

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

Жунусбекова Асем Аманбековна

Өздігінен зарядтау функциясы бар роботты жасау дипломдық жобасына
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

5B071600 - Аспап жасау мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

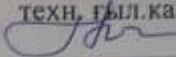
Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

РТЖАТҚ кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. кандидаты

 К.А. Ожикенов

«20» 05 2019 ж.

дипломдық жобаның

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

Тақырыбы: «Өздігінен зарядтау функциясы бар роботты жасау»

5B071600 - Аспап жасау мамандығы бойынша

Орындаған


Жунусбекова А.А.

Сын пікір беруші

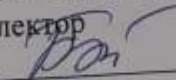
Ғылыми жетекшісі
тех.ғылым магистрі,

лектор

ғ.ғ.д., профессор

 Жамартов А.А.

« 20 » 2019 ж.

 Бигалиева Ж.С.

« 16 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

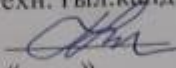
Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

«Роботтық техника және автоматиканың техникалық құралдары» кафедрасы

5B071600 - Аспап жасау

БЕКІТЕМІН

РТжАТҚ кафедра меңгерушісі
техн. ғыл. кандидаты

 Қ.А. Ожикенов
« ___ » _____ 2019 ж.

Дипломдық жобаны орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушыға Жунусбекова Асем Аманбековна

Жобаның тақырыбы: Өздігінен зарядтау функциясы бар роботты жасау

Университет Ректорының 2018 жылғы «06» қараша №1252 - б бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы «24» мамыр.

Дипломдық жобаның бастапқы мәліметтері: өздігінен зарядтау функциясы бар роботты жасау болып табылады, ол Arduino nano микроконтроллермен жасалынды.

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

а) Өздігінен зарядталатын роботтарда талдау жасау

б) Құрылымдық бөлім

в) Робот жұмысын тестілеу, тәжірибелік деректерді өңдеу

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген) 9 слайд

Ұсынылған негізгі әдебиеттер 20 әдебиеттер тізімі

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер қарастырылатын сұрақтардың тізімі	атауы,	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескертулер
Негізгі бөлім		15.01 – 05.03.2019 ж.	<i>Армидажан</i>
Құрастыру бөлімі		06.03 – 10.04.2019ж.	<i>Армидажан</i>
Бағдарламалау бөлімі		15.04 – 10.05.2019 ж.	<i>Армидажан</i>

Аяқталған дипломдық жұмыс (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 ғылымдары магистрі, лектор	14.05.2019ж	<i>Бәк</i>

Ғылыми жетекшісі

Бәк
(қолы)

Ж.С.Бигалиева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

А.А.Жунусбекова
(қолы)

А.А.Жунусбекова

Күні « 20 » 05 2019 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста Arduino Nano микроконтроллерін қолдану арқылы өздігінен зарядтау функциясы бар робот жасалған. Төрт сервожетегі бар робот өзі жарық көзінен зарядталып және жарық көзін өздігінен іздейді. Роботқа контроллер ретінде Arduino nano орнатылады, күн панелінің қуаты 6 Вольт. Екі қозғалтқышты басқару үшін екі H-көпірі бар қарапайым L293D микросхемасы таңдалды. Әртүрлі роботтарды өздігімен талдау келтірілді. Роботтың құрамдас бөлігінің сипаттамасы сипатталған. Нәтижесінде робот жинастырылып, сынақтан өтті.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе разработана робот с функцией самоподзарядки с использованием микроконтроллера Arduino Nano. Робот с четырьмя сервоприводами сам способен заряжаться от источника света, и мало того, он сам его ищет. В качестве контроллера на робота устанавливается Arduino nano, мощность солнечной панели составляет 6 Вольт. Была выбрана простая микросхема L293D, которая обладает двумя H-мостами для управления двумя двигателями. Приведен анализ разных роботов с самозарядкой. Описана характеристика составляющих части робота. В итоге был протестирован устройство.

ABSTRACT

In this thesis developed a robot with a self-charging function using a microcontroller Arduino Nano. A robot with four servos is able to charge itself from a light source, and not only is it looking for it. As a controller on the robot is installed Arduino nano, the power of the solar panel is 6 Volts. A simple 1293d chip was chosen, which has two H-bridges to control two engines. The analysis of different robots with self-loading is given. The characteristic of the components of the robot is described. As a result, the device was tested.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ

- 1 Роботтардың түрлеріне шолу жасау
 - 1.1 Из зерттегіш робот
 - 1.2 Өздігінен зарядталатын роботтардға талдау жасау
 - 1.3 Өзін-өзі зарядтау функциясы үшін арналған роботты басқару жүйесінің құрылымы
 - 1.4 Сервожетектер туралы жалпы түсінік
 - 1.4.1 Сервожетек құрылғысы
 - 1.4.2 Сервожетекті басқару
 - 1.4.3 Айналмалы момент және айналу жылдамдығы
 - 1.4.4 Ішкі интерфейс
 - 1.4.5 Arduino-ға қосылу
 - 1.4.6 Қорек көзі бойынша шектеу
 - 1.4.7 Қосылатын сервожетектер саны бойынша шектеу
 - 2 Құрылымдық бөлім
 - 2.1 Роботтың құрылымын бағдарламада жинастыру
 - 2.2 Ардуино HC-SR04 ультрадыбысты қашықтық сенсорын таңдау
 - 2.3 HC SR04 датчигін сипаттау
 - 2.4 Arduino-ға HC SR04 қосу
 - 2.5 L293D қозғалтқыштың драйвері
 - 2.6 Кернеу стабилизаторын таңдау
 - 2.7 ARDUINO үшін діріл датчигі бар (сандық шығыс) модуль - “KY-031” таңдау
 - 2.8 Фоторезисторды таңдау
 - 2.9 6 Вт қуатты күн панелін таңдау
 - 3 Робот жұмысын тестілеу, тәжірибелік деректерді өңдеу
 - 3.1 Өздік зарядтау функциясы бар робот
 - 3.2 Роботтың ми құрылғысы
 - 3.3 Сенсорларды дайындау

ҚОРЫТЫНДЫ

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

Қосымша А

КІРІСПЕ

Роботтар адамның қозғалыс және зияткерлік функцияларын орындауға арналған әмбебап құрылғылар болып табылады. Маңызды түрінің бірі-мобильді роботтар. Роботтарды құрудың практикалық мақсаты оларға адам үшін еңбекті қажетсінетін, ауыр, монотонды, денсаулық пен өмірге зиянды қызмет түрлерін беру болып табылады. Бұл, ең алдымен, қосалқы өндірістік операциялар (қондырғыларды, станоктарды, автоматтарды тиеу және түсіру); негізгі өндірістік операциялар (дәнекерлеу, бояу, кесу, құрастыру және т.б.); экстремалды жағдайларда (су астында, ғарышта, радиоактивті және улы ортада) жұмыстардың орындауы.

Дегенмен, әлі күнге дейін барлық роботтардың көп бөлігі адаммен басқарылады, немесе белгілі бір нақты бағдарлама және адамның араласуынсыз түрлі күрделі операцияларды орындай алатын зияткерлік роботтардың өте аз бөлігі. Маршрутты дербес қалыптастырудың және ол бойынша жылжытудың, сондай-ақ оның алдына қойылған міндеттерді автоматты түрде шешудің дамыған мүмкіндіктеріне ие МР құру ағымдағы сәтте өзекті міндет болып табылады. Осыған орай, МР автономды жұмыс істеуін, атап айтқанда белгісіз жағдайларда априоридегі бейтаныс жерлерде қозғалуды және қоршаған ортадан алынатын деректердің белгісіздік дәрежесінің болуын жүзеге асыруға мүмкіндік беретін локация жүйелерінің құрылғылары әсіресе үлкен мәнге ие болады.

Өздігінен зарядтау функциясы бар робот жарыққа сезімталдығы өте жоғары болып табылады. Ол жарық көзін тауып және артынан ере жүретін мүмкіндіке ие. Робот жерге түскен жарық аспабынан пайда болған ашық сәуледен жарық көзінің артынан қозғала алады. Роботпен сенімді басқару үшін кішігірім арақашықтықта жарық аспабын түсіру қажет. Жарық көзінің роботтан оңға ығысуы оңға бұрылуды қамтамасыз етеді, ал жарық нүктесінің солға ығысуы солға бұрылуды қамтамасыз етеді. Жарық көзінің роботқа жақын болғанынан, соғұрлым робот жылдам қозғалады; ал алыс орналасуынан, соғұрлым баяу жүреді.

Дипломдық жобада АРДУИНО микроконтроллері бар, ол өздігінен зарядтау функциясы бар роботты басқару үшін қолданылған. Бұл микросұлбаны қолдану роботқа фоторезистор арқылы жарықты табу арқылы жүруді қамтамасыз етуге, сонымен қатар әр қозғалысы кезінде тиісті жылдамдықты реттеуге мүмкіндік береді.

Дипломдық жұмыстың мақсаты АРДУИНО базасында өздігінен зарядтау функциясы бар роботты жасау болып табылады.

Бірінші бөлімде өздігінен зарядталатын роботтардың түрлеріне шолу қарастырылды.

Жұмыстың екінші бөлімінде роботтың құрылымдық элементтері сипатталып және бағдарламада модельденді.

Дипломдық жұмыстың үшінші бөлімінде құрылғының электрлік принципиалды сұлбалары құрастырылып, талдаулар жүргізілді.

1 РОБОТТАРДЫҢ ТҮРЛЕРІНЕ ШОЛУ ЖАСАУ

Қазақстан еңбек өнімділігі бойынша тиімді экономика жағынан екі есеге артта қалып жатыр. Егер қазіргі уақытта әлемде дамып келе жатқан қуатты технологиялық процесстің арқасында уақытында әрекет етпесек, онда бұл айырмашылық елеулі түрде арта алады. Инновациялық процесстер еңбектің жалпы шығындарын жоғары технологиялық аймақтарға қайта бөле алады. Егер бұрын шұңқырды қазу үшін бірнеше жер қазушылар қажет болса, онда қазір тек бір экскаватордың өзі жеткілікті болады. Еңбек ресурстарын жұмсауда экскаваторды жобалау мен оны зауытта өндіру үлкен үлес қосады. Яғни, адам қызметінің инженерлік аймағына: өнімнің өмірлік цикліндегі жасау мен енгізуден бастап, пайдалануы және жойылуына дейінгі кезеңдерге жұмсалады. Бұл әртүрлі құзыреттілік пен кәсіби дағдылардың жиынтығын білдіреді. Инженерлік мамандықтарға сұраныс артып келе жатыр. Шығармашылық бағыттағы жоғары білікті зияткерлік еңбекке сұраныс жоғары. Роботтарды жасап шығарудағы көптеген зауыттар мен өндіріс орындары минималды адам қатысуымен жұмыс жасайды. Адам ресурстарының көп бөлігі шығармашылық еңбек пен салаларға жұмсалуда. Роботтандыру саласы әлеуметтік салаларда жұмыс істеуге арналған роботтарды жасап, оқытуды талап етеді [1].

Әлем бойынша көптеген операциялар роботтандырылғанына байланысты технологияның дамуы артып келе жатыр. Роботтар көптеп шығарылып, оларға ақпарат алмасуы және жұмыс істеу үшін әлеуметтік ортасы қажет болады.

Японияда роботтарды басқару үшін әйел адамдарды тартумен құрылыс индустриясын роботтандырып жатыр.

Роботтардың адам өмірін құтқаруға мүмкіндігі бар. Заманауи қол протездері роботты техникамен тікелей байланысты, олар саусақтарды қозғалысқа келтіре алады. Қол протездерін басқару адам денесі арқылы берілетін электрлік импульстермен байланысты. Жасанды қолдар – роботтардың медицина саласындағы тек жалғыз еңбегі ғана емес. Ең прогрессивті үлгілері жоғары технологиялы операцияларды орындай алады.

Алдағы бес жылда жаңа технологиялар адам денсаулығын жақсартуға және зерттеулер жүргізуге мүмкіндік береді. Миниатюралық чиптегі медициналық роботтар физикалық денсаулықтың зерттеушісі болады, сонымен қатар, ауру нано деңгейінде бақыланып, ал жаңа әдістер арқылы адам ауру сипатын сезген жағдайда – ақ диагноз қоя алады.

Роботтар қоршаған ортаның ластануын анықтай алады.

Роботтар бірінші болып өртке қауіпті жағдайларды айқындап және табысты жоя алады. Олардың құқық қорғау органдарында сенімсіздік тудыратын объектілерді ұзақ уақыт қадағалауға мүмкіндігі бар. Роботтар өндірісте көптеген әртүрлі операцияларды орындайды. Негізінде, жоғары дәлдік пен қайта қайталау сияқты әрекеттерді жасайды. Оларды қолдану адам ресурстарын босату арқылы еңбек өнімділігін жоғарылатуға болады.

Роботтар тұрмыста да өте жақсы қолданылады: робот – шаңсорғыш және көгал – шапқыш.

Автомобиль өнеркәсібі – өндірістің ең автоматтандырылған түрі, 10000 жұмысшы орнына мұнда 400 – ден 700 – ге дейін роботтар жұмсалады. Стационарлы роботтар тауарды қаптау мен жүктеу бойынша монотонды жұмыстарды адамдарға қарағанда бұрыннан тез әрі арзан жасайды. Бірнеше жыл бұрын кеңістікте бағдарлана алатын мобильді роботтар пайда болды.

Роботтар ауыл шаруашылығы, сауда, өндірісте адамдарды алмастыра алады: көшені тазалау, қоймалық жүктеуді, бидай өңдеу комбайндары мен автобустарын басқару, супермаркеттер сөрелерінде йогурттарды орналастыру, өртті сөндіру, жасы үлкен және сырқат адамдарға көмектесу. Ауыл шаруашылығында мобильді роботтар өсімдіктерді ұрықтандырып және деңгейлі суарып, күйін көзбен талдап, аумақтағы барлық арам шөптерді тазалап, жанармай құю мен техникалық жөндеуге үзілістен басқа, 24 сағат бойы 365 күнде жұмыс жасай алады [2].



1.1 Сурет – Үй роботтары

2013 жылдан бастап Қытай үш жыл бойы өнеркәсіптік роботтарды пайдалануда алғашқы орынға ие болып отыр. Елімізде соңғы жылдары робот құрылымдау саласында инвестиция көлемі үнемі артып келеді: бірнеше мыңдаған кәсіпорындар пайда болып, көптеген қалаларда роботты техниканың өнеркәсіптік парктері ашылды.

Роботты техника саласындағы жетістіктер қарапайым адамдардың санасын таңқалдыруды тоқтатпады. Заманауи роботтар барлық салаларда қолданылады – ғарышты зерттеуде, денсаулық сақтау, қоғамдық қауіпсіздік, ойын – сауық мақсатында, қорғаныс және т.б. Бұл машиналар – кейбіреулері автономды, ал кейбіреулері адамның қатысуын талап етеді. Роботтар көптеген білім және ғылым саласындағы түсінігімізді кеңейтіп, мүмкіндіктерімізді жоғарылатып, адам мүмкіндігі шектеулі болғанда да, білуге көмектеседі.

Роботтарды құрылымдаудағы әйгілі бағыттардың бірі – үй шаруасындағы көмекшілерді жасау. Адамдар өз қажеттіліктеріне байланысты әр түрлі роботтарды қолданады: робот – шаңсорғыштан бастап, ыдыс жуып, коқыс төгетін роботтарға дейін. 1.2-суретте робот – шаңсорғыш көрсетілген.



1.2 Сурет – Робот – шаңсорғыш

Kiva Systems компаниясы қоймаға арналған автоматты жүйе шығарып жатыр. Тасымалдаушы роботтар тиісті тауарды жеткізу командасын оператордан алады, яғни керекті сөрени тауып, ораушыға жеткізеді.

1.1 Из зерттегіш робот

Жер үсті із зерттегіш роботы аумақтың 3Д – моделін құрастыру арқылы әскери техниканың қауіпсіз өту жолдарын анықтай алады. Сонымен қатар, жарияланған мүмкіндіктер арасында – қарсыластардың ашық оқ нүктелерін танып, миналанған орындарды анықтау және операциялық жағдайды басқарудың жылжымалы командалық пунктке хабарлайды.

Из зерттегіш робот қаладағы әскери әрекет шартында әскерге қауіпсіз жолды анықтап, сонымен бірге жаралы адамдарды шығарып, аймақтарды миналап және өрт үшін жұмыс істей алады.

Басқару мен байланыс беру қашықтығы – 4 километрге дейін. Из зерттегіш робот үшін роботты жасаумен тікелей айналысатын ӘҒЗО инженерлік – техникалық басқарудың басшысы ҚҰУ подполковнигі Теміржан Қарбаевтың пікірінше, бұл әң тиімді қолдану қашықтығы. Пилотсыз ұшатын аппараттардың қолдану қашықтығымен (50 – ден 200 – дейін) салыстырғанда, жер үсті роботында тапсырмалары нақты болып табылады [6].

Из зерттегіш робот үшін қолданудың тиімді қашықтығы – 5 км дейін. Мұндай робот әскерден алысқа кете алмайды, миналанған – жарылатын кедергілерді, қарсыластың оқты нүктелерін тауып алдыда жүреді, ал әуе кемесі жалпы жағдайды анықтап, оқ ату үшін оқ ату құралын бағыттап, қарсыластың орналасқан жерін анықтайды. Яғни жер үсті роботы оқты өзіне

бағыттап тудырып, жағдайды түсіріп, әуе кемесі көрмегенді көре алады, – подполковник Теміржан Қарабаевтың айтуы бойынша.

Қазір салмағы 24 килограмм бұл робот кез – келген жыл мезгілінде ауа райына қарамай 60км/сағ жылдамдыққа дейін жеткізге алады. Пайдалы жүктеме 75 кг құрайды. Басқарылатын құрылғыға түрлі жабдықтарды орнатуға болады – бейне және дыбыстық бекітушілер, кедергілерді табу датчигі, термалды бейнелеуіш, миналайтын құрылғы, жалғамалы тележка (жаралы адамдарды шығару үшін). Оған тағы да таратқышпен бірге чемодан – компьютер түрдегі басқарудың жер үсті станциясы қосылады.

Бұл үлгі – тек тәжірибелік үлгі болып табылады. Бұл прототип арқылы оны жақсы етіп жасауды түсінуге болады. Үлгі көмегімен қолданысын, жүрісін, электроника бойынша мықты және әлсіз бөліктерін анықтап алуға болады. Барлық мәлімденген тактикалық – техникалық сипаттамалар үлгіге сәйкес келеді. Ал егер тәжірибелі үлгіні басқа платформада жасайтын болсақ, онда көрсеткіштері ұлғаяды: жүк көтергіштігі, ашық жүрісі, басқару қашықтығы. Мысалы, қазір бензин багінің 6 литр мөлшерінде роботтың автономды жұмыс уақыты бірнеше сағатты құрайды, сәйкесінше, бензин багін ұлғайтқан жағдайда, жұмыс уақыты ұлғаяды. Робот іштен жану қозғалтқышымен жабдықталған. Бұл электр жетегімен салыстырғанда шулы және пайдаланылған газға байланысты лас болып табылады, бірақ бұның барлығы кемшіліктері. Ал қалған жағдайда артықшылықтары бар: біріншіден – жұмыс істеу ұзақтығы ұлғаяды, екіншіден – пайдалы жүктеме.

Қазір тактикалық – техникалық сипаттамаларымен роботты әскерде сынауға және қосымша барлау құралы ретінде пайдалануға болады, бірақ платформаны кеңейтіп және модульдік қаруландыруды бағдарламалайтын болсақ, онда одан соғыс роботын жасауға болады. Платформаны кеңейткенде, 250 кг салмақтағы «Аселсан Инжиниринг» қашықтықтан басқаратын модульді орнатуға мүмкіндік береді. Сонда робот барлау жүргізбей, сонымен қатар, оқ жаудыруға мүмкіндігі болады. Соғыс роботын жасауда негізгі мәселе қаржыландыру болып табылады [6].

Алғашқы соғыс роботтары 40 – шы жылдардың басында Қызыл армия үшін алынған және кеңес – финдік соғыста қолданылды. Олар радио бойынша басқарылатын телетанкалар болды. Кейінірек олардың басты әлсіз бөлігіне ток өткізілуі желісінің кедергіге тұрақсыздығы жатқызылады. Мұндай желісі бар машина оператордан команда қабылдай алмайды. Ұлы отан соғысы басталғаннан бастап телетанка жұмыстары тоқтатылды. Екінші дүниежүзілік соғыс кезінде өздігінен жүретін миналар қолданылып, алайда олар табысты болмады. Егер интеллектуалды жоғары дәлдікті роботтар туралы айтсақ, онда «Суық соғыс» кезінде дамып, пайда болды. 1948 жылы АҚШ – та барлаушы БПЛА құрылып, ал 1959 жылы мұндай пилотсыз Кеңес Одағында пайда болды. 21 ғасырды жаңа технологиялар дамыған заман деп айтуға болады, нақты айтқанда әскери салаларда. Із зерттегіш роботтар АҚШ, Ресей, Оңтүстік Корея, Франция және т.б. мемлекеттерде табысты түрде қолданылуда. АҚШ – да жоғары технологиялық әзірлемелерді жасауда арнайы министрлік жауапты болып табылады. Кейбір деректерге сүйенсек,

мұндай құрылғыларды жасауда мемлекет үлкен қаражат жұмсап жатыр. АҚШ қорғаныс министрі Эштон Картердың айтуы бойынша, 2017 жылғы проект 71 миллиард доллардан астам бюджетті құрайды.



1.3 Сурет – Жер үсті із зерттегіш робот

Негізгі құралдың тағайындалуы: қосымша барлаушы.

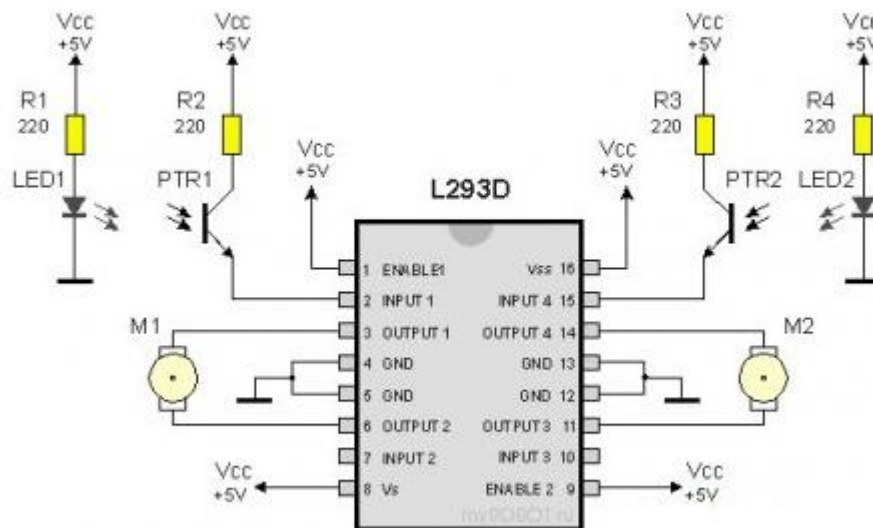
Жұмыс істеу режимі: қолмен және автоматты (жерсеріктік навигация, көрсетілген маршрут бойынша автоматты қозғалыс).

Қолдану мүмкіндіктері: қалалық бөліктерде қауіпті аймақтарды анықтау, қалалық шарттарда аймақтарды миналау, қарсыластардың жеңіл брондалған техникамен күрес, қарсыластардың оғынан жаралыларды тасымалдау, оқ – дәрілер мен киімдерді жеткізу, аймақтың 3Д – моделін құру үшін оператордың базалық компьютеріне жедел ақпаратты жеткізу.

Қолдану үшін алғышарттар: қалалық шарттарда соғыс қимылдарын жүргізуді қолдануда ауа райы кешені [6].

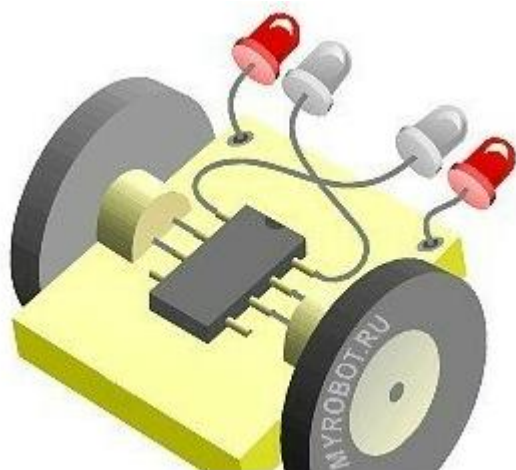
1.2 Өздігінен зарядталатын роботтарда талдау жасау

Роботты жасау үшін бізге екі жарқын жарық диод (сұлбадағы LED1 және LED2) керек болады. Оларды R1 және R4 резисторлары арқылы жалғаймыз, өйткені олар арқылы өтетін токты ажыратуды және істен шығудан сақтануға болады. Жарықдиодтарды фотосенсорлардың жанына орналастырамыз, олардың жарығын фотосенсорлар бағытталған бетке қарай бағыттап, INPUT2 және INPUT3 кірістерінен сигналды алып тастаймыз.



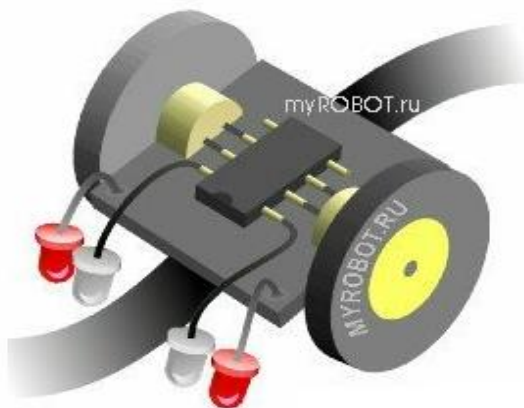
1.4 Сурет - Шағылысқан жарыққа қарай қозғалатын роботтың сызбасы

Бұл роботтың міндеті - жарық диодтарды сәулелендіретін шағылысқан жарыққа жауап беру болып табылады. Роботты қосып, және фотосенсорлардың біреуінің алдына алақанды қоямыз. Робот алақан жаққа қарай бұрылады. Алақанды фотосенсорлардың біреуінің "көру" алаңынан жасыралатындай басқа жаққа қарай жылжытамыз, робот итке сияқты алақан жақтан бұрылады. Жарық диодтарын жарықты фототранзисторлармен тұрақты ұстау үшін жеткілікті болатындай жарқын түрлерін таңдау қажет. Жарықтығы 1000 мКд асатын қызыл немесе қызғылт сары жарықдиодты пайдалану арқылы өте жақсы нәтижелерге қол жеткізуге болады. Егер робот сіздің қолыңызға тек фотосенсорға жақындаған кезде ғана жауап берсе, онда ақ қағаз парағымен тәжірибе жасауға болады: ақ парақтың көрсететін қасиеттері адам қолына қарағанда әлдеқайда жоғары және ақ параққа роботтың реакциясы әлдеқайда жақсы және тұрақты болады. Ақ түс ең жоғары шағылыстыратын қасиеттерге ие, ал қара - ең аз қасиеттерге ие. Осыны негізге ала отырып, сіз сызық бойынша жүретін роботты жасай аласыз. Сенсорларды төмен қарай бағытталатындай орналастыру қажет. Сенсорлар арасындағы қашықтық сызықтың енінен сәл артық болуы керек.



1.5 Сурет – Роботтың алғашғы көрінісі

Қара сызық бойынша жүретін роботтың сұлбасы алдыңғы сызықпен бірдей болады. Робот ақ алаңда салынған қара сызықты жоғалтпауы үшін оның ені 30 мм немесе одан көп болуы керек. Роботтың қозғалу әрекетінің алгоритмі өте қарапайым болып табылады. Екі фотосенсор ақ алаңнан шағылысқан жарықты ұстаған кезде, робот алға қарай қозғала бастайды. Сенсорлардың бірі қара сызыққа кіргенде, сәйкес келетін электрмоторы тоқтайды және робот өз орнын теңестіре отырып бұрыла бастайды. Екі сенсор да қайтадан ақ алаңда орналасқаннан кейін, робот өзінің алға қарай қозғалуын жалғастырады.



1.6 Сурет – Роботтың көрінісі

Ескерту:

Роботтардың барлық суреттерінде шартты түрде L293D қозғалтқыштар драйверінің микросұлбасы көрсетілген (тек басқарушы кірістері мен шығыстары).

1.3 Өзін-өзі зарядтау функциясы үшін арналған роботты басқару жүйесінің құрылымы

Мобильді роботты басқару жүйесі келесі тапсырмаларды шешуі қажет:

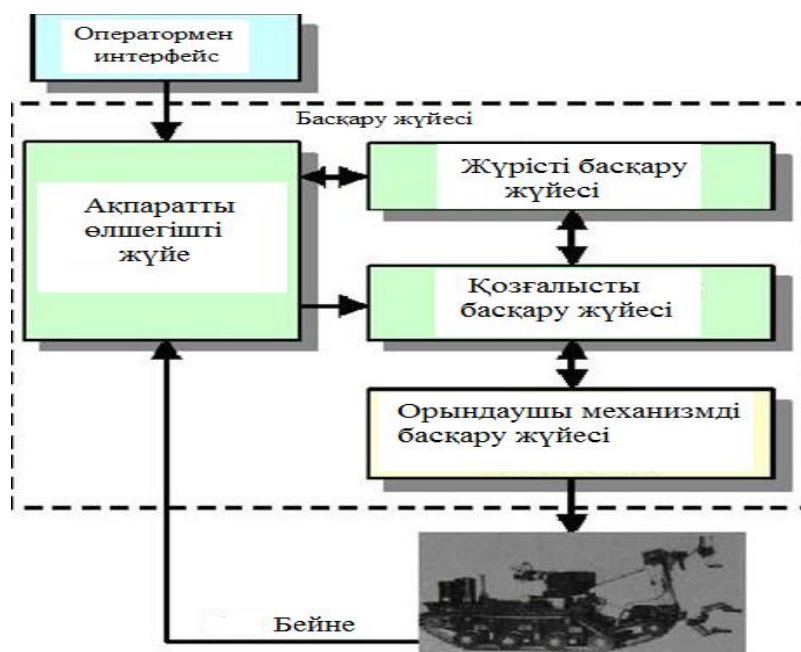
а) жұмыс және оның айналасындағы сыртқы орта туралы ақпаратты жинау мақсатында сенсорлық деректерді өңдеу (соның ішінде оператормен интерфейсден алынған деректерді);

б) мақсатты тапсырманы анықтау мақсатындағы іс-шараларды жоспарлау және осы тапсырмаларды орындау кезіндегі қажетті шаралардың кезектілігін жоспарлау;

в) роботтың жергілікті тапсырмаларды орындауына әкелетін МР қозғалысының бағдарламалық траекторияларын құрастыру (мысалы, кедергілері бар ортада мақсатты нүктеге келу);

г) олармен қозғалыстың бағдарламалық траекториясын барынша дәл және жылдам орындауға әкелетін, роботтың атқарушы механизмдеріне әсерлерді қалыптастыру.

Интеллектуалды мобильді роботты басқару жүйесін құрудың ерекшеліктерінің бірі - ол иерархиялық көп деңгейлі принцип бойынша құрылады, және осыған сәйкес кіші жүйенің иерархиялық дәрежесін арттыру арқылы оның зияткерлік дәрежесі артады (4.1-сурет). Бұл иерархияның ең жоғарғы буыны жүріс-тұрысты басқару жүйесі болып табылады, одан әрі қарай қозғалысты басқару жүйесі жүзеге асырылады, ал атқарушы механизмдерді басқару жүйесі осы иерархияның ең төменгі буыны болып табылады. Құрылымда аталған құрама жүйелерден басқа ақпараттық-өлшеу жүйесі бар, ол сондай-ақ кейбір зияткерлік мүмкіндіктерге және оператормен интерфейске ие болуы қажет.



1.7 Сурет - Мобильді роботты басқару жүйесінің құрылымы

Жүріс-тұрысты басқару жүйесі (стратегиялық деңгей) оның алдына қойылған тапсырмаларды орындау үшін роботтың мақсатты жүріс-тұрысын қалыптастыруға арналған. Бұл жүйе шығыста қозғалысты басқару жүйесі үшін мақсатты көрсеткіштерді қалыптастырады: жолдың мақсатты нүктесі, робот жетектерінің талап етілетін күйі, ақпараттық-өлшеу жүйесінің жұмыс режимдерін басқару командасы.

Қозғалысты басқару жүйесі (тактикалық деңгей) роботтың динамикалық сипаттамаларын ескере отырып, роботты кедергілері бар ортада көрсетілген мақсатты жағдайға келтіретіндей роботтың қозғалысының бағдарламалық траекторияларын жоспарлауға арналған. Бұл жүйе үшін мақсатты жағдай жүріс-тұрысты басқару жүйесін қалыптастырады. Шығыста бұл жүйе сызықты қозғалыс жылдамдығының және роботтың бұрылуының талап етілетін командалық мәндерін қалыптастырады.

Атқарушы механизмдерді басқару жүйесі (басқару жүйесінің жетекті деңгейі) роботтың атқарушы механизмдерін басқару тапсырмаларын шешеді. Бұл жүйе жұмыстың аппараттық бөлігі бар интерфейсті жүзеге асырады (роботтың жұмысына қажетті электрлік және механикалық құрылғылар).

Ақпараттық-өлшеу жүйесі сенсорлық ақпараттарды жинау, өңдеу және роботты басқару жүйесінде қолдануға ыңғайлы сигналдарға түрлендіру үшін арналған. Телекамерадан алынған бейнелер негізінде басқа қосалқы жүйелер сол немесе басқа шешімдер қабылдайтын параметрлер жиынтығына түрлендіріледі.

1.4 Сервожетектер туралы жалпы түсінік

Сервожетек деп берілген бұрышқа бұрылуды және осы жағдайды ұстап тұруды орнатуға болатын электр қозғалтқышы бар механизм түсіндіріледі. Алайда, бұл толық анықтама емес.

Егер толығырақ айтатын болсақ, сервожетек — бұл қозғалыс параметрлерін дәл басқаруға мүмкіндік беретін теріс кері байланыс арқылы басқарылатын жетек болып табылады. Сервожетек құрамында датчик (ережелер, жылдамдық, күш және т. б.) және жетекті басқару блогы бар, датчиктегі барлық қажетті параметрлерді автоматты түрде қолдаушы және берілген сыртқы мәнге сәйкес келетін кез келген механикалық жетектің түрі болып табылады.

Басқаша айтқанда:

1. Сервожетек кірісіне басқару параметрінің мәнін алады. Мысалы, бұрылу бұрышы

2. Басқару блогы бұл мәнді өзінің датчигіндегі мәнмен салыстырады

3. Салыстыру нәтижесі негізінде жетек кейбір әрекетті жасайды, мысалы: ішкі датчиктің мәні сыртқы басқару параметрінің мәніне мүмкіндігінше жақын болатындай бұрылыс, жеделдету немесе баяулату жасау

Берілген бұрыш пен берілген айналу жылдамдығын ұстап тұратын сервожетектер кең таралған.

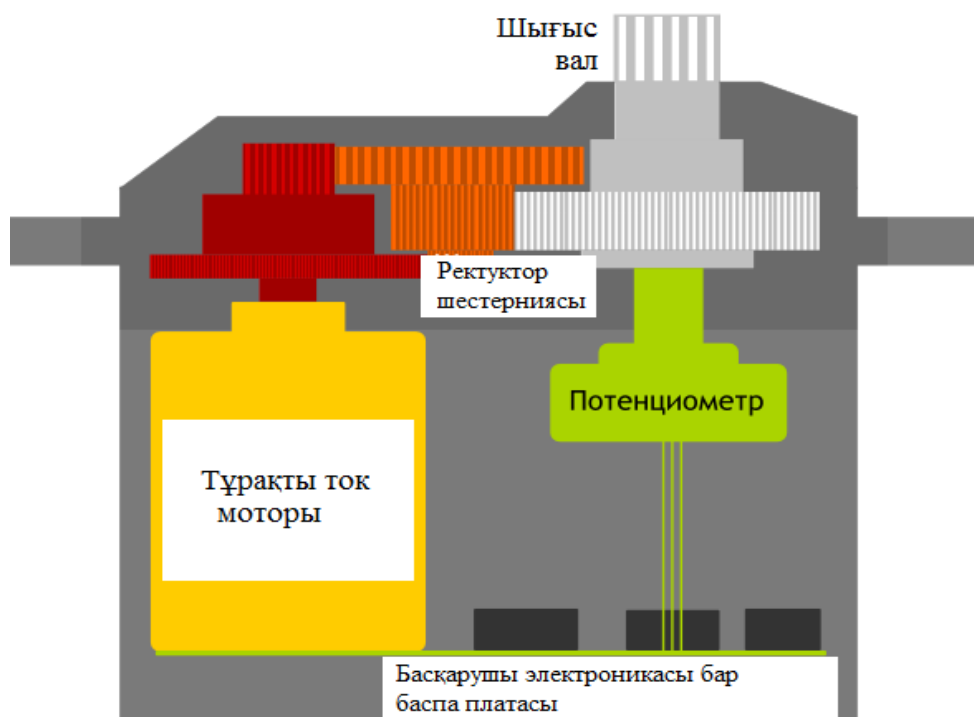
Типтік хобби - сервожетек төменде көрсетілген.



1.8 Сурет - Сервожетек

1.4.1 Сервожетек құрылғысы

Сервожетектердің бірнеше құрамдас бөліктері бар.



1.9 Сурет - Сервожетектердің бірнеше құрамдас бөліктері

Жетек — редукторы бар электромотор болып табылады. Электр көзін механикалық бұрылысқа айналдыру үшін электромотор қажет. Алайда, көбінесе мотордың айналу жылдамдығы практикалық пайдалану үшін өте үлкен болады. Жылдамдықты төмендету үшін редуктор қолданылады: тісті доңғалақ механизмі, беріліс және түрлендіргіш моменті.

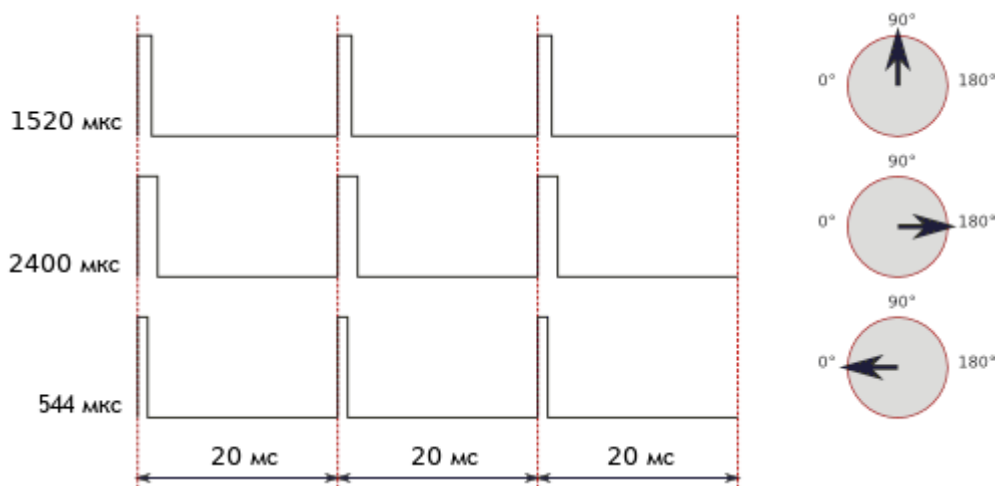
Электр моторын қоса алғанда, шығыс білікті — сервоприводтың соңғы тістегершігін айналдыруға болады. Алайда, құрылғыны бақылау үшін кері байланыс датчигі қажет — электр сигналына бұрылу бұрышын кері түрлендіретін энкодер. Ол үшін потенциометр жиі қолданылады. Потенциометрдің жүргішісін бұрған кезде оның кедергісі бұрылу бұрышына пропорционалды өзгереді. Осылайша, оның көмегімен механизмнің ағымдағы жағдайын орнатуға болады.

Электр мотордан, редуктордан және потенциометрден басқа сервожетекте сыртқы параметрді қабылдауға, потенциометрден мәндерді оқуға, оларды салыстыру және моторды қосу/өшіру үшін жауап беретін электрондық толтыру бар. Ол теріс кері байланысты қолдау үшін жауап береді.

Сервожетекке үш сым тартылады. Олардың екеуі мотордың қоректенуіне жауап береді, ал үшіншісі құрылғының жағдайын қою үшін пайдаланылатын басқару сигналын жеткізеді.

1.4.2 Сервожетекті басқару

Сервожетекке қалаған жағдайды көрсету үшін, сол үшін арналған сымға басқару сигналын жіберу қажет. Басқару сигналы — тұрақты жиіліктің және ауыспалы еңнің импульстері болып табылады.



1.10 Сурет - Тұрақты жиіліктің және ауыспалы еңнің импульстері

Сервожетек қандай жағдайда ие болуы қажеттілігі импульстің ұзындығына байланысты болады. Сигнал басқарушы сұлбаға келіп түскенде, онда бар импульс генераторы өзінің импульсын шығарады, оның ұзақтылығы потенциометр көмегімен анықталады. Сұлбаның басқа бөлігі екі импульстің ұзақтығын салыстырады. Егер ұзақтылық әр түрлі болса, онда электр мотор қосылады. Айналу бағыты импульстердің қайсысы қысқа болса сонымен

анықталады. Егер импульстің ұзындықтары тең болса, электр мотор тоқтатылады.

Көбінесе хобби-жетектерде импульстер 50 Гц жиілігімен өндіріледі. Бұл импульс бір рет 20 мс шығарылады және қабылданады дегенді білдіреді. Әдетте 1520 мкс импульстің ұзақтылығы сервожетек орташа жағдайға ие болуы тиіс дегенді білдіреді. Импульс ұзындығын ұлғайту немесе азайту сервожетекті сағат тіліне немесе сағат тіліне қарсы бұруға мәжбүр етеді. Бұл ретте импульс ұзақтылығының жоғарғы және төменгі шектері болады. Arduino үшін Servo кітапханасында тұрақтылық бойынша импульс ұзындығының келесі мәндері көрсетілген: 544 мкс — 0° үшін және 2400 мкс — 180° үшін.

Нақты құрылғыда зауыттық параметрлер стандартты параметрлерден өзгеше болуы мүмкін екенін ескеріңіз. Кейбір сервожетектер 760 мкс импульс енін пайдаланады. Бұл ретте орташа жағдай 760 мкс-қа сәйкес келеді, кәдімгі сервожетектерде орташа жағдайға 1520 мкс-қа сәйкес келеді.

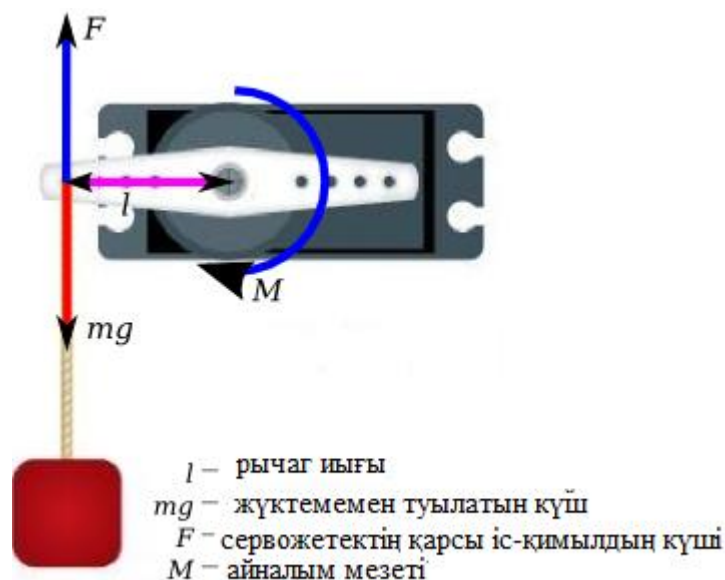
Бұл жалпы қабылданған ұзындықтар ғана. Тіпті сервожетектің бір моделі шеңберінде де өндіріс кезінде рұқсат етілетін қателіктер болуы мүмкін, ол импульстің жұмыс диапазонының өзгешелігіне әкеледі. Нақты жұмыс үшін әрбір нақты сервожетек калибрленуі қажет: тәжірибелі оған тән дұрыс диапазонды таңдау қажет.

Тағы бір назар аударатын жағдай, бұл терминологиялық тұрғыдан шатасу. Көбінесе сервожетектерді басқару әдісі PWM/ШИМ (Pulse Width Modulation) немесе PPM (Pulse Position Modulation) деп аталады. Бірақ бұл олай емес, және бұл тәсілдерді қолдану жетектің жұмысына зиян келтіруі мүмкін. Дұрыс термин — PDM (Pulse Duration Modulation). Онда импульстердің ұзындығы өте маңызды және олардың пайда болу жиілігі соншалықты маңызды емес. 50 Гц — бұл норма, бірақ сервожетек 40 және 60 Гц кезінде дұрыс жұмыс істейтін болады. Бұл ретте бір нәрсені ескеру қажет — жиілікті қатты азайту кезінде ол жұлқынып және төмен қуатта жұмыс істей алады, ал жиіліктің күшті жоғарылауы кезінде (мысалы, 100 Гц) қызып, істен шыға алады.

1.4.3 Айналмалы момент және айналу жылдамдығы

Алдымен сервожетектің екі маңызды сипаттамаларын қарастырайық: айналу моменті туралы және бұрылу жылдамдығы туралы.

Күш моменті, немесе айналмалы момент — айналу осінен күш салу нүктесіне, осы күш векторына жүргізілген радиус-вектордың туындысына тең векторлық физикалық шама болып табылады. Күштің қатты денеге айналмалы әсерін сипаттайды.



1.11 Сурет - Сервожетектің ауыр жүкті берілген ұзындық иінтірегінде тыныштықта қаншалықты ұстап тұру мүмкіндік сұлбасы

Қарапайым айтқанда, бұл сипаттама сервожетектің ауыр жүкті берілген ұзындық иінтірегінде тыныштықта қаншалықты ұстап тұру мүмкіндігін көрсетеді. Егер сервожетектің айналмалы моменті $5 \text{ кг} \times \text{см}$ тең болса, онда бұл сервожетек көлденең қалыпта ұзындығы 1 см иінтіректі ұстап тұратындығын білдіреді, оның бос ұшы 5 кг . Немесе эквиваленттіні, яғни 1 кг ілінген ұзындығы 5 см иінтіректі көрсетеді.

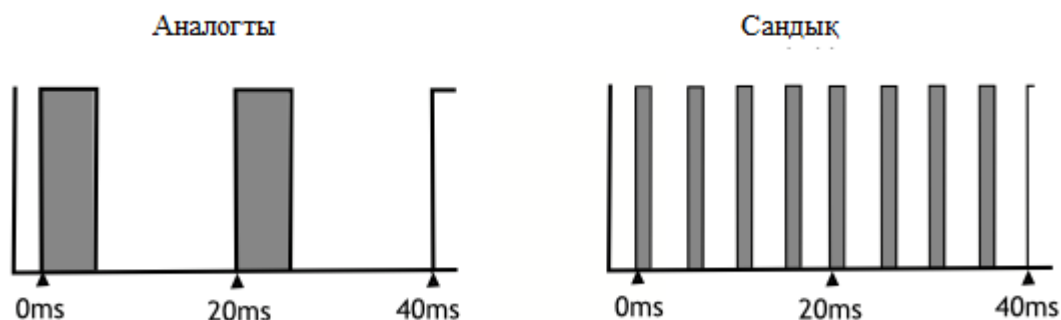
Сервожетектің жылдамдығы сервожетектің иінтірегін 60° бұру үшін қажетті уақыт аралығымен өлшенеді. $0,1 \text{ с}/60^\circ$ сипаттамасы сервожетек $0,1 \text{ с}$ ішінде 60° айналатындығын көрсетеді. Одан жылдамдықты неғұрлым әдеттегі шамада, минутына айналымда есептеу қиын емес, бірақ сервожетектерді сипаттау кезінде осындай бірлікті жиі қолданады.

Айта кету керек, кейде осы екі сипаттамалардың арасындағы ортақ шешімге келу керек, өйткені біз сенімді, жоғары салмақ сервожетек алуымыз үшін біз бұл қуатты қондырғының баяу бұрылатындығына дайын болуымыз қажет. Ал егер біз өте жылдам жетекті қаласақ, оны тепе-теңдік жағдайынан шығару оңай болады. Бір моторды пайдаланған кезінде баланс редуктордағы тістегершіктің конфигурациясын анықтайды.

1.4.4 Ішкі интерфейс

Сервожетектер аналогты және сандық болады. Олардың айырмашылықтары, артықшылықтары мен кемшіліктері неде? Сыртынан қарағанда олардың ешқандай айырмашылықтары жоқ: электр моторлары, редукторлары, потенциометрлері бірдей, олар тек ішкі басқару электроникасымен ғана ерекшеленеді. Сандық собраттағы аналогты сервожетектің арнайы микросұлбасының орнына импульстерді қабылдайтын,

оларды талдайтын және моторды басқаратын микропроцессор платасын байқауға болады. Осылайша, физикалық орындаудағы ерекшелік импульстерді өңдеу және моторды басқару тәсілдеріне негізделеді.



1.12 Сурет - Сервожетектің екі түрі

Сервожетектің екі түрі де бірдей басқару импульстерін қабылдайды. Осыдан кейін аналогты сервожетек жағдайды өзгерту қажет пе, керек болған жағдайда моторға сигнал жібереді деген шешімді қабылдайды. Бұл әдетте 50 Гц жиілікпен жүреді. Осылайша біз 20 мс аламыз — ең аз реакция уақыты. Осы уақыт аралығында кез келген сыртқы әсер сервопривод жағдайын өзгерте алады. Алайда бұл жалғыз ғана мәселе емес. Тыныштық жағдайында электр моторына кернеу берілмейді, тепе-теңдіктен аз ауытқыған жағдайда электр моторына аз қуатты қысқа сигнал беріледі. Көп ауытқу болған сайын, сигнал соғұрлым күшті болады. Осылайша, аз ауытқулар кезінде сервожетек моторды жылдам айналдыра алмайды немесе үлкен моментті дамыта алмайды. Уақыт пен қашықтық бойынша "өлі аймақтар" құрылады.

Бұл мәселелерді қабылдау жиілігін арттыру, сигналды өңдеу және электр қозғалтқышын басқару көмегімен шешуге болады. Сандық сервожетектер арнайы процессорды қолданады, ол басқару импульстерін алады, оларды өңдейді және 200 Гц және одан жоғары жиіліктегі моторға сигнал жібереді. Сандық сервожетек сыртқы әсерлерге жылдам жауап бере алады, қажетті жылдамдық пен айналдыру моментін тез дамытады, демек, берілген позицияны жақсы ұстап тұру қажет болады. Әрине, бұл ретте ол электр энергиясын көп тұтынады. Сонымен қатар, сандық сервожетектер өндірісте күрделі, сондықтан да айтарлықтай қымбат тұрады. Шын мәнінде, бұл екі кемшілік — сандық сервожетектердің барлығында бар кемшіліктер болып табылады. Техникалық тұрғыдан олар аналогты сервожетектерді сөзсіз жеңеді.

1.4.5 Arduino-ға қосылу

Көптеген сервожетектер Arduino-ға тікелей қосылуы мүмкін. Ол үшін үш сымнан тұратын шлейф бар:

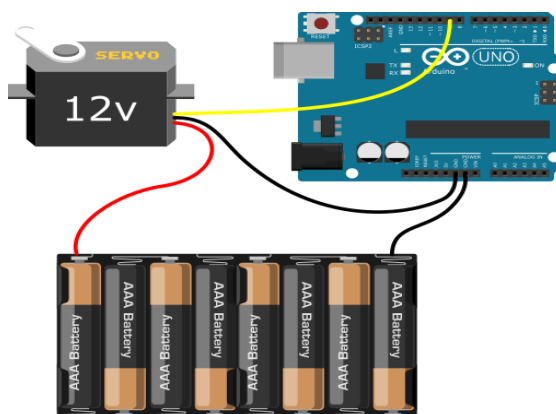
- қызыл — қорек көзі; 5V контактіге немесе тікелей қуат көзіне қосылады
- қоңыр немесе қара — жер
- сары немесе ақ — сигнал; Arduino сандық шығысына қосылады.

Arduino-ға қосылу үшін Troyka Shield сияқты порттардың кеңейткіш платасын қолдану ыңғайлы болып табылады. Бірнеше қосымша сымдармен бірге серваны және breadboard арқылы немесе Arduino контактілеріне тікелей қосуға болады.

Басқару импульстерін өз бетінше жасауға болады, бірақ оны жеңілдету үшін стандартты Servo кітапханасы бар.

1.4.6 Қорек көзі бойынша шектеу

Қарапайым хобби-сервожетек жұмыс кезінде 100 мА-дан астам токты тұтынады. Arduino 500 мА дейін бере алады. Сондықтан, егер сізге жобаны жүзеге асыру үшін қуатты сервожетекті пайдалану қажет болса, оны қосымша қоректендірумен контурға бөлу туралы ойлаудың мәні бар. 12V сервожетекті қосу мысалында қарастырайық:



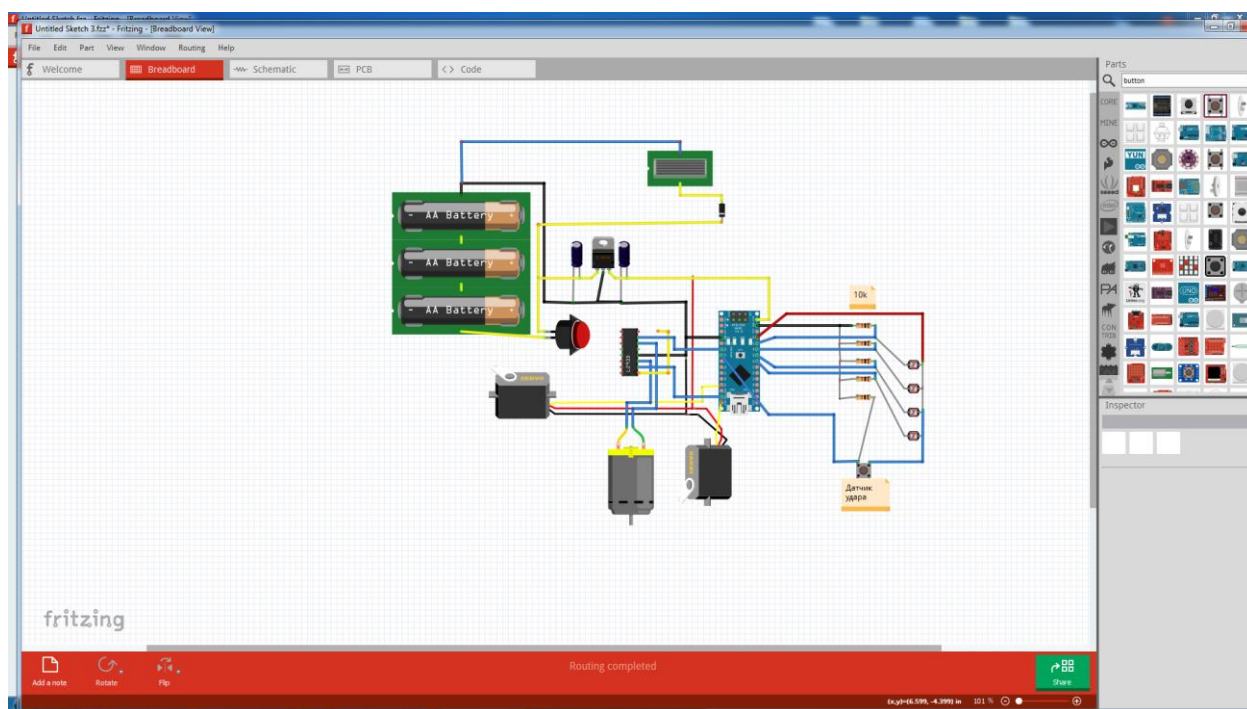
1.13 Сурет -12V сервожетекті қосу сұлбасы

1.4.7 Қосылатын сервожетектер саны бойынша шектеу

Arduino платасының көпшілігінде Servo кітапханасы көп дегенде 12 сервожетекті басқаруды қолдайды, Arduino Mega-да бұл сан 48 мәніне дейін артады. Бұл кітапхананы қолданудың аздаған кері әсері бар: егер сіз Arduino Mega-мен жұмыс істемесеңіз, онда analogWrite() функциясын 9 және 10 контактілерге сервожетектердің қосылғанына немесе қосылмағанына қарамастан пайдалануға болмайды. Arduino Mega-ға ШИМ / PWM қызметін бұзбай 12 сервожетектерді қосуға болады, сервожетектерді көбірек пайдаланған кезінде біз analogWrite() 11 және 12 контактіде пайдалана алмаймыз

2 Құрылымдық бөлім

2.1 Роботтың құрылымын бағдарламада жинастыру



2.1 Сурет – Бағдарламадағы сұлба

1 серво алдыңғы дөңгелектерді бұру үшін пайдаланылады.

2-ші серво күн трекері үшін қолданылады. Яғни, күн панелін бұру. Редуктормен тұрақты ток моторы негізгі жетек ретінде пайдаланылады.

5V тұрақтандырғышы Arduino-ны қоректендіру үшін қажет 4 фоторезистор: олардың 2-і күн панелінде, ал екеуі бүйірінде орнатылған. Соққы датчигі кедергімен соқтығысқан кезде контроллерге сигнал береді. L293D қозғалтқыш драйвері қозғалтқышты басқару үшін қажет. Күн панеліндегі диод батареяның шығысындағы ток панелдің қыздырылмауы үшін орнатылған. Яғни, ток кері бағытта ағып кетпеуі қажет.

2.2 Ардуино HC-SR04 ультрадыбысты қашықтық сенсорын таңдау

Ардуино ультрадыбысты қашықтық датчиктері өзінің салыстырмалы қарапайымдылығына, жеткілікті дәлдігіне және қол жетімділігіне байланысты робототехникалық жобаларға өте қажет болып табылады. Олар кедергілерді айналып өтуге, заттардың өлшемін алуға, үй-жай картасын модельдеуге және объектілердің жақындауы немесе жойылуы туралы белгі беруге көмектесетін аспаптар ретінде пайдаланылуы мүмкін. Мұндай құрылғының кең таралған нұсқаларының бірі - HC SR04 ультрадыбысты

қашықтықты өлшегіші бар қашықтық датчигі болып табылады. Бұл бөлімшеде біз қашықтық датчигінің әрекет ету принципімен танысамыз, Arduino платаларына қосудың бірнеше нұсқаларын, өзара әрекеттесу сызбасын және скетчтардың мысалдарын қарастырамыз.

2.3 HC SR04 датчигін сипаттау

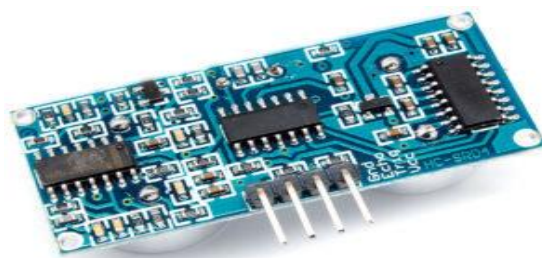
Ардуино қашықтық сенсоры байланыссыз типті аспап болып табылады және жоғары дәлдікті өлшеу мен тұрақтылықты қамтамасыз етеді. Өлшеудің қашықтық диапазоны 2-ден 400 см дейінгі аралықты қамтиды. Оның жұмысына электромагниттік сәулелер мен күн энергиясы елеулі әсер етпейді. HC SR04 arduino модуль жиынтығына ресивер мен трансмиттер кіреді.



2.2 Сурет - Ардуино қашықтық сенсоры

HC SR04 ультрадыбысты қашықтық өлшегішінің келесі техникалық параметрлері бар:

- Қуат беретін кернеу 5В;
- Ток күшінің жұмыс параметрі – 15 мА;
- Пассивті күйдегі ток күші < 2 мА;
- Шолу бұрышы – 15°;
- Сенсорлық рұқсат – 0,3 см;
- Өлшеу бұрышы – 30°;
- Импульстің ені – 10-6 с.



2.3 Сурет - HC SR04 ультрадыбысты қашықтық өлшегіші

Датчик төрт шықпамен жабдықталған (стандарт 2,54 мм):

- Оң типтегі қуат байланысы – +5В;

- Trig (T) – кіріс сигналының шығуы;
- Echo (R) – шығу сигналын шығару;
- GND – "жер" шықпасы.

Arduino өзара әрекеттесу сызбасы

Деректерді алу үшін келесі көрсетілген әрекеттер ретін орындау қажет:

- Шығысқа ұзақтығы 10 микросек Trig импульсін шығу;
- Arduino-ға қосылған HC sr04 ультрадыбыстық қашықтықтан өлшеуішінде сәулелендіру арқылы алға жіберілетін 40 кГц жиілігімен 8 импульс сигнал түрлендіріледі;
- Импульстер кедергілерге жеткенде, олар одан бейнеледі және R қабылдағышымен қабылданады, бұл Echo шығуында кіріс сигналының болуын қамтамасыз етеді;
- Контроллер бетінде алынған сигналды формулалардың көмегімен арақашықтыққа ауыстыру керек.

HC SR04 датчигімен қашықтықты өлшеу дәлдігі

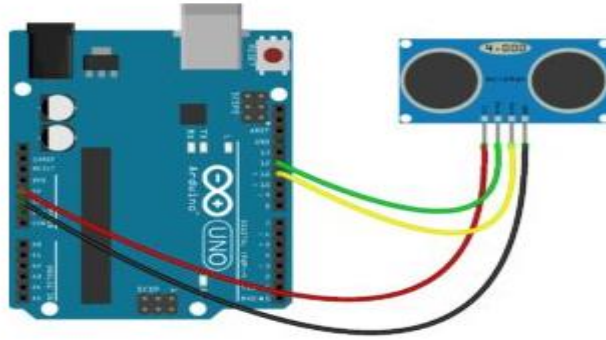
Датчиктің дәлдігі бірнеше факторларға байланысты болады:

- ауа температурасы мен ылғалдылығы;
- объектіге дейінгі қашықтық;
- датчикке қатысты орналасу (сәулелену диаграммасына сәйкес);
- датчик модулінің элементтерін орындау сапасы.

Кез келген ультрадыбыстық датчиктің әрекет ету принципінің негізіне ауада таралатын акустикалық толқындардың шағылысу құбылысы жатады. Бірақ физика курсынан белгілі, ауадағы дыбыстың таралу жылдамдығы осы ауаның қасиеттеріне тәуелді (бірінші кезекте температураға) болады. Датчик толқындарды шығара отырып және олардың қайтып келу уақытын тоқтата отырып, олардың қандай ортада таратылатын білмегендіктен есептеулер үшін орташа шаманы алады. Шынайы шарттарда ауаның температурасы факторының негізінен HC-SR04 1-ден 3-5 см дейін қателісуі мүмкін.

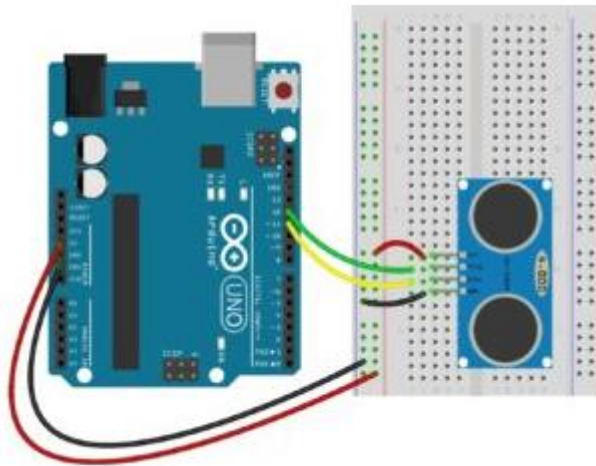
2.4 Arduino-ға HC SR04 қосу

Arduino платасына ультрадыбысты қашықтық датчигін қосу өте оңай. Қосылу схемасы суретте көрсетілген.



2.4 Сурет - Arduino платасына ультрадыбысты қашықтық датчигін қосылу сұлбасы

Жер контактісі Arduino платасындағы GND шығысына қосылады, қуат шығысы 5V-мен қосылады. Trig және Echo шығулары arduino-ға сандық пиндерге қосылады.



2.5 Сурет - Макеттік плата арқылы қосылу нұсқасы

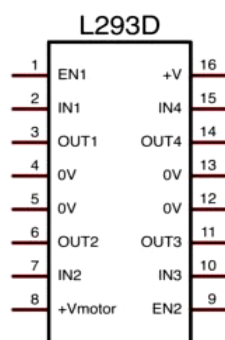
2.5 L293D қозғалтқыштың драйвері

L293D – қозғалтқышпен жұмыс істеу үшін ең қарапайым микросхема болып саналады. L293D екі H-көпірлікпен иелі, ол екі қозғалтқышпен басқаруға көмектеседі. Микросұлбаның жұмыстық кернеуі – 36 В, жұмыстық ток 600 мА жетеді. L293D қозғалтқышына 1,2 А максималды ток бере алады.

Сұлбада 16 шығыс бар. Пиндеу:

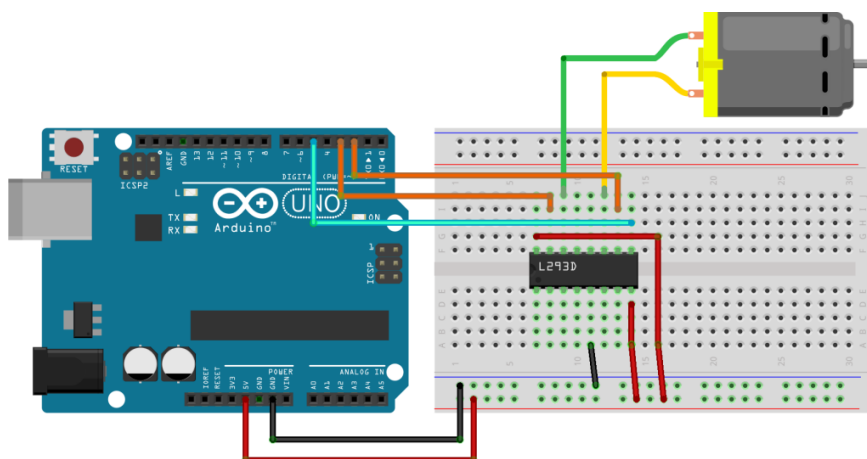
- +V – 5 В –ке қорек көзі;
- +V_{motor} – 36 В дейін мотор үшін қорек кернеуі;
- 0V – жерлену;
- En1, En2 – H-көпірді қосу және өшіру;
- In1, In2 – бірінші H- көпірді басқарады;
- Out1, Out2 – бірінші H- көпірді қосу;

- In3, In4 – екінші Н –көпірді басқару;
- Out3, Out4 – екінші Н –көпірді қосу.



2.6 Сурет - L293D – қозғалтқыш микросхемасы

Arduino Uno микроконтроллеріне қосылу үшін L293D – ге In1 шығыстарды қосу керек және 7 пинді Ардуинге, In2 – 8, In3 – 2, In4 – 3, En1 – 6, En2 – 5, V – 5V, Vmotor – 5 V, 0V – GND. Ардуинге бір қозғалтқышты қосу мысалы, суретте көрсетілген.



2.7 Сурет - Arduino Uno микроконтроллеріне қосылуы

Ойықшаның бір бетінде екеніне назар аударыңыз. Ол микросхеманы орналастыру үшін қажет. Схемада ойықша жоғарғы жағында орналасқан. L293D екі моторды басқара алады, бір мотор үшін шартты сол жақ жартысы, оң жақ — басқа үшін. Драйвердің әрбір аяғын қарастырайық.

Enable 1,2 - сол жағынан моторды басқару мүмкіндігін қосады/өшіреді. Оны қосылған түрде ұстаған мағынасы бар (5В беру керек).

Input 1 және 2 – Arduino порттарына қосылады және сол жағынан мотор жұмысын басқарады.

Output 1 және 2 - бұл аяқтарға бірінші мотордың контактілері келтіріледі.
GND - жер.

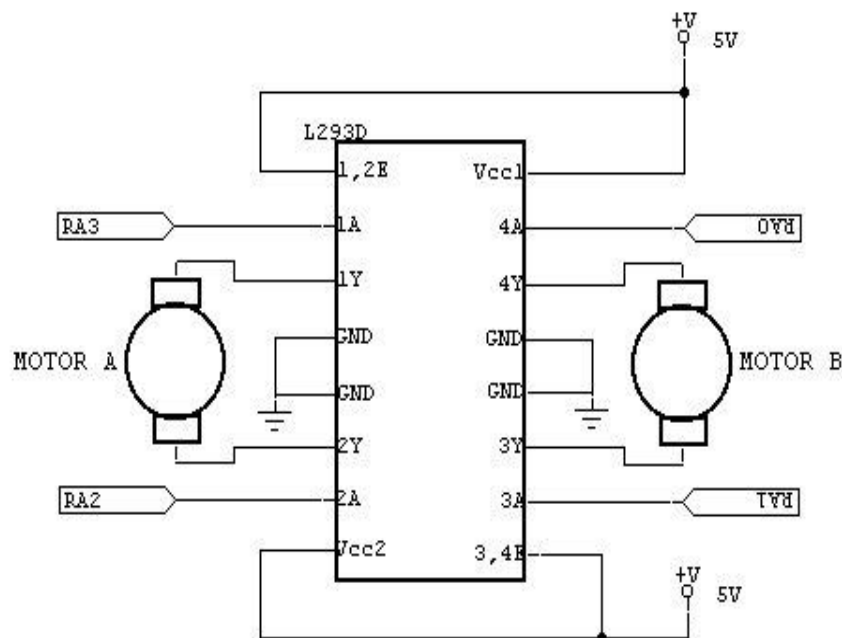
Vcc 2 - моторлардың қоректенуі (5в немесе қанша моторларға қажет).

Vcc 1 - драйвердің қуат көзі (5в).

Input 3 және 4 - Arduino порттарына қосылады және оң жағынан мотордың жұмысын басқарады.

Output 3 және 4 - бұл аяқтарға екінші мотордың контактілері келтіріледі.

Enable 3,4 – оң жағынан моторды басқару мүмкіндігін қосады / өшіреді. Оны қосылған түрде ұстаған мағынасы бар (5В беру керек).

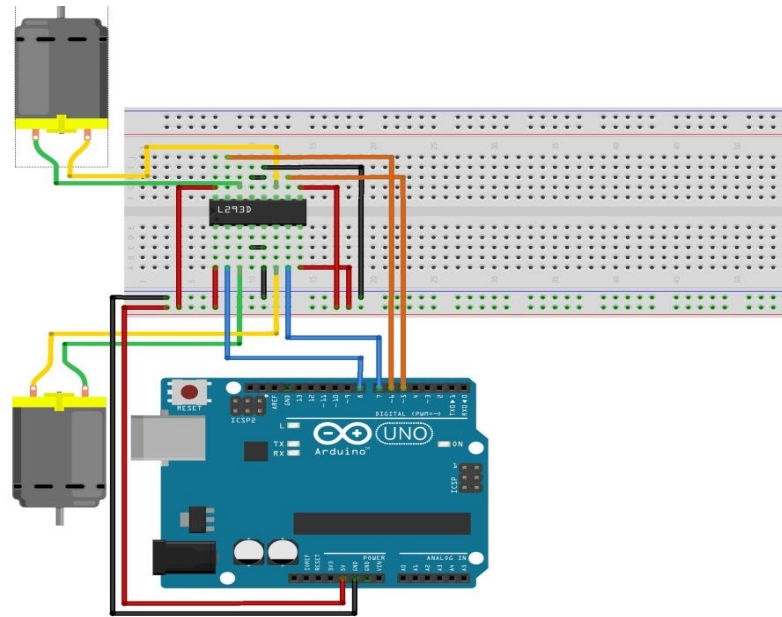


2.8 Сурет – Arduino –ның көрнекі схемасы

RA 0, 1, 2, 3 — Arduino порттарына қосылады. 1 және 2 моторлармен басқару және қосуды қарастырамыз.

7 және 8 пиндерге моторды қосамыз. Айнаруды басқару үшін digital Write командасы қолданылады, содан әрбір портқа сигнал жібереміз, бір ретте біреуі HIGH болуы керек, екіншісі — LOW. Егер де моторды тоқтату керек болса, онда екі портқа да LOW сигналын жібереміз. Моторды бір жаққа қарай айналдыратын және 1 секундқа тоқтататын, содан басқа жаққа айналдаратын және оны да 1 секундқа тоқтататын бағдарлама жазамыз.

Енді 2 моторды қосамыз:

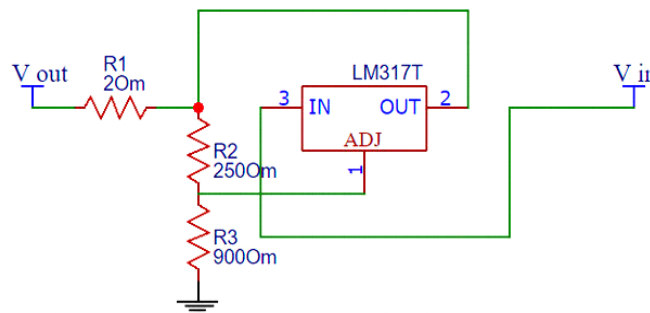


2. 9 Сурет- Arduino –ның көрнекі схемасы

Көбінесе 2 моторды жетектік платформа үшін қолданылады. 2 секундты платформа алға жылжып, 1 секунд ішінде бұрылатын бағдарламаны жазамыз.

2.6 Кернеу стабилизаторын таңдау

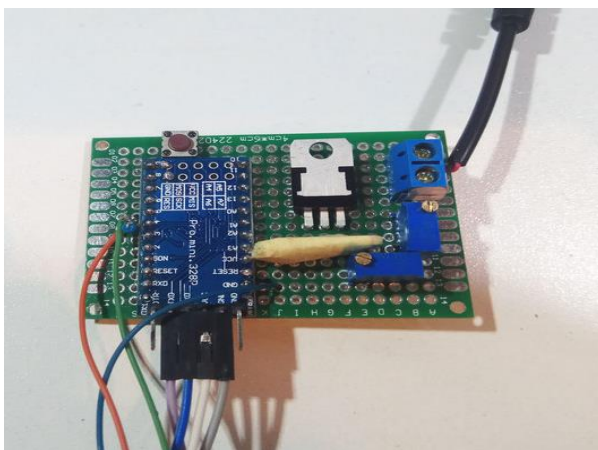
5 вольтке және 0.5 амперге сұлба келесідей:



2.10 Сурет – Кернеу стабилизаторының сұлбасы

R1 арқылы ток шектеуін орнатуға болады. А R2 және R3 кернеуді шектеуді анықтайды.

Міне, жобада қалай болды:



2.11 Сурет – Баспа платасына жинастыру

Маған қажет резисторлар қол астында болған жоқ, сондықтан мен айнымалыларды пайдалануды шештім. Схема қарапайым, жұмысқа қабілетті. Мұндай әдісті одан әрі пайдаланатыныма сенімдімін. Нәтижесінде, қарапайым және қол жетімді құралдармен ток/кернеуді төмендетудің қарапайым әдісін өзім үшін таптым деп айтқым келеді.

2.7 ARDUINO үшін діріл датчигі бар (сандық шығыс) модуль - “KY-031” таңдау



2.12 Сурет - "KY-031" – модульі

"KY-031" – модульде діріл (соққы) датчигі бар плата бар – "SW-18015" және іске қосылған кезде кернеудің төмен деңгейін шығыста шығаруға береді. "SW-18015" жұмыс істеу принципі дірілдеу, соққы немесе күшті үдету кезінде серіппені металл корпусқа тұйықталудан тұрады. Сенсор кез келген бұрышта орнату кезінде жұмыс істей алады және ARDUINO-ға оңай қосылады. Сондай-ақ, ұқсас соққы датчигі бар. Діріл/соққы кезінде датчиктің серіппесі өзекпен жанасады және тізбек тұйықталады. Діріл (соққы) датчигі күзет жүйелерінде, роботтытехникада кедергілермен соқтығысуды тіркеу үшін құрылғының соққыларын диагностикалау үшін қолдануға болады.

Модуль дербес құрылғы ретінде жұмыс істейді және Arduino-ға қосса кез келген микроконтроллерлермен үйлесімді.

Сипаттамалары

Коммутацияның шекті кернеуі 12 В (қуат көзінің үлкен кернеуімен датчикті пайдалану кезінде түйіспелердің ұшқыны және бүлінуі мүмкін!)

Контактілер кедергісі

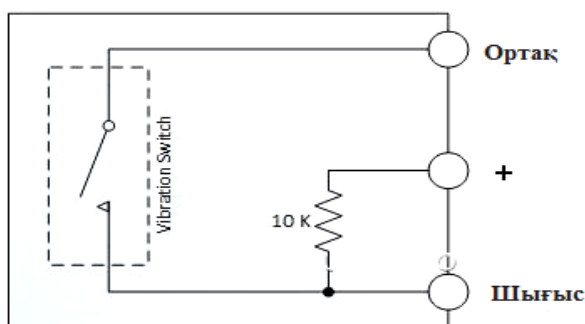
10 МОм аса тұйықталған

30 миллиметрден кем тұйықталған

Кепілдік саны, 100000 аса қосылу

Қосылу:

- «S» — сандық шығыс (жоғарғы/төменгі деңгей)
- «орташа контакт» — +5 В Arduino платаны қосуға болады
- «-» — жалпы



2. 13 Сурет - “KY-031” принципіалды сұлбасы

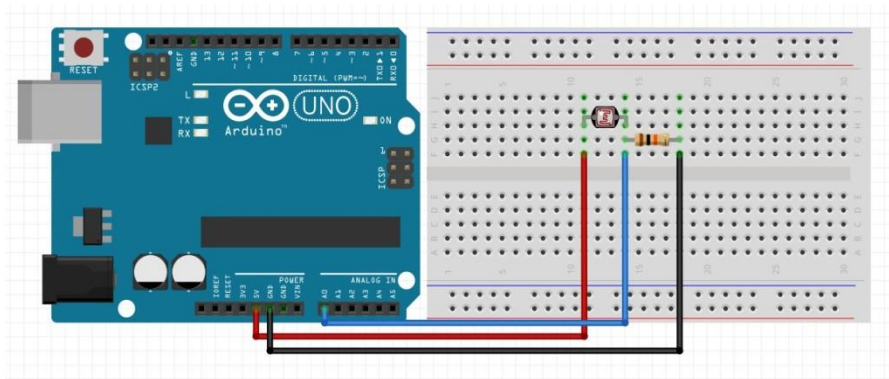
2.8 10 кОм фоторезисторды таңдау

Қарапайым датчиктердің бірі фоторезистор болып саналады, ол жарық датчигінің рөліне өте жақсы сәйкес келеді.



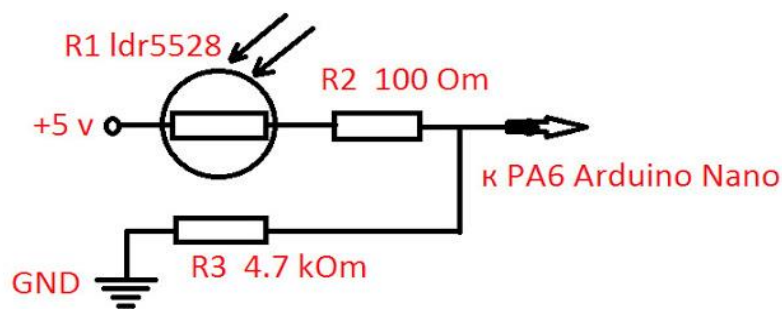
2.14 Сурет - 10 кОм фоторезистордың көрінісі

Фоторезистордың жұмыс істеу принципі, оған жарық түскен сайын, оның кедергісі төмендейді. Фоторезисторды қосу принципі батырма сияқты, алайда, батырмаға қарағанда, фоторезистор жарықтандыру деңгейін береді, сондықтан сандық портқа қосыла алмайды. Оның орнына ол қарама-қарсы жағында орналасқан және analog in қол қойылған аналогтық порттарға қосылады. А0 портына қосамыз.



2.15 Сурет - Фоторезисторды қосу принципі

Фоторезистормен қайтарылатын деректер резистордың кедергісіне тәуелді болады. Резисторларды 1 КОм, 4,7 КОм, 10 КОм номиналымен қолданып көріңіз. Жарық деректерін экранға шығарамыз. Одан әрі Arduino nano-ға фоторезисторды қосу туралы ойладым. Көп ойлаудан кейін ішіне салынған АСТ қолдануға шешім қабылдады. Қандай схема бойынша АСТ-ға фоторезисторды қосу керек екендігін, төменде сұлбада келтірдім.



2.16 Сурет - АСТ-ға фоторезисторды қосу

2.9 6 Вт қуатты күн панелін таңдау

300 мА токпен 6 вольтты күн батареяларының класын жалғастыру. 6 Вольт және 300 миллиампердегі ток кернеуін қамтамасыз ететін бұл күн панелі сізге кең пайдалану мүмкіндігін ашады. Телефонды зарядтау, mp3 плеер, гүлдері суару су сорғысының қорегі, өздігінен зарядталатын робот және тағы басқалар үшін құрылғы жасаңыз.

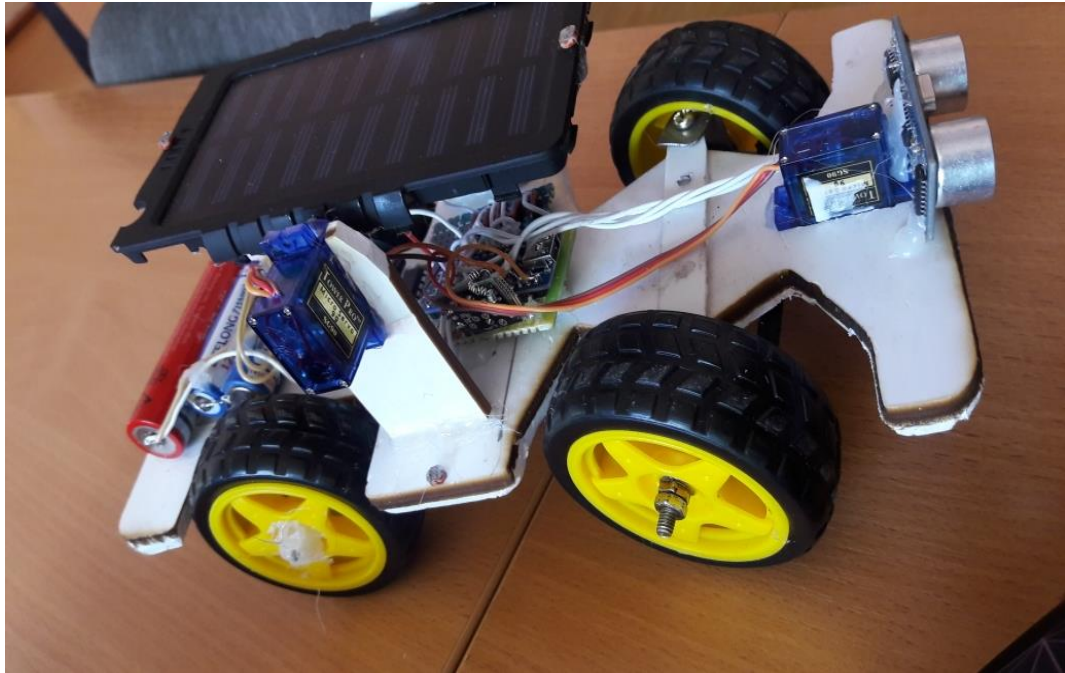
Сипаттамалары:

- шығарылатын кернеу 6В. Ток күші 300-330мА (2 W). (күннің тікелей емес сәулесі кезінде кернеу мен токтың азаюы байқалады);
- ток күшін немесе кернеуді арттыру үшін басқа күн батареяларымен параллельді және тізбекті қосылу мүмкіндігі (үлкен ПӘК үшін күн панельдері бірдей болуы тиіс).

3 Робот жұмысын тестілеу, тәжірибелік деректерді өңдеу

3.1 Өздік зарядтау функциясы бар робот

Жұмыста аккумуляторды зарядтау үшін күн батареясын қолдану бұл жобаның ерекшелігі болып саналады. Робот 4 дөңгелектен тұрады, жүрісі автокөлікке ұқсас.

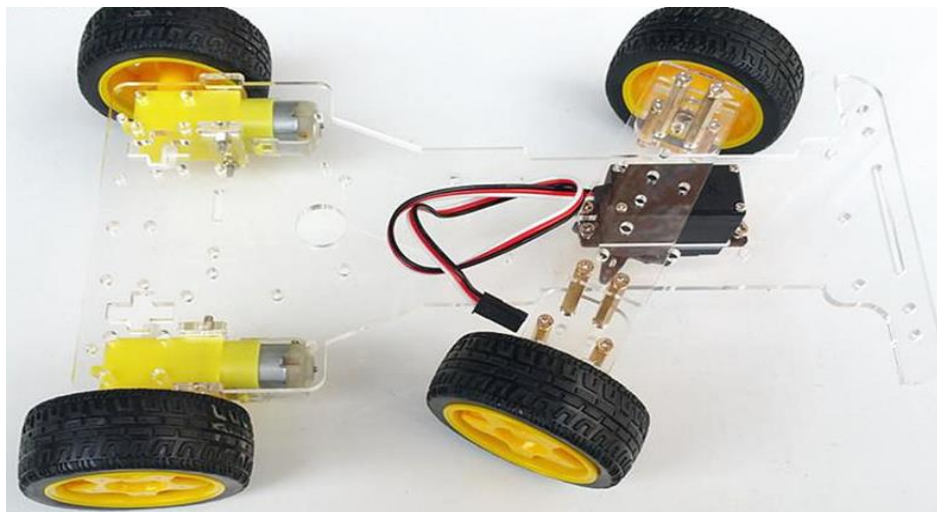


3.1 Сурет – Роботтың жалпы көрінісі

Оның құраушы бөлшектері:

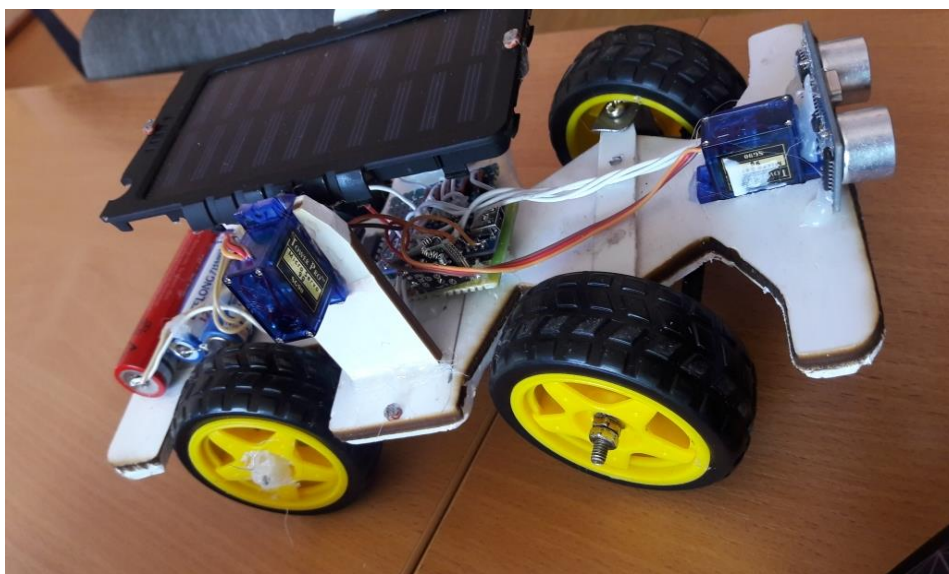
- Керекті өлшемі бойынша пластикалық ыдыс;
- Arduino UNO;
- Proto-shield;
- мама-папа перемычкалары;
- 6В шығыс кернеуі бар күндік панель;
- Дөңгелек ретінде, радиобасқарылатын машинаның бөлшектері;
- Үзіліссіз айналатын екі сервопривод;
- Екі қарапайым сервоприводтар (180 градус);
- AA типті батарея үшін ұстатқыштар;
- Қашықтық датчигі;
- Жарық диодтар, фоторезисторлар, 10 кОм –ғы тұрақты резисторлар– барлығы 4 дана;
- Диод 1n4001.

Радиобасқарылатын машинаның бөлшектері-дөңгелектер.



3.2 Сурет – Роботтың дөңгелектері

Робот жұмысының негізі, ол жарыққа қарай жүреді. Фоторезисторлардың көп болуы, оның навигациясы үшін қажет.



3.3 Сурет – Роботтың көрінісі

3.2 Роботтың ми құрылғысы

Бұл роботқа Arduino Uno микроконтроллер келеді, ол C++ көмегімен бағдарламалынады.

Роботта төрт сервоприводы бар, бір өзі дөңгелектерді басқарады, оның жұмысы дөңгелектерді үзіліссіз айналдыру. Екінші сервопривод роботтың басын басқару үшін қажет, онда арақашықтық датчигі орналастырылған.

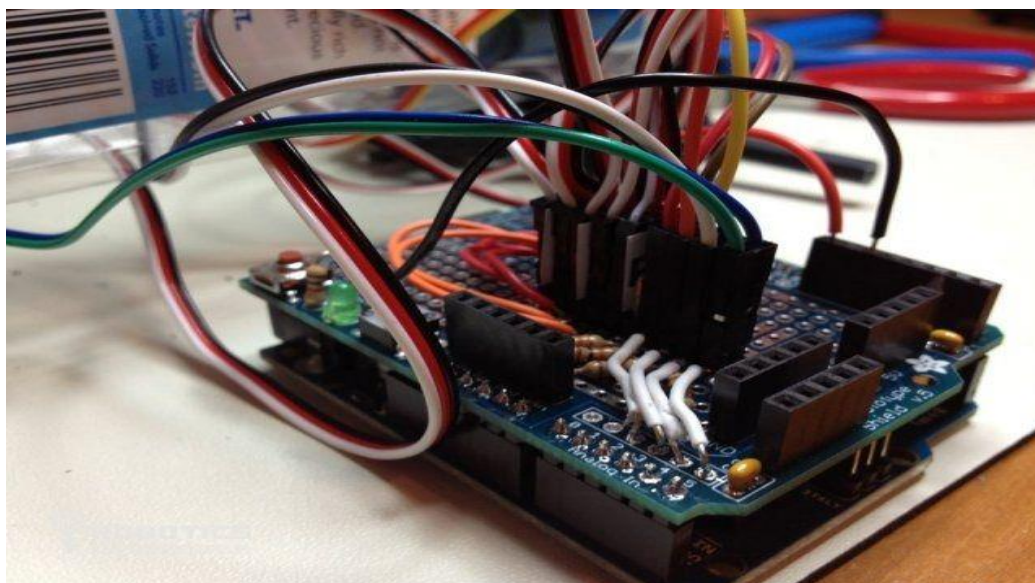
Және де тағы бір сервопривод роботтың осымен басқарады, сонын арқасында оны бұрғызу механизімін орындайды.

Ескеру керек, Arduino платасы панельде орналасқан, сондықтан электрлік сұлбаға датчиктерді, сервоприводтарды және т.б. бөлшектерді қосуға және ажыратуға ыңғайландырып жасау қажет. Бұл мақсаттар үшін Proto Shield платасы жақсы келеді өзінің керекті Adafruit контактілерімен. Контактілерді Proto Shield экранына пайкілеп, ал барлық элементтерді перемычкалармен қосу қажет.

Платаның орта бөлігінде екі канал орналасқан, олар +5 В және GND қосылған. Осы каналдардың оң және сол жақтарында перпендикулярлы панелдерді көруге болады.

Олар перпендикуляр панельдер мен екі арна арасында 5 тесілген контактілерді қосу үшін қажет. Осыдан сервоприводқа қорек көзі келеді, және де басқарушы импульстар келіп түседі.

Контактілік разъемдар сандық шығыстардың екінші жағына және аналогты контактілерге дәнекерленбеген. Оны осылай қалдыру керек, проводтарды панелге тікелей дәнекерлеп.



3.4 Сурет – Платаға орналастыру

Және PWM шығыстарына (сервоприводтар үшін) проводтарды қосу керек, және де фоторезисторлар үшін аналогке қосу керек. Әрбір фоторезисторға 10К бір резистор қосып отыру керек. Proto платасында 7 және 9 контактілер бар, оларды оң контактілі қызыл және жасыл жарық диотарына қосу қажет. Төрт сервоприводы бар роботты қалыпты жұмыс істету үшін екі қорек көзі қажет. Микроконтроллерге 9 В қорек көзі керек. Қашықтық датчиктері мен сервоприводтар AA типті батареядан қоректенеді, олар 6 В күн панеліне қосылған. Күн панелі мен батарея арасында кері ток болмау үшін тізбекке диодты орналастырамыз.

3.3 Сенсорларды дайындау

Фоторезисторларды платформаға қыстырғыштар арқылы орналастырамыз, бұл роботты жинастырған кезде тез шешуге көмектеседі. female/female перемычканың бір ұшы фоторезисторға қосылған, ал екіншісі Proto Shield платаға қосылған. Резиналық прокладкалар қысқаша тұйықталудан сақтайды.



3.5 Сурет- Фоторезисторларды платформаға қыстырғыштар арқылы орналастыру

Шассиді жинастыру

Шассиді дайындау үшін балалардың басқару пульті бар машинакасы керек. Алдыңғы осы серводвигательдің көмегімен қозғалу керек. Екі элементте (алдыңғы және артқы ось) пластикалық бутылкаға жабыстырылады, ол үшін керекті өлшемде тесіктер кесіледі.

Бағдарламалау

Негізгі мақсат, роботтың коды – жарық көзіне барып зарядталу керек. Жарық көзін табу үшін төрт фоторезисторлар қолданылады. Бағдарламаның циклі жарықты салыстыру керек, қай жерде ашық жарық бар екенің, содан робот сол жаққа қарай жылжыйды.

Робот жүрген кезде соқтыспау үшін тағы бір цикл 75 см аралықта кедергі барын тексеріп отыру қажет. Бұл ақпаратты алып отыру үшін ультрадыбыстық датчик қолданылады. Егер робот кедергіні анықтаса, тоқтап жан жағына қарап басқа жолды таңдау қажет.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада АРДУИНО nano базасында өздігінен зарядтау функциясы бар роботты жасау келтірілді.

Дипломдық жұмысты орындау барысында әртүрлі мақсаттардағы жер үсті роботтарының түрлері қарастырылды. Өздігінен зарядтау функциясы бар роботты жасау барысында АРДУИНО микроконтроллері көмегімен басқару сипатталған. Микроконтроллерді қолданудың маңыздылығы және тиімділігіне көз жеткізілді.

Бірінші бөлімде роботтар, олардың түрлері, қолданылуына, кез келген пішінді, яғни стандартты түрде әр салаларда пайдаланылуына сипаттама берілді. Мобильді роботтарының әртүрлі мақсаттарда қолданылуын зерттеп қарастырылды.

Екінші бөлімде элементтер базасына сипаттама берілді. Таңдалынып алынған элементтерге қысқаша түсініктеме берілді. Құрылғыны жасау барысында құрылымдық сұлбаларын құрастырылды.

Үшінші бөлімде конструкторлық бөлім. Жұмыстың қандай бөлшектерден тұратыны және қалай құрастырылған жолдары сипатталды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Гейтс, Б. Механическое будущее [Текст] / Б. Гейтс // Журн. «В мире науки». - 2007. - №7. - С. 37-43
2. Бобровский, С.Н. Навигация мобильных роботов [Текст] / С.Н. Гончаров// Журн. PC Week. - 2004. - №9. - С. 60-63
3. Управление роботами. Состояние и перспективы [Текст] : материалы XX общ. собрания академии навигации и управления движением, 26 октября 2005 г. С.-Петербург / редкол : П.К.Плотников (отв. ред.). - С.-Петербург: Электроприбор, 2008. - 20 с.
4. Палагин В.А. Техническое задание на перспективную разработку мобильного робота для использования в чрезвычайных ситуациях [Текст] / Разработка СКБ «Робототехника и мехаторника» ХНУРЕ - Харьков, 2008. - 18 с.
5. Инструментарии роботостроения [Электронный ресурс] / Колорадо, М. Тим Джонс. - Режим доступа: [www/ URL:http://developerworks.ru/library/lrobotools/#author.html/](http://www.developerworks.ru/library/lrobotools/#author.html/) - 05.09.2008 г. - Загл. с экрана.
6. Баранов, Д.Н. Разработка интеллектуальной системы управления мобильными роботами на основе следящей системы технического зрения и нечеткой логики [Текст] : автореф. дис. кандидата техн. наук: 12.06.08 / Д.Н. Баранов; [Ун-т «СТАНКИН»]. - М., 2008. - 222с.
7. Навигация зрячего робота [Электронный ресурс] Режим доступа: [www/ URL: http://cofelis.ru/?page_id=46&page=3.html/](http://www.cofelis.ru/?page_id=46&page=3.html/) - 17.09.2008 г. - Загл. с экрана.
8. Навигация мобильных роботов [Электронный ресурс] / Лондон, Имперский Колледж. - Режим доступа: [www/ URL: http://computer-vision.ucoz.ru/MobRoboNavigati/mobile_robot_navigation.html/](http://www.computer-vision.ucoz.ru/MobRoboNavigati/mobile_robot_navigation.html/) - 10.06.1997 г. - Загл. с экрана.
9. Мартыненко, Ю. Г. Управление движением мобильных колёсных роботов [Текст] / Ю.Г. Мартыненко - МГУ им. М.В. Ломоносова, 2005. - 29-80с.
10. Однородные управляющие структуры адаптивных роботов [Текст] : А.В. Каляев, Ю.В. Чернухин и др.; гл. ред. физ.-мат. лит. - М.: Наука, 1990. - 152 с.
11. Управление роботами от ЭВМ [Текст] : учеб. / Е. И. Юревич, С.И. Новаченко, В.А. Павлов и др.; под. ред. Е. И. Юревича - Л. : Энергия, 1980. - 264с.
12. Интеллектуальный мобильный робот [Электронный ресурс] / - Евстигнеев Д.В. - Режим доступа: [www/ URL: http://robot-rad.narod.ru/index.html/](http://www.robot-rad.narod.ru/index.html/) - 15.02.2008г. - Загл. с экрана.
13. Вечканов В.В., Стекольников А.В. Проекты разработки ГосИФТП в области создания автономных мобильных роботов малого класса для чрезвычайных ситуаций // Экстремальная робототехника: материалы XI науч.- техн. конф. СПб.: Издательство СПбГТУ, 2001. – С. 35 – 45.

14. Ермолов И.Л. Сравнительные меры для оценки автономности мобиль-ных роботов // Симпозиум по робототехнике и мехатронике – М.: ИПМ РАН, 2008.-с. 86 – 95.

15. Батанов А.Ф. Робототехнические системы для применения в условиях чрезвычайных ситуаций. Условия применения и общие технические требования А.Ф. Батанов, С.Н. Грицынин, С.В. Муркин// Симпозиум по робо- тотехнике и мехатронике–М.: ИПМ РАН, 2008.–с. 37 – 66.

16. Жога В.В. Построение программных движений восьминогого робота с ортогональным движителем / В.В. Жога, Е.С. Брискин, А.Е. Гаврилов, В.Е. Павловский // Актуальные проблемы защиты и безопасности : тр. двенадцатой всерос. на- уч.-практ. конф. (1 – 3 апр. 2009 г.). В 6 т. Т. 5. Экстремальная робо-тотехника / Рос. акад. ракетных и артиллерийских наук, НПО спец. материалов. - СПб., 2009. - С. 199 – 202.

17. Жога, В.В. Программные движения робота с ортогональным шагающим движителем / В.В. Жога, А.Е. Гаврилов // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуаль-ные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в техниче-ских системах". Вып. 11 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2011. - № 9. - С. 22 – 28.

Қосымша А

```
#include <Servo.h>
#include "SHCSR04.h"
#define motorPin1 3
#define motorPin2 11
SHCSR04 hcsr04;
Servo myservo;
Servo myservol;
int sensorPin1 = A4;
int sensorPin2 = A5;
int sensorPin3 = A6;
int sensorPin4 = A7;
int eastLDR = 0;    //Create variables for the east and
west sensor values
int westLDR = 0;
int error = 0;
    //Calibration offset to set error to zero when both
sensors receive an equal amount of light
int trackerPos = 145;
bool sf1,sf2,sf3,sf4;
int s1= 0;
int s2= 0;
int s3= 0;
int s4= 0;
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    pinMode(sensorPin1, INPUT);
    pinMode(sensorPin2, INPUT);
    pinMode(sensorPin3, INPUT);
    pinMode(sensorPin4, INPUT);
    myservo.attach(12);
    myservol.attach(9);
    //myservo.write(90);
    pinMode(motorPin1, OUTPUT);
    pinMode(motorPin2, OUTPUT);
}

void loop() {/*
    Serial.print("s1=");
    Serial.println(s1);
*/
/*
    Serial.print("s2=");
    Serial.println(s2);
*/
```

```

    Serial.print("s3=");
    Serial.println(s3);*/
/*
Serial.print("eastLDR=");
Serial.println(eastLDR);
Serial.print("westLDR=");
Serial.println(westLDR);
Serial.print("trackerPos=");
Serial.println(trackerPos);
*/

    eastLDR = analogRead(sensorPin1)-30;    //Read the
value of each of the east and west sensors
    westLDR = analogRead(sensorPin4)+35;
    solarControl ();
// myservol.write(0);
ReadAnalog();
int Dif=s2-100-s3;
//Serial.println(Dif);
if(Dif>30){
    myservo.write(115); //solga
}else if (Dif<-30){
    myservo.write(65);
}else{
    myservo.write(90);
}

if(s2<700&&s3<700){
    if(s1>s4&&s1>600){
        digitalWrite(motorPin1, 0); // алга
        analogWrite(motorPin2, 130);
        Serial.println("Alga");
    }
    else {if (s4>s1&&s4>600){
        digitalWrite(motorPin2, 0);
        analogWrite(motorPin1, 100); // artka
        Serial.println("Artka");
    }
    else{
        digitalWrite(motorPin1, 0); // stop
        digitalWrite(motorPin2, 0);
    }
}
}
else{

```

```

        digitalWrite(motorPin1, 0); // stop
        digitalWrite(motorPin2, 0);
    }
    int A=hcsr04.measure(5, 6);
    //Serial.print("A=");
    //Serial.println(A);
    if(A<15){
    digitalWrite(motorPin1, 0); //стоп
    digitalWrite(motorPin2, 0);
    delay(600);
    digitalWrite(motorPin2, 0); // artka
    analogWrite(motorPin1, 100);
    delay(600);
    }
}

void solarControl (){
    if(eastLDR<350 && westLDR<350) //Check if both
sensors detect very little light, night time
    {
        while(trackerPos<=160) //Move the tracker all the
way back to face east for sunrise
        {
            trackerPos++;
            myservol.write(trackerPos);
            delay(50);
        }
    }
    error = eastLDR - westLDR; //Determine the
difference between the two sensors.
    if(error>15) //If the error is positive and
greater than 15 then move the tracker in the east
direction
    {
        if(trackerPos<=180) //Check that the tracker is
not at the end of its limit in the east direction
        {
            trackerPos++;
            myservol.write(trackerPos); //Move the tracker
to the east
        }
    }
    else if(error<-15) //If the error is negative and
less than -15 then move the tracker in the west
direction

```

```

    {
        if(trackerPos>110) //Check that the tracker is not
at the end of its limit in the west direction
        {
            trackerPos--;
            myservo1.write(trackerPos); //Move the tracker
to the west
        }
    }
    delay(40);
}

```

```

void ReadAnalog(){
    s1 = analogRead(sensorPin1); // aldyv
    s2 = analogRead(sensorPin2); //sol jagy
    s3 = analogRead(sensorPin3); // on jagy
    s4 = analogRead(sensorPin4); // arty
    if(s2>s3){
        sf2=true;
        sf3=false;
    }
    else{
        sf2=false;
        sf3=true;
    }
}

```

/*

```

void RasvorotVLEVO (){
    myservo.write(135); //onga
    delay(100);
    digitalWrite(8, 1); // артка
    digitalWrite(7, 0);
    delay(400);
    myservo.write(90); //tuzu
    delay(100);
    digitalWrite(8, 0); // алга
    digitalWrite(7, 1);
    delay(300);
    myservo.write(55); //solga
    digitalWrite(8, 0); // алга
    digitalWrite(7, 1);
    delay(250);
    myservo.write(135); //onga
    delay(100);
    digitalWrite(8, 1); // artka
}

```

```

digitalWrite(7, 0);
delay(300);
digitalWrite(8, 0); // stop
digitalWrite(7, 0);
myservo.write(90);
digitalWrite(8, 1); // artka
digitalWrite(7, 0);
delay(210);
digitalWrite(8, 0); // stop
digitalWrite(7, 0);
}

void RasvorotVPRAVO (){
    myservo.write(45); //solga
    delay(100);
    digitalWrite(8, 1); // артка
    digitalWrite(7, 0);
    delay(400);
    myservo.write(90); //tuzu
    delay(100);
    digitalWrite(8, 0); // алга
    digitalWrite(7, 1);
    delay(300);
    myservo.write(125); //onga
    digitalWrite(8, 0); // алга
    digitalWrite(7, 1);
    delay(250);
    myservo.write(45); //solga
    delay(100);
    digitalWrite(8, 1); // artka
    digitalWrite(7, 0);
    delay(300);
    digitalWrite(8, 0); // stop
    digitalWrite(7, 0);
    myservo.write(90);
    digitalWrite(8, 1); // artka
    digitalWrite(7, 0);
    delay(210);
    digitalWrite(8, 0); // stop
    digitalWrite(7, 0);
}*/

```