

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау
институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Бағытов Досболат Мырзағалиұлы

Құрлыс жұмыстарына арналған жартылай автоматты манипулятордың
басқару жүйесін құру

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200—«Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ


Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау
институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

Физика-математика
ғылымдарының кандидаты.
Қауымдастырылған
профессор

 Алдияров Н.У.
«27» мамыр 2021 ж.

Тақырыбы: «Құрлыс жұмыстарына арналған жартылай автоматты
манипулятордың басқару жүйесін құру»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Бағытов Досболат Мырзағалиұлы

Ғылыми жетекші доктор PhD,
сениор. Лектор



Абжапаров.Қ.А.
«24» мамыр 2021 ж

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау
институты

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

5B070200 - Автоматтандыру және басқару

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

Физика-математика

ғылымдарының кандидаты.

Қауымдастырылған

профессор

 Алдияров Н.У

«27» мамыр 2021 ж.

**Дипломдық жобаны дайындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Бағытов Досболат Мырзағалиұлы

Жобаның тақырыбы: «Құрлыс жұмыстарына арналған жартылай автоматты
манипулятордың басқару жүйесін құру»

Университеттің «24» қараша 2020 жылғы ғылыми кеңесінің № 2131-б
шешімімен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «2» маусым 2021 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, принципіалдық сұлбасы, құрылымдық
сұлба

Ұсынылған негізгі әдебиеттер

[1] Булгаков А. Г., Гернер И., Каден Р. Микропроцессоры в системах
автоматизации строительной техники // Технология строительной
монтажных работ – М.: ВНИИТПИ, 1991, вып. 3. – 52 с.




- [2]Булгаков А. Г., Сухомлинов А. Д. Применение лазерных информационно-измерительных систем в строительстве. // Технология строительного-монтажных работ. – М.: ВНИИИС, 1989, вып. 3. – 53 с.
- [3]Булгаков А. Г., Шиндлер И. Средства и системы автоматизации в строительной технике. Технология и автоматизация строительства. – М.: ВНИИИТПИ, 1994, вып. 4. – 56 с.

Дипломдық жобаны даярлау


КЕСТЕСІ

| Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі | Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі | Ескерту |
|---|---|---------|
| Технологиялық бөлім | 3 ақпан 2021ж. | |
| Арнайы бөлім | 27 наурыз 2021ж. | |

Аяқталған дипломдық жобаның және оларға қатысты диплом жобасы бөлімдерінің кеңесшілері мен нормалық бақылаушының қолтаңбалары

| Бөлімдердің атауы | Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, Ғылыми дәрежесі, атағы) | Қолтаңба қойылған мерзімі | Қолы |
|--|---|---------------------------|---|
| Экономикалық бөлім | Қ.А.Абжапаров доктор PhD, сениор лектор | 24.05.2021 |  |
| Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі | Қ.А.Абжапаров доктор PhD, сениор лектор | 24.05.2021 |  |
| Нормалық бақылаушы | Н.С. Сарсенбаев техн.ғыл.кандидаты Ассистент-профессор | 27.05.2021 |  |

Ғылыми жетекшісі  Қ. А.Абжапаров

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Д.М.Бағытов
Күні «24» мамыр 2020 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада құрлыс жұмыстарына арналған жартылай автоматты манипулятордың басқару жүйесін құру қарастырылады. Манипулятордың құрылымы мен түрлері, басқарылуы және құрлыс жұмыстарында қолданылуы көрсетілген.

Бетон жұмыстарына арналған манипулятордың математикалық моделі, кинематикалық және динамикалық есептулері Matlab бағдарламасында ПИД реттегіштің көмегімен жасалған.

Сонымен қатар бұл дипломдық жұмыста манипуляторды бағдарламалау үшін SIMATIC Manager және SIMATIC WinCC бағдарламаларымен қоса әр түрлі логикалық функциялар қолданылды.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе рассматривается создание системы управления полуавтоматическим манипулятором для строительных работ. Показано устройство и виды, управление и применение манипулятора в строительных работах.

Математическая модель, кинематические и динамические расчеты манипулятора для бетонных работ выполнены в программе Matlab с помощью ПИД-регулятора.

Также в данной дипломной работе для программирования манипулятора использовались различные логические функции, включая программы SIMATIC Manager и SIMATIC WinCC.

ANNOTATION

This thesis discusses the creation of a semi-automatic manipulator control system for construction work. The device and types, management and application of the manipulator in construction works are shown.

The mathematical model, kinematic and dynamic calculations of the manipulator for concrete work are performed in the Matlab program using the PID controller.

Also in this thesis, various logic functions were used to program the manipulator, including the SIMATIC Manager and SIMATIC WinCC programs.

МАЗМҰНЫ

| | |
|---|----|
| Кіріспе | 9 |
| 1. ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ОПЕРАЦИЯЛАРДЫ ТАЛДАУ | |
| 1.1 Бетон жұмыстарын өндірісте роботтандыру | 10 |
| 2. БЕТОН ЖҰМЫСТАРЫНА АРНАЛҒАН МАНИПУЛЯТОРДЫҢ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЖЕТЕКТЕРІН БАСҚАРУ | |
| 2.1 Манипулятордың кинематикалық және динамикалық есептерін талдау | 17 |
| 2.2 Дроссельді жылдамдықты реттейтін гидравликалық бақылаушы жетекті модельдеу | 26 |
| 2.3 Техникалық құралдар кешенін таңдау | 30 |
| 2.4 Төменгі деңгейдегі ТҚК таңдау | 30 |
| 2.5 Қысымды өлшеуге арналған аспап | 33 |
| 2.6 Бағдарламаланатын логикалық контроллерлерді таңдау | 34 |
| 3. МАНИПУЛЯТОРДЫ БАСҚАРУҒА АРНАЛҒАН ҚҰРЫЛЫМДЫ ДАМУ | |
| 3.1 Бағдарламалық жасақтама құрылымы | 37 |
| 3.2 SIMATIC Manager | 40 |
| 3.3 SIMATIC WinCC адам-машина интерфейсі | 42 |
| 3.4 Бағдарламаны кіші жүйелерге бөлу | 43 |
| 3.5 Бағдарламаның LAD тілінде жазылуы | 45 |
| Қорытынды | 60 |
| Қысқартулар тізімі | 61 |
| Қолданылған әдебиеттер тізімі | 62 |

КІРІСПЕ

Құрылыста манипуляторларды қолдану еңбек өнімділігін арттыруға, жұмыс сапасын жақсартуға және жұмысшылар үшін қауіпті азайтуға көмектеседі. Техникалық деңгейге және тапсырмалар класына байланысты құрылыс манипуляторының функциялары айтарлықтай ерекшеленеді. Егер біз құрылыс алаңдарында жұмыстарды орындау үшін пайдаланылатын және манипуляторлар емес автоматты механизмдердің техникалық деңгейін қарастыратын болсақ, яғни үш өлшемді кеңістіктегі әр түрлі әрекеттерді өз бетімен орындауға қабілетті құрылғылар, адам қолының әрекеттеріне ұқсас болса, онда функциялар негізінен қабылдау, манипуляция және қозғалыс функциялары болып бөлінеді. Қабылдау функциясы физикалық ақпаратты, мысалы, қашықтық, қуат, бағыт сияқты бір өлшемде бағалайды және робототехниканың дамуымен айналады. Болашақта бұл функция құрылыс роботтарын интеллектуализациялаудың үлгілерін тану мүмкіндігімен толықтырылады. Сонымен қатар, манипуляция процесінің орны мен мақсатына бейімделген сенсорларды қосу арқылы манипуляторларды жетілдірудің көптеген жобалары жасалуда. Құрылыс манипуляторларды енгізу саласы алдын-ала анықталған модель түрінде елестету мүмкін емес көптеген жабдықталмаған учаскелер болып табылады. Мұндай аудандардағы қызмет өрісі кең және әр түрлі болған кезде, қозғалыс функциясы өте маңызды факторға айналады.

Микропроцессорлық құралдардың миниатюризациясы мен жылдамдығының жоғары деңгейінің арқасында компьютер манипулятор корпусына оңай енеді, сондықтан ақпаратты беру, сақтау және енгізу-шығару мүмкіндіктері кеңейеді.

Құрылыс манипуляторы гетерогенді және тұрақты емес ортада жұмыс істейді. Құрылыс алаңдарындағы ерекше жағдайлардың салдарынан автоматика тетіктердің өзара іс-қимылын үйлестіруді, стратегиялық жоспарлауды және параметрлерді оңтайландыруды, жұмысты жергілікті (тактикалық) жоспарлауды іске асыруға қабілетті архитектураға ие. Жұмысты модельдеу құрылыс алаңы мен роботтың дизайнын сипаттайтын ақпарат негізінде жүзеге асырылады. Модель ақпаратты түсіндіру үшін қызмет етеді, ал компьютер оның ішінен физикалық, геометриялық, символикалық және логикалық көріністерді тандап, құрылыс операцияларын бағалау, қозғалыстың оңтайлы траекторияларын жоспарлау, жұмыстардың орындалуын бақылайды. Компьютер әр операцияның ұзақтығын, реттілігін және қажетті ресурстарды анықтайды. Ол сонымен қатар жергілікті модельдерді басқарады, манипулятордың жағдайын анықтайды және бұзушы әсерлерді бағалайды.

Құрылыс өндірісін роботтандыру оның ерекшелігіне байланысты әзірге басқа салаларды роботтандырудан айтарлықтай артта қалып отыр. Алайда, құрылыстың әр түрлі салаларында автоматтандыру және роботтандыру

процесінің күшеюі байқалады. Бұл ең жаңа есептеу техникасы мен байланыс желілерін пайдалану есебінен де, сол сияқты барлық ақпаратты бір ақпараттық жүйеде жинақтау мүмкіндігі есебінен де ақпаратты өңдеу деңгейінің артуына байланысты. Мұндай жүйелерде ақпараттың біртектілігі мен артықтығы барынша азайтылады.

1 Технологиялық операцияларын талдау

1.1 Бетон жұмыстарын өндірісте роботтандыру

Қазіргі заманғы құрылыс үлкен көлемдегі бетон жұмыстарымен сипатталады. Монолитті бетон мен темірбетонды пайдалану көлемі 130 миллион м³-ден асады және өсуде. Шамамен монолитті бетонның 80% өнеркәсіптік құрылыста пайдаланады, ең бірінші кезекте ғимараттар мен құрылыстардың жер асты бөліктерін және технологиялық жабдықтың іргетасын салу үшін қолданылады. Монолитті бетон және темірбетон мұржалар, салқындатқыш мұнаралар, силостар, ауыр бағаналар, әртүрлі цистерналар, энергетикалық нысандар, тіреу қабырғалары, күрделі аркалы және күмбезді төбелер салуда кеңінен қолданылады. Монолитті бетон және темірбетон еденге, кірме жолдарға қолданылады. Азаматтық құрылыста монолитті бетон және темірбетон құрылымдарына қызығушылық артып келеді. Монолитті құрылымдар көп қабатты қоғамдық ғимараттар мен көп қабатты тұрғын үйлер салу үшін қолданылады. Монолитті темірбетоннан көп қабатты ғимараттар бой көтереді, олар көлемді, жоспарлы және мәнді жоспарларымен сипатталады. Монолитті бетон сейсмикалылығы жоғары аудандарда құрылыс кезінде тиімді.

Нақты жұмыстардың тиімділігін арттырудың негізгі бағыты - сатып алу процестерін индустрияландыру, робототехника мен микропроцессорлық технологиялар жетістіктерін пайдалану негізінде кешенді механикаландыру мен автоматтандыруды кең көлемде енгізу. Монолитті бетоннан және темірбетоннан жасалған конструкцияларды монтаждау, тасымалдау және төсеу жұмыстарынан тұратын кешендер кіреді. Бетон жұмыстары технологиясының даму бағыттары бетон қоспасын жеткізуді, бөлуді және орналастыруды кешенді механикаландыру мәселелерін шешудің басымдылығын қамтамасыз етеді. Құрылыс алаңдарында бетонды құрылымға үздіксіз жеткізіп, орналастыра алатын және бетонда жылдамдығын қамтамасыз ететін машиналар мен жабдықтар қажет. Сонымен қатар, бетонды орналастыру орындары нөлдік белгінің астында немесе биіктікте де орналасуы мүмкін. Олардың маңызды өлшемдері мен көлемдері болуы мүмкін. Бетон сорғыларын, құбыр көлігін, арнайы бетон төсемдерін, бетон орналастыратын көрсеткі манипуляторлары мен роботтарды пайдалану, бетон қоспасын тасымалдау мен орналастырудың еңбек сыйымдылығын төмендетуге, ауыр қол еңбегін жоюға және еңбек өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Әсіресе олар үлкен алаңдарды бетондау және монолитті темірбетон ғимараттарын тұрғызу кезінде тиімді [1]. Топсалы тарату жебелері - бұл қолмен, қашықтықтан немесе бағдарламалық қамтамасыздандырумен бетон құбырлары бар манипуляторлар. Олар бетон сорғы машиналарына, ілулі платформаларға, уақытша және стационар тіреулерге, мұнара крандарына орнатылады. Құрылыс алаңдарындағы ең үлкен буыны мен бумасы бар бетон сорғы. 1.1 суретте жүк машинасына

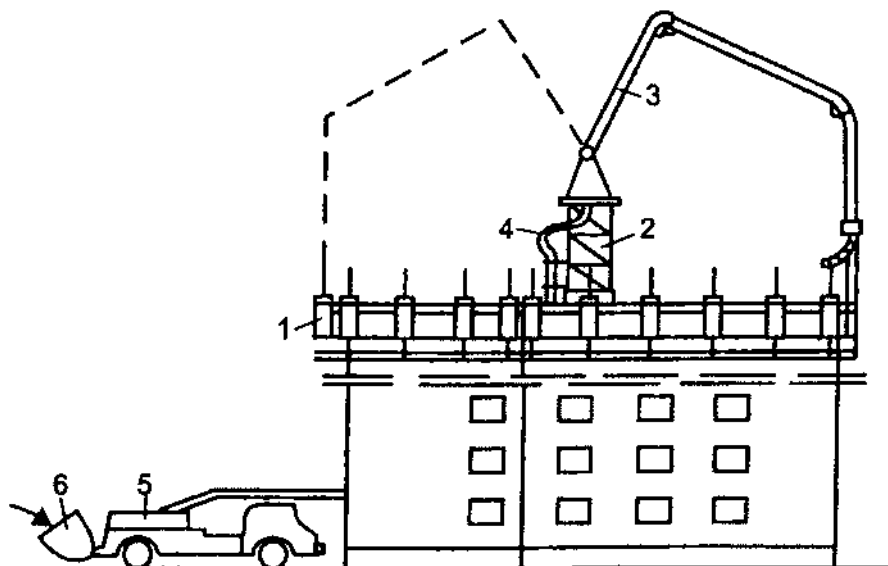
орнатылған гидравликалық бақыланатын бетон сорғысы көрсетілген. Бетон сорғы машинасының штангасы икемді гильзамен аяқталатын бетон құбыры өтетін топсалы учаскелерден тұрады. Буын манипуляторында секция 3-тен 5-ке дейін бар. Бұл манипулятор машинаның бір тұрағынан, бетон қоспасын 22 м биіктікке 20 м радиусқа дейін бетондалған құрылымның кез келген нүктесіне жеткізуге мүмкіндік береді.



1.1 Сурет - Жүк машинасына орнатылған гидравликалық бақыланатын бетон сорғы машинасы

Буын жағдайын машинада орналасқан драйвер панелінен басқарылады. Кейбір топсалы буынды бетон сорғылары операторға бетонды орналастыру орнынан буынның қозғалысын басқаруға мүмкіндік беретін радио басқару жүйесімен жабдықталған. Манипуляторды жұмыс жағдайынан көлік жағдайына ауыстыру 20-30 минут уақыт алады. Бұл көптеген учаскелерде қондырғыны тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Буын-манипуляторлары бар бетон сорғыларын қолдану тәжірибесі олардың жоғары тиімділігін көрсетті. Бұл жабдықты бетон жұмысының дисперсті көлемі бар учаскелерге енгізу бетон қоспасын төсеу бойынша уақытты қажет ететін операцияларды жоюға, жұмысшыларды физикалық еңбектің, лас және зиянды жұмыстардың жоғары шығындарынан құтқаруға мүмкіндік береді. Жоғары экономикалық көрсеткіштер жылжымалы қалыптарды қолдана отырып, көп қабатты монолитті ғимараттар мен құрылыстарды салуда манипулятор көрсеткілерін қолданады. Бұл жағдайда жұмыс қабатында айналмалы табақшасы бар тіреу мұнарасы орнатылады, оған бетон құбырымен буын-манипулятор орнатылады. Буынның бетон құбыры тік құбыр арқылы құрылымның негізінде орналасқан бетон сорғысына қосылады. Монолитті құрылыста бетон қоспасын орналастыру үшін манипуляторларды қолдану қолмен

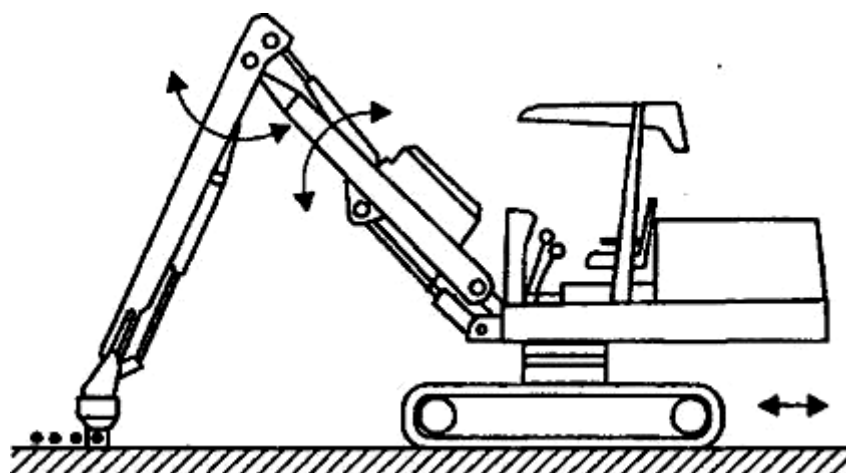
жұмыс жасауды жояды және бұл процесі автоматтандырады. Әсіресе перспективалы манипуляторлар сырғымалы қалыпта бетондау кезінде. Бұл жағдайда бетон қоспасын автоматтандыруды, оны нығыздауды, арматураны орнатуды және қалыптарды көтеруді, басқаруды қамтамасыз ететін роботты сырғымалы кешендер жасауға болады [4].



1 - жылжымалы қалып; 2 - тіреу мұнарасы; 3 - буын манипуляторы; 4 - бетон құбыры; 5 - бетон сорғысы; 6 - қабылдау бункері

1.2 Сурет - Монолитті ғимараттар салу кезінде манипулятор көмегімен бетон қоспасын беру

Жапонияда жасалған және енгізілген роботпен қамтамасыз етілген, ауыр арматураны автоматты түрде жинау 1.3-суретте көрсетілген. Ол гидравликалық экскаваторға негізделген және борттық микрокомпьютермен жабдықталған. Ол салмағы 100 кг дейінгі арматуралық ағаштардың көп мөлшерін төсеу кезінде өнеркәсіптік құрылыста тиімді қолданылады. Роботты пайдалану жұмыс уақытын қысқартады, еңбек жағдайын жақсартады және жұмысшылардың санын азайтады. Машиналарды басқарудың үш жұмыс режимі қарастырылған: кабинадан тікелей басқару, пультпен қашықтан басқару және автоматтандырылған. Роботтарды басқару бағдарламасы оператор бекіткен аралық бойынша автоматты түрде таңдалған аралықпен орналастырады.



1.3 Сурет - Арматуралық ағаштарды дәнекерлеуге арналған робот

Normet зауытта өзінің жеткізуге болатын 1.4-суретте көрсетілген Spraymec 5070 VC атты ең соңғы жаңа бетон бүріккішін ұсынады. Tier 4 Final (IV кезең) бұл - компанияның жер асты көлік тұрағының құрылыс индустриясына бағытталған ең соңғы қосымша қозғалтқышы. Бұл Финляндияның Тампере қаласында 20 – 21 мамырда EuroMining көрмесінде таныстырылды. Spraymec 5070 VC орташа қуатты бүріккіш жұмыстарға арналған және Spraymec 8100 VC-тің «інісі» деп санауға болады, өйткені дәл сол өнімділігі жоғары тасымалдаушыны пайдаланады, бірақ бүріккіштің сыйымдылығы төмен. Оның құрамына 7 метрге дейінгі туннель профильдерінде жақсы қамтуды қамтамасыз ететін бөлшектеудің жаңа SB307 буыны кіреді. Буын тозуды азайту үшін өздігінен майлайтын жылжымалы бөлшектермен және роликпен жабдықталған. Буынның барлық қозғалысы қысымның орнын толтырады және пропорционалды, бұл операторға туннель төсенішінің тегіс және біркелкі құрылымын аяқтауға мүмкіндік береді [6].



1.4 Сурет - Normet-тен Spraymec 5070 VC орташа қуатты бүрку роботы

Арматуралық рамаларды орнату, қалыптарды құрастыру және бөлшектеу үшін манипуляторларды енгізген жөн.



1.5 Сурет - Робот манипулятор DXR 250

Husqvarna компаниясы алдағы "бетон әлемі" көрмесінде (іс-шара 2010 жылдың ақпан айының басында АҚШ-тың Лас-Вегас қаласында өтті) құрылыстарды бұзу жұмыстары үшін жаңа робот-манипуляторды көрсететінін айтты. Жаңа робот dxr 250 1.5 сурете көрсетілген әйгілі dxr 310 құрылғының кішірек нұсқасы.

DXR 250 роботының ерекшелігі жинақы, салмағы жеңіл және қуаты үлкен. Құрылғының жұмыс органдарының максималды қол жетімділігі 4,8 м, роботтың өзіндік массасы - 1630 кг. Құрылғы ғимарат ішінде де, ашық жерлерде де тиімді жұмыс істейді. Әмбебап бульдозер үйіндісі стандартты элементті жеткізу болып табылады.

Механизмнің қашықтықтан басқару жүйесі ең заманауи деңгейде жасалған. Оның құрамына түрлі-түсті 3,5 дюймдік дисплей және Bluetooth технологиясына негізделген техникалық байланыс жүйесі кіреді. Басқару жүйесі операторға дәстүрлі белдікпен емес, ыңғайлы және эргономикалық алюминий қаңқамен бекітіледі [5].



1.6 Сурет - Робот манипулятор Меусо ME1

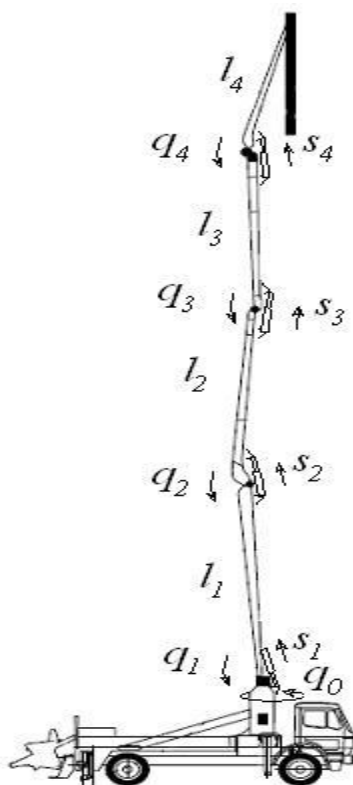
Меусо ME1 - бұл 1.6 суретте көрсетілген құрғақ және дымқыл қоспалы бетонға арналған толық механикаландырылған бетон бүрку бумы. Шағын жобаланған және шынжыр табанды арбалармен жабдықталған, бұл тар кіші туннельдерде, топырақ жұмыстарын жасауға арналған. Гидравликалық жетектері бар өте икемді транспорт құралы оны ең тар тоннельдер мен шахталар үшін ыңғайлы етіп жасалған. Lance кеңейтілген зақымдануды азайту үшін және техникалық қызмет көрсетуді қатаң түрде қалпына келтіру қорғанысымен жабдықталған. Қуатты, ауамен салқындатылған, 14 кВт дизельді қозғалтқыш тасымалдау үшін қолданылады. Бүрку кезінде қажетті тұрақтылық үшін аутригерлер орнатылады. 15 м кабелі бар сымды қашықтықтан басқару манипулятордың барлық функцияларын басқарады. Мейко стандартты толық көлемді бүріккіш басы, шашыратқыштың тамаша орналасуы мен диаметрін қолдану беріктігі үшін [2].

2 Бетон жұмыстарына арналған манипулятордың гидравликалық жетектерін басқару

2.1 Манипулятордың кинематикалық және динамикалық есептерін талдау

Бетон жұмыстарының тиімділігін арттырудың басты бағыты робототехника мен микропроцессорлық техниканың жетістіктерін пайдалану негізінде кешенді механикаландыру мен автоматтандыруды енгізу болып табылады. Жоғары экономикалық көрсеткіштер бетон қоспасын төсеу және орналастыру үшін артикуляциялық және тарату жетектерінің қолданылуын анықтайды.

Бетон төсеу манипуляторларының жоғарыда аталған құрылымдарын талдау көп буынды жебелер-гидравликалық жетегі бар манипуляторлар үлкен қызығушылық тудыратынын дәлелдеп, олардың орындалатын операцияларының ерекшеліктері мен талаптарын толығымен көрсетеді. 2.1-суретте көрсетілген манипуляторлардың құрылымдық ерекшелігі - ең жақсы кинематикалық және динамикалық сипаттамаларды қамтамасыз ететін тармақталған құрылымдардың болуы.

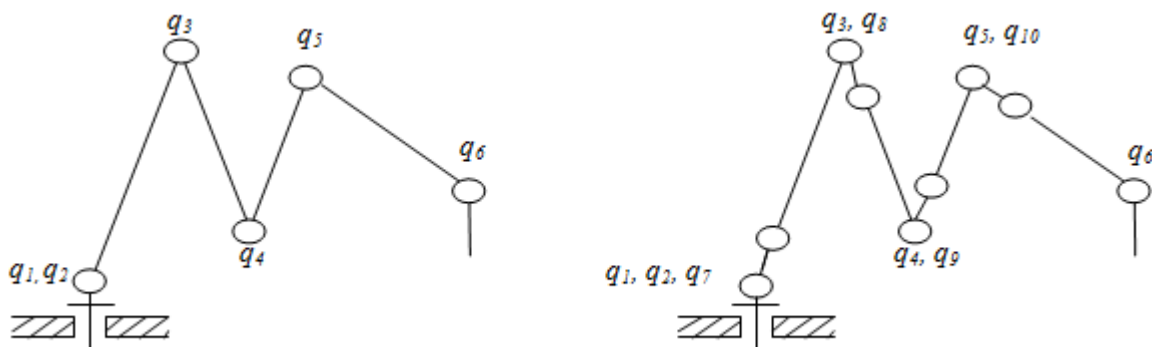


2.1 Сурет - бетон төсегіш жебе-манипулятор

Гидравликалық цилиндрлерді осы манипуляторлардың жетек механизмдерінде қолдану олардың құрылысының тізбекті құрылымын бұзады. Осындай манипуляциялық тетіктерді жобалау кезінде квазилинейлік

сипаттамаларды алуды қамтамасыз ететін кинематикалық құрылымдар параметрлерінің арақатынасын оңтайландыруды жүргізу керек: $q_i = f_1(s_i)$; $s_i = f_2(q_i)$.

Құрылыс манипуляторларының математикалық модельдерінің ерекшелігі - динамикалық және жел жүктемелеріне ұшыраған кезде пайда болатын буындардың серпімді деформацияларын ескеру керек. Соңғы бөлу принципіне сәйкес мұндай манипуляторларды тізбектей түрде жалғанған қатты денелер жиынтығы ретінде қарастыруға болады. Деформацияланатын буындар үшін осындай құрылымға өту кезінде қозғалыс траекториясы бойындағы шекті кернеудің конструкция элементі меншікті материалының деформациясына қатынасы ең жоғары мәнімен сипатталатын деформацияға (ТБД) сыни нүктелер айқындалады. Бұл кезде манипулятордың байланысы топсамен жалғанған екі денеге бөлінеді. Модельге қозғалғыштықтың жалған дәрежелерін енгізу серпімді деформациялардың болуына байланысты орын ауыстыруды ескеруге мүмкіндік береді. Математикалық модельді нақты объектімен жақсы сәйкестендіру үшін параметрлері анықталған динамикалық модельге жалған енгізілген сілтемелердің жалпыланған күштерінің тендеулері қосылады. Егер модельдің берілген дәлдігін алу мүмкін болмаса, онда модельге қосымша жалған ұтқырлық дәрежесін енгізе отырып, тағы бір ТБД ізделеді [8].



а - бастапқы; б - жалған қозғалыс дәрежелерімен

2.2 Сурет - манипулятордың құрылымдық схемалары

Серпімді деформацияларды есепке алудың жоғарыда аталған тұжырымдамасына сәйкес біз манипулятордың дизайнын топсамен біріктірілген төрт серпімді буын және 2.1 суретте көрсетілген қатаң бесінші буын түрінде ұсынамыз. Манипулятордың негізгі жүктемесі элементтердің ауырлық күші және жүйеде орналасқан ерітінді болғандықтан, гидравликалық жетекті бекіту орындарында сілтемелердің түбінде шекті кернеулер пайда болады. Осыны ескере отырып, біз серпімді байланыстардың компоненттерге бөлінуін жасаймыз және бөлу нүктелерінде 2.2 б - суретте көрсетілген бетон төсегіш бум моделінің құрылымдық

диаграммасында көрсетілген $q_7 - q_{10}$ қозғалғыштығының жалған дәрежелерін қосамыз.

Математикалық сипаттамаға ыңғайлы болу үшін манипулятордың координаттары басқарылмайтын жалпыланған және басқарылатын болып бөлінеді. Басқарылатын координаталар $q' = (q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6)^T$ және басқарылмайтын жалпыланған жебе элементтерінің деформациясын сипаттайтын координаталар $q'' = (q_7, q_8, q_9, q_{10})$ ал $q = q' \cup q''$. Басқарылатын және басқарылмайтын жалпыланған координаттарға бөлінгеннен кейін біз жылдамдық пен үдеу үшін кинематикалық модель теңдеулерін аламыз:

$$\dot{x} = G'(q, \Delta x) \cdot q' + G''(q, \Delta x) \cdot \dot{q}'', \quad (2.1)$$

$$\ddot{x} = G'(q, \Delta x) \cdot \dot{q}'' + G''(q, \Delta x) \cdot \ddot{q}'' + G(q, \dot{q}, \Delta x) \cdot \dot{q}, \quad (2.2)$$

мұндағы $G'(q, \Delta x)$ - координаталар жүйесінің түрлендіру матрицалары; Δx -соңғы буын координаттарының векторы.

Гидравликалық жетектері бар бетон төсеу манипуляторының толық математикалық моделін алу үшін гидравликалық цилиндрлері бар жетек механизмдерінің кинематикалық және динамикалық модельдерінің құрылысын қарастыру қажет. Қарастырылып отырған құрылымдардың кинематикалық модельдерінде хес: $x = f_2(s)$ векторлары арасында байланыс орнатуға мүмкіндік беретін жалпыланған Q_i координаталарының $s_i: q_i = f_i(s_i)$ гидравликалық қозғалыстарымен байланыс теңдеулері болуы керек.

Қарастырылып отырған құрылымдар үшін $q_i = f(s_i)$ функцияларын геометриялық тәсіл арқылы оңай алуға болады. Бірінші типтегі гидравликалық жетектің кинематикалық құрылымы үшін жебенің көтерілуі мен түсуін қамтамасыз ету 2.2 а - суретте көрсетілген, бұл байланыс қатынас түріндегі теңдеуімен сипатталады:

$$q(s) = \arctg\left(\frac{a}{b}\right) + \arccos\left(\frac{l_1^2 + l_2^2 - s^2}{2l_1l_2}\right) + \arctg\left(\frac{e}{d}\right) - \pi, \quad (2.3)$$

мұндағы a, b, c, d, e -құрылымдық параметрлер;

$$l_1 = \sqrt{a^2 + b^2}, l_2 = \sqrt{d^2 + e^2} - \text{орталық қашықтық}$$

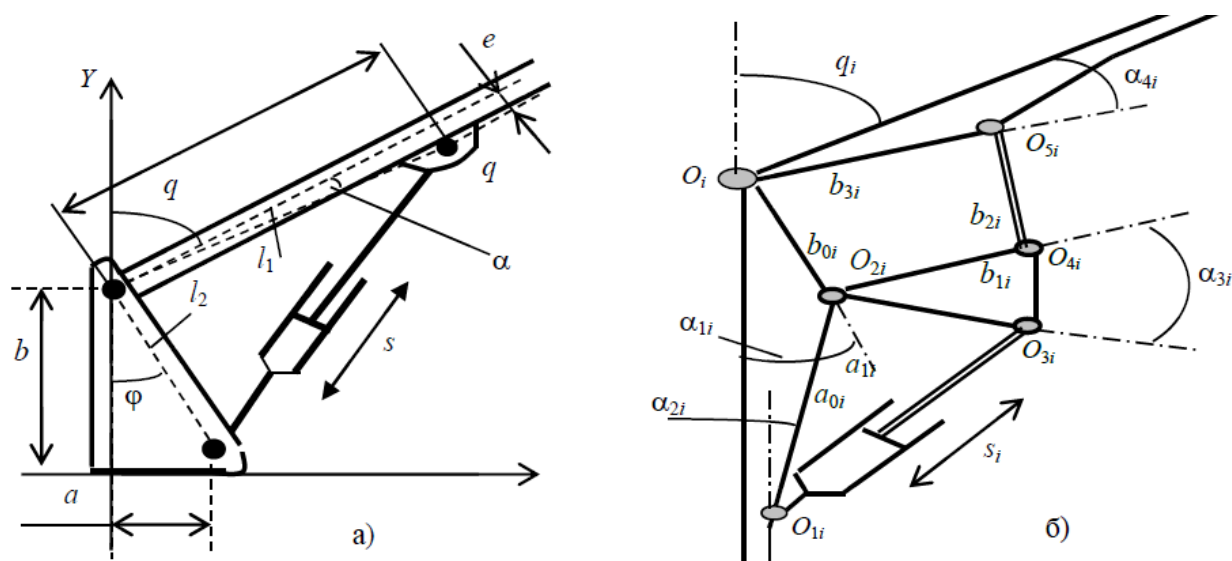
Құрылымның бұл түрі, ең алдымен, ұтқырлықтың екінші дәрежесіне жатады, q_2 жалпыланған координатасын есептеу үшін $\gamma = \theta + \frac{\pi}{2} - \arctg\left(\frac{a}{d}\right)$ бұрышын қолдану ыңғайлы. Бұл жағдайда жалпыланған координат жетектің тәуелділікпен қозғалуымен байланысты:

$$q(s) = \arctg\left(\frac{a}{b}\right) + \arccos\left(\frac{l_1^2 + l_2^2 - s^2}{l_1l_2}\right) - \frac{\pi}{2}, \quad (2.4)$$

Гидрожетектің қарастырылған құрылымы үшін геометриялық тәсіл негізінде кері есепті шешу $s_i = f_2(q_i)$, байланыс теңдеуі кіреді:

$$s(q) = (l_1^2 + l_2^2 + 2l_1l_2\cos(\theta - \alpha - \varphi)), \quad (2.3)$$

Сол сияқты, екінші типтегі кинематикалық құрылымдар үшін жалпыланған q_i координаталарының s_i : $q_i = f_2(s_i)$ гидравликалық қозғалыстарымен байланыс теңдеулері үш және төрт буынды тізбектелген Витта тізбегі (2.2 б) суретте көрсетілген. Бұл қатынастар өрнектерді алдынала жазу арқылы алынады:



Сурет 2.3 - Гидрожетегі бар бетон төсегіш манипулятордың есептік схемалары

$$\varphi_{li}(s) = \angle O_{1i}O_{2i}O_{3i} = \arccos((a_{0i}^2 + a_{1i}^2 + s_i^2)/2a_{0i}a_{1i}), \quad (2.4)$$

$$\varphi_{li}(s) = \angle O_iO_{2i}O_{4i} = \pi + \alpha_0 + \alpha_1 - \varphi_{1i}(s), \quad (2.5)$$

$$\varphi_{li}(s) = \angle O_{2i}O_iO_{5i} = \arccos\left(\frac{d_i^2 + b_{0i}^2 - b_{1i}^2}{2b_{0i}d_i}\right) + \arccos\left(\frac{d_i^2 + b_{3i}^2 - b_{1i}^2}{2b_{3i}d_i}\right). \quad (2.6)$$

Мұндағы, $d_i(s) = \sqrt{b_0^2 + b_1^2 - 2 \cdot b_0b_1\cos(\varphi_1(s))}$

Осы өрнектерді қолдана отырып, жалпыланған координаттар үшін байланыс теңдеулері жазылады:

$$q_i(s) = \alpha_{1i} + \alpha_{4i} - \pi + \varphi_{3i}(s), \quad (2.7)$$

Қарастырылып отырған құрылымдардың толық кинематикалық модельдерін алу үшін жылдамдық пен үдеу үшін теңдеулер қажет. i -нші

буынның бұрыштық және сызықтық жылдамдығы $i-1$ -нші буынның жылдамдығы арқылы көрінеді:

$$\bar{\omega} = \bar{\omega}_{i-1} + (1 - \varepsilon_i)\bar{e}_i q_i; \quad \bar{v}_i = \bar{v}_{i-1} + \bar{\omega}_{i-1} \times \bar{r}_{i-1,i} + \bar{e}_i \cdot q'_i, \quad (2.8)$$

Мұндағы $\bar{r}_{i-1,i}$ - $i-1$ -нші және i -нші қозғалыс дәрежелерінің осьтерін қосатын вектор;

ξ_i - кинематикалық жұп түрін сипаттайтын логикалық коэффициент айналмалы – $\xi = 0$, , үдемелі– $\xi = 1$.

Кориолис теоремасын қолдана отырып, сызықтық және бұрыштық үдеулер анықталады:

$$\bar{\varepsilon}_i = \bar{\varepsilon}_{i-1} + (1 - \varepsilon_i) \cdot \bar{\omega}_i \times \bar{e}_i \cdot q'_i + (1 - \varepsilon_i) \cdot \bar{e}_i \cdot \bar{q}, \quad (2.9)$$

$$\begin{aligned} \bar{a}_i = & \bar{a}_{i-1} + \bar{\varepsilon}_{i-1} \times \bar{r}_{i-1,i} + \bar{\omega}_{i-1} \times (\bar{\omega}_{i-1} \times \bar{r}_{i-1,i}) + \\ & + \varepsilon_i \cdot \bar{e}_i \cdot q''_i + 2\varepsilon_i \cdot \bar{\omega}_i \times \bar{e}_i \cdot q'_i, \end{aligned} \quad (2.10)$$

Мұндағы $\bar{\varepsilon}_{i-1}, \bar{a}_{i-1}, \bar{\varepsilon}_i, \bar{a}_i$ - манипулятордың $i-1$ -нші және i -нші байланысының бұрыштық және сызықтық үдеулерінің векторлары.

Сызықтық және бұрыштық жылдамдықтар жалпыланған жылдамдықтар мен жалпыланған координаттардың функциялары ретінде:

$$\bar{\omega}_i = \sum_{j=1}^n \bar{\omega}_i^j q'_j; \quad \bar{v}_i = \sum_{j=1}^n \bar{v}_i^j q'_j, \quad (2.11)$$

$$\bar{\omega}_i^j = \sum_{k=1}^n (1 - \varepsilon_i) \bar{e}_j; \quad \bar{v}_i^j = \bar{\omega}_i^j \times \bar{r}_{j,i} + \varepsilon_j \bar{e}_j. \quad (2.12)$$

Сол сияқты, үдеулер үшін соңғы өрнектерді жазуға болады:

$$\bar{e}_i = \sum_{j=1}^n \left(\bar{\omega}_i^j q''_j + \left(\sum_{k=1}^n (\bar{\omega}_i^k \times \bar{\omega}_i^j) q'_k \right) q'_j \right), \quad (2.13)$$

Жалпыланған жылдамдықтар мен манипулятордың үдеулерінің сипаттамасы векторлық-матрицалық теңдеу түрінде ыңғайлы:

$$\bar{q}' = k_q^s \cdot \bar{s}' = \text{diag} \left\{ \frac{\partial f_s(s)}{\partial s} \right\}, \quad (2.14)$$

Бұл өрнекті саралау арқылы біз үдеу үшін байланыс теңдеуін аламыз:

$$\bar{q}'' = k_q^s \cdot \bar{s}'' + (k_q^s \cdot \bar{s}')' \bar{s}' = k_q^s \cdot \bar{s}'' + \text{diag} \left\{ \frac{\partial f_s(s)}{\partial s^2} \right\} \cdot (\bar{s}')^2, \quad (2.15)$$

Бірінші типтегі құрылымдық схема үшін 2.3 а суретте көрсетілген, жалпыланған және жетек жылдамдықтарының байланыс теңдеулері:

$$q'(s') = k_q^{(1)}(s) \cdot s' = \frac{s \cdot s'}{(4l_1^2 l_2^2 - (l_1^2 + l_2^2 - s^2)^2)^{1/2}}, \quad (2.16)$$

$$s'(q') = k_s^{(1)}(q) \cdot q' = \frac{l_1 l_2 \sin(\alpha + \varphi - q) \cdot q'}{(l_1^2 + l_2^2 + 2l_1^2 l_2^2 \cos(q - \alpha - \varphi))^{1/2}} \quad (2.17)$$

Сол сияқты 2.3б суретте көрсетілген екінші типтегі құрылымдық диаграмма үшін жалпыланған және жетек жылдамдықтарының теңдеулерін жазуға болады:

$$q'(s') = k_q^{(1)}(s) s', \quad (2.18)$$

$$s'(q') = k_s^{(1)}(q) \cdot q'. \quad (2.19)$$

Манипулятордың динамикалық моделін құру Лагранж теңдеулері негізінде жақсы орындалады. Жалпыланған координаталарды басқарылатын q' -ға бөліп, серпімді деформацияны q'' модельдеуге енгізгеннен кейін динамиканың теңдеуі келесі түрде ұсынылады:

$$M' = D'(q)\ddot{q}' + \check{D}(q)\dot{q}'' + b'(q, \dot{q}), \quad (2.20)$$

$$M'' = \check{D}^T(q)\dot{q}' + D''(q)\dot{q}'' + b''(q, \dot{q}). \quad (2.21)$$

Мұндағы M' - жетектер тудыратын жалпыланған күштер;

M'' - серпімді орын ауыстыруды имитациялайтын жалпылама күштер;

$D'(q), \check{D}(q), D''(q)$ - динамика матрицалары;

$b'(q, \dot{q})$ - Кориолис және центрифугалық күштердің векторы.

Гидравликалық жетектердің жабық кинематикалық тізбектері бар бетонды орналастыратын манипулятор үшін виртуалды күштердің теңдеуі:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{v=0}^{N_i} \{m_{iv}(\ddot{r}_{iv} - \bar{g})\partial r_{iv} + (I_{iv}\varepsilon_{iv} + \omega_{iv} \times I_{iv}\omega_{iv})\delta\gamma_{iv}\} = \sum_{i=1}^n \tau_i \delta q_i \quad (2.22)$$

Мұндағы r_i - орт-векторы массасы m және ауырлық нүктесіндегі J инерция моменті i ;

\bar{g} - гравитациялық әсерлесу векторы;

τ - i -ші буындағы қозғаушы күштердің қозғалыс моменті

Осы теңдеудің негізінде манипулятордың динамикалық теңдеулерінің әртүрлі тұжырымдарын алуға болады. Сонымен, манипулятор байланыстарының қозғалысын виртуалды түрде көрсету үшін динамика теңдеулері келесі түрде ұсынылады:

$$\sum_{k=1}^n \sum_{v=0}^{N_i} \{m_{kv} v_{kv} (\dot{r}_{iv} - \bar{g}) + (I_{kv} \varepsilon_{kv} + \omega_{kv} \times I_{kiv} \omega_{iv}) \delta \gamma_{kv}\} = \sum_{i=1}^n \tau_k \delta q_k, \quad (2.23)$$

Жетекті басқару үшін бұл теңдеуді жетек координаттарына түрлендіру керек. Оларды алу үшін топсалы координаттардағы виртуалды жұмыс теңдеулерін және жалпыланған координаттар мен жетек координаттарының байланыс теңдеулерін пайдалану керек. Нәтижесінде жетек координаттарында динамикалық теңдеулерін аламыз [19]:

$$M(s)\ddot{s} + h(s, \dot{s}) + g(s) = F_A, \quad (2.24)$$

$$M(s) = k_q^i M(q) k_q^i + h(s, \dot{s}) + g(s), \quad (2.25)$$

$$h(s, \dot{s}) = k_q^i M(q) k_q^i \dot{s}^2 + k_q^i h(q, \dot{q}) = k_q^i M(q) \dot{k}_q^i \dot{s}^2 + k_q^i h(q, \dot{q}), \quad (2.26)$$

$$g(s) = k_q^i g(q). \quad (2.27)$$

Бетон төсеу манипуляторларының траекториясын жоспарлау салынып жатқан ғимараттар мен құрылыстардың нысаны мен жоспарымен анықталады. Бетон төсегіш бум шүмегінің қозғалыс траекториясын құру міндеті манипулятор координаттар жүйесінің $X_0 Y_0$ параллель жазықтығындағы $X_n Y_n$ жазықтығындағы қозғалыстар тізбегін сипаттауға дейін азаяды. z_n координаты бір төсеу циклінде өзгермейді, содан кейін қалыпты көтеру қадамына сәйкес h мәніне ұлғаяды. 2.4-суретте тіктөртбұрыштар немесе шеңберлер жиынтығы болып табылатын жиі салынатын монолитті объектілердің мысалдары келтірілген. Тұрғын үйдің жақтауын салу кезінде ғимараттың жоспары негізінде нүктелердің координаталық массивін қалыптастыру және тік сызықты учаскелерді айналып өту тізбегін анықтау қажет, әр бөлім келесі теңдеулермен сипатталады:

- параллель осьтер учаскелері үшін:

$$X_0 \rightarrow P_{jH}(x_{jH} y_{jH}), P_{jk}(x_{jk} y_{jk}), \quad (2.28)$$

$$y = y_{jH} V y_{jk} \rightarrow x_{jH} \leq x \leq x_{jk}. \quad (2.29)$$

- параллель осьтер учаскелері үшін:

$$Y_0 \rightarrow P_{iH}(x_{iH} y_{iH}), P_{ik}(x_{ik} y_{ik}), \quad (2.30)$$

$$x = x_{iH} V x_{ik} \rightarrow y_{iH} \leq y \leq y_{ik}. \quad (2.31)$$

Қозғалыстарды жоспарлау $qi(t) = [q_{1i}(t), q_{2i}(t), \dots, q_{ni}(t)]$ траекториясының әрбір I-ші учаскесі үшін қалыптастырылатын олардың өзгеруінің уақытша заңы негізінде жалпыланған координаттарда орындалады.

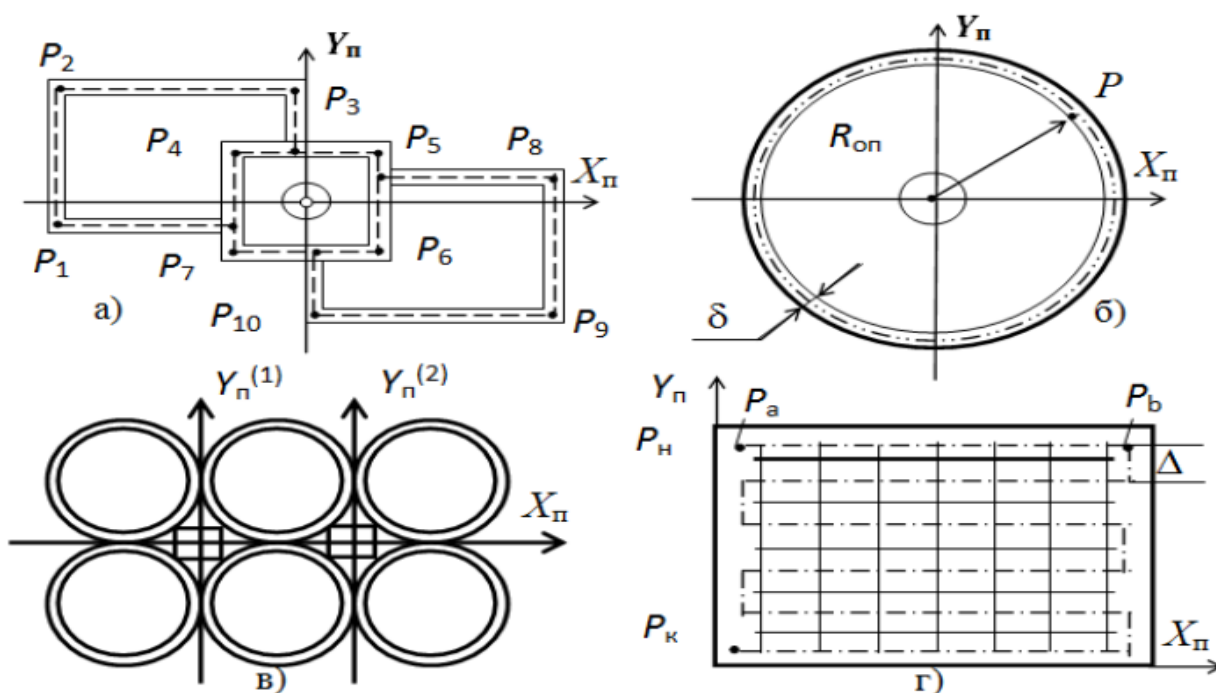
Сонымен қатар, олардың қалыптасуына негіз - бұл саптаманың позициясы мен бағдарлануының уақытша заңдары және оның қозғалу жылдамдығы, теңдеулер жүйесімен сипатталады:

$$\begin{cases} tr_i(t) = [x_i(t), y_i(t), z_i(t)], \\ v_i(t) = [v_{xi}(t), v_{yi}(t), v_{zi}(t)], \\ \Psi_i(t) = [q_i(t), \varphi_i(t), \beta_i(t)], \\ \omega_i(t) = [\omega_{\theta i}(t), \omega_{\varphi i}(t), \omega_{\psi i}(t)]. \end{cases} \quad (2.32)$$

мұндағы $tr_i(t), v_i(t)$ - траекторияның i - ші учаскесінде қозғалыс кезінде t уақыттың ағымдағы позиция мен жылдамдықтың векторы; $\Psi_i(t), \omega_i(t)$ - бағдарлау векторы және уақыт кезіндегі i - ші бөлімдегі бұрыштық жылдамдық.

Траекторияның түзу сызықты бөлігі жағдайында саптаманың жылдамдығы біркелкі қозғалысы кезінде оның қозғалыс векторымен сипатталады.

мұндағы - траекторияның бастапқы нүктесінің координаттары;
- траекторияның соңғы нүктесінің координаттары.

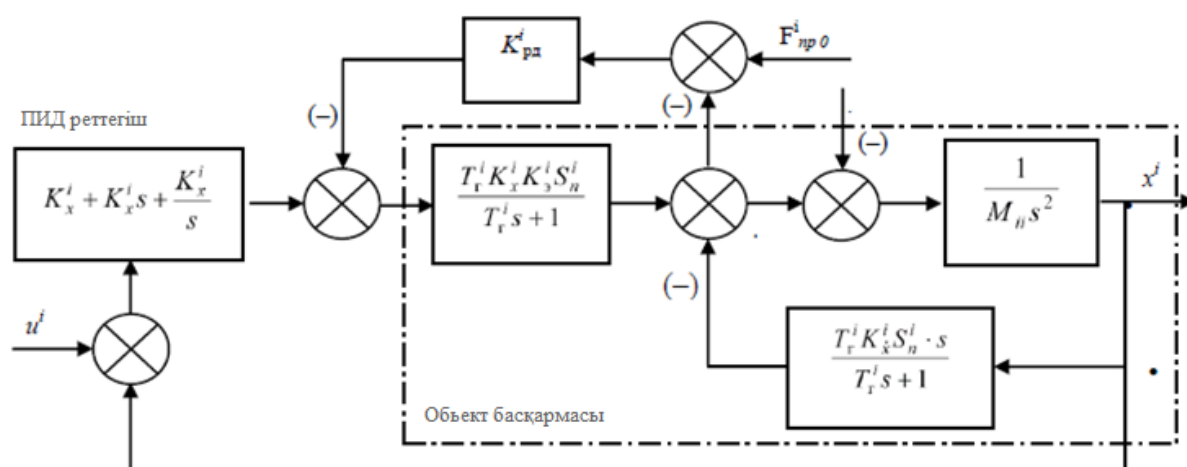


2.4 Сурет - Монолитті нысандардың жоспарлары және бетон төсеу траекториялары

Берілген траектория бойынша бетон төсеу манипуляторының саптамасының қозғалысын қажетті жылдамдықпен басқару гидравликалық жетектерді басқару арқылы жүзеге асырылады.

Басқару тізбегі бар поршеньді басқарудың міндетті шарты - бір немесе бірнеше көмекші айнымалыларды тікелей өлшеу. Бетон төсейтін роботтар үшін ең алдымен жұмыс қысымын тұрақтандыру керек. Көмекші айнымалы ретінде $F_{i\delta}^i = S_n^i P_{i\delta}^i$ жетек күшін пайдалану ыңғайлы. Құрғақ үйкеліс күшімен салыстырғанда тұтқыр үйкеліс күшінің кішігірім болуына байланысты қысым реттегіш контуры бар сызықтық гидравликалық жетектің динамикасы үшін теңдеу келесі түрде жазылады:

$$\Delta x = K_{\text{зад}} \Delta u - K_{\text{зад}} K_{\text{воз}} (T_r s + 1) \Delta F_n / s \left(\frac{1}{\omega_r^2} s^2 + \frac{2d_r}{\omega_r} s + 1 \right), \quad (2.33)$$



2.5 Сурет – ПИД-реттегіші және қысымды реттеу контуры бар гидрожетектің құрылымдық схемасы

Теріс жүктеме қысымының кері байланысын пайдалану тізбектің сипаттамалық жиілігіне және күшейуіне, жетектің демпферін жақсартуға мүмкіндік береді. Басқару құрылымына ПИД контроллерін енгізу бетон төсеу манипуляторының гидравликалық жетегінің қажетті динамикалық сипаттамаларын алуға мүмкіндік береді. Қысымды бақылау циклімен және ПИД контроллерімен жабдықталған гидравликалық жетегі бар манипулятор звеносының блок-схемасы 2.5 суретте көрсетілген.

ПИД контроллерінің басқару заңын және жетек динамикасының теңдеулерін қолдана отырып, гидравликалық жетектің негізгі және қосалқы әсерлер үшін беру функцияларын жазамыз:

$$W_{\text{зад}}(s) = \frac{x(s)}{u_{\text{уп}}(s)} = \frac{K_A (K_D s^2 + K_N s + K_H)}{a(s)}, \quad (2.34)$$

$$W_{\text{воз}}(s) = \frac{x(s)}{F_n(s)} = \frac{-s(T_r s + K_n K_{\text{рз}} + 1)}{a(s)}. \quad (2.35)$$

Мұндағы - K_p , K_d , K_i - пропорционалды, дифференциалды және интегралды компоненттер бойынша ПИД реттегішінің берілу коэффициенті.

Гидравликалық бетонды орналастыратын роботтарды басқарудың негізгі проблемасы - параметрлердің анықталмауы. Сондықтан роботтың динамикасын алдын-ала компенсациялық позиция бойынша басқаруды қолдану қызығушылық тудырады. Инерция моменттері, Кориолис моменттері және гравитациялық күштер әсерінен қозғалғыштық дәрежелері арасында әсер ететін динамикалық күштердің реттелуімен басқару орталықсыздандыру принципіне сәйкес жүзеге асырылады. Бетон төсейтін роботтардың ең жақсы динамикалық сипаттамаларын алу үшін динамикалық модель негізінде анықтамалық траектория бойымен қозғалу кезінде әр жалпыланған координат үшін түзету әсерлері есептеледі. Берілген траектория бойымен белгілі бір жылдамдықпен қозғалуды қамтамасыз ететін манипулятордың жетек жүйесінің қажетті қозғалыс күштері компенсациялық құрылғы шығаратын басқару әсерлерімен анықталады. Оларды жетек жүйесінің сызықты моделін қолдану арқылы оңай алуға болады [18].

2.2 Дроссельді жылдамдықты реттейтін гидравликалық бақылаушы жетекті модельдеу

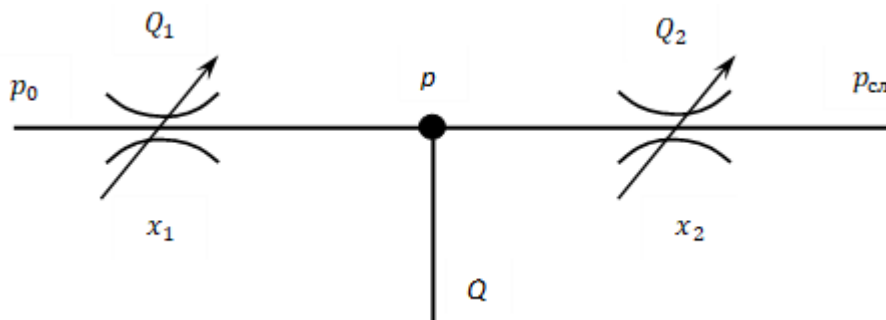
Қазіргі заманғы дроссельдік жетек - бұл жалпы қуат көзі арқылы көптеген тікелей және кері байланыстары бар күрделі көп сатылы динамикалық жүйе. Каскадтар аналитикалық және аналитикалық емес сызықтық емес дифференциалдық теңдеулермен сипатталады. X дроссельді гидравликалық жетектің негізгі кіріс сигналы мен гидроқозғалтқыштың v жылдамдығы арасындағы холономиялық емес байланыстың болуы динамикалық процестерді зерттеу кезінде P_v жүктемесінің бұзушы күштерінің әрекетін ескере отырып, гидроқозғалтқыштың қуыстарындағы Δp қысым айырмашылығын бір уақытта бақылау қажеттілігіне әкеледі. Соңғы дроссельдің гидравликалық жетегін екі арналы жүйе ретінде қарастыруға мәжбүр етеді.

Модельдеу процесі дифференциалдық теңдеулер жүйесімен дроссельдік гидравликалық жетекті математикалық сипаттаудан және оның құрылымдық схемасын құрудан басталады. Зерттелген гидравликалық жетектің құрамында дифференциалдық теңдеулермен сипатталған туындылар үлестірілген параметрлері бар элементтер болса, шоғырланған параметрлері бар төрт полюсті тізбектерді қолдана отырып, модельдеудің жуық әдістерін дәл шешу үшін Лаплас интегралды түрлендіру аппаратын қолданамыз.

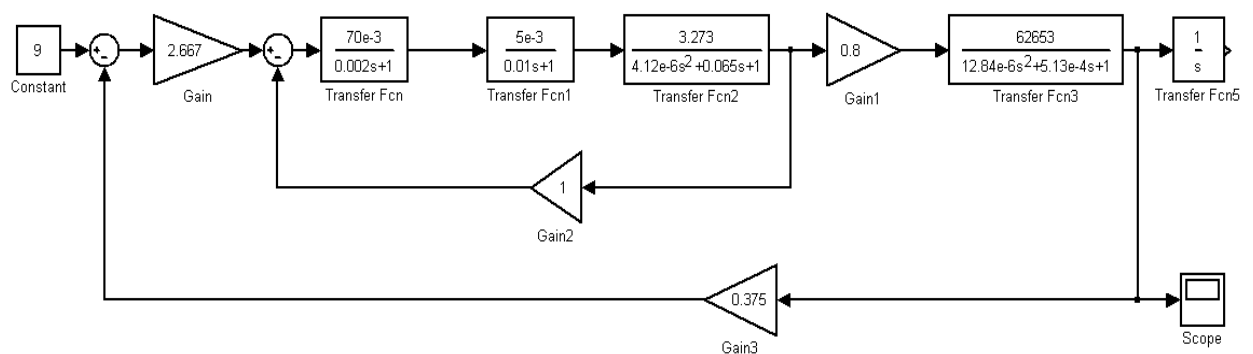
Дроссельдік гидравликалық жетектің жұмысының математикалық сипаттамасы үш типтегі теңдеулерден тұрады: Даламбер принципіне сәйкес күштер теңдеулері, гидрожүйенің кез-келген нүктесінде жұмыс сұйықтығының үздіксіз ағымының шартына сәйкес шығындар теңдеулері,

гидравликалық жергілікті кедергілердегі, дроссельдердегі және катушкаларындағы жұмыс сұйықтығының ағым теңдеулері. Ең басты ерекшелігі - теңдеулердің соңғы түрі және осы теңдеулерге сәйкес келетін құрылымдық схемалар.

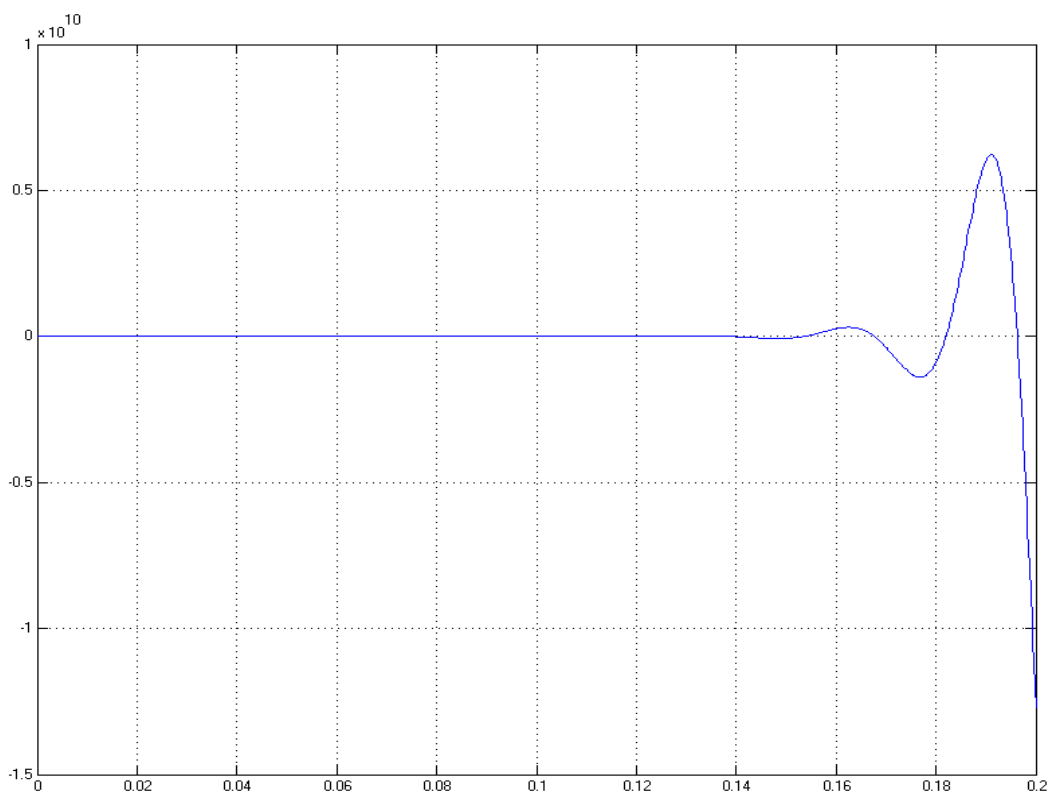
Дроссельдің гидравликалық жетегінің сызықтық емес және сызықтық құрылымдық сызбаларын типтік элементар байланыстар оның схемалық сызбасына сәйкес аралық математикалық есептеулерді минимумға сәйкес құрған жөн. Бақылау жүйелерінде кеңінен қолданылатын кез-келген төрт жақты катушкалардың гидравликалық күшейткіштерінде екі гидравликалық дроссельден тұратын қарапайым магистраль бар.



2.6 Сурет - Элементарлық гидравликалық тізбек



2.7 Сурет - дроссельдік реттеуі бар гидравликалық жетектің динамикалық моделінің құрылымдық схемасы



2.8 Сурет - қозғалыс жылдамдығын дроссельмен реттейтін гидравликалық жетектің өтпелі процесінің графигі

2.6-суретте қарапайым гидравликалық тізбек көрсетілген, оның құрамында келесі элементтер бар: x_1 , x_2 -гидравликалық дроссельдердің жылжымалы элементтерінің кіріс механикалық қозғалысы,

- p -ішкі камерадағы қысым,
- Q - жүктеме магистраліндегі шығын,
- p_0 , $p_{сл}$ – сәйкесінше, айдау және ағызу қысымы,
- Q_1 , Q_2 - бірінші және екінші дроссельдер арқылы өтетін шығындар.

Бұл схема электро-гидравликалық бақылау жетегінің функционалды және құрылымдық схемасы негізінде жасалады, оның математикалық сипаттамасы сызықты және жеңілдетілген.

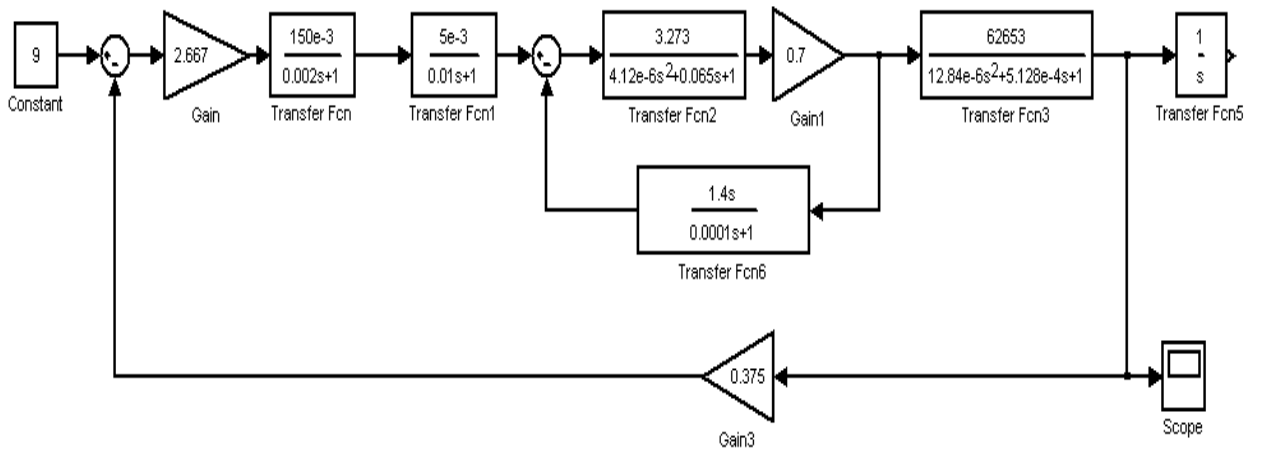
Өтпелі графиктен жүйенің тұрақсыз екенін көреміз. Өтпелі процестің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін, жүйе сапасының талап етілетін көрсеткіштерін қамтамасыз ету үшін мынадай шаралар қабылданады:

Басқару блогының берілген өсу коэффициенті $K_{AO} = 0,5$;

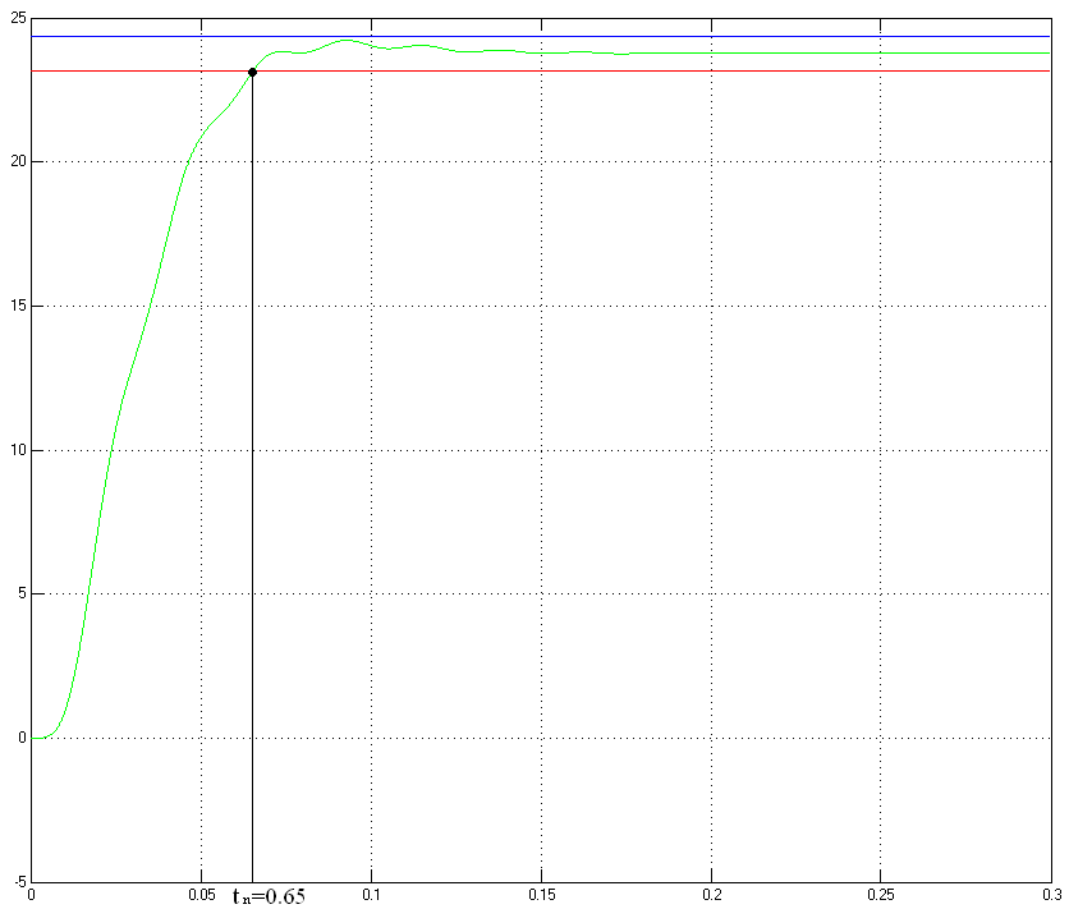
Дроссельдік дистрибьютор тізбегіне реттеу байланысы енгізілген.

Байланыстың берілу функциясы $W_k = \frac{1.4Ps}{0.0001Ps+1}$.

Жүйенің соңғы құрылымдық схемасы 2.9 суретте көрсетілген, ал оның өтпелі графигі 2.10 суретте көрсетілген.



2.9 Сурет - дроссельдік реттеуі бар гидравликалық жетектің динамикалық моделінің түзетілген құрылымдық схемасы



2.10 Сурет - Қозғалыс жылдамдығын дроссельмен реттейтін гидравликалық жетектің өтпелі процесінің графигі

2.3 Техникалық құралдар кешенін таңдау (ТҚК)

Бетон манипуляторы үшін АБЖ бірнеше иерархиялық деңгейден тұрады:

- төменгі - датчиктер деңгейі;
- орташа - Siemens фирмасының (Германия) базасындағы контроллерлер деңгейі;
- жоғары - операторлық станциялардың деңгейі.

ТҚК құралдарының төменгі деңгейі - қысым, температура, шығын датчиктерінен, газ құрамын өлшейтін аспаптардан, бекіту және реттеуші арматуралардан, сорғылардан тұрады. Бұл АБЖ ТП-ны датчиктер мен әсер ету құралдары процесіне әр түрлі фирма өндірушілері пайдаланады, мысалы, неміс фирмасы Siemens, ресейлік фирмалар Метран, Теплоприбор.

ТҚК құралдарының орташа деңгейі – SIEMENS фирмасының SIMATIC S7-315 контроллерінен тұрады. Контроллер конфигурациясы процесті одан әрі жаңарту кезінде қосымша кіріс-шығыс модульдерін құруға мүмкіндік береді.

ТҚК құралдарының жоғары деңгейі - бір-бірімен және Industrial Ethernet шинасы бойынша өндірістік процестің басқа да жұмыс станцияларымен байланысты жұмыс станцияларынан (дербес компьютерден) тұрады, бұл сондай-ақ деректерді беру жеделдігін және технологиялық процесті де, бүкіл өндірістік процесті де басқаруды жүзеге асыруды қамтамасыз етеді. Процестің жағдайы туралы ақпаратты оңай көрсету және жұмыс станцияларынан процесті жедел басқару үшін SCADA WinCC жүйесі қолданылады. Деректерді тіркеу үшін принтер қолданылады [3].

2.4 Төменгі деңгейдегі ТҚК таңдау

Манипуляторды басқарудың автоматтандырылған жүйесін ұйымдастыру үшін датчиктердің әртүрлі типтерін қолданамыз. Манипулятордың электр жетегінің күйін визуализацияны ұйымдастыру үшін температура датчиктері және айналу жиілігін өзгерту үшін КСБ қажет. Температура датчиктері электр қозғалтқышының қызуын, гидравликалық жүйеде майды бақылау және манипулятордың апаттық және қалыптан тыс жұмыс режимдерін болдырмау үшін қажет. Біздің жобада біз температура датчиктерінің 2 түрін қолданамыз.



2.11 Сурет - температура датчигі ТСМ Метран-243

Біріншісі электр қозғалтқышының температурасын бақылау үшін ТСМ типті Метран -243 (50 М), ол шағын өлшемді мойынтіректер мен қатты заттардың бетінің температурасын өлшеуге арналған, ал ТСМ Метран-204 сұйық және газ қайтарғыш заттардың температурасын өлшеуге арналған. Температура датчиктері түрлендірудің номиналды статикалық сипаттамасымен (НСС) жасалады. Температура датчиктері үшін климаттық орындау және агрессивті қоршаған орта да маңызды. Температура датчиктерінің жұмыс принципі заттардың кедергісінің өзгеруіне байланысты температураның өзгеруіне негізделген. Датчиктерде негізінен платинумды пайдаланады, температураның жоғарылауымен нақты қарсылықты арттырады. 2.1- кестеде таңдалған температура датчиктерінің негізгі сипаттамалары көрсетілген.

2.1 Кесте - Температура датигінің сипаттамалары

| Кедергі жылу түрлендіргішінің түрі | Класс допуск а | ТМД елдерінде | | Халықаралық | |
|------------------------------------|----------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| | | Номиналды мәні W100 | Ең кіші рұқсат етілген мәні W100 | Номиналды мәні W100 | Ең кіші рұқсат етілген мәні W100 |
| ТСМ 204 | А | 1,3910 | 1,3905 | 1,3895 | 1,3845 |
| | В | | 1,3900 | | 1,3865 |
| | С | | 1,3895 | | 1,3895 |
| ТСМ 243 | В | 1,4820 | 1,4720 | 1,4260 | 1,4250 |
| | С | | 1,4900 | | 1,4240 |

Сорғы мен бетон араластырғыштың айналу жылдамдығын басқару үшін жиілік түрлендіргіштерін (КСБ) қолданамыз.



2.12 Сурет - Жиілік түрлендіргіштер Danfoss VLT 5000 FLUX

Жиілікті бірқалыпты реттеу манипулятордың жұмысын оңтайландыруға мүмкіндік береді, сенімділікті арттырады және ПИД - реттегіш логикасын қолдана отырып, жиілікті бір-бірімен электр қозғалтқыштарымен өзара реттеуге мүмкіндік береді. КСБ жиілікті түрлендіру диапазоны, түпкілікті рұқсат етілген қуат жағдайында таңдалады. 2.2 - кестеде таңдалған КСБ сипаттамалары көрсетілген.

2.2 Кесте - КСБ сипаттамалары

| КСБ түрі | Қуат диапазоны | Реттеу диапазоны | Жұмыс кернеуінің диапазоны | Корпусты қорғау класы |
|-----------------------|----------------|------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Danfoss VLT 5000 FLUX | 0,75 -355 кВт | 0-3000 айн/ мин | 200 - 240 В, 380 - 500 В | IP00 |
| Danfoss FC 302 | 0,75 -270 кВт | 0-3000 айн/ мин | 200 - 240 В, 380 - 500 В | IP21/NEМА 1 және IP54 |

КСБ жиілігін түрлендіру магнит ағынының принципін қолданады, ол жоғары өнімділікті, айналу моментті 3 м-де басқаруды және өте төмен жылдамдықта да керемет синхрондауды қамтамасыз етеді. Ашық контурдағы айналу жылдамдығының дәлдігі: +/- 0.5 % (8 айн/мин), тұйық контурда: +/- 0.001 % (0.02 айн/мин). Магнит ағынын басқару үдеу кезінде 180% айналу моменті (0,5 с), 60 с ішінде 0 айн/мин кезінде 160% тежеу моменті (тұйық контур) береді. Айналу моментін басқару дәлдігі: ашық контурда + / - 10%, тұйық контурда +/- 5%. SCADA жүйесі интеграциялау мүмкіндігі бар КСБ өнеркәсіптік автоматикадағы интеллектуалды құрылғылар арасында барлық деректерді алмасу хаттамаларын қолдайды. Біздің жобада манипулятордың автоматтандырылған процестерді басқару жүйесін ұйымдастыру үшін КСБ аналогтық кірістері мен шығыстарын қолданамыз.

101-1, 101-2, 103а, 104 позицияларымен автоматтандырудың функционалдық схемасында белгіленген СДД- 1 М сұйықтық деңгейінің

датчигі дискретті электр сигналын беру арқылы жарылыс қауіптілігіне жататын әртүрлі технологиялық аппараттардағы сұйықтық деңгейін және екі араласпайтын сұйықтықты бөлу деңгейін бақылауға арналған. СДД -1 м датчигі қауіпсіз кірістері бар екі аспаппен жұмыс істеген кезде жарылысқа қауіпті қоспалардың пайда болуы мүмкін технологиялық аппараттар пайдаланылады.

Жұмыс ортасы-су, май және өнеркәсіптік қондырғылар, келесі сипаттамаларға ие:

- температура, °С +5...+70;
- жұмыс қысымы, МПа, 1,6 - дан артық емес;
- мұнай тығыздығы, г / см 3078 - 0,92;
- құрамында күкіртсутегі %, 6 - дан артық емес;

СДД-1 м датчигі фазалардың бөліну деңгейіндегі өтпелі қабаттың ені 300 мм артық емес және осы қабаттағы тығыздықтың өсуі кемінде 0,15 г/см³ болғанда жұмысқа қабілетті [7].

2.5 Қысымды өлшеуге арналған аспап

"Сапфир - 22-Ех" жарылыстан қорғалған, қысым датчигінің позициялары 101, 108, 109, 115-1, 115-1р, 117а, 118, 116-1, 116-1р, автоматтандырылған функционалды схемасында көрсетілген. Мәскеулік ПО «Манометр» өндіріс зауыты. 2060 моделі екі функционалды құрылғыдан тұрады: өлшеу блогы мен кіріктірілген электрондық құрылғыны қамтитын бастапқы түрлендіргіш және БПС–24 түрлендіру блогы. Сапфира-22-Ех СТБ - 24 сигналын түрлендіру блогынан қуат алады, ол генерацияланған шығыс бірыңғай ток сигналы мен өлшеу параметрі (СТБ-24 Р) арасындағы сызықтық қатынасты, сондай-ақ түрлендіргіштің статикалық сипаттамаларын сызықтық түрде тарылту құрылғысы бойынша дифференциалды қысым әдісімен шығынды өлшеу кезінде қамтамасыз етеді (СТБ-24 К). Блоктың қуат алу (БПС–24 К) кернеуі 220В немесе 240В жиілігі 50 Гц айнымалы токпен; тұтынылатын қуат 40ва. ТАБ -1 түбірін алу блогын қуат көзінің орындалуына байланысты жиілігі 50 Гц 220В айнымалы токпен немесе кернеуі 36в тұрақты токпен жүзеге асырылады.

Гидравликалық станцияның жағдайын бақылау үшін қысым датчиктері қажет. Қысым датчиктері жұмыс кезінде манипулятордың үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін бетон манипуляторы жетегінің гидравликалық жүйесіндегі май қысымын бақылайды. Қысым көтерілгенде немесе төмендегенде манипуляторды басқаруды кілтеуге арналған сигнал пайда болады. Қысым датчигінің негізгі сипаттамасы - өлшеу диапазоны және манипулятор жұмыс істеген кезде көтерілетін жоғары май температурасына төзімділігі. 2.3 кестеде май қысымы датчигінің температуралық сипаттамалары көрсетілген.

2.3 Кесте – Май қысымы датчигінің сипаттамалары

| Температура, С0 | Датчикке берілетін кернеу | Датчиктің кедергісі, Ом |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| 30 | 8 | 1350-1500 |
| 50 | 7,6 | 585-820 |
| 70 | 6,8 | 155-196 |
| 90 | 6 | 87-109 |

2.6 Бағдарламаланатын логикалық контроллерлерді таңдау

Орта деңгейдегі ЕДК - бұл SIMENSES7-315 контроллері мен енгізу - шығару модульдерінен тұратын бағдарламалық – аппараттық кешен. Бағдарламаланатын логикалық контроллерлердің маңызды параметрлерінің бірі - компаниялардың каталогтарындағы өнім әр түрлі нұсқаларда көрсетілген. Екілік командалардың жұмыс уақыты, 1к дискретті кірістердің жауап беру уақыты, аралас командалардың орындалу уақыты және т.б. Бүгінгі таңда ұсынылатын өнімдердің ауқымы өте кең.

2.4 Кесте - Контроллер сипаттамалары

| БЛК түрі | SIMATIC S7-300 | ADAM 5510 | SYSMAC C200H |
|--------------------------------|----------------|-----------|--------------|
| Өндіруші фирма | Siemens | Advantech | Otron |
| Мемлекет | Германия | АҚШ | Жапония |
| Диапазон температурасы (°C) | - 45 +55 | -35 + 40 | 0 +55 |
| Ауаның ылғалдылығы (%) | 10-90 | 5-95 | 5-95 |
| Кепілдік мерзімі (жыл) | 3 | 1 | 1 |
| Номенклатура (дана) | 57 | 87 | 15 |
| Рамадағы модульдер саны (дана) | 45 дейін | 8 дейін | 5/8/10 |
| Модульдегі арналар саны | 8/16/32 | 8 | 8/16/32 |
| Модульдің өлшемдері (мм) | 125*40*120 | 110*31*75 | 130*32*118 |
| Модуль салмағы (г) | 180 - 300 | 65-95 | 190-300 |
| Тұтыну қуаты (Вт) | 0,6 -2 | 1,5 – 4 | 0,5 -2 |

Барлық SIMATIC контроллері жоғары өнімділікке ие, қолайсыз климаттық және механикалық әсерлерге төзімді, жоғары жылдамдыққа ие. Бұларды өзгерту оңай. Оның үстіне, бұл құрылғылардың көлемі үлкен емес.

2.1-кестеде ең көп таралған әр түрлі фирмалардың БЛК-нің кейбір сипаттамалары көрсетілген. Соңғы төрт жолда дискретті енгізу-шығару модульдерінің параметрлері көрсетілген. Олардың барлығы магистральдық-модульдік принцип бойынша салынған, панельге немесе СМ - рельске орнатылады, +24 В кернеуден жұмыс істейді, Fieldbus алмасу хаттамаларын қолдайды, модульдердің кең жиынтығына ие:

- дискретті кіріс / шығыс модульдері;
- коммуникациялық модульдер;
- аналогтық енгізу/шығару модульдері;
- термореттегіш модульдері;
- орналастыру модульдері;
- ПИД реттегіш модульдері;
- қозғалысты басқару модульдері.

Біз Siemens фирмасына және осы компания өнімдерінің алуан түрлілігіне тоқталдық, Simatic S7-300 жұмыс станциясы өзінің мүмкіндіктері бойынша Боранкөл кен орнындағы дренажды үрлеп тазарту жүйесіндегі басқару процесінің күрделілігіне барынша дәл келеді. Басқаша айтқанда, контроллердің жады мен өнімділігі жеткілікті және ең ұтымды пайдаланылады [20].

Simatic S7-300-бұл табиғи салқындатумен жұмыс істейтін модульдік бағдарламаланатын контроллерлер. Модульдік дизайн, таратылған басқару құрылымдарын құру мүмкіндігі, пайдаланушыға ыңғайлы интерфейстің болуы өнеркәсіптік өндірістің әртүрлі салаларында автоматты басқарудың көптеген мәселелерін үнемді шешу үшін контроллерді пайдалануға мүмкіндік береді.

Орталық процессоры, қуат көзі және кіріс шығыс модульдері бар ПЛК бір НСИ рельсте біріктіріледі. Simatic Manager бағдарламасында Hardware Configuration бөлімінде енгізу және шығару модульдері бар КСБ түрлері таңдалады. 2.13 - суретте біздің жобада қолданылатын құрылғылар көрсетілген.

| Slot | Module |
|------|------------------|
| 1 | |
| 2 | CPU 315-2 DP (1) |
| 3 | DP |
| 4 | DI16xDC24V |
| 5 | DI16xDC24V |
| 6 | DO16xDC24V/0.5A |
| 7 | DO16xDC24V/0.5A |
| 8 | AI2x12Bit |
| 9 | AI2x12Bit |
| 10 | AO4x16Bit |
| 11 | AO4x16Bit |

2.13 Сурет - Рейкада қолданылатын аппарат

№ 1 ұяшықта PS 307 қуат көзі орналасқан, оның тапсырыс коды 6EA – 307 - 5NB00 - OAXA. 220-380 в қуат көзін автоматтандыру жүйелері мен 24 В

екінші ретті қосылыстар үшін бірыңғай және 10 А шығысымен түрлендіреді. Екінші нөмірлі ұяшық бойынша БЛК-да (орталық процессор) орналасқан. Бұл жобада S7-315 2 DP типті процессорды қолданамыз. 2 DP номиналды кеңістікте процессордың негізгі КНИ интерфейсінен басқа, жүйені SCADA жүйесі ретінде басқарудың жоғары деңгейіне дейін кеңейту және интеграциялау үшін PROFIBUS байланыс протоколын қолдайтын қосымша DP интерфейсін бар екенін білдіреді. № 3 ұяшық кеңейту интерфейс модулі үшін бағдарлама автоматты түрде сақтайды. Егер болашақта бағдарламалық-аппараттық бөлікті кеңейту жоспарланса, онда бұл ұяшыққа интерфейс модулін қосу арқылы мүмкін болады. Интерфейс модулінен басқа, үшінші ұяшықта CP байланыс процессорын пайдалануға болады. Ұяшықтың төртінші нөміріне пайдаланушы кез-келген ретпен енгізу-шығару модульдерін орналастыра алады. Біздің жобада төртінші ұяшықта 16 арнасы бар дискретті кіріс модулі орналасқан. Онда 2 байттық ақпарат сақталады. Модуль қуаты 24 В тұрақты токта PS 307 арқылы қуат алады. Болашақта дискретті модульге релелік немесе дискретті шығысы бар датчиктер, өлшеу құралдары қосылады. Дискретті шығысына атқарушы реле, контакторлар және сигнал шамдарының күйі қосылған. Аналогтық кіріс және шығыс сигналдарының модульдері №8 ұяшықтан басталады. Аналогтық кіріс модульдерінде 12 биттік АСТ жүйесінде 12 канал бар. Әрбір аналогтық модульдің арнасы 2 байттық ақпаратты сақтайды. Аналогтық кіріс модуліне температура мен қысым датчиктері, сондай-ақ оператордың басқару тақтасынан потенциометрі қосылған. Аналогтық сигналдар үшін деректер түріне Int қолданады, бұл бүтін санды білдіреді. Біздің бағдарламада бұл процесті визуалдау және қорғау үшін инженерлік бөлімде масштабталған болады. КСБ және гидравликалық жүйенің пропорционалды клапандары аналогтық шығысына қосылған. Аналогтық шығыс сигналдарының көмегімен технологиялық процесс үшін қажетті жиілік және клапанның қақпағы орнатылады. Аналогтық сигналдар дискретті сигналдар сияқты біріктірілген. Аналогтық сигналдар - ток, термopара және кернеу. Ток модульдерінің мәні 4 - тен 20 мА - ге дейін, ал кернеу -10 В - тан +10 В - қа дейін. Мұның барлығы өлшеу түрлендіргіштерін өлшеудегі қатені ескере отырып алынады [12].

3 Манипуляторды басқаруға арналған құрылымды дамыту

3.1 Бағдарламалық жасақтама құрылымы

Біздің нарықта ұсынылған өнеркәсіптік контроллерлер шығаратын барлық фирмалардың ішінен микроконтроллерлері осы объектіні автоматтандырудың барлық талаптарына жауап беретін Siemens фирмасын ғана ажыратуға болады, олардың ішінде сенімділік, қарапайымдылық, бағдарламалық өнімдердің арзандығы және олардың таралуы, оңай бағдарламалануы, бағдарламалық өнімдер мен жабдықтардың сипаттамасы бар әдебиеттердің қол жетімділігі, жабдықты пайдаланудың арзандығы. Siemens фирмасы басқа фирмалармен салыстырғанда Қазақстанға өнеркәсіптік жабдықты жеткізудің ең көп тәжірибесіне ие және өзін ең жақсы жағынан көрсетті. Бұдан басқа, Siemens компаниясы соңғы жылдары Қазақстандық өнеркәсіптерінде микропроцессорлық құралдар нарығында басымдыққа ие. Болашақта Siemens компаниясының ақпараттық және аппараттық құралдарының тапшылығын сезінбеуге уәде береді. Siemens микроконтроллерлерін бағдарламалау үшін SIMATIC бағдарламалық жасақтамасы қолданылады. SIMATIC өнеркәсіптік бағдарламалық жасақтамасы-бұл SIMATIC S7/M7/C7 автоматтандыру жүйелеріне арналған толық үйлесімді қызмет көрсету жүйесі. Бұл бағдарламалық жасақтама қолданушыға өндірісті автоматтандырудың барлық кезеңдерінде қолданылатын ыңғайлы мүмкіндіктер жиынтығын ұсынады: Аппараттық және байланыс құралдарының параметрлерін жоспарлау, конфигурациялау және анықтау;

- Пайдаланушының бағдарламалауы;
- Құжаттама;
- Тест, іске қосу, қызмет көрсету;
- Процесті басқару;
- Деректерді мұрағаттау.

Бағдарламалық жасақтаманы модульдік ұйымдастыру бірнеше тәуелсіз тапсырмалар немесе бір тапсырманың бөліктері бойынша жобалық жұмыстарды қатар орындауға мүмкіндік береді.

SIMATIC өнеркәсіптік бағдарламалық жасақтамасы келесі стандарттарды қолданады:

- ЕСНБ 6.1131-3, оның талаптары SIMATIC бағдарламалау тілдеріне сәйкес келеді;
- Windows 95, графикалық және объектіге бағытталған дизайн әдістерімен;
- SIMATIC өнеркәсіптік бағдарламалық жасақтамасының толықтығы;
- Жалпы мәліметтер базасы. Жобаның барлық деректері жалпы деректер базасында сақталады.

Бұл деректер барлық құралдар үшін қол жетімді;

- Кіріктірілген құралдар жүйесі. Жобаның әр кезеңі үшін пайдаланушыға ыңғайлы функциялардың өзіндік жиынтығы бар;

- Ашық. SIMATIC өнеркәсіптік бағдарламалық жасақтамасы кеңсе желісіне кіруге ашық және жоғары өнімділікке ие;

-Кез келген міндеттерді шешу үшін пайдаланудың қарапайымдылығымен ерекшеленетін проблемалық - бағдарланған аспаптық құралдар;

- Бөлімдерді бірнеше рет қолдану. Бағдарламалардың әзірленген бөлімдерін кітапханаларда сақтауға және жаңа жобалар үшін дайын блоктар түрінде пайдалануға болады;

- Жобалардың әртүрлі бөліктерімен қатар жұмыс істеу;

- Тоқтап қалу уақытын және онымен байланысты шығындарды азайтатын кіріктірілген диагностикалық функциялар.

Барлық SIMATIC өнеркәсіптік бағдарламалық жасақтамасын төрт сыныпқа бөлуге болады:

- SIMATIC аппаратурасын бағдарламалау үшін негіз болып табылатын стандартты аспаптық құралдар (StandardTools);

- Жоғары деңгейдегі бағдарламалау тілдерін және технологиялық бағдарланған бағдарламалық қамтамасыз етуді қамтитын жобалаудың аспаптық құралдары (EngineeringTools);

- Runtime бағдарламалық жасақтамасы (RuntimeSoftware) – өнеркәсіптік ортада практикалық қолдануға дайындалған бағдарламалық жасақтама;

- Адам-машина интерфейсі (Human-machineInterface – HMI)-процесті жедел басқаруға және бақылауға арналған бағдарламалық қамтамасыз ету [14]. Стандартты құралдар SIMATIC S7/C7/M7 басқару жүйелерін бағдарламалау үшін қолданылады. Стандартты құралдарға мыналар жатады:

- STEP-7: барлық қосымшаларға арналған толық нұсқа;

- STEP 7-Mini: қарапайым тапсырмаларды шешуге арналған нұсқа. Simatic S7-300 және SIMATIC C7 бағдарламалауға мүмкіндік береді.

- STEP 7-Micro: SIMATIC S7-200 контроллерлерін бағдарламалау үшін қолданылатын ең қарапайым пакет.

Аспаптық дизайн проблемалық бағдарланған және стандартты құралдардың функционалдығын арттыру үшін қолданылады. Жобалаудың аспаптық құралдарын пайдалану жобалау мерзімдерін және оны орындауға жұмсалатын шығындарды азайтуға мүмкіндік береді, сондай-ақ жобалау жұмыстарын орындаудың ыңғайлылығын арттырады.

Жобалау құралдарының құрамына мыналар кіреді:

- Жоғары деңгейлі бағдарламалау тілдері;

- Технология саласындағы мамандарға арналған графикалық тілдер;

Диагностика, модельдеу, таратылған басқару, құжаттама жүргізу және т. б. үшін қосалқы бағдарламалық қамтамасыз ету. Runtime бағдарламалық жасақтамасы пайдаланушының бағдарламаларында стандартты басқару функцияларын орындайтын алдын-ала бағдарламаланған блоктарды

пайдалануға мүмкіндік береді. Runtime бағдарламалық жасақтамасының екі нұсқасы бар, аппараттық құралға тәуелді бағдарламалық жасақтама, ол белгілі бір жабдық түрлеріне арналған. Мысалы, контроллерлердің функционалды модульдері үшін. Келесі тапсырмаларды орындау үшін қолданылатын аппараттық тәуелсіз бағдарламалық жасақтама:

SIMATIC S7 контроллері үшін стандартты басқару заңдарын орындау, модульдік басқару немесе анық емес логикалық басқару (fuzzy); Басқару жүйелері мен стандартты Windows қосымшалары арасындағы байланысты жүзеге асыру;

Операциялық жүйе нақты уақыт үшін SIMATIC M7. Адам-машина интерфейсі процесті жедел басқаруға және оны визуализациялауға арналған бағдарламалық жасақтаманы қамтиды. SIMATIC адам-машина интерфейсі келесі өнімдерге негізделген:

- Оператор тақталарын конфигурациялауға арналған ProTool және Protool / Lite;

- Proagent-процесті диагностикалауға арналған пакет;

WinCC-Windows 9x немесе Windows NT-де жұмыс істейтін жылдам визуализация жүйесі.

SIMATIC S7, SIMATIC M7 және SIMATIC C7 бағдарламалауға арналған барлық стандартты құралдар STEP 7 негізгі бағдарламалық жасақтамасының бөлігі болып табылады. Достық интерфейсі аталған Step 7 басқару жүйелерінің барлық есептеу мүмкіндіктерін оңай пайдалануға мүмкіндік береді. Құралдар басқару жүйесін құрудың барлық кезеңдерін жүзеге асыру үшін пайдаланушыға ыңғайлы функцияларды қамтиды:

- Аппараттық құралдарды конфигурациялау және параметрлеу;

- Байланыс параметрлері мен түрін орнату;

- Бағдарламалау;

- Тестілеу, іске қосу және қызмет көрсету;

- Деректерді құжаттау және мұрағаттау.

STEP 7 PG 720, PG 720c, PG 740 және PG 760 бағдарламашыларының пакетіне кіреді. Ол Windows 95, 98, 2000, XP жұмыс істейтін дербес компьютерлерде жұмыс істей алады. Соңғы жағдайда PG 760 үшін MPI картасын немесе адаптерді пайдалану керек. 3.2 және одан жоғары нұсқадағы STEP 7 Windows NT-мен жұмыс істей алады, бұл бірнеше қолданушының жобаны жасау мүмкіндігін қамтамасыз етеді. STEP 7 автоматтандыру жобаларын жасау үшін келесі құралдар жиынтығын пайдалануға мүмкіндік береді:

SIMATIC Manager: SIMATIC S7, SIMATIC M7 және SIMATIC C7 үшін барлық құралдар мен деректерді ыңғайлы шолу интерфейсі бар ұжымдық басқару үшін;

Таңба редакторы: символдық белгілерді, деректер түрлерін анықтау, ғаламдық айнымалыларға түсініктеме енгізу үшін;

Аппараттық конфигуратор: жүйенің конфигурациясын автоматты түрде таңдау және барлық модульдер үшін орнату параметрлерін анықтау;

Байланыс: MPI интерфейсі немесе MPI, PROFIBUS немесе IndustrialEthernet арқылы оқиға деректерін беру арқылы жүйенің компоненттері арасындағы уақыт немесе циклдік деректерді беру параметрлерін анықтау;

Ақпараттық функциялар: орталық процессордың деректерін жылдам қарау және бағдарламаны орындаудағы ақаулардың себептерін анықтау.

Бағдарламаларды әзірлеу үшін STEP 7 келесі стандартты бағдарламалау тілдерін қолдануға мүмкіндік береді:

- Нұсқаулар тізімі (Statement List-STL)
- Баспалдақ логикасының диаграммалары (Ladder Diagram-LAD)
- Функционалдық блоктардың диаграммалары (Function Block Diagram-FBD).

Автоматтандырудың нақты мәселелерін шешу үшін стандартты бағдарламалау тілдерінен басқа қосымша тілдерді немесе технологиялық бағытталған құралдарды қолдануға болады. STEP 7-STEP 5 немесе TISOFT көмегімен жазылған бағдарламаларды түрлендіруге мүмкіндік беретін құралдармен жабдықталған [10].

3.2 SIMATIC Manager

SIMATIC Manager-і (SIMATICS7 / M7 / C7) қай жүйеге енгізілгеніне қарамастан жобаның барлық деректерін басқарады. Бұл SIMATIC S7/M7/C7 үшін барлық құралдарды пайдалануға мүмкіндік береді. Таңдалған деректерді өңдеу үшін қажет сервистік бағдарламаларды менеджер автоматты түрде іске қосады. Бұл құралдар туралы ақпарат STEP 7 пакетінің сипаттамасының барлық бөліктерінде берілген.

Таңба редакторы барлық жаһандық айнымалыларды басқаруға мүмкіндік береді (жергілікті формальды параметрлерге қарағанда, олар блоктарды бағдарламалау кезінде жарияланады). Өңдеу кезінде келесі функцияларды пайдалануға болады:

Символдық белгілерді анықтау және әртүрлі кіріс және шығыс сигналдары, жад биттері мен блоктары үшін түсініктеме енгізу функциялары.

Басқа Windows бағдарламаларынан деректерді импорттау/экспорттау мүмкіндіктері. Символы генерацияланатын кезінде тиісті қаражат бөлініп пайдаланылуы мүмкін барлық қосымшаларында көрсетілген. Осының арқасында символдық параметрдің өзгеруі барлық құралдар арқылы автоматты түрде таңдалады.

Электрондық каталогтан деректерді таңдаумен және тіректердің қосқыштары бойынша модульдерді орналастырумен жүйенің конфигурациясы.

Таратылған енгізу-шығару жүйесінің конфигурациясы, кіріс-шығыс құрылғысын арналар арқылы бөлу.

Орталық процессор параметрлерін орнату. Бағдарламаның іске қосу

сипаттамалары мен сканерлеу уақыты мәзір арқылы түзетіледі. Мультипроцессорлық жүйелерге қолдау көрсетіледі. Енгізілген деректер орталық процессордың жүйелік блоктарына жіберіледі.

Модульдердің параметрлерін орнату (аппараттық). Барлық реттелетін параметрлерді тиісті экрандық формалар көмегімен орнатуға болады. Бұл параметрлерді DIP қосқыштарымен орнату міндетті емес болады. Модуль параметрлерін оқу орталық процессор қуат қосылған кезде автоматты түрде жүзеге асырылады. Осылайша, бір модульді екіншісіне ауыстыру параметрлерді қосымша орнатпай - ақ жасалуы мүмкін.

Бұл дипломдық жобада манипулятордың автоматикасын басқару үшін біз S7-300 станцияларын қолданамыз.

SIMATIC S7-300/400-модульдік бағдарламаланатын контроллер, оның құрамына келесі компоненттер кіреді:

- Тіреулер (Racks). Модульдерді орналастыру және оларды өзара байланыстыру үшін қызмет етеді;

- Қуат көзі (PowerSupply, PS). Ішкі құрылғыларға электр энергиясын жеткізуді қамтамасыз етеді;

- Орталық процессор (CentralProcessingUnit, CPU). Пайдаланушы бағдарламасын сақтайды және өңдейді;

- Интерфейс модульдері (Interface Modules, IM). Есептегішті басқа тірекке қосу;

- Сигнал модульдері (Signal Modules, SM). Жүйелік сигналдарды сигналдың ішкі деңгейіне бейімдеу немесе сандық, аналогтық сигналдар арқылы жетектерді басқару;

- Функционалдық модульдер (Function Modules, FM). CPU-ға қарамастан күрделі немесе сыни өңдеуді орындау;

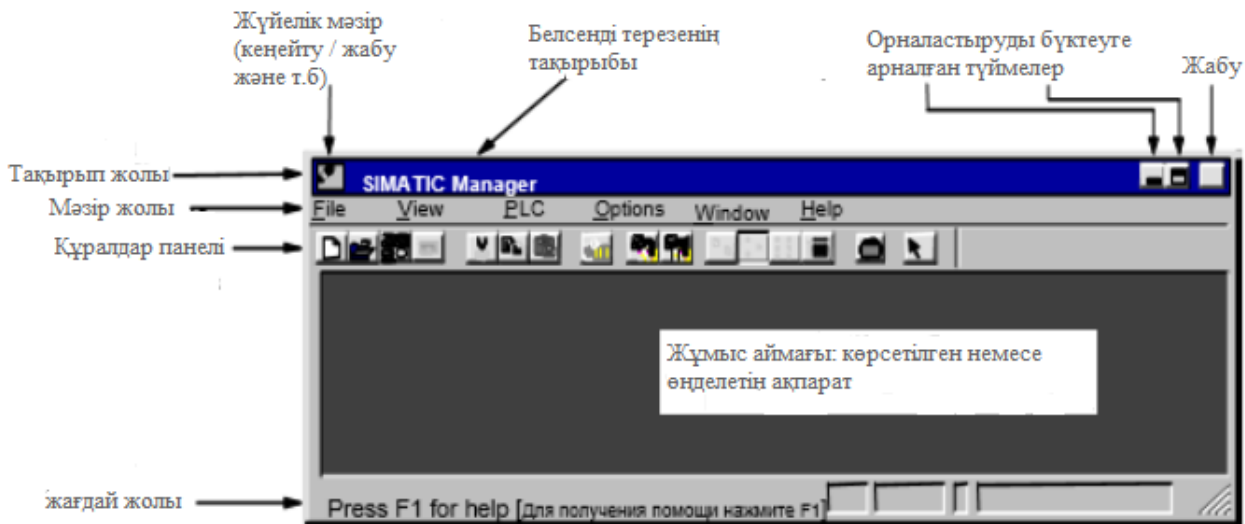
- Байланыс процессорлары (Communications Processors, CP),

- Қосалқы желілермен (ішкі желілермен) байланыс орнату;

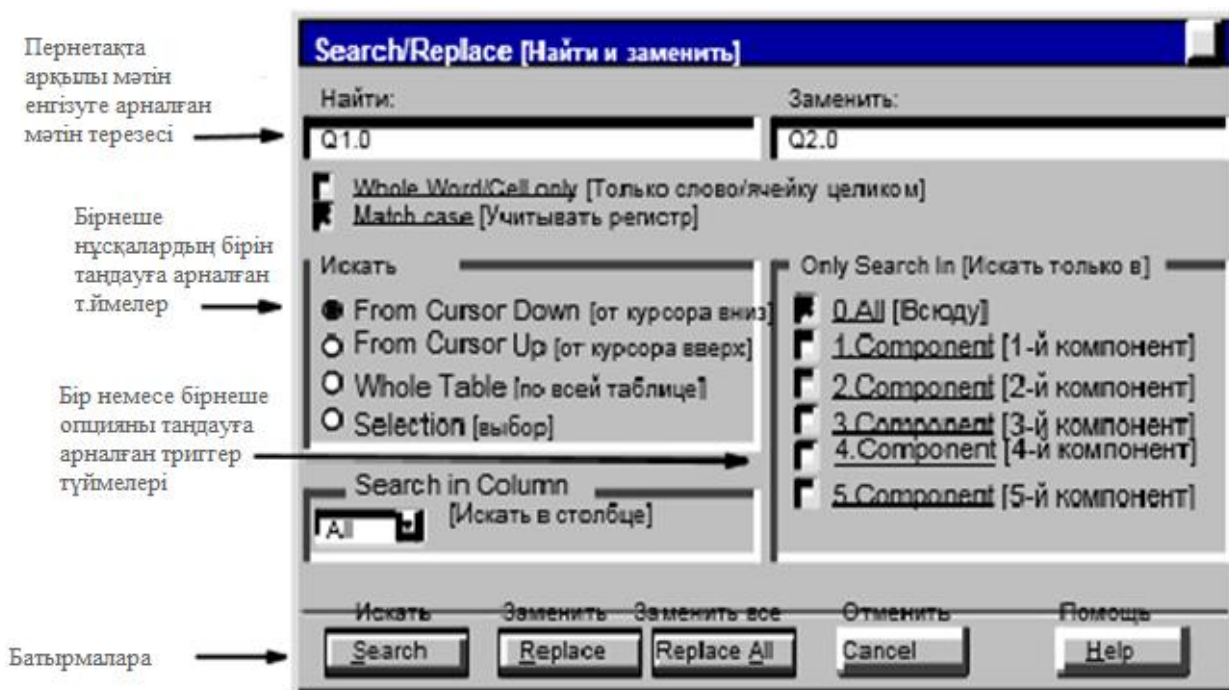
Ішкі желілер (Subnets) бағдарламаланатын контроллерлерді бір-біріне және басқа құрылғыларға қосады.

Бағдарламаланатын контроллер (немесе станция) шиналар кабельдерімен байланысқан бірнеше құрылыстардан тұруы мүмкін. Қуат модулі, CPU және кіріс/шығыс модульдері (SM, FM және CP) (немесе I/O модульдері) орталық тірекке қосылған.

Егер орталық тіректегі кіріс / шығыс модульдері үшін жеткілікті орын болмаса немесе I / O модульдерінің кейбірін немесе барлығын орталық тіректен шығару үшін, алдыңғы модульдер арқылы орталық тірекке қосылған кеңейту тіректерін пайдалануға болады [17].



3.1 Сурет - SIMATIC Manager терезесі және құралдар тақтасы



3.2 Сурет - Simatic Manager жаңа нысан құру терезесі

3.3 SIMATIC WinCC адам-машина интерфейсі

Қазіргі заманғы басқару жүйелері ақпаратты визуалды көрсету жүйелеріне жоғары талаптар қояды. Деректер операторға тез, анық және түсінікті түрде берілуі керек. Сонымен қатар, бұл деректер машина деңгейінде өңделіп, мұрағатталуы керек. SIMATIC WinCC-бұл ұқсас мақсаттағы жаңа жүйе пакет пиксельдік графикалық интерфейсті қолданады және терезе технологиясын қолдануға негізделген. Runtime пакеті келесі

көрсеткіштермен сипатталады:

- Процесті визуалды бақылау;
- Біріктірілген хабарлама жүйесі;
- Өлшеу нәтижелері мен хабарламаларды мұрағаттау;
- Пайдаланушының қажеттіліктері үшін Visual Basic Script; SIMATIC S5, SIMATIC S7, SIMATIC TI 500/505 және басқа фирмалардың контроллері бар стандартты интерфейс [16].

3.4 Бағдарламаны кіші жүйелерге бөлу

Нақты жұмыс манипуляторы бағдарламасының нақты жұмыс істеуі үшін бағдарламаны функционалды аймақтарға бөлу керек. Манипулятордың бағдарламалық жасақтамасын үш кіші бағдарламаға бөлуге болады:

- бетон араластырғышты басқару бағдарламасы;
- бетон құю арқылы сорғыларды басқару бағдарламасы;
- гидравликалық жүйені басқару бағдарламасы.

Step7 бағдарламалау тілінде және WinCC-тегі визуализация терезелерінде кіші бағдарламаларды жасау үшін манипулятор қондырғысын басқару бағдарламасын тезірек және дұрыс жасауға мүмкіндік беретін бағдарлама алгоритмін жасау керек.

Алгоритмдік модуль бақылаудың технологиялық параметрлері немесе ішкі жүйенің апаттық қорғанысы болып табылатын сигналдарды өңдеуге және басқаруға арналған.

Модуль келесі функцияларды орындайды:

- өңдеу режимдерін орнату және параметр мәнін ауыстыру;
- қолданыстағы (авариялық) мәнді сақтау;
- параметрдің дұрыстығын бақылау;
- параметрлерді шектеу және апаттық мәндерін бақылау.

Модуль әмбебап болып табылады, яғни кез келген объектілерді автоматтандыру жүйелері үшін алгоритмдерде қолданылуы мүмкін. Бақылау объектісі деңгейдің технологиялық параметрінің шекті немесе авариялық мәнінің сигнал беру датчигінен БЛК кірісіне түсетін сигнал болып табылады. Аналогтық сигналдар интерфейс арқылы біріктірілген: 4-20 мА. Жалпы, CPU бағдарламалық жасақтамасы операциялық жүйеден (операциялық жүйе) және пайдаланушы бағдарламасынан (пайдаланушы бағдарламасы) тұрады. Операциялық жүйе-бұл ресурстарды пайдаланатын барлық жүйелік ресурстар мен процестерді басқаратын барлық нұсқаулар мен сипаттамалардың жиынтығы. Ол қуат көзі бұзылған жағдайда деректерді резервтеу, басым сыныптарды іске қосу және т.б. сияқты функцияларды қамтиды. Операциялық жүйе-бұл пайдаланушы жазу режимінде қол жеткізе алмайтын CPU компоненті. Мысалы, бағдарламаны жаңарту жағдайында амалдық жүйені жад картасынан қайта жүктеуге болады.

Пайдаланушы бағдарламасы-бұл белгілі бір автоматтандыру міндетіне

сәйкес кәсіпорынды (процесті) басқару жүзеге асырылатын сигналдарды өңдеуге арналған барлық нұсқаулар мен сипаттамалардың жиынтығы.

Әрбір оқиғаға арнайы ұйымдастыру блогы (organization block-OB) сәйкес келеді. Пайдаланушы бағдарламасындағы ұйымдастырушылық блоктар басым сыныптар механизмін жүзеге асырады. Оқиға болған кезде CPU тағайындалған ұйымдастыру блогын іске қосады. Ұйымдастыру блогынсыз өзіңіз жаза алатын жеке бағдарламаның бөлігі.

Негізгі бағдарлама OB 1 ұйымдастырушылық блогында орналасқан, оны әрдайым орталық процессор өңдейді. Пайдаланушы бағдарламасының басталуы OB 1-дегі бірінші сегментке (желіге) ұқсас. OB 1 өңдеу аяқталғаннан кейін (бағдарламаның соңы) CPU басқаруды операциялық жүйеге береді және процесс кескінін жаңарту сияқты операциялық жүйенің әртүрлі функцияларын шақырғаннан кейін орталық процессор қайтадан OB 1 шақырады. Бағдарламаның жұмысына кедергі келтіруі мүмкін оқиғалар-үзілістер (interrupts) және қателер (errors). Үзілістердің көзі процесс болуы мүмкін (аппараттық үзілістер) немесе олар CPU-дан шығуы мүмкін (циклдік үзілістер, күндізгі үзілістер және басқалар).

Оқу қабілетін және бағдарламаны түсінуді арттыру үшін оны бөлімдердің еркін санына бөлуге болады. Бағдарламалау тілдері стер 7 бұл тұжырымдаманы қолдайды және қажетті мүмкіндіктерді ұсынады. Бағдарламаның әр бөлігі тәуелсіз және технологиялық немесе функционалды негізге ие болуы керек. Бағдарламаның бұл бөлімдері "блоктар" (" Blocks ") деп аталады. Блок-бұл өзінің функционалдығымен, құрылымымен немесе шешілетін міндетімен анықталатын бағдарламаның бөлімі.

Блок түрлері:

- Ұйымдастыру блогы;
- Функционалдық блоктар (Functionblocks-FB);
- Функциялар (функциялар-FC);
- Деректер блоктары (Data blocks - DB).

Ұйымдастырушылық блоктар - операциялық жүйе мен пайдаланушы бағдарламасы арасындағы интерфейс ретінде қызмет етеді. CPU операциялық жүйесі белгілі бір оқиғалар туындаған кезде ұйымдастырушылық блоктарды шақырады, мысалы, аппараттық үзіліс немесе күндізгі үзіліс жағдайында. Функционалды блоктар-блок параметрлері арқылы қоңырауларды бағдарламалауға болатын бағдарламаның бөліктері. Олардың деректер блогында орналасқан айнымалыларға арналған жад аймағы бар (өзгермелі жад). Функциялар-жиі қайталанатын немесе күрделі автоматтандыру функцияларын бағдарламалау үшін қолданылады. Олар үшін параметрлер тағайындалуы мүмкін. Функциялар мәнді (функция мәні деп аталады) шақыру блогына қайтара алады.

3.5 Бағдарламаның LAD тілінде жазылуы

LAD - бұл Ladder Logic [тізбекті логикалық схема] халықаралық (ағылшын) терминінің аббревиатурасы.

Бұл тіл кіріс, шығыс және пәрмендер арқылы ағымдағы шиналар арасындағы сигнал ағынын бақылауды жеңілдетеді. Бағдарламалау тілі байланыс жоспары пайдаланушының толық бағдарламасын жасау үшін барлық қажетті элементтерге ие. Онда негізгі командалардың толық жиынтығы бар және олардың иелігінде көптеген мекен-жайлар бар. Функциялар мен функционалды блоктар бағдарламаны LAD-да нақты құрылымдауға мүмкіндік береді. Lad бағдарламалық пакеті-стандартты STEP 7 бағдарламалық жасақтамасының кіріктірілген бөлігі. LAD көмегімен қосымша редакторда қолданбалы бағдарламалар жасауға болады. Ол кесте редакторларының көмегімен деректер құрылымының блогы үшін жергілікті енгізуді ыңғайлы шешеді.

Төменде бағдарламада қолданылатын командалардың сипаттамасы берілген:


- қалыпты ашық байланыс;
- қалыпты жабық байланыс;
- катушкалар логикалық функцияның нәтижесі ретінде:
- аралық шығу (коннектор)
- салыстыру блогы (компаратор);
- нәтижені тағайындау блогы;
- масштабтау блогы;
- INT және DINT сияқты бүтін сандарды бөлу блогы;
- деректер түрін түрлендіру блогы.

Әдетте ашық байланыс көрсетілген мекен-жайдағы байланыс сигналының күйін сұрау үшін қолданылады. Егер көрсетілген мекен-жайдағы сигналдың күйі дәл 1 болса, онда байланыс жабық болады және команда 1-ге тең нәтиже береді. Егер көрсетілген мекен-жайдағы сигнал күйі 0 болса, онда байланыс ашық болады және команда 0-ге тең нәтиже береді. Қалыпты ашық байланыс (мекен-жай) логикалық тізбектегі бірінші команда болған кезде, бұл команда сигналды сұрау нәтижесін логикалық жұмыс нәтижесінің (RLO) битінде сақтайды. Логикалық тізбекте бірінші болып табылмайтын кез-келген команда қалыпты түрде ашық байланыс (мекен-жай) сигнал күйін сұрау нәтижесін RLO битінде сақталған мәнмен байланыстырады. Бұл команда келесі екі жолдың бірімен жұптасуды қалыптастырады:

- егер команда сериялық қосылыста қолданылса, онда ол логикалық функцияның ақиқат кестесіне сәйкес сигнал күйін зерттеу нәтижесін біріктіреді.

- егер команда параллель қосылыста қолданылса, онда ол сигнал күйін зерттеу нәтижесін логикалық функцияның ақиқат кестесіне сәйкес немесе байланыстырады.

3.1 Кесте - НЕМЕСЕ логикалық функцияның қалыпты ашық байланысы


| Элемент Қор | параметр | деректер түрі | жад аймағы | сипаттама |
|---|----------|--------------------------|---------------|---|
|  | адрес | BOOL TIMER COUNTER | I.Q.M.T.C.T.L | мекен-жай сигнал күйі сұралған битті көрсетеді |

Әдетте жабық байланыс көрсетілген мекен-жайдағы байланыс сигналының күйін сұрау үшін қолданылады. Егер көрсетілген мекен-жайдағы сигнал күйі 0 болса, онда байланыс жабық болады және команда 1-ге тең нәтиже береді. Егер көрсетілген мекен-жайдағы сигнал күйі 1 болса, онда байланыс ашық болады және команда 0-ге тең нәтиже береді. Қалыпты жабық байланыс (мекен-жай) логикалық тізбектегі бірінші команда болған кезде, бұл команда сигналды сұрау нәтижесін логикалық жұмыс нәтижесінің (RLO) битінде сақтайды. Логикалық тізбекте бірінші болып табылмайтын кез-келген команда әдетте жабық байланыс (мекен-жай) сигнал күйін сұрау нәтижесін RLO битінде сақталатын мәнмен байланыстырылады. Бұл команда келесі екі жолдың бірімен жұптасады:

Егер команда сериялық қосылыста қолданылса, онда ол сигнал күйін зерттеу нәтижесін ЖӘНЕ логикалық функцияның шындық кестесіне сәйкес;

Егер команда параллель қосылыста қолданылса, онда ол сигнал күйін зерттеу нәтижесін НЕМЕСЕ логикалық функцияның ақиқат кестесіне сәйкес байланыстырады.

3.2 Кесте - НЕМЕСЕ логикалық функцияның қалыпты жабық байланысы

| Элемент Қор | параметр | деректер түрі | жад аймағы | сипаттама |
|---|----------|--------------------------|---------------|---|
|  | адрес | BOOL TIMER COUNTER | I.Q.M.T.C.T.L | мекен-жай сигнал күйі сұралған битті көрсетеді |

Шығыс катушкасы командасы релелік байланыс тізбегіндегі катушка сияқты жұмыс істейді. Тізбектің соңындағы катушкалар келесі өлшемдерге байланысты ток өткізеді немесе өткізбейді:

- егер ток тізбектен катушкаға дейін ағып кетсе (яғни, тізбектің сигнал күйі 1-ге тең), онда катушка ток өткізеді;

- егер ток бүкіл тізбек бойымен катушкаға дейін ағып кете алмаса (яғни, тізбектің сигнал күйі 0-ге тең), онда катушка ток өткізбейді.

Логикалық операциялар тізбегі ток тізбегін білдіреді. Шығыс катушкасы команда бағытталған катушкаға КОР логикалық тізбектің сигнал күйін тағайындайды (бұл RLO биттік сигнал күйін операндқа тағайындаумен бірдей). Егер ток тізбектен өтетін болса, онда логикалық тізбектің сигнал күйі

1 болады; онда сигнал күйі 0 болады. Шығыс катушкасы командасы реленің бас менеджеріне (Master Control Relay, MCR) әсер етеді. Шығу катушкасын тек логикалық тізбектің оң жағына қоюға болады. Бірнеше шығыс катушкаларын қолдануға болады. Шығыс катушкасын бос сегментке орналастыруға болмайды

3.4 Кесте - Команда шығыс катушкалар

| Элемент Қор | параметр | деректер түрі | жад аймағы | сипаттама |
|-------------|----------|---------------|---------------|--|
| | адрес | BOOL | I.Q.M.T.C.T.L | мекен-жай сигнал күйі сұралған битті көрсетеді |

Бүтін сандарды салыстыру пәрмені 16 биттік тұрақты нүктелі сандармен салыстыру әрекетін орындайды. Бұл пәрменді қалыпты байланыс ретінде пайдалана болады. Бұл команда браузерде таңдалған салыстыру түріне сәйкес IN1 және IN2 кірістерін салыстырады.

Егер салыстыру дұрыс болса, онда осы функцияның логикалық амалының (RLO) нәтижесі 1 болады. Онда, ол 0-ге тең. Салыстыру нәтижесінен жоққа шығаруға болмайды, өйткені бұл нәтижені тиісті кері салыстыру функциясын қолдану арқылы алуға болады.

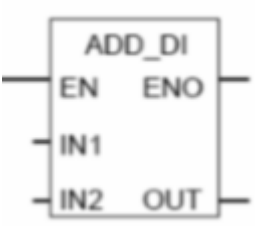
3.5 Кесте - Логикалық операцияның нәтижесі

| Блок Қор | параметр | деректер түрі | жад аймағы | сипаттама |
|----------|----------|---------------|------------|--------------------------|
| | IN1 | INT | I.Q.M.D.L | Бірінші салыстырмалы мән |
| | IN2 | INT | I.Q.M.D.L | Екінші салыстырмалы мән |

3.6 Кесте - Comparator блогын салыстыру түрлері

| Салыстыру түрі | Блоктың жоғарғы бөлігінің атауының таңбалары |
|--------------------------|--|
| IN1 тең IN2 | == |
| IN1 тең емес IN2 | < > |
| IN1 артық IN2-ден | > |
| IN1 кем IN2-ден | < |
| IN1 артық немесе тең IN2 | >= |
| IN1 кіші немесе тең IN2 | <= |

3.7 Кесте - Қос бүтін сандарды қосу

| Блок Кор | параметр | деректер түрі | жад аймағы | сипаттама |
|---|----------|---------------|------------|----------------------|
|  | EN | INT | I.Q.M.D.L | рұқсат етілген кіріс |
| | ENO | BOOL | I.Q.M.D.L | Рұқсат етілген шығыс |
| | IN1 | DINT | I.Q.M.D.L | Бірінші термин |
| | IN2 | DINT | I.Q.M.D.L | Екінші термин |
| | OUT | DINT | I.Q.M.D.L | Сумма |

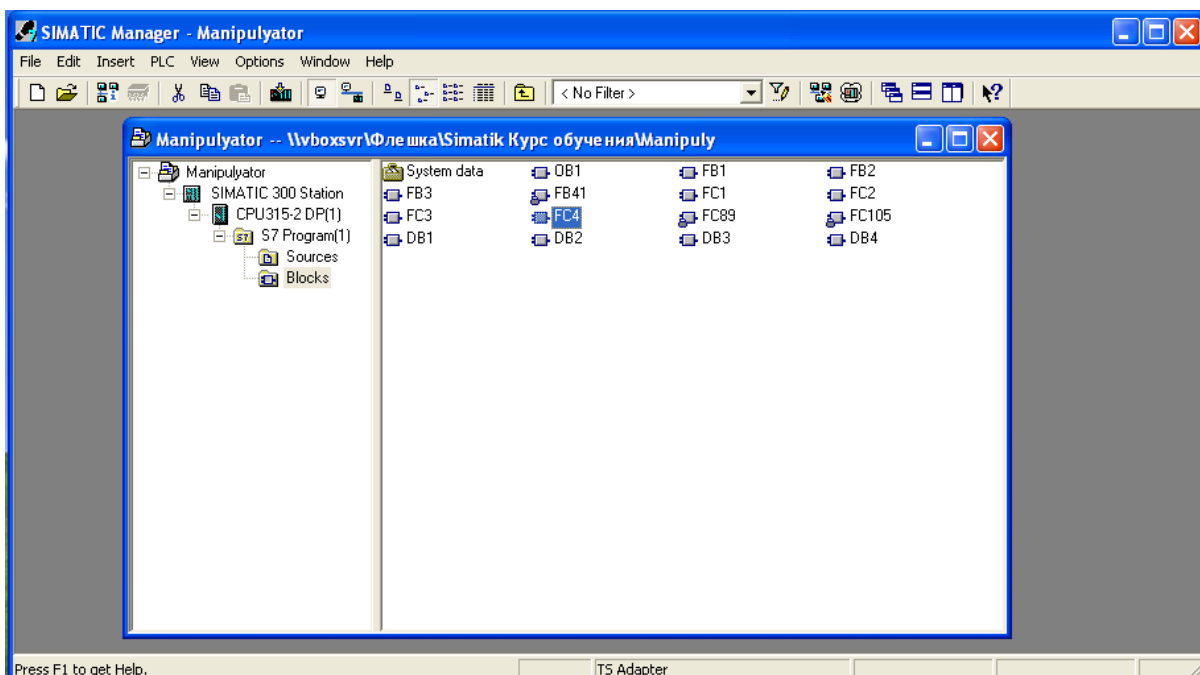
3.8 Кесте - Қос бүтін сандарды азайту

| Блок Кор | параметр | деректер түрі | жад аймағы | сипаттама |
|--|----------|---------------|------------|----------------------|
|  | EN | INT | I.Q.M.D.L | рұқсат етілген кіріс |
| | ENO | BOOL | I.Q.M.D.L | Рұқсат етілген шығыс |
| | IN1 | DINT | I.Q.M.D.L | Кішірейтілген |
| | IN2 | DINT | I.Q.M.D.L | Шегерілетін |
| | OUT | DINT | I.Q.M.D.L | Айырмашылық |

Қос бүтін сандарды қосу. Рұқсат етілген кірістегі (EN) 1 сигналының күйі Қос бүтін сандарды қосу пәрменін іске қосады. Бұл команда IN1 және IN2 кірістерін қосады. Нәтиже OUT шығу кезінде сұралуы мүмкін. Егер нәтиже Қос бүтін сандар үшін рұқсат етілген ауқымнан тыс болса, онда күй сөзінің OV және OS биттері 1, ал ENO мәні 0 болады.

Бұл пәрмен IN2 кірісін IN1-ден алып тастайды. Нәтиже OUT шығу кезінде сұралуы мүмкін. Егер нәтиже Қос бүтін сандар үшін рұқсат етілген ауқымнан тыс болса, онда OV және OS биттері 1, ал ENO мәні 0 болады.

Бағдарламаны әзірлеу SIMATIC Manager-де жобаны құрудан басталады. Әрі қарай, біз қажетті функционалды блоктарды, функцияларды және деректер блоктарын құруды бастаймыз (суретте көрсетілгендей)

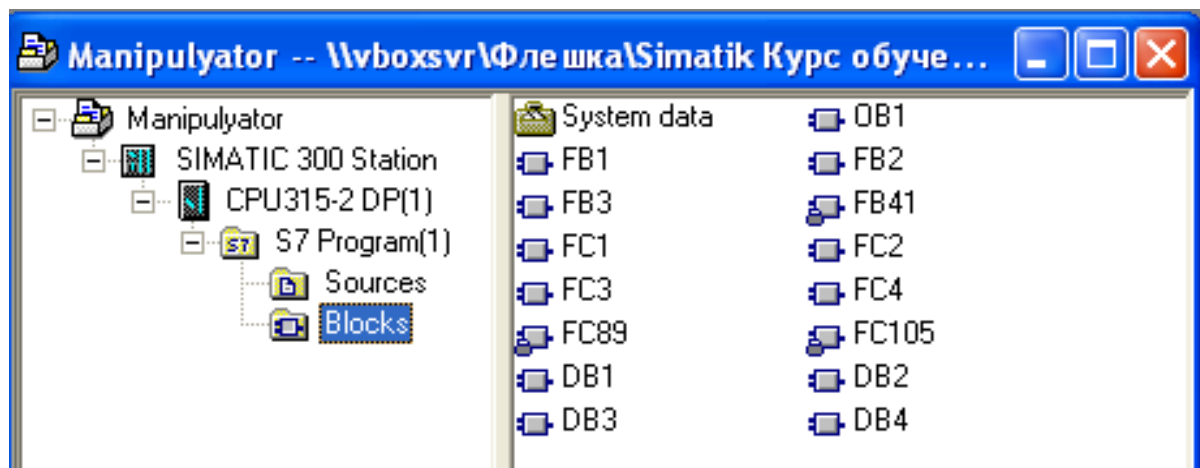


3.3 Сурет - SIMATIC Manager ішіндегі жоба терезесі

Бағдарламада пайдаланылатын блоктар S7 Programs қалтасында, Blocks қалтасында орналасқан. 3.3-суретте біздің бағдарламада қолданылатын пайдаланылатын блоктары көрсетілген.

Келесі қадам-бағдарламаны жазу процесінің өзін де, болашақта автоматтандыру жүйесін конфигурациялау процестерін де жеңілдететін таңбалар кестесін құру. Таңбалар кестесінде технологиялық параметрлер туралы құрылымдық ақпарат бар. Таңба белгісі, таңдалған мекен-жай, деректер түрі және параметрдің қысқаша сипаттамасы сияқты.

Біздің қолданушылық бағдарламасы бойынша АБЖ бетон манипуляторының символдық адресациясын қолданамыз. Абсолютті адресациямен салыстырғанда символдық адрестеудің кейбір артықшылықтары бар.



3.4 Сурет - Бағдарламаның кодтық блоктары

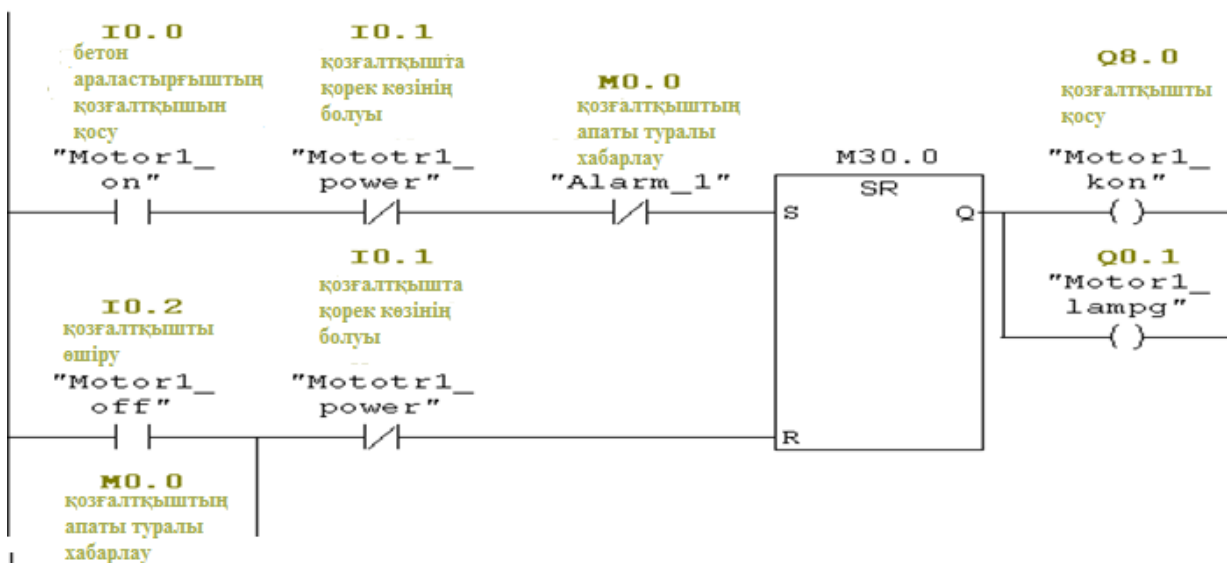
Символдық адресстермен жазылған бағдарламаны оқу және бағдарламаның синтаксистік қателерін табу оңай. 3.5-суретте біздің бағдарлама үшін символдық мекен-жайлар көрсетілген.

| S7 Program(1) (Symbols) -- Manipulyator\SIMATIC 300 Station\CPU315-2 DP(1) | | | | | | |
|--|--------|-----------------|---------|-----------|---|--|
| | Status | Symbol ^ | Address | Data type | Comment | |
| 1 | | Alarm | Q 8.3 | BOOL | Ақаулық туралы хабарлама | |
| 2 | | Alarm_1 | M 0.0 | BOOL | Қозғалтқыштың апаты туралы хабарлама | |
| 3 | | Alarm_z1 | M 0.3 | BOOL | Бірінші аймақтың авариялық хабарламасы | |
| 4 | | Alarm_z2 | M 0.4 | BOOL | Екінші аймақтың авариялық хабарламасы | |
| 5 | | Alarm_z3 | M 2.0 | BOOL | Үшінші аймақтың авариялық хабарламасы | |
| 6 | | Alarm_z4 | M 2.1 | BOOL | Төртінші аймақтың авариялық хабарламасы | |
| 7 | | Alarm2 | M 0.1 | BOOL | Ескерту дабылы | |
| 8 | | CONT_C | FB 41 | FB 41 | Үздіксіз бақылау | |
| 9 | | Cycle Execution | OB 1 | OB 1 | | |
| 10 | | Da_z2 | I 1.5 | BOOL | Екінші аймақтың қысымы | |
| 11 | | Dav_H_z1 | M 1.0 | BOOL | Жоғарғы қысымды бірінші аймақ | |
| 12 | | Dav_h_z2 | M 1.1 | BOOL | Жоғарғы қысымды екінші аймақ | |
| 13 | | Dav_h_z3 | M 3.2 | BOOL | Жоғарғы қысымды үшінші аймақ | |
| 14 | | dav_h_z4 | M 3.3 | BOOL | Жоғарғы қысымды төртінші аймақ | |
| 15 | | Dav_I_z1 | M 1.2 | BOOL | Бірінші аймақтың төмен қысымы | |
| 16 | | Dav_I_z2 | M 1.3 | BOOL | Екінші аймақтың төмен қысымы | |
| 17 | | Dav_I_z3 | M 3.0 | BOOL | Үшінші аймақтың төмен қысымы | |
| 18 | | Dav_I_z4 | M 3.1 | BOOL | Төртінші аймақтың төмен қысымы | |
| 19 | | Dav_z1 | I 0.7 | BOOL | Бірінші аймақтың май қысымы | |
| 20 | | Dav_z11 | MD 204 | REAL | Бірінші аймақтың қысым датчигі | |
| 21 | | Dav_z2 | I 1.2 | BOOL | Екінші аймақтың қысымы | |
| 22 | | Dav_z22 | MD 208 | REAL | Екінші аймақтың қысым датчигі | |
| 23 | | Dav_z3 | I 2.1 | BOOL | Үшінші аймақтың қысымы | |
| 24 | | Dav_z33 | PIW 340 | WORD | Үшінші аймақтың қысым датчигі | |

3.5 Сурет - Айнымалыларды символдық адресстеу

FC1 функциясы бетон араластырғыштың электр қозғалтқыш бағдарламасын басқару үшін жүзеге асырады. 1-сегментте: оператор панеліндегі басқару түймелерінен сигнал дискретті модульдерге беріледі.

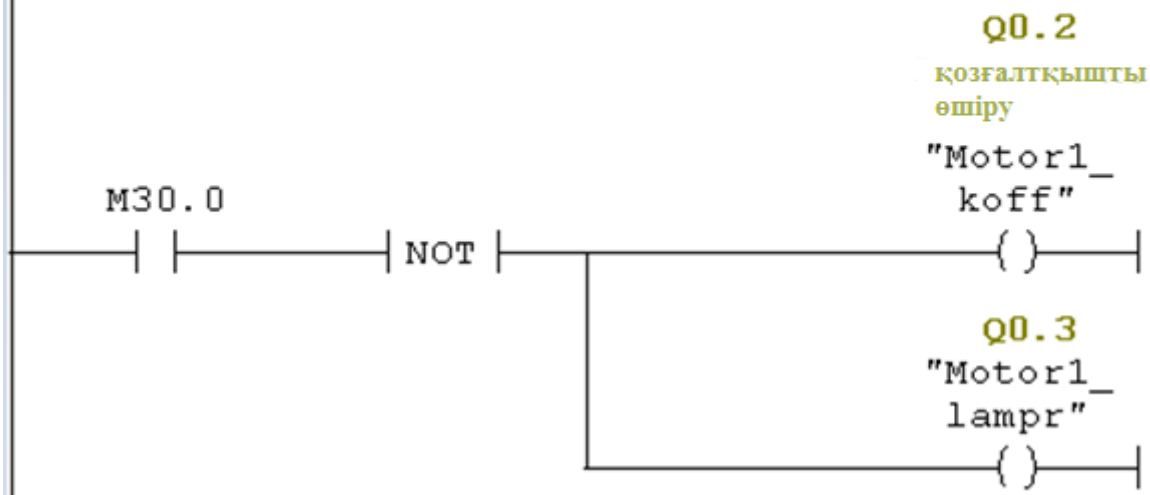
Бетон араластырғыштың қозғалтқышын басқару



3.6 Сурет - 1 сегменті FC1 функциялары

Network 2 : Қозғалтқышты өшіру

Comment:

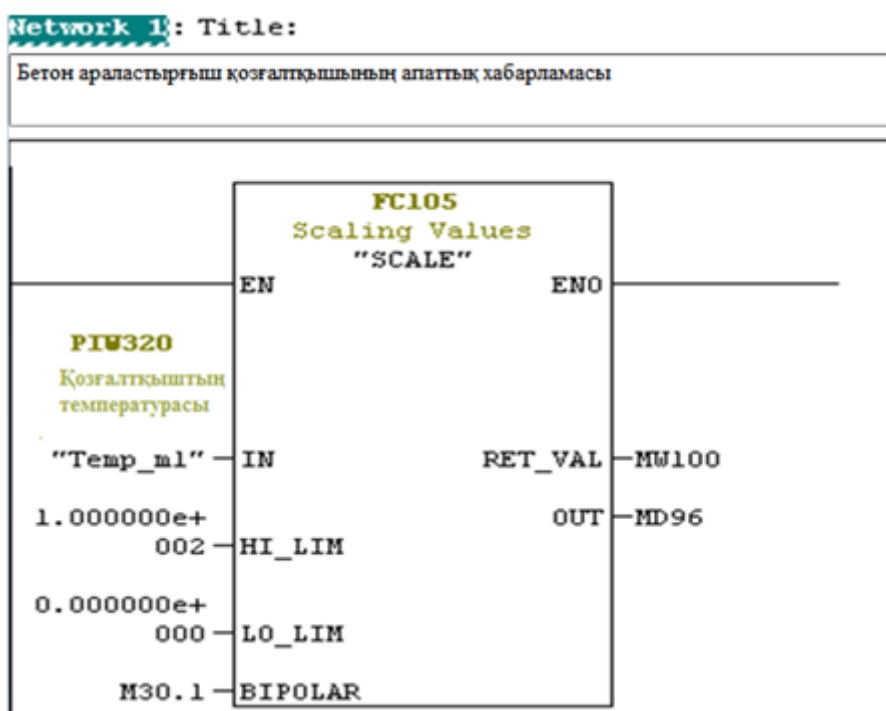


3.7 Сурет - 2 сегменті FC1 функциялары

Түймеден қосу командасы рельстің төртінші ұясында орналасқан дискретті нөмірге, бағдарламаның I0.0 адрестеріне жіберіледі және өшіру пәрмені I0.2 кірісіне жіберіледі. Бағдарламаның логикасы бойынша қозғалтқышты қосу немесе ажырату электрмен қоректендірусіз жүзеге асырылуы мүмкін. I0.1 дискретті кірісі қалыпты жабық контактілерімен қозғалтқышты ауыстыруға мүмкіндік береді. Қуат болмаған кезде I0.2

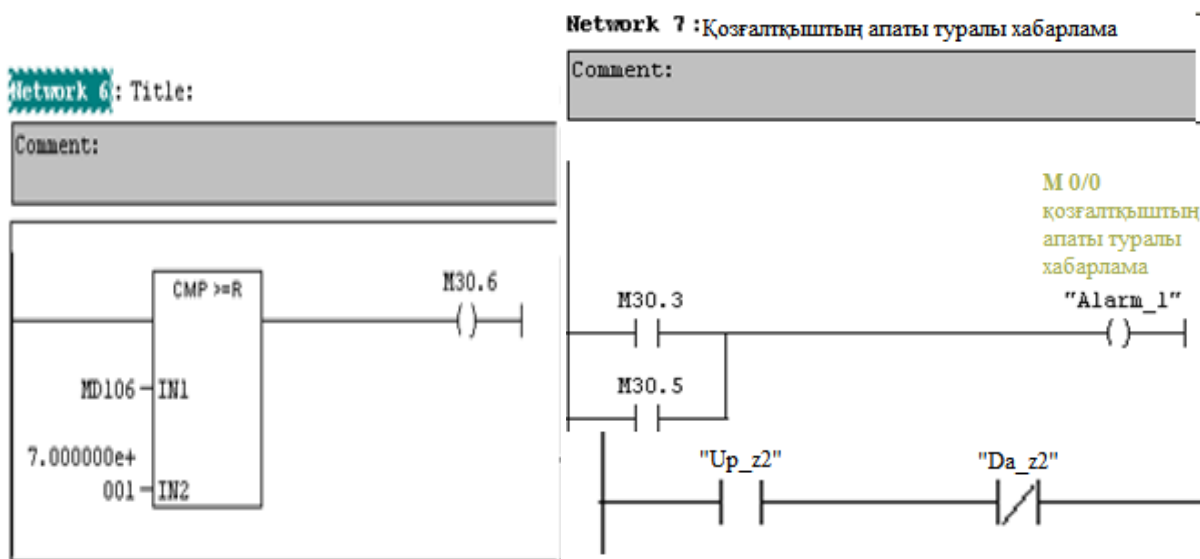
контактисы қосу және өшіру тізбегін бұзады, осылайша қозғалтқыштарды басқаруды блоктайды. Бетон араластырғыштың қозғалтқышында қуаттың болмауы туралы тиісті сигнал шығарылады. Логикада SR триггерін қосу пәрменін есте сақтау үшін қолданылады. Логикалық функцияның шығысы қосу пәрменінің Q8.0 және Q8.1 дискретті шығыстарына, ал өшіру пәрмені үшін Q8.1 және Q8.3 шығысына беріледі. 2-сегментте бетон беру сорғысын басқару бағдарламасы жүзеге асырылды. Бағдарлама қозғалтқышты басқару бағдарламасымен бірдей жұмыс істейді. 3.5 -3.7 суреттерінде FC1 функциясының логикасы көрсетілген.

FC2 функциясында аналогтық технологиялық сигналдар түрлендіріледі және масштабталады. Модульдің перифериялық кірістеріне температура, қысым және КСБ сенсорынан аналогтық сигналдар енгізілген. FC105 Scale кітапханалық функциясының көмегімен аналогтық сигналды инженерлік бірліктерге масштабтау ұйымдастырылады.



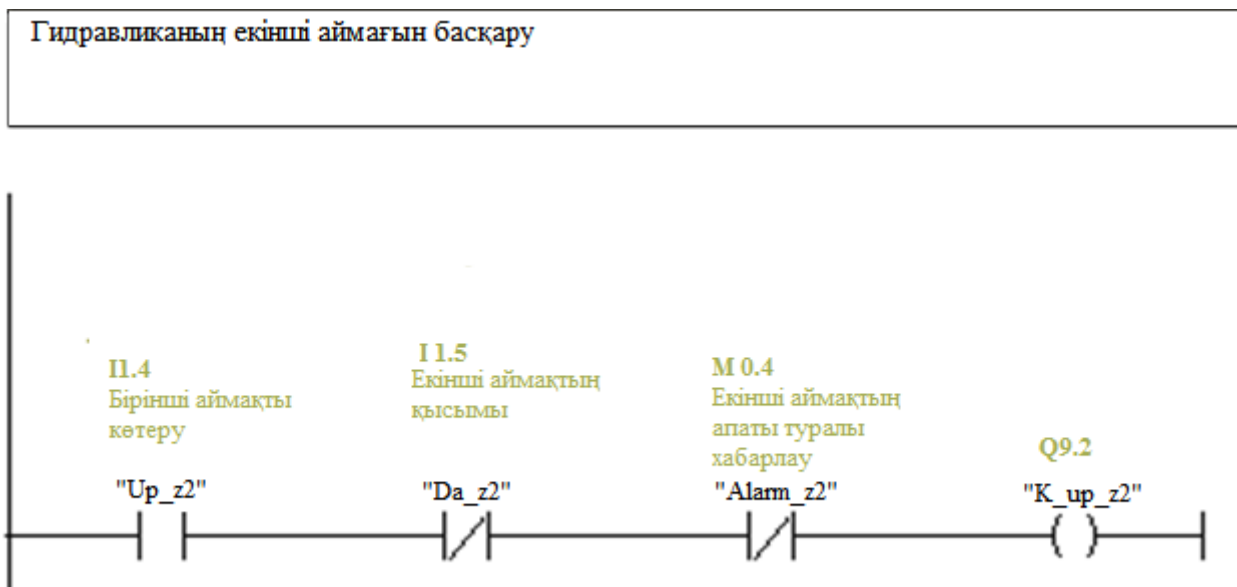
3.8 Сурет - FC105 Scale функциясы

FC2 функциясының 2-сегментінде PIW320 кіріс қозғалтқышының температурасы параметрлермен салыстырылады. Белгіленген мөлшерден асып кеткен кезде M0.0 маркерлік мекен-жайына сигнал беріледі, ол одан әрі бетон беру қозғалтқышы мен сорғысының қосылуын және өшірілуін кілтейді.



3.9 Сурет - 6 және 7 сегменттегі FC2 функциялары

FC3 функциясында 1-ші және 2-ші аймақтың гидравликалық клапан жүйесін басқару бағдарламасы бар. Клапанды қосу пәрмені П.4 дискретті кірісінен басталады. Клапандарды басқару логикасына сәйкес, осы аймақтың авариялық байланысы және гидрожүйеде қалыпты жағдайда қысым болмаған кезде рұқсат етіледі. Q 9.2 шығысы аралық релеге кернеу береді, ол клапанды қосады және манипуляторды белгілі бір биіктікке көтереді.



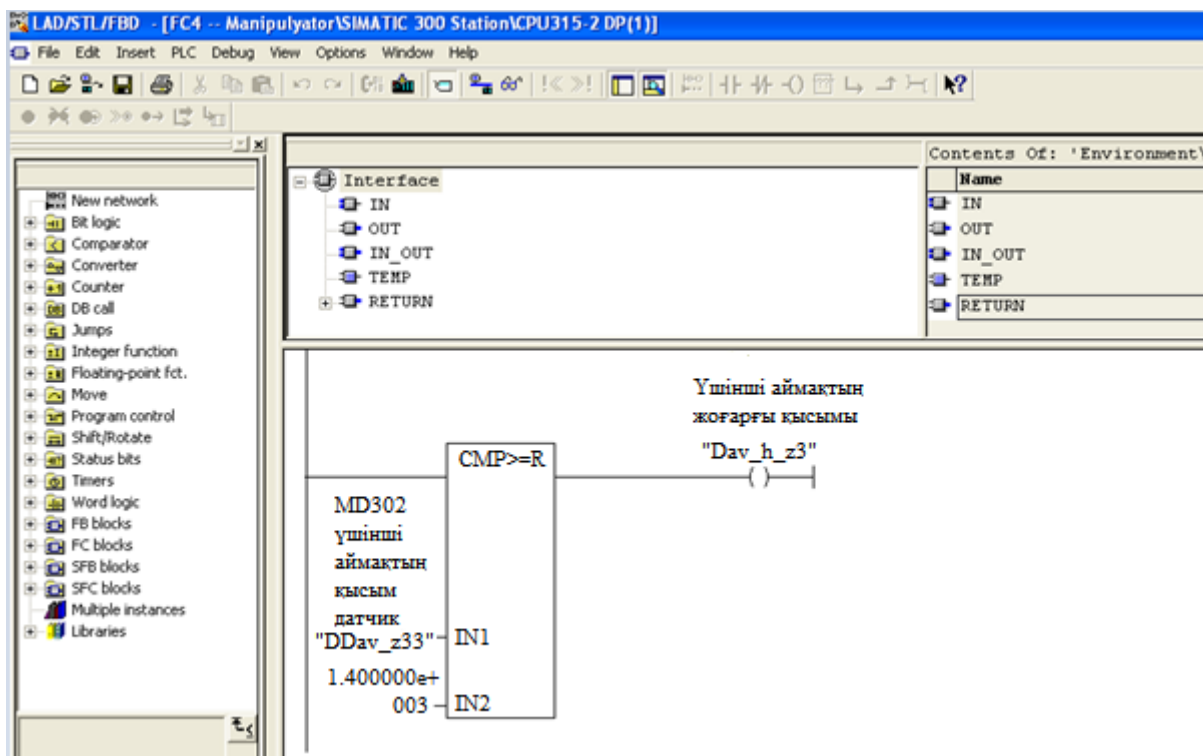
3.10 Сурет - FC3 клапанды басқару функциясы

FC3 функциясы гидравликалық жүйені бақылау функциясын да орындайды. Гидравликалық жүйенің күйі туралы сигнал қысым датчиктерінен шығады. Салыстырудың логикалық функциясын қолдана отырып, PIW кірісіндегі жүйенің қысымы максималды және минималды

рұқсат етілген мәндер бойынша бұрын берілген параметрмен салыстырылады. Егер riw кіріс сигналы берілген параметрден асып кетсе немесе одан төмен болса, манипуляторды гидравликалық басқару жүйесінің ақаулығы туралы сигнал береді. Сондай-ақ, манипулятордың барлық аймақтарының клапандарын басқару командалары кілтенеді. Перифериялық кіріс деректерін салыстырмас бұрын аналогтық сигнал FC 105 Scale кітапханалық функциясы арқылы масштабталады. Функцияда аналогтық кірісті арттыру MW 100 меркер жадына жазылады, меркер жадына деректерді жазу фактісі бойынша өлшеу қателігі туралы сигнал пайда болады және аналогтық модульдердің шекті мәндерін арттырады.

FC4 функциясында жүйенің 3-ші және 4-ші аймағының гидравликалық клапандарын басқару бағдарламасы жазылған. Жұмыс принципі FC4 функциясы FC3 функциясынан ерекшеленбейді.

3.8-суретте FC4 код блогының логикасы көрсетілген. Қысым датчигінің кірісі масштабталып, MD302 Меркер Қос сөзіне жазылады және рұқсат етілген 1400 Па параметрімен салыстырылады және үшінші аймақтың жоғары қысымды сигналын құрайды. Гидрожүйедегі майдың жоғары қысымы кезінде жетек аймақтарын көтеру және түсіру ұсынылмайды, сондықтан сигнал бұрын қол жетімді аймақтарды басқару операцияларын блоктайды. Біздің жобада PID реттегішінің кітапханалық функциясы да қолданылады, ол КСБ бетон араластырғыш қозғалтқышының жылдамдығын және бетон жіберу сорғысын реттеу үшін қажет.



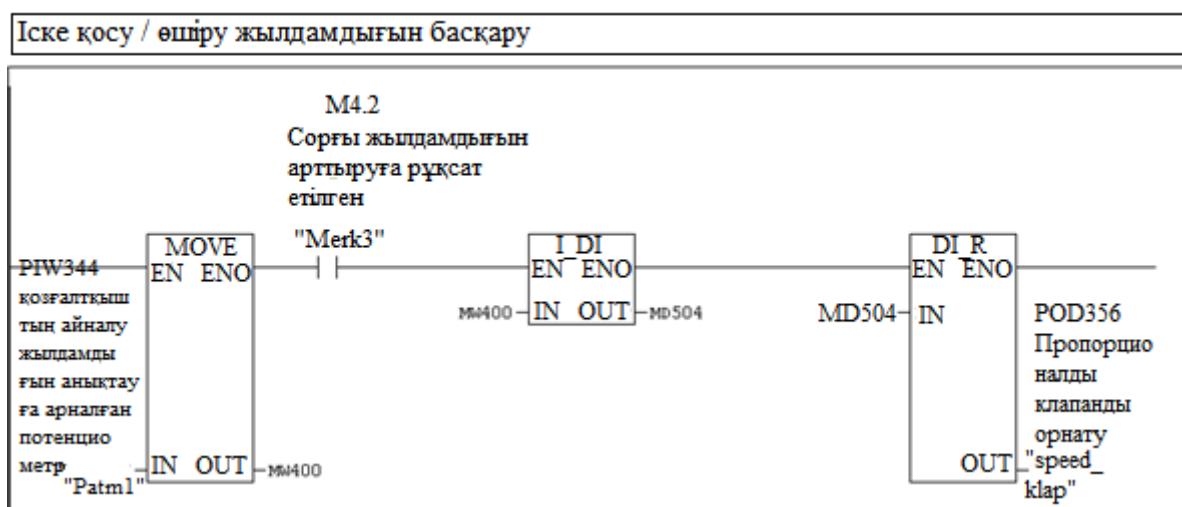
3.11 Сурет - FC4 функциясы

Технологиялық процесте сорғының жоғары жылдамдығы және бетон араластырғыштың төмен жылдамдығы бар, бетон араластырғыштың уақыты болмайды және бұл өңделмеген қоспаны құюып жіберед, бұл қолайсыз. Simatic Manager стандартты кітапханасында арнайы PID-controller блоктары бар, олардың ішінен біз FB48 функционалды блогын қолданамыз.

FB1 функционалды блогы гидравликалық жүйенің пропорционалды клапандарын басқарады. Оператор панеліндегі потенциометрдің көмегімен оператор аймақтарды көтеру және түсіру үшін қажетті жылдамдықты орната алады. Жылдамдықты анықтайтын потенциометрлер PIW344 ПЛК аналогты кірістеріне конфигурацияланған, бұл берілген жылдамдық жад батареясында жазылады және MOVE командасы арқылы басқару гидравликалық жүйесінің тиісті пропорционалды клапандарына беріледі. Төмендегі суретте оператордың басқару тақтасындағы потенциометрден аймақтың пропорционалды клапанына сигналды өңдеу және бөлу көрсетілген.

Шығыс перифериясына аналогтық сигналды енгізу үшін түрлендіру қажет. PIW 344 кірісі INT бүтін санына ие. шығу кезінде КСБ үшін процесс сигналын алу үшін алдымен I_DI түрлендіргішін қолданамыз, ол INT деректерінің бүтін санын DI қос санына түрлендіреді, содан кейін алынған мән DI_R түрлендіргіші арқылы real деректер түріне айналады және PQD356 мекен-жайы бойынша ПЛК перифериялық шығысына тағайындалады.

Network 1: Title:



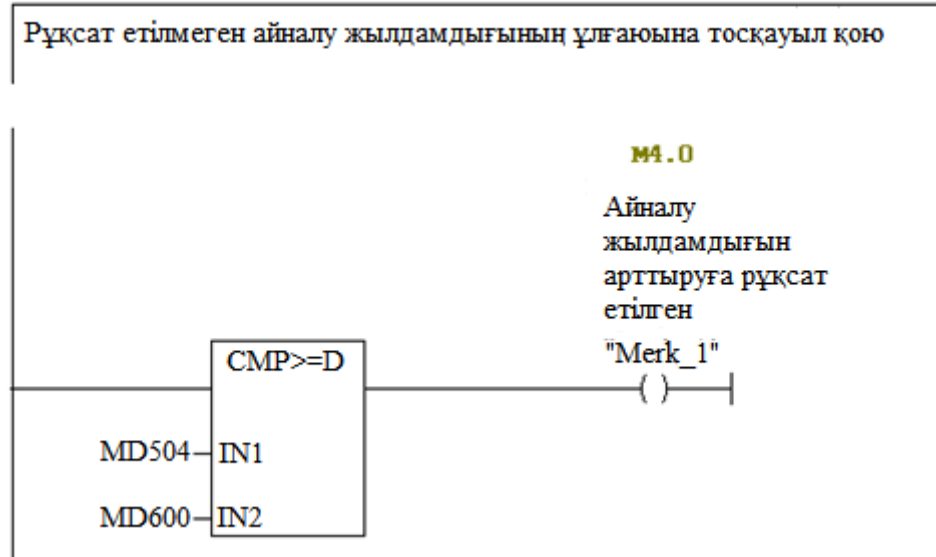
3.12 Сурет - FB1 функционалды блогының 1 сегменті

Меркер M4.2 шешу және құлыптау үшін қызмет етеді жылдамдықты өзгерту, көтеру және түсіру. Егер бетон араластырғыштың қозғалтқышында бетон жіберу сорғысы қозғалтқышының айналу жылдамдығы жоғары болса, аймақтардың жылдамдығын көтеруге тыйым салынады. Төмендегі суретте M4.2 меркеріне арналған логикалық операцияның нәтижесі көрсетілген .

FB2 функционалды блогында технологиялық процесс қозғалтқыштарын салқындату жүйесінің автоматикасы іске асырылды. Барлық қозғалтқыштар жұмыс кезінде қызады. Бетон араластырғыштың

электр қозғалтқышы мен бетон жіберу сорғысының қызмет ету мерзімін жақсарту үшін біз желдеткішпен тікелей салқындатуды қолданамыз.

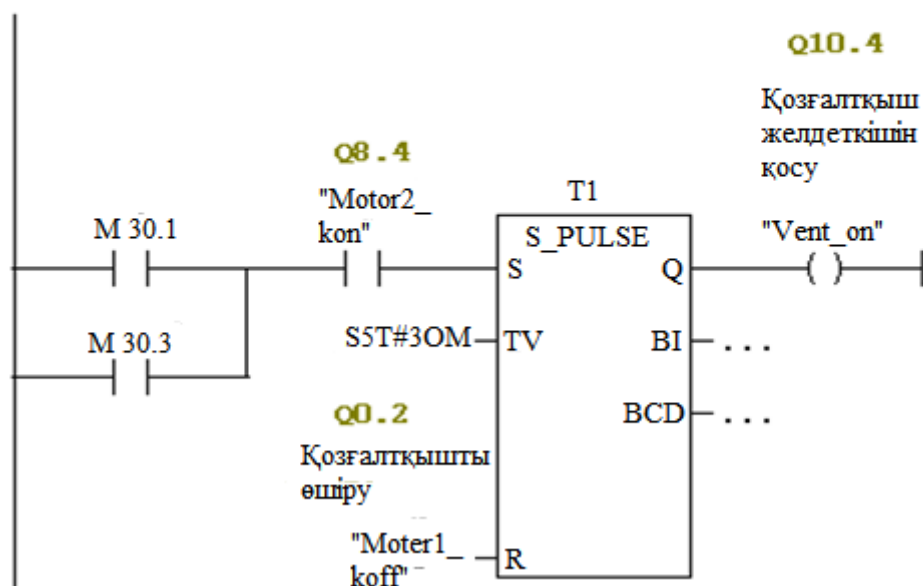
Network 4: Айналу жылдамдығын арттыруға рұқсат етілген



3.13 Сурет - FB1 функционалды блогының 4 сегменті

Network 1: Title:

Comment:



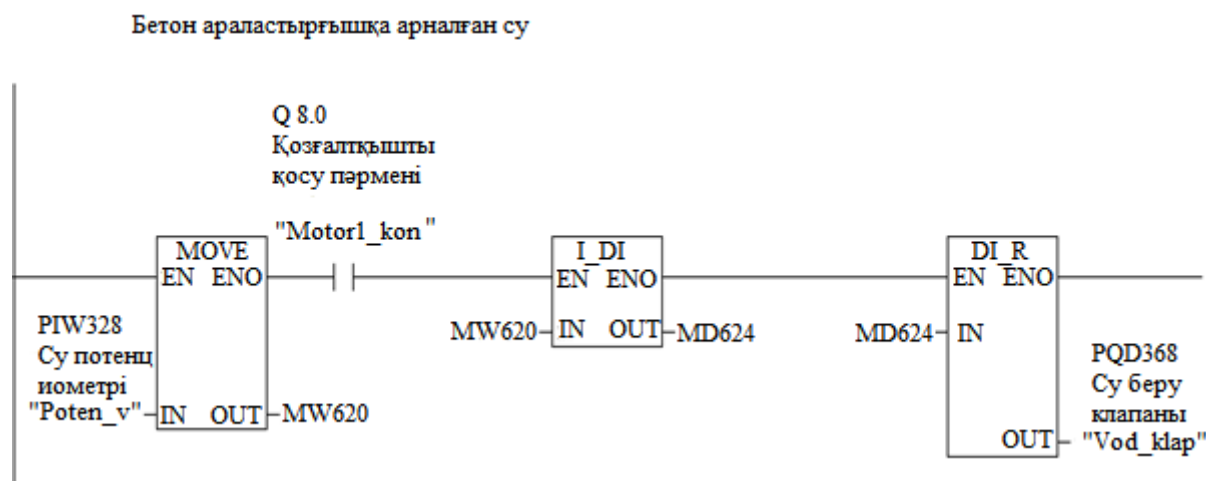
3.14 Сурет - FB2 функционалды блогының 1 сегменті

Салқындату жүйесін қосу белгілі бір технологиялық процеске сәйкес келеді. Температура датчиктерінің есебінен ПЛК қозғалтқыштардың температурасын бақылайды. Бұрын белгіленген температура жоғарылаған

кезде желдеткіш белгілі бір уақытқа қосылады. Желдеткіштердің жұмысын автоматтандыру 3.14-суретте көрсетілген. Бетон араластырғыштың қозғалтқышының желдеткішінің логикасы жіберу сорғысының желдеткішінен өзгеше емес.

M30.1 және M30.3 меркерлері-бұл бұрын `FC1 функциясына берілген параметрден температураның жоғарылау сигналдары. Желдеткішті уақытша қосу үшін біз S_PULSE типті импульстік таймерді қолданамыз. Желдеткішті іске қосу қозғалтқыштың іске қосылған күйі бойынша ғана рұқсат етіледі, жоғарыдағы суретте таймердің жұмыс уақыты 30 минутқа орнатылады. таймерді қалпына келтіру және сәйкесінше желдеткішті тоқтату R кірісі арқылы жүзеге асырылады, оған қозғалтқыштың ажыратылған күйінен сигнал беріледі. Егер таймер жұмыс істеп тұрған кезде R қалпына келтіру кірісіндегі сигнал болмаса, таймер белгіленген уақыттан кейін желдеткішті өшіреді. Егер желдеткішті өшіргеннен кейін S кірісіндегі сигнал қалпына келтірілмесе, таймер қайтадан қосылады. Егер жұмыс уақытында таймер сигнал кірістегі S түсіріліп, онда ол ағызу құрылғысын және тоқтату желдеткішіне әкеледі.

FB2 функционалды блогында бетон араластырғышқа су беру автоматикасы жүзеге асырылды. Манипулятор жұмыс істеп тұрған кезде бетон жіберу тұрақты емес болғандықтан, ваннаға бетонның қатаюына уақыт керек. Цемент қоспасы қатып қалмас үшін, біз сумен қамтамасыз ете алатын бетон араластырғышты қолданамыз. Пропорционалды клапан арқылы бетон араластырғышқа су беруді реттейміз. Пропорционалды су клапанын ашу PIW328 ПЛК аналогтық кірістеріне сигналдар беру арқылы оператор панелі арқылы жүзеге асырылады. Потенциометрден пропорционалды клапанға сигналдарды беру үшін MOVE түрлендіру және тағайындау функциясын қолданамыз. Қозғалтқыш күйінің қалыпты ашық контактісі ауысу функциясы тек бетон араластырғыштың жұмыс істеп тұрған қозғалтқышында орындалады. Төмендегі суретте пропорционалды клапанды басқару сегментінің логикасы көрсетілген.

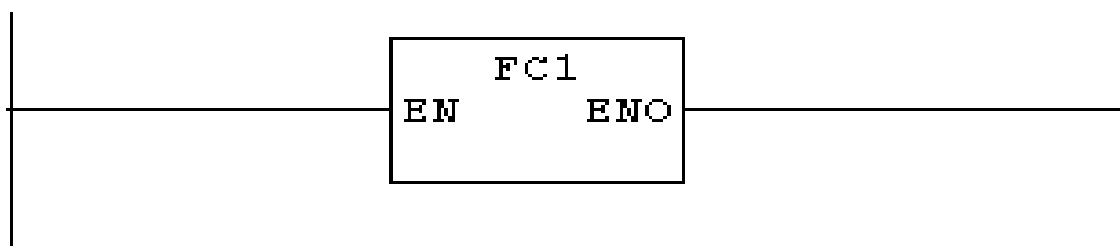


3.15 Сурет - FB2 функционалды блогының 3 сегменті

Операциялық жүйе мен пайдаланушының бағдарламасы арасындағы интерфейс OV1 ұйымдастырушылық блогы арқылы жүзеге асырылады. Процесті жүзеге асыру үшін ұйымдастыру блогында барлық код блоктарын шақыру керек. Сегменттегі орналасуы бойынша код блогы сұралады. Ұйымдастыру блогындағы код блоктарын шақыру үшін қоңырау шалу пәрмені қолданылады. Бұл пәрменді пайдалану кезінде код блоктары параметрлерсіз шақырылады, яғни код блоктарын бағдарламалау кезінде глобалдық айнымалылар қолданылуы керек. Жергілікті айнымалыларды пайдалану кезінде Dark&drop функциясын қолдана отырып, ұйымдық блоктағы сегментке код блогын енгізуге болады. Бұл жағдайда ұйымдастырушылық блок сегментінде қоңырау шалушы блок кірістер мен шығыстары бар тұтас блок ретінде ашылады. Айнымалыларды тағайындау және өңдеу үшін код блогының аралық параметрлері қол жетімді емес. Біздің бағдарламада барлық код блоктары CALL операторы арқылы шақырылады. Код блоктарын бағдарламалау кезінде біз глобалдық айнымалыларды қолдандық. Бағдарламадағы глобалды айнымалылар тырнақшаларда, ал жергілікті айнымалылар # тормен белгіленеді. 3.16 - суретте біздің бағдарламамыздағы код блоктарын шақыру мысалдары келтірілген [9].

Network 1 : Title :

Comment :



3.16 Сурет - Код сөздерінің негізі

Жұмыс кезінде OV1 ұйымдастырушылық блогы код блоктарын сұрайды және операциялық жүйе мен пайдаланушының бағдарламасы арасында байланыс жасайды. Ұйымдастыру блогында код блоктарын сұрау оларды сегментте шақыру тәртібі бойынша жүргізіледі. Жұмыстың бір циклінде ұйымдастыру блогы барлық код блоктарын және блок параметрлерінің шығуларын сұрай алады. Ұйымдастыру блогы сегментіндегі код блоктарының орналасуы технологиялық процестің тәртібі бойынша болуы тиіс. Мысалы, қозғалтқышты автоматты түрде салқындату қозғалтқышты басқару логикасынан бұрын бағдарламада сұралмайды.

Тәртіпті бұзу немесе параметрлердің әдеттегі мекен-жайы, сонымен қатар бағдарламаны жазудағы синтаксистік қателер аппараттық үзілістерге әкеледі.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста жартылай автоматты манипулятордың жүйесі зерттелді. Манипулятордың құрлыста қолданылуы, тиімділігі, басқару режимдері және түрлері көрсетілді.

Арнайы бөлімде математикалық сипаттамалары, динамикалық және кинематикалық моделдерінің есептері шығарылды. Бетон төсеу кезіндегі манипулятордың жылдамдығымен байланыстары тендеу түрінде сипатталды. Matlab программасында ПИД реттегішті пайдалана отырып, гидравликалық моделінің құрылымдық схемалары және графиктері көрсетілген.

Манипуляторды өнеркәсіпте басқару үшін әр түрлі деңгейлермен датчик типтері қолданылды. Сонымен қатар логикалық контроллер ерекшеліктерімен сипаттамалары таңдалды. Манипулятор деректерінің өңделуі мен автоматикасы үшін WinnCC және Simatic Manager программасы пайдаланылды. Сигналды бақылап тез қабылдау үшін LAD термині және әр түрлі логикалық функциялар қолданылды.

Қысқартулар тізімі

- ТҚК – техникалық құралдар кешені
- БЛК – бағдарламаланатын логикалық контроллер
- ТБД – техникалық басқару және диагностика
- АБЖ – автоматты басқару жүйесі
- ТПАБЖ – технологиялық процесті автоматты басқару жүйесі
- КСБ – компьютерлік сандық басқару
- НСС – номиналды статикалық сипаттама
- СДД – сұйықтық деңгейінің датчигі
- СТБ – сигналдарды түрлендіру блогы
- ТАБ – түбір алу блогы
- КНИ – көп нүктелі инъекция
- АСТ – аналогтық-сандық түрлендіргіш
- СМ – стандартты металл
- ЕСНБ – еуропалық стандарттың неміс басылымы

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМ

- 1 Биттеев Ш. Б, Воробьев В. А, Дегтярев В. С, Мажибаев О. М. Методы и средства автоматизации строительного-дорожных работ и машин. – Алматы:Тылым, 1996. – 262с.
- 2 Булгаков А. Г, Гернер И, Каден Р. Исследования и практические примеры организации производства и использования роботов в стройиндустрии // Машины, механизмы, оборудование и инструмент – М.: ВНИИТПИ, 1990, вып. 1. – 48с.
- 3 Булгаков А. Г, Гернер И, Каден Р. Микропроцессоры в системах автоматизации строительной техники // Технология строительного – монтажных работ – М.: ВНИИТПИ, 1991, вып. 3. – 52 с.
- 4 Булгаков А. Г, Сухомлинов А. Д. Применение лазерных информационно-измерительных систем в строительстве. // Технология строительного-монтажных работ. – М.: ВНИИИС, 1989, вып. 3. – 53 с.
- 5 Булгаков А. Г., Шиндлер И. Средства и системы автоматизации в строительной технике. Технология и автоматизация строительства. – М.: ВНИИТПИ, 1994, вып. 4. – 56 с.
- 6 Бурдаков С. Ф, Дьяченко В. А, Тимофеев А. Н. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов: Учеб.пособие для вузов. – М.: Высш. шк, 1986. – 264 с.
- 7 Виглеб Г. Датчики: устройство и применение. – М.: Мир, 1989. – 196 с.
- 8 Воробьев В. А., Френкель Г. Ю, Юков А. Я. Анализ состояния и тенденция развития робототехники в строительстве // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1984 - № 10 – С. 81-87.
- 9 Дистанционно управляемые роботы и манипуляторы / Под общ.ред. Е. П. Попова – М.: Машиностроение, 1986. – 328с.
- 10 Домрачев В. Т, Матвеевский В. Р, Смирнов Ю. С. Схемотехника цифровых преобразователей перемещений: Справочное пособие – М.: Энергоиздат, 1987 – 392 с.
- 11 Загороднюк В. Т, Паршин Д. Я. Направления развития строительной робототехники // Опыт применения манипуляторов и роботов в строительстве – М.: МДНТП, 1988 – С. 28-32.
- 12 Зенкевич С. Л, Дмитриев А. А. Логическое управление адаптивным робототехническим комплексом // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика – 1986. - № 3. – 113- 126.

- 13 Зенкевич С. Л, Ющенко А. С. Управление роботами. Основы управления манипуляционными роботами. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 400 с.
- 14 Игнатъев М. Б, Кулаков Ф. М, Покровский А. М. Алгоритмы управления роботами-манипуляторами. – Л.: Машиностроение, 1977. – 248 с.
- 15 Кудakov Ф. М. Супервизорное управление манипуляционными роботами. – М.: Наука, 1980. – 448 с.
- 16 Кулешов В. С, Лакота Н. А. Динамика систем управления манипуляторами. – М.: Энергия, 1971. – 304 с.
- 17 Медведев В. С, Лесков А. Г, Ющенко А. С. Системы управления манипуляционных роботов / Под ред. Е. П. Попова. – М.: Наука, 1978. – 416 с.
- 18 Механика промышленных роботов: Учеб. пособие для вузов: в 3 кн. / Под ред. К. В. Фролова, Е. И. Воробьева. Кн. 1: Кинематика и динамика / Е. И. Воробьев, С. А. Попов, Г. И. Шевелева. – М.: Высш. шк, 1998 – 304 с.
- 19 Denavit J., Hartenberg R.S. Kinematic notation for Lower-Pair Mechanisms Based on Matrices // J. Appl. Mech, Vol. 77. – 1955. – P. 215-221.
- 20 Tanaka Y. Automatic Segment Assembly Robot for Child Tunneling Machine. // Microcomputers in civil engineering, 1995 (10), p. 325 – 327.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

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

Автор: Бағытов Досболат Мырзағалиұлы

Название: Құрлыс жұмыстарына арналған жартылай автоматты манипуляторды басқару жүйесін құру

Координатор: Айгул Искакова

Коэффициент подобия 1:0.5

Коэффициент подобия 2:0

Замена букв:73

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки: 0

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 заимствования не обладают признаками плагиата, но их 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;

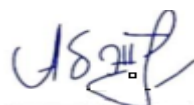
обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

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

27.05.2021

Дата



Подпись Научного руковод

**Протокол анализа Отчета подобия
заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Бағытов Досболат Мырзағалиұлы

Название: Құрлыс жұмыстарына арналған жартылай автоматты манипулятордың басқару жүйесін құру

Координатор: Айгул Искакова

Коэффициент подобия 1:0.5

Коэффициент подобия 2:0

Замена букв:73

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;

обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их 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, работа не допускается к защите.

Обоснование:

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

.....

Дата

.....

Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

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

.....

Дата

.....

Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения