

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

Нұғмансая Гүлфайруз Нұрмаханбетқызы

«Сервожетектермен жұмыс істейтін өрмекші – роботты жобалау»
дипломдық жобаның

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

5B071600 - Аспап жасау мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

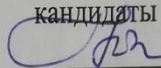
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі,
техника ғылымдарының
кандидаты

 Қ.А. Ожикенов
«20» мамыр 2019 ж.

дипломдық жобаның

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

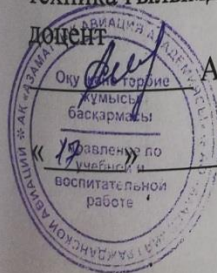
Тақырыбы: «Сервожетектермен жұмыс істейтін өрмекші – роботты жобалау»

5B071600 - Аспап жасау мамандығы

Орындаған

Г.Н.Нұғмансая

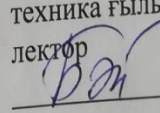
Пікір беруші
техника ғылымдарының кандидаты,
доцент



А.К.Сейдилдаева

«17» мамыр 2019 ж.

Ғылыми жетекшісі
техника ғылымдарының магистрі,
лектор

 Ж.С.Бигалиева
«17» мамыр 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

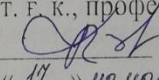
«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

5B071600 - Аспап жасау

БЕКІТЕМІН

РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі

Т. ғ. к., профессор

 К.А. Ожигенов

« 17 » мамыр 2019 ж.

Дипломдық жобаны орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушыға Нұғмансая Гүлфайруз Нұрмаханбетқызы

Жобаның тақырыбы: Сервожетектермен жұмыс істейтін өрмекші – роботты жобалау

Университет Ректорының 2019 жылғы «06» қараша №1252-б бұйрығымен бекітілген.

Орындалған жобаны өткізу мерзімі «24» мамыр . 2019 жыл

Дипломдық жобаның бастапқы мәліметтері: Адымдаушы роботтың бөгеттен айналып, кедір-бүдірлі жерлермен қозғалуын байқау үшін сервожетектермен жұмыс істейтін төрт аяқты өрмекші-роботты жасау болып табылады. Arduino бағдарламасы арқылы Arduino Uno микроконтроллермен жасалынды.

Есеп-түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша дипломдық жобаның мазмұны:

а) Тақырыптың қазіргі кезде практика жүзінде қажеттілігін және мақсатын түсіндіру;

б) Сервожетек және оның жұмыс істеу принципін қарастыру;

в) Өрмекші роботтың құрылымдық сұлбасы негізгі бөлшектері қолданысы туралы мағлұматтар.

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген)

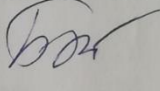
8 слайд

Ұсынылған негізгі әдебиеттер 22 әдебиеттер тізімі

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер қарастырылатын мәселелер тізімі	атауы,	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескертулер
Негізгі бөлім		15.01 – 05.03.2019 ж.	орындаған
Техникалық бөлімі		06.03 – 10.04.2019ж.	орындаған
Конструкторлық бөлімі		15.04 – 10.05.2019 ж.	орындаған

Аяқталған дипломдық жобаға және оған қатысты
бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының
ҚОЛТАҢБАЛАРЫ

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтанба қойылған мерзімі	Қолы
Қалып бақылаушы	Ж.С.Бигалиева, техника ғылымдарының магистрі, лектор	14.05.2019ж	

Ғылыми жетекшісі

(колы)

Ж.С.Бигалиева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

(колы)

Г.Н.Нұғмансая

Күні

« 17 » маусым 2019 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада сервожетектермен жұмыс істейтін өрмекші – робот жобаланды.

Бірінші бөлімде роботтардың қолданылу салалары мен олардың түрлері, адымдаушы роботтар және олардың түрлері мен артықшылықтары қарастырылған.

Екінші бөлімде сервожетектер және олардың түрлері мен жұмыс істеу принциптері, артықшылықтары мен кемшіліктері жайлы қарастырылған.

Үшінші бөлімде адымдаушы роботтың платасын құрастыру, құрылымдық сұлбасы, роботтың механикалық және электрондық бөліктері мен олардың платаға қосылулары жасалынған.

АННОТАЦИЯ

В этом дипломном проекте проектирован робот – паук на сервоприводах.

В первой части рассмотрены роботы и их виды, шагающие роботы, их виды и преимущества.

Во второй части рассмотрены сервоприводы, их виды и принципы, преимущества и недостатках.

В третьей части сделаны плата робота – паука, схема, подключение механических и электронных частей робота к плате.

ABSTRACT

In this thesis project is designed robot - spider on the servo.

In the first part viewed robots and their views, walking robots, their types and advantages.

In the second part servo drives, their types and principles of operation, advantages and disadvantages.

The third part of the payment made by a robot - a spider diagram connection of mechanical and electronic parts of the robot to the board.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	9
Адымдаушы роботты қарастыру	11
Роботтардың тағайындалуы және қолданылу салалары	11
Қозғалатын роботтардың түрлерін салыстыру және талдау	12
Адымдаушы роботтар	13
Адымдаушы роботтардың түрлері	13
Робот аяқтарының конструкциясының типтері	14
Тұрақтандыру принципі	15
Робот қозғаласының алгоритмдері	16
Бейімделмеген қозғалыс	16
Тұрақтандырушысы бар бейімделмеген қозғалыс	16
Бейімделген қозғалыс	18
Технологиялық бөлім	20
Сервожетек	20
Сервожетектің түрлері	21
Сандық және аналогтық сервожетектердің айырмашылықтары	22
Сервожетекті адымдаушы қозғалтқыштармен салыстыру	24
Сервожетектің жұмыс істеу принципі	24
Конструкторлық бөлім	28
Мобильді робот платасын құрастыру	28
Мобильді роботтың жалпыланған құрылымдық сұлбасын жасау	30
Atmega328 микроконтроллеріне қысқаша шолу	31
Роботтың бөлшектері	32
Роботтың механикалық бөлігі	32
Электрондық бөлік	34
ҚОРЫТЫНДЫ	
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	
ҚОСЫМША А	
ҚОСЫМША Б	
ҚОСЫМША В	
ҚОСЫМША Г	

KIPICPE

Бұл дипломдық жобаның мақсаты – төрт аяқты, сервожетектермен жұмыс істейтін өрмекші – роботты жобалау болып табылады. Қазіргі техникалық прогресс уақытында өндірістік орындар толық автоматтандырып, қамтылуда. Өндіріс орындарында роботтар маңызды рөл атқаруда. Қазіргі таңда үлкен өндіріс орындарындағы белгілі бір техникалық операцияларды орындайтын роботтарсыз елестете алмаймыз. Сонымен қатар роботтар тек қана зауыттарда және фабрикаларда ғана емес, көшелер де, тіпті үй тұрмысында да қолданыс табуда.

Робот – бұл автоматты машина болып табылады, яғни, дайын бағдарлама бойынша басқарылатын құрылғы және қызмет көрсету барысында адамға қатысты немесе өзге де әрекеттердің орындалуын қамтамасыз етеді. Ең заманауи робот өздігінен және кешенді түрде қоршаған ортаға бейімделіп, кейбір қызметтерді орындап, белгілі бір мақсаттағы тапсырмаларды өздігінен басқара алатын машина болып табылады. Басқару жүйесі техникалық деңгей, көрсеткіштер мен ақпараттық қамсыздандыру, атқарушы органдармен қамтамасыз етілгендіктен, бұл кең ауқымды робот машина класын құрайды. Бұл машиналар әр түрлі операцияларды орындау үшін арналған. Роботтың жалпы көрсеткіші бұл бағдарлама бойынша қарастырылған кез келген әрекетті тез және автоматты түрде орындау мүмкіндігі болып табылады.

Роботтардың түрлері өте көп. Қозғалуы бойынша роботтар жылжитын және жылжымайтын болып бөлінеді. Бұл жобада адымдап жылжитын роботтарды қарастырамыз.

Қазіргі таңда адымдаушы роботтар әлемдегі ең танымал зерттеу нысаны болып табылады. Себебі адымдаушы роботтардың дөңгелекті және шынжыр табанды роботтармен салыстырғанда артықшылықтары бар. Көбіне адымдаушы роботтар қиын бедерлі, жұмсақ топырақты жерлерде қолданылады. Қиын бедерлі жерлерде жүру үшін роботтар бейімделгіш болуы қажет.

Артықшылықтары:

- шұңқырлары бар жолдарды өте алу мүмкіндігі;
- бір орында айнала алу мүмкіндігі- аяқтарының бекітілу жерлеріне дейінгі биіктіктегі кедергілерді өте алу мүмкіндігі;
- кез-келген бағытта қозғалыс жасай алу мүмкіндігі;
- кедір-бұдыр жерлерде тепе-теңдікті ұстау мүмкіндігі.

Роботты техниканың ерекше бөлімін адымдаушы қозғалу жүйелері және оларға негізделген адымдаушы роботтар құрайды. Адымдаушы робот жүйелерінің белгілері мен потенциалдық қолданылу облысы роботты техниканың шегінен шығады. Аяқ көмегімен қозғалу тәсілі (адым басу, жүгіру, секіру) тірі табиғатта кең тараған. Техникада оны басқару қиындығына байланысты кең қолданыс таппаған. Адымдаушы әдіс алдын-ала дайындалған кедергілері бар жермен қозғалу кезінде айқын көрінді. Адымдаушы тәсілде жер аз бұзылады. Қандай да бір қозғалыс кезінде тұрақты күйде болуы үшін үш нүктеде тіректері болуы керек. Адам сияқты орнықты қозғала алатын мобильды

роботтарды жобалау көп қиындықтармен түйіседі және олардың негізгісі екі сияқты адымдаушы жабдықтың динамикалық орнықтылық қамтамасыз ететін әдістерді табу болып табылады.

Бұл дипломдық жобаның басты мақсаты: сервожетектермен жұмыс істейтін төрт аяқты өрмекші – роботты жобалау, Arduino бағдарламасы арқылы басқару.

Адымдаушы роботтың басқару жүйесінің міндеттері:

1) қозғалыс кезінде жергілікті рельефке тәуелсіз, жерден белгілі бір биіктікте, кеңістікте толық корпусының жағдайын тұрақтандыру;

2) кедергілерді айналып өтіп, белгілі маршрутпен қозғалысты қамтамасыз ету;

3) жергілікті рельефке бейімделуі бар белгілі жүрісті іске асыратын аяқпен байланыстырылған басқару.

Адымдаушы роботтардың негізгі мақсаты қиын бедерлі жерлермен қозғалу болғандықтан, оларды басқару міндетті түрде бейімделген болады.

Қарастырылатын негізгі тапсырмалар:

– тақырыптың қазіргі кезде практика жүзінде қажеттілігін және мақсатын түсіндіру;

– сервожетек және оның жұмыс істеу принциптерін қарастыру;

– өрмекші – роботтың құрылымдық сұлбасы, негізгі бөлшектері, қолданысы туралы мағлұматтар;

1 Адымдаушы роботты қарастыру

1.1 Роботтардың тағайындалуы және қолданылу салалары

Енгізілген бағдарламаларды орындайтын адамның механикалық көмекшісі бұл робот деп аталады. Яғни, қоршаған ортамен байланысқан кезінде адамның қызметтерін жартылай немесе толықтай орындайтын машина.

Робот – берілген күрделі операцияларды орындайтын автомат. Қазіргі техникалық прогресс уақытында өндірістер толық автоматтандырылуда. Өндіріс орындарында роботтар өте маңызды рөл атқаруда. Қазіргі үлкен өндіріс орындарын белгілі бір техникалық операцияларды орындайтын роботтарсыз елестете алмаймыз. Роботтар тек қана зауыттарда және фабрикаларда емес, көшелер де, тіпті өз үйімізде де қолданыс табуда.

Жалпы роботтардың түрлері өте көп. Олар өлшемдері бойынша, сыртқы пішімдері мен атқаратын қызметтері бойынша, және бағдарламалы логикаларының типтері және т.б. бойынша бөлінеді. Роботтардың қозғалуы бойынша олар: жылжитын және жылжымайтын болып бөлінеді. Бұл жұмыста адымдап қозғалатын роботтарды қарастырып өтеміз.

Роботтарды қолданылу салалары мен тағайындалуы бойынша жіктеуге болады:

- манипуляциялық;
- информациялық;
- мобильді;
- роботтар-экзоскелетондар.

Роботтардың кең тараған түріне – манипуляциялық роботтар жатады. Оларға өнеркәсіптік роботтар және экстремалды орта үшін арналған роботтармен қатар медициналық және тұрмыстық роботтарды келтіруге болады. Өндіріс саласында қолданылатын өнеркәсіптік роботтарды тасымалдау, суық штамповка, механикалық өңдеу, пісіру, құрастыру, бояу және тиеп-түсіру, лазерлі өңдеумен қатар сол сияқты технологиялық операцияларда қосымша және негізгі жүйелерді орындау барысында қолданады. Өнеркәсіптік роботтар тағайындалуы бойынша: технологиялық, көтеріп-тасымалдау және әмбебап деп үш топқа бөлінеді.

Экстремалды ортада жұмыс жасайтын роботтарға адамдардың өмірі үшін қауіпті жерлерде жұмыс жасайтын роботтарды келтіруге болады. Мысалы, радиоактивті немесе жарылу қауіпі бар материалдармен жұмыс жасайтын робот – өрт сөндіруші. Ғарыштық роботтар ғарыштық аппараттарды түйістіруді, жасанды спутниктерді буксирлеу және ұстау, жеке блоктарды ауыстыру, үлгілерді және грунтты жинау сияқты жұмыстарды орындайды. Суасты роботтары авариялы-құтқару жұмыстарын орындайды және суасты мұнай скважиналарының жабдықтарын жөндеу және қызмет ету үшін, су астында орындалатын жұмыстарды және суастындағы пайдалы қазбаларды бақылау және алу үшін арналған жұмыстарды орындайды. Жоғарыда аталып өткен мехатрондық құрылғылардан басқа медицинада аса дәлдікпен орындалатын

опрецияларды және аз кесілетін операцияларды орындау үшін роботтар қолданылады. Күтуші роботтар деп аталынатын роботтар кемтар науқастарға әртүрлі қарапайым функцияларды: денені бұру, радионы қосу және басқа да қозғалыстарды орындауға мүмкіндік береді. Тұрмыстық роботтарға үйшаруасы-роботын, әртүрлі антропоморфты ойыншықтарды, сонымен қатар жарнамалық мақсатта және басқа мақсаттарда қолданылатын роботтарды келтіруге болады.

Роботтардың басқа класы – ақпараттық роботтар, ғарышта, су асты, жер астында қолданылатын аппараттардан тұрады. Бұл роботтардың негізгі тағайындалуы қоршаған орта жайлы ақпарат алу және беру болып табылады. Ақпаратты роботтардың негізгі ерекшелігі супервизорлы басқарылуы бар. Бұнда операция автоматтандырылған түрде жасалады, тек бір операциядан екіншіге өтуді супервизор қызметін атқаратын оператор, роботтың әрекетін бақылап, қимыл стратегиясын жасап шығарады.

Болашағы бар роботтар мобильді класқа жататын роботтар болып табылады. Бұл роботтар әртүрлі қозғалтқыштар көмегімен орын ауыстырады және осы қозғалтқыш түріне байланысты олар: адымдаушы, дөңгелекті, шынжыр табанды болып бөлінеді.

Бөлек класқа экзосүлделі роботтарды бөлуге болады – олар адамның қол-аяқ функцияларын ауыстыру және күшейту үшін қолданылады. Оларға әртүрлі ортопедикалық құрылғылар, жасанды аяқ-қолдар, протездер жатады.

1.2 Қозғалатын роботтардың түрлерін салыстыру және талдау

Жермен қозғалатын роботтар үшін жер бедері, сыртқы күштердің әсері, жылдамдық негізгі шарттар болып табылады.

Қазіргі таңда қозғалатын роботтардың келесідей түрлері бар:

- дөңгелекті және шынжыр табанды роботтар;
- адымдаушы роботтар;
- гибридті (дөңгелек және аяқ-қол);
- мамандандырылған (мысалы, жылан тәріздес).

Дөңгелекті және шынжыр табанды роботтарда қозғалыс әдісі ретінде дөңгелекті қолданады. Бұл әдіс арқылы өте жоғары жылдамдық алуға және түзу жолдарда жүріс траекториясын оңай өзгертуге болады. Түзу емес жолдарда жүре алмайтындығы кемшілігі болып табылады. Шынжыр табанды роботтар жүріс траекториясын тез өзгерте алмайды, бірақ бір орында тұрып айнала алады. Биіктіктен құлау өткір және кедергінің биіктігі дөңгелек диаметрінің үштен бірінен үлкен болса, кедергіден өту қиындайды.

Артықшылықтары:

- жоғары жылдамдық көрсеткіштері;
- жүріс траекториясын тез өзгерту мүмкіндігі;
- жүрістің байсалдылығы мен біркелкілігі;
- бір орында айналу мүмкіндігі.

Кемшіліктері:

- шұңқырлары бар жолдарды өтудегі қиындықтар;
- кедергінің биіктігі дөңгелек диаметрінің үштен бірінен үлкен кезінде кедергіден өту қиындығы;
- тек екі бағытта қозғалыс жасай алуы;
- кедір-бұдыр жерлерде тепе-теңдікті ұстау қиындығы.

1.2.1 Адымдаушы роботтар

Қазіргі таңда адымдаушы роботтар әлемдегі ең танымал зерттеу нысаны болып табылады. Себебі адымдаушы роботтар дөңгелекті және шынжыр табанды роботтарға қарағанда артықшылықтары бар. Көбіне адымдаушы роботтар қиын бедерлі, жұмсақ топырақты жерлерде қолданылады. Қиын бедерлі жерлерде жүру үшін роботтар бейімделгіш болуы қажет.

Адымдаушы роботтар қимылдайтын роботтардың танымал түрлерінің бірі болып табылады. Бұл типті роботтарды жобалау кезінде биологиялық жағын да қарастыруымыз керек. Жүру алгоритмі мен конструкциясын құрау кезінде тірі жәндіктерге бақылау жүргізіледі.

Артықшылықтары:

- шұңқырлары бар жолдарды өте алу мүмкіндігі;
- бір орында айнала алу мүмкіндігі;
- аяқтарының бекітілу жерлеріне дейінгі биіктіктегі кедергілерді қте алу мүмкіндігі;
- кез-келген бағытта қозғалыс жасай алу мүмкіндігі;
- кедір-бұдыр жерлерде тепе-теңдікті ұстау мүмкіндігі.

Кемшіліктері:

- қозғалыс жылдамдығының төмендігі;
- қозғалыстың бірқалыпсыздығы;
- жобалаудың қиындығы.

1.2.2 Адымдаушы роботтардың түрлері

Қазіргі таңда адымдаушы роботтардың кең тараған түрлері : екі аяқты(бипедаальды), төрт аяқты(квадропедаальды), алты аяқты(гексапедальды) болып келеді.

Екі аяқты(бипедаальды) робот. Бипедалды құрылымды жүзеге асыру оңай, себебі ол адам моторикасын қайталауға негізделген. Нәтижесінде мұндай робот адамға арналған ортада жүруге ыңғайланған. Адамға ұқсас роботтың ауырлық түсу орталығы жоғарыда орналасқан және тиянақ тірегі екеу ғана болады. Ауырлық түсу орталығы сәл ауытқыған жағдайда робот құлайды. Сондықтан жүріс кезінде құлау болмау үшін тұрақтандыру механизмін өңдеу қажет.

Төрт аяқты (квадропедаальды) робот. Квадропедаальды құрылымның өз тұрқын тұрақты жағдайда ұстап тұру үшін жеткілікті аяқтары бар. Тұрақты

жағдайда болу үшін роботтың кем дегенде үш аяғы жерде болуы керек, және ауырлық түсу орталығы пайда болған үшбұрыштың ішінде болуы керек. Аяқтары көтерілген кезде ауырлық түсу орталығы өзгереді. Бұл орындауға оңай және қиын бедерлі жерлерде жүруге өте ыңғайлы болып табылады.

Алты аяқты (гексапедальды) робот. Алты аяқты робот (англ. hexapod) – тұрқы екі түрлі болуы мүмкін. Адымдаушы роботтардың ең көп тараған түрі. Гексапедальды құрылымның симметриялы пішіні және қосымша тіреу аяқтары бар. Төрт аяқты роботпен салыстырғанда алты аяқты роботта қимыл кезінде ауырлық түсу орталығы өзгермейді. Ол үшін әртүрлі алгоритмдер қолданылады. Аяқтарының көптігіне байланысты қиын бедерлі жерлерде тұрақтылықты жақсы ұстап тұрып, бірден үш аяғымен қозғалыс жасай алады. Ол дегеніміз барлық аяқтарын қимылдату үшін екі ғана қимыл жеткілікті. Кемшілігі ретінде алты аяғына қызмет көрсетенін құралдың жұмыс бастылығын, үлкен салмағын және электр энергиясын көп қолданатынын айта аламыз.

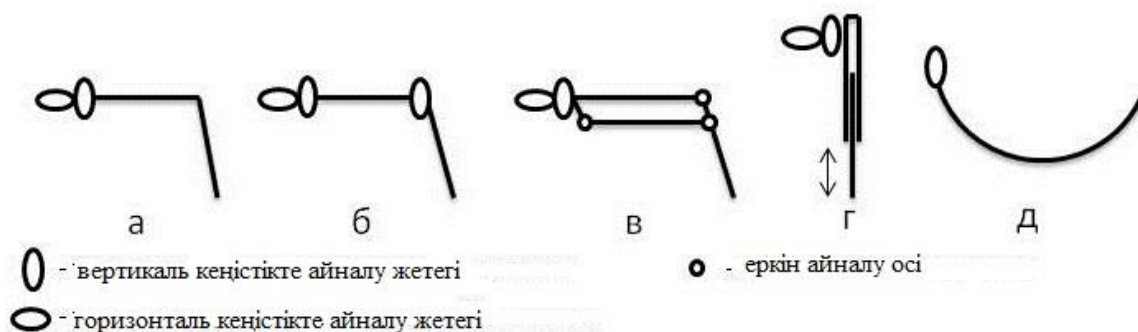
1.3 Робот аяқтарының конструкциясының типтері

Роботты қозғалысқа келтіретін бөлігі аяқ деп аталады. Олардың бірнеше түрлері болады. Аяқ түрін таңдау жүріс пен қозғалыс алгоритміне тікелей әсер береді. Аяқтары еркіндік дәрежесімен, иінтіректерінің құрылымымен және өзіне тән компоненттерінің сипаттамаларымен сипатталады

Аяқтарының конструкциясының типі келесі топтарға бөлінеді:

- иінтіректі сұлба : а) бір иінтіректі (бір буынды, көп буынды);
- б) көп иінтіректі (пантографты).
- телескопты сұлба;
- доғалы сұлба.

Аяқтар құрылымының сұлбасы 1.1-суретте келтірілген.



1.1 Сурет – Аяқтар құрылымының сұлбасы

Бір иінтіректі бір буынды сұлбаның (1.1а-сурет) екі еркіндік дәрежесі(горизонтальды және верткальды) бар. Сол арқылы робот тік жүріп, бір орында айнала алады. Жақын қашықтықтарда белгілі бар талаптар арқылы

(робот салмағы, жетек, беттің қасиеті) роботтың биіктігін реттеуге болады. Биіктік өзгерген кезде аяқтар ауытқуы мүмкін. Көтерілу кезінде салмақ түсетін нүкте робот денесінің төмен жағына қарай ығысады, ал түсу кезінде жандарына ығысады.

Бір иінтіректі көп буынды сұлбаның (1.1б-сурет) қимылдайтын буындары арқылы өзгертін кескіндемесі бар. Еркіндік дәрежесі буындар санынан 1-ге көп болады. Әр буын өзіне көрші буынға (бір жетек) жалғанады, ал бірінші буынның горизонтальды және верткальды қозғалыс жасау үшін екі жетегі бар. Әдетте алты аяқты роботтарда еркіндік дәрежесі үшке тең екі буынды аяқтар қолданылады.

Көп иінтіректі(пантографты) сұлба (1.1в-сурет) арқылы аяқтардың салмақ түсетін бөлігін басқаруға болады. Екі түрлі қолдануға болады. Бірінші әдіс, алыс қашықтықта роботтың биіктігін өзгертуге болады. Аяқтардың салмақ түсетін бөлігі бір орында тұрады. Екінші әдіс, салмақ түсуші буынды жетек арқылы басқару. Жетек робот денесінде орналасады. Осы арқылы тұрақтылықты арттыру үшін көтергендегі аяққа түсетін күшті азайтуға болады.

Телескоптық сұлба (1.1г-сурет) серіппелі, пневматикалық немесе гидравликалық жетегі бар поршень болып табылады. Әдетте поршень айналу осіне қосымша буындарсыз жалғанады. Бекіту мен аяқтарының жетектеріне әсер ететін күшті азайтатын иінтіректердің жоқтығы сұлбаның ерекшелігі болып табылады. Цилиндрдің жылжу деңгейі мен жетектің бұрылу бұрышының өзгеруі арқылы аяқтар алға қарай жылжиды. Жанға қарай бұрылуды іске асыру үшін екінші жетек қажет. Телескоптық жүйе мен иінтіректі жүйенің айырмашылығы айналу доғасында болып табылады. Иінтіректі жүйеде доға бет кеңістігінде орналасса, телескоптық жүйеде перпендикуляр орналасады. Ол дегеніміз поршенді бекітілген жерден ауыстырған кезде робот доғаның ортасына дейін көтеріліп, қайта түседі. Бұл жағдай болмау үшін поршеньнің орналасуын өзгертуіміз керек. Осы сұлба арқылы секіру де орындалады.

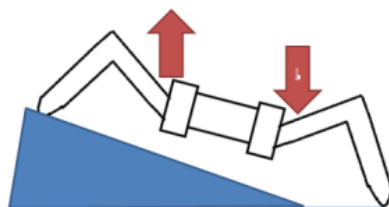
Доғалық жүйе (1.1д-сурет) бір жағынан айналу осіне бекітілген пластик материал болып табылады. Құрылымына келсек дөңгелекке де аяққа да ұқсайды. Жетек доғаның шығып тұрған жағына қарай айналу арқылы қозғалыс болады. Қозғалу принципі мен бұрылу шынжыр табанды роботтың жүрісіне ұқсас болып келеді. Сұлба артықшылығы ретінде жоғары өтімділігі мен орташа жылдамдық көрсеткіштерін айтсақ болады. Кемшілігі ретінде бір бағытта ғана жүре алатындығын, тұрақсыздығын, секіріп қозғалатындығын айта аламыз.

1.3.1 Тұрақтандыру принципі

Адымдаушы роботтар дөңгелекпен емес аяқ арқылы қимылдайтын робот. Адымдаушы роботтың негізгі мақсаты қиын бедерлі жерлермен жүру екенін ескерсек, адымдаушы робот беттің өзгеруіне бейімделуі керек.

Бейімделу – шарттардың өзгеруіне байланысты жүйенің бейімделуі. адымдаушы робот өзі қимылдап бара жатқан беттің бұдырлығының өзгеруіне байланысты өзінің орнықтылығын сақтау үшін түзетулер енгізу керек.

Тұрақтандыру принципі робот аяқтарының горизонтальды кеңістікте түзуленуіне негізделген. Егер робот оңға қарай иіліп тұрса, оң жақ аяқтары минималды шамаға түседі, ал сол жақ аяқтары минималды шамаға көтеріледі. Робот түзу тұрғанда тұрақтандыру жалғаса береді. Тұрақтандыру принципінің шартты кескіні 1.2-суретте келтірілген.



1.2 Сурет – Тұрақтандыру принципінің шартты кескіні

1.4 Робот қозғаласының алгоритмдері

Робот қозғаласының 4 негізгі алгоритмдері қарастырылған.:

- бейімделмеген қозғалыс;
- тұрақтандырушысы бар бейімделмеген қозғалыс;
- бейімделген қозғалыс;
- тұрақтандырушысы бар бейімделген қозғалыс.

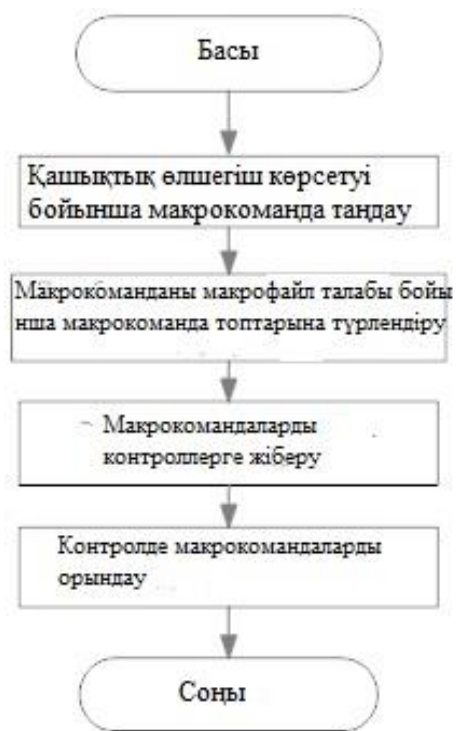
Адымдаушы роботтардың негізгі мақсаты қиын бедерлі жерлермен қозғалу болғандықтан, оларды басқару міндетті түде бейімделген болады.

1.4.1 Бейімделмеген қозғалыс

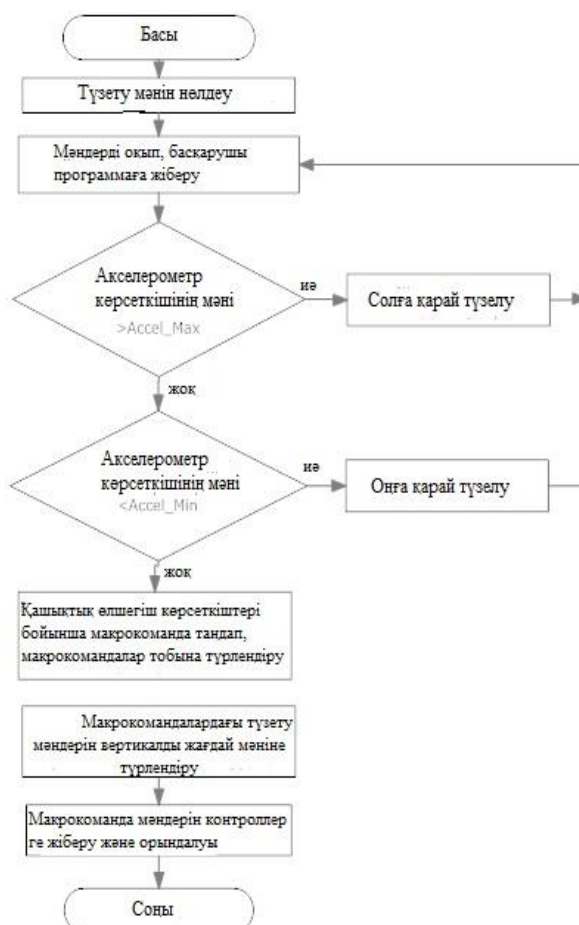
Бейімделмеген қозғалыс (алдын-ала берілген күй арқылы қозғалыс) робот қозғалысының ең қарапайым түрі болып табылады. Бейімделмеген қозғалыс алгоритмінің блок-сұлбасы 1.3-суретте келтірілген.

1.4.2 Тұрақтандырушысы бар бейімделмеген қозғалыс

Қозғалыс бейімделмеген қозғалыс сияқты алдын-ала жазылған макрокомандалар арқылы болады. Бірақ қозғалыс тұрақты болуы үшін робот тұрқын теңестіріп отыру қажет. Тұрқының қисаюы робот аяқтарына түсетін күштің өзгергенін білдіреді, сондықтан робот бір жаққа қарай құлайды. Әр қимылдың алдында орнында тұрақтандыру жүргізіледі. Тұрақтандырушысы бар бейімделмеген қозғалыстың блок-сұлбасы 1.4-суретте келтірілген.



1.3 Сурет – Бейімделмеген қозғалыс алгоритмінің блок-сұлбасы



1.4 Сурет – Тұрақтандырушысы бар бейімделмеген қозғалыстың блок-сұлбасы

1.4.3 Бейімделген қозғалыс

Бейімделген қозғалыс алгоритмі тегіс емес жерлерде роботтың қозғалыс мүмкіндігін кеңейтеді. Аяқтың әр қимылы 2 кезеңнен тұрады: горизонталь жазықтықта орын ауыстыру және вертикаль жазықтықта орын ауыстыру.

Аяқтары горизонтальды кеңістікте орын ауыстыру үшін алдын-ала берілген аяқтарының күйі қолданылады. Бейімделмеген қозғалыс секілді конфигурациялық файлда белгілі жағдайға жету үшін сервожетектің бұрылу бұрышы енгізіледі. Бейімделген қозғалыс алгоритмінің блок-сұлбасы 1.5-суретте келтірілген.



1.5 Сурет – Бейімделген қозғалыс алгоритмінің блок-сұлбасы

2 Технологиялық бөлім

2.1 Сервожетек

Сервожетек – қозғалыс сипаттамаларын тура басқаруға мүмкіндік беретін кері байланыс арқылы басқарылатын жетек. Сыртқы мәнге байланысты берілген сипаттамаларды автоматты түрде ұстап тұратын жетекті басқаратын блогы және датчигі бар кез келген механикалық жетек (құрылғы) сервожетек болып табылады. Басқаша айтқанда сервожетек автоматты дәл орындаушы болып табылады. Кірісінде басқарушы сипаттамаларын алып, датчиктің көрсеткіштеріне сүйене отырып осы сипаттамаларды шығысына жеткізеді.

Сервожетек құрылысы:

- Жетек – мысалы, редукторы бар электрлімотор немесе пневмоцилиндр.
- Кері байланыс датчигі – мысалы, редуктордың шығыс білігінің бұрышын айналдырушы датчик (энкодер).
- Қорек көзі және басқару (жиілікті түрлендіруші, сервокүшейткіш, инвертор).
- Кіріс, конвертер, басқарушы белгінің датчигі (басқару блогының құрамында болуы мүмкін).

Сервожетектерді басқару үшін бағдарламаланбайтын логикалық арнайы контроллерлерді пайдаланса болады.

Сервожетектер негізінен 4 өлшемге бөлінеді. Төменде сервожетектердің салмағы мен өлшемі келтірілген:

- Микро: 24мм x 12мм x 24мм, салмағы: 8-10 г.
- Мини: 30мм x 15мм x 35мм, салмағы: 23-25 г.
- Стандарт: 40мм x 20мм x 37мм, салмағы: 50-80 г.
- Гигант: 49x25x40 мм, салмағы: 50-90 г.

Сервожетектің негізгі сипаттамалары:

- Түйіндегі күш. Сервожетектегі маңызды көрсеткіштердің бірі болып

табылады. Түйіндегі күш момент болып табылады. Өлшем бірлігі кг/см.

– Бұрылу жылдамдығы. Бұрылу жылдамдығы сервожетек білігінің шығарылуы 60° -ты көрсетуге кеткен уақыт эквивалентінде көрсетіледі. Мысалы $0.13\text{сек}/60^\circ$ мінездемесі сервожетектің 60° көрсетуіне аз дегенде 0.13 секунд кететінін білдіреді.

– Бәсеңдеткіштің (редуктор) түрі. Сервожетек бәсеңдеткіштерін металл, карбон немесе пластиктен жасайды. Сервожетек бәсеңдеткіштері 2.1-суретте келтірілген.



2.1 Сурет – Сервожетек бәсеңдеткіштері

Пластик тісті дөңгелектер жүктеме мен соққыларға шыдамсыз, бірақ тозуға шыдамды. Карбонды тісті дөңгелектер пластикке қарағанда мықтырақ, бірақ қымбат. Металл тісті дөңгелектер үлкен жүктеме, соққы, құлауға шыдамды, бірақ тез тозады. Айта кететін жайт әртүрлі сервожетектердің шығыс түйіндері де әртүрлі. Көбісінде түйін сырғу төлкелерінде сырғиды. Қуатты сервожетектерде бытыра мойынтіріктер қолданылады.

2.2 Сервожетектің түрлері

Сервожетектердің негізгі түрлері:

- айналатын сервожетек екіге бөлінеді:
 - синхронды;
 - асинхронды;
- сызықты қозғалатын сервожетек екіге бөлінеді:
 - жазық;
 - домалақ.

Синхронды сервожетек – бұрылу бұрышын, айналу жылдамдығын, үдетуді дәлме-дәл енгізуге рұқсат береді. Асинхронды сервожетекпен салыстырғанда жылдам, бірақ қымбат.

Асинхронды сервожетек – төменгі айналымдарда да жылдамдықты дәл енгізуге рұқсат етеді.

Жұмыс істеу принципіне қарай:

- электромеханикалық;
- электрогидромеханикалық.

Электромеханикалық сервожетектің қозғалысы электрқозғалтқыш пен редуктордың көмегі арқылы жұмыс істейді.

Электрогидромеханикалық сервожетектің қозғалысы поршень-цилиндр қызметі арқылы болады. Электромеханикалыққа қарағанда тез, әрекеттілігі жоғары элементті дәл қондыру үшін қолданылады.

Айналатын сервожетектердің қолданылу аясы:

- өндірістік роботтарда;
- полиграфиялық станоктарда;
- аспаптарда;
- ұшақ өндірісінде.

Сызықты қозғалатын сервожетектер – баспа платаларына электронды бөлшектерін орнату автоматтарында қолданылады.

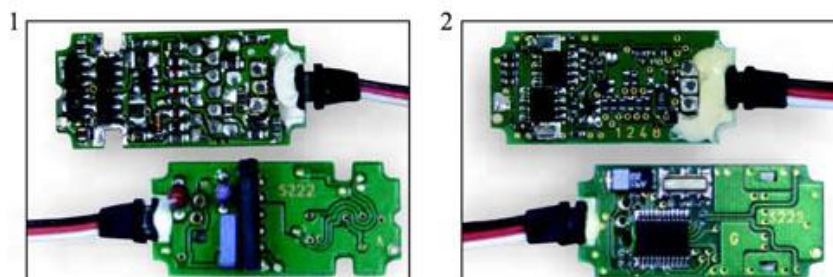
2.3 Сандық және аналогтық сервожетектердің айырмашылықтары

Уақыт өте келе сервожетектердің өлшемдері кішірейіп келеді, бірақ олардың айналу жылдамдығы мен айналу моменттері артып келеді. Сандық сервожетектің пайда болуы болашақ үшін үлкен пайдасын беруде. Сандық сервожетекті аналогтық сервожетекпен салыстырғанда орын ауыстыру жағынан артықшылықтары болады, бірақ кемшіліктері де болуы мүмкін. Сандық және аналогтық сервожетектердің айырмашылықтарын Futaba: сандық S9450 және аналогтық S9402 сервожетектерін салыстыру арқылы анықтаймыз. Сандық S9450 және аналогтық S9402 сервожетектерінің сыртқы корпустары 2.2-суретте көрсетілген.



2.2 Сурет – Сандық S9450 және аналогтық S9402 сервожетектері

Бұл екі сервожетектердің сыртқы корпустары бірдей болғанымен, олардың ішіндегі қозғалтқыштары, тісті дөңгелектері, потенциометрлері бірдей қолданылады, тек қана электронды салындылары(начинка) ғана әртүрлі болып жасалынған. Сандық S9450 және аналогтық S9402 сервожетектерінің электронды салындылары 2.3-суретте көрсетілген.



2.3 Сурет – Сандық S9450 және аналогтық S9402 сервожетектерінің электронды салындылары

Аналогтық сервожетекте уақыт бөлімдерін белгілейтін және логика чипі орнатылған. Ал, сандық сервожетекте кварцты генераторлы микропроцессор орнатылған.

Сандық сервожетектің артықшылықтары:

Сандық сервожетектің кейбір түрлерінің басқару процессорына тігу (прошивка) жасауға болады. Процессор қозғалтқышқа импульстарды жоғарғы жиілікпен жібереді, яғни аналогтық сервожетек 50 импульс/сек жиілікпен жіберсе, сандық сервожетек 300 импульсов/сек жиілікпен жібереді. Жіберілген импульстардың ұзындығы қысқарады, бірақ әлдеқайда жиі жіберіледі. Соның себебінен импульстар арасындағы қашықтық қысқартылып, моторға кернеу үздіксіз жіберіліп отырады. Сондықтан қозғалтқыш бұйрықтарға жылдам әсер ете алады, тез жылдамдығын көбейтіп немесе азайта алады, нақты орналасып, үлкен моментті ұстап тұра алады. Бұл ақпаратты төмендегі 2.4-суреттегі диаграммалар арқылы байқауға болады:

Диаграмма 1. Күту режимінде тұр.

Диаграмма 2. Қысқа импульстар берілуде. Қозғалтқышқа кернеу үлкен аралық салып келеді. Қозғалтқыш аз жылдамдықпен қозғалады.

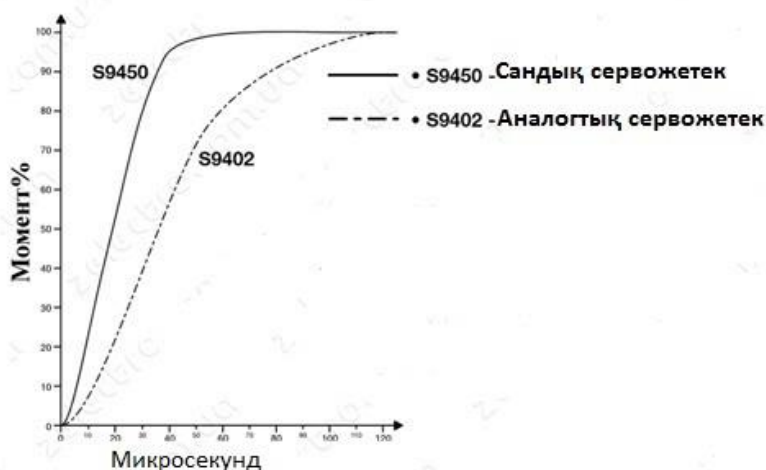
Диаграмма 3. Импульстар енін үлкейтеміз. Кернеу қозғалтқышқа ұзақ уақыт береді, сондықтан мотор тез айналып, моменті көбейеді.



2.4 Сурет – Сандық және аналогтық сервожетектердің диаграммалары

Сандық сервожетектің кемшіліктері:

Импульстары жиі жіберілетін болғандықтан, қорек көзін көп қолданады, сол себептен аккумуляторлары бір орында тұрмайды. Өлшемдері өзгермесе де, сиымдылықтары өсе береді. 2.5-суретте аз уақыт аралығында сервожетектердің қуаттылық графигін көруге болады.



2.5 Сурет – Сандық және аналогтық сервожетектердің қуаттылық графигері

2.4 Сервожетекті адымдаушы қозғалтқыштармен салыстыру

Артықшылықтары:

- электрқозғалтқыш пен редукторға ерекше талаптар қойылмайды. Өзімізге қажет қуаттылық пен типін тандасак болады (ал адымдаушы қозғалтқыштар аз қуатты);

- максималды дәлдікті қажет етеді;
- жетектің механикалық (жетектегі люфт) және электронды жаңылуы;
- жетектің ақырын тозуы, адымдаушы қозғалтқыш үшін уақыт дәлдігін жүргізу керек;

- жетектің жылулық кеңеюі (жұмыс кезінде немесе ауысымдық), қатты дисктің позиционды басының сервожетекке ауыстырылуының негізгі себебі болып табылады;

- істен шығу баяуы;
- элементтер үлкен жылдамдықпен қозғалады;
- электр энергиясының үнемді болуы.

Кемшіліктері:

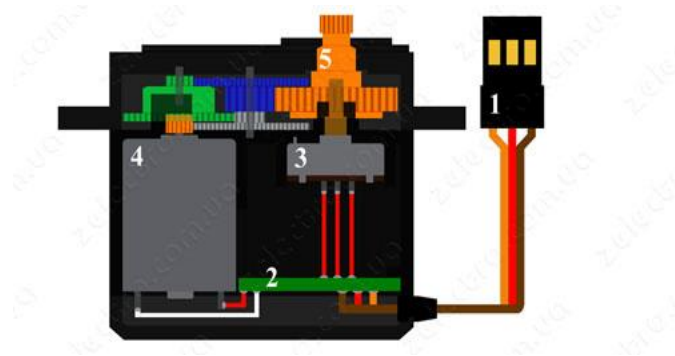
- қосымша элемент датчиктің қажеттілігі;
- басқару мен жұмыс істеу логикасының күрделілігі (датчик көрсеткіштерін өңдеп отыру қажет, ал адымдаушы қозғалтқыштың негізінде счетчик өңдеп

отырады).

- бекіту кезіндегі қиындықтары;
- адымдаушы қозғалтқышқа қарағандасервожетек қымбатырақ.

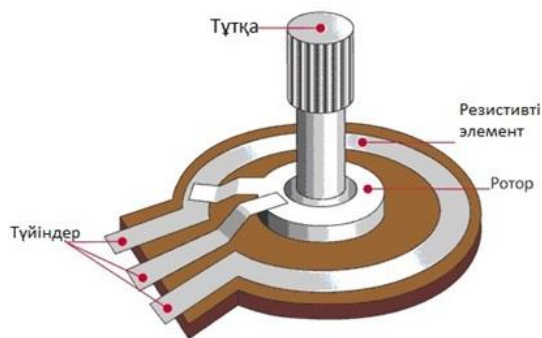
2.5 Сервожетектің жұмыс істеу принципі

Контроллерге қосылу үшін сервожетекте 2.54мм адыммен бір-біріне 3 пиндік жалғағышпен қосылған 3 сым (1) бар. Қоңыр сым– жерлендіру (теріс), қызыл сым – қорек көзі (оң), сары сым – басқарушы сигнал. Сигнал сигналды импульсқа түрлендіретін платаға келеді. Кейін сигнал қозғалтқышқа келіп түседі (2). Потенциометр (3) арқылы біз сервожетектің бұрылу бұрышын енгізіп, анықтай аламыз. Мотор (4) арқылы біз білікке үлкен күштің әсерін түсіре алмаймыз, бірақ үлкен айналу жылдамдығына ие бола алады. Аз моментті үлкен айналу жылдамдығын көп моменттіге түрлендіру үшін бізге бәсеңдеткішті қолдану қажет болады. Мотор білігі мен шығыс білікті жалғайтын тісті дөңгелектер бәсеңдеткіш (5) ретінде құрастырылған. Аз тістіні тісті дөңгелек айналдырса, онда көп тістіні тісті дөңгелектің көмегі арқылы айналдыратын болған. Соның нәтижесінен жылдамдық азайып, моменттің көбеюіне әкеледі. Сервожетектің ішкі құрылысының схемалық көрінісін 2.6-суретте келтірген.



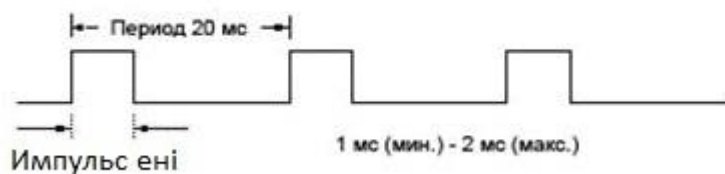
2.6 Сурет – Сервожетектің ішкі құрылысының схемалық көрінісі

Потенциометрдің жұмыс істеу принципі өте қарапайым болып келеді. Потенциометрдің 3 түйіні болады. Шеткі түйіндеріне оң және теріс ток көздері беріледі. Түйіндердің арасында резистивті элемент бар. Ортаңғы түйінге жалғанған сырғақ резистивті элемент арқылы жылжиды. Біздің потенциалды бөлімде сол жақ түйінде оң ток көзі, оң жақ түйінде теріс ток көзі жалғанған. Сол жақ орыннан оң жақ орынға қарай айналымдарды айналдырған кезде біз кедергіні көбейтеміз. Кедергінің көбеюіне байланысты ортаңғы түйін арқылы кернеуді белгіленген минимумға дейін азайта аламыз. Минималды кернеу мәні максималды кедергі мәніне тәуелді болады. Біз талқылап отырған сервожетектегі потенциалды бөлімге 5кОм беріледі. Потенциометрдің жұмыс істеу принципі 2.7-суретте көрсетілген.



2.7 Сурет – Потенциометрдің жұмыс істеу принципі

Айнымалы импульстардың ұзақтығы сервожетек арқылы басқарылады. Импульстарды генерациялау кезінде сигналды жетек қолданылады. Мұндай импульстардың 3 түрлі мінездемесі: импульстың қайталану жиілігі импульстың минималды және максималды ұзақтығы алынады. Сервожетектердің айналу шектеуліктері болады. Сондықтан кез-келген бағыттағы бірдей айналу потенциалы кезінде, сервожетек жағдайы нейтралды жағдай ретінде қарастырылады. Сервожетектің әр моделі үшін олардың айналу шектеулері әртүрлі, бірақ барлығының 1,5мс импульс аралығында нейтралды жағдайы бар. Сервожетектің бұрылу бұрышы арнайы сигналды жетек арқылы жеткізілетін импульстар ұзақтығымен анықталғандықтан, оны кеңдік-импульстік модуляция деп атауға болады. Сервожетектің кез келгені әр 20мс аралығында импульстің түсуін күтеді. Мотордың бұрылу бұрышы импульстің ұзақтығына тәуелді болады. Мысал келтірсек: 1.5 мс ұзақтық кезіндегі импульс мотор үшін нейтралды жағдайда 90°-қа бұрылуына әкеледі. Сервожетектердің айналу шектеуліктері 2.8-суретте келтірілген.

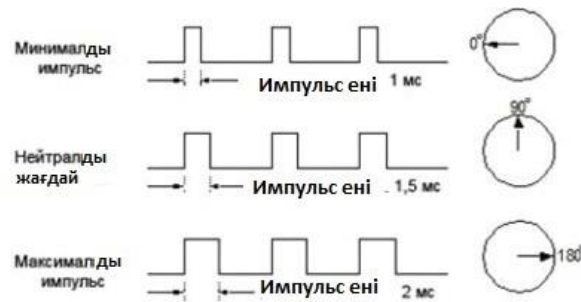


2.8 Сурет – Сервожетектердің айналу шектеуліктері

Бұрылу туралы ақпарат келгеннен кейін сервожетек белгіленген бұрышқа бұрылып, сол жағдайын ұстап тұрады. Егер сырттан басқа күш түсіретін болсақ сервожетек өз жағдайын ұстап тұруға тырысып, қарсылық көрсетеді. Сервожетек шыдай алатын максималды күш оның айналу моменті арқылы спатталады. Сервожетек өз жағдайын қалыпта ұстауы үшін ол периодты түрде қайталанып отыратын жайғастыру импульстарын алып отыру қажет.

1.5 мс-тан аз ұзақтықтағы импульсті түсіретін болсақ, онда сервожетек

шығыс білікті сағат тіліне қарама-қарсы бағытта бірнеше градусқа бұрып, сол жағдайын ұстап тұрады. Ал 1.5 мс-тан көп ұзақтықтағы импульс түсетін болса, сервожетек шығыс білікті сағат тіліне бағыттас бағытта бірнеше градусқа бұрып, сол қалпында ұстап тұрады. Импульстың минималды және максималды ендері әр сервожетектерде әртүрлі болады. Импульстың стандартты ені 1-2мс аралығында болуы тиіс. Сервожетектердің айналу шектеуліктерін 2.9-суреттен байқауға болады.



2.9 Сурет – Сервожетектердің айналу шектеуліктері

Сервожетектің айналу жылдамдығы оның маңызды параметрлерінің бірі болып табылады.

Айналу жылдамдығы деп – сервожетектің бір жағдайдан екінші жағдайға бұрылу уақытын айтамыз. Егер де сервожетекке минималды жағдайдан максималды жағдайға өту туралы ақпарат келсе, онда ол ақпарат сервожетек үшін қиын тапсырма болып табылады.

3 Конструкторлық бөлім

3.1 Мобильді робот платасын құрастыру

Төрт аяқты өрмекші робот – Arduino контроллері арқылы басқарылатын сервожетектің жұмысын бақылап, басқару үшін жасалған. Робот автономды режимде жұмыс жасайды, яғни робот алдыға қарай жылжып, кедергіге жолыққан кезде бұрылып, жүрісін жалғастыра береді.

Қазіргі микроконтроллерлердің бағдарламалауы роботты құрастыруға негізделген. Барлық берілген тапсырмаларды орындау микроконтроллердің бағдарламалауын игеруге мүмкіндік береді және құрылғылары бар. Олар өзара іс-әрекеттер мен атқарғыш механизмдерімен жабдықталған.

Arduino Uno – бұл Италияда шығарылатын Arduino-ның соңғы үлгісі. Ол 16 МГц тактілі жиілікті ATmega328p процессорының негізінде жасалған. Платформа аппараттық және бағдарламалық бөлімдерден тұрады. Бағдарлама C++ тілінде жазылады.

Arduino Uno USB – кабель арқылы да, батареика арқылы да қоректене алады. Платформа 6 - 20 В кернеуде жұмыс істей алады. Кернеу 7 В-тан аз болатын болса, платформа тұрақсыз болады, ал кернеу 12 В-тан асып кетсе платформа күйіп кетуі мүмкін.

Жадысы 32 кБ. Оның 2 кБ жадысы bootloader-ға бөлінген. Ол Arduino-ны USB арқылы бағдарламалауға мүмкіндік береді. Бұл тұрақты жады болып табылады, құрылғы жұмыс істеп тұрған кезінде өзгерте алмаймыз. Оның мақсаты – бағдарламаны сақтау. Уақытша мәліметтерді сақтауға арналған 2 кБ SRAM – жадысы бар. Бұл платформаның оперативті жадысы болып табылады, токтан ажыратылған кезде өшіріледі. Мәліметтерді ұзақ уақыт сақтау үшін 1 кБ EEPROM жадысы бар. Arduino-ның қатты дискісі деп айтсақ та болады.

Платформада цифрлық кіріс және шығыс үшін қолданылатын 14 контакт (pins) бар. Барлық контактілер 5 В кернеумен жұмыс жасайды және 40 мА токқа арналған. Әр контактінің 20 - 50 кОм-дық резисторлары бар. Кейбір контактілердің қосымша қызметтері бар:

- Serial: 0 және 1. USB арқылы аппаратты қабылдауға және жіберуге арналған;
- Сыртқы үзіліс: 2 және 3. Кіріс сигнал өзгерген кезде берілген функцияны қоздыруы мүмкін;
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10 және 11. 256 градациялы ендік - импульстік модуляцияның шығысы болып табылады;
- LED: 13. Бұл контактіге платаға орнатылған светодиод орнатылған. Егер контактіге 5 В кернеу берілсе светодиод жанады, 0 кезінде өшеді.

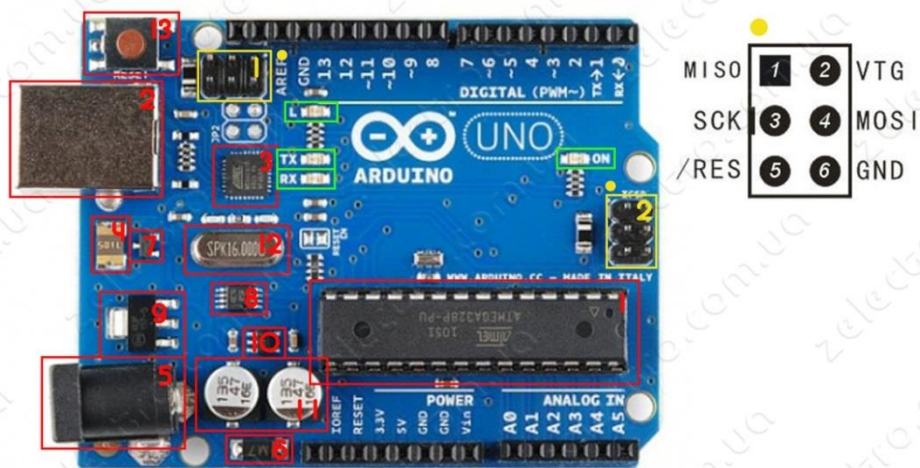
Arduino Uno басқа Arduino, микроконтроллер және компьютерлермен әрекеттесе алады. Платформаға 0 (RX) және 1 (TX) контактілері арқылы жүйелі байланыс (Serial UART TTL) орнатуға болады. Платформадағы ATmega16U2 чипі бұл байланысты USB арқылы тарататып, компьютерде виртуалды COM-порт қол жетімді болады.

АТmega162U чипі мен USB компьютері арасында ақпарат алмасып жатқанда платаға орналастырылған RX және TX светодиодтары жанады.

Arduino Uno-ның компьютердің USB порттары кернеудің көп кетіп қалуы мен қысқа тұйықталудан сақтайтын сақтандырғыштары бар. Көп компьютерлердің өзіндік қорғанысы болғанымен сақтандырғыш қосымша сенімділік береді. Егер USB-портқа 500 мА-ден көп ток берілсе ол ажыратылып, ток нормалағанда ғана қайта қосылады.

Плата өлшемі 6,9 × 5,3 см. платада бекітуге арналған орындар бар. Контакттердің арақашықтығы 0,1" (2,54 мм).

Бағдарламалық кодтар (скетч) микроконтроллерде (1) жазылады. R3 платасында ол АТmega328. Arduino платасына код(скетч) жүктеу USB интерфейсі (2) арқылы жүргізіледі. Бірақта Arduino платасындағы көп микроконтроллерлер тікелей USB арқылы жұмыс алмайды. Бұл мәселені шешу үшін USB-UART жалғастырушы тетігі қажет. UART – контроллерге түсінікті интерфейс, платада D0 (RX- мәліметтерді қабылдау) және D1 (TX-мәліметтерді жіберу) түйісулерімен белгіленген. Arduino-ның алғашқы нұсқаларында және де Arduino nano нұсқасында USB-UART түрлендіргіші ретінде FT232RL микросұлбасы қолданылатын болған. UNO R3 нұсқасында USB-UART жалғастырушы тетігі АТmega16U2 (3) контроллерінде программаланған. Бұл платаның артықшылығы USB арқылы және ажыратуға қосылатын сыртқы ток көзі (5) арқылы да қуаттауға болады. Компьютер жағындағы USB портын сақтау үшін 500мА сақтандырушы тежегіш (4) орналастырылған. Өрістік транзистор (mosfet) (7) мен операциондық күшейткіш(8) арқылы ток көзі автоматты түрде таңдалады. Платада орнатылатын элементтер 3.1-суретте көрсетілген.



3.1 Сурет – Платада орнатылатын элементтер

Контроллер жұмыс істеу үшін тұрақты 5В кернеу керек. Өзімізге қажет кернеу алу үшін 7-12В аралығындағы кіріс кернеуді тұрақтандырғыш (9) арқылы өткіземіз. Платада қосымша 3.3В кернеу беретін тұрақтандырғыш (10) орнатылғын. Тұрақтандырғыштың шығыс кернеуін тұрақтандыру үшін

конденсатор (11) орналасқан. Кварцты резонатор (12) микроконтроллер жұмысының жиілігін береді, біздің жағдайда 16 МГц. Контроллерді тастау үшін (перезагрузка) батырма (13) орналасқан.

Arduino жұмысын индикациялау үшін платада жасыл жолақпен қоршалған 4 светодиода орнатылған. "ON" платаға қуат көзінің келгенін білдіреді. "TX" светодиода контроллер UART интерфейсі арқылы ақпарат беріп жатқанын, "RX" ақпарат алып жатқанын білдіреді. Контроллер қосылғанын білу үшін 13-ші пинге "L" светодиода қосылған.

ICSP жалғағышының түйісулерінің қызметі:

1-MISO (Ары қарай программалау үшін ақпараттардың кірісі).

2-VTG +5V (Контроллерге қорек көзін беру үшін. USB арқылы қоректендірсек қосу керек емес).

3-SCK (Ақпараттарды тактирлеу шығысы).

4-MOSI (Ары қарай программалау үшін ақпараттардың шығысы).

5-RESET

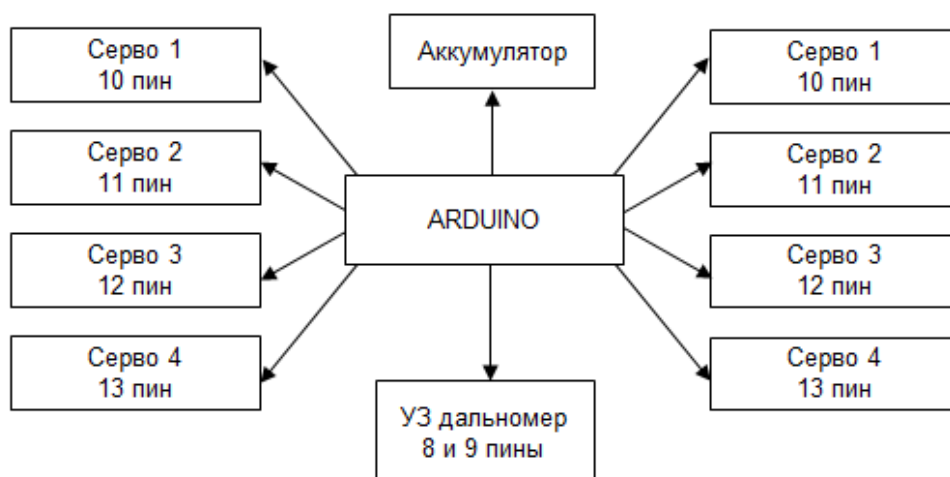
6-GROUND (теріс, жерлендіру).

3.1.1 Мобильді роботтың жалпыланған құрылымдық сұлбасын жасау

Бұл жобада микроконтроллер негізінде Atmel фирмасында шығарылған 8 разрядты AVR микроконтроллері қолданылады. Келесідей ерекшеліктермен ерекшеленеді: 10 разрядты АСТ (ADC), 8КВ-ты бағдарлама жазу үшін арналған флэш жады, 512 байтты деректерді жазу үшін жады және ОЖҚ (ОЗУ-RAM) жады 512 байт. Процессордың жиілігі 16МHz, ол кварцты резонатормен тұрақталған, 5 каналды (әрбір канал 3 контактілі разъеммен жабдықталған) бағдарламаланатын порт. Әр канал сандық кіріс, сандық шығыстармен немесе аналогты кіріспен бағдарламалануы мүмкін. Разъем каналдарына қорек көзі (қалыпты жағдайда +5В), аналогты сигнал немесе сандық мәліметтер және оған сәйкес жерлендіру(GND) келтірілген.

Сонымен қатар, жаңғырту үшін пьезосәулеленушісі бар және де жарық диод, тұрақты токтың моторлары яғни екі каналды драйверы бар. Драйвердің параметрлері: 4.5.6В аралығындағы, 600мА белсенділіктің көрсетуінің жарық диодтары.

Қоректендіру кернеуі + 4.8-ден + 6В (АА өлшемді 4 батареясы). Батареялық бөлім платаның жоғарғы бөлігінде бекітіледі. HC-SR04 ультрадыбыстық қашықтық өлшеуіші, 8 сервожетек (4 пластикалық және 4 металдық), бейтарап микроконтроллер Arduino Uno қолданылды. Құрастырылатын роботтың сұлбасы 3.2-суретте көрсетілген.



3.2 Сурет – Құрастырылатын роботтың сұлбасы

3.1.2 Atmega328 микроконтроллеріне қысқаша шолу

Микроконтроллер Atmega8 CMOS технологиясымен жасалған, 8-разрядты, AVR бойынша RISC архитектурасында жасалған. Бір тактіде толыққанды нұсқау орындалған, Atmega328 1 MIPS МГц ке дейін жетеді және жұмсалатын қуатқа өнімділіктің оңтайлы ара қатынасына жетуге рұқсат береді.

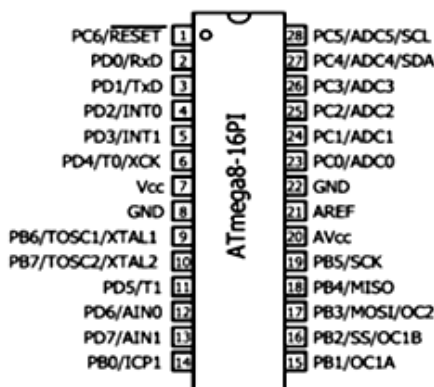
Atmega328 ерекшеліктері

Азқуатты 8- разрядты микроконтроллер AVR архитектурасы бойынша. 8 кб жадысымен ол 10.000 рет программаны қайта жазуға мүмкіндік береді, 512 байт флеш жадысы өзгерістерді сақтайды, 1 Кб ОЗУ және 32 регистр жалпы тағайындау үшін қолданылады. 23 порты енгізу/ қорытынды бар, олар 3 топқа бөлінген. Atmega328 микроконтроллерінің шығыстары 3.3-суретте келтірілген.

Порт В (PB0 - PB7): Екі шығыс (PB6 и PB7) кварцтық резонаторға қосылу үшін қолданылады. PB2 - PB5 қорытындылары схема ішінде бағдарламалау үшін орнатылған, PB0 и PB1 порттары жалпы қолдану үшін қалады.

Порт С (PC0 - PC6: 7 қорытынды) PC0 - PC5 порттарын аналогты кіріс ретінде пайдаланады. PC6 тазарту үшін қолданылады.

Порт D (PD0 - PD7: 8 қорытынды) Бұл портты жалпылай қолдануға болады.



3.3 Сурет – Atmega328 микроконтроллерінің шығыстары

Екі 8- разрядты Таймер/ Счетчик санауыш бөлек прескалермен, салыстыру режимі:

- 16- разрядты Таймер/Санауыш бөлек прескалермен, салыстыру режимі, ұстау;
- таймер нақты уақытпен тәуелсіз генератормен ;
- ШИМ 3 каналы;
- 6 каналды 10-разрядты АСТ;
- Екі өткізгішті тізбектелген интерфейс;
- USART программалы тізбектелген;
- интерфейс SPI Master/Slave режимімен;
- бөлек тәуелсіз генераторымен программаланған таймер;
- аналогты компаратор;
- қоректі қосқандағы нөлдену, қорек бұзылуынан программалы қорғану;
- RC-генератор;
- ішкі және сыртқы бөлінуді қайта іске қосу;
- төмендетілген энергоқолданулық 5 режимі: Idle, ADCNoiseReduction, Power-save, Power-down, и Standby;
- қорек кернеуі 4.5 - 5.5 В;
- тактілі жиілік 0 - 16 МГц.

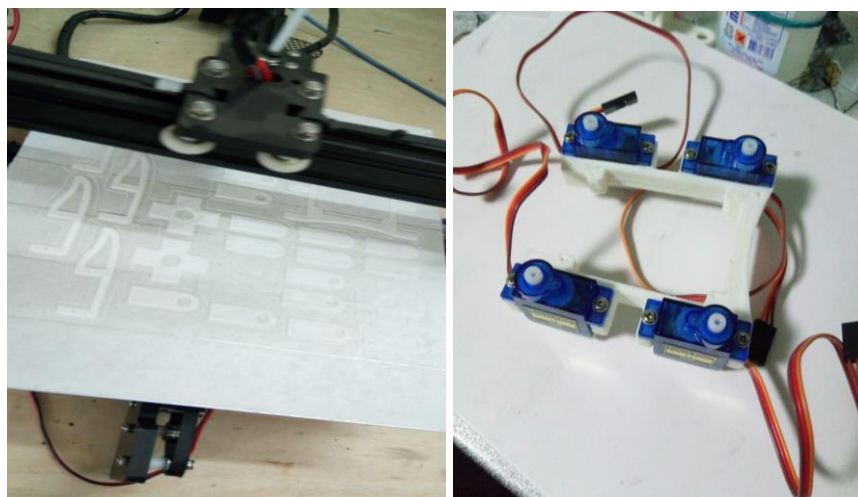
3.2 Роботтың бөлшектері

Қарапайым қозғалатын роботтың құрылысы үшін қажетті бөлшектерге бәрі кіреді. Роботтың бөлшектері екіге бөлінеді: механикалық құрамдастар және электрондық құрамдастар.

3.2.1 Роботтың механикалық бөлігі

Роботтың механикалық бөліктеріне аяқтары және қосалқы бөлшектерін құрастыру кіреді. Аяқтары роботтың кедір-бұдырлы жерде дұрыс қимылын қамтамасыз етеді. Роботтың аяқтары қозғалтқышқа тікелей қосылған.

Аяқтарының толық бекіту бөлшектерінің жиынтығы робот платасын жинақтау үшін қолданылады. Оның құрамында: әртүрлі өлшемдегі тіреушелер, бұрандалар, сомындар, пластикалық бекітулерді айтуға болады. Робот аяқтарының бекіту бөлшектері арнайы 3D принтері арқылы құйылып жасалынды. Сервожетектер аяқтарына құрастырылды. Бөлшектерін жинау 3.4-суретте келтірілген.



3.4 Сурет – Бөлшектерін жинау

Аккумуляторға арналған қабық (3.5-сурет) робот платасына орналастырылады. Техникалық сипаттамалары:

- кернеу диапазоны (V): 6V Color;
- материал: пластик;
- көлемі (cm): 6.0 x 5.0 x 3.0;
- салмағы (kg): 0.016.



3.5 Сурет – Аккумуляторға арналған қорап

3.2.2 Электрондық бөлік

Роботта металл бәсеңдеткішті 4 Tower Pro 9g SG90 сервожетектері қолданылады. Tower Pro 9g SG90 сервожетектері негізінен шағын жеңіл механизмдерді басқару үшін қолданылады, бұрылу бұрышы 0-ден 180 градусқа дейінгі диапазонмен шектелген

Мінездемесі :

- жұмыс кернеуі: 3В-тан 7.2В-қа дейін;

- жүктеме 1,6/2 кг/см
- салмағы: 9 грамм;
- өлшемі: 22x11,5x22,5 мм;

Tower Pro 9g SG90 сервожетегінің сыртқы көрінісі 3.6-суретте көрсетілген.



3.6 Сурет – Tower Pro 9g SG90 сервожетегі

Роботта 4 металл бәсеңдеткішті MG90S сервожетектері қолданылады.

Мінездемесі :

- кернеу 4,8-6 В
- жүктеме 2.2/2.5 кг/см
- жылдамдығы 0,11/0,10 сек/60град
- салмағы 13 грамм
- өлшемі 3.3x3.2x1.2 см

MG90S сервожетегінің сыртқы көрінісі 3.7-суретте келтірілген.



3.7 Сурет - MG90S сервожетегі

Сервоприводты қосу схемасы:

Қоңыр сым-жер(Ground, Arduino платасында GND шинасына қосылады);

Қызыл сым-Қуат + 5 V(Arduino платасында 5V шинасына қосылады);

Сары сым басқару сигналы(Arduino сандық пинасына қосылады).

Сервожетек автоматты дәл орындаушы болып табылады. Кірісінде басқарушы спаттамаларын алып, датчиктің көрсеткіштеріне сүйене отырып осы сипаттамаларды шығысына жеткізеді. Мұнда біз сервожетекті Arduino платасына қалай жақсы қосуға болатынын қарастырамыз.

Сервопривод әртүрлі түстерге боялған үш контактіге ие. Қоңыр сым жерге әкеледі, қызыл – қоректенуге +5В, сары немесе сары сым – сигналдық. Ардуинге құрылғы суретте көрсетілген макет арқылы қосылады. Қызғылт сары сым (сигнал) сандық шинаға, қара және қызыл – жерге және қоректендіруге қосылады.

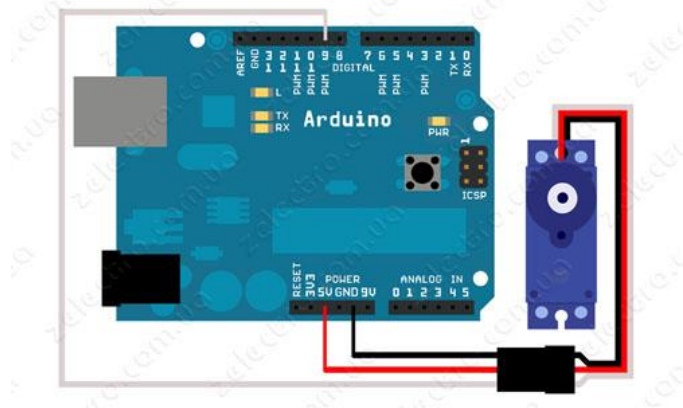
Қосылулары:

GND-ты Arduino-ның GND пиніне

VTG-ны Arduino-ның + 5В

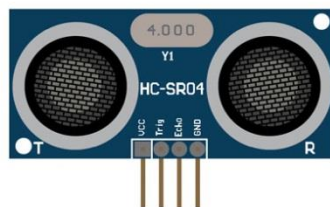
SIG-ны Arduino-ның PWM (ШИМ) шығысына

Ескі Arduino MEGA 8 платаларында тек 3 ШИМ түйіні (digital 9,10,11) бар, Arduino MEGA 168 немесе 328 платаларында 6 түйін (digital 3,5,6,9,10,11). Қазіргі Arduino MEGA платаларында 14 ШИМ түйіндері бар. Аз ток қажет ететін шағын сервожетектерді Arduino платаларына тікелей қоса берсек болады. 3.8-суретте сервожетектің Arduino платасына қосылу сұлбасы көрсетілген.



3.8 Сурет – Сервожетектің Arduino платасына қосылу сұлбасы

Кедергілерге дейінгі қашықтықты анықтау үшін 0,3см дәлдікпен жұмыс істейтін HC-SR04 ультрадыбыстық қашықтық өлшеуішті (3.9-сурет) қолданамыз. Егер кедергіге дейінгі қашықтық 10см-ден аз болатын болса, робот кері айналып, ары қарай жүре береді. HC-SR04 ультрадыбыстық қашықтық өлшеуішті (дальномер) Arduino платасына қосу. Бұл бөлімде ультрадыбыстық қашықтық өлшеуіш HC-SR04-тің жұмыс істеу принципін қарастырамыз. Жұмыс істеу принципі ультрадыбысты шығаруға және оны алдында тұрған затта бейнелеуге негізделген. Дыбыстың қайту уақыты арқылы нысанға дейінгі қашықтықты анықтауға болады. HC-SR04 ультрадыбыстық қашықтық өлшеуіші 2 - 450см арасындағы қашықтықты өлшей алады.



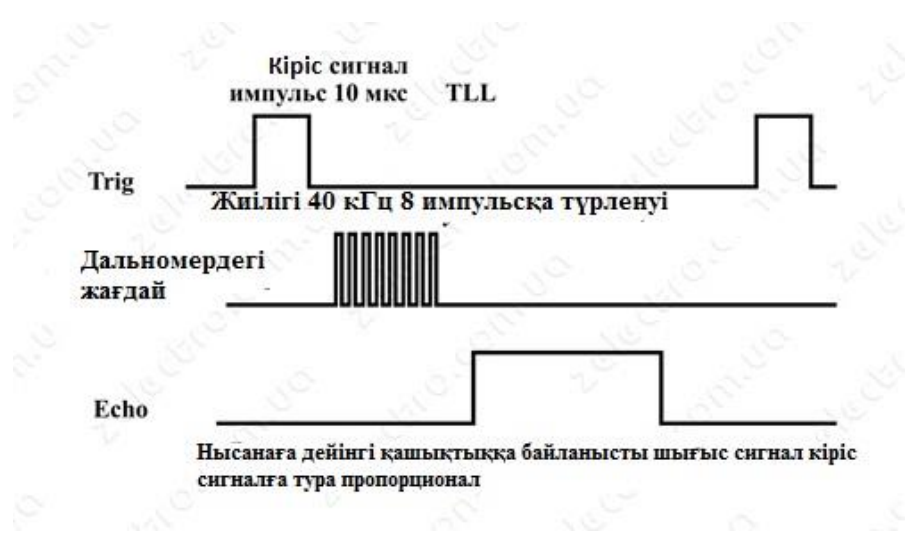
3.9 Сурет – HC-SR04 ультрадыбыстық қашықтық өлшеуіші

Ультрадыбыстық қашықтық өлшеуішінің жұмыс істеу принципін 4 этапқа бөліп қарастырсақ болады:

1. Trig шығысына 10 мкс ұзақтықтағы импульс жібереміз.
2. Қашықтық өлшеуіш ішінде кірген импульс жиілігі 40 кГц 8 импульсқа түрленіп, "Т көзіне" жіберіледі.
3. Жіберілген импульстар кедергіге жеткеннен кейін әсер беріп "R көзіне" қабылданады. Echo шығысында шығыс сигнал аламыз.
4. Алынған сигналды формула арқылы қашықтыққа келтіреміз:

$$\text{импульс ені (мкс)} / 58 = \text{қашықтық (см)}$$

HC-SR04 ультрадыбыстық қашықтық өлшеуішінің импульстар ені 3.10-суретте келтірілген.



3.10 Сурет – HC-SR04 ультрадыбыстық қашықтық өлшеуішінің импульстар ені

Arduino платасына қосу (3.11-сурет):

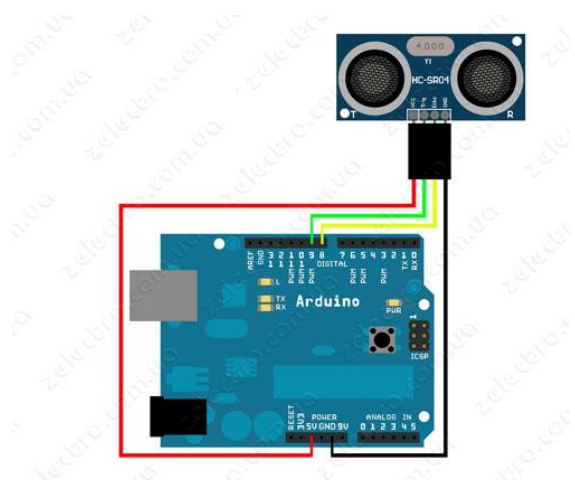
Модуль стандартты 2.54мм-лі төрт-пинді жалғағышпен жабдықталған.

VCC: "+" қорек көзі

TRIG (T): кіріс сигналдың түйіні

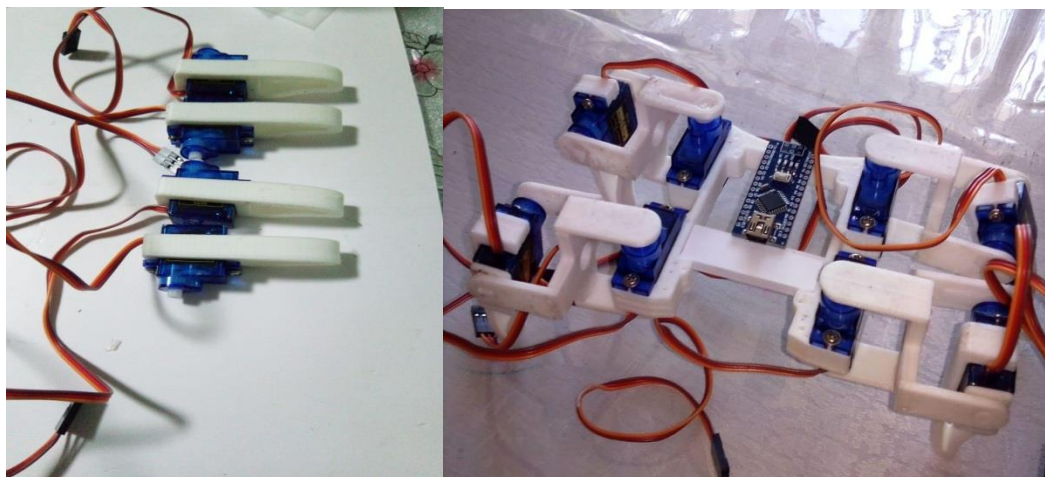
ECHO (R): шығыс сигналдың түйіні (сигнал ұзақтығы затқа дейінгі қашықтыққа тәуелді).

GND: "-" жерлендіру

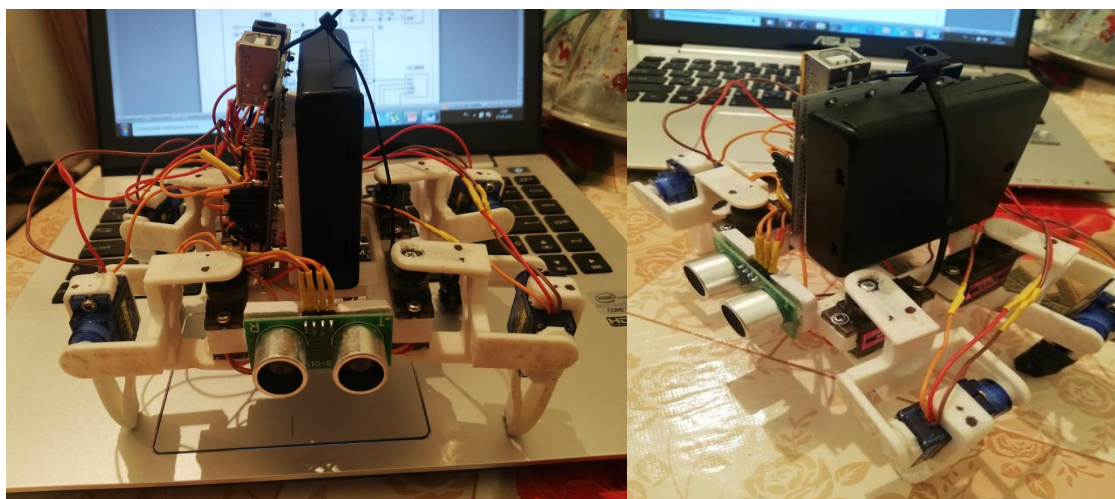


3.11 Сурет – HC-SR04 ультрадыбыстық қашықтық өлшеуіші платаға қосылу сұлбасы

Жинастыру



3.12 Сурет- Жинастыру көрінісі



3.13 Сурет- Роботтың толық жиналған көрінісі

ҚОРЫТЫНДЫ

Қазір ірі өндіріс орындарын белгілі бір техникалық операцияларды орындайтын роботтарсыз елестету мүмкін емес. Роботтар тек зауыт, фабрикаларда емес, көшелер де, тіпті үйімізде де қолданыс табуда.

Бұл дипломдық жобада сервожетектермен жұмыс істейтін өрмекші – робот жобаланды. Робот және оның түрлері қарастырылып, қазіргі кезде қадамдаушы роботтың қажеттілігі мен мақсаты түсіндірілді. Дипломдық жобада өрмекші – робот платасы мен құрылымдық сұлбасы құрастырылды. Arduino IDE бағдарламасында роботты жүргізуге арналған программалар C++ тілінде жазылды. Механикалық және электрондық бөліктері жиналып, өрмекші – робот макеті құрастырылды.

Дипломдық жоба электрлік сұлбалар арқылы, есептеу бөлімдер арқылы роботты қолдануға болатындығын, тиімділігін, пайдалылығын дәлелдеген.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Васильев А.Н. Объектно-ориентированное программирование: Учебное пособие.-СПб.:Питер, 2011.-400 с.
- 2 Сафонов В.О.Введение в Java-технологии : Учебное пособие.-Наука, 2002.- 187 с.
- 3 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя.- М.: Машиностроение, 1986.
- 4 Никифоров А.Д. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. Москва. Высшая школа, 2002г.
- 5 Опадчий Ю. Ф., Глудкин О. П., Гуров А. И. Аналоговая и цифровая электроника. – М.: Горячая линия – Телеком, 1999. – 768 с.
- 6 Г.И.Изьюрова, Г.В.Королев, В.А.Терехов и др. Расчет электронных схем: Учебное пособие для вузов –М. : Высш.шк.1987. –335 с.
- 7 Ушаков В.Н., Долженко О.В. Электроника: от элементов до устройств. - М.: Радио и связь, 1993.
- 8 Бойко В.И. и др. Схемотехника электронных систем. Аналоговые и импульсные устройства –СПб. : БХВ-Петербург, 2004. –486 с.
- 9 Сборник методик по расчёту выбросов вредных веществ в атмосферу различными производствами. Министерство экологии и биоресурсов РК. Алматы, 1996.
- 10 Фарзانه Н.Г., Илясов Л.В., Азим-заде А.Ю. Технологические измерения и приборы. Учебник для вузов.-М.:Высш.шк., 1989.
- 11 Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат. Учебник для вузов.-М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005.- 500с.
- 12 В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. Теория систем автоматического управления. С-П., Профессия., 2004г. – 752с.
- 13 Науменко К. И. Наблюдение и управление движением динамических систем. – Киев: Наукова думка, 1984. – 208 с.
- 14 Қ.С.Шоланов, Ж.Т.Жұмашева Мехатронка және робототехника негіздері. Алматы 2010 ҚазҰТУ, 119 б.
- 15 Зенкеевич С.Л., Ющенко А.С. Управление роботами. Основы управления манипуляционными роботами.-М.:Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2000.- 400с.

- 16 Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника.-М:Мр, 1989.- 624с.
- 17 Попов Е.П. Управление и программное обеспечение сложных робототехнических систем. Известия РАН. Теория и системы управления,1995
- 18 Справочник по промышленной робототехнике/ Под редакцией Ш.Нофа.- М:Машиностроение,1990.- 480с.
- 19 Ж.Т.Жұмашева. Мехатроника.-Алматы ҚазҰТУ 2009.-77б.
- 20 <http://arduino.ru/>
- 21 <http://www.zelectro.cc/>
- 22 <http://dic.academic.ru/>

ҚОСЫМША А

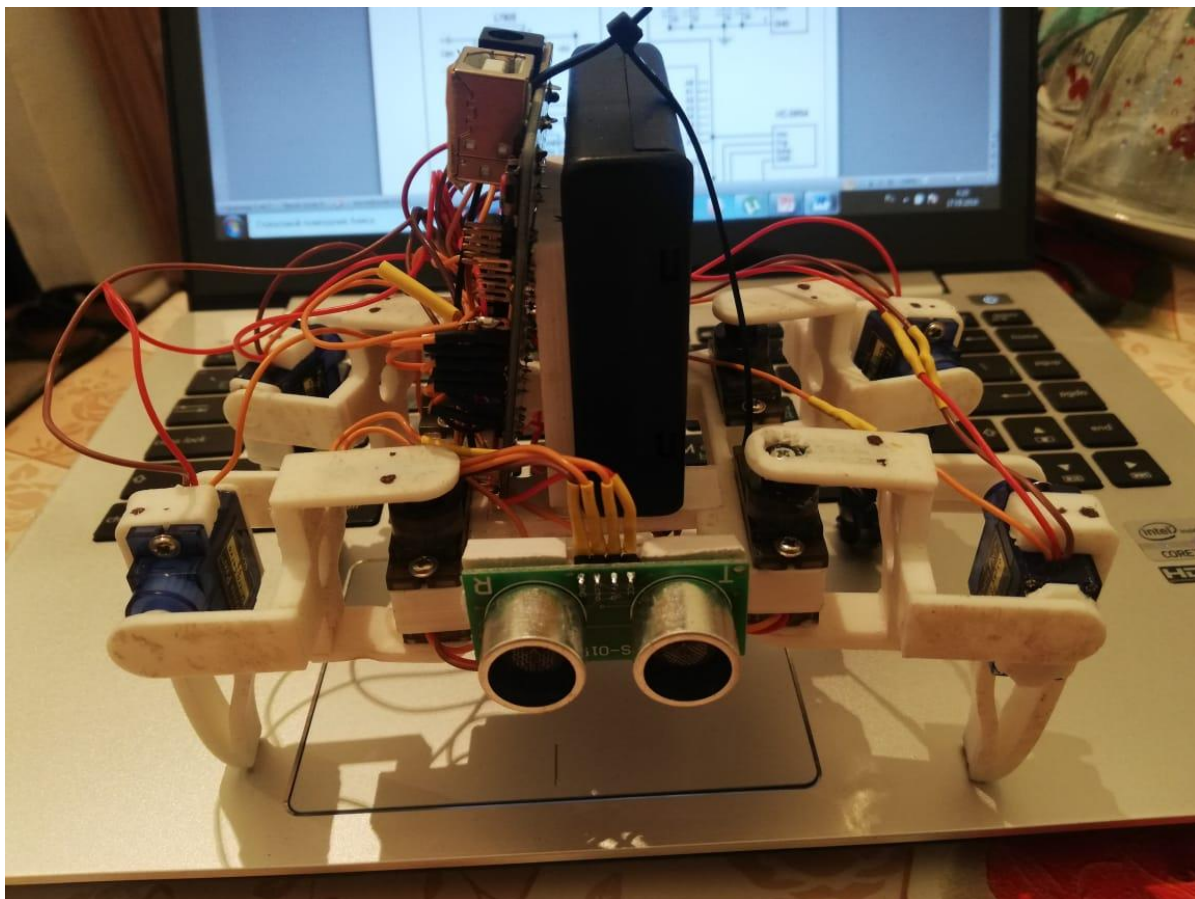
```
#include "VarSpeedServo.h"
int trigPin = 2;
int echoPin = 3;
VarSpeedServo Front_LTop, Front_LBot, Front_RTop, Front_RBot,
Back_LTop, Back_LBot, Back_RTop, Back_RBot;
String STEP = "PAR"; int COUNT = 0;
void setup() {
  Front_RTop.attach(13); Back_RTop.attach(11);
  Front_RBot.attach(10); Back_RBot.attach(12);
  Front_LTop.attach(7); Back_LTop.attach(9);
  Front_LBot.attach(6); Back_LBot.attach(8);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  if (STEP == "PAR") {
    delay(1000);
    Front_RTop.write(120, 50, false); Back_RTop.write(50, 50, false);
    Front_RBot.write(80, 50, false); Back_RBot.write(90, 50, false);
    Front_LTop.write(60, 50, false); Back_LTop.write(120, 50, false);
    Front_LBot.write(90, 50, false); Back_LBot.write(95, 50, false);
    if (COUNT == 3) { COUNT = 0; STEP = "NEXT";
    } else { COUNT = COUNT + 1; }
  }
  if (STEP == "NEXT") {
    Front_RTop.write(120, 150, false); Back_RTop.write(50, 150, false); //no use
    Front_RBot.write(80, 150, false); Back_RBot.write(60, 150, false); //B-20
    Front_LTop.write(90, 150, false); Back_LTop.write(90, 150, false); //no use
    Front_LBot.write(50, 150, false); Back_LBot.write(105, 150, false); //F+40 -30
    delay(200);
    Front_RTop.write(90, 150, false); Back_RTop.write(90, 150, false);
    Front_RBot.write(80, 150, false); Back_RBot.write(90, 150, false);
    Front_LTop.write(60, 150, false); Back_LTop.write(120, 150, false);
    Front_LBot.write(90, 150, false); Back_LBot.write(105, 150, false);
    delay(100);
    Front_RTop.write(90, 150, false); Back_RTop.write(90, 150, false);
    Front_RBot.write(50, 150, false); Back_RBot.write(90, 150, false); //F+40 -30
    Front_LTop.write(60, 150, false); Back_LTop.write(120, 150, false);
    Front_LBot.write(90, 150, false); Back_LBot.write(70, 150, false); //B-20
    delay(200);
    Front_RTop.write(120, 150, false); Back_RTop.write(50, 150, false);
    Front_RBot.write(80, 150, false); Back_RBot.write(90, 150, false);
    Front_LTop.write(90, 150, false); Back_LTop.write(90, 150, false);
```

```

Front_LBot.write(90, 150, false); Back_LBot.write(105, 150, false);
delay(100);
if (COUNT == 4) {
  delay(1200);
  COUNT = 0;
  int duration, distance;
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = duration / 58;
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = duration / 58;
  delay(100);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = duration / 58;
  if ((distance > 1) and (distance < 30)) { COUNT = 0; STEP = "RG"; }
  } else { COUNT = COUNT + 1; }
}
if (STEP == "RG") {
  Front_LBot.write(90, 150, false); Back_LBot.write(105, 150, false);
  delay(500);
  Front_RTop.write(70, 150, false); Back_RTop.write(50, 150, false);
  Front_RBot.write(90, 200, false); Back_RBot.write(90, 200, false);
  delay(500);
  Front_RTop.write(120, 150, false); Back_RTop.write(110, 150, false);
  Front_RBot.write(90, 200, false); Back_RBot.write(90, 150, false);
  delay(500);
  Front_RTop.write(120, 150, false); Back_RTop.write(50, 150, false);
  Front_RBot.write(90, 200, false); Back_RBot.write(50, 200, false);
  delay(500);
  Front_RTop.write(120, 150, false); Back_RTop.write(50, 150, false);
  Front_RBot.write(120, 200, false); Back_RBot.write(90, 200, false);
  if (COUNT == 8) { COUNT = 0; STEP = "NEXT";
  } else { COUNT = COUNT + 1; }
}
}
}

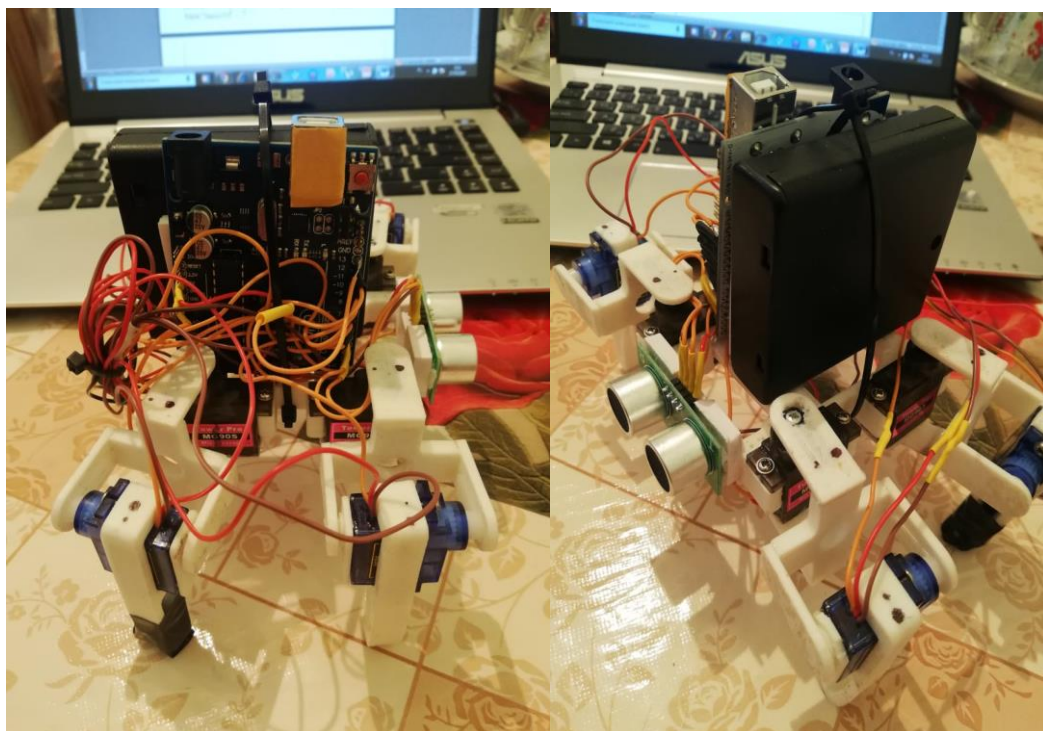
```

ҚОСЫМША Б



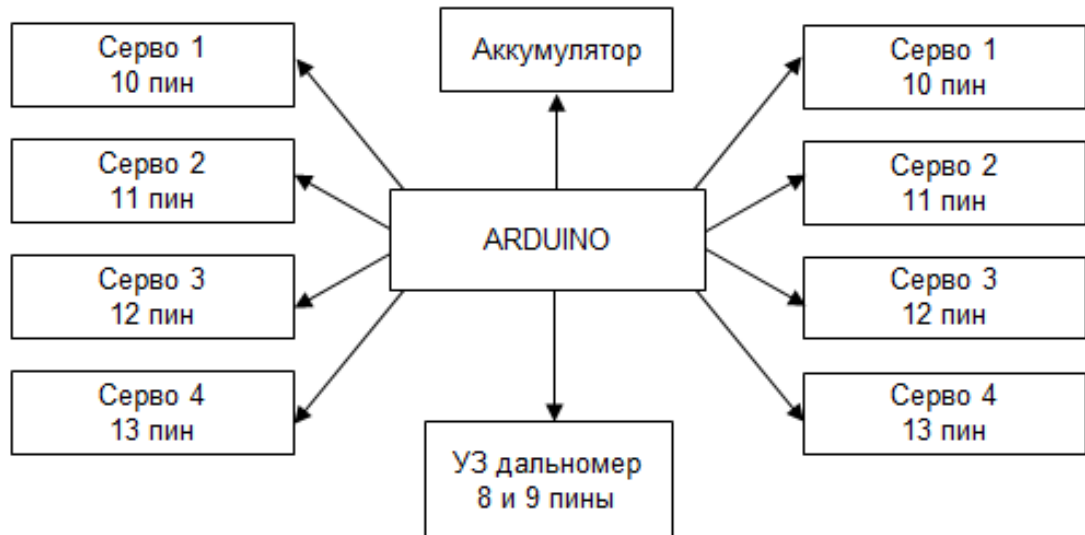
Роботтың жалпы көрінісі

ҚОСЫМША В



Роботтың механикалық және электрондық бөліктері

ҚОСЫМША Г



Роботтың құрылымдық сұлбасы