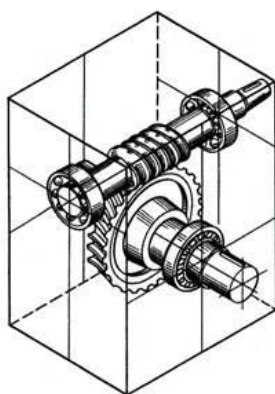
Ikki bosqichli tsilindirik reduktor



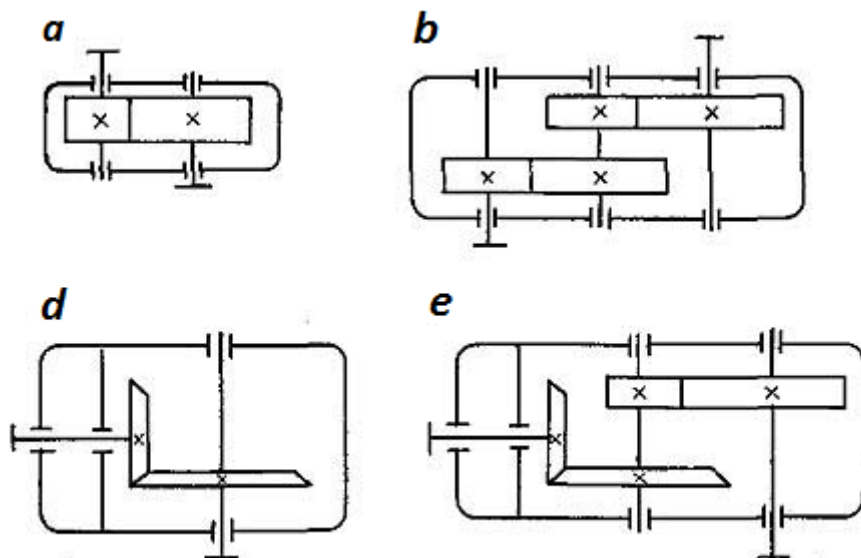
Bir bosqichli konusli reduktor



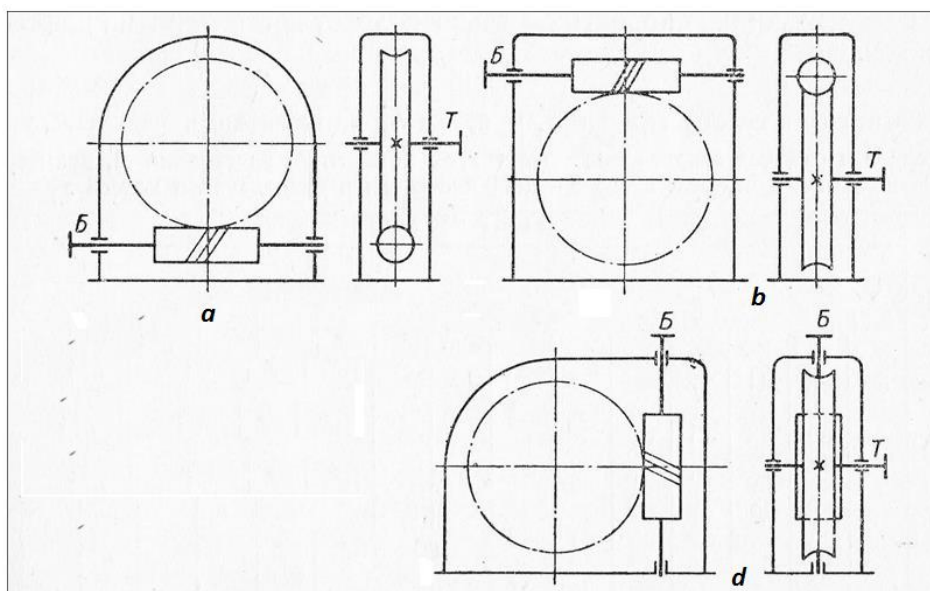
Ko`p bosqichli mini-reduktor



4.25-rasm. Reduktorlar



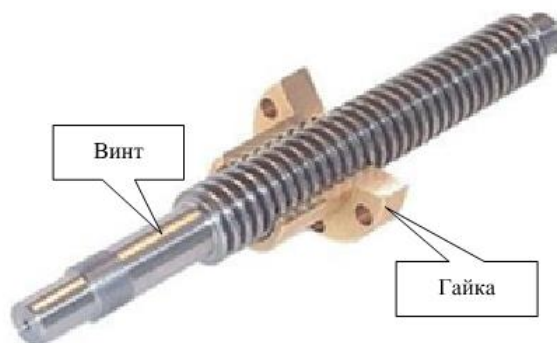
4.26-rasm. Reduktorlarning kinematik sxemada belgilanishi:
a-bir bosqichli tsilindrik reduktor; *b*-ikki bosqichli tsilindrik reduktor; *d*-konusli reduktor; *ye*-konusli-tsilindrik reduktor



4.27-rasm. Chervyakli reduktorlar.

a-chervyak pastda joylashgan; b-chervyak yuqorida joylashgan; d-chervyak yon tomonda joylashgan

Sirpanish vint-gayka uzatmasi. Bu uzatma aylanma harakatni ilgarilanmaga aylantirib berish uchun, baʼzan ilgarilanma harakatni aylanmaga aylantirish uchun (koʻpaxodli vint juftligidan foydanilganda) xizmat qiladi. Bu uzatma vint va gaykadan iborat (11.11-rasm).

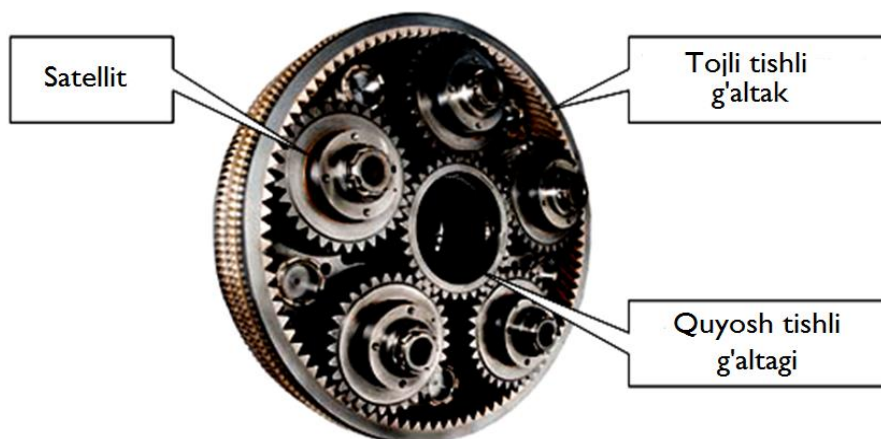


4.28-rasm. Sirpanish vint-gayka uzatmasi

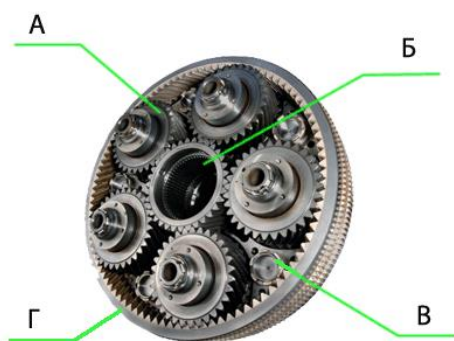
Uzatma konstruksiyasi oddiy va yasash oson, katta yuklama qobiliyati ega boʻlishiga qaramay ixcham, katta ishonchliliga ega, silliq va shovqinsiz ishlaydi, kuchdan yutish va katta aniqlikdagi harakatni taʼminlay oladi.

Kamchiliklari: tirqish (lyuft)larning mavjudligi, katta sirpanish ishqalanishi mavjudligi uchun rezbaning yeyilish darajasi kattaligi va F.I.K.ning pastligi.

Planetar uzatmalar. Bu uzatmalarning planetar yoki satellitli deyilishiga sabab, uzatmadagi tishli gʻaltaklarning harakati planetalar harakatiga oʻxshash (4.29-rasm). Bu gʻaltaklarning oʻqlari qoʻzgʻaluvchan boʻladi.



4.29-rasm. Planetar uzatma



- A) satellitlar
- B) quyosh shesternyasi
- V) vodilo
- G) aylana shesternya

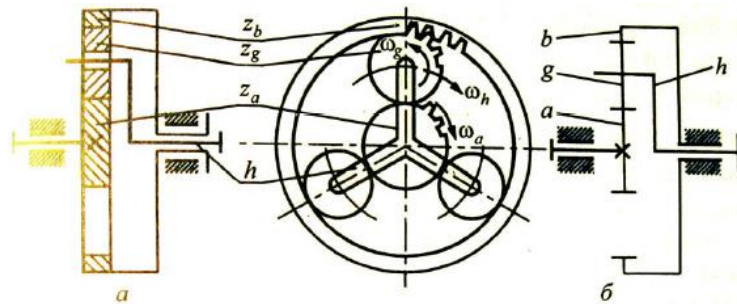
Oddiy planetar uzatma tashqi tishli markaziy quyosh tishli g'altakdan, ichki tishli markaziy tojli g'altakdan, tashqi tishli satellitlardan va vodiladan iborat. Satellitlar bir vaqtning o'zida ham quyoshli ham tojli g'altaklar bilan ilashmaga kiradi, satellitlar o'qi esa vodilada joylashgan (4.29-rasm).

Zamonaviy mexatron modullarda planetar uzatmalar juda keng ishlatiladi. Ularning afzalliklari ixcham (kompakt) va kichik massali, katta uzatish nisbatiga ega, tayanchlarga yuklama kichik, F.I.K. katta, yuqori kinematik aniqlikka, mustahkamlikka va ishonchlilikka ega.

Lekin kamchiliklarga ham ega: konstruktiv tuzilishi murakkab, yasash va o'rnatish ishlariga yuqori aniqlik talablari, uzatish nisbatining oshishi bilan F.I.K.ning pasayishi.

Uning ishlash printsipi quyidagicha: z_b tojli g'altakning qo'zg'almas holida ($\omega_b = 0$) z_a quyosh tishli g'altakning aylanishi (ω_a) satellit z_g ning o'z o'qi atrofida ω_g tezlik bilan aylanishiga olib keladi. Satellitlarning z_b tojli g'altak bo'yicha

tebranma harakati uning o`qini harakatlantiradi va vodiloning  $\omega_h$  tezlik bilan aylanishini ta`minlaydi. Satellit vodiloga nisbatan ω tezlik bilan aylanma harakat qiladi.



4.30-rasm. Planetar uzatma:

a-konstruktiv sxemasi; *b*-kinematik sxemasi; z_b tojli g 'altakning qo`zg'almas bo`lganligi uchun $\omega_b = 0$, vodiloning burchak tezligi

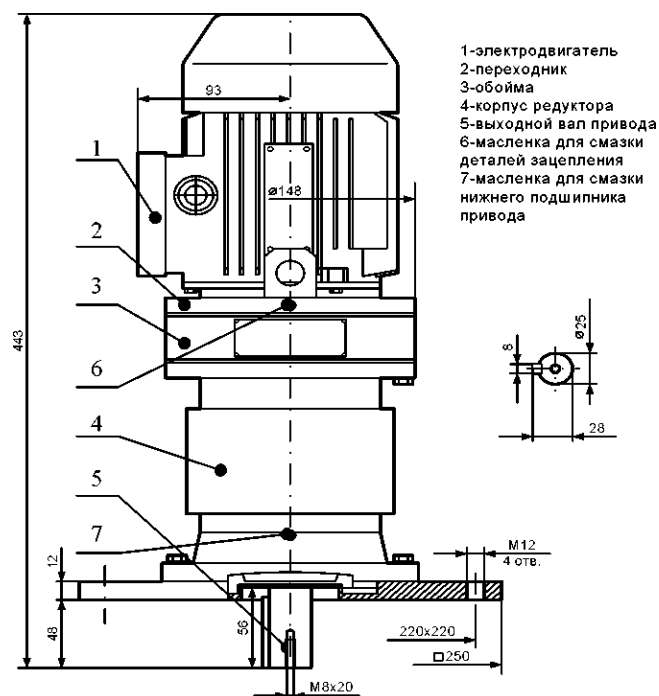
$$\omega_h = \omega_a / [1 + (z_b/z_a)].$$

Ushbu planetar uzatmaning uzatish nisbati $i = \omega_a/\omega_h$, yoki oxirgi variantda $i = 1 + z_b/z_a$.

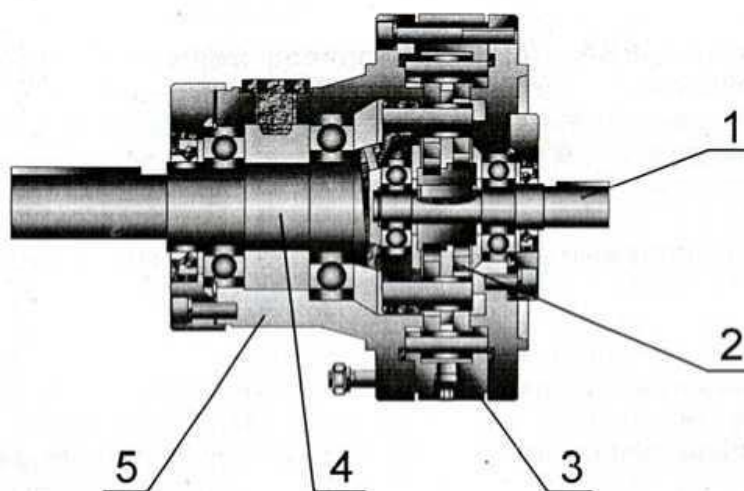


4.31-rasm. Planetar uzatmani drelda qo`llanishi

Misol tariqasida sikloidal reduktorli motor-reduktor konstruktsiyasini ko`rib chiqamiz (4.31-rasm). Bu motor-reduktor maxsus konstruktsiyali tsikloidal ilashmali planetar reduktor bo`lib, uning korpusiga elektrdvigatel joylashtirilgan.



4.32-rasm. Sikloidal reduktorli motor-reduktor umumiy ko'rinishi



4.33, a-rasm. Sikloidal reduktor

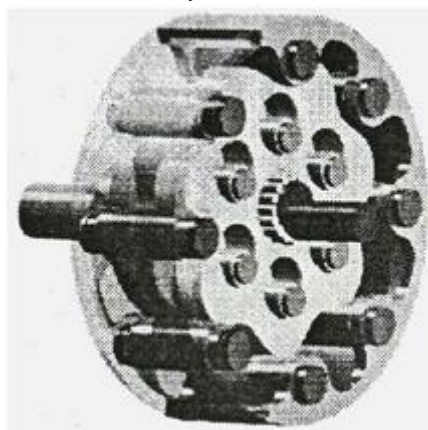
4.33 (a, b, d)-rasmda sikloidal reduktor konstruksiyasi ko'rsatilgan. Sikloidal reduktor – bu sikloidal ilashmali planetar reduktor bo'lib, quyidagi qismlardan iborat:

- 1-ekstsentrikli va rolikli kirish vali;
- 2-tsikloidal profil tishli 2 ta satellit;
- 3-o'qli va vtulkali oboyma (aylanma tsevkali g'altak);
- 4-barmoqli va vtulkali chiqish vali (vodilo);
- 5-reduktor korpusi.

Ikkita satellit kirish valida qarama-qarshi o`rnatilgan (satellitlar bir-biriga nisbatan  $180^\circ$ ga joylashtirilgan va ularning ekstsentrisitetlari diametral qarama-qarshi). Bu dinamik yuklamalarni muvozanatlashtirishni va eguvchi kuchlarning paydo bo`lishini oldini olishni ta`minlaydi.



4.33, b-rasm.



4.33, d-rasm.

Kirish vali aylanganda harakat val o`qiga nisbatan qarama-qarshi tomonlarga yo`naltirilgan 2 ta rolikli podshipshikli ekstsentrik yordamida satellitlarga uzatiladi. Satellitlar oboymaning tsevkalari (tishlari) bo`ylab sirpanib, kirish valiga nisbatan planetar harakatga keladi. Bunda kirish vali to`liq aylanganda satellitlarni valga nisbatan birta tishga val aylanishi yo`nalishiga qarama-qarshi aylanishiga olib keladi. Satellitlarning qarshi aylanishi satellitlarning teshiklarida joylashgan chiqish valining barmoqlariga uzatiladi. Ishqalishni kamaytirish uchun chiqish valining barmoqlariga vtulkalar kiydirilgan. Chiqish valining podshipniklari korpusda o`rnatilgan.

Sikloidal reduktorning xususiyatlari:

Quvvat uzatish samadorligi. Bir bosqichli reduktor F.I.K. 92,5% gacha, ikki bosqichli reduktorniki – 85 % gacha.

Aylanish chastotasini o`zgartirish diapazoni kengligi va ixchamlilik. Bir bosqichli reduktor uchun uzatishlar nisbati 9 dan 119 gacha, ikki bosqichli reduktor uchun 12257 gacha.

Reduktorning nisbiy material sig'imi $0,03-0,08 \text{ kg/N}\cdot\text{m}$.

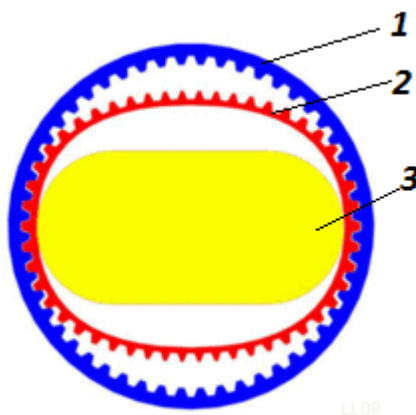
Yuqori yuklamali qobiliyati. Reduktor uzoq muddatda katta zarbali va o'zgarib turadigan eng yuqori yuklamalarga chidab beradi.

Ishonchlilik. Reduktor 90 % li inkorsiz ishlash ehtimolligi bilan 20000 soat uzluksiz ishlashga garantiya beradi. Bir smenali ishda reduktor ishlash muddati 15 yilga teng.

Kichik inertsialilik. Reduktorning katta uzatishlar soni yuritmaning keltirilgan moment inertsiasining kichikligini ta'minlaydi.

Shovqin darajasining pastligi. Ilashmaning ko'pjuftligi yurishning silliqligini, vibratsiyaning yo'qligi shovqinning darajasini 62...70 dB bo'lishini ta'minlaydi.

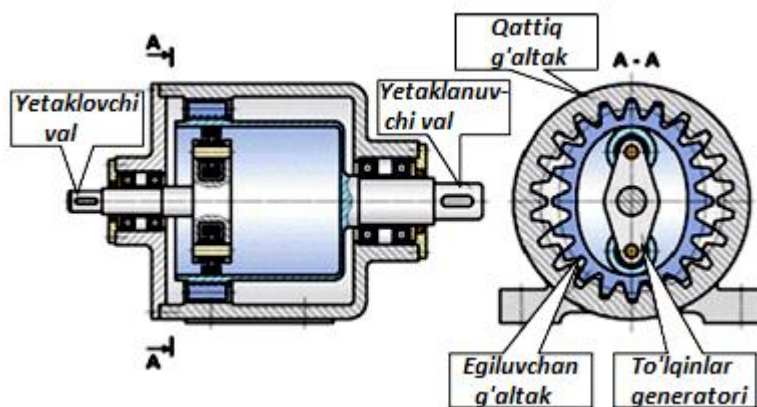
To'lqinli (volnovoy) tishli uzatma. To'lqinli (volnovoy) tishli uzatma ichki tishlarga ega qattiq o'rnatilgan tishli g'altak 1 dan, tashqi tishlarga ega egiluvchan tishli g'altak 2 dan va to'lqinlar generatori 3 dan iborat (4.34-rasm).



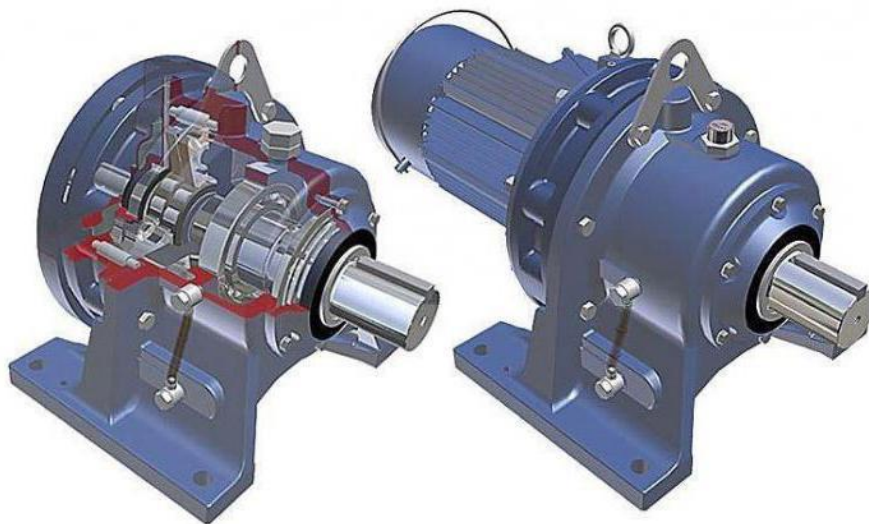
4.34-rasm. To'lqinli tishli uzatma

To'lqinli uzatma – egiluvchan elementlarda to'lqinlar deformatsiyasi davriy qo'zg'atish evaziga harakatni uzatuvchi mexanik uzatmadir. Harakatlar tishlar yordamida va vint printsipli hamda friktsiyali kontakt hisobida amalga oshiriladi. 1959 yilda amerikalik muhandis U.Masser tomonidan ixtiro qilingan.

To'lqinli tishli uzatmalar bitta bosqichda juda katta uzatishlar sonini ta'minlaydi. Ularnin FIK planetar uzatmalariday.



4.35-rasm. To'lqinli reduktor (sxemasi)



4.36-rasm. Toʻlqinli reduktor



4.37-rasm. HanZhen kompaniyasining toʻlqinli reduktori

Kamchiliklari: gʻaltakning katta oʻlchamli diametrlarida toʻlqinlar generatori yetaklovchi vali aylanish chastotasining chegaralanganligi, boshqa tishli uzatmalarga nisbatan egiluvchan gʻaltagining aylantirish xususiyatining pastligi.

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. Pʻyezoelektrik yuritma konstruktsiyasi i ishlash printsiipi.
2. Elektrpnevmatik yuritmalar.
3. Planetar reduktorlarning tuzilishi va ishlash printsiipi.
4. Sikloidal reduktor qanday ishlaydi.

5 ma'ruza. Mexatronikada harakat modullari klassifikatsiyasi. Harakat modullari. Mexatronik harakat modullari. Intellectual mexatronik harakat modullari.

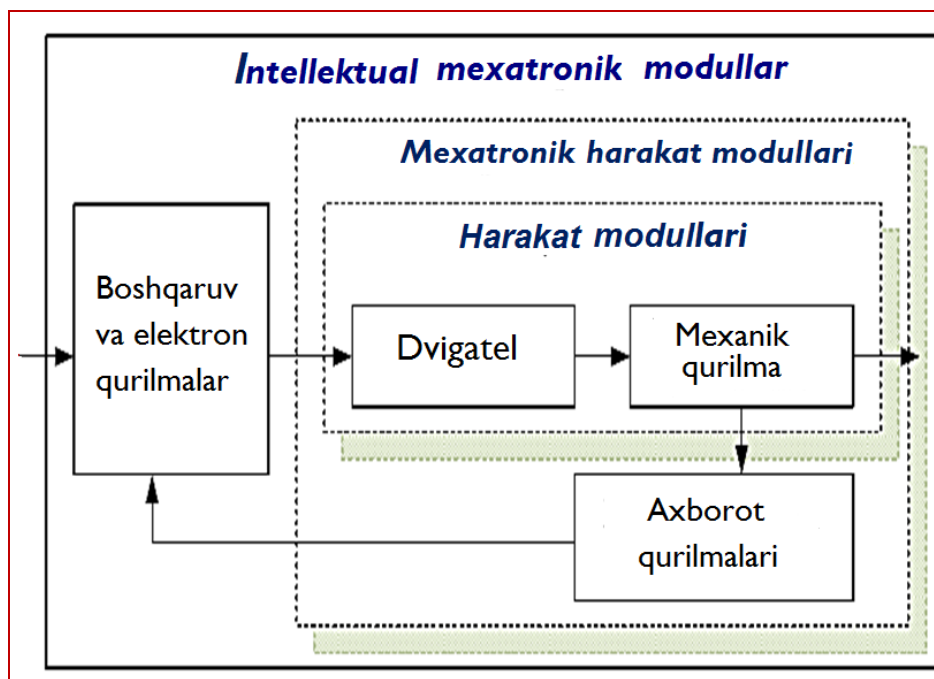
Reja:

1. Mexatronik modullarining strukturasi va kvalifikatsiyasi (tasnifi).
2. Harakat modullari.
3. Intellectual mexatronika modullariga tushuncha.
4. Harakat kontrollerlari.

Harakat modullarining strukturasi va kvalifikatsiyasi (tasnifi).

Mexatronik modullar strukturasi. Mexatronik modullarni ularni tashkil qilgan elementlariga qarab 3 ta guruhga ajratish mumkin (5.1-rasm).

- **Harakat moduli (HM);**
- **Mexatronik harakat moduli (MHM);**
- **Intellectual mexatronik modul (IMM)**



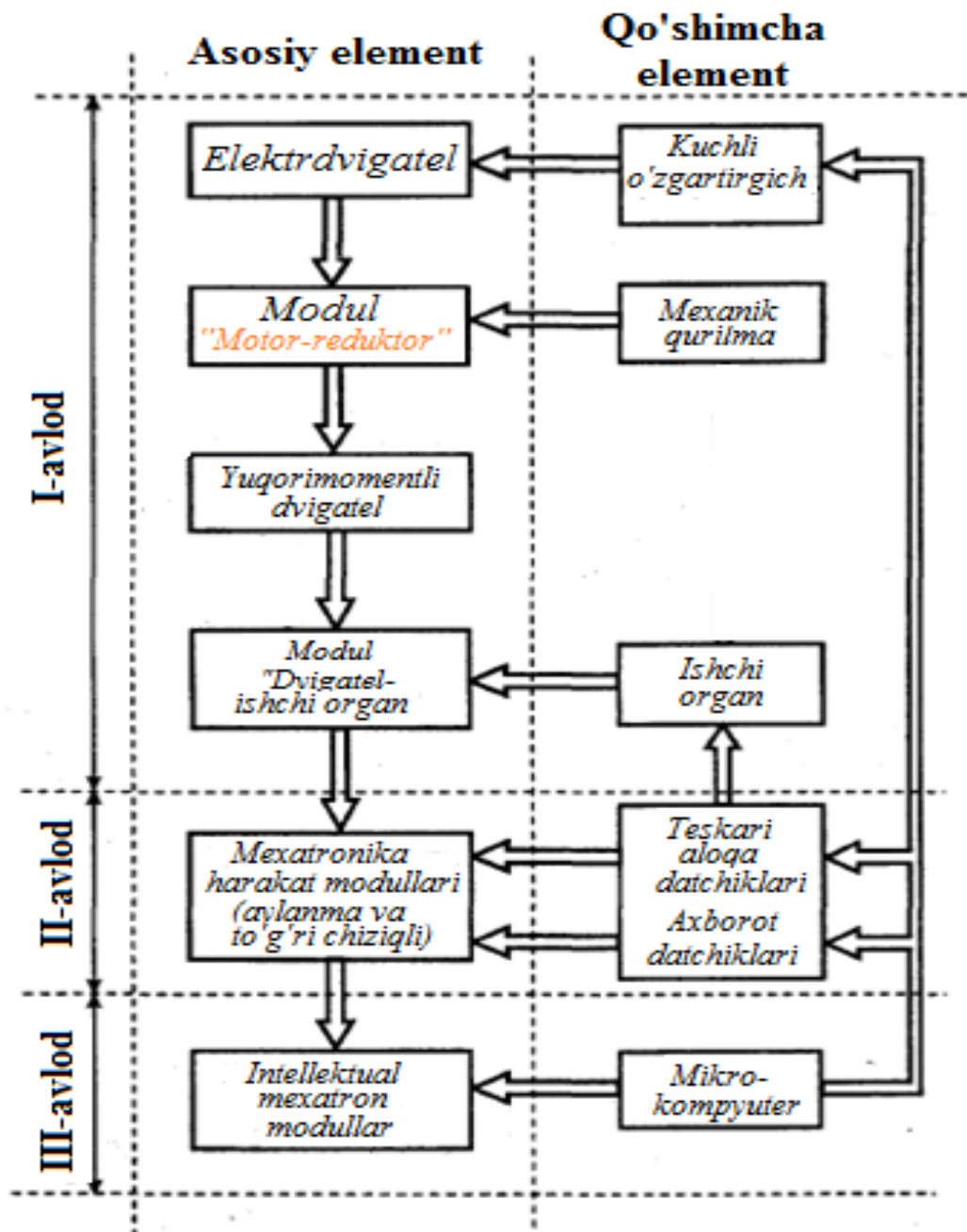
5.1-rasm. Mexatron modullarning strukturasi

▪ **Harakat moduli (HM)** — konstruktiv va funksional mustaqil mahsulot bo'lib, unda boshqariladigan dvigatel va mexanik qurilma konstruktiv birlashtirilgan.

Umumsanoat yuritmasidan HMning asosiy farqi shundaki, HMda dvigatel vali harakatni mexanik o'zgartirish elemneti bo'lib xizmat qiladi. Zamonaviy HMLarda elektrik dvigatellar – asinxron va sinxron, o'zgarmas tokli, qadamli,

p'ezoelektrik va b. ishlatiladi. Lekin amaliy masalalarni yechishda elektrogidravlik yoki elektropnevmatik dvigatellar qo'llaniladi.

Mexanik qurilma tarkibiga har xil reduktorlar, harakat o'zgartirgichlari, variatorlar, chegaralovchi va himoya qiluvchi elementlar kiradi.

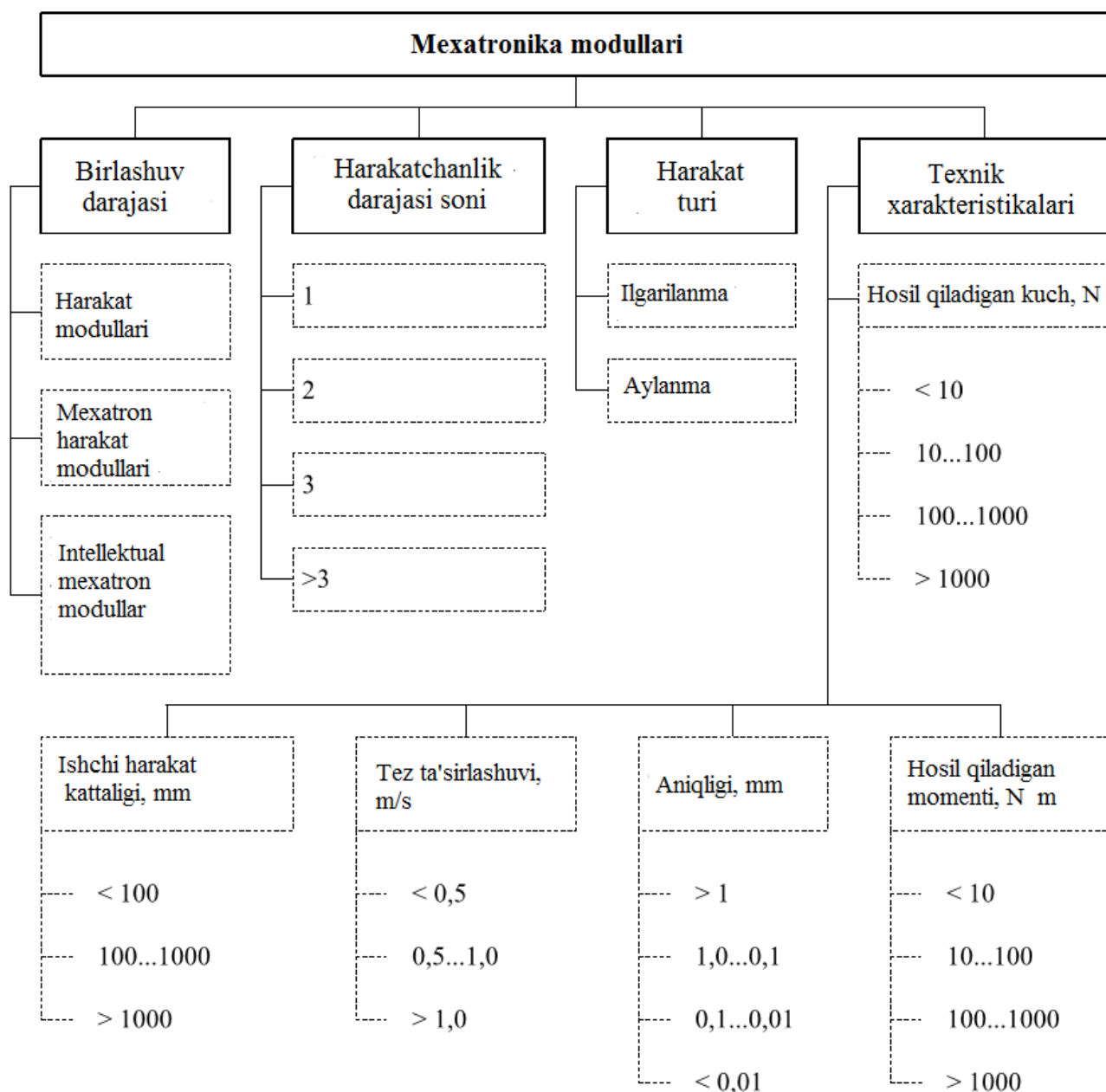


5.2-rasm. Mexatron harakat modullarining rivojlanish sxemasi

▪ **Mexatronika harakat moduli (MHM)** - — konstruktiv va funksional mustaqil mahsulot bo'lib, unda boshqariladigan dvigatel, mexanik qurilma va axborot qurilmasi konstruktiv birlashtirilgan. Ta'rifga asosan HMga ko'ra bu yerga axborot qurilmasi joylashtirilgan (5.1-rasmga qarang).

Axborot qurilmasi tarkibiga teskari aloqa va axborot datchiklari, hamda signallarni qayta ishlovchi va o'zgartiruvchi elektron bloklar kiradi. Bularga misol bo'lib, harakat tezligi va burchak bo'yicha harakat haqidagi axborotni beruvchi fotoimpulsli datchiklar (inkoderlar), optik lineyalar, aylanuvchi transformatorlar va b. xizmat qiladi.

- ***Intellektual mexatronik modul (IMM)*** - konstruktiv va funksional mustaqil mahsulot bo'lib, dvigatel mexanik, axborot, elektron va boshqaruv qismlarni sinergetik integratsiyalash yo'li bilan qurilgan. Shunday qilib, IMMLarda konstruktsiyasida MHMga nisbatan qo'shimcha boshqaruvchi va elektron qurilmalar joylashtirilgan. Bu qurilmalar IMMga intellektual xususiyatlarni yaratadi. Bu guruhga raqamli hisoblash qurilmalari (mikroprotsessorlar, signalli protsessorlar va b.), elektron kuchli o'zgartirgichlar, kompyuterli aloqa va bog'lanish qurilmalari kiradi.



5.3.-rasm. Mexatron modullarining kvalifikatsiyasi (tasnifi)

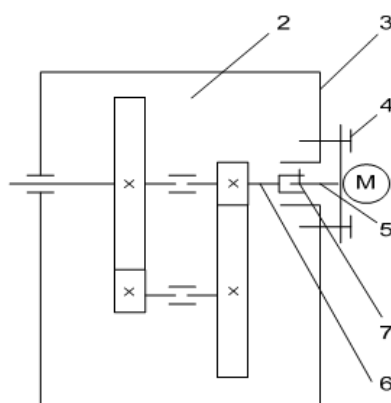
Harakat modullari. Harakat modullarining umumiy sanoat yuritmalaridan asosiy farqi – bu dvigatel validan harakatni o'zgartiruvchi bir element sifatida foydalanishdir. Harakat modullariga misol qilib motor-reduktor, motor-g'altak yoki elektrshpindellarni olish mumkin.

Motor-reduktorlar. 1927 yilda «Bayer» firmasi tomonidan printsiplial yangi konstruktsiya – motor-reduktor ishlab chiqildi. Bunda elektrodvigatel va mexanik harakatni o'zgartiruvchi (reduktor) birta ixcham konstruktorlik moduliga birlashtirilgan. Bu konstruktsiyalar hozirgacha ham keng ishlatilib kelinmoqda. elektrodvigatel va mexanik harakatni o'zgartiruvchi (reduktor)ni

birta elektryuritmaga birlashtirish bu 2 ta qurilmani mufta orqali birlashtirilgan konstruktsiyalarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Bular:

- gabarit o'lchamlarning kichrayishi;
- bog'lovchi detallari sonining kamayishi;
- o'rnatish, sozlash va ishga tushirish ishlariga xarajatning kamayishi;
- ishlatish xususiyatlarining yaxshilanishi (chang va namlikdan himoya, vibratsiyalarning kamayishi, noxush ishlab chiqarish sharoitlarida xavfsizlik va ishonchlilik).

Modulning konstruktiv bajarilishi qo'llaniladigan reduktorlar turiga bog'liq bo'lib, tsilindrik, konusli, chervyakli va boshqa turdagi motor-reduktorlar mavjud. elektrdvigatellar sifatida qisqa yopilgan rotorli asinxron, aylanish chastotasi rostlanadigan, bir fazali va o'zgarmas tokli dvigatellar ishlatiladi.



5.4-rasm. Silindrik ikki pog'onali o'qdosh motor-reduktor

Motor-reduktor (5.4-rasm) ikkita asosiy elementdan tarkib topgan: elektrdvigatel 1 va harakat o'zgartiruvchisi (reduktor) 2. Reduktor qismida elektrdvigatelni vint va bolt 4 bilan mahkamlash uchun teshikli bog'lash yuzasi 3 mavjud. Elektrdvigatel va reduktorni bitta konstruktiv modulga birlashtirish uchun val 5 reduktorning ichi bo'sh kirish vali 6 ga shponka 7 orqali mahkamlanadi.

Dvigatel va reduktor umumiy valga ega bo'lish varianti ham mavjud.

Bir bosqichli chervyakli motor-reduktor sxemasi 5.5-rasmda keltirilgan. U dvigatel 1 dan va harakatni o'zgartiruvchi chervyakli uzatma 2 dan iborat. Ular umumiy korpusga vint 3 yordamida birlashtirilgan. Dvigatel va chervyak vali 4 umumiy.

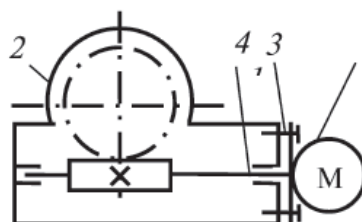


Рис. 1.4. Червячный мотор-редуктор

Ikki bosqichli *MOTOVARIO* firmasining chervyakli motor-reduktorning tashqi qo`rinishi 5.6-rasmda ko`rsatilgan.

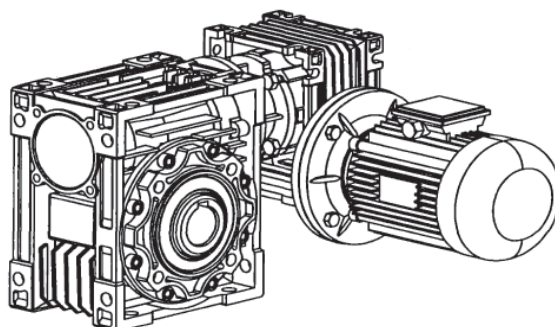


Рис. 1.5. Двухступенчатый червячный мотор-редуктор фирмы *MOTOVARIO*

Motor-reduktorlarda ko`pincha val aylanishi chastota o`zgartirgichi yordamida rostlanadigan qisqa ulangan rotorli asinxron dvigatellar, bir fazali dvigatellar va o`zgarmas tok dvigatellari ishlatiladi.

Harakatni o`zgartiruvchilar sifatida, yuqorida ko`rsatilgan, tishli silindrik, konusli, chervyakli, planetar, to`lqinli, vint-gaykali va boshqa uzatmalar ishlatiladi.

Motor-reduktorni kutilmagan o`ta yuklamalardan himoyalash uchun ular konstruktsiyalarida aylantiruvchi momentni cheklovchi qurilma ko`zga tutilgan. Bunday qurilma variantini chervyakli motor-reduktordagi ko`rinishi 5.7-rasmda ko`rsatilgan.

Chervyakli g`altak 1 ni qo`zg`almas konus 2 ga va harakatchan konus 3 ga o`rnatiladi. Konus 2 chiqish vali bilan birga yasalgan. Konus 3ni esa tarelkali prujina 4 harakatchan vtulka 5 rostlanadigan fiksatorli gayka 6 yordamida qisadi. Rostlanadigan gayka qancha aylanishga aylantirilgan bo`lsa, shunga qarab joriy o`q kuchi paydo bo`ladi. Bu kuch o`z navbatida konus va chervyakli g`altak orasida ishqalanish momentini (chegaraviy uzatuvchi momentni) chaqiradi.

Chiqish vali 2 da tashqi aylantiruvchi momentning qiymati uning chegaraviy qiymatidan katta bo`lganda chervyakli g`altak 1 salt aylanadi va harakatni chervyak 7

ga uzatmaydi va shu bilan harakat o'zgartirgichi va dvigatelni zarardan himoya qiladi.

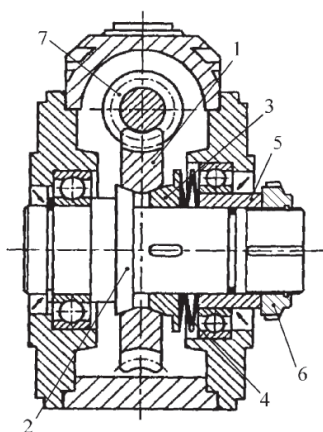


Рис. 1.6. Червячный мотор-редуктор с ограничителем передаваемого момента

Ko'pgina horijiy firmalar, masalan *MOTOVARIO*, *VARVEL*, *MAXON*, har xil turdagi motor-reduktorlar ishlab chiqaradi. *MAXON* firmasi elektrdvigatellar, tsilindrik va planetar reduktorlar va ular bazasida motor-reduktorlar ishlab chiqaradi. Kerak bo'lganda ushbu motor-reduktorlar fotoimpulslı datchiklar, rezolverlar va tormozlar bilan jihozlanadi (shunday qilib ular MHM sinfiga o'tadi).

Motor-reduktor o'zining afzalliklariga asosan hozirgi vaqtda eng ko'p tarqalgan elektryuritma turiga kiradi. Butun dunyoda hozirgi vaqtdahar yili million dona motor-reduktorlar ishlab chiqarilyapti.

Dvigatelga har xil turdagi planetar va tsilindrik reduktorlarni hamda magnitli va raqamli fotoimpulslı datchiklarni blokli-modulli bog'lash tizimi 5.8-rasmda ko'rsatilgan.

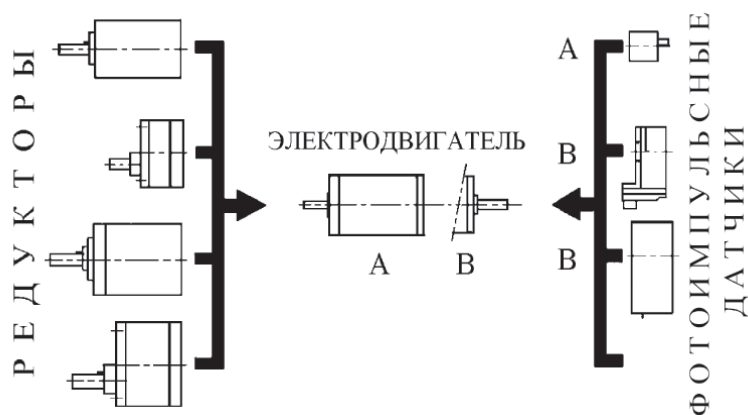


Рис. 1.2. Блочнo-модульная система формирования мотор-редукторов: А, В — исполнения двигателя

Planetar tishli motor-reduktor 5.9-rasmda ko`rsatilgan. U asinxron dvigatel 1 va ikki bosqichli planetar tishli harakat o`zgartirgichi 2 dan iborat. Bu ikkita element vint 3 yordamida bitta umumiy korpusga birlashtirilgan.

Harakat o`zgartirgichida harakatchan elementlar bo`lib birinchi bosqichdagi vodilo va ikkinchi bosqichdagi quyosh shesternyasi xizmat qiladi. Ular bir-biri bilan tishli mufta yordamida bog`langan. Ikkinchi bosqich vodilosini harakat o`zgartirgichi chiqish vali bilan birga yasalgan. Birinchi bosqich satellitlar vodilolarda konsolli o`rnatilgan.

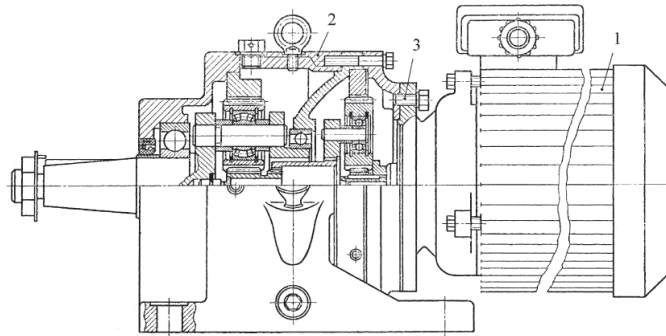


Рис. 1.7. Планетарный двухступенчатый мотор-редуктор



Ko`p holllarda motor-reduktorning chiqish vali aylanish tezligi o`zgaruvchan bo`lishi talab etiladi. Bu shartni bajarishning ikkita yo`li bor: birinchisi – aylanma tezlikni rostlaydigan mexanik variatorlardan foydalanish; ikkinchisi – dvigatel aylanish tezligini o`zgartiruvchi elektron qurilmalardan foydalanish.

Bu ikkita usulning o`ziga yarasha afzalliklari va kamchiliklari bor. Ularni konstruktiv va texnologik vazifalarni bajarishga qarab ishlatadilar.

Agar chiqish validagi aylantiruvchi momentni kuchaytirish kerak bo`lsa, unda mexanik variatorli motor-reduktorni ishlatish maqsadga muvofiq bo`lardi.

Agar motor-reduktorning minimal gabaritlari va massasini saqlab qolish kerak bo`lsa, yoki tezlikni rostlash diapazonini kattalashtirish kerak bo`lsa, unda tezlikni chastotali o`zgartirgichlardan foydalanish afzalroq.

Motor-reduktorlarda har xil turdagi variatorlar ishlatiladi. Masalan, planetar-friktsion variatorlar. Unda mahsulot “motor-variator-reduktor” deb ataladi.

5.10-rasmda motor-variator-reduktorlarning umumiy komponovkalash sxemasi keltirilgan. Dvigatel 1, variator 2 va reduktor 3 bir-biri bilan flanetslar bilan vintlar (boltlar) 4 yordamida biriktirilgan.

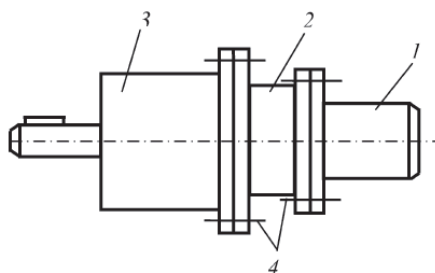


Рис. 1.10. Компонировка мотор-вариатора-редуктора

Motor-reduktorlarning chastotali tezlikni o'zgartirgichlari bilan komplektda qo'llash dvigatel vali aylanish tezligini o'zgartirish yordamida silliq (bosqichlarsiz) chiqish vali tezligini rostdash va momentni saqlab qolish imkonini yaratadi.

Yuritmalı texnikaning rivojlanishidagi keyingi qadam bu – aylanma harakatlanuvchi **yuqori momentli dvigatellarning** paydo bo'lishi bo'ldi. Ularni qo'llash kichik tezliklarda ishlaydigan o'zgarmas tokli elektr yuritmalar tarkibidan mexanik reduktorni olib tashlash imkonini berdi.

Yuqori momentli deb doimiy magnitdan va o'ramlari elektronli kommutatsiyadan g'alayonlanadigan o'zgarmas tokli dvigatellarga aytiladi. Bunday dvigatellarmoment bo'yicha ko'p martali yuklamani o'zgartirish imkonini yaratadi.



5.11-rasm. Yuqori momentli dvigatel

Yuqori momentli dvigatellar kichik tezliklarda (1000 ayl/min gacha) va yuqori momentlarda (60000 N·m gacha) aylanma harakatni ta'minlash uchun yaratilgan.

Asosiy xususiyatlari:

- kuchli reduktorlarni inkor etish imkoniyati;
- doimiy magnitlardagi sovuq rotor;
- katta F.I.K. (0,9 dan katta);
- yuqori solishtirma xarakteristikalar (100 N·m/kg gacha);
- yangi avlod materiallarni qo'llash.

Ventilli yuqori momentli dvigatellarda rotoridagi polyuslari holatini aniqlash uchun qo'shimcha texnik vositalar o'rnatiladi (masalan, Xoll datchigi, induktiv va fotoelektrik datchiklar).

Odatda yuqori momentli dvigatellar 0,1-1 ayl/min aylanish chastotalarida ishonchli barqaror ishlaydilar. Bu aylanish chastotalari metall kesuvchi stanoklar va sanoat robotlarida ko'p qo'llaniladi.

Yuqori momentli dvigatellar yuritmalarida reduktorning bo'lmasligi quyidagi afzalliklarga ega:

- konstruksiyaning kompaktligi va modulliligi, material hajmining kamayishi;
- tirqishlar yo'qligi tufayli yuritmaning aniqlilik xarakteristikalarining yuqoriligi;
- mexanik transmissiyadagi ishqalanishlarning yo'qligi pozitsiyalashning va nochiziqli dinamik effektlarning noaniqliklarining kamayishi ;
- rezonansli chastotaning oshishi.

Mexatronikada harakat modullarining muhim rivojlanish bosqichlaridan biri bu – **“dvigatel-ishchi organ” tipidagi modullarni** ishlab chiqishdir. Ishlash ob'ektlariga ishchi organning maqsadga muvofiq ta'sir etishni amalga oshiruvchi texnologik mexatronika tizimlari uchun ushbu konstruktiv modullar katta ahamiyatga ega.

“Dvigatel- ishchi organ” tipidagi modullardan har xil turdagi o'zi yurar vositalar (elektrvelosipedlar va elektrmobillarda, robokar va mobil robotlarda hamda b.da) yuritmalarida keng qo'llaniladi.



5.12-rasm. “Dvigatel-ishchi organ” tipidagi yuritmalar

Мехатронный модуль

Мехатронный модуль – это электрическая трансмиссия, совмещающая инвертер, электродвигатель и редуктор.

В состав модуля входит синхронный тяговый электродвигатель, интегрированный силовой инвертор на основе IGBT полупроводников (транзисторов), драйвер управления IGBT и контроллер управления мехатронным модулем.

Управление осуществляется по CAN шине.

- напряжение питания 220-450 V (DC), 12–14V (DC)
- температура эксплуатации -40°C ... +70°C
- Макс. крутящий момент на моторе 200 н.м., на выходе редуктора 1900 н.м.
- Макс. мощность 60 кВт., ном. мощность 30 кВт., масса 58 кг.
- Макс. скорость вращения 13000 об/мин
- Жидкостная система охлаждения



Lada-Largus.COM

Bu modullar tarkibiga sinxron elektrdvigatel, IGBT yarimo`tkazgich (tranzistorlar) asosida qurilgan integratsiyalangan kuchli invertor, IGBT boshqarish drayveri va mexatron modulni boshqaruvchi kontroller kiradi.

Manba kuchlanishi 220-450 V (DC), 12-14 V (DC);

Ishlatish temperaturasi -40°C....+70°C;

Maks. Aylantiruvchi moment: motorda 200 N·m, reduktor chiqish valida 1900 N·m;

Maks. quvvat 60 kVt, nom. quvvat 30 kVt, massa 58 kg;

Suyuqlikli sovitish sistemasi

Solishtirma aylantiruvchi momenti uncha katta bo`lmagan stanoklarda (kichik o`lchamdagi tokarli, konsolno-frezerli, yuqori tezlikli frezerli stanoklarda) **“motor-shpindellar”** deb ataluvchi qurilmalar qo`llaniladi. Bu qurilmalarning yuritmalarning elektrmexanik uzellaridan asosiy ajralib turadigan konstruktiv xususiyatlari bu – shpindelni bevosita dvigatel rotorida o`rnatilganidir.

Elektrshpindellar. Raqamli dasturli boshqariladigan stanoklar uchun asbobni avtomatik almashtirish xususiyatiga ega elektroshpindellar (5.13-rasm). Ular quyidagilar bilan jihozlangan:

- asbobni almashtirishni nazorat qiluvchi sensor;
 - xizmat ko'rsatishni inkor qiladigan gibrid keramik podshipniklar permanentli moylash usuli bilan – xizmat muddati 6000 soat;
 - katta tezlikni ta'minlaydigan moylash sistemasi;
 - katta ish unumdorligida ega HF motorlar (sinxron va asinxron);
 - motorlarni himoyalovchi termoviklyuchatel KTB 84;
 - aniq ishlash uchun vektorli nazorat;
 - elektrshpindel ichidagi sovitish sistemasi;
 - HF motor va podshipniklarni sovitish uchun ichki suyuqli tsirkulyator;
 - havo bar'erli oldingi havo purkagich;
 - asbobni almashtirish vaqtida o'qni tozalash.



5.13-rasm. Raqamli dasturli boshqariladigan stanoklar uchun asbobni avtomatik almashtirish xususiyatiga ega elektroshpindellar.

Shpindel Big Plus. Standart Big Plus BBT 40 markali shpindel sistemasida shpindel yuzasi va asbobni ushlaydigan flanets orasida ikkitalik kontakt mo'ljallangan (5.14-rasm). Detalning chuqur elementlarini effektiv ishlov berish uchun F650 Value Master markazida 18,4 kVt quvvatli va 10000 gacha ayl/min aylanish chastotasiga ega shpindel o'rnatilgan. Bosh shpindel juda katta tezlikdagi aylanishlarda olib boriladigan ishlov berishlarda ham juda ham kichik shovqin va vibratsiya hosil qiladi, ishlov berish sifatining ishonchliligi va ichki qismlarga minimal issiqlik kirishi bilan xarakterlanadi. Katta aniqlikdagi radial-tayanchli podshipniklar katta tezlikdagi kesishlarda yuqori musbat va manfiy tezlanishlar hosil qilish imkoniyatini beradi.



5.14-rasm.

Интеллектуал mexatronika modullariga tushuncha. Интеллектуал mexatron modullar (IMM)ning yaratilishi mexatronika rivojlanishining zamonaviy bosqichi asosiy xususiyati hisoblanadi. Mexatron harakat modullaridan farqi ularda qo`shimcha ravishda mikroprotsessorli hisoblash qurilmalari va kuchli elektron o`zgartirgichlar o`rnatilgan bo`ladi. Bu esa IMMlarga intellektuallik xossalarini beradi.

Интеллектуал mexatron modullar uchun modullik printsiplari xos bo`lib hisoblanadi. **KONTROLLER + KUCH O`ZGARTIRGICH + DVIGATEL + MEXANIZM + DATCHIK** modullarining birlashmasi va kontrollarning belgilangan **DASTURIY TA`MINOTI** bo`lgan taqdirda **интеллектуал mexatron ijro etuvchi mexanizm** bo`lib hisoblanadi. Ammo bu elementar modullar asosida yasalgan ijro etuvchi mexanizmlar berilgan talablarga hamma vaqt ham javob bera olmaydi. Zamonaviy yuqori texnologik intellektual modul (IM)larni yaratishga mexatron yondoshish mexanik, elektromexanik, elektron, elektrotexnik, kompyuter va interfeys elementlarining o`zaro hamkorligi, oraliq energiya va ma`lumotlar hosil bo`lishini minimallashtirish, hamda elektr va mexanik interfeyslarning alohida blok sifatida ishlashini talab qiladi. Bu talablar ijrochi mexanizmlarining ixchamligi, aniqligi va tannarxi kabi ko`rsatkichlarni yaxshilashga olib keladi.

Интеллектуал mexatron modul (IMM)larda zamonaviy mexatron modullarning 3 ta komponentlari birlashtirilgan – elektromexanik, elektron va kompyuterli.

Mexatron modullarning zamonaviy rivojlanishi ularning ta`sirini ko`p funktsional harakatlarining intellektuallashtirish bo`lib hisoblanadi: yangi avlod modullari o`z tashkil etuvchilari – elektromexanik, elektron va kompyuter yo`nalishlarini birlashtirilgan. Texnik jihatdan intellektual mexatronik

modullarini rivojlantirish mikroprotsessor tizimlarining jadal rivojlanishi bilan bog'liqdir. Ishlab chiqarish texnologiyalarining rivojlanib borishi mikroprotsessorlar narxining pasayishiga va rentabelligining oshirishga va shu sababli uni amaliyotga keng qo'llashga olib keladi.

Harakatlanish mexatron modullarning intellektuallashuvi interfeysli birlashish nuqtasiga qarab 3 yo'nalishga bo'linadi:

1. Boshqaruv kontrollerini yuqori bosqichdagi kompyuter bilan yaxlit apparat-dastur boshqaruv kompleksiga bog'lovchi integrallashgan interfeyslarni yaratish.

2. Boshqaruv kontrollerlari va kuch o'zgartirgichlarni integratsiyalash orqali intellektual kuch modullarini yaratish.

3. Barcha oddiy o'lchov vazifalaridan tashqari signallarga kompyuterli ishlov beruvchi va ularni dasturlarga mos ravishda o'zgartiruvchi intellektual sensorlarini yaratish.

Kompyuterli boshqarish qurilmalari (KBQ)ning mexatron modullarda texnik qo'llash usullarining ko'rib chiqamiz.

Harakat kontrollerlari. Yuqorida ko'rsatilgan 1-yo'nalish – foydalanuvchiga modul harakatini boshqarishni kompleks vazifalarini yechishni tez va to'laqonli bajarish imkonini beradigan yangi avlod kompyuter qurilmalarini yaratishni ko'zga tutadi.

Mexatron harakatlarni boshqarish masalasini ikkita asosiy qismga ajratish mumkin:

- harakatni rejalashtirish;
- harakatni vaqt davomida bajarish.

Harakatni rejalashtirish va dasturni avtomatlashgan tarzda boshqarish masalasini yuqori bosqichdagi kompyuter belgilaydi. Bu kompyuter o'z navbatida topshiriqlarni inson-operatoridan oladi. Signallarni hisoblash va harakat signallarini yuritmalarga berish vazifasini harakat kontrolleri amalga oshiradi. Shunday qilib, KBQ arxitekturasida kompyuter va kontrollarning ishtiroki boshqarishning topshiriqlarini bajarishda vazifalarni ajratish nuqtai nazaridan maqsadlidir.

Faqat oddiy modullarda vaqt vaqti bilan oddiy kontrollerlar ishlatiladi va ular shartli ravishda arzonligi bilan foydalanuvchilar uchun qulaydir. Bu turdagi kontrollerlar vazifasi bir (kam xollarda ikki) koordinata bo'ylab mexanik harakatni boshqarish bo'lib, murakkab boshqaradigan strukturalar uchun oddiy interfeysga ega.

Operator tomonidan uncha qiyin bo'lmagan tilda (masalan, *BASIC*) boshqarish dasturini tuzish lozimligi, aloqa kanallarining kamligi va xotirasi

hajmini kichikligi bu turdagi kontrollerlarni intellektual boshqariladigan ko'p koordinatli mexatron tizimlarda ishlatish mumkin emasligini ko'rsatadi.

Zamonaviy kontrollerlar boshqarilayotgan mexanik ob'ektning joylashuvi va/yoki tezligini teskari aloqa printsipli asosida boshqaradi, ya'ni mexatron tizim ijro etish bosqichida yopiq tizim bo'lib hisoblandi. Ochiq tizim bugungi kunda faqat qadamli dvigatelli tizimlarda ishlatiladi. Qadamli dvigatellar grafopostroitellar, plotterlar, aylanma stollar va boshqa sodda uskunalarda ishlatiladi.

Avtomatlashtirilgan mashinasozlik uskunalarida (metall kesuvchi, texnologik robotlar) harakatlarning aniqligiga erishish uchun faqat yopiq boshqaruv tizimlari ishlatiladi.

Ko'p funktsional harakatlarni amalga oshirishi uchun kontrollerlar tashqi qurilmalar bilan aloqada bo'lishini ta'minlaydigan qo'shimcha kirish/chiqish interfeyslari mavjud. Odatda, bu signallar diskret shaklga ega (*I/O*). Sanoatda avtomatik tizimlarda jihozlar bilan aloqa qilish uchun dasturlanadigan mantiqiy kontrollerlar (DMK) keng qo'llaniladi. Bunda harakat kontrollerlari va DMK orasidagi axborot almashinish faqat diskret kirish/chiqish bloklari orqali amalga oshiriladi.

Kontrollerlar tomonidan kuchli o'zgartirgichlar uchun boshqariladigan signallarning shakllanishining 2 usuli keng tarqalgan.

- analogli topshiriq signallari;
- modullashgan boshqaruv signallari.

Analogli boshqaruv signallarini hosil qilish uchun (-10V dan +10V gacha o'zgarimas tok) elektr kuchlanish beradigan raqamli-analogli o'zgartirgich kerak bo'ladi. energiya nuqtai-nazaridan o'zgartirgichlarning kuch kalitlarini boshqarishda keng-impul'sli modulyatsiya (широотно-импульсная модуляция (ШИМ)) metodini qo'llash foydaliroqdir.

Kontrollerlarnin texnik izohlarida harakatlar kattaligini asosan o'lchami [Imp] (*Steps* yoki *Counts*), tezlik esa [Imp/s] (*Steps/sec* yoki *Counts/sec*) birliklarda o'lchanadi. Bu kattaliklar teskari aloqa datchiklarning xarakteristikalarini hisobga olmagan holda kontrollerning shaxsiy xususiyatlarini ifoda etadi. SI sistemasida harakat xarakteristikalarini aniqlash uchun ushbu kattaliklarni tanlab olingan datchiklar koeffitsientiga bo'lish kerak. Masalan, oddiy aylanuvchi fotoimpul'sli qabul qiluvchi (enkoder) 5000 Imp/ayl koeffitsientiga ega, tanlab olingan rezolver esa 65000 Imp/ayl koeffitsientiga egayu Unda kontrollerning pasport xarakteristikasi 1000000 Imp/s bo'lganda, motorning maksimal aylanish tezligi 200 ayl/s ni olamiz, rezolver apparati – 15,38 ayl/s.

Intellectual mexatron modulni yaratishda KBQ apparat arxitekturasining 2 ta asosiy varianti mavjud:

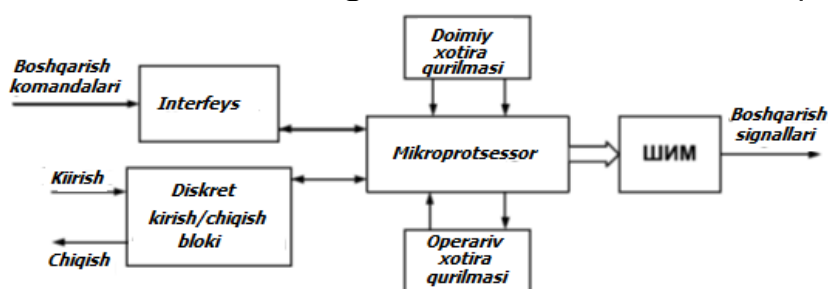
- Standart interfeys bilan bog'langan yuqori bosqich kompyuterini va harakat kontrollerini alohida moslama sifatida qo'llanishi (bunda kontroller kompyuterga nisbatan tashqi blok bo'lib hisoblanadi);

- Monoblok konstruktsiya, bunda kontroller kompyuter ichiga o'rnatiladi (ichida o'rnatilgan kontroller).

Mazkur apparat sxemalar turli sohalarda tadbiq qilinadi. "Tashqi kontroller" tipidagi kontrollerlarni bir nechta ko'p koordinatali boshqariladigan (stanoklar, robotlar, yordamchi uskunalar) murakkab mexatron tizimlarda qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Bu tizimlarda kompyuter server vazifasini bajaradi, harakatni rejalashtiradi, dispetcherlik funksiyasini amalga oshiradi, kompleksning barcha kontrollerlari ishini boshqaradi. Ichiga o'rnatilgan kontrollerlar bitta mexatron tizim tarkibiga kiruvchi bir nechta mexatron modullar harakatini boshqarish uchun xizmat qiladi.

"Tashqi kontrollerli" KBQsining blok-sxemasini ko'rib chiqamiz.



5.15-rasm. Harakat kontrolleri blok-sxemasi

Boshqarishning moslashuvchanligi qo'llanilayotgan mikroprotessor tomonidan ta'minlanadi.

Funksional harakatlarni rejalashtirish amaliy dasturiy paketlar yordamida yuqori bosqich kompyuterdagi operator tomonidan amalga oshiriladi. Bundan tashqari kompyuter kontroller uchun standart interfeys (m-n, RS-232C) orqali yuboriladigan topshiriqlarni avtomatik generatsiya qiladi. Bu topshiriqlar ijrochi dvigatel valining talab qilingan holati, tezligi va tezlanishini vaqt bo'yicha o'zgarishi qonuniyatini ko'rsatadi

"Ichiga o'rnatilgan kontroller" arxitekturasida harakatni boshqarish uchun apparat platformasi sifatida personal kompyuter (PC) ishlatiladi. Bu mexatron modul va tizimlarning ko'p funktsiyali harakatini rejalashtirish va boshqarish, axborot-o'lchov ma'lumotlarini qayta ishlash funktsiyalarini bitta qurilmada bajarish imkonini beradi. Foydalanuvchi nuqtai nazaridan buning

afzallik tomonlari oddiy operatsion tizimlar va dasturiy vositalarning (*AutoCAD, Excel, Windows NT/95/3.1, C++* va b.) harakatni dasturlaydigan tizimlar bilan integratsiyalashuvidir. Boshqaruv kompyuterlarining bitta tarmoqda birlashtirish yacheyka, sexlar va korxonalarini avtomatlashtirish vazifalarini bajarishda taqsimlangan boshqaruv komplekslarini yaratish imkoniyatini beradi. Bunda PCdagi modul strukturasi apparatni issiqlik, tebranish va ishlab chiqarishning boshqa ta'sirlaridan himoyalaydi.

Ichiga o'rnatilgan kontrollerlar kompyuterning qo'shimcha raz'yomiga ulangan maxsus platalar (*plug-incard*) sifatida ishlab chiqariladi. Kontroller va PC orasidagi ma'lumot almashtirish adres va ma'lumotlarning oddiy shinas (32-bitli) orqali amalga oshiriladi. Oddiy shina standartlari *ISA, STD, VME* va *IBM-PC Bus* bo'lishi mumkin. Kontroller platasida shu bilan birga yuritma kuch o'zgartirgichi, teskari aloqa datchigi (analogli va raqamli), tashqi diskret kirish/chiqish uchun kerakli raz'yom joylari mavjud.

Intellectual kuch modullari. Harakat kontrollerlari va kuchli o'zgartirgichlarni integratsiyalashga qaratilgan mexatron modullarni intellektuallashtirish usullari va yo'llarini ko'rib chiqamiz. Bunday yechimlar komponentlari bir-biridan katta masofada joylashgan ko'p o'lchamli mexatron tizimlar uchun maqsadga muvofiq bo'ladi. Bunday holda boshqarish sistemasini bitta kompyuter bazasida amalga oshirish qiyin yoki umuman texnik jihatdan mumkin bo'lmaydi. Chunki uzoq masofalarga signallarni uzatish va qabul qilish texnik jihatdan mumkin emas (masalan, oddiy *RS-232* protokoli ma'lumot va signallarni faqat 9,15 m masofaga uzata oladi).

Bunday tizimlarda har bir modulni boshqarish bloki o'zgartirgich korpusiga yoki elektrdvigatelning klemma korobkasiga o'rnatilgan bo'ladi. Bunaqa modullarni *intellektual kuch modullari* (IKM) deb ataymiz.

IKMlar yangi avlod yarim o'tkazgichli asboblarning bazasida yasaladi. Bunaqa asboblarning tipik namoyondalari dala kuchli tranzistorlari (*MOSFET*), bipolyar tranzistorlar (*IGBT*), dala boshqaruvli yopiladigan tiristorlar (*MST*). Yangi avlod asboblarning tezkorligi (*IGBT* tranzistorlari uchun kommutatsiyalash chastotasi 50 kGts gacha, *MOSFET* tranzistorlari uchun - 100 kGts) va kommutatsiya qilinadigan tok kuchi va kuchlanishi (*IGBT* uchun chegaraviy tok kuchi - 1200 A gacha, chegaraviy kuchlanish - 3500 V gacha) hamda boshqarish uchun kichik quvvatlari bilan ajralib turadi.

IKM tarkibiga kuchli elektronikaning an'anaviy asboblari (kuchli tranzistorlar yoki tiristorlar va diodlar bazasida qurilgan kalitlar) dan tashqari mikroelektronika elementlari ham kiradi. Ular intellektual funktsiyalarni: harakatni boshqarish, avariya rejimida himoyalash va nosozliklarni

diagnostikalash ishlarini bajarishga mo'ljallangan. Mexatron modullarning yuritma qismida IKMlarning ishlatilishi kuchli o'zgartirgichlarning massogabaritlarini ancha kamaytirish, ularning ishi ishonchligini oshirish va texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlarini yaxshilash imkonini beradi.

Mexatronik modul va tizimlarning intellektual sensorlari. Intellektual sensorlarni yaratish bu –mexanik harakat parametrlarini o'lchash, ularni o'zgartirish va berilgan algoritmlarga mos kompyuterli qayta ishlash funktsiyalarini bitta axborot-o'lchash modulida birlashtirish demakdir. Struktura nuqtai-nazaridan qaraganda so'z mexatron modulning sensor va kompyuter bloklarini integrallashtirish haqida boradi. Sensorlarni intellektuallashtirish o'lchash ishlarini aniqligini oshirish imkonini beradi. Aniqlikning oshishiga dasturlash asosida sensor modulida shovqinlarni filtrlash, kalibrovkalash, kirish/chiqish xarakteristikalarini chiziqlashtirish, ayqash aloqalarni kompensatsiyalash, nolni gisterislash va dreyflash sabab bo'ladi.

Mexatron modullarda, avval aytib o'tkanimizdek, harakatlanuvchi sistema elementlarining joriy holati haqidagi ma'lumotlarni yig'ish, ularni real vaqt rejimida qayta ishlash va signallarni tesqari aloqa orqalikompyuter boshqarish qurilmasiga yetkazish uchun sensorlar xizmat qiladi. Tipik o'lchash kattaliklari – bu modul va sistemalarni boshqarish uchun foydaniladigan axborotlar: ijrochi dvigatellar tomonidan amalga oshiriladigan harakat (chiziqli yoki aylanma), tezlik, tezlanish va moment; ishchi organ (masalan, shpindel)ga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlar; ishchi organ (masalan, sanoat robotining qo'li yoki nazorat-o'lchash mashinasining sezgir organi)ning fazodagi holati va orientatsiyasi.

Zamonaviy enkoderlarning (aylanish burchagini o'lchovchi sensorlarning) ajralib turadigan afzalliklari: ham harakatni, ham harakat tezligini o'lchash imkoniyati; o'lchasdagi yuqori aniqlik va past shovqinlar; ko'plab qayta o'lchash; konstruktiv ixchamlilik va mexatron modul ichiga o'rnatish imkoniyati.

Absolyut enkoderlar chiqish signalini real vaqt rejimida kompyuterli qayta ishlash uchun qulay bo'lgan kod shaklida chiqaradi.

Enkoderlarni intellektuallashtirish uchun ular korpusida mikroprotssessor o'rnatiladi. Mikroprotssessor quyidagi vazifalarni bajaradi: datchik axborotini kodlashtirish, o'lchash xatoliklarini aniqlash, signalni masshtablashtirish va standart protokol orqali joriy kodni harakat kontrolleriga uzatish.

Enkoderlarni yaratishning zamonaviy tendentsiyasi konstruktiv elementlarni (val, podshipniklarni) va kodlovchi disk, fotoelement va mikroprotsessorni bitta sensor modulida birlashtirishni koʻzga tutadi.

Intellectual mexatronika modullariga misollar. Intellectual mexatronika modullari (IMM) bu zamonaviy harakat modullarining uchinchi avlodidir. Mexatron harakat modullari bilan taqqoslaganda IMM mexanik va axborot qismlarini, dvigatellarni, boshqaruvchi va elektron qurilmalarni (kuchli oʻzgartirgichlarni) oʻz tarkibiga kiritgan konstruktiv va funksional yaxlit modulni tashkil qiladi. Bunday yaxlitlik ularga intellektuallik xususiyatini beradi va foydalanuvchini interfeys muammosidan xalos qiladi.

IMMlarni qoʻllashdan ijobiy natijalar quyidagilar:

- Yuqori bosqichlarga murojaat qilmasdan murakkab harakatlarni mustaqil amalga oshirish. Bu modullarning avtonomligini, hamda oʻzgaruvchan va nomaʼlum tashqi muhit sharoitida ishlash qobiliyatini oshiradi.

- Modullar va markaziy boshqarish qurilmalari orasidagi kommunikatsiyalarning soddalashuvi. Bu tizimning xalaqit qiluvchi signallardan himoyalanihini oshiradi.

- Nosozliklarni kompyuterli tashxis qoʻyish yoʻli bilan aniqlash va avtomatik himoyalash orqali tizimlarning ishonchligini oshirish.

- IMM asosida tarqatilgan boshqarish tizimlarini tarmogʻlanish usuli bilan yaratish. Kerakli dasturiy taʼminotni taʼminlagan holda apparat-dasturiy platformalarni qoʻllash.

- Quchli oʻzgartiruvchilarni va sensorlarni intellektuallashtirish. Bu oʻlchashlarni aniqlashtirishga, shovqinlarni filtrlashga, kirish/chiqish xarakteristikalarini chiziqlashtirishga olib keldi.

IMM quyidagi elementlardan iborat:

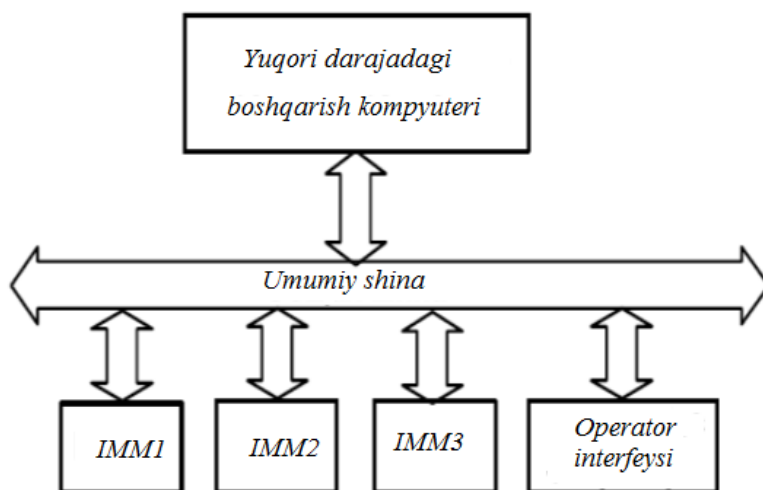
- Dvigatel (aylanma va ilgarilanma harakatlanuvchi va h.k.);
- Mexanik oʻzgartirgich (tishli, tasmali, vintli va h.k.);
- Tesqari bogʻlanish datchiklari;
- Kuchli oʻzgartirgichlar (holat, tezlik, tok, temperatura, vibratsiya va h.k.);
- Bogʻlanish vositalari.

Zamonaviy elementlar bazasida tayyorlangan boshqaruvchi kontrollerlar ixcham va ishonchli mexatron mahsulotlarni yaratish imkonini beradi.

Yuqorida aytib oʻtilgan barcha elementlar loyilovchi tomonidan yagona korpusga konstruktiv birlashtiriladi. IMMlar bilan ishlash uchun foydalanuvchi IMMni kommunikatsion magistral orqali boshqaruvning yuqori bosqichdagi

kompyuter bilan bog'lash kerak bo'ladi. Natijada biz taqsimlangan boshqarish tizimiga ega bo'lamiz.

Uning strukturasini 5.16-rasmda keltirilgan. Bunda qurilmalar orasida aloqa almashinuvi umumiy shina printsipli asosida qurilgan kompyuter tarmog'i orqali amalga oshiriladi.

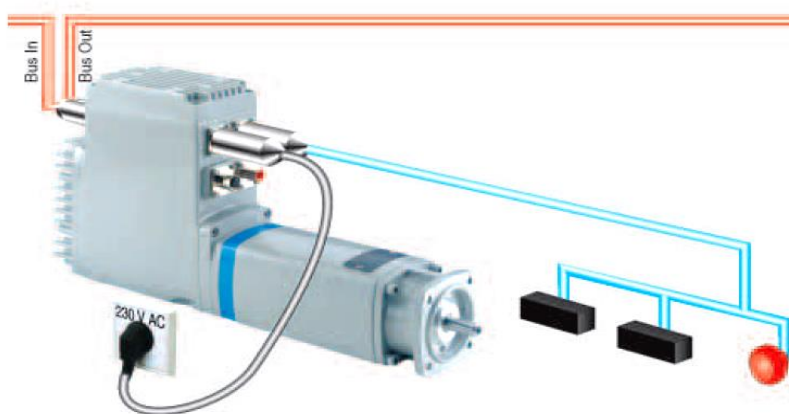


5.16-rasm. Taqsimlangan boshqarish tizimi arxitekturasini

Taqsimlangan tizim arxitekturasini quyidagi afzalliklarga ega:

- bog'lovchi kabel va o'tkazuvchi simlarning minimal miqdori, bu mexatronika tizimlarni sozlash va ishlatishni qulay va ishonchli qiladi;
- harakatni boshqarishning zamonaviy hisoblash algoritmlari va usullarini (aniq bo'lmagan mantiq, neyron tarmog'i) qo'llash imkoniyati;
- ochiq arxitektura printsiplarini qo'llash, bu konfiguratsiyalarni o'zgartirish va yangi funktsiyalarni yechish uchun tizimni kengaytirish imkonini yaratadi;
- tizimning ishonchliligi, ishlash vaqtida diagnostika ishlarini o'tkazish imkoniyati.

Misol tariqasida «*MilanDriveAUMA*» intellektual mexatron modulini ko'rib chiqamiz. Modul texnologik jarayonlarni markazlashmagan avtomatlashtirilgan tizimlar uchun ishlatiladi. Yaxlit korpusda sinxron dvigatel, elektron va axborot qurilmalar hamda taqsimlangan mexatron tizimni yaratish uchun interfeys bloklar konstruktiv ravishda birlashtirilgan (5.17- rasm).

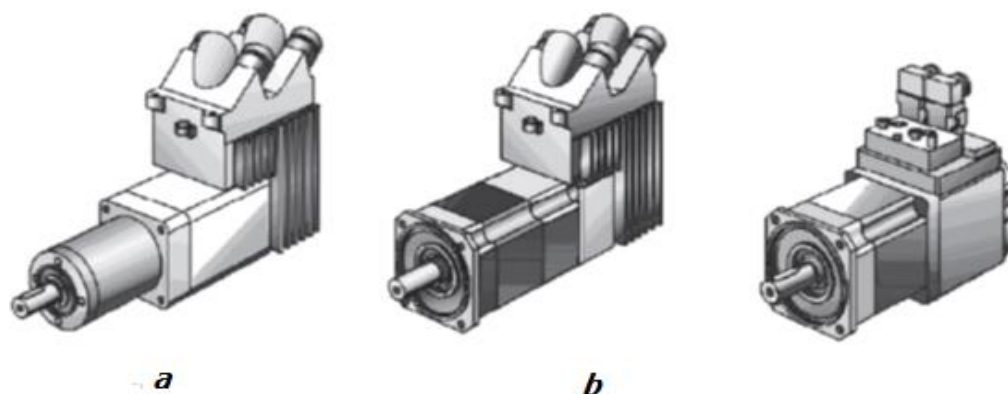


5.17-rasm. «*MilanDriveAUMA*» intellektual mexatronka moduli

Elektr bog'lanish bloklari modulni is'temol manbasiga, umumiy kompyuter shinasiga, kirish/chiqish bloklariga va RS-232 tipidagi interfeysga ulanish imkoniyatini beradi. Profibus-DP yoki CAN-Open interfeyslariga ulanish ham mumkin. Kontrollarning dasturiy ta'minoti yuritmalarni boshqarish, shu jumladan elektravtomatikani interpolatsiyalash va boshqarishni amalga oshiradi. Holat bo'yicha teskari aloqa datchigi sifatida aylanuvchi transformator qo'llaniladi. Ba'zi bir modifikatsiyalarida o'rnatilgan tormoz qurilmasi ham mavjud.

Aylanuvchi transformator — o'zgaruvchan tok elektr mikromashinasi, rezol'ver, u aylanish burchagini amplitudasi aylanish burchagiga proporsional yoki burchakning funktsiyasi bo'lgan elektr kuchlanishga o'zgartiradi.

5.18-rasmda SIEMENS firmasiining SIMODRIVE POSMO A (5.18-rasm, a) va SIMODRIVE POSMO SI (5.18-rasm, b) IMM lari keltirilgan.



5.18-rasm. SIEMENS firmasining intellektual mexatronika modullari

a- SIMODRIVE POSMO A; b-SIMODRIVE POSMO SI

Yana bir misol tariqasida "*Animatics Corp.*" (AQSh) va "*Siemens*" (Germaniya) firmalarining harakatlar ketma-ketligi erkin dasturlanadigan bir koordinata bo'yicha boshqariladigan harakatlarni amalga oshiradigan mexatron modullarni aytish mumkin.



5.19-rasm. "*Siemens*" kompaniyasining intellektual mexatron moduli

5.19-rasmda "*Siemens*" kompaniyasining intellektual mexatron moduli ko'rsatilgan. Bu modulda kuchli o'zgartirgich va boshqaruv qurilmasi dvigatel bilan konstruktiv birlashtirilgan. Shteker texnikasi yordamida raqamli kirish va diagnostik signallar beriladi, hamda dvigatel va kuchli o'zgartirgichlar bilan elektrik aloqani amalga oshiriladi. Markaziy boshqarish qurilmasi va boshqa modullar bilan aloqa standart shina "*Profibus*" orqali amalga oshiriladi.

5.20-rasmda valtsovkali birikmalarni bajarish uchun mo'ljallangan IMMning kinematik sxemasi ko'rsatilgan. Valtsovkali birikmalar avtomobillarning zamonaviy elektrjihozli qurilmalarni (elektrbenzonasos, benzinni sepuvchi forsunkalar, o't oldirish katushkalarini) yig'ishda qo'llaniladi.

- shpindelning ilgarilanma yuqoriga birlamchi holatiga harakati.

Bu harakatlar gayka va vintning aylanish chastotalarini moslashtirish orqali amalga oshiriladi. Harakatning har qaysi bosqichida bu chastotalarni o'zgartirish qonuniyatini aniqlash jarayonni boshqarishning algoritmik ta'minoti vazifasidir.

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. Mexatron modullar strukturasi.
2. Harakat moduli nima?
3. Mexatron harakat modullariga qaysi qurilmalar kiradi?
4. Motor-reduktorlarning oddiy yuritmalarga nisbatan afzalliklari.
5. Intellectual mexatron modul qaysi qismlardan tarkib topgan?
6. IMMLarni qo'llashdan ijobiy natijalar.
7. Mexatron modullar klssifikatsiyasi.
8. Intellectual mexatron modullarning boshqalardan farqi.
9. Mexatron harakatlarni boshqarish masalasini nechta asosiy qismlarga ajratish mumkin?
10. Harakat kontrolleri blok-sxemasini tushuntiring.
11. Intellectual kuch modullariga misollar keltiring.
12. Intellectual sensorlar qanaqa vazifalarni bajaradi?
13. IMMLarni qo'llashdan ijobiy natijalar qanaqa?

6 ma'ruza. Mexatronik tizimlarni boshqarish usullari. MTlarni boshqarish ierarxiyasi. Ijro etish bosqichidagi boshqarish tizimlari. Taktik boshqarish bosqichi tizimi. Strategik boshqarish bosqichi tizimi. Intellectual boshqarish bosqichi tizimi.

Reja:

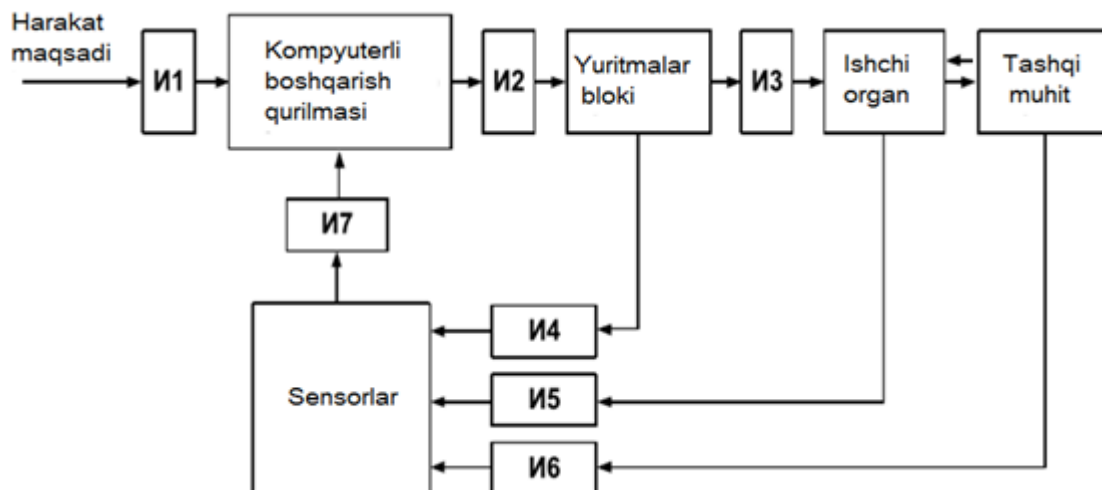
1. MTlarni boshqarish vazifalari
2. MTlarni boshqarish iyerarxiyasi
3. Ijro etish bosqichidagi boshqarish tizimlari
4. Taktik boshqarish bosqichi tizimi
5. Strategik boshqichi boshqarish tizimi
6. Intellectual boshqichi boshqarish tizimi

MTlarni boshqarish vazifalari. Mexatronikada mashinalarning mexanik (funktional) harakatini boshqarish vazifasi yuklatilgan.

Kompyuter bilan boshqariladigan qurilmaningunktional sxemasini ko'rib chiqamiz. Bu qurilmaning vazifasi ishchi organ tomonidan ob'ektga maqsadli ta'sir

ko'rsatishdir. Bunda tashqi muhit tomonidan ob'ektga g'alayonli ta'sir ko'rsatiladi (6.1-rasm). Bundan kelib chiqadiki, mexatronika boshqarish ob'ekti murakkab ko'p aloqali tizim hisoblanadi. Bu tizim quyidagi qismlardan iborat:

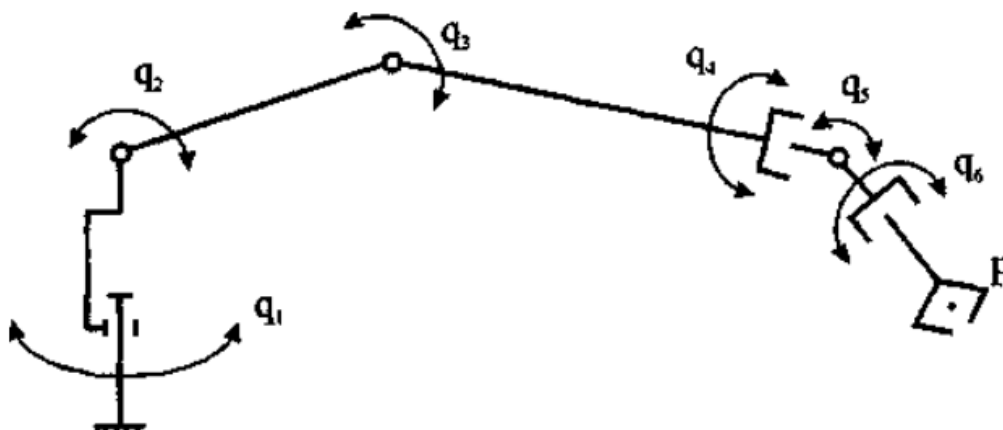
- ijrochi yuritmalar bloki;
- ishchi organli mexanik qurilma;
- sensorlar (datchiklar) bloki;
- ishchi organ ta'sir qiluvchi ish ob'ekti;
- boshqarish tizimi.



6.1-rasm. Kompyuterli boshqarish qurilmasi funksional sxemasi
I1-I7 interfyeslar

Yuqorida keltirilgan boshqarish ob'ekti strukturasi mexatronik tizimlarni boshqarish talablari va vazifalarini aniqlab beradi. Bu vazifalar avtomatik boshqarish nazariyasining mumtoz talablari: boshqarish turg'unligi, aniqligi va sifatiga tayanadi.

Masalan, 6 harakat erkinligiga ega bo'lgan sanoat roboti manipulyatori uchun ishchi organ holati haqidagi teskari vazifani qo'yish quyidagicha bo'ladi (6.2-rasm). Ishchi organ P ning berilgan harakat traektoriyasi bo'yicha manipulyatorning q_1 - q_6 umumiy koordinatalarini hisoblash lozim bo'ladi.



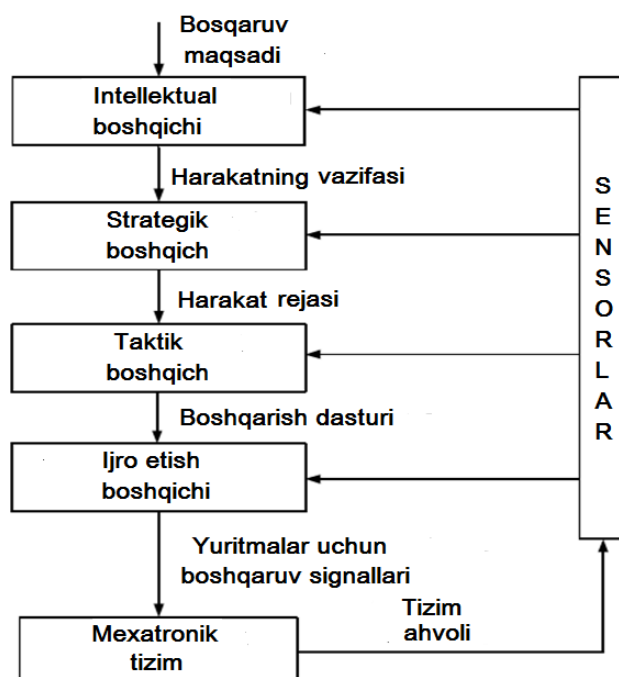
6.2-rasm. Manipulyatorning umumlashtirilgan koordinatalari

Teskari masalani yechishda *umumiy koordinatalarini hisoblash uchun n noma'lumli* (n – mexanizmning boshqariladigan harakat erkinligi soni) *m algebraik tenglamalarni* (m – ishchi organning harakat erkinligi soni) yechish kerak bo'ladi.

MTlarni boshqarish iyerarxiyasi. Iyerarxik struktura – bu bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashadigan kichik tizimlarning ko'p boshqichli yig'indisi (birlashuvi). Bunda har qaysi kichik tizim (podсистема) ma'lum bir vazifani bajarish uchun mas'uldir va o'zi egallagan boshqichdagi boshqarish vazifalarini bajarish uchun kerak bo'lgan sensorlar bilan bog'langan.

Zamonaviy MTlarda, qoida bo'yicha, "yuqoridan-pastga" ierarxiya sxemasi qo'llaniladi, bunda pastki bosqichdagi kichik tizimlar yuqoridagisiga so'zsiz bo'ysunadi. Bunaqa struktura iyerarxiyaning har bir boshqichida va MTning o'zida boshqarishni moslanuvchanligi va umumiy rejani bajarishini ta'minlaydi. Bunday boshqarishni tashkil qilishda MTning ma'lum qismi xarakteristikalariga o'zgartirish kiritilganda ma'lum bosqichdagi boshqarish qismlari algoritmda o'zgarish sodir bo'ladi. Bunda boshqa bosqichdagi algoritmik ta'minot o'zgarishsiz qoladi.

Mexatronik (robototexnik) tizimlar uchun xarakterli bo'lgan boshqarish iyerarxiyasini ko'rib chiqamiz (6.3-rasm). Bu strukturada 4 ta boshqarish bosiqichi ajratiladi: intellektual, strategik, taktik va ijro etuvchi.

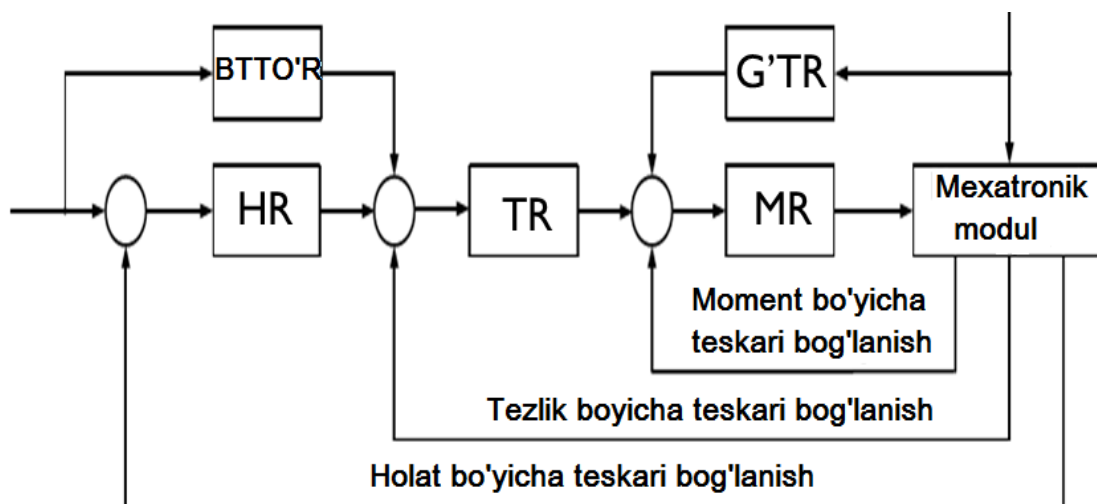


6.3-rasm. Mexatronik tizimlardagi boshqaruv iyerarxiyasi

Ijro etish bosqichidagi boshqarish tizimlari

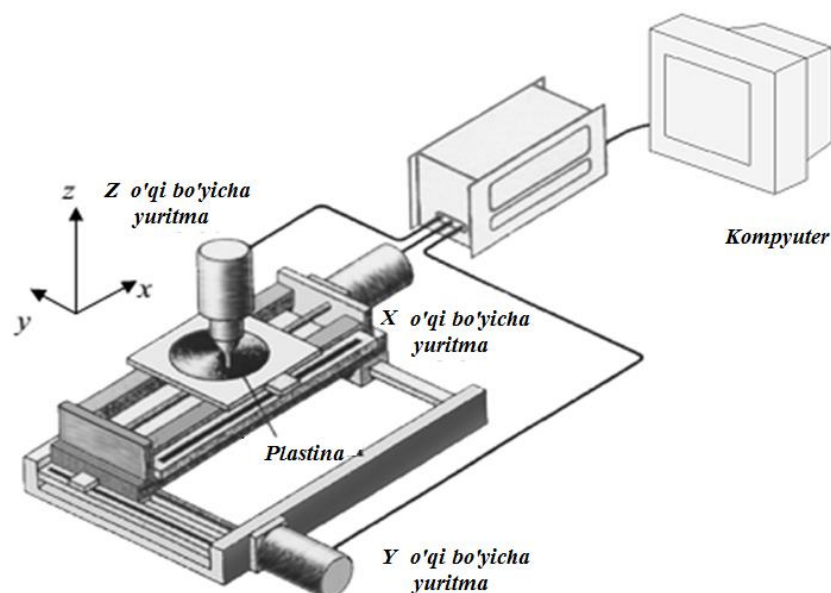
Bu bosqichdagi boshqarish qurilmalariga misol bo'lib harakat kontrollerlari xizmat qiladi.

Bu qurilmalarning qo'llanish maqsadi taktik bosqichdan keladigan boshqarish dasturini bajarish uchun boshqarish tizimini talablarini turg'unlik, aniqlik va sifat bo'yicha ta'minlab berishdir. Tipik kontroller bajaradigan boshqarish tizimi strukturaviy sxemasi 6.4-rasmda keltirilgan. Bu tizimga beshta asosiy rostlagichi: holat rostlagichi (HR), tezlik rostlagichi (TR), moment yoki kuch rostlagichi (MR), boshqarish ta'siri tezligining o'zgarishi bo'yicha to'g'ri bog'lanish rostlagichi (BTTO'R) va g'alayonli ta'sir f bo'yicha tuzatuvchi bog'lanish rostlagichi (G'TR) kiradi. Boshqarish maqsadiga ko'ra tizimga kirish ta'sirlari bo'lib holat bo'yicha, tezlik bo'yicha yoki ta'sir etuvchi kuch bo'yicha boshqarish signallari xizmat qiladi. Tizimda yopiq boshqarish printsipli qo'llaniladi, ya'ni tizimning muhitdagi koordinatalari bo'yicha teskari bog'lanish ko'zda tutiladi.



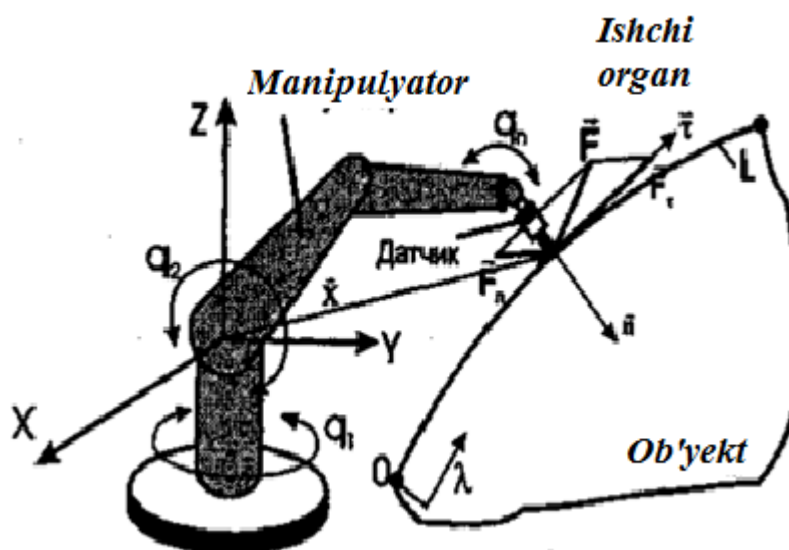
6.4-rasm. Ijro etish boshqichidagi boshqarish tizimi funksional sxemasi

Holat rostlagichi (HR), tezlik rostlagichi (TR), moment yoki kuch rostlagichi (MR), boshqarish ta'siri tezligining o'zgarishi bo'yicha to'g'ri bog'lanish rostlagichi (BTTO'R) va g'alayonli ta'sir f bo'yicha tuzatuvchi bog'lanish rostlagichi (G'TR).



Yarimo'tkazgichli plastinalar uchun uch koordinatali boshqarish tizimi

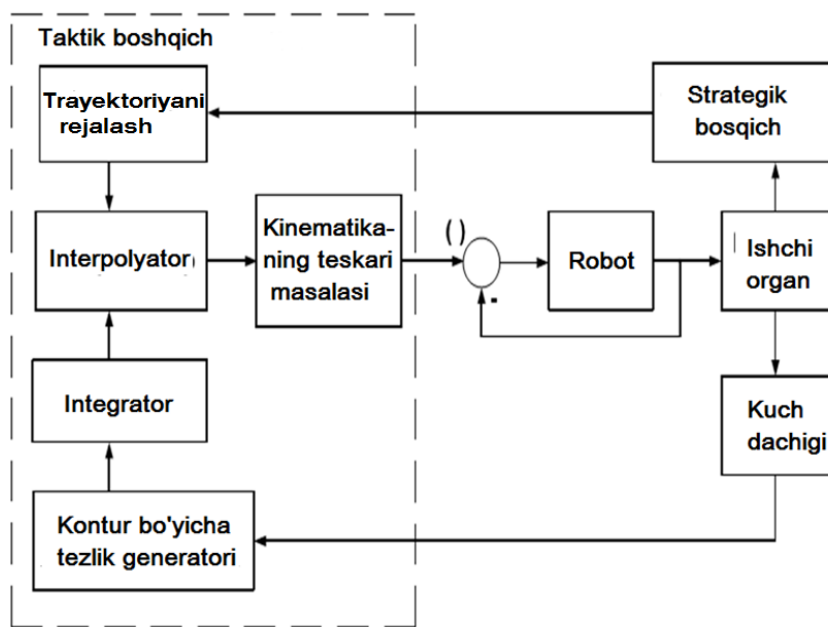
Taktik boshqarish bosqichi tizimi. Mexanik ishlov berish operatsiyasini bajaradigan texnologik robot uchun taktik boshqarish tizimi tuzilishini ko'rib chiqamiz. Boshqarish masalasini bajarish uchun robot ishchi organini berilgan traektoriya (L egri chizig'i) bo'yicha harakatini shu harakat paytida sodir bo'ladigan kuch (vektor n) bilan bog'lagan holda boshqarish lozim bo'ladi (6.5-rasm). Shunday qilib, tizimda kontur bo'yicha va kuch bo'yicha robot harakatini boshqarish usullari birgalikda qo'llash talab etiladi.



6.5-rasm. Mexanik ishlov berish roboti sxemasi

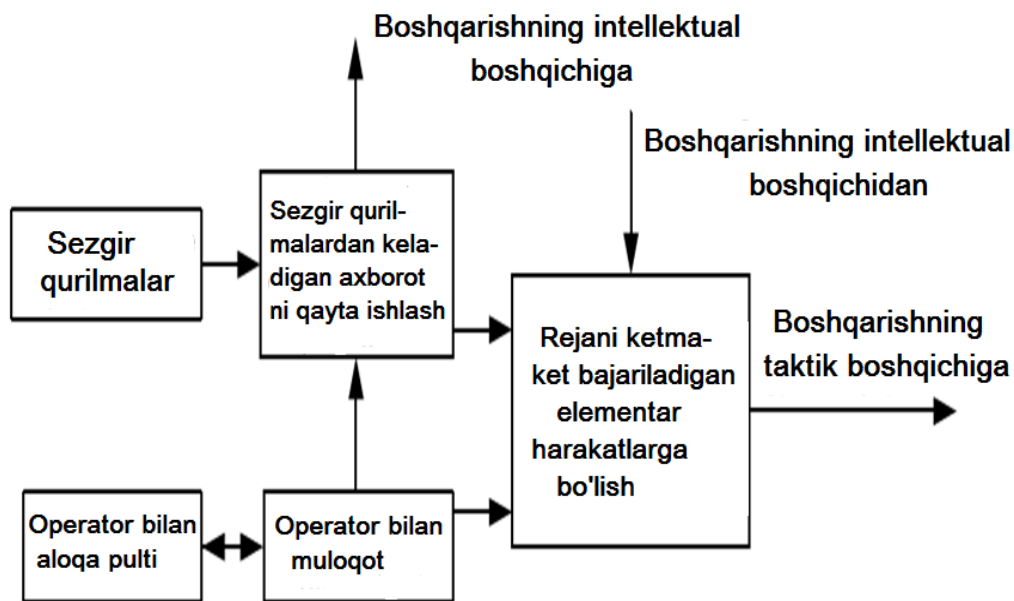
6.6-rasmda kontur bo'yicha kuchli boshqarish blok-sxemasi keltirilgan. Bu

sxema robot harakatini g'alayonli kuchli ta'sirga moslashtirilishini ta'minlaydi. Manipulyator tirsagida o'rnatilgan kuchmomentli datchik ishchi organga ta'sir etuvchi kuchlar haqida ma'lumotni beradi. Kuchli tesqari aloqa taktik bosqichdagi boshqarish tizimini yopadi va bu ijro etish bosqichidagi tesqari aloqalar bilan birgalikda harakatning aniqligini ta'minlaydi. Kontur bo'yicha tezlikni hisoblash berilgan traektoriya bo'yicha robot harakatining ratsional texnologik tezligini berish uchun xizmat qiladi.



6.6-rasm. Kontur bo'yicha kuchli boshqarish blok-sxemasi

Strategik boshqichi boshqarish tizimi. Strategik boshqichdagi boshqarish tizimi MTning harakatini rejalash uchun kerak bo'ladi. Harakatni rejalash – bu kirish axboroti (harakat vazifasi)ni ketma-ket keladigan vaqt bo'yicha moslashtirilgan elementar harakatlarga bo'lib chiqishdir (6.7-rasm).



6.7-rasm. Strategik boshqichi boshqarish tizimi strukturasi

Bu bosqichda sensorlardan keladigan axborot birlamchi qayta ishlanadi va tugallangan funktsional amaliy harakatlar sintez qilinadi. Strategik bosqichdagi algoritmlar operator bilan muloqotni va berilgan yo'riqnomalarni bajarishni ta'minlaydi. Sensorlardan keladigan axborotlardan mexatronik tizimdagi funktsional sharoitlarning o'zgarishida operatsiyalar bajarilishiga tuzatish kiritish uchun foydaniladi.

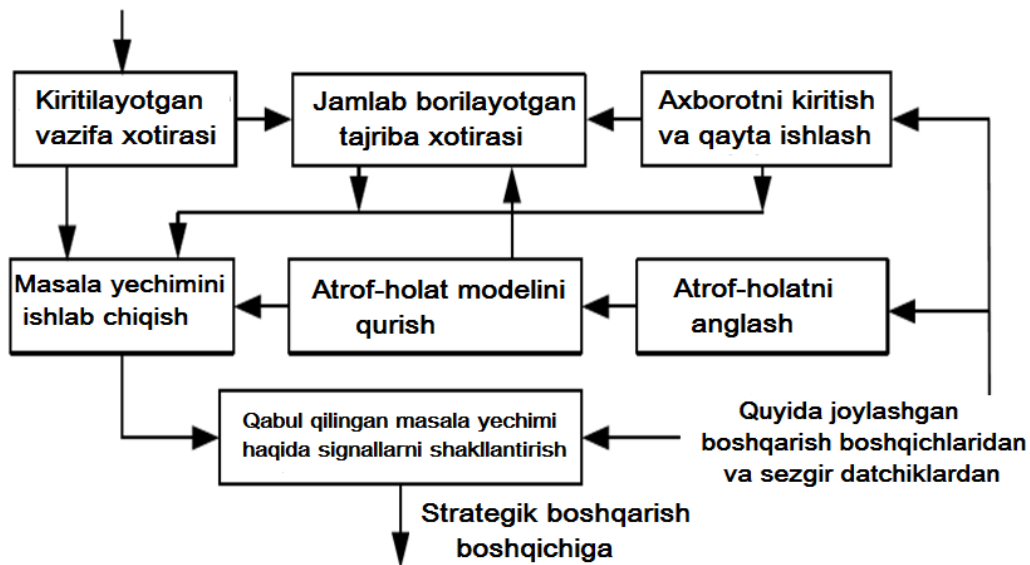
Strategik bosqichdagi boshqarish tizimi harakatni boshqarish komandalari shaklida harakat rejasi va maqsadi haqidagi axborotni ishlab chiqadi va uni taktik bosqichga etkazib beradi.

Intellektual boshqichi boshqarish tizimi. Intellektual mexatronik tizimlarda keng ko'lamda boshqarishning intellektual usullari qo'llaniladi. *Intellektual usullar* deganda inson miyasi funktsiyasiga mos keladigan usullarni foydalanishni tushunish mumkin. Bularga misol bo'lib *aniq bo'lmagan mantiq* va *neyron tarmog'i* xizmat qiladi.

Intellektual bosqich – bu eng yuqori boshqarish bosqichidir. Bu bosqichning qo'llanish maqsadi – ob'ekt va tashqi muhit haqidagi axborot to'liq bo'lmagan sharoitda mexanik tizimning harakati haqida qaror qabul qilishdir (18.8-rasm). Boshqarish maqsadi keng ma'noda beriladi (masalan, zagotovkani olib kelish, uni stanokka berish, zagotovkaga mexanik ishlov berish va sifatini tekshirish hamda uni boshqa stanokka uzatish). Zamonaviy MTlarda intellektual bosqarish bosqichi vazifalarini inson-operator yoki yuqori bosqichdagi EHM bajaradi. Bu bosqichda o'zgarib borayotgan murakkab tashqi holat tahlil qilinadi, bajaraladigan harakatlar haqida qaror qabul qilinadi va uni strategik bosqichga etkaziladi.

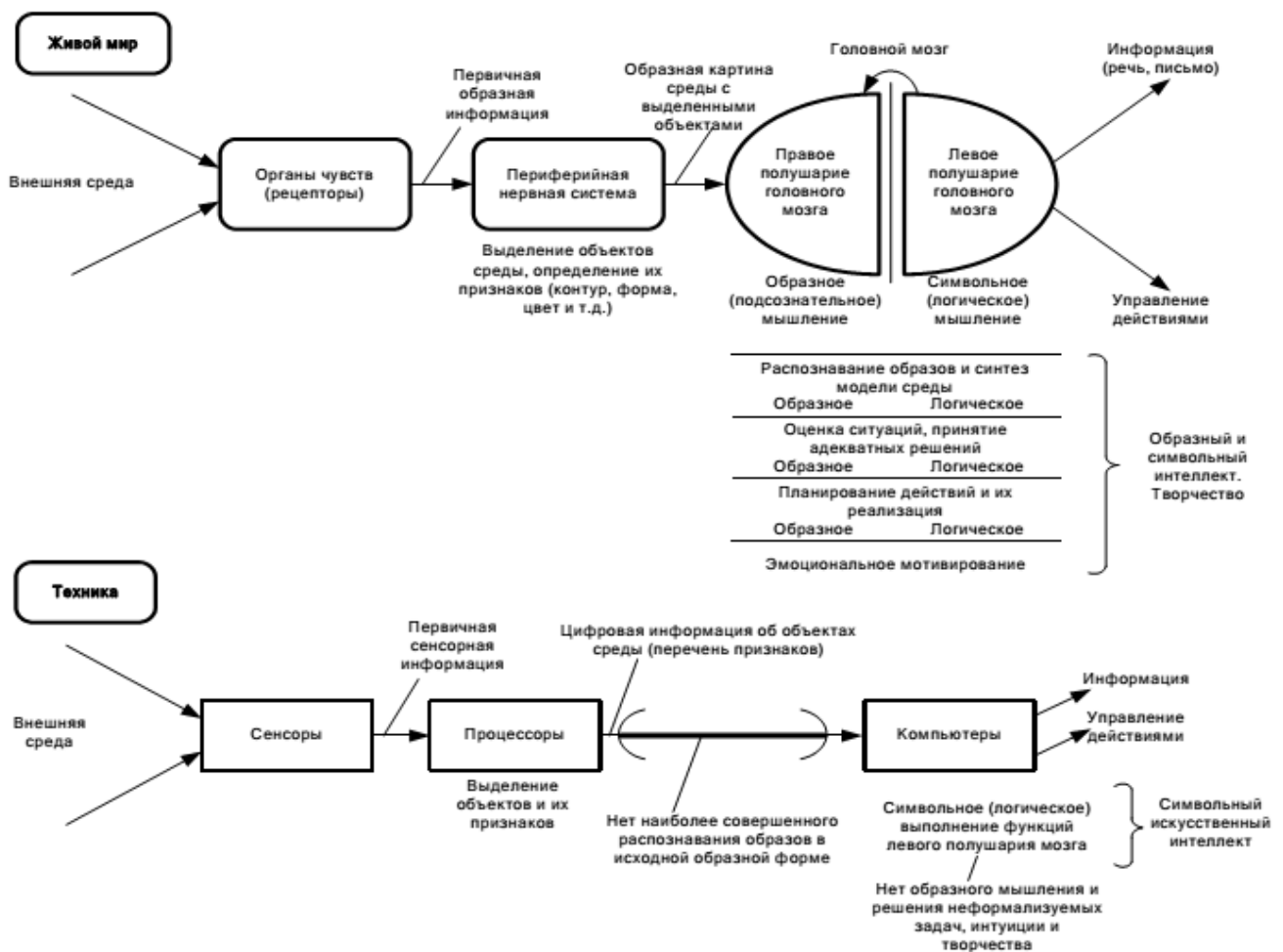
Bu bosqichdagi boshqarish tizimi tashqi holat haqidagi masalalarni anglaydi

va uni tushunadi, va ulardan va ish tajribasidagi axborotdan foydalanib avtomatik ravishda masalani echish qarorlarini qabul qiladi.



6.8-rasm. Intellektual boshqichi boshqarish tizimi strukturasi

MTlardagi intellektual tizimlar ikkita asosiy g'oyalarga tayanadi: tashqi holatlarni tahlil qilish asosida boshqarish (holat boshqaruvi) va bilimlarni qayta ishlashning zamonaviy qayta ishlash texnologiyalari.



6.9-рasm. Jonli dunyo va texnikadagi boshqarishning strukturaviy sxemasi

Takrorlash va mustaqil ishlash uchun savollar

1. MTlarni boshqarish vazifalari.
2. MTlarni boshqarish iyerarxiyasi.
3. Ishchi organ holati haqidagi teskari vazifani qo'yish mexatron tizimlarda qanday bajariladi?
4. Ijro etish bosqichidagi boshqarish tizimlari.
5. Taktik boshqarish bosqichi tizimi.
6. Strategik boshqarish bosqichi tizimi.
7. Intellektual boshqarish bosqichi tizimi.

7 ma'ruza. Mexatronikada qo'llaniladigan holat datchiklari. Mexatronikada qo'llaniladigan tezlik datchiklari. Signallarni qayta ishlash. Mexatronika modullarini loyihalash metodikasi. Mexatronik tizimlarni konstruksiyalash asoslari.

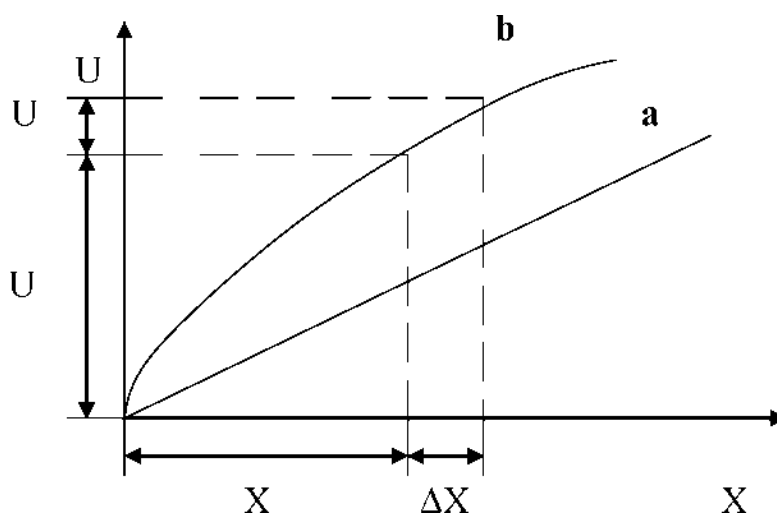
Reja:

1. Datchiklarning texnik xususiyatlari.
2. Mexatronikada ishlatiladigan holat va tezlik datchiklari.
3. Datchiklar haqida tushuncha.
4. Datchiklarning klassifikatsiyasi.

Datchiklarning texnik xususiyatlari. Har qanday qurilma kabi datchikning ham ishlab chiqaruvchilar tomonidan berilgan texnik pasporti bo'ladi. Pasportda datchikning muhim xususiyatlari beriladi. Ulardan ba'zi birlarini ko'rib chiqamiz.

Datchikning o'zgartirish funksiyasi – bu kirish parametrlari qiymatini chiqish signallari qiymatiga mutanosibligidir. Yoki bu xususiyat datchikning **statik tavsifnomasi** deyiladi, ya'ni - chiqish kattaligini kirish kattaligiga bog'liqligi

Kirish parametrlari qiymati va chiqish signallari qiymatlari mutanosibligi jadval ko'rinishida yoki grafik ko'rinishda yoki analitik usulda (formulalar ko'rinishida) beriladi (7.1-rasm).



7.1-rasm. Datchiklarning statik tavsifnomalari.

Statik tavsifnomasi chiziqli datchiklar (7.1-rasm, a) uchun sezgirlik koeffitsiyenti o'zgarmaydi.

Statik tavsifnomasi nochiziqli datchiklar uchun sezgirlik koeffitsiyenti har hil nuqtalarda (7.1-rasm, b) har hil bo'ladi va bu kattatik differensial sezgirlik deyiladi. Uni aniqlash uchun quyidagi formula qo'llanadi:

$$K_c = dy/dx = \Delta U / \Delta X$$

Datchikning sezgirligi - bu kirish parametrining qiymati bir birlikka o'zgarganda chiqish signali qanchaga o'zgarishini ko'rsatuvchi qiymat. Masalan termopara uchun sezgirlik birligi mV/K. Ya'ni harorat bir gradus Kelvinga o'zgarganda chiqish signali bir millivoltga o'zgaradi. Rostlanuvchi elektromotor uchun sezgirlik birligi $^{\circ}\text{C}^{-1}/\text{V}$. Ya'ni bir vol't kuchlanish berilganda electromotor sekundiga nechi marta aylanadi.

Datchikning o'lchash imkoniyati – bu datchikning o'lchash chegarasidir (diapazon). O'lchashning quyi va yuqori chegaralari mavjud. Masalan DT9205A multimetri o'zgaruvchan tokni 20 mA – 20A (mA – milliamper, A - amper) chegaralarda aniq o'lchaydi. Agar tok chegaradan chiqib ketsa multimetr noto'g'ri chiqish signali berishi mumkin. Yuqori chegaradan o'tsa u ishdan chiqishi ham mumkin.

Datchikning aniqliligi – bu datchik necha foiz aniqlikda ishlay olishini

Datchikning absolyut xatoligi - datchikning chiqish signalining haqiqiy U_1 va uning hisoblangan U_2 qiymatlarning farqi, ya'ni

$$\Delta U = U_1 - U_2$$

Datchikning nisbiy xatoligi

$$Y = (\Delta U / U_1) \cdot 100\%$$

Datchikning dinamik tavsifnomasi - chiqish signalining vaqt mobaynida o'zgarilishini xarakterlaydi.

DATCHIKLAR VA ULAR NAZORAT QILADIGAN KATTALIKLAR

Nazorat qilinadigan kattaliklar	<i>DATChIKLAR TURLARI</i>													
	Mexanik	<i>ELEKTRIK DATChIKLAR</i>												
		Potensiometrik	Tenzometrik	Induktiv	Termorezistorli	Sig'im	Fotorezistorli	Elektron	Induksion	P'ezoelektrik	Termoelektri	Xoll datchiklari	Fotoelektrik	gidravlik
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Siljish	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+
2. Satx	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
3. Tezlik	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+
4. Tezlanish	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
5. Kuch	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
6. Bosim	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
7. Moment	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+
8. Namlik	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
9. Xarorat	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
10. Sarf	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+
11. Tebranish	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-

Mexatronikada ishlatiladigan holat va tezlik datchiklari. Holat va siljish datchiklari mexatronikada juda ham ko`p ishlatiladigan axborot qurilmalari hisoblanadi. Ular mexatronika tizimlarida elektron va mexanik qismlarini bog'lovchi muhim zveno hisoblanadi.

Datchiklarni tanlashda quyidagi kriteriyalarga e'tibor qaratiladi: sezgirlik; aniqlilik; chiziqlilik; jarayonni o'lchash tezligi; ishlatish sharoiti va himoya darajasi; ishonchlilik; gabarit o'lchamlar; narx-navosi.

Holat datchiklarini o'lchashning ikkita usuli mavjud.

Birinchi usulda datchik harakatchan ob`ekt bilan bog`liq biror bir qismining holat funksiyasi bo`lgan signal ishlab chiqadi, bu signal o`zgarishi siljishni o`lchaydi.

Bunday holat datchiklari **absolyut datchiklar** deyiladi.

Bularga quyidagilar kiradi:

- Potentsiometrik datchiklar;
- Induktiv datchiklar;
- Sig`imli datchiklar

Ikkinchi usulda datchik har bir elementar siljishda birlik impuls hosil qiladi, holat esa harakat yo`nalishiga qarab impulslar yig`indini hisoblash natijasida aniqlanadi.

Bunday datchiklar **nisbiy datchiklar** deyiladi.

Bularga quyidagi datchiklar kiradi:

Fotoelektrik (optoelektron) impulsli holat datchiklari kiradi.

Absolyut datchiklarga nisbatan ularning afzalligi: oddiy va narxi arzon. Kamchiligi esa: davriy kalibrovkalash va keyingi mikroprotsessorli qayta ishlash kerakligi

Datchiklar kontaktli va kontaktsizlarga bo`linadi.

Kontaktsiz datchiklarda harakatchan ob`ekt va datchik o`rtasidagi aloqa magnitli va elektromagnitli va elektrostatik maydonlar yordamida, hamda optoelektron usulda amalda oshiriladi.

Birinchi ma`ruzada aytib o`tganimizdek, datchiklar konstruksiyasi ularni mexanik tizimda joylashtirish imkonini berishi kerak, demak konstruksiyasi kam joy egallashi kerak, shovqinga himoyasi bo`lishi kerak, ya`ni elektrmagnit ta`sirlar, tarmoqda kuchlanishning o`zgarishi bo`lganda, hamda mexanik ta`sirlar (zarba, silkinish) bo`lganda, atrof muhit o`zgarishiga himoyasi kuchli bo`lishi kerak.

Texnikaning turli sohalarida analogli holat datchiklari ishlatiladi.

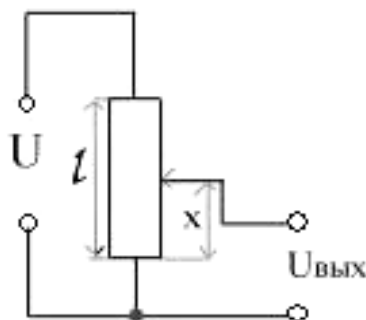
Potensiometrik datchiklar. Mexatronik tizimlarda potentsiometrik datchiklar qo`llaniladi. Bunday turdagi datchiklarning ish prinsipi nazorat qilinayotgan kattalikning ta`sirida uning aktiv qarshiligi o`zgarilishiga asoslangan bo`ladi. Potensiometrik datchiklarda nazorat qilinayotgan harakat sezgir elementga uzatilib uning qarshiligi hisobiga o`zgaruvchan yoki o`zgarmas kuchlanishga aylantiriladi.

Potensiometrning harakatlanuvchi kontakti nazorat qilinayotgan harakatga bog`langan bo`lib, ob`ektning holati o`zgarilganda uning qarshiligi va ikkilamchi asbobdagi ko`rsatgich o`zgaradi. Ikkilamchi asbob esa nazorat qilinayotgan parametrlar birligida darajalangan. Kuchlanishning tebranishlarini ta`sirini yo`qotish maqsadida stabillashgan manbalardan foydalanish tavsiflanadi.

Potensiometrik datchiklar chiziqli va burchakli siljishlarni elektr signalga o`zgartirish uchun, hamda avtomatik qurilmalarda oddiy funksional bog`liqlarni aks ettirish uchun mo`ljallangan.

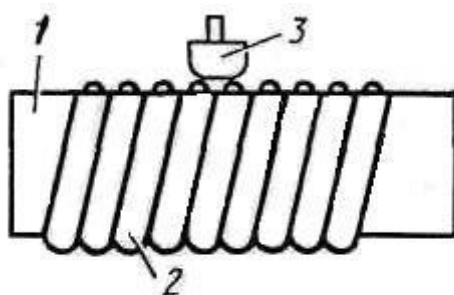
U kuchlanish manbasi bo`lgan o`zgaruvchan rezistor shaklida ishlangan bo`lib, uning kirish kattaligi bo`lib tokli kontaktning chiziqli yoki burchak siljishi xizmat qiladi, chiqish kattaligi bo`lib kontaktning holati o`zgarishi miqdori bo`yicha o`zgaradigan shu kontakt kuchlanishi xizmat qiladi.

Manba kuchlanishi reostatning barcha cho'lg'amiga ushbu cho'lg'amning qo'zg'almas chiqish kontaktlari orqali beriladi. Uning ichida bitta qo'zg'aluvchan kontakt bor. Chiqish kuchlanishi ushbu qo'zg'aluvchan va reostatning bitta qo'zg'almas kontaktlari orasidan olinadi. Bu kuchlanish qo'zg'aluvchan kontakning harakatiga proporsional bo'ladi. elektrtexnika bunday ulanish potentsiometrik sxema deyiladi.



7.2-rasm. Potentsiometrik datchik elektrik sxemasi.

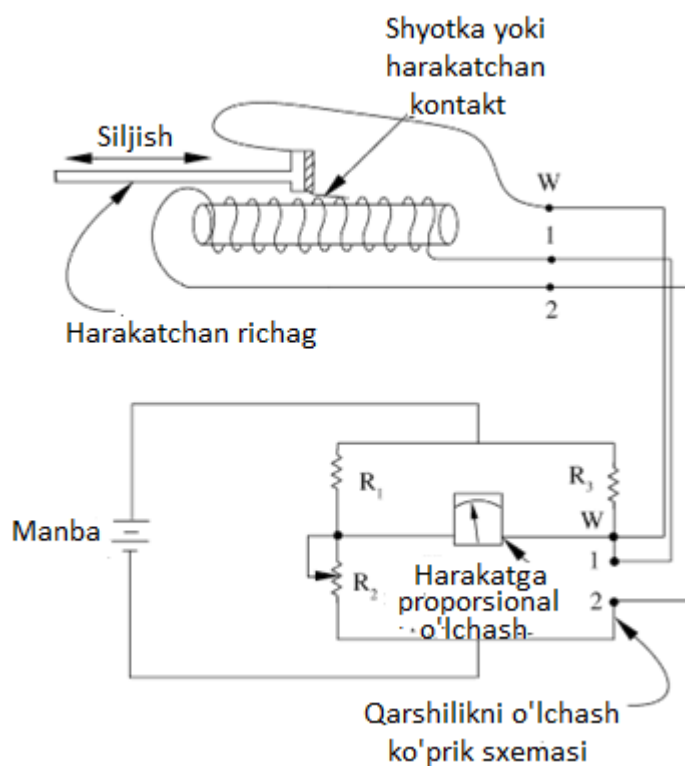
Konstruktiv potentsiometrik datchik karkas 1dan iborat. Bu karkasga mayin simdan iborat bir qatlam cho'lg'am 2 o'ralgan. O'ram cho'lg'amlari bo'ylab dvijok (shyotka) 3 yuradi. Bu dvijok o'lchanishi kerak bo'lgan ob'ekt bilan mexanik bog'langan. O'ram izolyatsiyalangan simdan o'ralgan, dvijok yuradigan joyi esa oldindan izolyatsiyadan tozalangan.



7.3-rasm. Potentsiometrik datchikning konstruktiv tuzilishi

Potentsiometrik datchiklarning asosiy afzalliklari: katta aniqlik va o'zgartirish funksiyasining barqarorligi, o'tish qarshilining kichik miqdori, xususiy shovqinning past darajasi, karshilik koeffitsientining kichikligi.

Asosiy kamchiliklari: o'zgaruvchan tok ishlatilganda chegaralangan imkoniyatlari, datchik ishchi tsiklini chegaralovchi harakatchan kontaktning borligi.



7.4-rasm. Potentsiometrik datchikning ishlash printsipini ko'rsatuvchi sxema



7.5-rasm. Potentsiometrik datchiklarning turli konstruktsiyalari

Induktiv datchiklari. Induktiv datchik – kontaktsiz datchik, metallardan ishlangan ob'ektlarni holatini nazorat qilish uchun mo'ljallangan (boshqa materiallarga sezgir emas).

Induktiv datchiklar texnologik jarayonlarni avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlarida keng qo'llaniladi. Normal ochiq va normal yopiq kontakt shaklida yasaladi.

Normal yopiq kontakt (ingl. *N.O. — normal open*) – qurilmaning shunday shakliki, bunda passiv holatda ochiq kontakt, aktiv holatda yopiq kontakt bo'ladi.



7.6-rasm. Printsipial elektr sxemalarda normal ochiq kontaktning belgilanishi

Masalan, knopka uchun passiv holat – knopka bosilmagan, aktiv holat – knopka bosilgan, rele uchun passiv holat – o'ramga tok bo'lmagan holat, aktiv holat – o'ramda tok berilgan holat. Normal ochiq kontaktda passiv holatda sxema ochiq, aktiv holatda – sxema yopiladi.

Normal yopiq kontakt (ingl. *N.C., Normal Closed*) – ikkita nosimmetrik holatda ega bo'lgan elektr qurilmalari (knopka, rele va boshqalar) holatini xarakterlovchi termin. Bitta holat – ishchi, ikkinchisi – ishchi holatda bo'lmagan.

Masalan, knopka uchun ishchi holat – bosilgan holat, ishchi bo'lmagan holat – knopka bosilmagan holat.



7.7-rasm. Printsipial elektr sxemalarda normal yopiq kontaktning belgilanishi

Bunday kontakt xavfsizlik nuqtai-nazaridan ishlatilgan. Masalan, jihozni ishga tushirish-to'xtatish knopkasi uchun normal yopiq kontakt ishlatiladi. Bunda knopka bosilmaganda kontakt orqali elektr toki o'tadi va jihoz ishlash holatida bo'ladi. Knopka bosilganda tok o'tishi yopiladi va jihoz ishdan to'xtatiladi. Bunday holatda normal ochiq kontakt qo'llanilganda knopka ishi ishonchli bo'lmaydi, chunki tok o'tayotgan o'tkazgichni ochganda elektr zanjirni ishlatib bo'lmaydi, bu esa garantiyali jihozni ishdan to'xtatishini ta'minlay olmaydi.

Induktiv kontaktsiz datchikning ishlash printsipi datchik ichida joylashgan induktivlik katushkasi hosil qiladigan magnit maydoni parametrlarini o'zgarishiga asoslangan.

Induktiv katushkasi – uning induktivligidan foydalanish uchun mo'ljallangan elektr zanjiri elementidir.

Induktivlik (yoki o'zinduksiya koeffitsienti) – yopiq konturda oqayotgan elektr toki va kontur yuza qismi orqali elektr toki tomonidan hosil qilingan to'liq magnit maydoni orasidagi proportsionalnik koeffitsientidir.

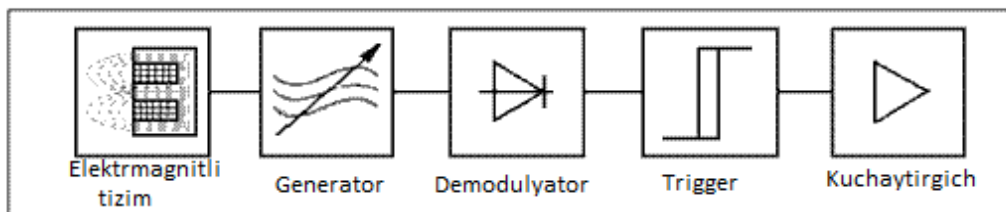
Induktivlik jismning mexanik inertsiasiga monand elektr inertsiasiga hisoblanadi. O'tkazgichning o'zkazgichda tokning paydo bo'lishi, yo'qolishiga va o'zgarishiga qarshilik qilish xususiyati belgilaydi.

Formulasi:

$$\Psi = L I$$

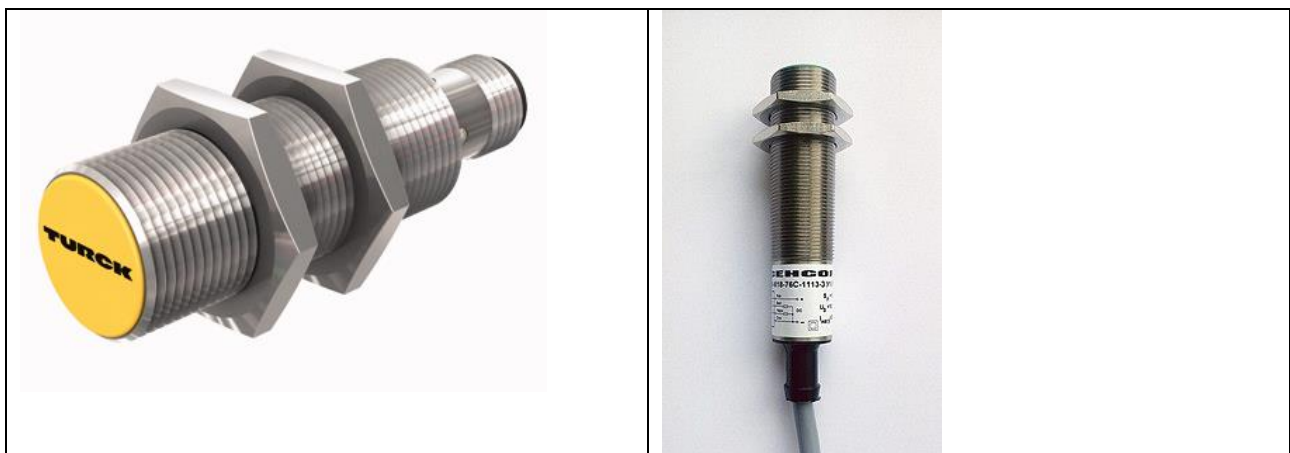
Ψ — magnit maydoni oqimi, I — konturdagi tok kuchi, L — induktivlik.

Induktiv datchiklarning ishlash printsipli datchikning avtik zonasiga ma'lum o'lchamga ega bo'lgan metall, magnit, ferro-magnit yoki amorf materialni kiritilganda generatorning tebranish amplitudalarini o'zgarishiga asoslangan. Yakuniy viklyuchatelning sezgir yuzasiga tok berilganda o'zgaruvchan magnit maydoni paydo bo'ladi. U kiritilgan materialda to'liqlik tok hosil qiladi. Bu tok generatordagi tebranishlar amplitudasi o'zgarishiga sabab bo'ladi. Natijada nazorat qilinayotgan jism va datchik orasidagi masofa o'zgarishiga bog'liq bo'lgan analogli chiqish signali ishlab chiqiladi.



7.8-rasm. Induktiv viklyuchatellar quyidagi asosiy qismlardan tartib topgan:

- 1-Generator: ob'ekt bilan elektromagnit maydon ta'sirini yaratadi;
- 2-Demodulyator: yuqori chastotali modullangan tebranishlardan kerakli axborotlarni ajratadi;
- 3-Shmitt triggeri: o'chirish/yoqish o'tishida gisteresisni ta'minlaydi
- 4-Kuchaytirgich: signal amplitudasini kerakli qiymatgacha kuchaytirib beradi
- 5-korpus datchikni o'rnatish va mexanik ta'sirlardan homoyalash uchun kerak.

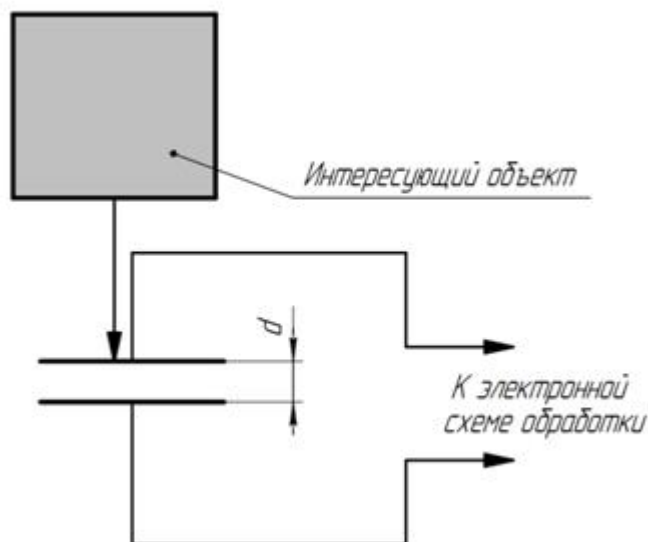


7.9-rasm. Induktiv datchiklarning turli konstruksiyalari

Ular yeyilishga chidamli, katta chastotali perekyuchatel va ishlash muddati uzoq.

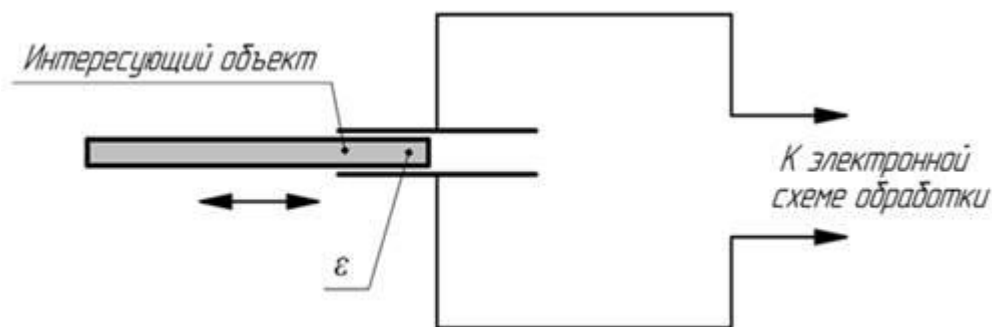
Sig'im datchiklari. Sig'im datchiklari – parametrik tipidagi o'zgartirgich bo'lib, unda o'lchanayotgan kattalik qiymati kondensator sig'imi o'zgarishiga o'zgartiriladi.

Siljish sig'imli datchiklar. Bu datchiklar ishlash printsipli asosida kondensator sig'imi bilan uning geometrik konfiguratsiyasi orasidagi bog'liqlik yotadi. Oddiy sharoitda tashqi fizik kuch ta'siri ostida plastinalar orasidagi oraliqning o'zgarishi haqida boradi (7.10 -rasm). Kondensator sig'imi plastinalar orasidagi oraliq miqdoriga nisbatan teskari proportsional ravishda o'zgarishini hisobga olib plastinalar orasidagi oraliqqa qarab sig'imni aniqlash mumkin (boshqa parametrlar aniq bo'lganda). Sig'imning o'zgarishini har xil usullar bilan qayd qilish mumkin (masalan, uning impedansini o'lchash bilan). Ammo hamma hollarda kondensatorni elektr zanjirga ulash kerak bo'ladi.



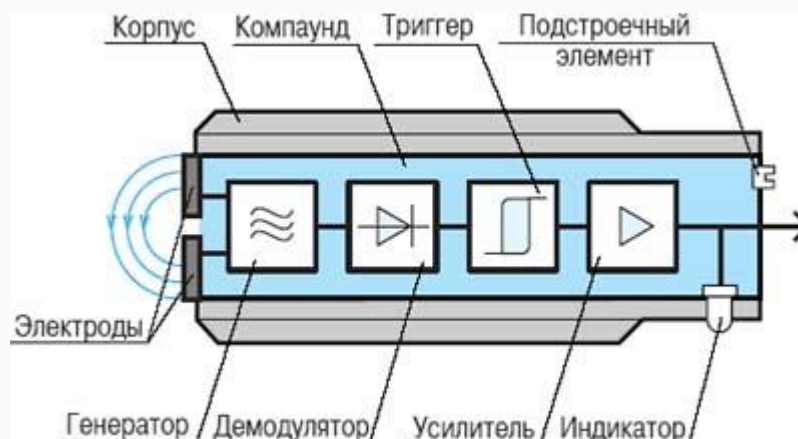
7.10-rasm. Oraliq miqdori o'zgaruvchi chiziqli siljish sig'imli datchigi

Boshqa bir sxema, chiqish parametri elektrik sig'im bo'lgan sxemada harakatchan dielektrik mavjud (7.11 -rasm). Dielektrik plastinani kondensator qisqichlari orasidan siljishi kondensator sig'imi o'zgarishiga olib keladi. Bu dielektrik plastina nazorat qilanayotgan ob'ekt bilan mexanik bog'langan bo'ladi. Agar nazorat qilinadigan ob'ektning o'zi dielektrik bo'lsa, unda ushbu ob'ekt bevosita plastina sifatida ishlatiladi.



7.11-rasm. Harakatchan dielektrikli chiziqli siljish sig'imli datchiki

Sig'imli datchik ishlash prinsipi



Kontaksiz sig'imli datchik quyidagicha ishlaydi:

1. Generator ob'ekt orasida ta'sir etuvchi elektr maydonni hosil qiladi;
2. Demodulyator generatorning yuqori chastotali tebranishlar amplitudasini o'zgarmas kuchlanish o'zgarishiga aylantirib beradi;
3. Trigger o'chirish/yoqish signaliga kuch beradi va gisterezisni hosil qiladi;
4. Kuchaytirgich chiqish signalini kerakli qiymatgacha kuchaytirib beradi;
5. Svetodiod indikatori viklyuchatel holatini ko'rsatadi;
6. Компаунд datchik ichiga qattiq moddalar va suv kirishidan himoyalaydi;
7. Корпус datchikni o'rnatish va mexanik ta'sirlardan homoyalash uchun kerak.

Datchiklar haqida tushuncha. Mexatronika tizimlarida hamma vaqt elektrmexanik qurilmalar mexanik konstruktiv elementlar bilan o'zaro ta'sirlashadi. Joriy holatni hisobga olgan holda tizim harakatlarini boshqarish uchun tizimni tashkil qilgan parametrlarni o'lchash kerak bo'ladi.

Mexatronik tizimlarda boshqa texnik o'lchash jarayoni ***o'lchovchi o'zgartirgichlar (datchiklar yoki sensorlar)*** orqali amalga oshiriladi.

Adabiyotlarda datchiklarga ta'rif har xil berilgan. Masalan, ***datchik*** – signal beruvchi, rostlovchi yoki boshqaruvchi qurilma elementi bo'lib, nazorat qilinayotgan parametрни (temperaturani, bosimni, chastotani, yorug'lik kuchini, elektrik kuchlanishni, tokni va h.k.ni) o'lchash, uzatish, saqlash, qayta ishlash va

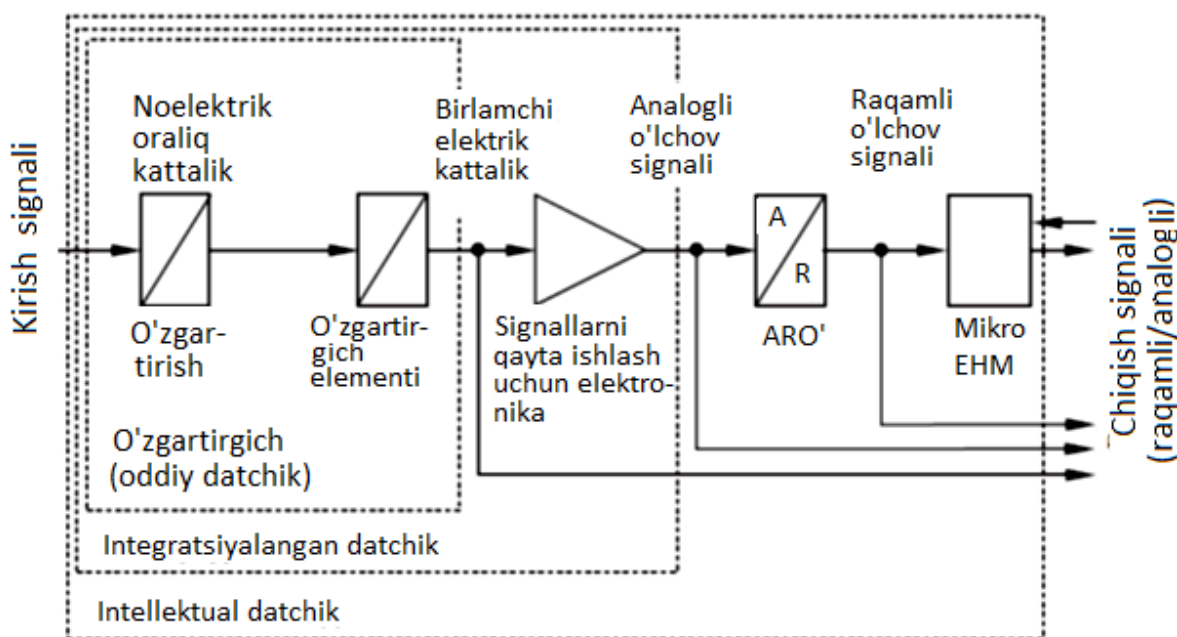
registratsiyalash uchun qulay bo'lgan signalga aylantirib beradi. Yoki, osonroq qilib aytganda, datchik – bu har qanday fizik kattalik kirish ta'sirini keyin ishlatishga qulay bo'lgan signalga aylantirib beruvchi moslamadir¹⁰.

Vikipediya da datchikka quyidagicha ta'rif berilgan:

Datchik, birlamchi o'zgartirgich — o'lchanayotgan fizik kattalik (bosim, temperatura, elektr kuchlanish, siljish va b.)ni uzatish, unga ishlov berish va qayd qilish uchun signal (odatda, elektr signal)ga aylantirib beradigan vosita. O'lchash, signal yoki rostdash qurilmalari tizimining muhim qismi; sezgir elementi tekshirilayotgan miqdorlar (bosim, temperatura, tezlik, yorug'lik kuchi, elektr toki, kuchlanish va b.) ta'sirini sezadi. Ishi elektr qarshiligi, sig'im, induktivlikka, shuningdek, nazorat qilinadigan mexanik, akustik, issiqlik, elektr, optik, magnit kattaliklar ta'sir etganda elektr yurituvchi kuch (E.Yu.K.) hosil bo'lishiga asoslangan.

Datchikka ta'sir etuvchi parametrlar **kirish parametrlari** deb ataladi. Datchik kirish parametrlarini o'lchab ma'lumotlarni **chiqish signali** sifatida uzatadi. Kirish parametrlarini o'lchash jarayoni datchikning sezgir elementlari orqali amalga oshiriladi. Tashqi muhit parametri ta'siri ostida datchikning sezgir elementini fizik xususiyati o'zgaradi

7.12-rasmda datchikda signalning printsiplial o'tishi o'zgartirishlarning maksimal darajalari bilan ko'rsatilgan.



7.12-rasm. Datchiklarning integratsiyalash darajalari

Demak, datchikda signalning o'tishi quyidagi qadamlar bilan bog'liq:

1. O'lchanayotgan kattalikni bitta yoki bir nechta (noelektrik) oraliq kattaliklarga o'zgartirish.

Kuch datchigida o`lchanayotgan kuch egiluvchan balka yordamida, masalan, deformatsiyaga o`zgartiriladi. Oraliq noelektrik kattaliklarsiz olib boriladigan o`lchash usuli to`g`ridan-to`g`ri o`lchash usuli deyiladi. Bu usulga qarama-qarshi to`g`ri bo`lmagan usulda bitta yoki bir nechta oraliq kattaliklardan foydalanishadi.

2. O`zgartiruvchi element yordamida boshlang`ich yoki oraliq kattalikni birlamchi elektrik kattalikka o`zgartirish.

Bunda har xil fizik effektlarni qo`llagan holda xususiy mexanik-elektrik o`zgartirish amalga oshiriladi. Kuch datchigi holatida bu cho`zilganda o`zining nisbiy qarshiligini o`zgartirish xossasiga ega egiluvchan balkaga yopishtirilgan tenzodatchik (TMD) yordamida amalga oshiriladi. Birlamchi elektrik kattalik bo`lib, bu holatda, qarshilik xizmat qiladi. Boshqa birlamchi kattaliklar – kuchlanish, tok va b.

Mexanik datchik va o`zgartirgich elementidan tashkil topgan yakuniy konstruktiv birlik oddiy datchikni hosil qiladi. Bu o`zgartirgich deb ham ataladi.

3. Birlamchi elektrik signalni yana qayta ishlash uchun signallarni shakllantiruvchi elektronika xizmat qiladi. U birlamchi signalni kuchaytirish bilan birga yana quyidagi bir yoki bir nechta vazifalarni bajaradi:

- nol nuqtasi tebranishini kompensatsiyalash;
- shovqin signallarni ajratish;
- o`lchash signalini chiziqlantirish;
- o`lchash diapazonlarini kelishtirish va o`zgartirish;
- boshlang`ich signalni normalashtirish (masalan, 0...5 V o`lchash chegarasi uchun) va b.

Masalan, kuch datchigida o`lchash kattaligiga bog`liq ravishda tenzometrik datchikda kuchlanish kamayishini qayta ishlovchi (DMS) kuchaytirgich ishlatiladi.

Agar datchik ichida signalni to`liq yoki qisman shakllantiruvchi elektronika bo`lsa, bunday datchik integratsiyalangan datchik deyiladi.

4. O`lchangan kattalikni keyin hisoblash mashinasida qayta ishlash kerak bo`lganligi uchun boshlang`ich analog signalni raqamli signalga o`zgartirish ishlarini bajarish kerak. Bu uchun analog-raqamli o`zgartirgichlar (ARO`) xizmat qiladi.

Ba`zan ARO` datchik ichida signallarni shakllantiruvchi elektronika bilan birga o`rnatilgan bo`ladi, ya`ni datchik tashqi muhit bilan raqamli ulanish moslamasiga ega bo`ladi. Bunday datchiklar integratsiyalangan datchiklarning maxsus turiga kiradi.

5. Mikroelektron konstruktiv elementlarning rivojlanishi signallarni raqamli shakllantiruvchi birliklarni, masalan, mikrokontrollerlarni datchik ichida birlashtirish imkonini berdi. Bu, bir tomondan, 3-chi punktda ko`rsatilgan qo`shimcha vazifalarni bajarishni osonlashtiradi. Boshqa tomondan, o`lchangan signalni qayta ishlashning yangi imkoniyatlarini yaratadi, bular:

- datchikda o`lchangan ma`lumotlarni nazorat qilish va protokollash;
- chegara holatiga yetganda o`zi mustaqil ravishda ogohlantirish signalini amalga oshirish;

- yuqorida turgan EHM yoki shinalar sistemasi bilan aloqa qilish, olingan ma`lumotlar bilan hisob-kitob qilish (masalan, harakat datchigi olingan harakat

ma'lumotlaridan hosila olib harakat tezligi haqidagi qo'shimcha ma'lumotni berishi mumkin).

-bitta datchikda bir nechta o'zgartirgichlarni birlashtirish;

-qo'shilgan EHM yordamida tashqaridan qo'shimcha konfiguratsiyasini yaratish (masalan, kerak bo'lganda datchikning translatsiyalash tizimi xarakteristikalarini almashtirish).

Bunday datchiklar intellektual datchiklar deyiladi. Lekin bu belgi to'g'ri tanlanmagan. Yuqorida ko'rsatilgan xossalar intellektga hech qanday aloqasi yo'q. Ingliz tilida bular *smart sensors* deyiladi (*smart*: aqlli, abjir), bu haqiqatga yaqindir.¹¹

Datchiklarga o'lchash sistemasi sifatida o'lchash jarayonini ta'minlaydian quyidagi talablar qo'yiladi:

-o'lchash diapazoni chegarasida kirish kattaligini qayta ishlab chiqish kattaligigacha aniq ko'paytirib berishni amalga oshirish;

-chiqish kattaligi faqat kirish kattaligiga bog'liq bo'lishi kerak, boshqa kattaliklardan emas.

-o'lchash tizimi o'lchash kattaligiga nisbatan juda ham kam qarshi ta'sirga ega bo'lishi kerak. (Masalan, qarshilikka nisbatan kuchlanish tushishini o'lchovchi asbob undan o'tadigan tok o'lchash xatoligini oshirmasligi uchun juda ham kichik ichki qarshilikka ega bo'lishi kerak).

Boshqa amalga kerak bo'lgan datchiklarning xususiyatlari:

-kirish kattaligini chiziqli ravishda chiqish signaliga o'zgartirish. Chiziqlashtirishni signalni analogli yoki raqamli ishlov berish yo'li bilan ham amalga oshirish mumkin.

-elektromagnit shovqinlarga sezgir bo'lmaslik. Sanoat ishlab chiqarish sharoitida elektromagnit shovqinlar o'lchashning sistemali xatoliklarini keltirib chiqaradi.

Chiqish signallari normalari. Ko'p qo'llaniladigan standartlar:

- analogli chiqish signallari: 0...+5 (+10)V -5 (-10) ... +5 (+10)V
0...20 mA (dead zero-Stromschleife)
4...20 mA (life zero- Stromschleife)

raqamli chiqish signallari: parallel (masalan, 8 bitli Centronics-interfeys) ketma-ket (RS232, RS485,...)

• o'lchash sistemalari shinalariga ega bo'lgan sharoitda: Intershina-S professional shina (PROFIBUS) CAN-Bus va h.k.

-oddiy elektr ta'minoti. Mashinasozlikda datchiklarning elektr ta'minoti 24 V tok bilan asosan amalga oshiriladi (komplekt taqsimlovchi qurilmali shkaf kuchlanishi).

-funktsional nazorat imkoniyati, datchikning o'zida yoki masofaviy ko'rsatgichlarni o'qish yo'li bilan. Intellektual datchiklarda shaxsiy nazorat mavjud.

Datchiklarning klassifikatsiyasi.

¹¹ haimann_b_gert_v_popp_k_repeckii_o_mehatronika_komponenty_me.64 6.

Kirish (o'lganadigan) kattalikka qarab datchiklar quyidagilarga bo'linadi:

- mexanik (chiziqli va burchakli) siljish datchiklari;
- pnevmatik datchiklar;
- elektrik datchiklar;
- tezlik datchiklari;
- tezlanish datchiklari;
- kuch datchiklari;
- sarf o'lgagichlar;
- sath o'lgagichlar
- temperatura datchiklari;
- bosim datchiklari va b.

Hozir sanoatda taxminan quyidagicha datchiklar soni mavjud:

- temperatura – 50 %;
- sarf (massali va hajmli) – 15 %;
- bosim – 10%;
- sath- 5 %;
- miqdor (massa, hajm) – 5 %;
- vaqt – 4 %;
- elektrik va magnitli kattaliklar – 4 % dan kam.

Ushbu datchiklar quyidagi 7 printsiptni biri asosida ishlaydi.

- optika printsiptida ishlaydigan datchiklar;
- magnitoelektrik printsiptida ishlaydigan datchiklar (Xoll datchiklari);
- p'ezoelektrik printsiptida ishlaydigan datchiklar;
- tenzo o'zgartirgichlar printsiptida ishlaydigan datchiklar;
- sig'imni aniqlash printsiptida ishlaydigan datchiklar;
- potentsiometrik printsiptida ishlaydigan datchiklar;
- induktivlik printsiptida ishlaydigan datchiklar.

Datchiklar chiqish signallari bo'yicha quyidagilarga bo'ladi:

-analogli datchiklar, ya'ni kirish kattaligiga proporsional analogli signal ishlab chiquvchi signallar; analog signallar uzluksiz bo'ladi.

-raqamli datchiklar, impulsar ketma-ketligini ishlab chiquvchi datchiklar;

-binar (ikkitalik) datchiklar, faqat ikkita darajada signal ishlab chiquvchi datchiklar: “yoqilgan/o'chirilgan” (boshqacha qilib aytganda, 0 yoki 1).

Signallar simli yoki simsiz uzatilishi mumkin

Kirish signalini o'zgartiriladigan chiqish signaliga qarab noelektrik (1 va 2) va elektrik (3 va 4) datchiklarga bo'linadi:

1) noelektrik kattalikni noelektrik signalga, masalan, bosimni membrananing qattiq markazi siljishiga;

kirish ko'rsatkichlarni (bosim, kuch, tezlik, sarf va x.k.) mexanik chiqish ko'rsatkichlarga (aylanish chastotasi, bosim va x.k.) o'zgartirib berish bilan xarakterlanadi. Bunday o'zgartirgichlarning sezgirlik elementi sifatida elastik

elementlar (membrana, prujini, balka kabilar) poplavoklar, krilchatkalar va drosselli qurilmalar ishlatiladi.

2) elektrik kattalikni noelektrik signalga, masalan, tokni asbob strelkasining harakatiga;

3) elektrik kattalikni elektrik signalga, masalan, vaqt ichida o'zgarmaydigan (analog) signalni uzlukli (diskret, raqamli) signalga;

4) noelektrik kattalikni elektrik signalga, masalan, aktiv qarshilikli, induktivli, sig'imli, kuchlanishli, tokli, fazali, chastotali va h.k. datchiklar.

kirish mexanik ko'rsatkichlarni (bosim, kuch, sarf kabilar) chiqish elektrik ko'rsatkichlarga (kuchlanish, tok, qarshilik, induktivlik va kabilar) o'zgartirib berish uchun xizmat qiladi.

Mexatronikada asosan elektrik datchiklar qo'llaniladi. Bu elektrik datchiklarning quyidagi xususiyatidan kelib chiqadi:

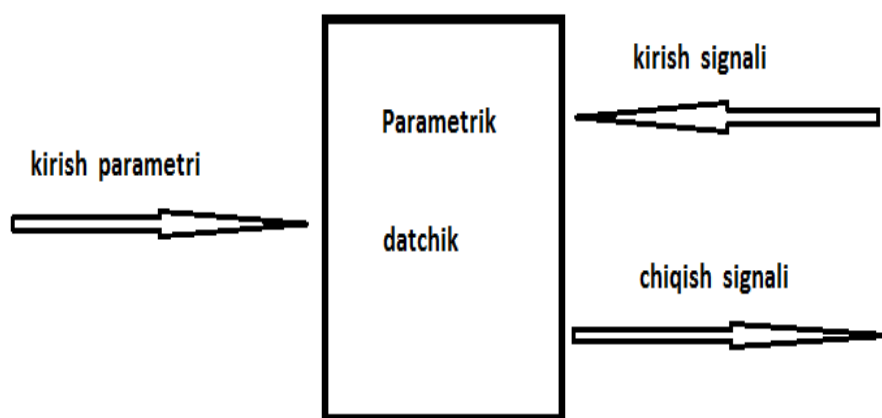
-elektrik signalni katta masofalarga uzatish qulay, bunda uzatish katta tezlik bilan amalga oshiriladi;

-elektrik kattaliklar universal hisoblanadi, shu ma'nodagi, har qanday kattalikni elektrik kattalikka va teskarisiga o'zgartirib bo'ladi;

-ular raqamli kodga aniq o'zgartira oladi va o'ta yuqori aniqlik, sezgirlik va tezharakatligi bilan ajralib turadi.

Elektrik datchiklar parametrik va generator o'zgartirgichlarga (yoki datchiklarga) bo'linadi.

Parametrik datchiklar kirish parametrlari ta'sirida datchikning sezgir elementini fizik xususiyati o'zgaradi. Lekin bu o'zgarish haqda tashqariga chiqish signali yubora olmaydi. Undan chiqish signalini olish uchun tashqi energiya manbaiga ulash talab etiladi. Sezgir elementning fizik xususiyati o'zgarishi ta'sirida tashqi energiya manбайдan berilgan kirish signali kattaligi o'zgarib chiqish signali sifatida qaytadi. Bu o'zgarish kirish parametrlari qiymatiga mos keladi.



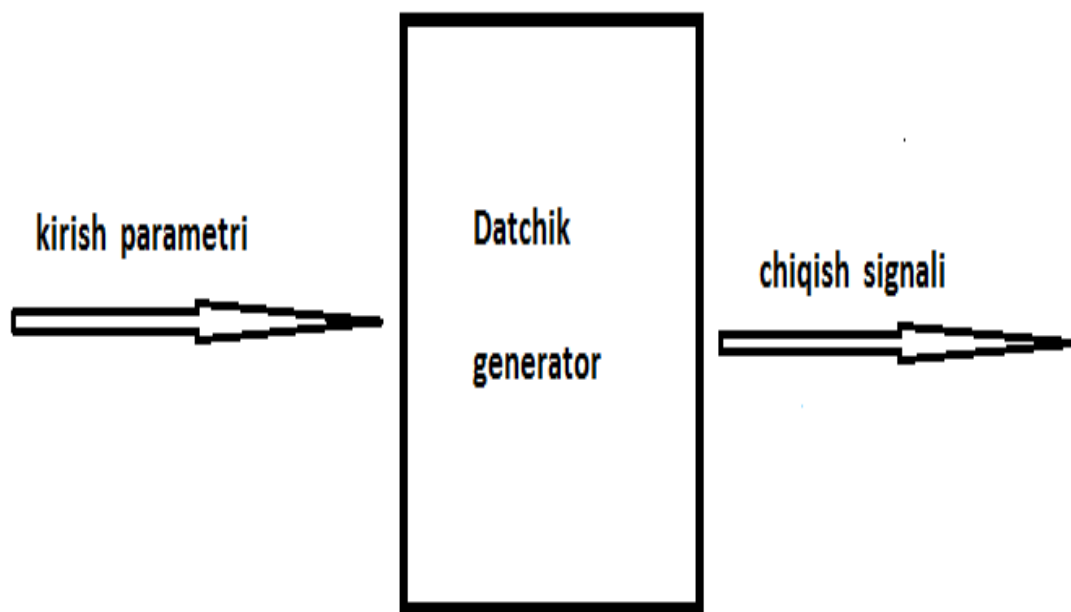
7.13-rasm. Parametrik datchikning sxemasi

Parametrik datchiklarda chiqish ko'rsatkichini elektr zanjir kattaliklari (qarshilik, induktivlik, o'zaro induktivlik, elektr sig'imi va kabilar) tashkil topadi. Bunday turdagi datchiklarda elektr toki va kuchlanishi sifatida chiqish signalini olish

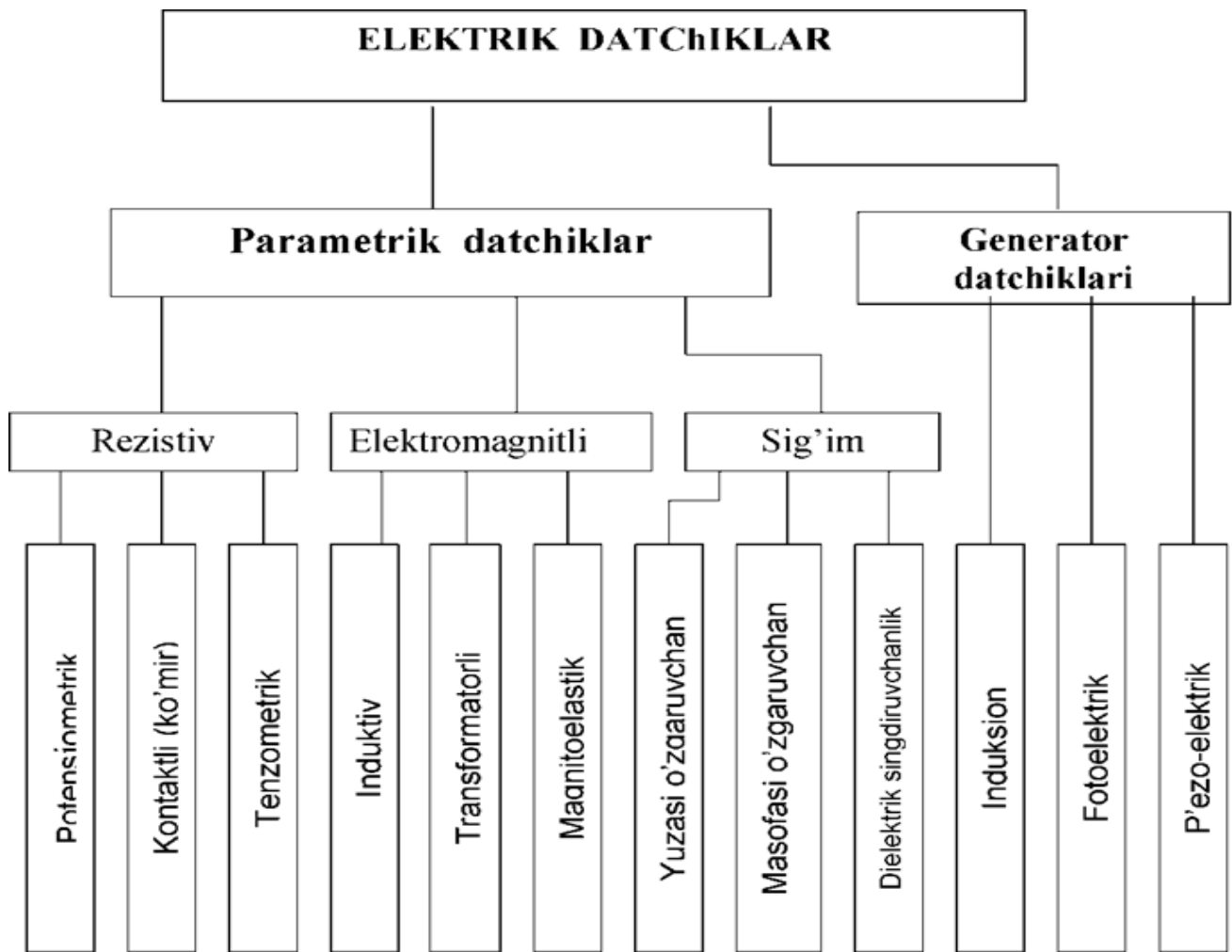
uchun ularni maxsus elektr sxemalariga (ko'prikli, differensialli) ulash hamda alohida energiya manbasiga ega bo'lishi kerak .

Datchik generator – bu sezgir elementiga muhit parametrlari ta'sir etganda o'zi chiqish signali shakllantiruvchi datchikdir. Bu datchikka tashqi energiya manbaini ulash shart emas.

Generator datchiklarida bevosita sezgir elementda kirish signali X chiqish signali U o'zgartiriladi. Ushbu o'zgartirish kirish signali energiyasi hisobiga bo'ladi va chiqish signali E.Yu.K. ko'rinishida hosil bo'ladi. Generator datchiklari juda oddiy bo'ladi, chunki ular qo'shimcha energiya manbaisiz ulanadi.



7.14-rasm. Datchik generatorining sxemasi



7.15 -rasm. Elektrik datchiklarning turlanishi

Parametrik datchiklarga quyidagilar kiradi:

- rezistiv datchiklar;
- induktiv datchiklar;
- transformator datchiklar;
- sig'im datchiklari.

Datchik generatorga quyidagilar kiradi:

- termoelektrik datchiklar;
- induksion datchiklar;
- p'ezoelektrik datchiklar;
- fotodatchiklar.

Datchiklarning texnik xususiyatlari. Har qanday qurilma kabi datchikning ham ishlab chiqaruvchilar tomonida berilgan pasporti bo'ladi. Pasportda datchikning muhim xususiyatlari beriladi. Ulardan ba'zi birlarini ko'rib chiqamiz.

Datchikning o'zgartirish funksiyasi – bu kirish parametrlari qiymatini chiqish signallari qiymatiga mutanosibligidir.

Kirish parametrlari qiymati va chiqish signallari qiymatlari mutanosibligi jadval ko'rinishida yoki grafik ko'rinishda yoki analitik usulda (formulalar ko'rinishida) beriladi.

Datchikning sezgirligi - bu kirish parametrining qiymati bir birlikka o'zgarganda chiqish signali qanchaga o'zgarishini ko'rsatuvchi qiymat. Masalan termopara uchun sezgirlik birligi mV/K. Ya'ni harorat bir gradus Kel'vinga o'zgarganda chiqish signali bir milliVol'tga o'zgaradi. Rostlanuvchi electromotor uchun sezgirlik birligi c⁻¹/V. Ya'ni bir vol't kuchlanish berilganda electromotor sekundiga nechchi marta aylanadi.

Datchikning o'lchash imkoniyati – bu datchikning o'lchash chegarasidir (diapazon). O'lchashning quyi va yuqori chegaralari mavjud. Masalan DT9205A multimetri o'zgaruvchan tokni 20 mA – 20A (mA – milliamper, A - amper) chegaralarda aniq o'lchaydi. Agar tok chegaradan chiqib ketsa mul'timetr noto'g'ri chiqish signali berishi mumkin. Yuqori chegaradan o'tsa u ishdan chiqishi ham mumkin.

Datchikning aniqliligi – bu datchik necha foiz aniqlikda ishlay olishini ko'rsatuvchi kattalik.

8 ma'ruza. Integrallashtirilgan mexatronik mashinalarni loyihalash jarayonlari. Loyihalash jarayoniga tizimli yondashish asoslari. Loyihalashning avtomatlashtirilgan tizimlari. CALS-texnologiyalar. Mexatronika modullarida sinergetik integratsiya. Mexatronika modullarini konstruksiyalash.

Reja:

1. Mexatronika tizimlarini loyihalashda integratsiyalash usullari
2. Oraliq o'zgartirgich va interfeyslarni olib tashlash usuli.
3. Mexatronik modul elementlarini bitta korpusda birlashtirish usuli.
4. Funktsional yukni intellektual qurilmalarga o'tkazish usuli.
5. Tizim haqida tushuncha.
6. Mexatronika tizimlarini loyihalashda tizimli ierarxik tahlil.

Mexatronika tizimlarini loyihalashda integratsiyalash usullari.

Mexatronika integrallashtirilgan agregatlarini loyihalashda integrallashtirishning uchta usuli ishlab chiqilgan. Bu usullarni o'zini alohida yoki ular loyihalashning turli bosqichida qo'llanilgani uchun boshqa usul bilan birgalikda ishlatish mumkin.

Integrallashtirilgan mexatronika modul va mashinalarini qurishning birinchi usulida modul va mashinalarning strukturasidan oraliq o'zgartirgichlar va interfeyslarni olib tashlanadi. Bu juda chuqur darajadagi integratsiya hisoblanadi, chunki bunda mexatronika ta'rifida ko'rsatilgan sinergizm tushunchasiga to'g'ri keladigan mexatronik yechimlarni olish mumkin. Mexatronik modullarda energiya va ma'lumotlarni ko'p bosqichli o'zgartirishni istisno qilish mexatronik mashinalarning yuqori aniqligiga va tezligiga, ixchamligiga va ishonchliligiga erishish uchun fundamental asos yaratadi.

Ikkinchi usul ko'p funktsiyali mexatronik modulning yagona korpusida turli xil jismoniy tabiatdagi qurilmalarni apparat-tarkibiy integratsiyasini o'z ichiga oladi. Barcha tarkibiy bloklar boshqa qurilmalar bilan bir qatorda bitta konstruksiyaga birlashtiriladi, shuning uchun foydalanuvchi uchun bunday harakat modullari aslida bitta mahsulot sifatida taqdim etiladi.

Uchinchi integratsiya usuli funktsional vazifani mexanik birliklardan (uzellardan) intellektual (elektron, kompyuter va axborot) qurilmalariga o'tkazishni o'z ichiga olgan yangi avlod mashinalarini qurish zamonaviy tendentsiyani aks ettiradi. Intellektual qurilmalar, mexanik elementlardan farqli o'laroq, tizimga moslashuvchanlikni beradi, chunki ularni yangi vazifa uchun qayta dasturlash juda oson. Shu bilan birga, ularning narxi doimiy ravishda pasayib bormoqda va funktsionallik imkoniyatlari kengayib bormoqda. Ushbu usuldan foydalanish mexatronik tizimning mexanik murakkabligini minimallashtiradi.

Oraliq o'zgartirgich va interfeyslarni olib tashlash usuli. Ushbu integratsiyalash usulining maqsadi oraliq o'zgartirgichlarni olib tashlash orqali mexatronik modullarning strukturaviy murakkabligini minimallashtirishdir. Loyihalashda kamida bitta oraliq blok va tegishli interfeyslar an'anaviy strukturalardan chiqariladi. Shu bilan birga, uning kirish va chiqish parametrlari va umuman mexatronik modul tomonidan amalga oshiriladigan funktsional o'zgartirishlari saqlanib qoladi. Ushbu maqsadga mexatronik tizimlarni loyihalashning ikkinchi bosqichida, ya'ni modullarni sintez qilishda erishish mumkin (8.1-rasm).

Uslubiy jihatdan to'g'ri loyihalash uchun mexatronik tizimning (MT) funktsional tuzilishini ko'rib chiqish kerak. Muayyan kirish va chiqish parametrlariga ega bo'lgan MTning funktsional ko'rinishi (qora quti modeli tarzida) 8.1-rasmda ko'rsatilgan. Mexatronik tizimning asosiy funktsional vazifasi harakat dasturi haqidagi ma'lumotni uning yakuniy bo'g'inining maqsadli boshqariladigan harakatiga aylantirishdir.

Harakat dasturi yuqori darajadagi kompyuter tomonidan yoki masofadan boshqarishda inson-operator tomonidan berilishi mumkin. Nazorat ostidagi harakat mexanik qurilmaning zvenolari yordamida amalga oshiriladi va yakuniy zveno - ishchi organi tashqi muhit bilan o'zaro ta'sir qiladi. Harakat paytida mexanik zvenoga ishlov berilayotgan ob'ektlardan tashqi kuchlar ta'sir qiladi (masalan, silliqlash va frezalash ishlari paytida kesish kuchlari, robotni yig'ish paytida kontakt kuchlari va momentlari). Real vaqt rejimida boshqariladigan tizim va tashqi muhitning holatini baholash uchun teskari axborot aloqasi zarur bo'ladi.

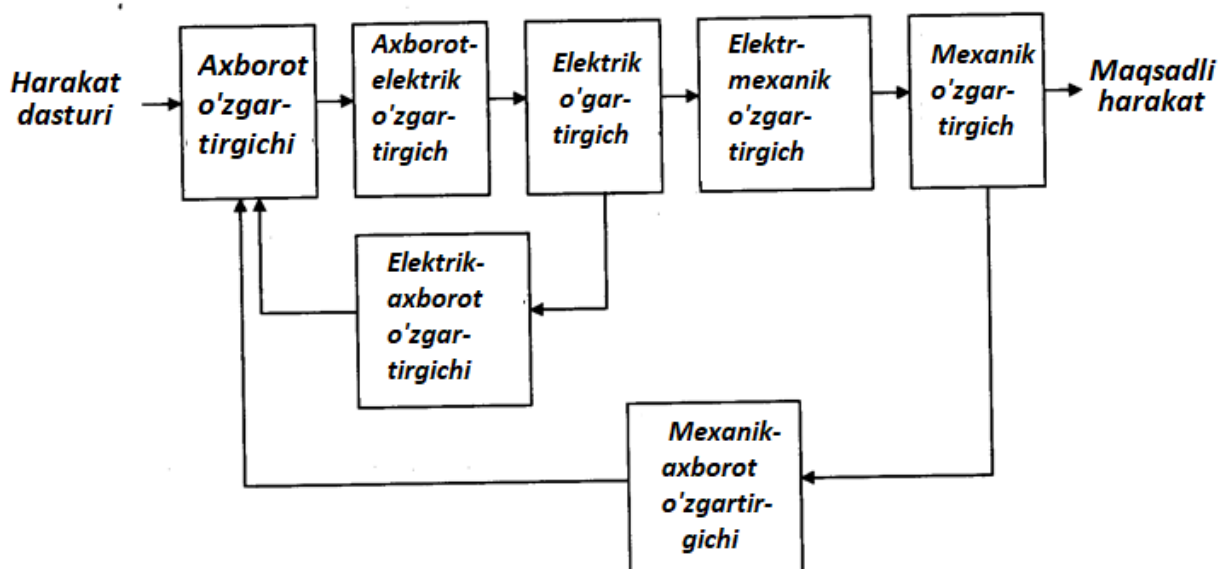


8.1-rasm. Mexatronik tizimning funktsional namoyishi

Albatta, 8.1-rasmda keltirilgan asosiy funktsiya mexatronik tizimning yagona funktsiyasi emas. Tizimni qayta konfiguratsiya qilish, boshqa texnologik uskunalar bilan signallari va ma'lumotlarni almashish, o'z-o'zini diagnostika qilish kabi qo'shimcha funktsiyalar ham uning samarali va ishonchli ishlashi uchun bajarilishi kerak. Ammo aynan tashqi muhitda MTning xatti-harakatlarini belgilovchi asosiy vazifa - bu berilgan funktsional harakatning aniq bajarilishidir.

"Qora quti" ko'rinishidagi mexatronik modulning funktsional ko'rinishi (8.1-rasmga qarang) ikkita ma'lumot kirishini (harakat dasturi va teskari axborot aloqasi), qo'shimcha mexanik kirishni (tashqi muhitning reaksiya kuchlari) va bitta chiqish - maqsadli mexanik harakatni o'z ichiga oladi. Shuning uchun, umumiy holda, mexatronik modulning funktsional sxemasini axborot-mexanik o'zgartirgich sifatida qurish mumkin.

Mexatronik axborot-mexanik o'zgartirishlarni amalga oshirish uchun tashqi energiya manbai talab qilinadi. Mexatronikaning hozirgi rivojlanish bosqichida asosan elektr energiyasi manbalari ishlatiladi. Tegishli elektr-energiyali o'zgartirishlarni amalga oshirgan holda biz mexatronik modulning quyidagi funktsional modelini olamiz (8.2-rasm).



8.2-rasm. Mexatronik modulning funktsional modeli

Ushbu funktsional model umumiy holda energiya va axborot oqimlari bilan bog'liq bo'lgan yettita asosiy o'zgartirgichni o'z ichiga oladi.

E'tibor bering, elektr energiyasi faqat kirish ma'lumotlari va chiqish mexanik harakati o'rtasidagi oraliq energiya shaklidir. Shunday qilib, elektr energiyasi asosiy funktsiyani amalga oshirishning yagona energiya manbai emas. Albatta, energiya manbalarining boshqa turlari oraliq o'zgarishlar uchun mexatronik tizimlarda ishlatilishi mumkin va ularni kontseptual loyihalash bosqichida alternativa sifatida ko'rib chiqish kerak.

Oraliq o'zgartiruvchilarning fizik tabiatini tanlash o'zgartirgichlarning texnik amalga oshirish imkoniyatlari, birlamchi talablar va qo'llash xususiyatlari bilan aniqlanadi.

Mexatronik modullarda quyidagi o'zgartirgichlar keng qo'llaniladi:

- katta yuklama ostida ishlashga mo'ljallangan mashinalarda eng samarali bo'lgan gidravlik o'zgartirgichlar, birinchi navbatda ularning yuqori nisbiy quvvati evaziga;
- juda oddiy, ishonchli va yuqori tezlikka ega pnevmatik o'zgartirgichlar;
- kimyoviy o'zgartirgichlar, asosan tirik organizmlarning mushaklariga o'xshash bioyuritmalarda qo'llaniladi;
- har xil fizik tabiatdagi energiya jarayonlariga asoslangan kombinatsiyalangan o'zgartirgichlar.

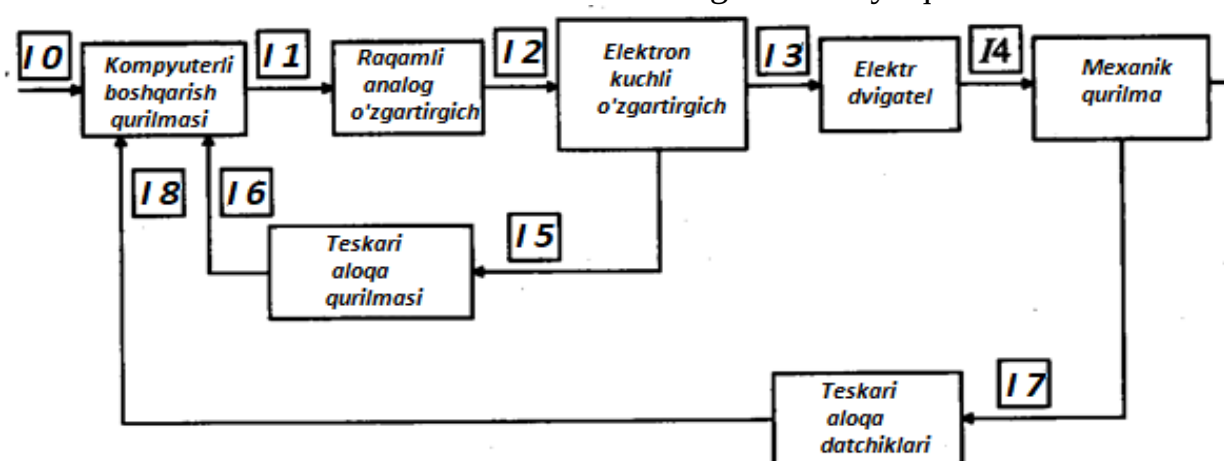
Yuqorida ko'rsatilgan yettita bazaviy o'zgartirgichlardan uchtasi monoenergetik hisoblanadi (axborot, elektrik va mexanik o'zgartirgichlar), ularning kirish va chiqish o'zgaruvchilari bir xil fizik tabiatga ega. Qolgan to'rttasi ikki tomonlama (dual) xarakterga ega, chunki ularda kirish va chiqish parametrlari turli xil fizik tabiatga ega. Ushbu guruhga funktsional modelning to'g'ridan-to'g'ri zanjirida joylashgan axborot-elektr va elektromexanik o'zgartirgichlar, shuningdek, teskari aloqa zanjirida joylashgan elektr-axborot va mexanik-axborot o'zgartirgichlari kiradi.

Mexatronik modulning (MM) strukturaviy modeli uning elementlari tarkibini va ular o'rtasidagi munosabatni aks ettirishi kerak. Avtomatik boshqarish nazariyasida strukturaviy modellarni blok-sxema shaklida tuzish qabul qilingan. Zvenolar odatda to'rtburchaklar shaklida kirish va chiqish parametrlarini, shuningdek uzatish funksiyalarini ko'rsatish bilan belgilanadi.

MM ning dastlabki strukturasi sifatida kompyuter tomonidan boshqariladigan an'anaviy elektr yuritmani ko'rib chiqamiz (8.3-rasm).

Keyingi tahlil qilish uchun taqdim etilgan strukturaviy sxemada biz boshqarish va elektromexanik quyi tizimlarni belgilaymiz. Elektr yuritmaning strukturaviy modeli quyidagi elementlarni o'z ichiga oladi:

- funksional vazifasi axborotni o'zgartirish (raqamli signallarni qayta ishlash, raqamli rostlash, boshqarish harakatlarini hisoblash, tashqi qurilmalar bilan ma'lumot almashish) bo'lgan harakatni kompyuterli boshqarish qurilmasi;
- axborot-elektr o'zgartirish funksiyasini amalga oshiradigan raqamli-analogli o'zgartirgich (DAC);
- kuchli o'zgartirgich, odatda quvvat kuchaytirgichidan, impuls kengligi modulyatoridan (PWM) va uch fazali invertordan (asinxron motorlar uchun) iborat;
- elektromexanik o'zgartirgichni amalga oshiradigan boshqariladigan elektr motor (AC yoki DC);
- berilgan boshqariladigan harakatni amalga oshiradigan mexanik qurilma va tashqi ob'ekt bilan o'zaro ta'sir qiluvchi ishchi organ;
- elektr o'zgartirgichdagi elektr kuchlanish va tok haqida ma'lumot beradigan teskari aloqa qurilmasi;
- mexanik-axborot almashtirish funksiyasini bajaradigan teskari aloqa sensorlari (holat, tezlik);
- blok-sxemada I 0-I 8 sifatida ko'rsatilgan interfeys qurilmalari.



8.3-rasm. Kompyuter tomonidan boshqariladigan an'anaviy elektr yuritmaning strukturasi

Kirish va chiqish parametrlarining fizik xususiyatiga qarab, interfeys birliklari mexanik yoki intellektual o'zgartirgich (konvertor) bo'lishi mumkin. Mexanik

interfeyslarga misollar mexanik qurilmali vosita (I4 interfeysi) va teskari aloqa sensorlari (I7, I8) bilan bog'laydigan uzatma va transmissiyalardir.

Aqlli interfeyslar mexatronik modulning kompyuterli boshqarish moslamasining kirish va chiqishlarida joylashgan bo'lib, ular quyidagi tarkibiy elementlar bilan bog'lanishga mo'ljallangan:

- yuqori darajadagi kompyuter va mexatronik tizimning boshqa modullari (I0 interfeysi) bilan;
- raqamli-analogli konvertor (I1 interfeysi) va keyinchalik modulning kuchli (quvvat) o'zgartirgichi bilan (I2);
- teska aloqa sensorlari (I8 interfeysi) bilan, agar analog chiqish signaliga ega bo'lgan sensorlar ishlatilsa analog-raqamli konvertor (ADC)ga shaklida bo'ladi;
- elektr o'zgartirgichdagi (I6 interfeysi) elektr toklari va kuchlanish darajasini kuzatuvchi teska aloqa asboblari bilan.

Mexatronik modulning funktsional modelini (24.2-rasmga qarang) va an'anaviy elektr yuritmaning strukturaviy modelini (24.3-rasmga) taqqoslab, elektr yuritmasi tarkibidagi asosiy va interfeys birliklarining umumiy soni funktsional o'zgarishlar sonidan sezilarli darajada ko'p degan xulosaga kelishimiz mumkin. Boshqacha qilib aytadigan bo'lsak, an'anaviy elektr yuritmada strukturaviy elementlar ko'p. Ortiqcha bloklarning mavjudligi texnik tizimning ishonchliligi va aniqligining pasayishiga, uning umumiy o'lchamlari va massasining hamda xarajat ko'rsatkichlarining ko'payishiga olib keladi.

Funktsional strukturaviy tahlilning vazifasi - bu strukturaviy bloklarning minimal sonidan foydalangan holda berilgan funktsional o'zgarishlarni amalga oshiradigan mexatronik tuzilmalarni qidirish. Taqdim etilgan yechimlar mexatronik modulning funktsional modelini va an'anaviy elektr yuritmaning strukturasi birgalikda tahlil qilishga asoslangan. Lokal integratsiya nuqtalari sifatida biz rasmda ko'rsatilgan yuritma interfeyslarini ko'rib chiqamiz. Ular 24.3-rasmda I0 - I8 sifatida ko'rsatilgan.

Ko'rib chiqilayotgan elementlarni integratsiyalash usuliga asoslangan mexatronik modullar uchun loyiha yechimlarining namunalari 24.1-jadvalda keltirilgan.

8.1-jadval. Mexatronik modullar uchun yechimlarni loyihalash namunalari (8.3-rasmga qarang).

<i>Mexatronik yechim</i>	<i>Olib tashlanadigan oraliq o'zgartirgichlar</i>		
	<i>Funktsional o'zgartirgichlar</i>	<i>Strukturaviy bloklar</i>	<i>Interfeyslar</i>
<i>Ventilli yuqori momentli dvigatel</i>	<i>Mexanik</i>	<i>Mexanik qurilma</i>	<i>I 4</i>
<i>"Sensorsiz" boshqariladigan mexatronik modul</i>	<i>Mexanik-axborot</i>	<i>Teskari aloqa datchiklari</i>	<i>I 7, I 8</i>

8.1-jadvalda keltirilgan mexatronik echimlarni batafsil ko'rib chiqaylik.

Yuqori momentli ventilli motorlardan foydalanish (AMD) ikkita "dvigatel + mexanik harakat o'zgartiruvchisi" ni bitta aktuator-motor bilan almashtirishga imkon beradi. Bu funktsional modeldan mexanik o'zgartirgichini chiqarib tashlaydi (8.2-rasmga qarang) va shunga mos ravishda an'anaviy yuritma tuzilishidagi mexanik qurilma va interfeys I4 qisqaradi (24.3-rasmga qarang).

AMD-ga ega bo'lgan mexatronik modullarning asosiy afzalliklari konstruktsiyasining ixchamligi, bo'shliqlar yo'qligi, kinematik xatolar, ulanishlarning elastik deformatsiyasi, shuningdek mexanik uzatishda ishqalanishni yo'q qilish tufayli yuritarning aniqligini oshirishni o'z ichiga oladi. Zamonaviy mashinalarda AMD ham burchak, ham chiziqli turlari qo'llaniladi.

Dvigatelning rotoridagi qutblarning holatini aniqlash uchun yuqori momentli dvigatelning konstruktsiyasiga holat sensori (odatda Holl sensori) o'rnatilgan. Aktivatorlarda ushbu sensordan olingan ma'lumotlarni teskari aloqa signallari sifatida ham ishlatilishi mumkin. Shunday qilib, holat sensorlari ichida o'rnatilgan ventilli dvigatellardan foydalanish nafaqat modulning ijro etuvchi qismini, balki teskari aloqa sensorlarini ham soddalashtirishga imkon beradi.

"Sensorsiz" boshqaruv deb ataladigan mexatronik modullarning ishlatilishi, funktsional mexanik-axborot o'zgartirishlarni amalga oshiradigan, I7 va I8 tegishli interfeyslari bilan birgalikda teska aloqa sensorlarini chiqarib tashlashga imkon yaratadi. Bunday holda, dvigatel rotorining tezligi va holati to'g'risidagi axborot bilvosita usullar bilan kompyuterli boshqarish moslamasida aniqlanadi.

Ushbu usul mahsulotning tannarxini sezilarli darajada kamaytirishi va ishning ishonchliligini oshirishi, elektron va kompyuter qurilmalariga teskari aloqa vazifasini yuklagan holda modulning mexanik konstruktsiyasini tubdan yengillashtirishi mumkin. Aslida, bu holda oraliq konvertorlarni yo'q qilish usuli uchinchi integratsiya usuli bilan birlashtirilgan, bu esa mexatronikada aqlli qurilmalarning funktsiyalarini kengaytirishga qaratilgan.

Mexatronik modul elementlarini bitta korpusda birlashtirish usuli.

Ikkinchi integratsiya usulining maqsadi bir nechta funktsional va tarkibiy o'zgarishlarni amalga oshiradigan integratsiyalangan mexatronik modullarni yaratish orqali mexatronik modullarning tarkibiy murakkabligini minimallashtirishdir. Ushbu maqsadga mexatronik tizimlarni loyihalashning uchinchi bosqichida - strukturaviy-konstruktiv tahlil bosqichida erishish mumkin (8.3-rasm). Oldingi bosqichda shakllangan modul strukturasi ma'lum deb hisoblaymiz. Unda konstruktorning vazifasi - berilgan elementlar to'plamini va ular orasidagi munosabatlarni amalga oshiradigan konstruktiv yechimlarni tanlash.

Ko'rib chiqilayotgan integratsiya usuli tanlangan elementlar va interfeyslarni yagona paketga apparat-strukturaviy integratsiyalashdan iborat. Ushbu integratsiya usulining texnologik bazasi tugunlar va elementlarning gibrid yig'ilishi hisoblanadi. Uskuna va elementlarni yagona modullarga konstruktiv integratsiyalash majburiy dasturiy ta'minotni ishlab chiqish bilan birga bo'lishi kerak.

Variantlarni qidirishda asosiy vazifa - bu I0-I8 interfeys bloklari (8.3-rasmga qarang) elementlarning integratsiyasini yaratish mumkin bo'lgan lokal nuqtalar

sifatida ko'rib chiqishdir. Yuqori darajada integrallashgan modullarni yaratish uchun loyihalash vaqtida bir nechta interfeys nuqtalarga tayanish tavsiya etiladi.

Ikkinchi integratsiya usuliga asoslangan mexatronik modullar guruhlar jadvalda keltirilgan. (Harakat moduli, mexatronik modul va intellektual mexatronik modul tushunchalari).

8.2-jadval. Elementlarni bitta korpusga birlashtirish orqali qurilgan mexatronik modullar (8.3-rasmga qarang).

<i>Funksional o'gartirgich</i>	<i>Qo'shiladigan elementlar</i>	
<i>Ko'p funktsiyali mexatron modullar</i>		<i>Strukturaviy bloklar</i>
<i>Harakat modullari</i>	<i>Elektrmexanik va mexanik</i>	<i>Dvigatel, mexanik qurilma,</i>
<i>Mexatronik harakat modullari</i>	<i>Elektrmexanik va mexanik va mexanik-axborot</i>	<i>Dvigatel, mexanik qurilma, teskari aloqa datchiklari</i>
<i>Intellektual harakat modullari</i>	<i>Axborot, axborot-elektrik, elektrik, elektrik-mexanik, mexanik, elektr-axborot, mexanik-axborot</i>	<i>Kompyuter boshqarish qurilmasi, kuchli o'zgartirgich Dvigatel, mexanik qurilma, teskari aloqa datchiklari</i>

Ijro etuvchi dvigatel va mexanik moslama harakat moduli korpusida birlashtirilgan, motor vali esa harakatni mexanik o'zgartiruvchi element hisoblanadi. Harakat modullari elektromexanik va mexanik funktsional o'zgarishlarni amalga oshiradi; ularni loyihalash interfeys 14-ni mustaqil birlik sifatida (foydalanuvchi nuqtai nazaridan) chiqarib tashlashga asoslangan.

Harakat modullariga misollar: motor-reduktor, motor-g'ildirak, motor-shpindel va motor-baraban. Zamonaviy harakatlanish modullari motorlar va harakat o'zgartirgichlariga qo'shimcha ravishda boshqa mexanik qurilmalarni - tormoz va orqaga tortish mexanizmlari va harakat o'zgartirgichlarini ham o'z ichiga oladi.

Mexatronik harakat modullari bu elektromexanik, mexanik va mexanik-axborot o'zgarishlarni amalga oshiradigan ko'p funktsional mahsulotlardir (8.2-jadvalga qarang). Bitta modulli korpusda: dvigatel, mexanik qurilma va teskari aloqa sensori mavjud. Ushbu elementlarning strukturaviy-konstruktorlik integratsiyalash nuqtalari deb I4 va I7 interfeyslari qabul qilingan.

 motor-reduktor	 motor-g'ildirak
 motor-shpindel'	 motor-baraban

Mexatronikaning zamonaviy rivojlanish bosqichining asosiy xususiyati mutlaqo yangi avlod modullarini - intellektual mexatronik modullarni (IMM) yaratishdir. Mexatronik harakat modullari bilan taqqoslaganda, kompyuter qurilmalari va kuchli elektron konvertorlari IMM konstruksiyasiga qo'shimcha ravishda kiritilgan bo'lib, bu modullarga intellektual xususiyatlar beradi va ularning asosiy ajralib turadigan xususiyati hisoblanadi.

Intellektual mexatronik modullar 8.3-rasmda da ko'rsatilgan barcha 7 ta funktsional o'zgarishlarni amalga oshiradilar. IMMda strukturaviy-konstruktorlik integratsiya barcha interfeys nuqtalarida (I0-I8) amalga oshiriladi.

Umuman olganda, intellektual mexatronik modul quyidagi asosiy elementlardan iborat.

- elektr motor (garchi boshqa turdagi yuritmadan foydalanish mumkin, masalan, gidravlika);
- mexanik qurilma;

- datchiklar va teskari aloqa vositalari;
- kompyuterli boshqarish qurilmasi (KBQ);
- elektron kuchli o'zgartirgichlar;
- KBQ va yuqori darajadagi kompyuter o'rtasidagi aloqa uchun I/O interfeysi, shuningdek ichki interfeys (I1-I8).

Intellectual mexatronik modullardan foydalanishning asosiy afzalliklarini ko'rib chiqing:

- modullarning avtonomligini, o'zgaruvchan va noaniq atrof-muhit sharoitida ishlaydigan mexatronik tizimlarning moslashuvchanligi va yashovchanligini oshiruvchi boshqaruvning yuqori darajasiga murojaat qilmasdan, IMMning murakkab harakatlarni mustaqil ravishda amalga oshirish qobiliyati;

- modullar va markaziy boshqaruv moslamasi o'rtasidagi aloqalarni soddalashtirish (simsiz aloqaga o'tishgacha ham), bu mexatronik tizimning shovqin immunitetini oshirish va tezda qayta konfiguratsiya qilish imkoniyatini beradi;

- nosozliklarni kompyuter diagnostikasi va avariya va g'ayritabiiy ish rejimlarida avtomatik himoya qilish tufayli mexatron tizimlarning ishonchliligi va xavfsizligini oshirish;

- shaxsiy kompyuterlar va tegishli dasturlarga asoslangan tarmoq usullari, apparat va dasturiy platformalar yordamida IMM asosidagi taqsimlangan boshqaruv tizimlarini yaratish;

- zamonaviy boshqaruv usullarini (dasturiy, moslashuvchan, intellektual, optimal) to'g'ridan-to'g'ri ijro etuvchi darajasida qo'llash, bu konkret boshqaruv jarayonlarining sifatini sezilarli darajada yaxshilaydi;

- kuch o'zgartirgichlarini intellektallashtirish; bu harakatni boshqarish, favqulodda holatlarda modulni himoya qilish va nosozliklarni aniqlash imkonini beradi;

- mexatronik modullar uchun sensorlarni intellektualizatsiya qilish shovqinlarni filtrlash, kalibrlash, kirish / chiqish xususiyatlarini chiziqlashtirish, o'zaro ayqash ulanishlarni kompensatsiya qilish imkonini beradi.

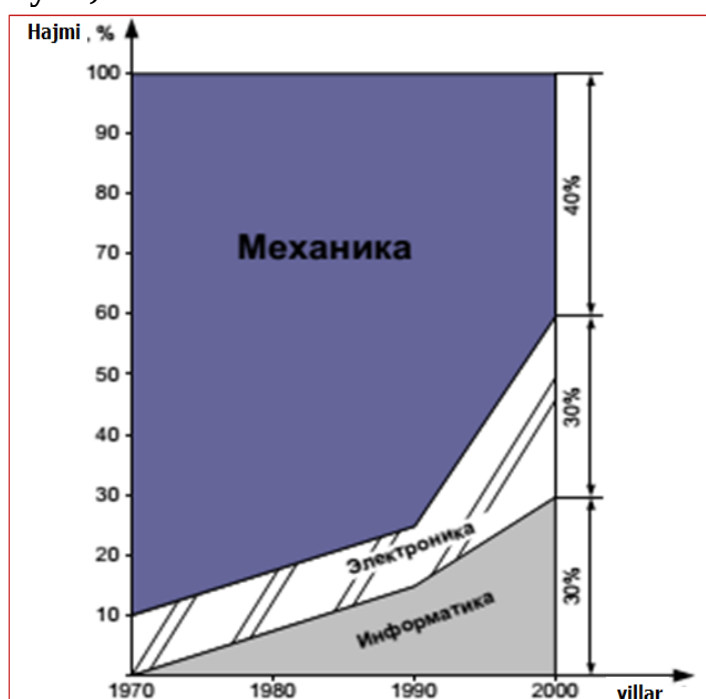
Intellectual qurilmalarning to'g'ridan-to'g'ri mexatronik modulga qo'llanishi bir qator cheklovlarni keltirib chiqaradi. Bular modernizatsiya qilishning murakkabligi, harakat modulining umumiy o'lchamlarining oshishi (boshqaruv va elektron qurilmalar alohida shkaflarga joylashtirilgan yuritmalar bilan taqqoslaganda), shuningdek, o'rnatilgan elektron va kompyuter qismlariga aktuatorlarning sezilarli mexanik va harorat ta'sirining kuchliligi.

Funksional yukni intellectual qurilmalarga o'tkazish usuli. Mexatronik tizimning tarkibiy elementlari o'rtasida funktsiyalarni taqsimlash katta qiziqish uyg'otadi. Yangi avlod mashinalarini qurishda hozirgi tendentsiya funksional yukni mexanik birliklardan yangi vazifa uchun osonlikcha qayta dasturlanadigan va ayni paytda nisbatan arzon bo'lgan intellektual (elektron, kompyuter va axborot) komponentlariga o'tkazishdir. Ushbu integratsiya usulidan foydalanish mexatronik tizimning mexanik murakkabligini minimallashtiradi.

8.4-rasmda 70-yillardan boshlab 30 yil davomida ishlab chiqarish mashinalarida ushbu jarayonning dinamikasini aks ettiruvchi xarakterli grafikani taqdim etadi. Unda 1970-yillardan boshlab 30 - yil davomida mashinalar ishlab chiqarish jarayonida mexanik, elektronik va axborot texnologiyalarni qo'llash dinamikasi namoyish etilgan. Analiz shuni ko'rsatadiki birinchi 20 yilda hali ko'pchilik mashinalar ishlab chiqarish funktsional (70% dan ortiq) mexanik yo'l bilan amalga oshirilgan. Kelgusi 10 yillikda bosqichma – bosqich mexanika vositalari elektron, so'ng kompyuter bloklar bilan almashtirdi. 2000 yilga kelib MTlar hajmi har uchala mexanik, elektron va kompyuter komponentlari orasida baravar taqsimlangan.

1990-2000 yillar davomida kompyuterli ta'minotning roli 2 barovarga oshdi va bu kelajak texnikasida saqlanib kelmoqda.

Tarkibiy ahamiyati, %



8.4-rasm. Mexanik elementlarni elektron va kompyuter bloklarga o'zgartirish dinamikasi

Bu yerda shuni e'tirof etish kerakki, loyihalashda mexatronik yondashuv sistemaning mexanik elementlari odatda bajaradigan funktsiyalarni elektron va kompyuter bloklari bilan kengaytirish emas, balki almashtirishni ko'zga tutadi.

2-bandda funktsional yukni intellektual qurilmalarga o'tkazishning misoli ko'rsatilgan, bu mexatronik modullarni sensorsiz boshqarish usuli. Yana bir misol, boshqariladigan aktuator asosiy moslamaning harakatini kuzatib boradigan elektron kamaytirish usuli.

Aslida, elektron qisqartirish usuli uzoqdan boshqariladigan robotlar va manipulyatorlarda ishlab chiqilgan va keng qo'llaniladigan nusxalarni boshqarish usulining analogidir. Kamaytirish koeffitsienti usta (usta) va ijrochi (qul) qurilmalarning harakatlanish darajalari orasidagi tezlik nisbatlarini aniqlaydi.

Koeffitsient qiymati dastur tomonidan o'rnatiladi va tizimning harakatlanish vaqtida uni tuzatishga ruxsat beriladi.

Tizim haqida tushuncha. *Tizim* (qad. yunon. σύστημα - sistema) — muayyan yaxlit tuzilma, birlikdan iborat, bir-biri bilan qonuniyat asosida boglangan unsurlar (narsalar, hodisalar, qarashlar, bilimlar va h.k.) majmuidir.

Tizim - bu o'zaro munosabatda va aloqada bo'lgan ko'plab elementlar to'plami.

Element bu tizimni loyihalash davrida keyinchalik bo'linishi mumkin bo'lmagan qismidir.

Murakkab tizim - bu elementlarning ko'pligi va, eng muhimi, elementlarning ko'p sonli o'zaro bog'liqligi bilan tavsiflangan tizim.

Tizimning murakkabligi, shuningdek, elementlarning o'zaro bog'liqligi turi, maqsadga muvofiqligi, yaxlitligi, ierarxiyasi, ko'p qirrali xususiyatlari bilan belgilanadi. Shubhasiz, zamonaviy avtomatlashtirilgan axborot tizimlari, xususan, mexatronika tizimlari yuqorida qayd qilingan xususiyatlarning mavjudligi sababli murakkabdir.

Quyi tizim - bu tizimning xususiyatlariga ega bo'lgan tizimning bir qismi (elementlar va ularning o'zaro aloqalari).

Yuqori tizim - ko'rib chiqilayotgan tizim bu uchun quyi bo'lgan tizim.

Struktura (lot. *structūra*) - tizim elementlarining umumiyligini va ularning o'zaro aloqalarini aks ettirish; struktura tushunchasi tizim tushunchasidan farq qiladi, bunda strukturani tavsiflashda ularning parametrlari qiymatlarini ko'rsatmasdan faqat elementlar va munosabatlar turlari hisobga olinadi.

Struktura tushunchasini keng ma'noda elementlar va ular o'zaro bog'lanishlari majmui deb ishlatiladi. Struktura- bu sistemaning tartiblanganligi, tashkillashganlik darajasidir.

Tizim strukturasi - butun sistemaning ichki tashkillanishi, tashkil qilgan elementlarning o'zaro bog'lanishi, ta'sirining o'ziga xos usulidir.

Parametr - bu tizimning yoki uning bir qismining yoki tizimga ta'sir qiluvchi tashqi muhit xususiyatlarini ifoda etadigan miqdor. Odatda, tizim modellarida parametrlar tizimni o'rganish paytida o'zgarmaydigan miqdor deb hisoblanadi.

Parametrlar mos ravishda tizim elementlarining, tizimning o'zining va tashqi muhitning xususiyatlarini ifoda etuvchi tashqi, ichki va chiqish parametrlarga bo'linadi. Ichki, chiqish va tashqi parametrlarning vektorlari

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n),$$

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_m),$$

$$Q = (q_1, q_2, \dots, q_k)$$

bilan belgilanadi.

1-misol. Kompyuter bu juda ko'p sonli elementlarning mavjudligi, elementlar va quyi tizimlar o'rtasidagi turli xil aloqalar, maqsadga muvofiqlik, yaxlitlik, ierarxiya xususiyatlari tufayli murakkab tizimdir.

Kompyuterning quyi tizimlariga protsessor(lar), operativ xotira, kesh-xotiralar, shina, kirish-chiqish qurilmalari kiradi.

Yuqori tizim sifatida kompyuter tegishli bo'lgan kompyuter tarmog'i, avtomatlashtirilgan va (yoki) tashkiliy tizim bo'lishi mumkin.

Ichki parametrlar - bu arifmetik operatsiyalarni bajarish, nakopitellarda o'qish (yozish), shinalarning o'tkazish qobiliyati va boshqalar.

Chiqish parametrlari - bu kompyuterning ishlash qobiliyati, operativ xotirasi va tashqi xotira hajmi, narxi va boshqalar.

Tashqi parametrlar - bu tarmoqdagi kuchlanish va uning barqarorligi, atrof-muhit harorati va boshqalar.

2-misol. Ichki yonish dvigatellari uchun quyi tizimlar pog'onali val, gaz taqsimlash mexanizmi, porshenlar guruhi, moylash va sovutish tizimlaridir.

Ichki parametrlar - silindrlarning soni, yonish kamerasining hajmi va hokazo.

Chiqish parametrlari - dvigatel kuchi, samaradorlik (F.I.K.), yoqilg'i sarfi va boshqalar.

Tashqi parametrlar - yonilg'i xususiyatlari, havo harorati, chiqish validagi yuklama.

3-misol. Elektron kuchaytirgichning quyi tizimlari - kuchaytirgich bosqichlari (kaskadlari);

ichki parametrlar - rezistorlar, kondensatorlar, tranzistorlarning parametrlari;

chiqish parametrlari - o'rtacha chastotalarda kuchaytirish ko'effitsienti, o'tkazish qobiliyati, kirish qarshiligi;

tashqi parametrlar - atrof-muhit harorati, quvvat manbalarining kuchlanishi, yuklamaning qarshiligi.

Faza o'zgaruvchisi - element yoki quyi tizimning energiya yoki axborot tarkibini tavsiflovchi qiymat.

Holat - ish jarayonida bir vaqtning o'zida qayd etilgan fazaviy o'zgaruvchilar qiymatlari to'plami.

Tizimning xatti-harakati (dinamikasi) bu ish jarayonida tizim holatining o'zgarishidir

Maqsadga yo'naltirish - bu sun'iy tizimning maqsad va vazifasini ifoda etadigan xususiyati. Ushbu xususiyat tizim variantlarining samaradorligini baholash uchun zarurdir.

Butunlik - bu elementlarning o'zaro bog'liqligini va chiqish parametrlarining elementlarning parametrlariga bog'liqligini tavsiflaydigan tizim xususiyati.

Tizim belgilari:

Birinchidan, yaxlitlik mavjudlikning umumiy sharti;

Ikkinchidan, ma'lum struktura, tizimosti va elementlarning mavjudligi;

Uchinchidan, tizimda elementlar o'rtasida aloqa va munosabatlar kommunikatsiyasining mavjudligi;

To'rtinchidan, tizimning o'zaro aloqadorligi va boshqa tizimlar bilan aloqasi;

Beshinchidan, boshqa tizimlardan ajratib turish imkoniyat va sifat belgilari.

Tizimlarning kelib chiqish bo'yicha barcha rang-barangliklari uch sinfga bo'linadi (8.5-rasm):

- tabiiy;
- sun'iy;

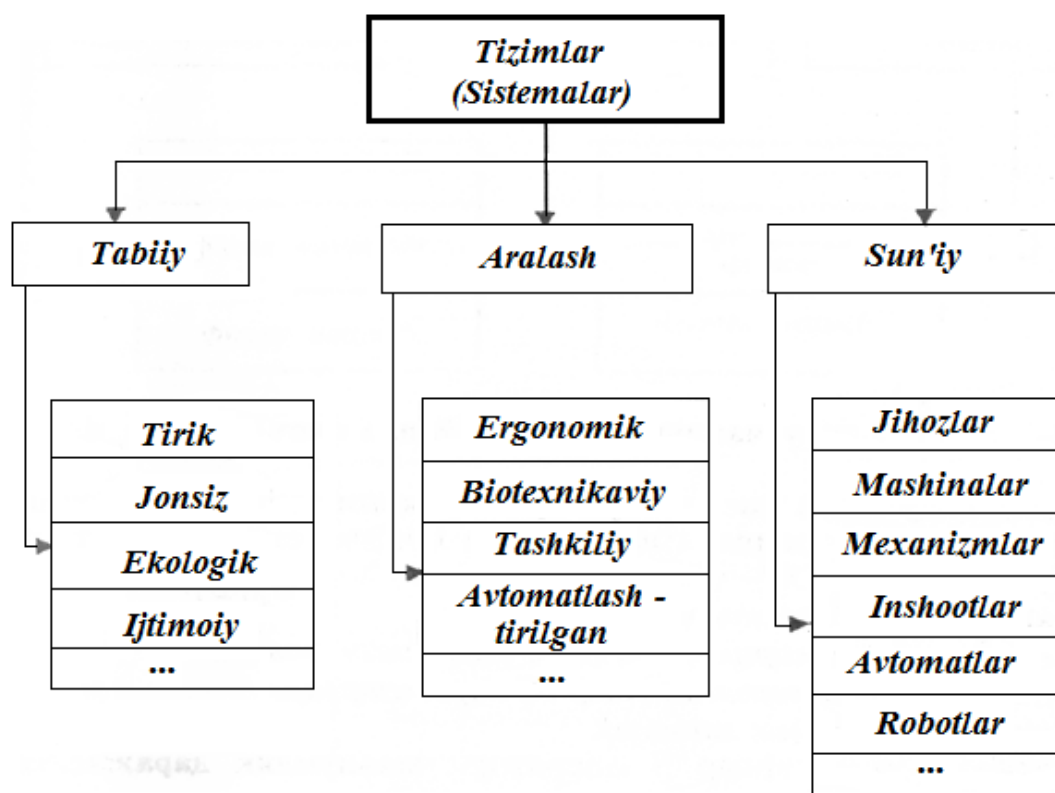
- aralash tizimlar.

Bular ham o'z navbatida kichik sinflarga bo'linadi. Barcha sinflar uchun kichik sinflar darajasida to'liq emaslik xos, bu tizimlarning etarlicha o'rganilmaganligi yoki ular rivojining takomilga etmaganligi bilan bog'liq. Xususan, sun'iy tizimlar sinfining to'liq emasligi sun'iy tafakkur tizimining rivojlanishi hali takomilga etmaganligi bilan bog'liqdir. Shuni ta'kidlash joizki, aralash tizimlar quyi sinfining zaruriy unsurlari bo'lib tirik organizmlar yoki insonlar hisoblanadi. Masalan, ergonomik tizimlarga inson-operator kiradi, biotexnikaviyga - tirik organizmlar, tashkiliyga - insonlar jamoasi va h.k. kiradi.

Tizimiylik – moddaning umumiy xossasi, uning mavjud bo'lish shakli, demak, tafakkur bilan birgalikda inson amaliyotining ajralmas xossasi.

Tizimiylikning asosiy belgilari quyidagilar hisoblanadi:

- tizimviylikning strukturalanganligi;
- uning tarkibiy qismlarini o'zaro bog'liqligi;
- tashkil etilgan butun tizimning muayyan maqsadga bo'ysunganligi.



8.5-rasm. Tizimlarning kelib chiqishi bo'yicha tasnifi

Mazkur belgilar insonning ongli va amaliy faoliyatiga mos keladi. Har qanday inson faoliyatida muayyan maqsadni ko'zlaydi. Shu bilan birga har qanday harakat yanada maydaroq harakatlarga bo'linadi (strukturalanadi). Bular muayyan muntazamlikda, muayyan algoritm bo'yicha amalga oshadi.

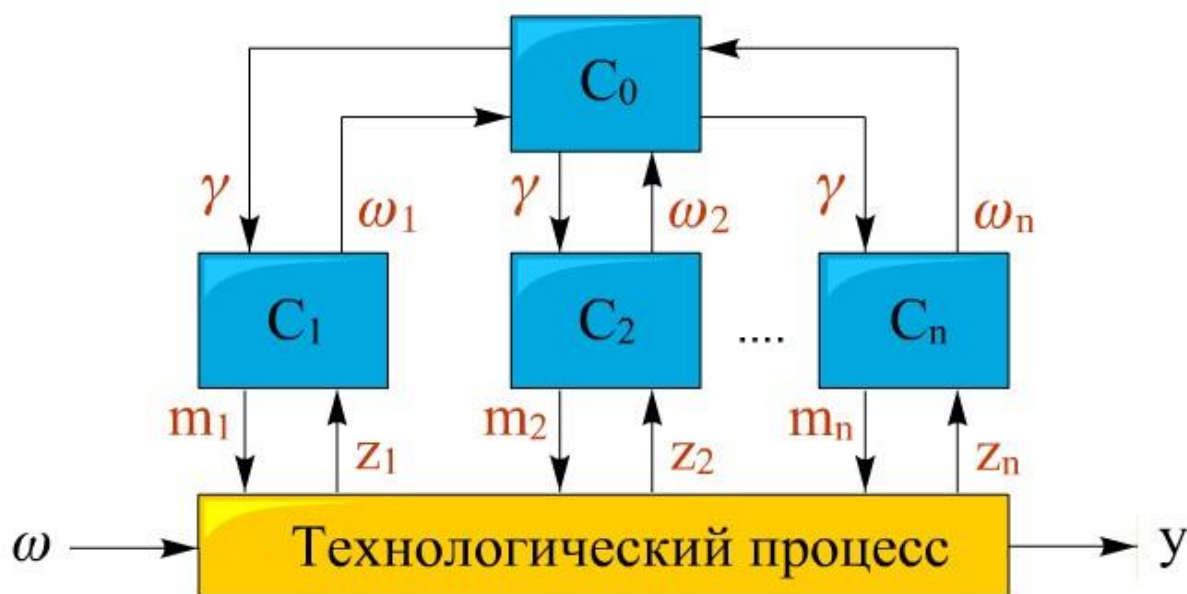
Tizim chegarasini aniqlash uning modelini ishlab chiqish va tizimviy tahlilda muhim vazifa hisoblanadi. Tizim chegarasi hal etilayotgan masalaga bog'liq bo'ladi. **Hal etilayotgan masala kengayishi bilan tizim chegarasi ham kengayadi.**

Tizim chegaralari – tizimning o'zini va atrof-muhitga ajratuvchi vaziyatni fazodagi tavsifiy sathi.

Mexatronika tizimlarini loyihalashda tizimli ierarxik tahlil. *Ierarxiya* (qad. yunon tilidan: *ἱεραρχία*, *ἱερός* "muqaddas" va *ἀρχή* "hukmronlik" dan) - quyi bo'g'nlarni yuqorilariga bo'ysunish tartibi, ularni "daraxt" tipidagi tuzilishidir

Ierarxialik - bu murakkab tizimning xususiyati bo'lib, tizimni ierarxik tavsiflash mumkinligi va maqsadga muvofiqligini ifoda etadi, ya'ni bir necha darajalar ko'rinishidagi tarkibiy qismlari o'rtasida munosabatlar mavjud bo'lganini ko'rsatuvchi xususiyat.

Texnik ob'ektlarni loyihalash va ulardan foydalanishda u "detallirovka" ga mos keladi: katta ob'ektlarni kichikroq qismlarga bo'lish.



8.6-rasm. Ikki darajali boshqarish tizimi

quyi boshqaruv tizimlari $C_1 \dots C_n$ va yagona ustun boshqaruv tizimi C_0

Tizimli yondashuv fan metodologiyasida katta evristik, ijodiy-kreativ ahamiyatga ega. Uning asosiy vazifasi murakkab ob'ektlar - har xil tip va turkumga mansub tizimlarni o'rganish va tuzish metodlarini ishlab chiqishdan iborat. Biologiya, psixologiya, ijtimoiy va texnik fanlardagi ko'p pog'onali, ierarxik, o'zini o'zi uyushtiruvchi ob'ektlarni bilish, o'rganishda mazkur metoddan ayniqsa keng va samarali foydalaniladi.

Tizimli yondashuvining asosiy umumiy printsiplari - bu hodisalarning yoki murakkab tizimning qismlarini o'zaro ta'sirini hisobga olgan holda ko'rib chiqish. Tizimli yondashuv tizimning tuzilishini va o'zaro munosabatlarni aniqlash, atributlarni (xususiyatlarni) aniqlash va tashqi muhit ta'sirini tahlil qilishni o'z ichiga oladi. Tizimli yondashuv "Tizim nazariyasi" (yoki "Tizimli tahlil") umumlashtiruvchi fan uchun asosdir. Murakkab tizimlarni loyihalashda qarorlarni ko'p bosqichli qabul

qilish bilan ko'zlangan maqsadlarga erishish mumkin. Qaror qabul qilish usullari ko'pincha "Qarorlar qabul qilish nazariyasi" deb nomlangan mustaqil fanda ko'riladi.

Texnikada murakkab texnik tizimlarni va ularning loyihalashni o'rganiladigan fan odatda *tizimlar injiniringi* deb nomlanadi ("Tizim nazariyasi" o'rniga).

Tizimlar injiniringi (ing. *Systems Engineering*) - muvaffaqiyatli tizimlarni yaratish uchun fanlararo yondashuv va vositalar majmuidir.

Mijozlar ehtiyojlarini qondiradigan, odamlar, mahsulotlar va jarayonlar bilan bog'liq bo'lgan hayotiy sikli bo'yicha integratsiyalashgan ko'plab tizimli yechimlarni ishlab chiqish va tekshirish bo'yicha barcha texnik sa'y-harakatlarni o'z ichiga olgan fanlararo yondashuv.

Texnik va ijtimoiy-texnik xususiyatdagi murakkab tizimlarni loyihalash, yaratish, sinovdan o'tkazish va ekspluatatsiyasini qamrab olgan fan va texnikaning yo'nalishi.

Tizimlar injiniringi murakkab loyihalarda qo'llaniladi: kosmik rivojlanish, kompyuter chiplarini ishlab chiqish, robototexnika, dasturiy ta'minot integratsiyasi, ko'prik qurish va h.k.

Tizimlar injiniringi predmeti, birinchidan, texnik tizimlarni yaratish, ulardan foydalanish va ishlab chiqarish jarayonini tashkil qilish va ularni rivojlantirish, ikkinchidan, ularni loyihalash va tadqiq qilish usullaridir. Tizim muhandisligida tizimning maqsadlarini shakllantirish va uni qo'yilgan maqsadlar nuqtai nazaridan ko'rib chiqishni tashkil qilish muhimdir. Keyin loyihalash va modellashtirishda keraksiz va ahamiyatsiz qismlarni olib tashlash mumkin va optimallashtirish muammolarini hal qilish kerak bo'ladi.

Tizimlar injiniringining tarkibi quyidagi asosiy qismlardan iborat:

- tizimlarning ierarxik tuzilishi o'rganish, ularni loyihalashni tashkil qilish;
- tizimlarni tahlil qilish va modellashtirish;
- tizimlarni sintez qilish va optimallashtirish.

Modellashtirish ikkita aniq ajratib turadigan vazifaga ega:

1 - murakkab tizimlarning modellarini yaratish (ingliz tilida yozishda - *modeling*);

2 - tizimlarning xususiyatlarini ularning modellari asosida o'rganish va tahlil qilish (ingliz tilida yozishda - *simulation*).

Sintez ham ikkita vazifaga bo'linadi:

- 1 - ishlab chiqilgan tizimlarning tuzilishini sintez qilish (tarkibiy sintez);
- 2 - tizim elementlari parametrlarining raqamli qiymatlarini tanlash (parametrik sintez).

Ushbu vazifalar loyiha qarorlarini qabul qilish sohasiga tegishli.

Modellashtirish va optimallashtirish tizimlarning asosan statistik xususiyatlarini hisobga olgan holda amalga oshiriladi.

Tizimli yondashuvning muhim vazifalari quyidagilardan iborat:

- bilish ob'ektini yaxlit, murakkab uyushgan tizim sifatida ko'rib chiqish;
- tizimning umumlashirilgan modelini, uning alohida qismlari va jihatlarining modellarini tuzish;

— *tizimlar nazariyalari hamda har xil tizim nazariyalari va ishlovlarining tuzilishini va samaradorligini o`rganish.*

Tizimni tadqiq etish uchun bilishning analitik va sintetik usullari – ***tahlil (analiz) va sintez*** keng qo`llaniladi. Tahlil usulining mohiyati tadqiqot ob`ektini tarkibiy qismlarga fikran yoki amalga bo`lishdan iboratdir. Bunda ob`ektning ayrim elementlarining mohiyati, ularning aloqasi va o`zaro ta`siri o`rganiladi. Tahlildan farqli o`laroq sintez usuli ob`ektни idroklash, yagona butunlikni tadqiq qilish, uning qismlarining o`zaro aloqalari birligidan iboratdir.

Tahlil (analiz) va sintez usullari o`zaro bog`liq va bir-birini to`ldiradi.

Tahlil va sintez ancha oddiy operatsiyalarni - tegishli ***dekompozitsiya*** va ***agregatlashtirishni*** o`z ichiga oladi. Dekompozitsiyada yaxlit qismlarga ajratiladi, agregatlashtirishda esa qismlar yaxlit qilib birlashtiriladi. Bu operatsiyalarni o`z navbatida algoritmlash mumkin. Buni quyida ko`rib o`tamiz.

Dekompozitsiya - yaxlit qarashlilik, tegishlilik alomatlarini saqlagan holda tizimni ayrim qismlarga (elementlarga) bo`lish va elementlardan ierarxik tizim tashkillashtirish.

Yaxlitni qismlarga dekompozitsiya qilishda tizim kichik tizimlarga, maqsad - kichik maqsadlarga, masala - kichik masalalarga ajratiladi. Bu jarayon yaxlitning murakkabligiga bog`liq ravishda yana takrorlanishi mumkin, bu daraxtsimon (pog`onali) tuzilmaga olib keladi.

Tizimni har qanday dekompozitsiya qilish asosi bo`lib, uning modeli hisoblanadi.

Tadqiqot ob`ektini, qoidaga ko`ra, murakkab, kuchsiz tuzilgan va yomon formallashtirilgan dekompozitsiyani ekspert amalga oshiradi. Natijada ular tuzgan daraxtsimon tuzilma sifati uning vakolatlilik va qo`llanayotgan dekompozitsiya usuli darajasiga bog`liq bo`ladi. Ekspert odatda yaxlitni qismlarga oson ajratadi, lekin, qoidaga ko`ra, taklif etilayotgan qismlar jamlamasining to`liq va ortiqcha emasligini isbotlashda qiyinchilikka duch keladi. Yaxlitni dekompozitsiyalashdagi qismlar soni asos sifatida olingan model tarkibidagi unsurlar qancha bo`lsa shunchani tashkil etadi. Dekompozitsiyaning to`laqonlilik, modelning tugallanganligiga bog`liq.

Tadqiq etilayotgan yoki tuzilayotgan tizim formal turdagi modellar bilan tavsiflanadi: *tarkib modeli, tuzilma modeli va strukturali sxema ko`rinishidagi model*. Shunday savol tug`iladi - dekompozitsiya asosiga qanday modelni olish kerak?

Dekompozitsiya asosi bo`lib, ko`rilayotgan tizimning faqat aniq, mazmunli modeli xizmat qilishi mumkin. Bu model tanlangan formal modeldan uning mazmunini to`ldirish yo`li bilan olinadi.

Dekompozitsiyaning to`laqonlilik formal modelning to`laqonlilikiga bog`liq bo`lgan asos model to`laqonlilik bilan belgilanadi.

Agregatlash- ko`plab unsurlarni yagona butunlikka birlashtirish va mazkur ko`plab unsurlar munosabatini belgilash.

Ko`plab unsurlar qanday hosil bo`lishi va mazkur ko`pchilik o`rtasidagi munosabat qanday o`rnatilishi (ya`ni aniqlanishi yoki majbur etilishi)ga bog`liq ravishda agregatlashning behad ko`p masalalari olinadi. Natijada agregatlar deb nomlanuvchi unsurlar turli majmui hosil bo`ladi. Tizimli tadqiqotlarda oddiy

agregatlar bo'lib konfgurator, agregatlar-operatorlar va agregatlar-tuzilmalar hisoblanadi.

Hozirgi zamon ishlab chiqarishning yuqori va qat'iy talablariga javob bera oladigan optimal texnologik tizimlarni tahlil etish va sintez qilish tizimning yaxlit ko'rib chiqishsiz, har bir jihozlarning o'zaro hamda tizim bilan ta'siri va harakatisiz mumkin emas. Bu texnologik tizimning faoliyatini juda yuqori saviyada miqdoriy baholashdan foydalangan holda tashkil etish evaziga ro'yobga kelishi mumkin. Bunda ishlab chiqarish samaradorligi tizim elementlarining o'zaro ta'siri sharoitlariga, hamda elementlar ichida boradigan jarayonlarga bog'liq.

Tizim yondashuvini talqin qilish va konkretlashtirishda boshqa yordashuvlarni ishlatish mumkin. Bular tizimli yondashuvning tashkil etuvchilari hisoblanadi. Bular

- strukturaviy,
- blok-ierarxik,
- ob'ektga yo'naltirilgan yondoshuvlar.

Strukturaviy yondashuvda tarkibiy qismlardan (bloklardan) tizim variantlarini sintez qilish va tarkibiy qismlarning xususiyatlarini oldindan bashorat qilish orqali ularning qisman o'zgartirish variantlarini baholash kerak bo'ladi.

Loyihalashga blok-ierarxik yondashuv ob'ektlarning murakkab tavsiflarini dekompozitsiya qilish g'oyalaridan foydalanilgan holda ularni yaratish vositalarini ierarxik darajalar va aspektlarga ajratadi, loyihalash yo'nalishini belgilaydi (pastdan yuqoriga yoki yuqoridan pastga), qo'shni ierarxik darajalar parametrlari o'rtasidagi munosabatni o'rnatadi.

Axborot tizimlarini va birinchi navbatda ularning dasturiy ta'minotini (DT) loyihalashdagi bir qator muhim tarkibiy tamoyillar *ob'ektga yo'naltirilgan* yondashuvda ifodalangan. Ushbu yondashuv murakkablikni boshqarish va dasturiy ta'minotni integratsiyalash muammolarini hal qilishda quyidagi afzalliklarga ega:

- ilovalarda keltirilgan ma'lumotlarni va protseduralarni ob'ektlar sinflari o'rtasida taqsimlash orqali amaliy modellarga katta tarkibiy ishonchni kiritadi;

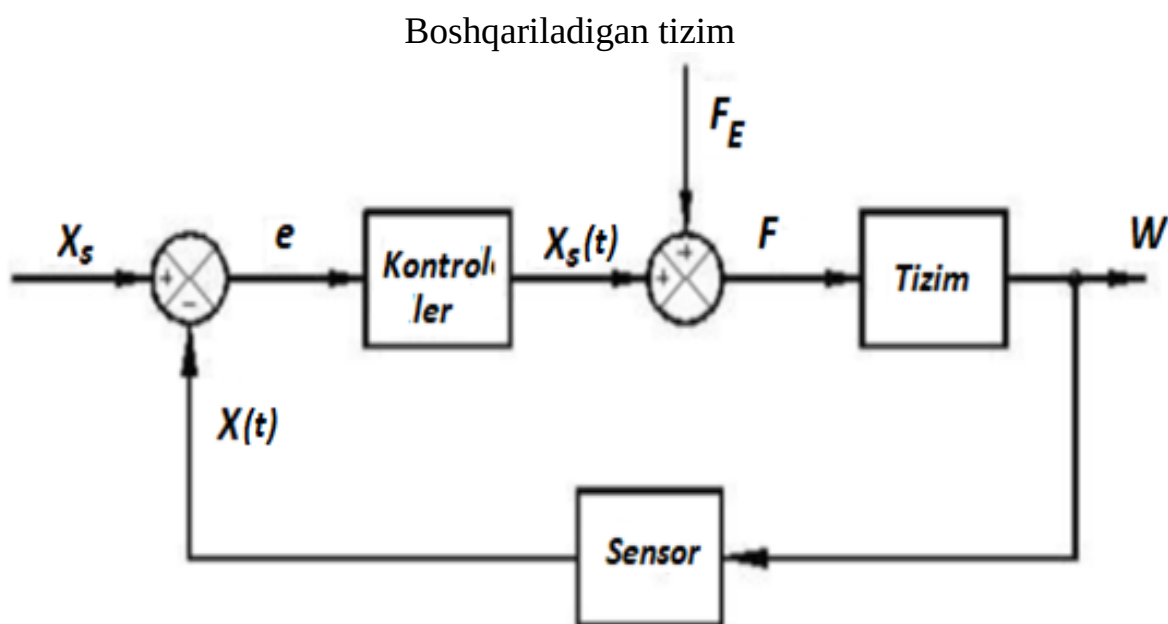
- ob'ektlar ierarxiyasi va turli darajadagi ob'ektlarning xususiyatlari o'rtasidagi meros munosabatlari tavsifiga kiritilishi sababli spetsifikatsiyalar hajmini kamaytiradi;

- ob'ektlarda ma'lum toifadagi ma'lumotlarga kirishni cheklab, xatolar tufayli ma'lumotlar buzilishi ehtimolini kamaytiradi.

9 ma'ruza. Mexatronik tizimlarning ishonchliligi. Ishonchlilik nazariyasining asosiy tushunchalari. Ishonchlilik va chidamlilikni tahlil qilish uchun matematik modellarni ishlab chiqish.

Reja:

1. Ishonchlilik va chidamlilikni tahlil qilish uchun matematik modellarni ishlab chiqish.
2. Ishonchlilik nazariyasining asosiy tushunchalari.



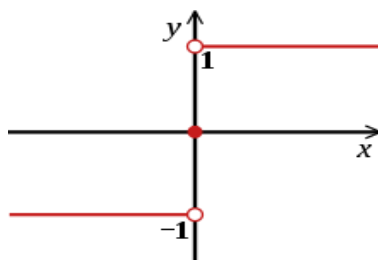
Bunday tizimlar jihozlarni tebranishdan himoyalashda keng qo'llaniladi

- *Majburiy tebranishlar* tashqi davriy kuch ta'sirida sodir bo'ladi.
- *Parametrik tebranishlar* - tashqi ta'sir natijasida tebranish tizimining parametrlari o'zgarganda yuzaga keladigan tebranishlar
- Bir uchi qattiq mahkamlangan, ikkinchisi esa erkin harakatlanadigan va uning gorizontal harakatlari bilan bog'liq bo'lgan $F(t)$ kuch ta'sir qilayotgan BTni o'rganib chiqamiz:

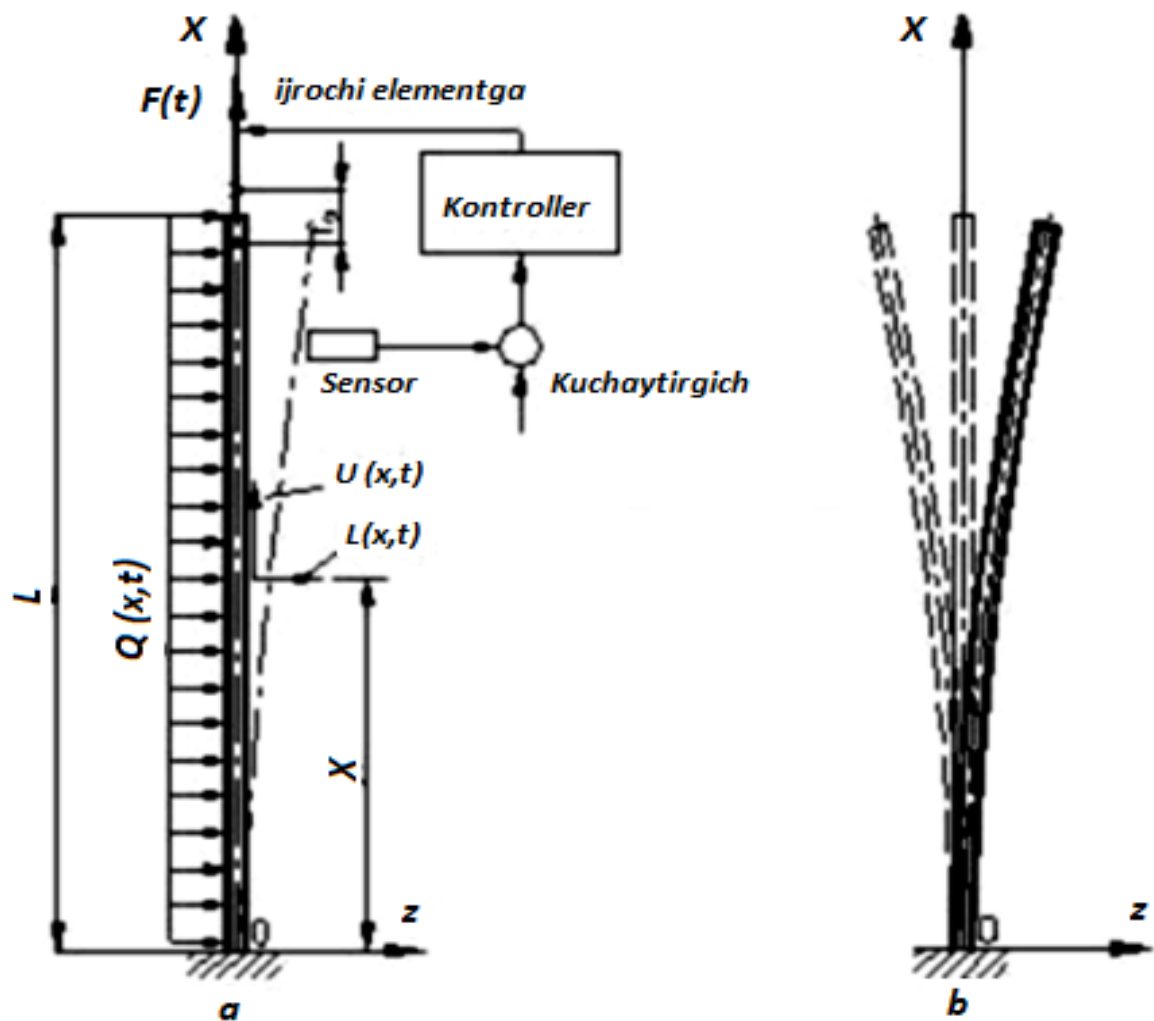
$$F(t) = V \operatorname{sgn}(q_z) \dot{q}_z$$

bu yerda V - kuchaytirish koeffitsienti; q_z -sterjen uchining OZ o'qi bo'ylab siljishi; $\dot{q}_z$ – sterjen uchining harakat tezligi; sgn (signum, lotincha *signum* - belgi) - bu haqiqiy argumentning doimiy funksiyasi. U $\operatorname{sgn}(x)$ bilan belgilanadi. U quyidagicha aniqlanadi:

$$\operatorname{sgn} x = \begin{cases} 1, & x > 0 \\ 0, & x = 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}$$



$y = \operatorname{sgn} x$ funktsiya grafigi



9.1 rasm. Sterjenning hisoblash modeli (a) va uning deformatsiyalangan holati (b)

Sterjenning bo'ylama deformatsiyasi quyidagi bog'liqlik bilan ifodalanadi:

$$u(\xi, t) \cong q_k \xi - q_z^2 \frac{\pi^2}{4L} \left(\xi + \frac{\sin 2\pi \xi}{2\pi} \right).$$

bu yerda: ξ - dempfinglash koeffitsienti.

- *Ishonchlilik (umumiy)* - ob'ektni (mahsulotning) belgilangan ish sharoitida zarur funktsiyalarni bajarilishini ta'minlaydigan barcha parametrlarni berilgan chegaralar ichida saqlab turish xususiyati.

Ishonchlilikning miqdoriy ko'rsatgichlarini aniqlash uchun ehtimollar nazariyasi va matematik statistika qonunlariga asoslangan *ishonchlilik nazariyasi* qo'llaniladi. Bu nazariyaning asosiy vazifasi mashinaning buzilish va nosozliklarini oldindan ro'y berish ehtimolini aniqlash va ular ro'y berishining oldini olishdir.

- *Mahsulot* - ma'lum bir korxona, ustaxona va boshqalar tomonidan ishlab chiqarilgan mahsulot birligi (masalan, podshipnik, tishli g'ildirak, elektr motor, mexatronik modul, mexatronik qurilma, sanoat roboti);
- *Element* - ushbu ko'rib chiqishda bir yoki bir nechta detellardan iborat mahsulotning eng sodda qismi;
- *Tizim* - belgilangan funktsiyalarni mustaqil ravishda bajarish uchun mo'ljallangan birgalikda ishlaydigan elementlar to'plami.
- *Mashinaning ish qobiliyati (работоспособность)* – bu mashinaning DSt va TSh da belgilangan talablar bo'yicha o'z funktsiyasini bajarish holatidir.
- *Nosozlik (неисправность)* – bu mashinaning DSt yoki TShda ko'rsatilgan talablarning birini yoki bir nechtasini bajara olmaslik holati.
- *Buzilish (отказ)* – bu mashinaning o'z ish qobiliyatini tamomila yoki qisman yo'qotish holati.

Ular *funksional va parametrik* buziishlargaga bo'linadi.

- *Funksional* buzilishda ko'rib chiqilayotgan element yoki ob'ekt tomonidan o'z funktsiyalarini bajarishi to'xtaydi (masalan, tishli tishlarni sindirish).
- *Parametrik* buzilishda ba'zi ob'ekt parametrlari nomaqbul chegaralarda o'zgaradi (masalan, mexatronik modul ishi aniqligining o'zgarishi).
- *Buzilishsiz ishlash* – bu mashinaning ish qobiliyatini berilgan vaqt ichida yoki bajargan ish hajmida saqlab qolish xususiyati.
- *Bajargan ish hajmi (наработка)* – mashina bajargan ishlarning miqdori yoki davom etish vaqti: t, kg, m³, litr, soat va boshqalarda o'lchanadi.
- *P(t₀) buzilmay ishlash ehtimoli* - bu ma'lum bir ish vaqti davomida yoki ish hajmida (narabotkada) buzilish sodir bo'lmasligi ehtimoli:

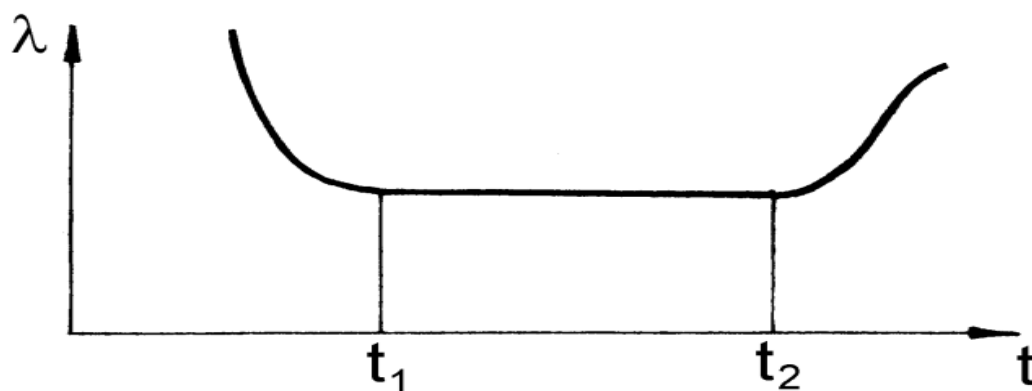
bu yerda F(t₀) – buzilishgacha ish hajmining taqsimot funktsiyasi.

- *Buzilish orasidagi ish hajmi (BOIH)* – ta'mirlanayotgan jihoz uchun ikki ketma-ket buzilishlar orasidagi ish hajmlarining (IH) o'rtacha qiymati.
- Agar ish hajmi vaqt birligida belgilansa, unda buzilish orasidagi ish hajmi deb mashinaning buzilmasdan ishlash muddatlarining o'rtacha qiymati tushuniladi.

$$BOIH = \sum_{1}^n IH / n$$

- bu yerda n – ikki ta'mirlash orasidagi buzilishlar soni.

Buzilishlar paydo bo'lish tezligi $\lambda(t)$ ni belgilovchi



9.2 rasm. Buzilishlar paydo bo'lish tezligining grafigi.

Birinchi zona $0 \leq t \leq t_1$ erta buzilishlar davri deb nomlanadi. Ushbu davrdagi buzilishlar odatda konstruktiv yoki ishlab chiqarish nuqsonlari tufayli yuzaga keladi.

Ikkinchi zona doimiy intensivlikka ega bo'lib, normal ishlashning tavsifl.

Uchinchi zona $t \geq t_2$ yeyilishlar davri deyiladi.

Mashinaning umrboqiyligi (долговечность) – mashinaning o'z ish qobiliyatini chegara holatiga etgancha texnik ko'rik va ta'mirlash uchun tanaffusni hisobga olgan holda saqlash xususiyati.

- *Jihozning chegara holati* (предельное состояние) – jihozni bundan keyin ekspluatatsiya qilish imkoniyati bo'lmagan holati.
- *Mashina xizmat muddati* (срок службы) – mashinaning chegara holatigacha ekspluatatsiya qilishning kalendar vaqti.
- *Mashina resursi* – mashinaning ma'lum muddat ichida bajargan ish hajmi.
- *Umrboqiylilik koeffitsienti UK-* (mashinaning texnik ishlatish koeffitsienti) – bu nazorat qilinayotgan mashinaning ma'lum davr ichida *mahsulot ishlab chiqargan vaqtining (MICHV)* shu davrga to'g'ri keladigan *ishlatish vaqtining (IV)* ta'mirlashga va texnik xizmatga ketgan *vaqt (TV)* bilan yig'indisiga nisbatidir.

$$UK = MICHV / IV + TV$$

Bu koeffitsient miqdori qancha 1 ga yaqin bo'lsa, shuncha mashina umrboqiy hisoblanadi.

- *Ta'mirga layoqatlik* (ремонтпригодность) - mahsulotni texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash orqali nosozlik va buzilishlarni bartaraf etish xususiyati.
- *Saqlanishlik* (сохраняемость)- buzilmasdan ishlashlik, umrboqiylilik va ta'mirga layoqatlik ko'rsatgichlari qiymatlarini xizmat muddati davomida saqlab qolish xususiyati.

Buzilmasdan ishlashning asosiy ko'rsatkichi - bu ishlay qolish ehtimolligi $P(t)$ - ob`ekt ma'lum bir vaqt yoki ma'lum ish hajmi ichida ishlay qolmaslik ko'rsatkichi.

$$P(t) = \frac{N_P}{N} = 1 - \frac{n}{N} = 1 - Q(t),$$

bu yerda N - sinovdan o'tgan (ishlatilgan) namunalarning umumiy soni; N_P - sinovdan o'tkazilgandan keyin ishga layoqatli namunalar soni; n - sinovdan so'ng buzilgan namunalar soni; $Q(t)$ - buzilishlarning nisbiy soni bo'yicha hisoblangan buzilish ehtimoli:

$$Q(t) = \frac{n}{N}.$$

Buzilishlar intensivligiga bog'liq bo'lgan buzilmasdan ishlash ehtimolligi quyidagicha yoziladi:

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}.$$

Bu formula ishonchlilik nazariyasining asosiy tenglamasi hisoblanadi.

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.meria.ru>