

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Варисов Салауат Варисович

Басқару алгоритмдерін әзірлеу және өндірістік манипуляторды жобалау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070200 - Автоматтандыру және басқару мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

5B070200 - Автоматтандыру және басқару



**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Варисов Салауат Варисов

Жұмыстың тақырыбы: «Басқару алгоритмдерін әзірлеу және өндірістік манипуляторды жобалау»

Университеттің «14» 11 2018 жылғы ғылыми кеңесінің № 442-17 шешімімен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «15» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: дипломалды практикасындағы жиналған мәліметтер.

Түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша диплом жұмысының мазмұны:

- а) кіріспе;
- б) технологиялық бөлім, арнайы бөлім;
- в) экономикалық бөлім, еңбек қорғау бөлімі;

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген): автоматтық сұлбасы, қағидалық сұлбасы, құрылымдық сұлбасы.

Ұсынылған негізгі әдебиеттер:

[1] Шеленок Е. А. Разработка учебного робота-манипулятора. Том 5, Ученые заметки. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2014. – с. 247-253.




[2] ГОСТ Р МЭК 61508.2–2012 (ГОСТ Р МЭК 61508-2—2007). Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Ч.2. Введ. 29.10.2012. – М.: Стандартинформ, 2014. – 86 с.

[3] Козырев Ю.Г. Манипулирующее устройство. М.: Машиностроение, 2012, 104 с.

Дипломдық жұмысты даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім		
Арнайы бөлім		

Аяқталған дипломдық жұмыстың және оларға
қатысты диплом жұмысқа бөлімдерінің кеңесшілері мен нормалық
бақылаушының қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Экономикалық бөлім	А.К. Абжапаров сениор-лектор, PhD докторы	15.04.2019	
Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	А.К. Абжапаров сениор-лектор, PhD докторы	15.04.2019	
Нормалық бақылаушы	Н.С.Сәрсенбаев техн.ғыл.кандидаты, ассистент профессор	02.05.2019m	

Ғылыми жетекшісі  А.К. Абжапаров

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Варисов С.С.

Күні «02» 05 2019 ж.

Raport podobieństwa



Uczelnia:	Sababayev University
Tytuł:	Өндірістік манипулятор құрылымы мен басқару алгоритмін жазу
Autor:	Барисов С
Promotor:	Қуаныш Абжанаров
Data Raportu Podobieństwa:	2019-05-05 09:46:13
Współczynnik podobieństwa 1:	0,4%
Współczynnik podobieństwa 2:	0,0%
Długość frazy dla Współczynnika Podobieństwa 1:	25
Długość frazy dla Współczynnika Podobieństwa 2:	8 049
Liczba słów:	46 549
Adresy stron pominiętych przy sprawdzaniu:	
Liczba wykonanych sprawdzeń pracy dyplomowej:	14

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

.....
.....
.....
.....

.....
..... 02.05.2019

Дата

.....


Подпись заведующего кафедрой / начальника
структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения в отношении работы:

Автор: Варисов С.В.

Название: «Басқару алгоритмдерін эзірлеу және өндірістік манипуляторды жобалау»

Координатор: Абжапаров К.А.

Коэффициент подобия 1: 0,4

Коэффициент подобия 2: 0,0

Тревога: 14

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе не обладают признаками плагиата, но из чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

.....
02.05.2019.....

Дата

.....


Подпись Научного руководителя

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты
«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

жобаның (жұмыстың) аталуы

Варисов Салауат Варисович

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B070200- Автоматтандыру және басқару

(мамандық шифрі мен аталуы)

Берілген дипломдық жұмысты орындауда манипулятордың құрылымын таңдап басқару жүйесіне сипаттама берілген. Берілген робот объектінің жұмыс аймағында берілген траектория бойынша және берілген жылдамдықпен қозғалуын қамтамасыз етуі үшін кинематиканың тура және кері есебі шешілген. Робот қозғалысының барлық механикасын бақылау үшін, манипулятордың әр буындары SolidWorks бағдарламасында жобаланған.

Манипулятордың басқару жүйесін құру үшін сервожетек таңдалып, құрылымдық сұлбасы құылып Matlab ортасында модельденген.

Сонымен қатар басқару алгоритімі құрылып, PIC16F877 микроконтроллерінің негізінде Proteus ортасында роботтың басқару жүйесі және компьютерлік визуалды моделі жасалынған.

5B070200-«Автоматтандыру және басқару» мамандығының 4 курс студенті Варисов Салауат атты ғылыми жұмысын орындау барысында өзінің ізденімпаздығын, еңбекқорлығын көрсете білді. Алға қойған мақсатқа жету үшін тапсырмаларды өз уақытында орындай білді.

Жалпы дипломдық жұмыс толық деп бағалап, оны орындаушы Варисов Салауат 5B070200- Автоматтандыру және басқару мамандығы бойынша дипломдық жұмысты қорғауға және бакалавр мамандығына лайықты деп санаймын.

Ғылыми жетекші

Автоматтандыру және басқару
кафедрасының сеньор-лекторы, PhD

 Қ. А. Абжапаров
(қолы)

«14» 05 2019 ж.

КІРІСПЕ

Бірнеше қозғалыс дәрежесіне ие, манипулятор түріндегі орындау және өндірістік процесте қозғалу мен басқару функцияларын атқару үшін бағдарламалық басқарудың қайта бағдарламалау құрылғыларынан тұратын тұрақты немесе жылжымалы автоматтық машина өндірістік робот (ӨР) деп аталады.

Өнеркәсіптік робот (ӨР) немесе өнеркәсіптік манипулятор (ӨМ) механикалық қолды білдіреді, оның соңында атқару механизмі бар. Жиі манипуляторлар иық, шынтақ, білек және қылқалам бар адам қолына ұқсас жасалады, бірақ күрделі технологиялық операциялар үшін тағы бірнеше буындар қосылуы мүмкін.

Өнеркәсіптік роботтар түрлі негізгі және қосалқы технологиялық операцияларды орындау процесінде адам еңбегін ауыстыру үшін пайдаланылады. Сондай-ақ, егер робот адам үшін қауіпті еңбек жағдайларында операцияларды орындайтын болса, түрлі дәрежедегі жарақат алу мүмкіндігі болмайды. Манипуляторлар бір типті ұзақ жұмысты жақсы орындайды және адам еңбегінің осы сапасынан асып түседі. Роботтар пайдаланылатын автоматтандырылған өндірістер қайта бағдарламалау жолымен өнімнің кең номенклатурасымен міндеттерді шешуге мүмкіндік береді. Жұмыстың мақсаты роботтың құрылымын әзірлеу, көрнекі моделін құру, басқару жүйесін құру және өнеркәсіптік роботтың макетін басқару алгоритмдерін жазу болып табылады.

Мемлекетіміздің халық шаруашылығының экономикасын көтеруде өнеркәсіпті және өндірістік үрдістерді механикаландыру мен автоматтандырудың маңызы өте зор. Қазіргі кезде еңбек өнімділігін арттыру үшін робототехниканың түрлі үрдістері автоматтандырылудың негізі болып табылады.

Робототехника ғылымы мен техниканың роботтар мен робототехникалық жүйелерді жасауға байланысты тез дамитын саланың бірі болып табылады. Бұл ғылым механика мен кибернетика ғылымының негізінде жаңа сала болып орнықталды.

Бұл ғылымның зерттелетін негізгі объектілерінің бірі болып адамның интеллектуалдық және қозғалыс функцияларын орындайтын әмбебап автомат робот болып табылады. Адамның қозғалыс және интеллектуалдық функцияларын орындау дәрежесіне қарай роботтар да түрлі топтарға жіктелі. Бұл роботтардың ішіндегі маңызды тобына манипуляциялық роботтар жатады. Осы роботтардың жеке түріне жататын өнеркәсіптік роботтардың ерекшеліктері олардың атқару органдарының бар болуы.

1 МАНИПУЛЯТОРЛАРДЫ БАСҚАРУ ЖӘНЕ КОНСТРУКЦИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ ТӘСІЛДЕРІ

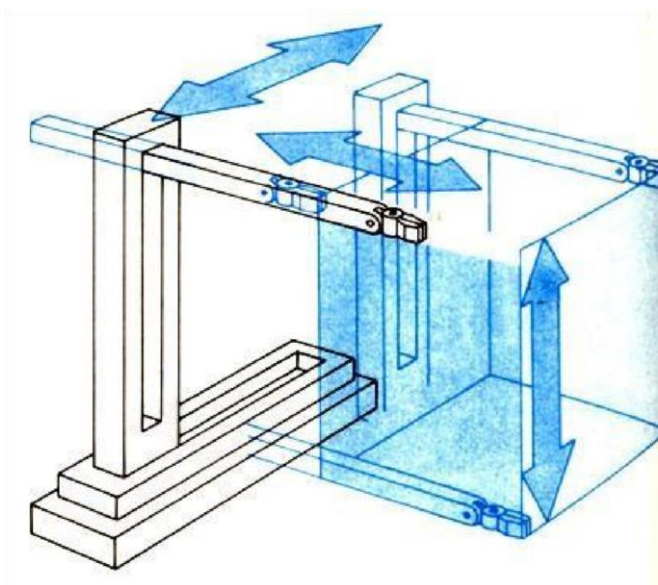
1.1 Өнеркәсіптік манипуляторлардағы координаталар жүйесі

Ең бірінші және басты сұрақ роботты жасау кезінде туындайды - бұл қандай кинематикалық схеманы таңдау және манипулятордың қандай құрылымы болады. Көптеген жағдайларда түрлі операцияларды орындайтын роботтар адам қолдарына ұқсас, олар иық, қол және білек. Осылайша, кинематикалық схема адам қолына өте ұқсас таңдалады.

Қарапайым операциялар үшін ұтқырлықтың екі дәрежесі жеткілікті, бірақ күрделі орын ауыстырулар үшін құралды Робот аймағының кез келген нүктесіне жылжыту үшін ұтқырлықтың үш дәрежеден аса болуы талап етіледі. Әрбір буын, әдетте, жеке жетекті басқарады, соның нәтижесінде атқарушы орган әрбір буынды басқару арқылы қажетті аймаққа жылжытылады. Заманауи роботтар пневматикалық, гидравликалық және электромеханикалық жетектермен жабдықталған.

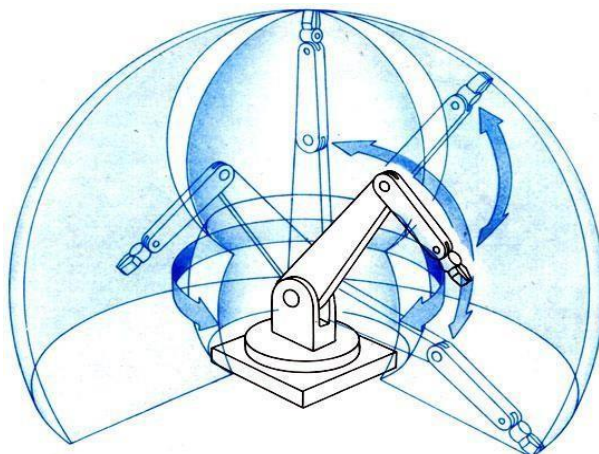
Кинематикалық сызбалардың көптеген түрлері бар, бірақ ең көп таралған төрт сызба:

Декарттық координаттар жүйесі. Мұндай жүйе басқаруда қарапайым және жоғары дәлдікке ие, робот негізгі осьтердің бойымен тура жылжиды. Атқарушы орган жоғары-төмен жылжиды. Мұндай роботтар негізінен көлденең жазықтықта элементтерді орналастыру үшін қолданылады 1.1-суретте роботтың осы түрі көрсетілген.



1.1 Сурет –Декарт координаттар жүйесі

Координаттардың сфералық жүйесі. Сфералық жүйе жұмыс аймағын сфера түрінде ұсынады, осылайша әмбебап және үздік техникалық мүмкіндіктерге ие. Бірақ мұндай кинематикалық схема алдыңғыдан қиын және бағдарламалауда қиындықтар туындайды. Осындай схемамен атқарушы орган неғұрлым күрделі траекториямен қозғала алады және де бояу, түрлі жабындарды күрделі формаларға салу үшін пайдаланылуы мүмкін. 1.2-суретте осы манипулятор түрі көрсетілген.



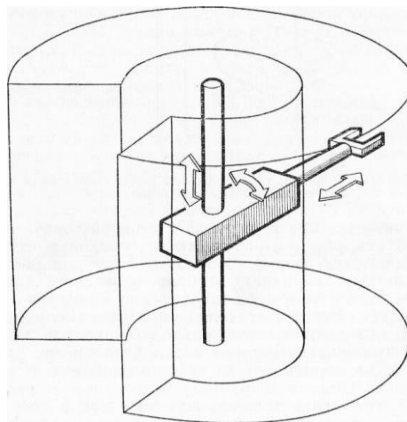
1.2 Сурет – Координаттардың сфералық жүйесі

Координаттардың бұрыштық жүйесі. Ең күрделі, бірақ әмбебап-бұрыштық немесе бұрыштық координаттар жүйесі. Ол өте күрделі кинематикаға ие. Манипулятордың буындары топсалармен қосылған. Мұндай робот күрделі кедергілерді айналып өтеді, жиналуға мүмкіндігі бар. Бірақ дайындау мен басқаруда өте күрделі. Манипулятордың бұл түрі 1.3-суретте көрсетілген.



1.3 Сурет – Координаттарының бұрыштық жүйесі бар манипулятор

Цилиндрлік координаталар жүйесі. Жұмыс аймағы - қуыс цилиндр. Цилиндрлік жүйеде жұмыс істейтін манипулятор, ол өз осінің айналасында айнала алады, сол арқылы жұмыс аймағын ұлғайтады. Мұндай кинематикалық сызба қозғалу үшін үлкен манипуляциялар ұсынбайды. 1.4-суретте схеманың осы түрі көрсетілген.



1.4 Сурет – Координаттардың цилиндрлік жүйесі.

1.2 Өнеркәсіптік роботтарды жіктеу

Әртүрлі заманауи өндірістерде қолданылатын роботтардың әртүрлі сындарлы шешімдері бар. Манипуляторлардың неғұрлым егжей-тегжейлі жіктемесін қарастырайық.

Әмбебаптылығына байланысты үш түрге бөлінеді:

- әмбебап - қайта бағдарламалау және жұмыс органын өзгерту мүмкіндігімен ерекшеленеді. Әр түрлі жабдықтармен жұмыс істейді; мамандандырылған - бір түрдегі тағайындалған операцияларды орындау үшін арналған. Дәнекерлеу және сырлау кәсіпорындарында кеңінен қолданылады;
- арнайы - қатаң бағдарлама бойынша жұмыс істейді. Ұтқырлықтың аз дәрежесі ие және адамнан асып түсетін қарапайым монотонды жұмысты орындайды.

Конструкциясы бойынша:

- жетек түрі бойынша ажыратылады (пневматикалық, электрлік, гидравликалық); жүк көтергіштігі (аса жеңіл-килограмға дейін, жеңіл-10 кг дейін, орта- 200 кг - ға дейін, ауыр-1000 кг-ға дейін, аса ауыр - 1000 кг-нан жоғары); жылжымалы (стационарлық немесе жылжымалы);
- координаттар жүйесі бойынша (тікбұрышты, цилиндрлік, сферикалық, бұрыштық).

Жылдамдығы бойынша:

- баяу 0.5 м/с дейін;
- орташа 1 м / с дейін;
- жылдам 1 м/с жоғары.

Басқару тәсілі бойынша:

- бағдарламалық басқару;
- адаптивті басқару;
- зияткерлік басқару.

Әзірленетін робот келесі параметрлерге ие болады:

- әмбебап, атқарушы органды ауыстыру мүмкіндігі
- бар; жетектің электрлік түрі; аса жеңіл жүк
- көтергіштігі; координаттардың сфералық жүйесі;
- тұрақты; басқарудың бағдарламалық тәсілі; орташа жылдамдық.
-
-

1.3 Өнеркәсіптік манипуляторлардың жұмыс режимдері

Манипуляторлар арнайы бағдарламалық қамтамасыз етумен басқарылады, ол алдын ала анықталған есептеулер (аналитикалық бағдарламалау) негізінде немесе оқыту (оператор командаларын есте сақтау) арқылы әзірленеді. Бағдарламалау кезінде мәндер атқарушы элементтің қозғалыс траекториясының соңғы нүктесі және бүкіл қозғалыс жолы ретінде анықталуы мүмкін. Программалаудың тағы бір тәсілі бар ол жасанды интеллект элементтерін роботтың түпкі мақсаты ретінде пайдалану және машинада оған қол жеткізудің өз әдісін (қозғалыс траекториясы) әзірлеу қажет. Бағдарлама деректерді тасымалдаушыға, перфорацияланған таспаға немесе перфокартаға және оптикалық дискілерге жазылуы мүмкін. Роботтар қатты, икемді-бейімделетін және қайта бағдарламаланған.

Сондай-ақ, кейіннен қайта бағдарламалауға жатпайтын, қайта бағдарламаланатын және қатаң бағдарламаланатын роботталған манипуляторлар (автооператор) бар. Қатты бағдарламалау жады командасына енгізілген монотонды роботталған тізбекті іске асыруды қамтиды. Қоршаған орта детерминацияланған (уақыт бойынша болжанатын өзгерістер), тұрақты және біркелкі (өзгертілмейді немесе өзгерістер алдын ала белгілі және беріледі) болып саналады. Мұндай шарттар, мысалы, массаға, сериялық өндіріске немесе бірқатар ұқсас өнімдерге жатады. Командаларды орындау реті тұрақты немесе алдын ала анықталған функцияда өзгереді. Кейбір жағдайларда функция әртүрлі датчиктердің болуын болжайтын роботтың сыртқы немесе ішкі басқарылатын ортасының мәндеріне байланысты. Адаптивті бағдарламалық робот бірнеше бағдарламалардың жиынтығы болып табылады, олардың бірі негізгі (бағдарламаланатын қатты роботтардың ұқсас бағдарламасы), ал қалған бөлігі - сыртқы орта өзгерген жағдайда борттық компьютерді басқаратын екінші дәрежелі. Бұл жағдайда атқарушы тетікті тікелей басқаруға арналған

бағдарламалар мазмұнының негізгі командаларына қосымша құрылғы қиындықтарға тап болған кезде қосалқы бағдарламаларды немесе кіші бағдарламаларды қосу рәсімі болады. Орта уақытпен өзгереді деп болжанады, бірақ мұндай өзгерістердің саны шектеулі және алдын ала болжанады. Кез келген мүмкін болатын өзгерістер есептелген алгоритмде болады, ол алдын ала қиындықтарды жеңу үшін жасалады. Қоршаған ортадағы өзгерістер туралы ақпарат алу үшін бейне қолданбасымен қоса, датчиктер жиынтығы пайдаланылады. Сондықтан, бұл тетіктерді біз жиі "көз-қол" деп атаймыз. Тұрақты орындалатын нұсқаулықтар қажет болған жағдайда қоршаған ортаның әр түрлі жағдайларында әрекет ете алады.

Икемді-бағдарламаланатын өнеркәсіптік роботтар ең тәуелсіз, бірақ күрделі. Олардың бағдарламалық қамтамасыз етуі сыртқы әлемнің математикалық моделін, сондай-ақ келіп түсетін ақпаратты талдау жүйесін (қысым датчиктерімен, бейнекамерамен, дыбыстық датчиктермен және т.б.) ұсынады. Бағдарлама өз бетінше өз шешімдерін қабылдауы керек, адам тек соңғы мақсат қояды. Бастапқы кезеңдерде оператордың көмегімен, өзін-өзі оқыту жүйесі жағдайында. Икемді "жасанды интеллект" үшін бағдарламаланатын машиналар, роботтардың классикалық түрлері бірінші, екінші және үшінші буынға жатады. Биотехникалық жүйелер жағдайында (манипуляторлармен басқарылатын) бағдарламалық қамтамасыз ету блоктан аналогтық немесе сандық сигнал диспетчері басқару және оларды атқару механизмі үшін түсінікті командалар ретінде түрлендіреді. Роботтың қандай түрі болсын (биотехнологиялық немесе автоматты) олардың арасындағы адам диалогы сөзсіз. Бұл батырманы және иінтіректі басқару туралы айтпағанда, мәтіндік хабарламалар және тіпті командалар түрінде объектілі-бағытталған тілде болуы мүмкін.

Бағдарлама сандық код (сандық басқару, СББ), аналогтық сигналдар (АББ), аралас немесе тізбекті операциялар сериясы түрінде ұсынылады. Заманауи роботтар әрдайым СББ-дан жасалады. ЦББ-мен заманауи манипуляторлар, әдетте, 10-50 операция транзакциясының көлеміне есептелген. Робот позициялаушы нүктелердің аз саны бар қозғалыстардың шектеулі санын жасаған жағдайда, ал операция қысқа уақытты алады (бірінші Роботтар түрі). Егер мүмкін қозғалыстар саны, позициялау нүктелері айтарлықтай болса, ал операция салыстырмалы ұзақ уақытты талап етсе, онда позициялық бақылау қолданылады (екінші түрі).

Ақырында, қозғалыс кезінде берілген жылдамдықпен берілген маршрут бойынша, басқарудың бағдарламалық сұлбасын пайдалана отырып қозғалса (үшінші түрі). Басқару бағдарламалық қамтамасыз ету жұмыс денесінің позициялық орналасуын оның траекториясын ұстанбай бақылайды. Контурлық басқару - дайын өнімді тиімді бақылаусыз қозғалысты бақылау.

Бейімделу тетіктері тек контурмен және басқару ережесімен болады. Көп жағдайда басқару жүйесі өндірістік роботтың (манипулятор, кран) механикалық жүйесінен физикалық түрде жойылады. Бұл жабдықтың мүмкіндіктерін

біртіндеп жаңғырту үшін, сондай-ақ манипуляторды басқару үшін немесе адам үшін қолайсыз жағдайларда қатысу кезінде қашықтағы консольдің көмегімен оның мінез-құлқын түзету үшін жасалады.

2 МАНИПУЛЯТОРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫН ӘЗІРЛЕУ

2.1 Әзірленетін роботқа қойылатын талаптар

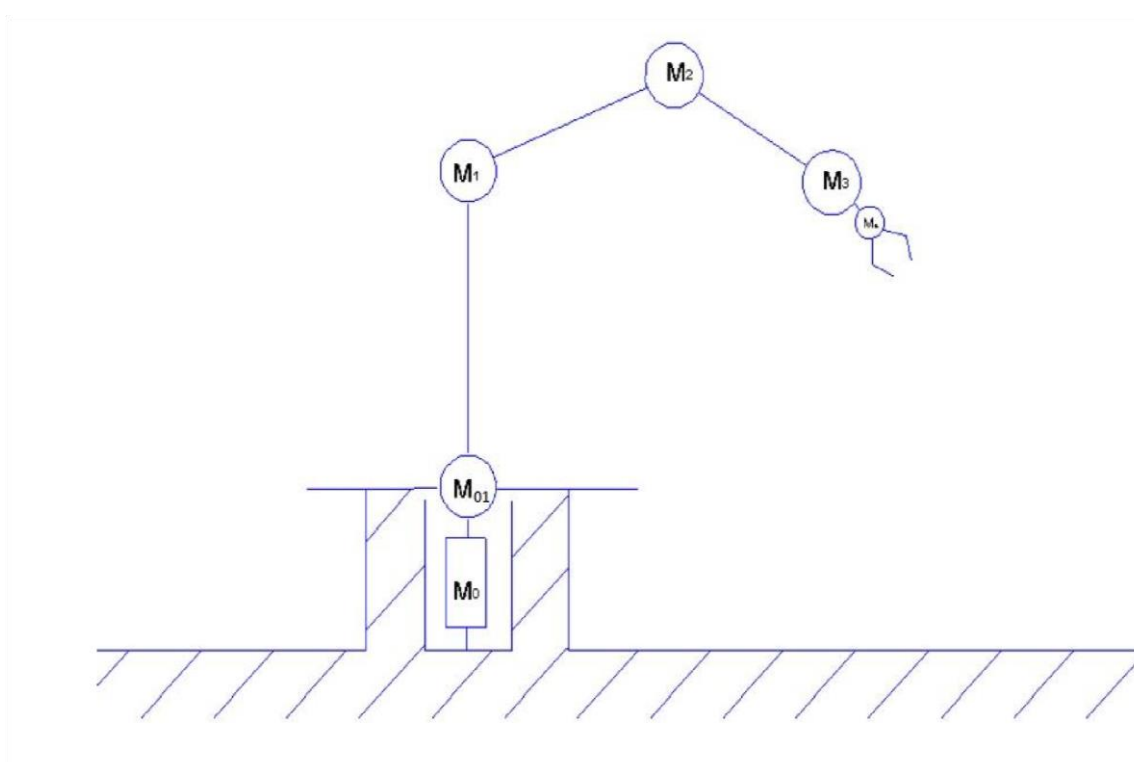
Әзірленетін манипулятордың мүмкіндігінше үлкен қызмет көрсету аймағы болуы тиіс, осылайша бұрылыс негізі де болады.

Затты басып алудың ең үлкен қашықтығы бір жарым метрге жетуі тиіс.

Атқару құралында диаметрі 10 см-ге жететін заттарды жылжытуға арналған қармауыш болуы тиіс.

2.2 Манипулятор құру схемасын таңдау

Затпен манипуляциялау мүмкіндігі, 2.1-суретте көрсетілген кинематикалық сызбамен анықталады.



2.1 Сурет _ Манипулятордың кинематикалық сызбасы

Алынған схема, роботтың өңделетін макеті координаттардың сфералық жүйесінде қозғалатынын көрсетеді, өйткені буындардың қозғалысы бұрыштық бұрылыстар есебінен жүреді. Мұндай жүйе кеңінен қолданылады және ең үлкен жұмыс аймағын қамтамасыз ете алады.

Робот өзінің мақсаты бойынша объектінің жұмыс аймағында берілген траектория бойынша және берілген жылдамдықпен қозғалуын қамтамасыз етуі тиіс. Осы талаптарды жақсы орындау үшін манипулятордың барынша көп еркіндік дәрежесі болуы тиіс, олардың мінсіз нұсқасында алтау болуы керек. Алайда, алты еркіндік дәрежесі бар роботтар дайындауда да, басқаруда да күрделі, сондықтан әдетте қарапайым конструкцияларды қолданады. Әзірленетін роботта бес еркіндік дәрежесі іске асырылады, бұл үлкен жұмыс аймағын қамтамасыз етеді және конструкцияны қиындатпайды.

Дайындау үшін алюминий немесе түрлі полимерлер сияқты жеңіл металдарды қолдануға болады. Фанераны пайдалану туралы шешім қабылданды, өйткені ол жеңіл, арзан және оңай өңдеуге болады. 30 және 20 см буындардың жұмыс ұзындығы кезінде олардың салмағы тек 230 грамм. Негізі және басқа буындары фанерадан жасалған. Негізінде тұрған қозғалтқышқа жүктемені төмендету және негіз бен буындар арасындағы үйкелісті азайту үшін бір қатарлы тіректі мойынтіректерді қолданған. Негізі жақсы тұрақтылық үшін алаңға бекітіледі.

Барлық буындар, бұрылу және басып алу үшін күші 18.5 кг*см болатын күкіртті қозғалтқышты пайдаланған кезде, робот салмағы 500 граммға дейінгі жүктерді бүкіл жұмыс аймағы бойынша жылжыта алады.

Буындардың қозғалысы үшін әр түрлі күкіртті қозғалтқыштар қолданылады, бұл конструкцияда сандық қозғалтқыштар пайдаланылады, олар аналогтыдан асып түседі. Сандық қозғалтқыштардың аналогтыға қарағанда екі оң сапасы бар:

- жоғары айналу жылдамдығы;
- үлкен айналу сәттері.

Үлкен салмағы мен өлшем параметрлері бар қадамдық қозғалтқыштармен салыстырғанда, күкіртті қозғалтқыштар моментті жоғалтпай үлкен жылдамдықпен жұмыс істейді және берілген дәлдікті қамтамасыз етеді, өйткені жағдайы бойынша кері байланысқа ие.

2.3 Кинематиканың тура және кері есебін шешу

Бірінші дәрежелі қозғалыстардың координаталар жүйесі және ӨР кинематикалық сызбасы жылжымалы дәрежелер санын азайту арқылы таңдалады. Таңдау жұмыс аймағының өлшемімен, нысанымен және роботталған позициялардың санымен анықталады.

ӨМ кинематикалық тізбектері:

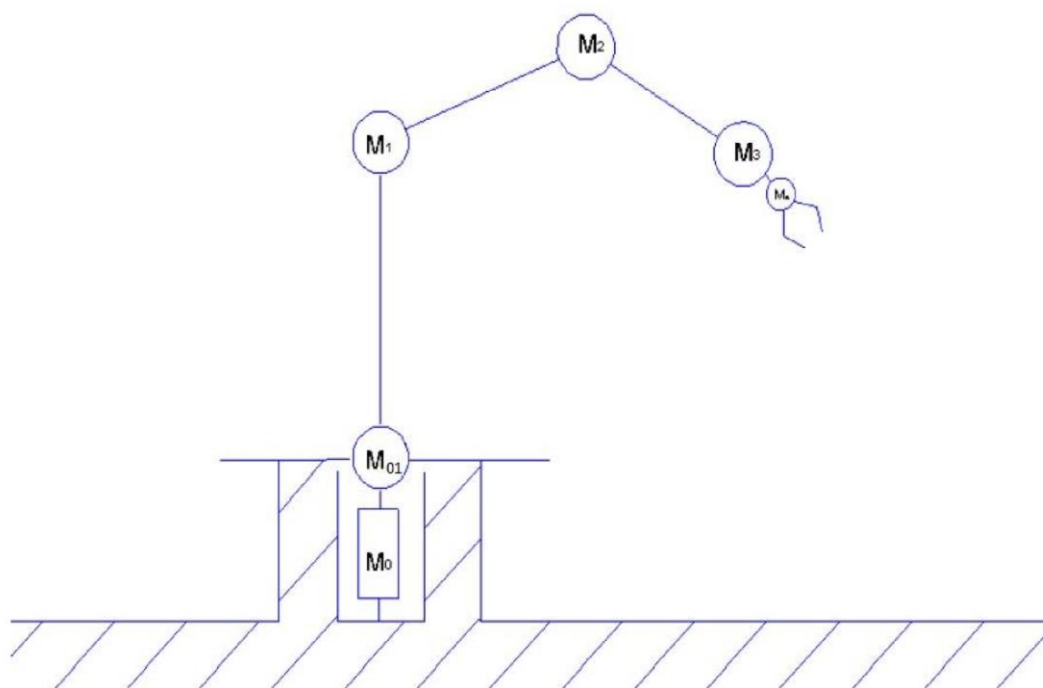
- тәсілдеудің технологиялық қажетті мүмкіндігін қамтамасыз ету және бағдарлаушы орын ауыстыруларды орындау ;
- кинематикалық тізбектердің өзара жылжуын қанағаттандыру;
- жұмыс істеп тұрған жүктемелердің әрекетімен қозғалысты қамтамасыз ету;
- қозғалтқыш үшін төмендеу буындарын теңдестіру.

Есептерді қою және есептеу үшін манипулятордың кинематикалық сызбасы жасалады, сызбаның негізіне барлық буындардың геометриялық өлшемдері, сондай – ақ кинематикалық будың түрлері, саны және таралуы кіреді.

Өнеркәсіптік манипулятор бір-біріне кинематикалық бу арқылы қосылатын ашық кинематикалық тізбек. Әдетте, бұл бесінші класты бір жылжымалы кинематикалық жұп – айналмалы немесе үдемелі [11].

Кеңістіктегі кинематикалық тізбектің орналасуы кинематикалық жұптардағы салыстырмалы орын ауыстыруларды сипаттайтын g ($i=1,2,3...n$) жалпыланған координаттарының көмегімен анықталады.

Салыстырмалы ережелерді анықтау манипуляторлардың ережелері туралы тура есеп көмегімен жүзеге асырылады. Шешім кезінде манипулятордың жұмыс кеңістігінің және жұмыс аймағының геометриялық сипаттамалары, z_i қателігінің дәлдік сипаттамалары, z_j қысқышының координаттары, кинематикалық жұптардағы салыстырмалы орын ауыстыруларды өңдеу, қызметтік сипаттамалар кинематикалық жұптардағы g_i ($i=1,2,...N$) берілген салыстырмалы орын ауыстырулар бойынша манипулятордың жұмыс органы мен буындарының жағдайын есептейді. 2.2 суретте құрылатын өнеркәсіптік манипулятордың кинематикалық схемасы көрсетілген.



2.2 Сурет _ Манипулятордың кинематикалық схемасы

Манипулятордың жағдайы туралы кері есепті шеше отырып, манипулятордың жалпыланған координаттарын (gi) анықтайды. Кері және тура есепті шешу арқылы басқа да кинематикалық сипаттамалар шешіледі.

Қозғалтқыштары жалпы моторлы блокта орналасқан ӨР кинематикалық тізбектердің өзара әсерін жою i-буынның n-буынындағы бұрылуы мен i-ші бұрышқа тиісті қозғалтқыш білігінің бұрылуы арасындағы өзара сәйкестікті қамтамасыз ету болып табылады.

Құрылған манипулятор координаталардың сфералық жүйесінде жұмыс істейді. Координаттардың сфералық жүйесі толық сфераны (немесе оның бір бөлігін) білдіретін аймақта ӨР-дың орын ауыстыруына мүмкіндік береді. Осы координаттар жүйесінде жұмыс істейтін роботтар жоғарыда сипатталғандармен салыстырғанда универсалдылыққа да, технологиялық мүмкіндіктерге де ие. Бірақ олар қарастырылғандардан гөрі конструктивті түрде күрделі, бұл ретте оларды бағдарламалау және қайта бағдарламалау кезінде қиындықтар туындайды. Координаттардың сфералық жүйесінде жұмыс істейтін роботтар анағұрлым ықшам, едәуір жұмыс аймағы бар және икемді. Бұдан басқа, өндіріс заттарын неғұрлым күрделі траекториялар бойынша жылжыта алады және жабындарды жағу, герметизациялау, құрастыру және т. б. үшін технологиялық роботтар ретінде пайдаланылады.

Есептік кинематикалық схеманың жалпыланған координаттары.

КТЕ-кинематиканың тура есебі. КТЕ құралдың есептік нүктесінің орналасу векторын табу және оның белгілі кинематикалық схема механизм және жалпыланған координаттар векторы бойынша координаталардың кейбір технологиялық жүйесінде бағдарлануынан тұрады.

ККЕ-кинематиканың кері есебі. ККЕ берілген кинематикалық схема бойынша механизмнің жалпыланған координаттарының векторларын және берілген координаттардың технологиялық жүйесіндегі құралдың орналасуы мен бағдарын табудан тұрады.

Ереже және бағдар векторы алты өлшемді:

$$x = [\varphi \theta r \alpha \beta \gamma]^T, \quad (2.1)$$

ал жалпыланған координаталардың векторы q:

$$q = [q_1 q_2 q_3 q_4 q_5 q_6]^T, \quad (2.2)$$

мұндағы жалпыланған координаттар векторы деп, n айнымалыдан тұратын векторды атайды.

мұндағы n – еркіндік дәрежелерінің саны.

(2.26) сәйкес [1] жалпыланған координаттарды сызықтық түрлендіруді орындау керек:

$$q_i = k_i * q_i + a_i, \text{ мұндағы } i = (1,2,3,4,5,6), \quad (2.3)$$

мұндағы k_i – қозғалтқыштың және оның байланысын анықтайтын масштабты коэффициент;

a_i – олардың кинематикалық сызбасының қолда бар жалпыланған координатын есептеудің басталуына қатысты есептеу басталуының ығысуы.

2.2 суретте тура кинематикасы қарастырылатын атқару механизмінің кинематикалық сұлбасы көрсетілген. 2.2 сурет және (2.3) алгоритм негізінде, жалпыланған параметрлердің кестесін құрастырамыз 1-кесте.

1 Кесте – Жалпыланған параметрлер

Манипулятордың буындарының координаталар жүйесінің параметрлері				
Біріктіру i	a_i	d_i	α_i	θ_i
1	0	0	90	θ_1
2	0	0	90	θ_1
3	0	0	90	θ_2
4	0	0	90	θ_3
5	0	0	90	θ_3

Тура кинематикалық есепті шешу үшін, Денавит – Хартенбергтің өзгеруі, A_i матрицасын i -ші біріктіру үшін аламыз

$$A_i = \begin{bmatrix} Cq_i & -Sq_i C\alpha_i & Sq_i S\alpha_i & a_i Cq_i \\ Sq_i & Cq_i C\alpha_i & -Cq_i S\alpha_i & a_i Sq_i \\ 0 & S\alpha_i & C\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

мұнда $Cq_i = \cos(q_i)$; $Sq_i = \sin(q_i)$, $i = 1,2\dots6$, A_i ($A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$)

$$A_1 = \begin{bmatrix} Cq_1 & 0 & -Sq_1 & 0 \\ Sq_1 & 0 & Cq_1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Z_0 осінің айналасында айналуы.

$$A_2 = \begin{bmatrix} Cq_2 & 0 & -Sq_2 & 0 \\ Sq_2 & 0 & Cq_2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Z₁ осінің айналасында айналуы.

$$A_3 = \begin{bmatrix} Cq_2 & 0 & -Sq_2 & 0 \\ Sq_2 & 0 & Cq_2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Z₂ осінің айналасында айналуы.

$$A_4 = \begin{bmatrix} Cq_4 & 0 & -Sq_4 & 0 \\ Sq_4 & 0 & Cq_4 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Z₃ осінің айналасында айналуы.

$$A_5 = \begin{bmatrix} Cq_5 & 0 & -Sq_5 & 0 \\ Sq_5 & 0 & Cq_5 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Z₄ осінің айналасында айналуы.

$$A_6 = \begin{bmatrix} Cq_6 & -Sq_6 & 0 & 0 \\ Sq_6 & Cq_6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

Z₅ осінің айналасында айналуы.

Манипулятордың есептік нүктесінің орналасу матрицасын аламыз, келесі өрнек қолданамыз:

$T = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 \cdot A_6$. T матрицасының түрі мынадай:

$$T = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (11)$$

Көбейту нәтижесінде алынған T матрицасының элементтері:

$$\begin{aligned} n_x &= Cq_6(Cq_5(Cq_4Cq_1Cq_2 + Sq_1Sq_4) + Cq_1Sq_2Sq_5) - Cq_6(Cq_4Sq_1 - Sq_4Cq_1Cq_2); \\ n_z &= Cq_6(Cq_4Cq_1 - Sq_4Sq_1Cq_2 - Cq_5(Cq_4Cq_2Sq_1 + Sq_4Cq_1) - Sq_1Sq_2Sq_5); \\ n_z &= -Cq_6(Sq_2Sq_4 - Cq_5Cq_4Sq_2 + Cq_2Sq_5); \\ o_x &= -Sq_6(Cq_5(Cq_4Cq_1Cq_2 + Sq_4Sq_1) + Cq_1Sq_2Sq_5) - Cq_6(Cq_4Sq_1 - Sq_4Cq_1Cq_2); \\ o_y &= Sq_6(Cq_5(Cq_4Cq_2Sq_1 + Sq_4Cq_1) - Sq_1Sq_2Sq_5) + Cq_6(Cq_4Cq_1 - Sq_4Cq_2Sq_1); \\ o_z &= Sq_6(Cq_5Cq_3Cq_4 - Cq_2Sq_5) - Cq_6Sq_2Sq_4; \\ a_x &= -Sq_5(Cq_4Cq_1Cq_2 + Sq_4Sq_1) + Cq_1Cq_5Sq_2; \\ a_y &= Sq_1Sq_2Cq_5 + Sq_5(Cq_4Sq_1Cq_2 + Sq_4Cq_1); \\ a_z &= Sq_5Cq_4Sq_2 + Cq_2Cq_5; \\ p_x &= -Cq_1Sq_2d_3; \\ p_y &= -Sq_1Sq_2d_2; \\ p_z &= -d_1 - Cq_2d_3; \end{aligned}$$

$A1 * A2 * A3 * A4 * A5 * A6 = T$ көбейту нәтижесінде T матрицасы алынды, ол координаттар жүйесіндегі қысқаштың жағдайы мен бағдарын белгілейді.

$$T = \begin{bmatrix} S\alpha C\gamma - C\alpha S\beta S\gamma & S\alpha S\gamma + C\alpha S\beta\gamma & C\alpha C\beta & p_x \\ -C\alpha C\gamma - S\alpha S\beta S\gamma & -C\alpha C\gamma + S\alpha S\beta S\gamma & -S\alpha C\beta & p_y \\ -C\beta C\gamma & C\beta C\gamma & S\beta & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (12)$$

Эйлер бұрыштарын есептеу үшін жазамыз:

$$\begin{aligned} R_x(\alpha) &= \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) \\ 0 & \sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{vmatrix} \\ R_z(\gamma) &= \begin{vmatrix} \cos(\gamma) & -\sin(\gamma) \\ \sin(\gamma) & 0 \\ 0 & \cos(\gamma) & 0 \end{vmatrix} \\ R_y(\beta) &= \begin{vmatrix} \cos(\beta) & 0 & \sin(\beta) \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -\cos(\beta) \end{vmatrix} \end{aligned}$$

$$\sin(\beta)$$

(13)

$$R_x(\alpha)R_y(\beta)R_z(\gamma) = \begin{pmatrix} \cos(\beta)\cos(\gamma) & -\sin(\gamma) \cdot \cos(\beta)\sin(\beta) & \sin(\beta)\sin(\gamma) \\ \sin(\beta) \cdot \cos(\alpha) - \cos(\gamma) \cdot \sin(\beta) \cdot \sin(\alpha) & \cos(\gamma) \cdot \cos(\alpha) + \sin(\gamma) \cdot \sin(\beta) \cdot \sin(\alpha) & \cos(\beta)\sin(\alpha) \\ \sin(\alpha) + \cos(\gamma) \cdot \cos(\alpha) \cdot \sin(\beta) & \cos(\gamma) \cdot \sin(\alpha) - \sin(\gamma) \cdot \cos(\alpha) \cdot \sin(\beta) & -\cos(\beta)\cos(\alpha) \end{pmatrix}$$

Салыстырғанда T_6 матрицасын және пайда болған матрицаны аламыз:

$$\beta = \arcsin(a_x)$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{a_z}{-\cos(\beta)}\right)$$

$$\gamma = \arccos\left(\frac{n_x}{\cos(\beta)}\right)$$

(14)

Сондай-ақ T матрицасының бөлігі:

$$p_x = a_2C_1 - d_2S_1 + d_4C_1S_3$$

$$p_y = a_2S_1 + d_2C_1 + d_4S_1S_3$$

$$p_z = d_2C_3$$

(15)

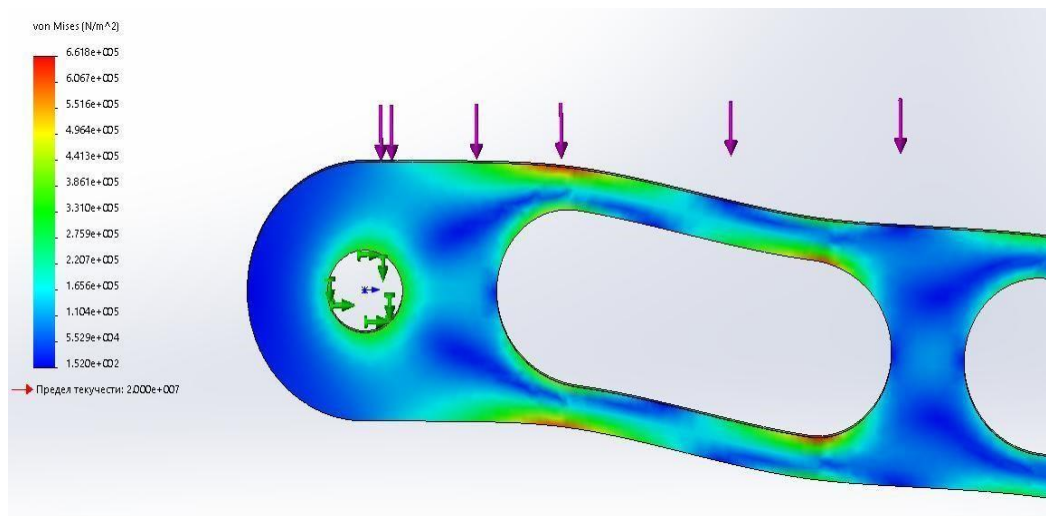
2.4 Буындарды жобалау

3D моделін жасау және манипулятор бөлшектерін жобалау үшін SolidWorks2016 бағдарламасы таңдалды. Бұл бағдарлама өте ыңғайлы, пайдалануға түсінікті. Үш өлшемді модельдерді тұрғызуға және модельдер бойынша одан әрі пайдалану үшін сызбалар жасауға мүмкіндік береді. Сондайақ, созылу мен сыну үшін моделденген бөлшектерді зерттеуге болады. Робот қозғалысының барлық механикасын бақылауға мүмкіндік береді.

Сервоприводтардың корпуста бекітпелері бар, тиісінше буындағы тесіктер бекіткіштермен түсіп, оларды үлкен қаттылық үшін төсемдер арқылы бұрандалармен тартуға болатындай бейнелерді жобалау қажет болды.

Роботтың басты элементтерінің бірі буын болып табылады, оған көптеген талаптар беріледі, ол жеңіл, берік және оңтайлы жалпылық өлшемдері болуы тиіс. Буындарды құрудың бастапқы кезеңінде олардың конструктивті орындалуының көптеген нұсқалары болды. Буын массасын азайтуға тырысу кезінде перфорациялар жасалды. 2.3 суретте беріктік шарттарын қанағаттандырмаған перфорацияланған буыны ұсынылған. Кернеулікке зерттеулер SolidWorks бағдарламасында жүргізілді, бекітудің негізгі нүктесі

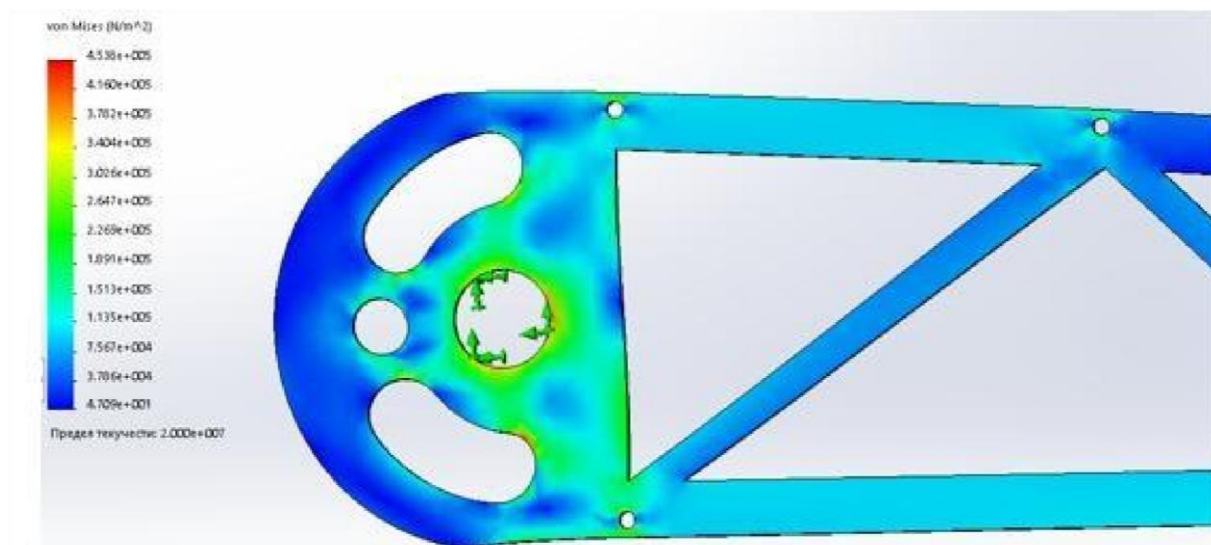
буындарды өзара қосу үшін тесік таңдап алынды. Екі килограммның салмағы буынның соңына қоса беріліп, буынды қабырғасының конструкциясының өзгеруі туралы тиісті нәтижелер болды.



2.3 Сурет –Перфорацияланған буын

Зерттеу бекітілген тесік туралы болды және күш буынның бүкіл бетіне салынды. Диаграммадан көрініп тұрғандай бекітілген тесіктің әлсіз жерлері бар, ал буын перфорация орындарында деформацияланады және қажетті жүктемені шығара алмайды.

Ферма түрінде перфорациясы бар буындарды құру туралы шешім қабылданды, 2.4 суретте осы буынның зерттеулері көрсетілген.



2.4 Сурет _Фермалардың құрылымы

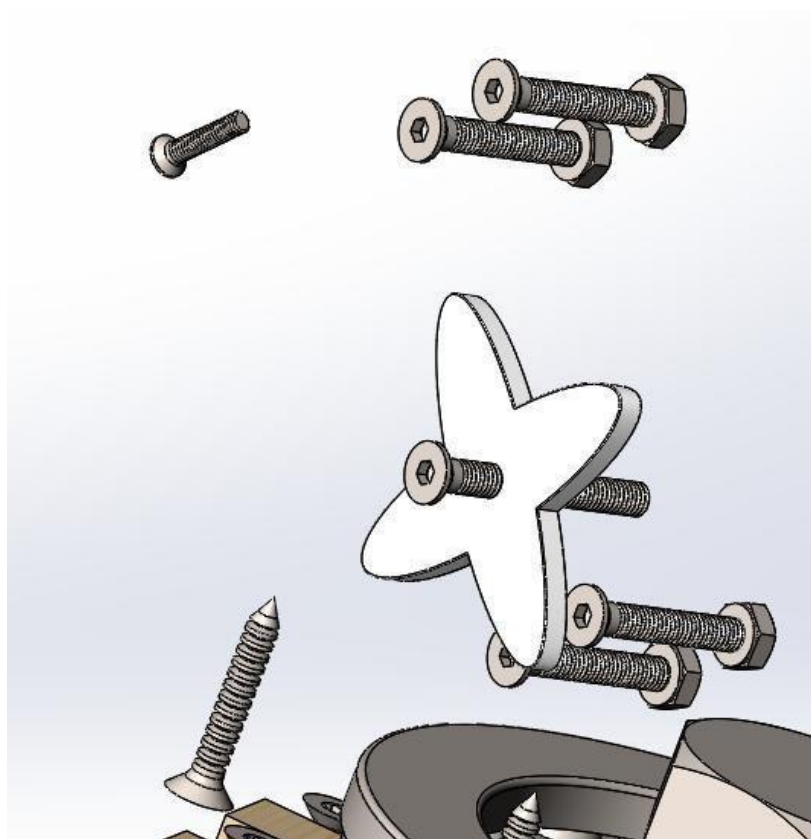
Фермалардың конструкциясы жүктемені жақсы көтереді, аз деформацияланады, бұл перфорацияның ең жақсы нұсқасы. Бүйірлік

жүктемелерге зерттеулер жүргізілген жоқ, себебі буыны фанерадан бір-бірімен жалғасқан екі қабырғадан тұрады және жеткілікті қаттылығы бар.

2.5 Барлық құрылымды құру

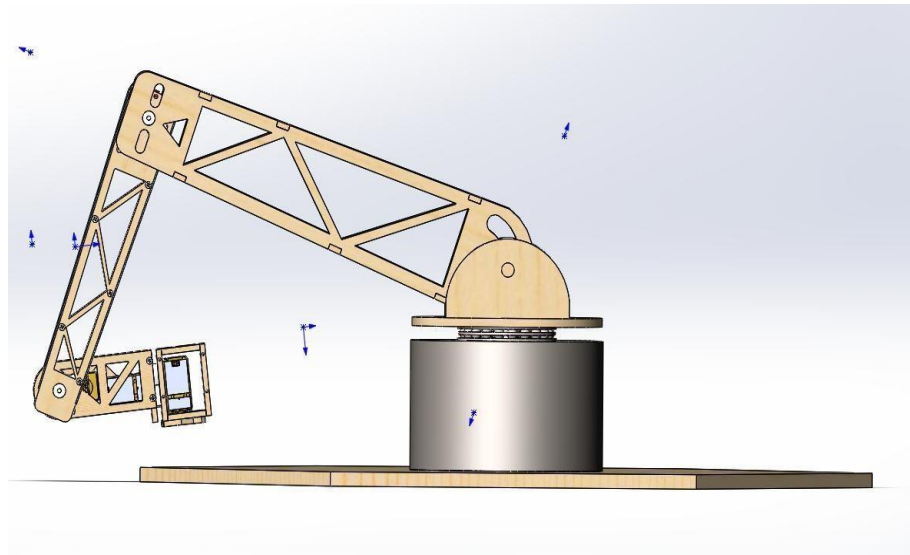
Жобаланған бөлшектерді пайдалана отырып, робот макетін құрастыру кезінде барлық кемшіліктерді ескеру үшін барлық бекітпелері бар манипулятордың моделі жиналды.

Модельді құрастыру кезінде бөлшектерді қосу кезінде түрлі проблемалар пайда болды. Қозғалтқыштарға арналған бекіткіштер (тербелме деп аталатын) үш өлшемді түрде орындалған. Барлық тесіктерді кейіннен барлығын қолмен бұрғыламайтындай етіп орналастыру қажет болды. Бөлшектерді қосу үшін бекіткіштер 2.5 суретте көрсетілген SolidWorks кітапханасынан алынды.



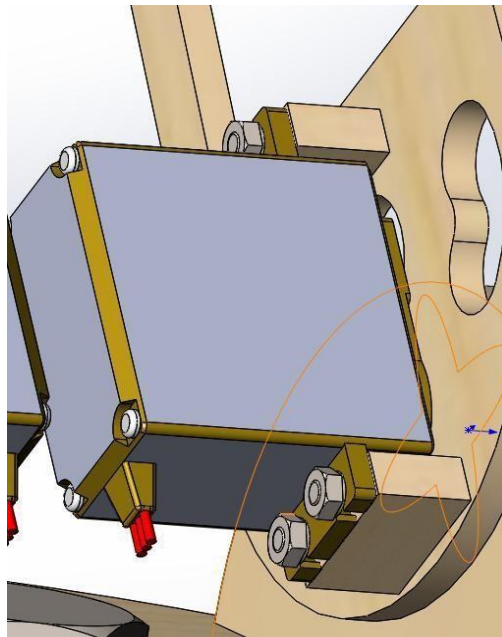
2.5 Сурет – SolidWorks кітапханасын бекіту

Буындардың ұзындығы жұмыс аймағы мүмкіндігінше көп болатындай етіп іріктелді. Сондай-ақ, күкіртсутектің ең үлкен бұрышына байланысты. 2.6 суретте жұмыстың максималды бүктелуі көрінеді.



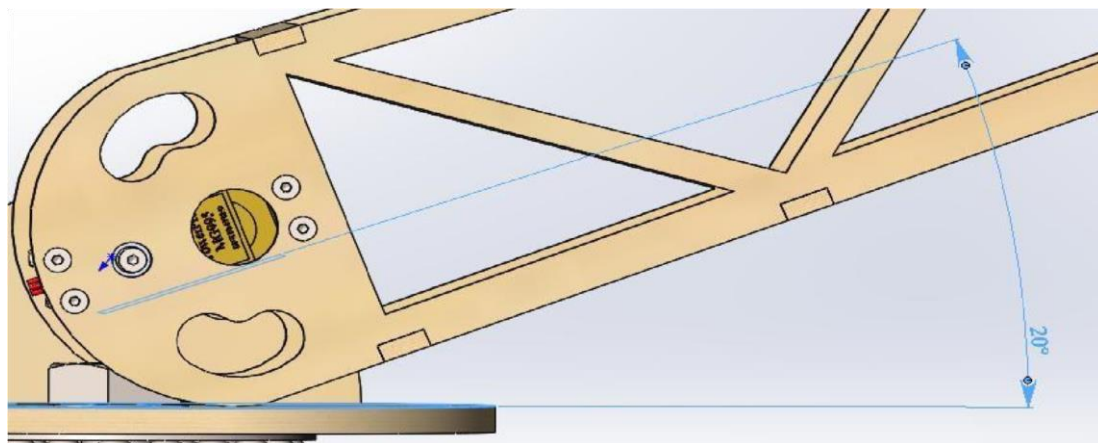
2.6 Сурет – Жұмыстың максималды бүктелуі

Қозғалтқыш білігі мен буындардың сәйкес келуі үшін буындар мен стандартты бекіткіш арасындағы төсемдер, сондай-ақ фанерадан жасалған, төсемдер де қозғалтқышқа қаттылық береді және мүмкін болатын люфттарды болдырмайды. 2.7 суретте бекіткіш үшін төсемдер бар.



2.7 Сурет – Жақсы қосылу үшін төсемдер

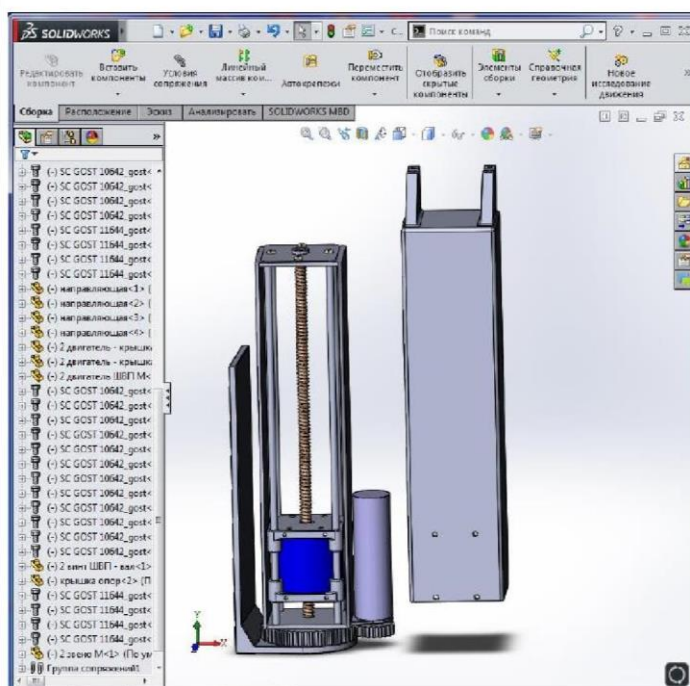
Үшөлшемді модель жасалғаннан кейін, әрбір буынды ауытқудың ең жоғарғы бұрыштарын көруге болады. Негізге бекітілетін бірінші буын тік оське қатысты ауытқу бұрышы 70 градусқа тең. 2.8 суретте ауытқудың ең үлкен бұрышы көрсетілген.



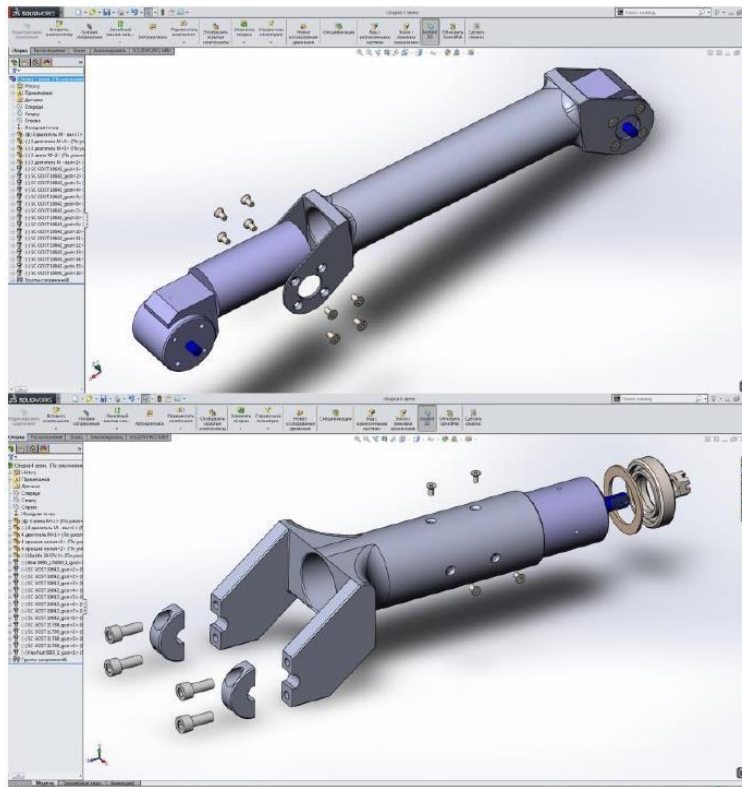
2.8 Сурет _ Бірінші буын ауытқуының ең жоғары бұрышы

Көлденең жазықтыққа қатысты 20 градуста қисайған кезде, буын негізге тіреледі, тиісінше одан әрі қозғалыс мүмкін емес. Мұндай жағдай тік осьтен 50 см қашықтыққа жету үшін жеткілікті. Қалған буындар көршілес 90 градуска ауытқиды.

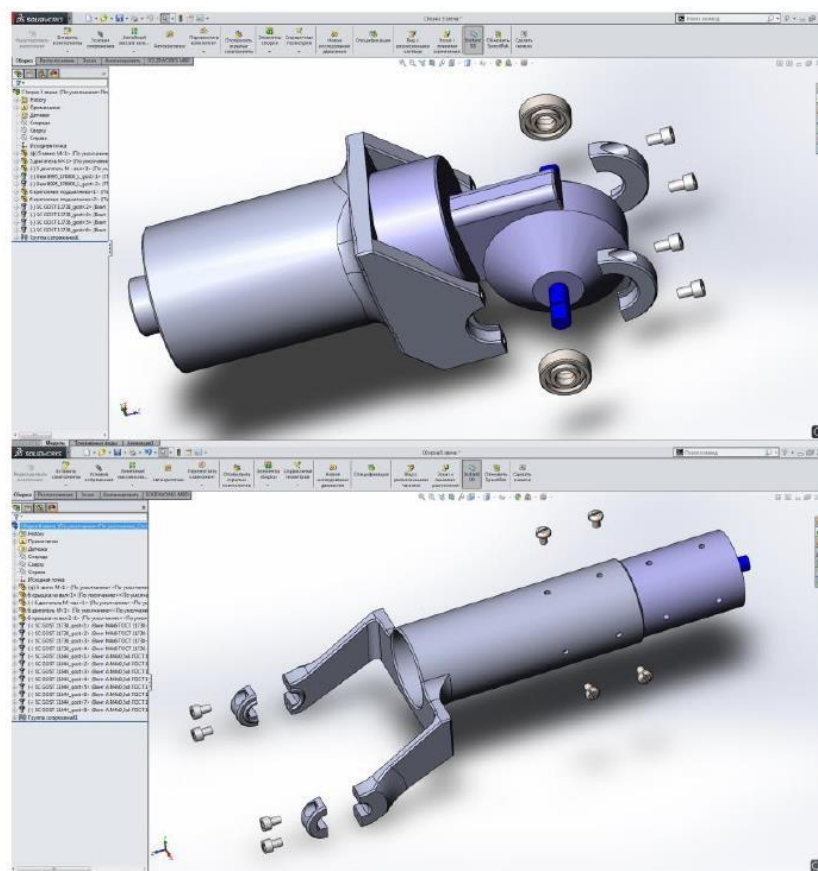
Модельдеу нәтижелерін ескере отырып, SolidWorks ортасында көп буынды манипуляторды жобалау орындалады



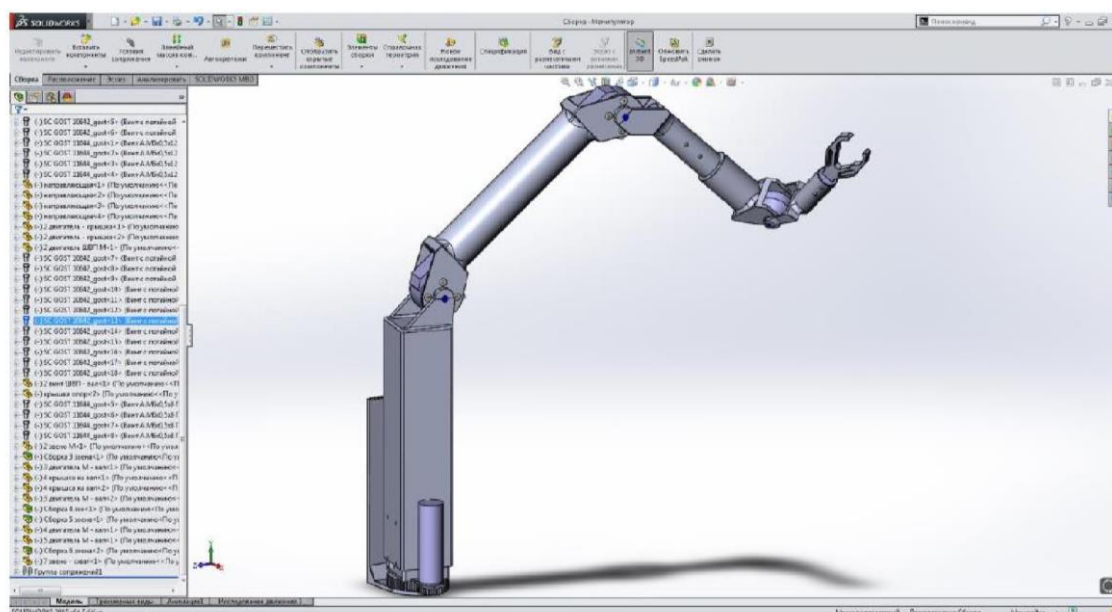
2.9 Сурет – SolidWorks ортасында 1 және 2 буынның 3D моделі



2.10 Сурет – SolidWorks ортасында 3 және 4-буынның 3D моделі



2.11 Сурет – SolidWorks ортасында 5 және 6-буынның 3D моделі



2.12 Сурет – SolidWorks ортасында Манипулятордың жалпы 3D моделі 3 БАСҚАРУ АЛГОРИТМДЕРІ ЖӘНЕ МАНИПУЛЯТОР КЕШЕНІН ӨЗІРЛЕУ

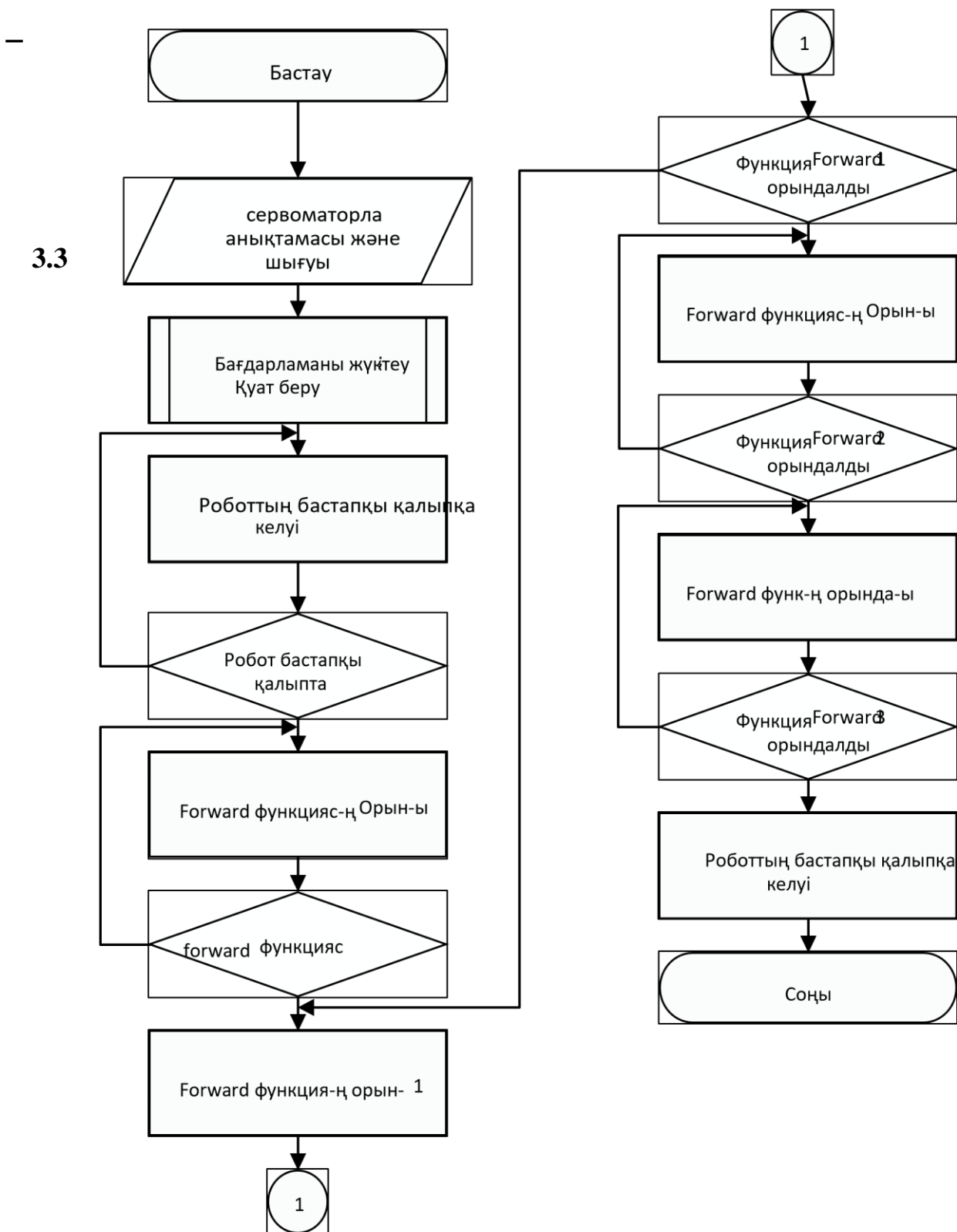
3.1 Түсіру мен көтеру алгоритмі

Манипулятор қозғалтқышпен затты алады, оны көлденең жазықтықтан бірнеше сантиметрге көтереді, 180 градусқа айналдырады және оны алған жерге қояды. Бағдарламаны жүктеу кезінде робот бастапқы тік жағдайға шығады, ол жерден бағдарламаны орындауды бастайды. Нысан манипуляциясы тік жазықтықта жүреді. 3.1 суретте бағдарламаны орындау алгоритмін ұсыну үшін блок сұлбасы көрсетілген. А қосымшасында бағдарлама коды бар.

3.2 Жылжыту алгоритмі

Қозғалыс алгоритмі барлық буындар мен ауыспалы қозғалтқыштарды іске қосады. Жасалған алгоритм объектіні бір нүктеден басқа жазықтықта жылжытуды орындайды. Манипулятор бастапқы жағдайда болады. Нысан манипулятордың тік осінен 10 см қашықтықта орналасқан, робот барлық буындарды ығыстыру арқылы қалыптасады, затты ұстап алады және оны қисық сызықты траектория бойынша берілген нүктеге апарды. Қозғалтқыштағы манипулятордың едәуір салмағы және жүктің салмағы болғандықтан, өз осінің айналасында бұрылғанда қажетті нүктеге қозғалысты қиындататын айтарлықтай инерция болады. Бұл мәселенің шешімі 50 мс-тта уақытша кідіріспен қысқа импульстер беру арқылы қабылданды. Бұл кідіріс барлық процесті тежемейді және қозғалыс тегіс және дәл түсу болады. Бағдарлама коды Б қосымшасында орналасқан.

Қозғалыстарды екі жолмен қоюға болады: градустарда және микросекундтарда. Градустарда қою әлдеқайда ыңғайлы және түсінікті, бірақ үлкен қателіктермен манипулятор оларды өндейді. Микросекундтарда үлкен дәлдікке мән беріледі, 180 градусқа диапазон 2000 мс болып табылады. 0.2 градус су қозғалтқышын жұмыс істей алатын ең аз бұрыш шығады.



3.1 Сурет Алгоритм сызбасы.

Сервожетек таңдау

Робот пен қысқышты сығымдау рельстері цифрлық сервомоторлар арқылы жүзеге асырылады. Буындар мен схват ұзындығы кезінде манипулятор ұзындығы шамамен 60 см болады. Бір күкіртті қозғалтқыш салмағы 55 грамм, буындар фанерадан жасалған және 100 грамнан, тиісінше, роботтың салмағы негізсіз 350

грамнан аспауы тиіс. Мысалы, роботтың салмағы ұзындығы бойынша бөлінген, онда жұмыс нүктесінде салмағы 300 грамм болады.

Салмағы, орындау құралының нүктесінде, 300 грамм және роботтың ұзындығы 60 см болғанда, күкірт қозғалтқышының білігінің сәті, қысқыш бос болған жағдайда, кемінде 18кг*см болуы тиіс.

Уақыт пен бюджетті негізге ала отырып, TowerPro фирмасының сандық су қозғалтқыштары таңдалды.

Негізгі техникалық сипаттамалары.

- * Редуктор материалы: Металл, орнатылған 2 шарикті
- * Сервопривод түрі: сандық
- * Қуат кернеуі: 4.8-7.2 В
- Бұрылу жылдамдығы: 0.17 сек / 60° (4.8 В) - 0.13 сек / 60° (6.0 В)
- * Білікке күш: 13кг / см (4.8 В) - 18кг / см (6.0 В)
- * Өлшемдері: 40.7 мм x 19.7 мм x 42.9 мм
- * Салмағы: 55g
- * Бұрылу бұрышы: 180°

3.2-суретте күкіртсутектің сыртқы түрі көрсетілген.



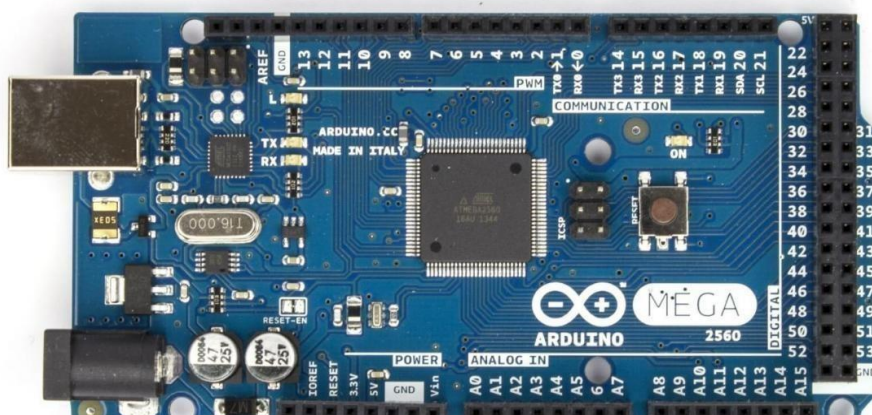
3.2 Сурет –TowerPro MG995 Сервопривод үшін ерекшелік:

- * басқару сигналы: ШИМ;

- * күшейткіш түрі: сандық контроллер;
- * импульстік диапазоны: 500 ~ 2500 usec;
- * бейтарап жағдайы: 1500usec;
- * 180 градус $\pm 2^\circ$ іске қосу (500 ~ 2500usec кезінде);
- * өлі аймақ: 4 мксек;
- * сағат тіліне қарсы айналу бағыты (500 ~ 2500usec кезінде) •

3.4 Манипуляторды басқару жүйесін әзірлеу

Манипулятордың макетін басқару жүйесі Arduino Mega2560 базасында жасалған, ол COM порт арқылы дербес компьютерге қосылады, сол бойынша платаға қорек және манипулятордың күкіртсүтегілерін басқару үшін басқару сигналдары түседі. 3.3 суретте Arduino Mega 2560 көрсетілген.



3.3 Сурет— Arduino Mega2560 сыртқы түрі

Платаның бортында 54 сандық кіріс/шығыс (оның 14 ЕИМ шығу ретінде жұмыс істей алады), 16 аналогтық кіріс, 4 тізбекті UART порты, 16 МГц кварц генераторы, USB коннекторы, қуат қосқышы, ICSP қосқышы және қайта жүктеу түймесі бар. Жұмыс істеу үшін USB кабелі арқылы компьютерге платаны қосу немесе AC/DC түрлендіргіші немесе аккумулятор батареясы арқылы қуат беру қажет.

Плата USB арқылы да, түрлендіргіш немесе батарея арқылы да қоректенеді. Түрлендіргіш кернеу 2.1 мм қосқышы арқылы қосылады, орталық контактіде оң плюс. Батареядан платаны жабу үшін контактілерді Gnd және Vin шығыстарына қосу қажет. 5V шығару аз мәнді бере алады және төлем тұрақты

емес жұмыс істейтін болады. 12 В артық қоректену кезінде реттеуші кернеу қызып, плата зақымдалуы мүмкін.

Mega2560 жаңа кодты жүктеу алдында қайта жүктеу платадағы түймені басу емес, бағдарламаның өзі болатындай етіп жасалған. ATmega8U2 желілерінің бірі деректер ағынымен басқаратын (DTR), қайта микроконтроллердің ATmega2560 100 нФ конденсатор арқылы қосылған деген қорытындыға келеміз. Бұл желіні іске қосу, яғни төмен деңгейдегі сигнал беру, микроконтроллерді қайта жүктейді. Arduino бағдарламасы осы функцияны пайдалана отырып, бағдарламалау ортасында Upload батырмасын бір рет басу арқылы кодты жүктейді. DTR желісі бойынша төмен деңгейдегі сигнал беру код жазбасының басталуымен үйлестірілген, бұл жүктеуші таймаутын қысқартады [31].

Сервопривод кірісі ЕИМ сигналдарын генерациялайтын сандық төлем шығыстарына қосылған. Барлық сервоприводтар номиналды кернеуі 7 В болатын жеке қуат көзіне қосылған.

Манипулятордың макеті 8 серводвигательге ие. Роботтың өз осінің айналасында бұрылуы үшін жауап беретін бірінші қозғалтқыш 7 нөмірімен шығуға қосылған. 1 буын негізінде параллель жұмыс істейтін келесі екі қозғалтқыш тиісінше 8 және 9 шығыстарына қосылған. Кейінгі буындардың екі параллель қозғалтқышы бар және олар 10, 11 шығыстарына қосылған. Қорытынды буында 12 шығу үшін қосылған бір қозғалтқыш бар. Бұрылыс және қысқыштың өзі екі күкіртті қозғалтқышқа ие. Бұрылыс үшін 13 шинаға қосылған жетінші жауап береді, ал қысуға жауап беретін қозғалтқыш 8 нөмірімен нөмірленіп, 14 нөмір ЕИМ қосылған.

Arduino бағдарламасын жүктеп алған кезде, төлем кідіріссіз бағдарлама сигналдарын серводвигательге жібереді. Қорек, не төлем, не қорек көзі авариялық ажыратылған кезде робот соңғы жағдайда қалады.

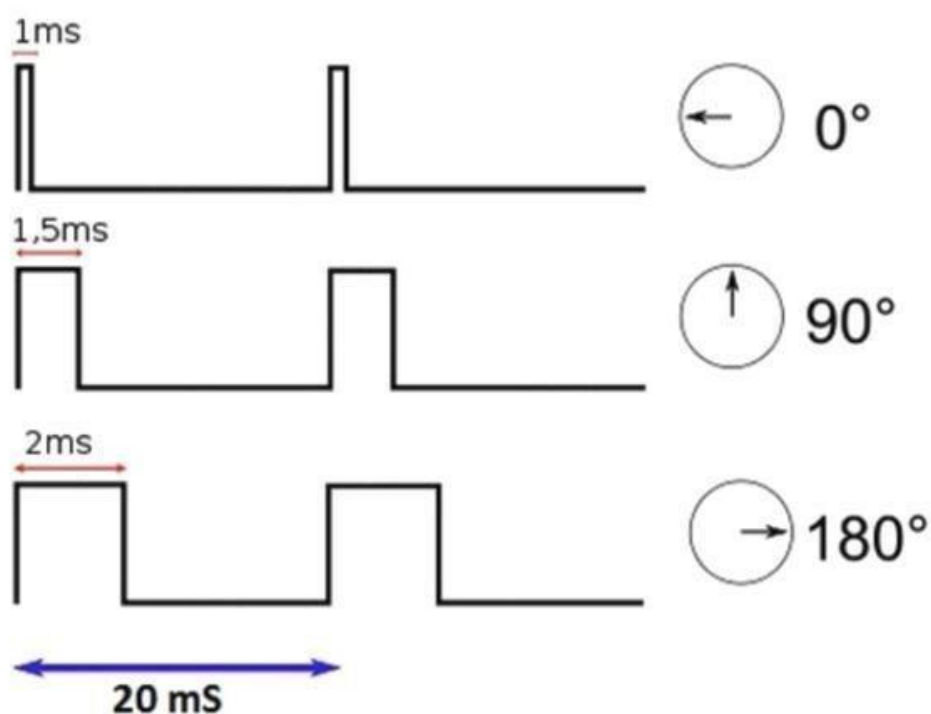
Сервоприводтың номиналды кернеуі 7.2 В, осы кернеуге қуат көзі табу өте қиын. Осы жағдайдан шығу үшін кернеуді арттыратын түрлендіргіштерді қолдану шешімі қабылданды. Робот макетінде 3.4 суретте көрсетілген түрлендіргіштердің бірнеше түрі қолданылады.



3.4 Сурет _ Кернеуді төмендететін түрлендіргіш.

Бұл түрлендіргіш 3 А-ге тең максимал токқа есептелген, паспорттық мәліметтер бойынша күкіртсутек 1А тогын тұтынады, бірақ өлшеулер кезінде күкіртсутек тогының ең жоғарғы нүктесінде мәлімделген бір жарым есе артық тұтынатыны анықталды. Демек, бір түрлендіргішке екі күкіртті қозғалтқышты жабуға болады.

Сероқозғалтқыштың басқарушы кірістеріне әр түрлі ұзақтықтағы ЕИМ сигналдары түседі. Ең азы 500 мс-ге тең, бұл ретте, күкіртті қозғалтқыш 0 градусқа тең бұрышқа айналады. Максималды 2500-ге тең және 180 градусқа бұрылу бұрышына сәйкес 3.5 суретте сигналдардың ұзақтығы көрсетілген.



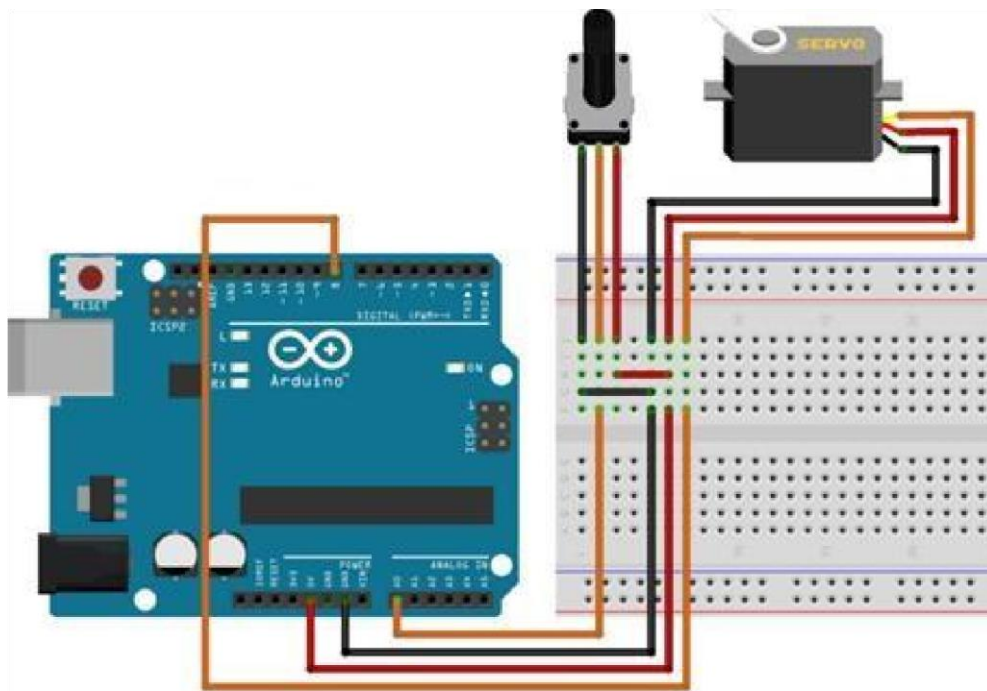
3.5 Сурет – Импульстің ұзындығы

3.5 Манипулятордың жұмыс істеуі

Тестілеу барысында жұмыс барлық механикалық буындардың және басқару бағдарламасының жұмыс істеу тұрақтылығы тексерілді. Басқару ақысына және сервоқозғалтқыштарға жауап берудің болуы. Жекелеген буындарды іске қосудың бастапқы кезеңінде тестілеуі потенциометрдің көмегімен жүргізілді. Іске қосулар ақы қорек көзінен өндіруге болады, бірақ бұл кезде кернеу 2-3 В-ға төмендеді, плата қайта жүктеледі және бағдарламаны қайтадан орындай бастайды. 3.6 суретте қосылу сұлбасы көрсетілген.

Платаға потенциометр қосылады және қозғалыстың бұрылу бұрышын санау бойынша, сигнал платаға өтеді және сервоқозғалтқышқа жеткізіледі.

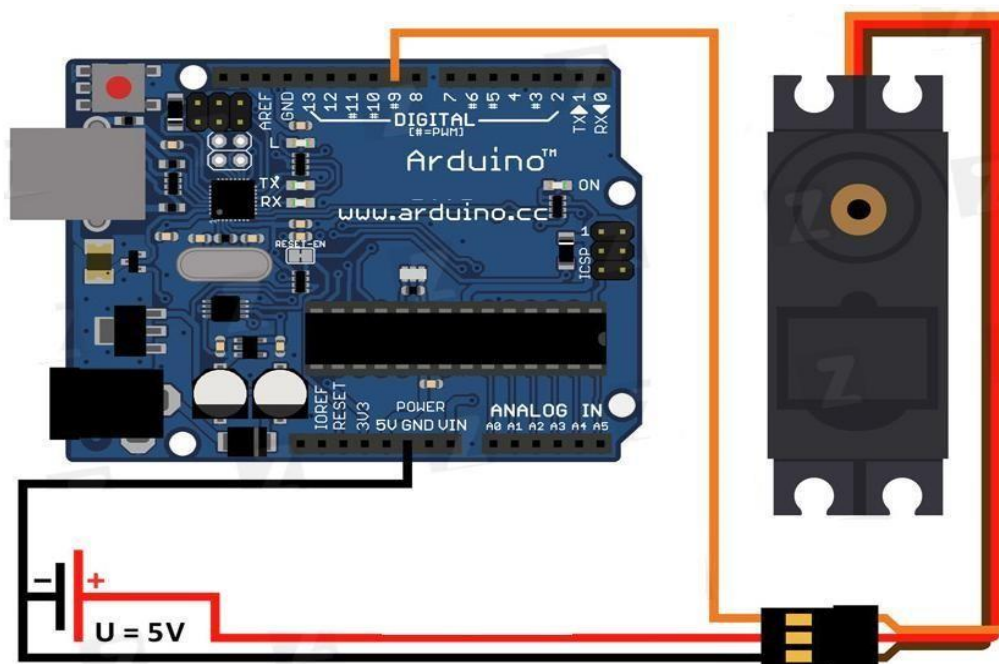
Осылайша, көмірқышқылдар мен буындардың істен шығу қаупі жоқ бұрышын және білікке сәтін баяу өзгерту арқылы сынауға болады.



3.6 Сурет _ Потенциометрмен қосылу схемасы

Сынаудан кейін соңғы қосылу схемасы жиналады. Алдымен барлық серверлер қажетті басқару платасына қосылады. СОМ портқа платаны қосу келесі әрекетпен жүргізіледі, содан кейін қозғалтқышқа қуат беріледі. 3.7 суретте сыртқы қорек көзі бар платаға күкіртсутегілерді қосу схемасы көрсетілген.

Алты қозғалтқышты сынамалық іске қосу барысында Қорек кернеуі бірнеше вольтқа құлап кетті. Барлық қозғалтқыштардың бір мезгілде жұмыс істеуі кезінде кернеу 3 В дейін төмендейді, бұл ретте, күкіртті қозғалтқышта орнатылған төлем Arduino сигналдарын қабылдамайды. Мұндай жағдайда манипулятор өздігінен буындардың қозғалыстарын жүргізеді.



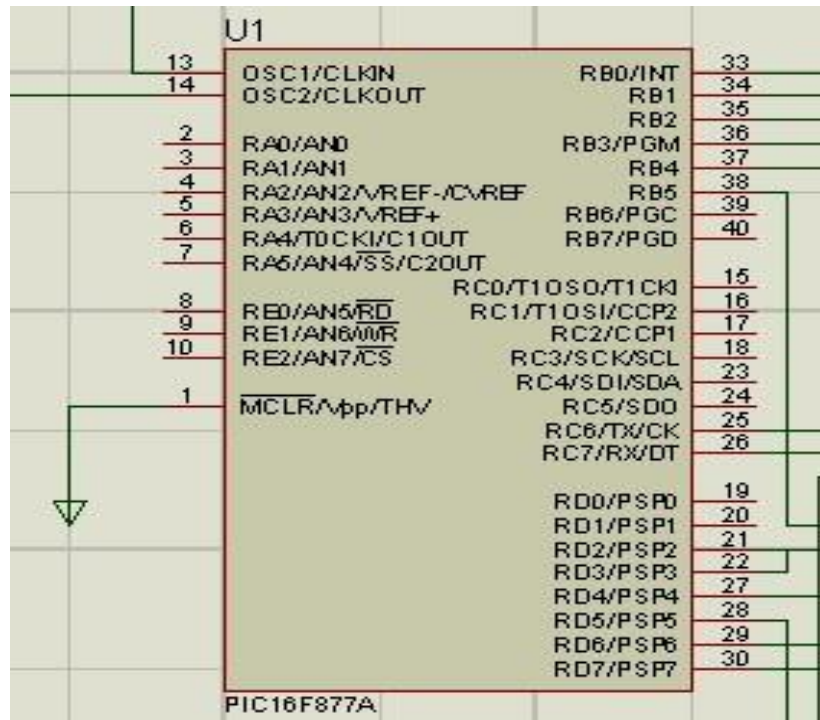
3.7 Сурет _ Қозғалтқышты төлемге қосу схемасы

Қалған шығулар берілген нөмірлеуге сәйкес кіріске қосылады.

3.6 Манипулятордың жетегін басқару жүйесін модельдеу

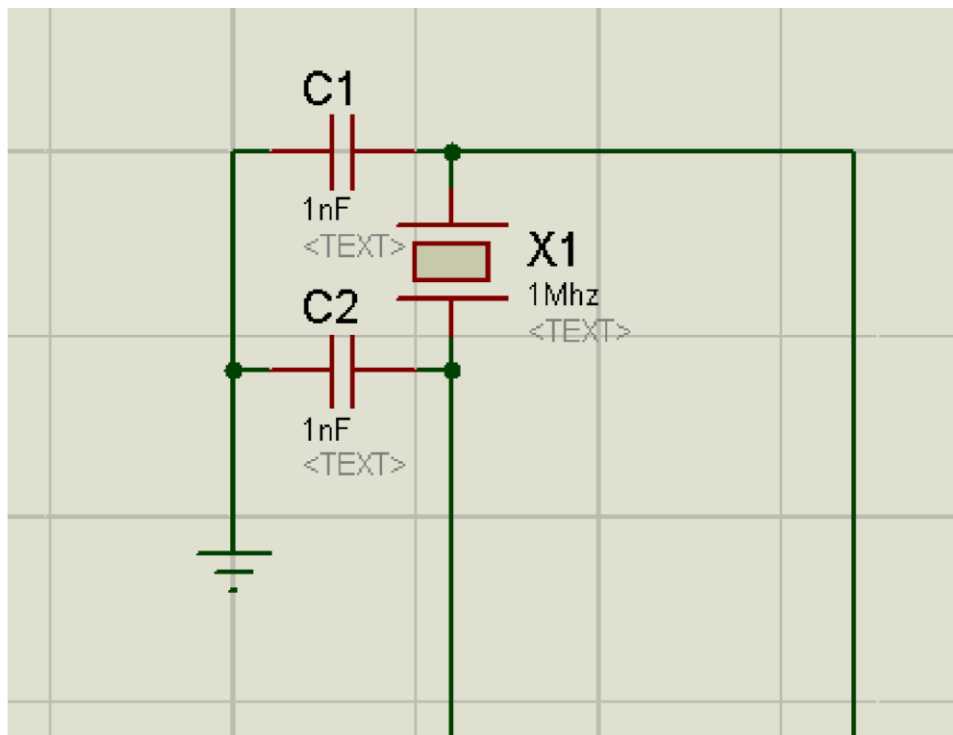
Роботтың қолданбалы макеті 4 басқарылатын жетектері бар. Қозғалтқыш ретінде DC электр қозғалтқыштары қабылданады. Электр қозғалтқыштарынан басқа, дөңгелектер спиральдық тісті доңғалақтардан тұрады, қажет болғанда айналмалы қозғалысты айналмалы қозғалысқа айналдырады және қажет болса, айналмалы қозғалысты айналмалы қозғалысқа айналдырады. Төменде қадамдаушы робот локомотивтік механизмінің микроконтроллеры PIC16F877 электр жетектерін пайдалану арқылы бақылау модельдеуі сипатталған. Модельдеу Proteus ортасында жүзеге асырылады. Proteus VSM - бұл микроконтроллер құрылғылары үшін тренажер бағдарламасы. МК: PIC, 8051, AVR, HC11, ARM7 / LPC2000 және басқа да ортақ процессорларды қолдайды. 6000-нан астам аналогтық және цифрлық модельдер. Көптеген компиляторлар мен құрастырушылармен жұмыс істейді. Робот PIC16F877 микроконтроллеріне қосылған және UART интерфейсі арқылы басқарылады. Жоба мынадай элементтерді қамтиды:

- PIC16F877A (3.8 сурет)

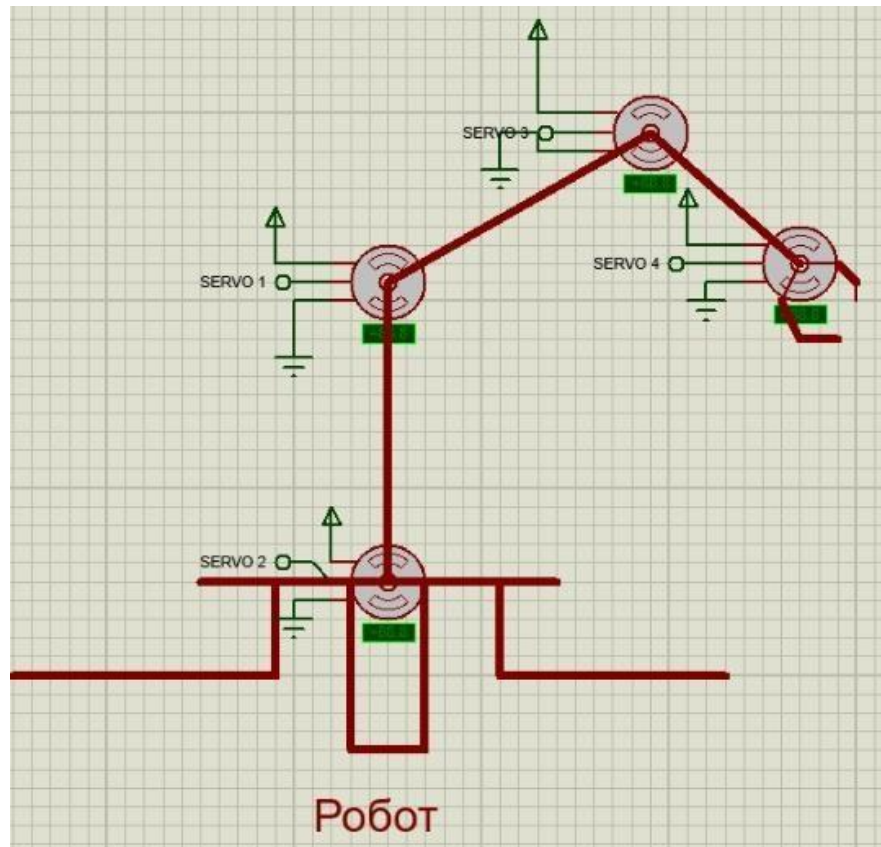


3.8 Сурет _ Микроконтроллерді қосу сұлбасы

- UART арқылы сигнал беру үшін кварц генераторлары (2.10 -сурет)

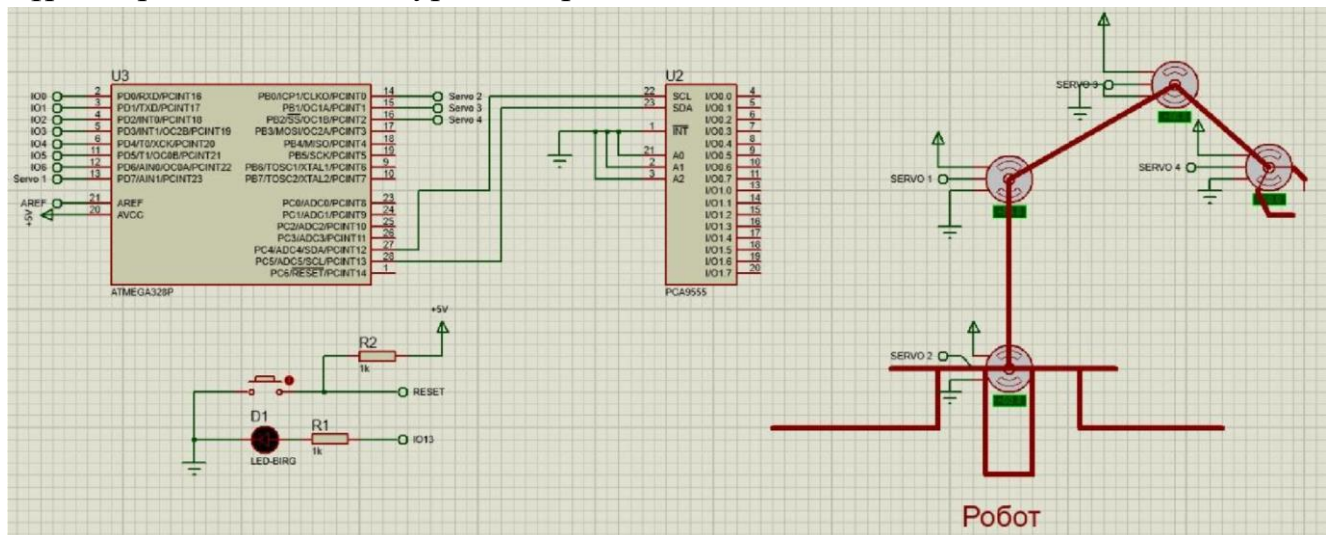


3.9 Сурет – Тактілік генераторын қосу



3.10 Сурет— Proteus ортасында робот үлгісі

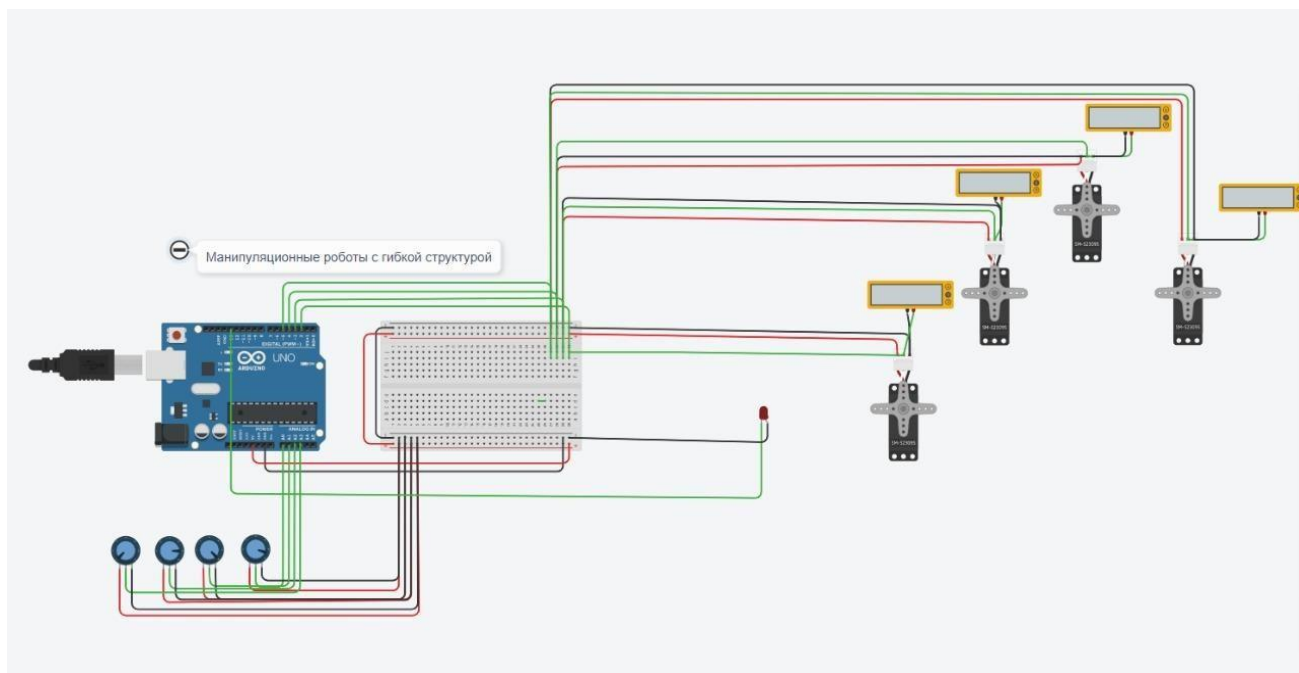
Proteus ортасында роботтың белсенді орналасуын басқару жүйесі құрастырылған, ол 3.11-суретте көрсетілген.



3.11 Сурет_ Proteus ортасында роботтың басқару жүйесі

Бұл компьютерлік модель PIC SIMULATOR IDE бағдарламасы бар виртуалды микроконтроллермен басқарылады. (Бағдарламаның Ә қосымшасындағы тізімін қараңыз).

Сонымен қатар 3.12 суретте манипуляторды сервожетек арқылы басқарудың тағы бір моделі көрсетілген.



3.12 Сурет – Proteus ортасында роботтың сервожетегін басқару жүйесі

4 ҚАУІПСІЗДІКТІ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІҢ АРНАЙЫ МӘСЕЛЕЛЕРІ

4.1 Жалпы мәліметтер

Өнеркәсіптің дамуына және әр түрлі салаларда жаңа және қазіргі заманғы технологияларды пайдалануға байланысты күн сайын еңбек жағдайларының қауіпсіздігін қамтамасыз ету туралы өзекті мәселелер көтеріледі. Қазіргі уақытта әр түрлі өнім түрлерінің электр қауіпсіздігін, өрт қауіпсіздігін, химиялық, виброакустикалық, биологиялық және басқа да қауіпсіздік түрлерін қамтамасыз ету жөніндегі сертификаттары мен құжаттары болуы тиіс. Сондай-ақ, тікелей жақын орналасқан басқа құрылғылар мен жүйелер үшін қауіпсіздік құжаттары болуы тиіс, мысалы, электромагниттік үйлесімділік.

4.2 Электр жүйелерінің функционалдық қауіпсіздігі

МЭК 61508-2007 MEMСТ-қа сәйкес, 2 және 3-бөліктер, мүмкін болатын сыни істен шығулар тізбесін құру және ӨКБ беру талап етіледі.

Аппараттық құралдардың істен шығу тұрақтылығының талаптары пайдаланудың қалыпты жағдайларында қолданылатын кіші жүйенің архитектурасына қолданылады. Егер э/Э/ПЭ қауіпсіздікпен байланысты жүйе автономды қалпына келтірілсе, аппараттық құралдарға бас тартуға төзімділік талаптары төмендетілуі мүмкін. Алайда талаптардың кез келген төмендеуіне байланысты негізгі параметрлер алдын ала бағалануы тиіс (мысалы, сұрау ықтималдығына қатысты қалпына келтірудің орташа уақытын бағалау).

Кейбір қателер алынып тасталуы мүмкін, өйткені кейбір жүйенің элементінің қасиеттері мен конструкцияларына байланысты өте төмен бас тарту ықтималдығы бар (мысалы, жетектің механикалық қосқышы), онда іске асыру үшін осы элемент пайдаланылатын қауіпсіздіктің кез келген функциясының толық қауіпсіздігін шектеуді (аппараттық құралдардың істен шығуына байланысты) қарастырудың қажеті жоқ.

ҚТД тағайындау үшін құрылғының әр элементі үшін оның түрін МЕМСТ Р МЭК 61508-2 тармағына сәйкес анықтау қажет

7.4.4.1.2. Бұл стандарт элементтерді келесі екі түрге жатқызады.

1. Егер қауіпсіздік функциясын іске асыру үшін қажетті компоненттер үшін бір мезгілде мынадай шарттар орындалса, Элемент А түріне жатқызылуы мүмкін:

- a) барлық құраушы компоненттердің істен шығу түрлері анықталған;
- b) бас тарту жағдайында элементтің мінез-құлқы толық анықталуы мүмкін;
- c) анықталған және табылмаған қауіпті істен шығулар үшін істен шығулардың қарқындылығы бойынша шағымдар туралы деректер жеткіліксіз

сенімді емес;

2. Егер қауіпсіздік функциясын іске асыру үшін қажетті компоненттер үшін келесі шарттардың ең болмағанда біреуі орындалса, Элемент В түріне жатқызылуы мүмкін:

- a) кем дегенде бір құрамдас құраушының бас тарту түрө анықталмаған;
- b) бас тарту жағдайында ішкі жүйенің мінез-құлқы толық анықталмайды;
- c) анықталған және табылмаған қауіпті істен шығулар үшін істен шығулардың қарқындылығы бойынша наразылықтар туралы деректер жеткіліксіз сенімді емес [1].

Істен шығуды қарастыратын құрылғының негізгі элементтері:

1. микроконтроллер
2. түрлендіргіш
3. серқозғалтқыш
4. қуат блогы

2 кестеде кездейсоқ бас тартуларды сандық бағалау кезінде қаралуға жататын қателер мен бас тартулар берілген.

2 Кесте - Қателер мен істен шығулар

Компонент	Диагностикамен қамтуға немесе қауіпсіз істен шығудың берілген үлесіне қойылатын талаптар		
	Төмен (60 %)	Орташа (90 %)	Жоғары (99 %)
Микропроцессор	Қате кодтау немесе орындамау	Тұрақты ТҚК туралы деректердің немесе мекенжайлардың ақаулары-ке; Қателіктерден туындаған ақпаратты өзгерту.	Тұрақты ток туралы деректердің немесе мекенжайлардың ақаулықтары жад ұяшықтарындағы айқаспалы кедергілер.
Қуат көзі	Тұрақты бас тарту	Ауытқулар мен тербелістер типінің тұрақты токта	Ауытқулар мен тербелістер типінің тұрақты токта
Электромеханикалық құрал.	Қосылмаған немесе өшірілмеген. Қосарлы байланыстар.	Қосылмаған немесе өшірілмеген. Жеке қосылған контактілер.	Қосылмаған немесе өшірілмеген. Жеке қосылған контактілер. Контактілерді мәжбүрлеп басқару жоқ
			(реле үшін бұл істен шығу олар EN 50205 сәйкес дайындалған және сыналған болса болжанбайды).

Жоғарыда көрсетілген құрылғы элементтері үшін тип пен ҚТД анықтаймыз.

1. Микроконтроллер А түріне жатады және 0-ге тең, және қауіпсіз істен шығулар үлесі аппараттық құралдардың істен шығуының талаптарына сәйкес келетін қауіпсіздік толықтығының деңгейі ҚТД 2-ге тең.

2. Түрлендіргіш А түріне жатады және 0-ге тең, және қауіпсіз істен шығулар үлесі аппараттық құралдардың істен шығуының талаптарына сәйкес келетін қауіпсіздік толықтығының деңгейі ҚТД 2-ге тең.

3. Күкірт қозғалтқышы В түріне жатады және 0-ге тең және қауіпсіз істен шығу үлесі аппараттық құралдардың істен шығуға төзімділік талаптарына сәйкес келетін қауіпсіздіктің толықтық деңгейі болады, ҚТД 1-ге тең.

4. Қоректену блогы А түріне жатады және 0-гетен, және қауіпсіз істен шығу үлесі аппараттық құралдардың істен шығуға төзімділігі талаптарына сәйкес келетін қауіпсіздік толықтығының деңгейі ҰКБ 2 тең.

4.3 Кедергіге төзімді

Сонымен қатар, электрмагниттік өрістер мен жоғары жиілікті сигналдар әсер ете алады, сондықтан электромагниттік үйлесімділікті және бөгеуілдеуді қарастыру керек. МСТ Р 51317.4.1-2000 және МСТ 51317.6.4-2000 сәйкес сыртқы электромагниттік әсерлерге арналған сынақ бағдарламаларын жасау керек.

Нақты кедергіге сынақтар жүргізу кезінде оның жұмыста аппараттық ретінде бұзушылық орын алатын деңгейін анықтау қажет, сондай-ақ, бағдарламалық құралдардың да қауіпсіздігіне қауіп төнеді. Бұл бөгеуілділік қорының коэффициентін анықтау үшін қажет болуы мүмкін. Кейбір жағдайларда, мысалы, электростатикалық разрядтарға және сынамаға сынау кезінде, осыған ұқсас эксперименталды үлгі үшін ғана жасауға болады (ол кейіннен қалпына келтіру мүмкіндігінсіз қатардан шыға алады), бірақ бұл келесі қосымша шығындарды төмендету мақсатында ақталуы мүмкін.

Функционалдық қауіпсіздікті тексеру және сынақтар жүргізілгеннен кейін функционалдық қауіпсіздікке кедергілердің әсері туралы есеп дайындалу тиіс. Онда жабдық түріне, оны орналастыру орнына және басқа да мәселелерге қатысты жалпы тармақтардан басқа, күрделі электромагниттік кедергілер туралы, конструкцияның элементтері, орнату және монтаждау шарттары, одан әрі басқа әзірлеушілер мен тұтынушы ескеруі мүмкін жабдықтың ескіруін ескере отырып, техникалық қызмет көрсету элементтері туралы деректер енгізілуі тиіс.

Манипулятор макеті үшін электромагниттік кедергілерге төзімділікке сынаулар жүргізу қажет:

- ГОСТ 50648-95 бойынша өнеркәсіптік жиіліктің магнит өрістері;
- импульсті электромагниттік өрістер ГОСТ 50649-94 бойынша;
- ойықтар, қысқа мерзімді үзулер және электр қорегі кернеуінің өзгеруі ГОСТ Р 51317.4.11–2007 бойынша, қорек кернеуінің тербелісі ГОСТ Р 51317.4.14–2000 бойынша.

Бұйымның тұтастай немесе оның жекелеген элементтерінің, мысалы басқару және қорғау жүйесінің ЭМУ-де сынақтар жүргізу нәтижелері жұмыс істеу сапасының нашарлау немесе жоспарланған функцияларды орындауды тоқтату өлшемдері бойынша жіктелуге тиіс. Жұмыс істеу сапасының мынадай өлшемдері ұсынылуы мүмкін:

А-дайындаушы, сынаққа тапсырыс беруші немесе пайдаланушы белгілеген талаптарға сәйкес қалыпты жұмыс істеуі;

В – кедергінің әсері тоқтатылғаннан кейін жоғалатын және жұмысқа қабілеттілікті қалпына келтіру үшін оператордың араласуын талап етпейтін функцияны орындауды уақытша тоқтату немесе жұмыс істеу сапасының нашарлауы;

С-қалпына келтіру оператордың араласуын талап ететін функцияны орындауды уақытша тоқтату немесе жұмыс істеу сапасының нашарлауы;

Д – элементтердің немесе бағдарламалық жасақтаманың зақымдануынан немесе деректердің жоғалуынан қалпына келтірілуі мүмкін емес функцияны орындауды тоқтату немесе қызмет сапасының нашарлауы.

Төменде Робот макетіне сынақ жүргізуді қарастырайық. МЕМСТ 50648-95 сәйкес өнеркәсіптік жиіліктегі магниттік өрістерге сынақтар жүргізу техникалық шарттарға сәйкес ЗКЖ жұмыс істеуін тексеруді қамтитын сынау әдістемесі негізінде жүргізілуі тиіс. Қоректену, сигнал беру көздерінің кернеуі және басқа да ИТҚ жұмыс электрлік параметрлері олар үшін келісілген диапазонда болуы тиіс. ИТҚ-ның жұмыс істеуін тексеру сынау МБ берілгенге дейін жүргізілуі тиіс. ЗКЖ сынақ алаңының әсері иммерсиондық әдіспен жүзеге асырылуы тиіс. Сынақтардың қаттылық дәрежесі нормативтік құжаттамада көзделгеннен аспауы тиіс. Сынақ қаттылығының таңдалған дәрежесіне сәйкес келетін үздіксіз және қысқа мерзімді МППЧ кернеулігі және сынақ ұзақтығы сынау әдістемесінде көрсетілуі тиіс. ЗКЖ тарабын немесе оның сынау өрісіне қатысты орналасуын анықтау үшін ЗКЖ ЖЖС барынша қабылдағыштығы бар, жақындау әдісін қолдануға рұқсат етіледі [4].

МЕСТ 50649-94 бойынша импульсті электромагниттік өрістерге сынақтар жүргізу. Сынақтар техникалық шарттарға сәйкес ИТҚ-ның жұмыс істеуін тексеруді қамтитын сынау әдістемесі негізінде жүргізілуі тиіс. Қоректену, сигнал беру көздерінің кернеуі және басқа да ИТҚ жұмыс электрлік параметрлері олар үшін келісілген диапазонда болуы тиіс. АТҚ-ның жұмыс істеуін тексеру сынау ИМП тапсыру бойынша МДҰ-да жүргізілуі тиіс. ЗКЖ-ға сынау ИММЕРСИОНДЫҚ әдіспен әсер етуі тиіс. Сынақтардың қаттылық дәрежесі нормативтік құжаттамада көзделгеннен аспауы тиіс. Сынақ қаттылығының таңдалған дәрежесіне сәйкес келетін ИМП кернеулігі және сынақ ұзақтығы сынау әдістемесінде көрсетілуі тиіс. ИТҚ тарабын немесе оның сынау өрісіне қатысты орналасуын анықтау үшін ИТҚ ИМП-ға барынша қабылдағыштығы бар болса, жақындау әдісін қолдануға рұқсат етіледі. Сынаулар кезінде оң және теріс полярлы токпен жасалатын сынау ИМП ЗКЖ-ға кемінде 5 әсер етуді жүзеге асырады. Импульстер арасындағы Интервал кемінде 10 с болуы тиіс [5].

ГОСТ Р 51317.4.14–2000 бойынша қорек кернеуінің тербелісіне сынау жүргізу. ЗКЖ сынау кернеуін беру кезінде қатаңдық дәрежесінің әрбір белгіленген комбинациясы және сынақ ұзақтығы үшін сыналуды тиіс, олардың арасында 60 С-тан екі интервал болуы тиіс кернеудің сатылы өзгерістерінің үш кезектілігі болып табылады.

Сынау ұзақтығы КҚ-дағы стандартта нақты түрді белгілейді. Үшфазалы ТС үшін сынау кернеулерін беру үш фазада жүзеге асырылады. Бір фазалы бұрышында кернеудің сатылы өзгерістері әрбір фазада бір фазалы бұрышында жүзеге асырылады[6].

4.4 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Электр тогымен зақымданудан қорғау пайдаланудың қалыпты жағдайларында және бірлі-жарым ақау жағдайларында қамтамасыз етілуі тиіс. Жабдықтың қол жетімді бөліктері өмірге қауіпті болмауы тиіс. Кернеу, ток, заряд немесе энергия бір учаскедегі жабдықтың бір бөлігі мен жер немесе екі қол жетімді бөліктер арасындағы 1,8 м қашықтық шегінде (үстіңгі немесе ауа бойынша) [7] деңгейлерден аспауы тиіс.

Өңделетін манипулятор электр компоненттері бар электр қалқанымен жабдықталған, сымдар мен күкіртқозғалтқыштарға арналған қаптамалардың стандартты оқшаулағышы МЕСТ ІЕС 61010-1-2014 ұсынылған талаптарға сәйкес келеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жұмысты орындау барысында өнеркәсіптік роботты қарастыру және бағдарламалау кезінде әртүрлі мәселелер қарастырылды. Үш өлшемді үлгі жобаланды, оның көмегімен буындардың қозғалыс схемасы бақыланды және оның көмегімен лазерлік кесу үшін бөлшектердің эскиздері жасалды. Arduino Mega2560 арқылы басқарылатын робот макеті жинауға есептеулер жүргізілді. Әртүрлі өлшемдегі заттарды басқару, жылжыту алгоритмдері құрылды.

Еңбек қорғау бөлімі бойынша өнеркәсіптік санитарлық жағдай, жұмыс орнын жарықтандыру, техникалық ұйымдастыру шаралары қарастырылып, жерлеме есептелінді;

Экономика бөлімінде күрделі шығындар және экономикалық тиімділік есептері шығарылды.

Сонымен бірге барлық атқарылған жұмыстардан кейін жоба бойынша қорытынды жасалынып, пайдаланылған әдебиеттер тізімі жасалынды. Жобаны жазу міне осындай бірнеше кезендерден тұрды. Осы жобаны жазу барысында

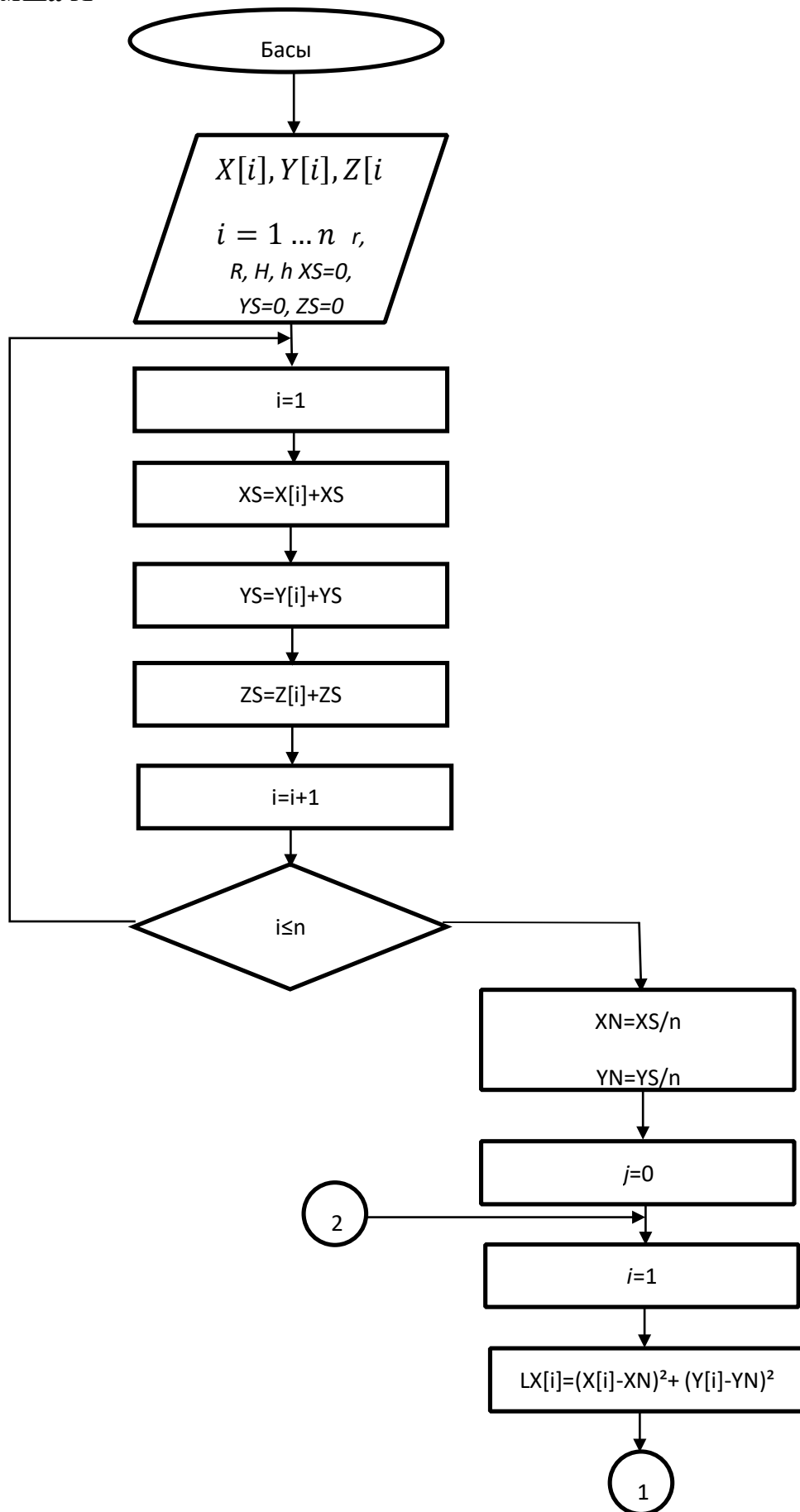
көптеген материалдармен таныстым. Сол себептен мен осы жұмыстарда пайдаланылған материалдар келешекте қолданылады деп ойлаймын. Жалпы алынған ақпарат келешекте маған жас маман немесе өндіріс жұмыскері ретінде қажет болатынына сенемін. Алынған тапсырма бойынша орындалған дипломдық жоба тапсырмаға толығымен сәйкес келеді деген ойдамын.

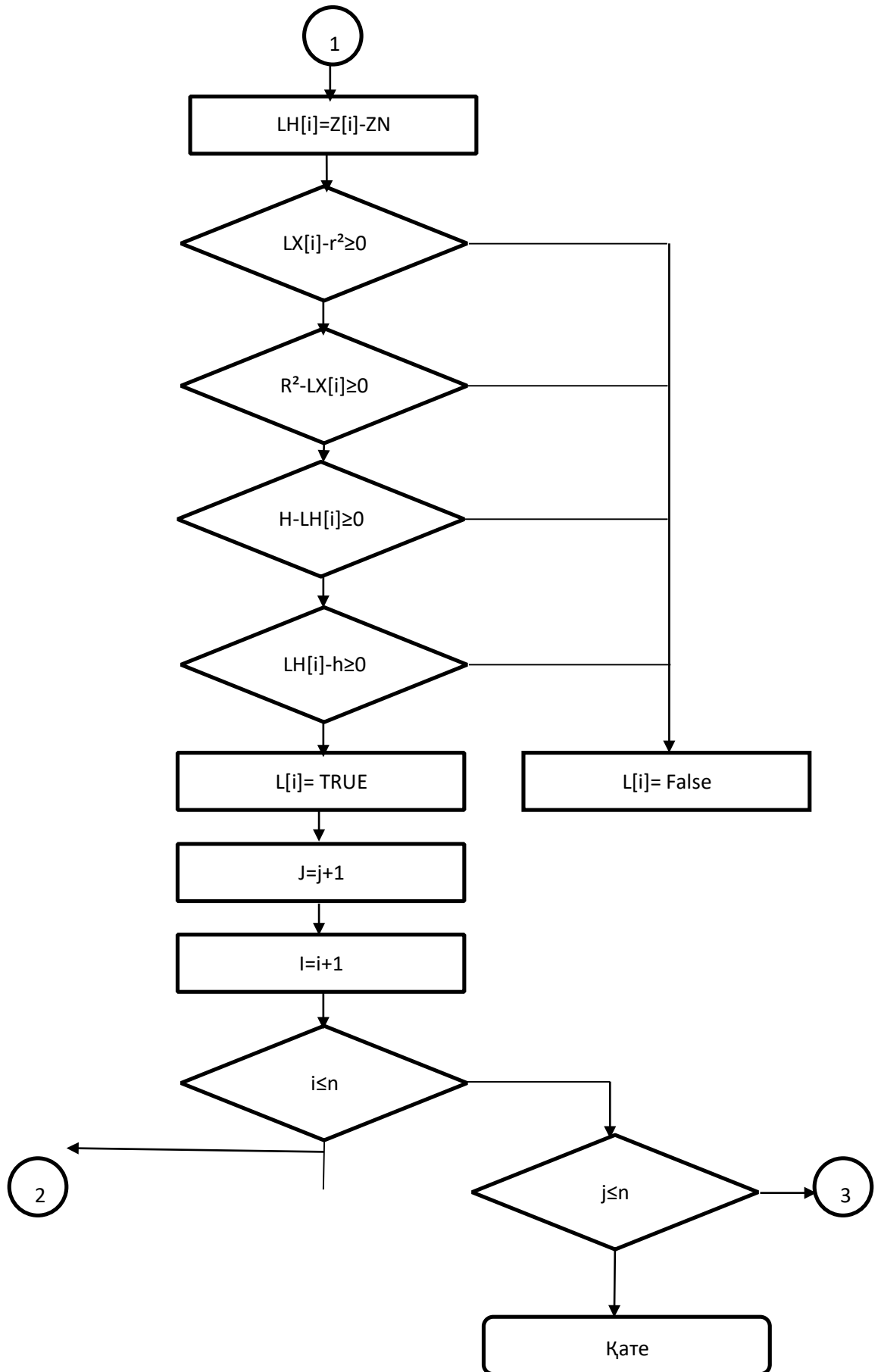
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

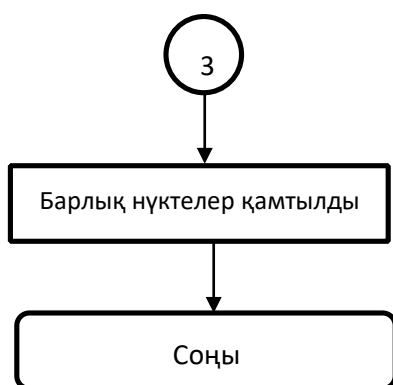
- 1 Зенкевич С. Л., Ющенко А. С. Основы управления манипуляционными роботами. 2-е изд. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. — 480 с.
- 2 Шеленок Е. А. Разработка учебного робота-манипулятора. Том 5, Ученые заметки. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2014. – с. 247-253
- 3 ГОСТ Р МЭК 61508.2–2012 (ГОСТ Р МЭК 61508-2—2007). Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Ч.2. Введ. 29.10.2012. – М.: Стандартинформ, 2014. – 86 с.
- 4 Буканин, В.А. Вопросы обеспечения безопасности в выпускных квалификацион-ных работах: учебное пособие / В.А.Буканин, А.Н.Иванов. - СПб: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014, 80с.
- 5 ГОСТ Р МЭК 61508-3–2007. Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Ч. 3. Требования к программному обеспечению. Введ. 06.01.2008. – М.: Стандартинформ, 2008. – 42 с.
- 6 ГОСТ Р 50648-94 Совместимость технических средств электромагнитная устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. Введ. 12.07.2004. – М.: Стандартинформ, 2004. – 19 с.

- 7 ГОСТ Р 61140–2010. Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования. Введ. 03.12.2012. – М.: Стандартиформ, 2014. – 34 с. Князев А. В. Промышленный робот. Роботы на производстве. Автоматыроботы. 28.12.2014. Режим доступа: <http://robotsp.allie.bg/мир-роботов-типы-ивиды-промышленная/>.
- 8 Козырев Ю.Г. Манипулирующее устройство. М.: Машиностроение, 2012, 104 с.
- 9 Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. М.: Машиностроение, 2011, 63 с.
- 10 Кисаримов Р. Электробезопасность. М.: Радио-Софт, 2011. – 11 с.
- 11 Клюев С.А. Компьютерное моделирование: Учебно-методическое пособие. - М.: Волжский политехнический институт, 2009. – 89 с.
- 12 Юревич Е.И. Основы робототехники. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 416 с.
- 13 Власов А.И., Сулимов Ю.И. Электронные промышленные устройства: Учебное методическое пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2003. – 71 с.
- 14 Промышленные роботы для миниатюрных изделий. – М.: Машиностроение, 2008. – 264 с.
- 15 Сайт радиокomпонентов ЧИП и ДИП. Режим доступа: <http://www.chipdip.ru/>. Сайт Arduino. Режим доступа: <http://arduino.ru/>.

Қосымша А







1 - сурет. Жұмыс аймағы бойынша өндірістік роботты таңдау алгоритмінің блок сұлбасы

ҚОСЫМША Ә

;Манипуляторды басқару программасы

```
1 #include <Servo.h> // servo treiber
2
3 Servo servo_0;
4 Servo servo_1;
5 Servo servo_2;
6 Servo servo_3;
7
8 int sensorPin0 = A0; // Schulter
9 int sensorPin1 = A1; // Hand
10 int sensorPin2 = A2; // Ellbogen
11 int sensorPin3 = A3; // Zange
12 int count0, arrayStep, arrayMax, countverz, Taster, stepsMax, steps, time = 1000, del = 1000, temp;
13 unsigned int verz = 0;
14
15 long previousMillis1 = 0;
16 long previousMillis2 = 0;
17 long previousMillis3 = 0;
18 long previousMillis4 = 0;
19 long previousMicros = 0;
20 unsigned long currentMillis = millis();
21 unsigned long currentMicros = micros();
22 void readPot(); // read analog inputs and add some offsets (mechanical corrections)
23 void mapping();
24 void calc_pause();
25 // arrays
26 int Delay[7] = {0,0,1,3,15,60,300}; // array to map gripper pot to delay in seconds
27 int SensVal[4]; // sensor value
28 float dif[4], ist[4], sol[4], dir[4]; // difference between stored position and momentary position
29 int joint0[180]; // array for servo(s)
30 int joint1[180];
31 int joint2[180];
32 int joint3[180];
33 int top = 179; // we should not write over the end from a array
34 // status
35 boolean playmode = false, Step = false;
36
37 void setup()
38 {
39   pinMode(13, OUTPUT); // sets the digital pin 13 as output
40   digitalWrite(13, HIGH); // sets the LED on
41   servo_0.attach(2); // attaches the servo
42   servo_1.attach(3);
43   servo_2.attach(4);
44   servo_3.attach(5);
45   Serial.begin(115200); // Baudrate have to be same on the IDE
46   Serial.println("Manipulator robot ready...");
47   digitalWrite(13, LOW);
48 }
49
```

```

49
50 void loop() // here we go!
51 {
52   currentMillis = millis(); // all is about timing
53   currentMicros = micros();
54   if(!playmode) // manualy modus
55   {
56     if(currentMillis - previousMillis1 > 25) // 25miliseconds until next manual mode update
57     {
58       if (arrayStep < top)
59       {
60         previousMillis1 = currentMillis; //reset
61         readPot(); // get the value from potentiometers
62         mapping(); // map to milliseconds for servos
63         move_servo(); // setz newservo position
64       } // end counter < max
65     } // end step check
66   } // ende manualy move
67   else if(playmode) // play
68   {
69     if (Step) // next step read from array
70     {
71       digitalWrite(13, HIGH); //LED
72       if (arrayStep < arrayMax) // we not reach the end from stored data
73       {
74         arrayStep += 1; // next array pos
75         Read(); // from the arrays
76         calculate(); // find biggest travel distance and calculate the other 3 servos (the have to do a
77         Step = 0;
78         digitalWrite(13, LOW);
79       }
80     } else // array read finished > start over
81     {
82       arrayStep = 0; //
83       calc_pause(); // delay between moves read from potentiometer
84       countverz = 0; // used for the delay
85       while(countverz < verz) // verz = time getting from calc_pause();
86       { // here we do loop and wait until next start over
87         countverz += 1;
88         calc_pause();
89         digitalWrite(13, HIGH); delay(25);
90         digitalWrite(13, LOW); delay(975);
91       }
92     }
93   }
94   else // do the servos!
95   {
96     if (currentMicros - previousMicros > time) // here we do a single micro step
97     { //

```