

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Елемесов А.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: FATEK үлгісіндегі ПИД-реттегішінің басқару жүйесін құру

Научный руководитель: Айгул Исакова

Коэффициент Подобия 1: 0.7

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 4

Знаки из здругих алфавитов: 25

Интервалы: 0

Белые Знаки: 9

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата

11.05.2022

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Елемесов А.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: FATEK үлгісіндегі ПИД-реттегішінің басқару жүйесін құру

Научный руководитель: Айгул Искакова

Коэффициент Подобия 1: 0.7

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 4

Знаки из других алфавитов: 25

Интервалы: 0

Белые Знаки: 9

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

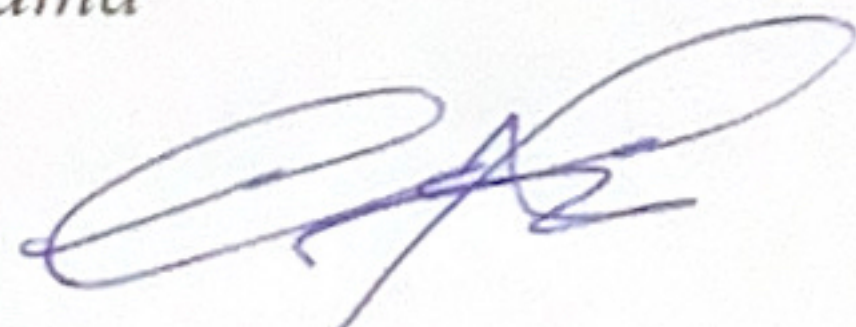
☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

11.05.2022

Дата



проверяющий эксперт

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

дипломдық жобаға

Елемесов Айсултан Серікұлы

5B070200 - Автоматтандыру және басқару

Тақырыбы: FATEK үлгісіндегі ПИД-реттегішінің басқару жүйесін құру

Аталған дипломдық жобада FATEK үлгісіндегі ПИД-реттегішінің басқару жүйесін құру жобасы қарастырылған.

Дипломдық жобаның технологиялық бөлімінде «FATEK» микроконтроллерінің сипаттамасы, сонымен қатар автоматты реттеу сұлбасының сипаттамасы және ПИД реттегішінің принципі толықтай түсіндірілген.

Арнайы бөлімде математикалық сипаттаманы алудың әдісі, үрдістің кинетикасын зерттеп, Басқару объектінің динамикалық сипаттамасының тәжірибелік анықтау әдісі, Автоматты реттегіштер және оларды күйге келтіру, Объектінің жиіліктік сипаттамасы бойынша күйге келуді есептеу, Технологиялық процесстің математикалық.

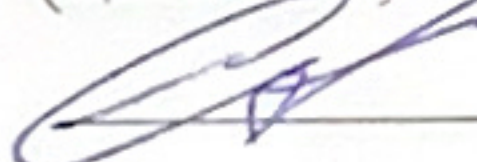
Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Дипломант Елемесов Айсултан алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатындығын көрсетті.

Дипломдық жоба "өте жақсы" деген бағаға, ал Елемесов Айсултан 5B070200 – Автоматтандыру және басқару мамандығы бойынша **«бакалавр» техника және технологиялар** академиялық дәрежесіне ұсынылуға лайық деп есептеймін.

Ғылыми жетекші

Лектор., тех.ғыл.маг

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

 Искакова А.М.
(қолы)

« ____ » _____ 2022 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жобаға

Елемесов Айсұлтан Серікұлы

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Тақырыбы: FATEK үлгісіндегі ПИД-реттегішінің басқару жүйесін құру

Орындалды:

- а) графикалық бөлім __ бет;
- б) түсініктеме жазбасы __ бет.

ЖОБАҒА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Берілген дипломдық жобада FATEK үлгісіндегі ПИД-реттегішінің басқару жүйесін құру жұмысы қарастырылған.

Технологиялық бөлімде «FATEK» микроконтроллерінің сипаттамасы, ПИД реттегіштің принципі, сипаттамасы толықтай түсіндірілген.

Арнайы бөлімде Объектінің жиіліктік сипаттамасы бойынша күйге келуді есептеу, технологиялық процесстің математикалық моделі, жобада қолданылатын бағдарламаланылатын логикалық контроллер «Fatek FBs-20MC», оператордың графикалық интерфейсінің сипаттамасы жүйелерінің параметрлерін баптау есебінің математикалық қойылымын келтірген.

Жұмыста кейбір грамматикалық қателер кездеседі.

ЖОБАНЫ БАҒАЛАУ

Дипломдық жобада бүкіл мәселелер толықтай қарастырылған дей келе, «94/А/өте жақсы» және толық деп бағалап, оны орындаушы Елемесов Айсұлтан 5B070200 - «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша «бакалавр» техника және технологиялар академиялық дәрежесіне ұсынылуға лайық деп есептеймін.



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

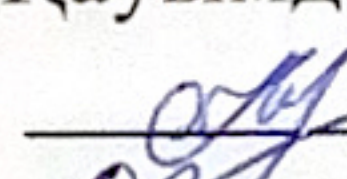
Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

Физ-мат.ғыл.канд.

Қауымдастырылған профессоры

 Н.У.Алдияров
«06» 05 2022 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «FATEK үлгісіндегі ПИД-реттегішінің басқару жүйесін құру»

Мамандығы: 5B070200 –«Автоматтандыру және басқару»

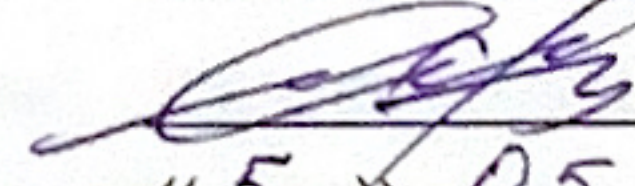
Рецензент
Директор завода
ТОО «ТЭЛМЗ»
 Шакиров Б.М.
«02» 05 2022ж.



Орындаған:Елемесов А.С.

Ғылыми жетекші:

тех.ғыл.маг.лектор

 Исакова А.М.
«5» 05 2022ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

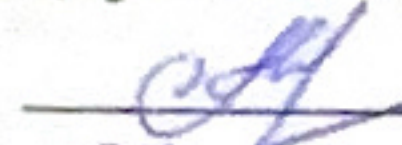
5B070200 - «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

Физ-мат. ғыл. канд.

Қауымдастырылған профессоры

 Н. У. Алдияров

«06» 05 2022 ж.

Дипломдық жобаны дайындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы Елемесов Айсұлтан Серікұлы

Тақырыбы: «FATEK үлгісіндегі ПИД-реттегішінің басқару жүйесін құру»

Университет ректорының бұйрығымен бекітілген № «489-П/Ө»,
«24» желтоқсан 2021 ж.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «12» 05 2022 ж.

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

а) кіріспе;

б) технологиялық бөлім, арнайы бөлім;

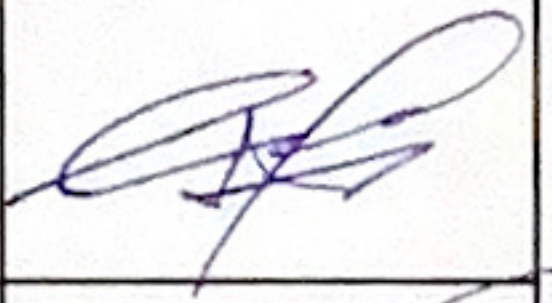
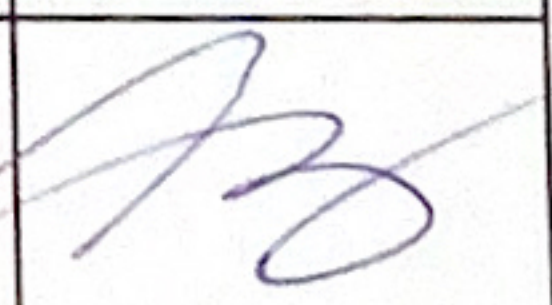
в) MatLAB бағдарламасында ПИД-реттегіштердің математикалық моделін құру; Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген): функционалдық сұлба

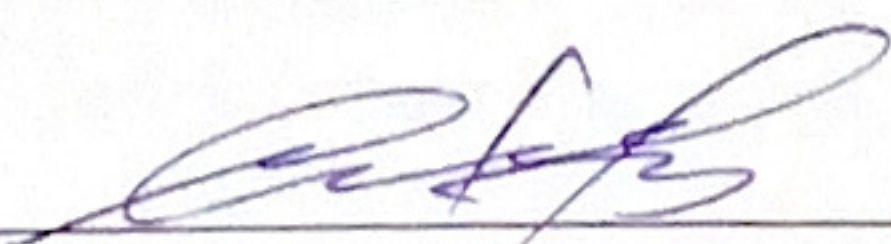
Ұсынылған негізгі әдебиеттер: Проектирование систем управления/Г.К.Гудвин, С.Ф.Гребе, М.Э.Сальгадо.-М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.-911 с.: ил.

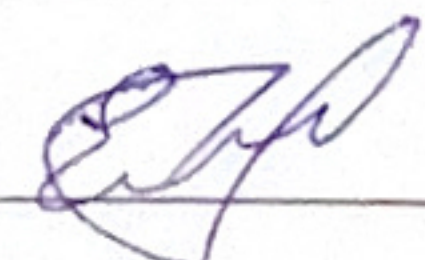
Дипломдық жобаны даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, қарастырылған сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, Кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	10.01-19.02	
Арнайы бөлім	21.02-25.03	
MatLAB бағдарламасында ПИД- реттегіштердің математикалық моделін құру	28.03-26.04	

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма
бақылаушының аяқталған жобаға қойған
қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Технологиялық бөлім	Искакова А.М. Лектор	5.05.22	
Арнайы бөлім	Искакова А.М. Лектор	5.05.22	
MatLAB бағдарламасында ПИД-реттегіштердің математикалық моделін құру	Искакова А.М. Лектор	5.05.22	
Нормалық бақылаушы	Н.С.Сарсенбаев Техн.ғыл.канд., Ассистент-профессор	06.05.22	

Ғылыми жетекшісі  Искакова А.М.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Елемесов А.С.

Күні «24» 12 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Елемесов Айсұлтан Серікұлы

Тақырыбы: «FATEK үлгісіндегі ПИД-реттегішінің басқару жүйесін құру»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200—«Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Алматы 2022

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	9
1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ	10
1.1 «FATEK» микроконтроллерінің сипаттамасы	10
1.1.1 Жүйе архитектурасы	12
1.1.2 Айнымалы тогының қорек блогы мен өткізгішінің техникалық сипаттамасы	13
1.2 Автоматты реттеу сұлбасының сипаттамасы	14
1.3 ПИД-реттегішінің жалпы мағлұматы	17
1.3.1 Пропорционалды құраушылары	17
1.3.2 Интегралды құраушылары	18
1.3.3 Дифференциалды құраушылар	18
1.4 ПИД - реттегішінің принциптері	19
1.4.1 ПИД реттеуіш заңы бар реттеуіштер	20
1.4.2 Реттеуіштерді тағайындау	22
2 АРНАЙЫ БӨЛІМ	26
2.1 Математикалық сипаттаманы алудың әдісі	26
2.1.1 Басқару объектінің динамикалық сипаттамасын анықтаудың эксперименталды әдісі	26
2.1.2 Екпін қисығы бойынша басқару объектінің динамикалық сипаттамасын анықтау	27
2.2 Автоматты реттегіштер және оларды күйге келтіру	30
2.2.1 Өндірістік реттеу жүйесі туралы жалпы мағлұматтар	30
2.2.2 Өнеркәсіпті реттеу жүйесіндегі талаптар	30
2.3 Типтік реттеу процесі	31
2.3.1 Реттегіштің типтік құрылымдық сұлбасы	33
2.3.2 Реттегіштің типін таңдау	33
2.4 Реттегішті күйге келтіру	34
2.4.1 Реттегішті күйге келтіруді анықтаудың формулалық әдісі	34
2.5 Күйге келуді есептеу	35
2.5.1 Объектінің жиілік сипаттамасы бойынша күйге келуді есептеу	35
2.6 «FATEK»-те ПИД басқару	36
2.6.1 Реттегішті қалай таңдау керек	37
2.7 Лабораториялық стендті суреттеу	39
2.7.1 Жұмыс істеу принципі	39
2.7.2 «Fatek FBs-24MC» программаланатын логикалық контроллері	40
2.8 Лабораториялық стендтің математикалық моделі	42
ҚОРЫТЫНДЫ	
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	

АҢДАТПА

Бұл жобада "FATEK" типті ПИД бақылаушы бүгінгі зерттеудің маңызды тақырыптарының бірі болып табылады.

Технологиялық бөлікке контроллердің сипаттамалары мен ПИД контроллерінің сипаттамалары кіреді. Ол адам құқықтары жөніндегі бақылаушының теориялық зерттеуінен тұрады, онда әртүрлі реттеуші органдар әртүрлі өлшемдерге сәйкес таңдалады.

Арнайы бөлім температураны зерттеу үшін зертханалық базаның жұмысын қамтамасыз етеді, математикалық модельді қолдана отырып, ең жоғары реттегіштің тиімді коэффициенттерін таңдайды, ал бағдарлама жұмыс үстелі контроллері арқылы навигациялық контроллердің көмегімен жазылады.

Зертхананың құны мен экономикалық тиімділігі экономикалық секторда есептеледі.

Еңбекті қорғау департаменті санитарлық-гигиеналық шараларды және өртке қарсы қорғауды, жергілікті қорғау шараларын және басқа да шараларды белгілейді.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект посвящен актуальной теме создания ПИД-регулятора на примере «PLC FATEK».

Технологический раздел включает описание контроллера, описание ПИД-регулятора, теоретическое изучение ПИД-регулятора и классификацию регуляторов по различным критериям конфигурации и методам.

Специальный раздел диссертации описывает технологию лабораторного контроля температуры в тепловом объекте, расчет математической модели и управляющую программу «FATEK».

Капитальные затраты на подготовку и изготовление стендов и лабораторий учитываются в экономическом секторе труда.

Лампа в разделе "Охрана труда" описывает гигиенические и технические меры и меры пожарной сигнализации, предназначенные для обеспечения безопасности учащихся и студентов.

ABSTRACT

The diploma project is devoted to the thematic topic of the development of a PID controller on the example of "PLC FATEK", which is an important engineering activity today.

The technical part includes descriptions of controllers and descriptions of PID controllers, as well as basic research on the classification of PID controllers according to various settings and methods.

A special section on performance evaluation describes the technology of developing a laboratory base for temperature control at a thermal facility, calculating a mathematical model and recording software for controlling a printer on a shaft controller.

Capital expenditures are calculated in the economic sector of operations for the construction and development of academic and laboratory facilities.

The section "Occupational safety" describes sanitary, sanitary-technical and fire-fighting measures to ensure the safety of students and training in the laboratory.

КІРІСПЕ

Технологиялық процестерді автоматтандырудың заманауи дамуы автоматты орнату және басқару міндеттерінің күрделенуімен, басқару параметрінің сандық мәнінің жоғарылауымен, үздіксіз және дискретті қозғалыстың жаңа функционалды элементтерін жасау және құрумен, сондай-ақ микропроцессорлық және микрокомпьютерлік құрылғыларды қолдану негізінде қондырғының дәлдігін арттырумен сипатталады.

Жұмыстың өзектілігі: қажеттілікпен анықталады заманауи қолдану арқылы диалогтық режимде жүзеге асырылатын ПИД контроллерлерінің параметрлік синтезінің әдістерін әзірлеу модельдеу және бағдарламалау құралдары.

Өндірісте жұмыс күшінің артуы, шикізатты үнемдеу және тамақ өнеркәсібінде жұмыс істеу технологиялық процестерді басқарудың автоматтандырылған жүйесін пайдалануды талап етеді.

Жұмыстың мақсаты: интерактивті режимде уақыт кідірісі бар басқару объектілері үшін ПИД контроллері параметрлерінің синтезін орындауға мүмкіндік беретін әдісті әзірлеу.

Бұл басқару объектісінің сипаттамаларына байланысты. Сондықтан реттеу сапасын қамтамасыз ететін АРЖ-ң жұмысын жақсарту үшін, ең алдымен, басқару объектісінің қасиеттерін білу қажет.

Кез-келген басқару схемасын активатордың көмегімен объектіні басқару параметрлеріне әсер ететін басқару объектісі мен контроллерден тұратын жүйе ретінде қарастыруға болады.

Жұмыстың тапсырмасы: FATEK үлгісіндегі ПИД-реттегішінің басқару жүйесін құрып, оның мәнін анықтау. Мысал ретінде алынған объектіні зерттеу. Екі және үш позициялы реттегіштерге қатысты реттеу заңына сәйкес, өзгермелі құрылым түрін реттейтін типтегі элементтерді (интегралды, пропорционалды, пропорционалды - дифференциалды, пропорционалды-дифференциалды реттегіш қысқартылғанда И,П,ПД,ПИ және ПИД-реттегіштер), айнымалы құрылымдық реттегіштерді анықтау.

1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1.1 «FATEK» микроконтроллерінің сипаттамасы

Fatek Automation PLC 1992 жылы Тайвань үкіметінің қолдауымен құрылды. Бұл жоғары технологиялық автоматтандырылған өндіріске мамандандырылған қарқынды дамып келе жатқан компания. Fatek Automation компаниясы 20 жылдан бері логикалық бағдарламалық контроллерлер жасап келеді. Чиптерді әзірлеу мен өндірудегі соңғы жаһандық жетістік - бұл компанияның ең жаңа өнімі- Fatek PLC FBs[1].

Fatek компаниясының төмен құны және жоғары өнімділігі бар FBs сериялы контроллері автономды жұмыста және бөлінген жүйелерде автоматтандырылған орталарда өлшеу, басқару және процесті басқару үшін қолданылады. System On Chip (SoC) технологиясы аналогтарына қарағанда тиімдірек және арзанырақ[2]. Автоматтандыру және басқару қолданбаларында қолдануға арналған үнемді және жоғары өнімді контроллерлер. Токты, кернеуді, термопараны енгізу және шығару үшін аналогтық кіріс пен шығыс блоктар бар.

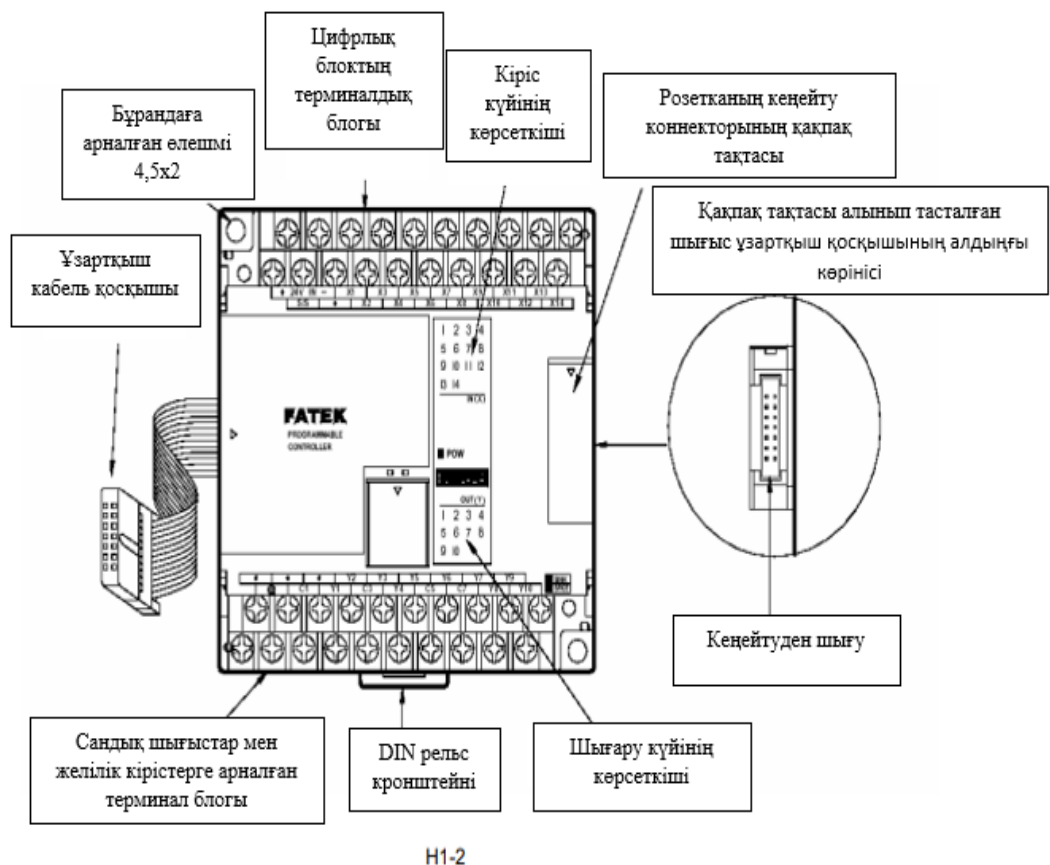
Бағдарламалау реленің логикалық схемасына сәйкес жүзеге асырылады. (Қарапайым және интуитивті).

Бағдарламаланатын модульдік контроллер Siemens, Omron, Mitsubishi және басқалардың контроллеріне қарағанда жақсы және арзан.

Fatek контроллері-бұл компаниялардың мысалдарына ұқсас бағдарламалық жасақтама. Олар бұл процесті басқарғысы келеді. Бұл жүйелер мәліметтер базасын және көп деңгейлі басқару жүйелерін құруға жарамды[2].

Техникалық мүмкіндіктер:

- Көп арналы енгізу және шығару, сондай-ақ аналогты
- Жоғары енгізу және шығару тиімділігі
- Пайдаланушы қосымшасы деңгейіндегі тиімділігі
- Тұрақты жады
- Серво жетегін басқару мүмкіндігі
- Бес RS232 немесе RS485 енгізу-шығару портына дейін
- Modbus RTU Master және Modbus RTU Slave протоколдарды қосу және өшіруді қолдайды
- Ethernet порты
- RS232 немесе USB интерфейс арқылы бағдарламалау
- RS485 деңгейімен пішінді сенсорларды жылдам енгізу
- 1,8 МГц сандық сигнал сүзгісі бар жоғары жылдамдықты компьютерлік калькуляторлар.
- Материалдарды талдаудан түсетін кіріс
- Жол қозғалысын басқаруға қол жеткізудің STEP DIR шығысы
- Термопараның кірістерін орнату
- Тұрақты температура сенсорларын қосу үшін кірістер[3].



1.1 Сурет-Контроллердің бас блогы

FATEK компаниясы 1993 жылы "FBs PLC" он жылдық сериясын шығарды. Оның жоғары дамыған аппараттық мүмкіндіктері, 921,6 кГц бес жиілік порты, 920 кГц төрт жиілік есептегіші, шуды азайту функциясы бар 920 кГц импульстік шығысы, 184,32 кГц төрт жылдамдық диапазоны, 0,1 миллисекундтың бес жылдамдық диапазоны бар[4]. PLC шығындарын азайту үшін SBIS SoC жаңа чипті жасады. Барлық процессорлар мен перифериялық құрылғыларды біріктіріңіз. Бұл өлшемдерді азайтуға, шығындарды азайтуға және сенімділікті арттыруға мүмкіндік берді. Нәтижесінде кішкентай шағын FBs-PLC орта және үлкен PLC функцияларын орындайды. Бұл сіздің бәсекелестеріңізден асып түсуге мүмкіндік береді[4].

Микро-PLC сериясы - бұл жаңа буын. Ол үлкен және орта PLC құрылғыларына арналған жетілдірілген мүмкіндіктермен және бес байланыс портымен жабдықталған. PLC арналарының максималды саны-сандық енгізу (DI) және сандық шығару үшін 256 нүкте, сандық енгізу үшін 64 нүкте (DO) және сандық шығару үшін 64 сөз (NO). Тұтқалардың үш негізгі түрі бар: MA (қол жетімді), MS (жоғары сапалы) және MN (жоғары жылдамдықты). Қорлардың 17 түрі бар. Кіру нүктелерінің саны 10-нан 60-қа дейін[4]. Тарату блоктары мен блоктар ретінде 14 DI/DO және 12 NI/NO модельдері қолданылады. RS232, RS485, USB және Ethernet интерфейс параметрлері

ретінде қол жетімді, сонымен қатар 14 тақталар мен дискілер түрінде қол жетімді. Төменде осы модельдердің кейбірі келтірілген.

1.1.1 Жүйе архитектурасы

Бір блокты жүйе-бұл FBs-PLC бірыңғай қондырғысына негізделген және байланыс және коммуникация құралдары бар жүйе. Бұл жүйелерде өткізу қабілеті шектеулі. Алайда, бұл функцияларды байланыс арнасы арқылы басқа процессорлар мен кілттерге қосу арқылы кеңейтуге болады. Төмендегі суретте орнату жүйесінің құрылымдық схемасы көрсетілген. Мұнда негізгі түйіндер мен түйіндер байланыс арналары кіріс-шығыс құралдарымен құрылғыларымен жабдықталған[4].



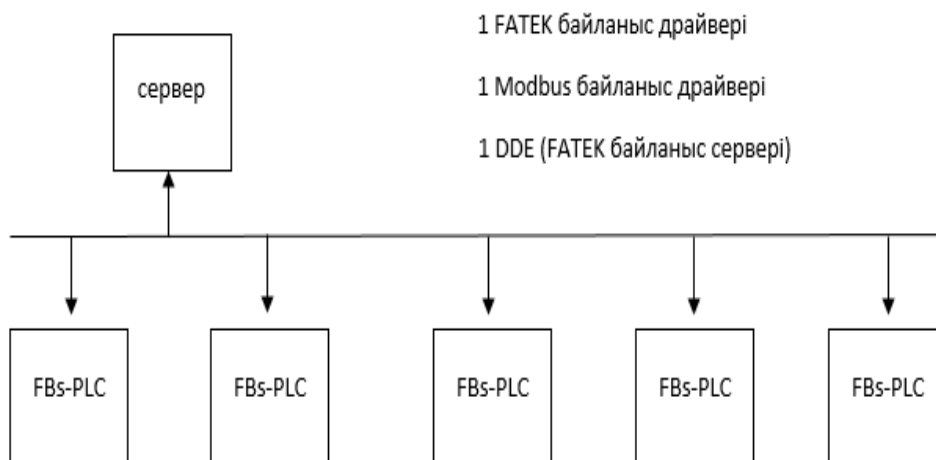
1.2 Сурет-Жүйе архитектурасы

FBs-PLC құрылғылар-256 сандық кіріс(DI), 256 сандық шығыс (DO), 64 сандық кіріс сөздігі (NI) және 64 сандық шығыс сөздіктері (NO). Арнайы байланыс блоктарының көмегімен сіз термопараларды, сенсорларды, 7 бөліктен тұратын дисплейді, код теру коннекторларын және жоғары құрылғыларды тікелей қосуға болады.

PLC байланыс көздеріне сәйкес бес байланыс портын қолдануға болады (максималды жылдамдығы 921,6 кбит/с). Танымал стандартты байланыс протоколынан басқа, Modbus протоколы да, клиенттің негізгі протоколы да қолданылады[4]. Мұндай байланыс электронды таразылар, штрих-код оқырмандары, әртүрлі есептегіштер мен сенсорлар сияқты бағдарламаланатын құрылғыларды қосуды жеңілдетеді.

PLC Бес FBs-PLC байланыс портының әрқайсысы қазіргі компьютерге немесе басқа жүйеге қосылуы мүмкін. Бұл архитектурадағы PLC FBs-PLC басқару станциясы. PLC құрылғыларында жоғарғы және төменгі деңгейлер үшін хаттамалар бар. Егер жоғары технологиялық компьютер немесе бағдарламаланатын құрылғы осы протоколдардың бірін қолдана отырып жұмыс істесе, қосылымды орнатуға болады. FATEK және Modbus драйверсіз жоғарғы және серверлік қосымшалар үшін стандартты серверге қосылуды қамтамасыз

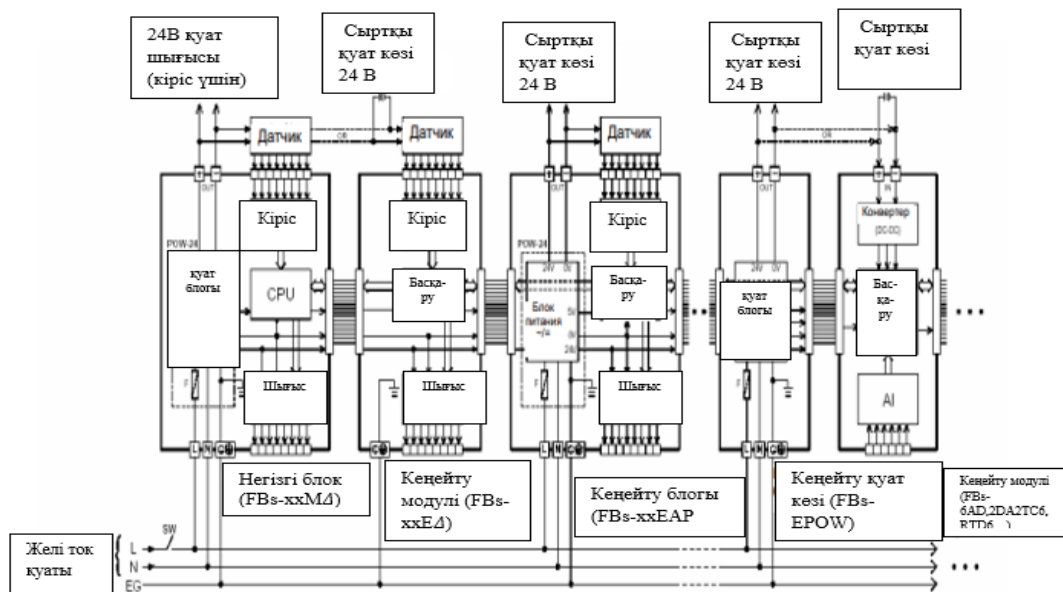
етеді. Бұл PLC-ге қосылған кез-келген құрылғыны қосуға мүмкіндік береді. Бұл сілтеменің құрылымдық схемасы төменде келтірілген[5].



1.3 Сурет-Компьютерлерді контроллермен байланыстыру

1.1.2 Айнымалы тогының қорек блогы мен өткізгішінің техникалық сипаттамасы

FBs-PLC пакетіне 14 Вт (POW-16) негізгі блок үшін 10/14 нүкте, 24 Вт (POW-24) - негізгі блок үшін 20 ~ 60 нүкте және 14 Вт қуат береді. FBs-EPOW өндіруге арналған автономды машинадан басқа, POW-14 және POW-24 жоғары қуатты электр қуаты негізгі блокта немесе тарату блогында орналасқан және пайдаланушыларға көрінбейді[4].



1.4 Сурет-Үзу функциясы структурасы мен жұмыс істеу принципі

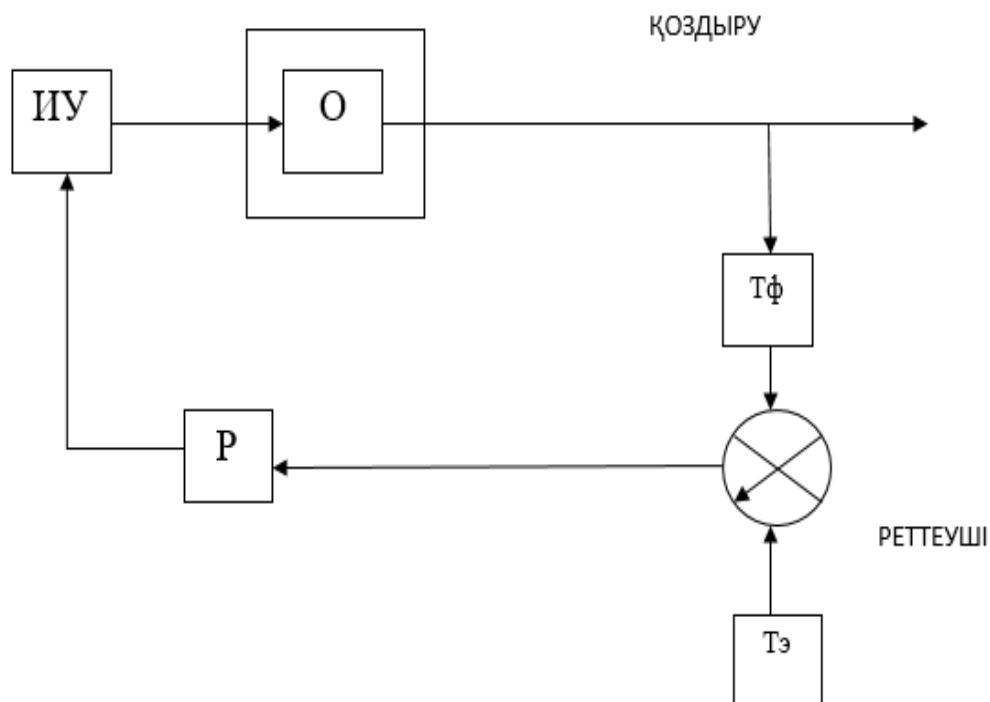
PLC FBs-PLC атқаратын қызметі көп. Мысалы, сіз 20 жеке сөздік бағдарламаны іске қосқыңыз келеді делік. 512 вольт номиналды мәнін жаңарту және іздеу, 5 байланыс портына қызмет көрсету және т.б. алайда, мұның бәрін бір адам жасайды, өйткені тек бір процессор бар. Осылайша, PLC тапсырмаларды бір уақытта аяқтағанға дейін дәйекті түрде орындайды. Содан кейін ол бірінші тапсырмаға оралып, бүкіл жұмыс циклын қайталайды. Әр іске қосу арасындағы интервал "сканерлеу уақыты" деп аталады. Процессордың жылдамдығы адамның реакциясынан үлкен. Себебі PLC жылдамдығы айналдыруды ондаған миллисекундта аяқтай алады. Ол басшылықтың талаптарына толық сәйкес келуі мүмкін[6].

1.2 Автоматты реттеу сұлбасының сипаттамасы

Егер басқару объектісінде АРЖ элементі немесе бөлігі болса, АРЖ қасиеттері басқару объектісінің қасиеттеріне байланысты болады. Сондықтан, орнату сапасын қамтамасыз ететін АРЖ жұмысын жақсарту үшін бірінші кезекте басқару объектісінің сипаттамаларын білу қажет. (Статикалық және динамикалық).

Негізгі зертханалық бақылау оқшауланған параметрлік объект болып табылады, өйткені бақыланатын мән (температура) тепе-теңдік күйінде де, өтпелі кезеңде де объектінің бір нүктесінде бірдей бола алмайды[7].

Ол қажетті температураны бақылау құрылғысының кірісіне орнатылады (стандартты).

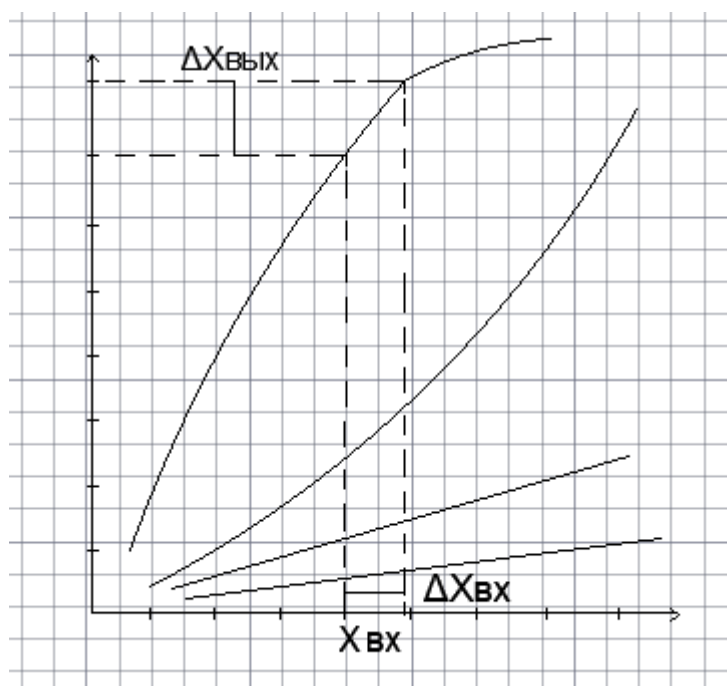


1.5 Сурет-Реттеу схемасы

Бастапқы температура сигналы t_{ϕ} құрылғыға байланысты өзгереді. Құрылғының шығысында көрсетілген сигналды әріптермен біріктіре отырып, біз сигнал түрінде қажет болатын ауытқуды аламыз: $\Delta t = t_z - t_{\phi}$ бұл ауытқу немесе қате шақырылады. Ол контроллерді арнайы басқару ережесіне сәйкес өзгертеді және дискіні іске қосады. Біздің жағдайда, егер бағыттың ауытқуы сыртқы әсерлердің өзгеруінен туындаса, реттеушінің жұмысында басқа қателер пайда болуы мүмкін. Нысан әртүрлі жүктемелерді басқарады (сыртқы температураның өзгеруі, клапанның өзгеруі және т.б.). Бірақ оны есептеу алдында, бұрын белгілі функциядан кейін де туралауға болады. Мұндай жүйе басқарылатын немесе АРЖ деп аталады[7]. Технологиялық қондырғы, кейбір ережелерге сәйкес, толық материалдық жағдайда және энергия балансында жақсы жұмыс істейді. Ағып кету режимін анықтайтын негізгі параметр өзгеріссіз қалады.

Шығыс мәнінің кіріс мәніне қатынасты басқару режиміне тәуелділігі статикалық бағдарламалық функция деп аталады.

Статикалық сипаттама әр түрлі коэффициенттермен сызықты және көптеген объектілер үшін сызықты емес болуы мүмкін[7].



1.6 Сурет-РО Статикалық сипаттамасы

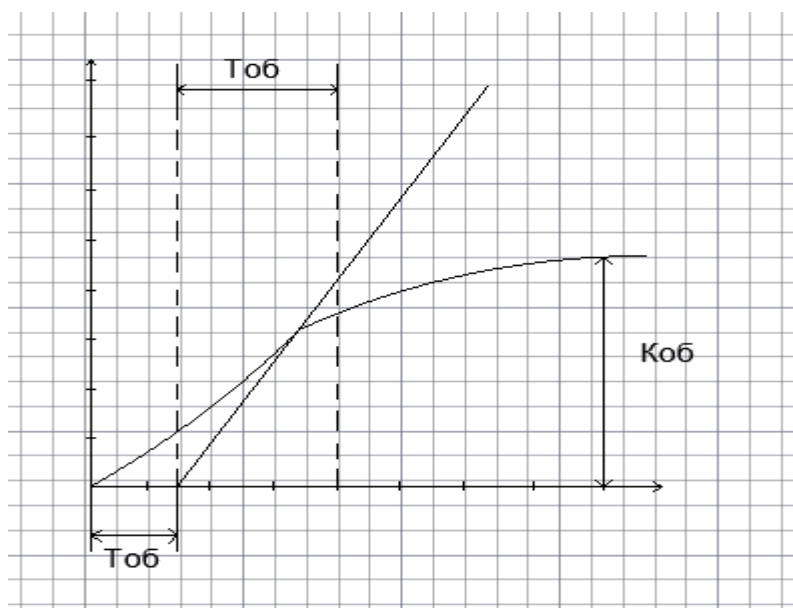
Бұл сипаттамалар әртүрлі кіріс және шығыс мәндерінің арасындағы объектінің дәрежесін бағалауға мүмкіндік береді.

Статикалық сипаттамалар есептеулермен немесе практикамен анықталады.

Орнату құралының динамикалық ерекшелігі-кіріс мәнінің шығыс мәнінің берілу режиміне тәуелділігі.

Сондықтан, әр түрлі сыртқы әсерлерде РО-ң шығысы әртүрлі, сыртқы әсердің түрі көбінесе объектінің динамикалық сипаттамаларын зерттеу үшін

қолданылады. АРЖ екпін қисығының температуралары (1.7-сурет) қасиеттерін көрсетеді[8].



1.7 Сурет-Екпін қисығы

Суретте көрсетілгендей, объектінің шығыс мәнінің бастапқы мәннен ауытқуын біртіндеп тоқтатып, тепе-теңдік күйіне оралуға болады. Мұндай нысандар статикалық деп аталады. $T_{об}$ кідірісі бар және өте үлкен емес, өйткені бұл маңызды емес.

$T_{об}$ нысанды берудің тұрақты уақыты-егер өзгеріс тұрақты болса және осы ауысудың максималды жылдамдығы тең болса, шығу мәнін көзден берілген мәнге шартты түрде беру уақыты. Тұрақты уақыт объектінің инерциясын анықтайды, яғни енгізу мен шығаруды болдырмайды.

Өту коэффициенті жолдың шығыс мәні $K_{об}$ РО бастапқы күйден жаңадан құрылған объектіге өзгертетінін көрсетеді, бұл тек кірістерге әсер етеді.

Бірлік эффект дегеніміз-элементтің кіріс мәнінің пайыздық өзгерісі (көрсетілген терминнің өзгеруі)[8].

Сонымен:

$$K_{0\delta} = \frac{x(\infty) - x_0}{\Delta} * \frac{\text{Температура}}{0/0\text{жүру}} \quad (1.1)$$

мұндағы:

x_0 — бастапқы көрсетілген күйдегі шығыс мәнінің мәні

x_∞ — жаңадан орнатылған шығыс бөлігінің мәні

$\Delta x_{вх}$ — әсерінің шамасы

% — реттелетін мүше қозғалысы

Автоматтандырылған басқару жүйесінің құрылымы аналитикалық әдістерді талдауды немесе синтездеуді жүзеге асырады. Жобалаудың осы

кезеңінде алынған мәліметтер негізінде математикалық модельдер жүйесі жасалады және олардың дизайны алдын-ала таңдалады. Есептеу әдісі тұрақтылықты, дәлдікті және сапаны көрсететін параметрлерді анықтау үшін іріктеу түріне (сызықтық немесе сызықты емес) байланысты таңдалады. Содан кейін математикалық модель анықталады, ал жүйенің динамикалық сипаттамалары математикалық модель әдісімен анықталады. Жиілік сипаттамалары олардың айналасында қозғалатын әртүрлі кіріс сигналдарын жазып, салыстырады. Содан кейін олар жүйенің фазасы мен өлшемі үшін тұрақтылық қоры бар негізгі сапа көрсеткіштерін табады.

Бұл дәлдікті одан әрі төмендетеді және белгілі бір модельге байланысты басқару әсерін қамтамасыз етеді. Математикалық модельдеу негізінде жүйелік жабдыққа техникалық талаптарды әзірлеу. Ол дайындалған жабдыққа контроллер жасайды және басқару нысанын математикалық модель ретінде ұсыну арқылы салыстырмалы модельдеуді жүзеге асырады.

Нәтижесінде салыстырмалы үлгі конфигурация объектісінің контроллерінің жұмысын анықтайды. Басқару параметрін соңғы таңдау және оның өзгеруі басқару жүйесінің жұмысындағы нақты жағдайға сәйкес келеді[7].

1.3 ПИД-реттегішінің жалпы мағлұматы

Пропорционалды-интегралданған контроллер кері байланысты автоматты басқару жүйесінде қолданылатын құралдың туындысы болып табылады және өлшенген параметрді берілген деңгейде қолдайды. Контроллер бақыланатын мәннің берілген мәннен ауытқуын өлшейді және басқару сигналын береді. Бұл сигнал үш компоненттен тұрады. Біріншісі осы ауытқуға пропорционал, екіншісі интегралдық ауытқуға пропорционал, ал үшіншісі ауытқу көбейтіндісіне (немесе өлшенген мәнге) пропорционал.

Егер синтез қолданылмаса, онда басқару пропорционалды-интегралды, пропорционалды-дифференциалды, пропорционалды және т. б.

1.3.1 Пропорционалды құраушылары

Пропорционалды компонент шығыс сигналын жасайды. Оған бақыланатын уақытта өлшеудің белгіленген мәннен реттелетін ауытқуы теріс әсер етеді. Шегініс неғұрлым көп болса, соғұрлым үлкен болады. Егер кіріс сигналы берілген мәнге тең болса, онда шығыс сигналы нөлге тең болады.

Алайда, сіз тек пропорционалды басқару құралын қолданған кезде, бақыланатын шаманың мәні ешқашан белгіленген нүктеде тұрақтанбайды. Мұндай ауытқулардың реттелетін мәніне тең статистикалық қате деп аталады. Берілген мән бар шығыс сигналының тұрақтануын қамтамасыз етеді. Мысалы, термостатта температура берілген мәнге жақындаған сайын шығыс сигналы (жылытқыштың қуаты) баяулай бастайды және жүйе жылу жоғалуына тең қуатпен тұрақтандырылады. Температура белгіленген мәнге жетпейді, өйткені

бұл жағдайда қыздырғыштың қуаты нөлге тең болады және салқындай бастайды[8].

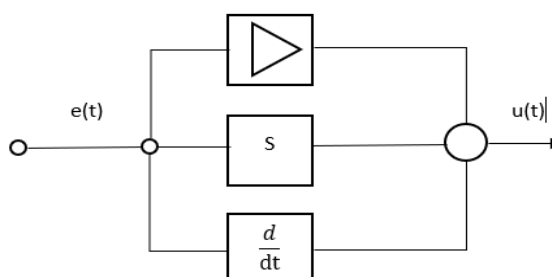
Кіріс және шығыс сигналдарының арасындағы айырмашылық неғұрлым көп болса, статистикалық қате соғұрлым аз болады. Алайда, егер күшейтілген коэффициенті тым жоғары болса, автоматты ауытқу басталады, содан кейін пайда коэффициенті жоғарылаған сайын жүйеміз тұрақтылықты жоғалтады.

1.3.2 Интегралды құраушылары

Бұл деректер қателерді жою үшін қолданылады. Курс алдыңғы тәжірибе негізінде жасалған. Бақыланатын өлшем біраз уақыттан кейін белгіленген мәнге тұрақтанады. Интегралды компоненттің сигналы нөлге тең, ал шығыс сигналы толығымен интеграцияланған компонентпен беріледі[8].

1.3.3 Дифференциалды құраушылар

Дифференциалды компоненттер болашақта болатын күтілетін мөлшердің өзгеруіне қарама-қарсы. Бұл ауытқулар сыртқы әсерлерден немесе жүйедегі реттеушінің кідірістерінен туындауы мүмкін. Реттелетін өлшем берілген мәннен неғұрлым тез ауытқып кетсе, дифференциалдық элемент жасаған контраст соғұрлым күшті болады[9].



1.8 Сурет-Дифференциалды құраушылар

Мақсат - u мәні тұрақты және $e = (x_0 - x)$ мәні тұрақсыз болған кезде x мәні x_0 мен уақыт өзгеруінің контроллерлерінің белгілі бір санын сақтау.

Контроллердің шығыс сигналы u үш қосындымен анықталады:

$$u(t) = P + I + D = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de}{dt} \quad (1.2)$$

K_p , K_i , K_d - контроллердің пропорционалды өсуі, интегралды және дифференциалды контроллердің компоненттері.

ПИД контроллерлерін анықтаудың көптеген әдістері шығару үшін арнайы формуланы қолданады[10]. Пропорционалды көмекші коэффициенттерге көбейтілетін бүтін сандар мен дифференциалдар:

$$u(t) = K_p(e(t) + K_{ip} \int_0^t e(\tau) d\tau + K_{dp} \frac{de}{dt}) \quad (1.3)$$

Негізгі жағдайларда ПИД-реттеуіштер параметрлері ретінде төмендегілер қолданылады:

- қатысты диапазон

$$P_b = \frac{1}{K_p} \quad (1.4)$$

- уақыт өлшеміндегі тұрақты интегралдау және дифференциалдау

$$T_i = \frac{1}{K_i} \quad (1.5)$$

$$T_d = K_d \quad (1.6)$$

Айта кету керек, бұл терминдер әртүрлі нысандарда қолданылады және әртүрлі реттеушілер ретінде бар[10].

Сапаны бағалау ережелері АРЖ жұмысын әдетте екі режимде жұмыс істеуге мүмкіндік береді: статикалық (берілген) және динамикалық (айнымалы).

Процесс айнымалыларының сапасын бақылаудың екі түрі бар: тікелей және жанама. Тікелей әдістер процестердің сапасын тікелей ауыспалы графиктер негізінде анықтайды, $h(t)$ немесе $w(t)$ графиктері бойынша тікелей бағаланады. Жанама әдістер процесс айнымалыларын жасамай, әр жанама кезең үшін процесс айнымалыларының сапасын бағалайды. Бұл жанама бағалау өтпелі сапа критерийлері деп аталады. Сапа критерийлерінің үш жиынтығы бар (семестр): жиілік, түбір және интеграл. Бұл көрсеткіштерді $h(t)$ немесе $w(t)$ арқылы оңай анықтауға болады және АРЖ параметрлері мәндерінің сапа көрсеткіштерімен тікелей байланысты. Өтпелі кезеңнің сапасын зерттеуде бұл критерийлер тұрақтылық критерийімен бірдей рөл атқарады. Өтпелі сапаны бағалаудың өлшемдері мен әдістерінің осы жиынтығын қарастырайық[7].

Сапаны бағалау әдістері. Сапасын тікелей бағалау әдістері кейбір типтік кіріс өлшемдеріндегі өтпелі қисықтың түріне байланысты тұрақтылық пен өнімділікті анықтайды. Жеке өтпелі функциялар немесе дельта функциялары әдетте қалыпты кіріс эффектілері болып саналады. Бұл беріліс режимінде басқаруға болатын мән үшін жүйенің өнімділігі немесе салмағы туралы.

1.4 ПИД - реттегішінің принциптері

Позиционды реттегіштер үшін бұл берілген нүктенің айналасындағы ауытқуларды түзету процесі. Әрине, бұл реле функциясымен $Y(U-X)$ байланысты.

1.4.1 ПИД реттеуіш заңы бар реттеуіштер

Суретте пропорционалды реттегіштің сызықтық сипаттамасы көрсетілген $Y(U-X)$. Егер өлшем Y басқару сигналына кіріс $E=U-X$ және шығыс сигналы тек $Y=K \cdot (U-X)$ бірлестігінде болса, онда бұл қатынас пропорционалды. Сипаттамалардың сызықтық диапазоны шексіз емес және шартты критерийдің максималды мүмкін мәнімен шектеледі.

Мысалға, бақтағы су температурасын реттеу кезінде:

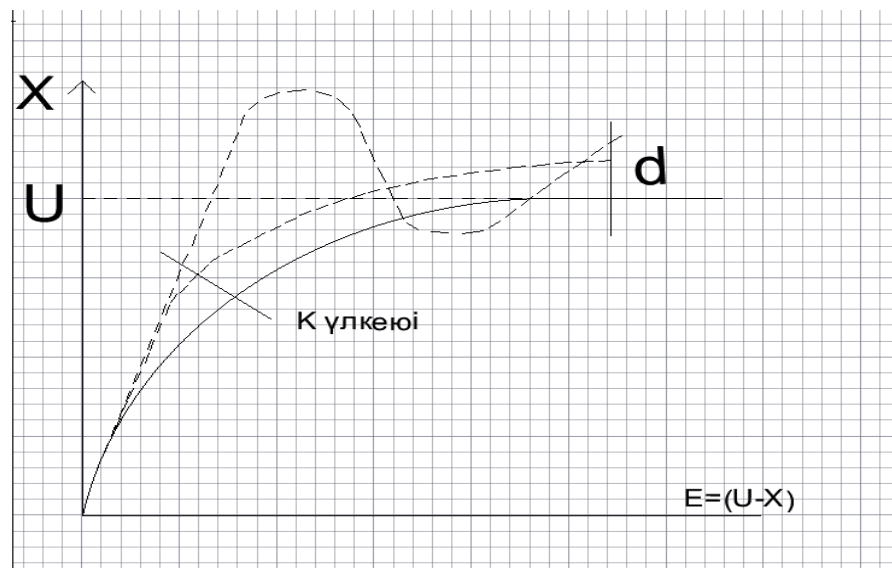
X - су температурасы;

U – керекті температураның берілген мәні;

Y - реттеуіштің шығыс сигналы (қыздырушының қуаты, Вт)[7].

$Y_{\max}$, мысалға, 750 Вт. Егер максимальды қуатта $E=750^{\circ}\text{C}$ болса, онда $K=0,1^{\circ}\text{C/Вт}$.

K күшейту коэффициенті ұлғайған кезде пропорционалды реттегіш сезімтал емес номиналды аймақ жасайды. K аз мөлшерде реттеу ерекше жағдайларсыз жүреді.



1.9 Сурет-Тапсырма 0 ден U -ға дейін секірісті өзгерісінде П-реттеуішпен реттеу процесі

Орнатылған көлем мәні X ешқашан U тапсырма мәніне жетпейді. Шынында да, судың температурасын X -ті U тапсырмасына жақындатсақ, қуат Y күшіміз біртіндеп төмендейді: d (2-суретті қараңыз). Алайда, қоршаған орта тұтынатын жылу артып, нөлдік мәндерге ауысады $Y = K \cdot d$ жылдамдық пен d шығынның артуы. Егер мән нөлге тең болса, онда $Y=0$ және $X = 0$. Осылайша, контроллердің шығуында $Y=K \cdot d$ мәні орнатылады, бұл реттелетін дыбыс деңгейіне қарағанда басқа жағдайға әкеледі. Алайда, егер доғалар жеткілікті үлкен болса, бас пен зат телефонға түседі. Бұл қорлардың өсу коэффициенті шартты қисыққа және объектіні тасымалдау кезіндегі кідіріс коэффициентіне байланысты.

Көп жағдайда тасымалдау кезінде шамалы кідірістер болған кезде статистикалық қателік тиісті диапазонда болады. Сондықтан кейбір қосымшаларда реттегіштер қолданылады[8,11]. Интеграция қатесін жою үшін шығыс сигналы пайда болған кезде кірістірілген ақаулықтарды жою компоненттерін қосыңыз:

$$Y = K \cdot (U-X) + \ln(U-X)/T_i \quad (1.7)$$

мұнда T_i - интегралдау тұрақтысы

Сонымен, өлшеу уақыты X неғұрлым ұзақ болса, соғұрлым аз жұмыс, шығыс сигналы және интеграцияланған компонент көп болады. Шығу сигналы осындай ережеге сәйкес шығарылатын реттегіш пропорционалды P_i интегралды реттегіш деп аталады. Ол сыртқы әсерлерге реакцияны жеделдету және дифференциалды компоненттің жұмысындағы өзгерістер үшін реттегішке $D(U-X)$ енгізіледі:

$$Y = K \cdot (U-X) + \ln(U-X)/T_i + T_d \cdot D(U-X), \quad (1.8)$$

мұндағы T_d – тұрақты дифференциалдау.

E неғұрлым тез өссе, соғұрлым $D(U-X)$. Мұндай заңы бар реттеуіш ПИД-реттеуіш деп аталады. Нақты бір объект үшін K , T_i және T_d таңдап, реттеуіш жұмысының сапасын тиімді етуге болады: тапсырмадағы шығыс уақытын қысқартуға, сыртқы әсерлерін төмендету, тапсырмадана ауытқуды азайту. T_i мәні өте үлкен болған кезде реттеуіш объектіні тапсырмаға жай шығарады. T_i мәні төмен болғанда қайта реттеу жүреді. Яғни X реттелетін параметр тапсырмадан секіріп кетіп, оған қайта оралады. Төменде реттеуіштерді тағайындау әдістері келтірілген, яғни объектінің динамикалық сипаттамаларына байланысты коэффициенттер есептеледі. Тағайындаусыз ПИ-реттеуіш Т-реттеуішпен салыстырғанда өте төмен сапамен жұмыс жасайды. П-, ПИ- және ПИД-реттеуіштердің беріліс функцияларын келтірейік[8].

Пропорциональды реттеуіш – П:

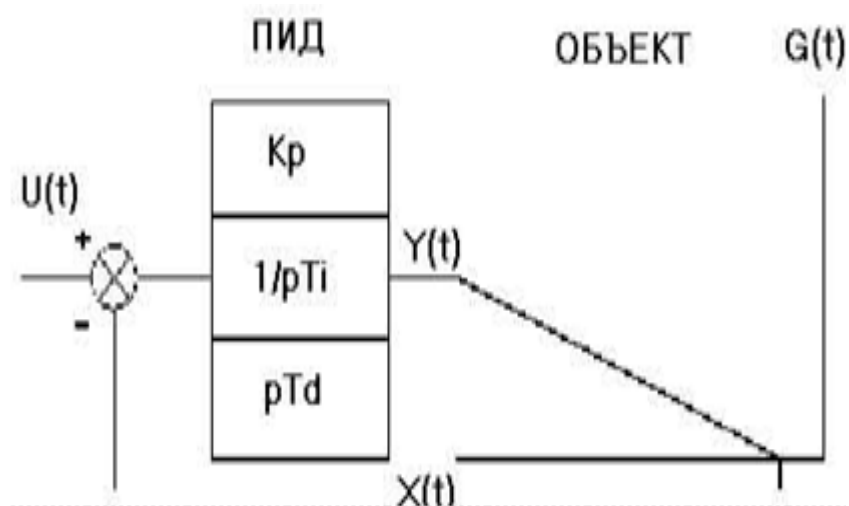
$y = K(u-x)$, яғни кері байланысқа ауытқулар алынады

Пропорциональды – Интегральды реттеуіш – ПИ:

$y = (u-x)(K_p + 1/pT_i)$, яғни кері байланысқа ауытқу интегралы алынады. Бұл статикалық қателік жол бермейді.

Пропорциональды-Интегралды-Дифференциалды реттеуіш – ПИД:

$y = (u-x) \cdot (K_p + 1/pT_i + p \cdot T_d)$, яғни кері байланысқа ауытқулар алынып, реттеуіштің динамикалық сипаттамасын жақсартуға мүмкіндік береді.



1.10 Сурет-Пропорционалды-Интегралды-Дифференциалды реттеуіш

Дифференциация және интеграция ұшырайтын E өлшемі. Бұл мән дифференциалды, пропорционалды және интегралды компоненттердің өлшенген коэффициенттерін қосу арқылы жасалады. Осы компоненттердің ішінен реттеуші органдар П, ПИ, ПИД. ПИД-реттеуіштердің нұсқаулары төменде берілген.

а) Егер ол механизмде немесе шығысқа жиналса (мысалы, жылытқыштағы серво-клапан), басқару блогының ПД-реттеуіші ПИ-реттеуішке айналады, ал ПИД контроллерінің құрылымдық тізбегі екі айырмашылықты қажет етеді;

б) Көп жағдайда дифференциалды құраушылар X бойынша ғана есептеледі. U тапсырмасы өзгерген кезде режимге бірқалыпты шығысты қамтамасыз етеді[7,8].

1.4.2 Реттеуіштерді тағайындау

Әрбір нақты объект үшін ПИД-реттеуіш қолданған жағдайда бірден үшке дейін коэффициенттерді тағайындау керек. Автоматты түрдегі АРЖ қолдануы мүмкін. Типтік реттеуіштер үшін қарапайым аналитикалық және таблицалық тағайындау әдістері белгілі (мысалға Цидлердің екі әдісі).

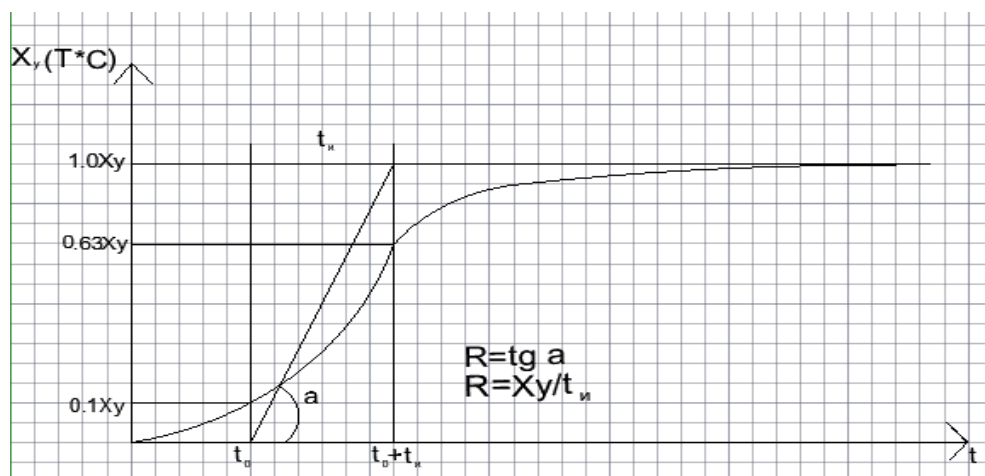
Кірістегі секірістерге реакция бойынша тағайындау[11].

Тағайындау алгоритмі: -АРЖ кірісіне жаңа тапсырма беріледі—кыздырушыны барлық қуатына қосады да, өтпелі процес $X(t)$ арқылы t_0 , R , t_n анықталады(2.1-сурет).

ПИД-реттеуішін пайдаланған жағдайда әрбір нақты объектіге бірден үшке дейінгі коэффициент берілуі тиіс. Сондай-ақ, АРЖ режимдерін қолдануға болады. Қарапайым реттеуші органдар үшін қарапайым аналитикалық әдістер мен кестелердегі тағайындау әдістері белгілі.

Реакция бойынша кірістегі секірістерге тағайындау[11].

Алгоритмнің міндеттері: - АРЖ кірісіне тапсырмалар ұсынылады, қыздырғыштарды барлық қуатқа белгілейді, өтпелі процестер $X(t)$ бойынша t_0 , R , $t_{\text{и}}$ анықталады.



1.11 Сурет-Транспорттық кешігуі бар объект үшін жылдамдық алу қисығы

Тасымалдау кідірісі бар объект үшін жылдамдық қисығы: t_0 - тасымалдаудың уақытша кідірісі; $t_{\text{и}}$ - объектінің инерциясымен анықталатын уақыт тұрақтысы (пайда болу уақыты); X_y - берілген мән; R - периоды бар доғаның жылдамдығына жету қисығы dX/dt .

Тағайындау коэффициенттері төмендегі қатынастар бойынша есептеледі:

П - реттеуіш үшін $K = 1/R \cdot t_0$

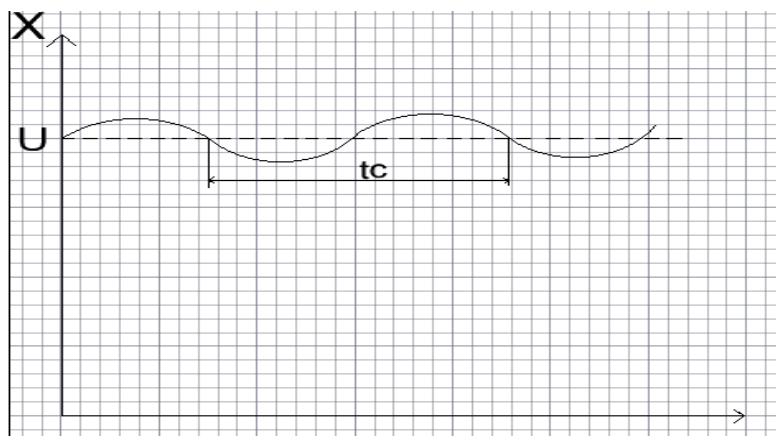
ПД - реттеуіш үшін $K = 1/R \cdot t_0$, $T_d = 0.25 \cdot t_0$

ПИ - реттеуіш үшін $K = 0.8/R \cdot t_0$, $T_i = 3 \cdot t_0$

ПИД - реттеуіш үшін $K = 1.2/R \cdot t_0$, $T_i = 2 \cdot t_0$, $T_d = 0.4 \cdot t_0$.

Жұмысты барынша максималды коэффициентке тағайындау:

Бұл әдісті сәтсіздік процестері мүмкін болатын жағдайларда қолдануға болады. Бұл жағдайда реттелетін мән U тапсырма мәнінің шегінде болып табылады[7,8].



1.12 Сурет-Максималды күшейту коэффициенті бойынша K тағайындау

Тағайындау алгоритмі:

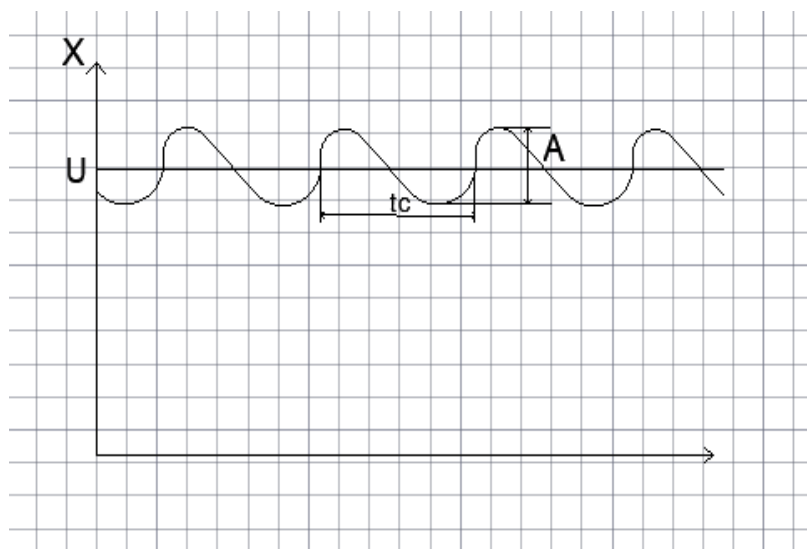
-Максималды пайда АРЖ және объект ауытқу күйіне өткен кезде анықталады. Интеграл мен дифференциалдың қиылысы жоқ ($T_d=0$, $T_i=\Gamma$). Алдымен ол $K=0$ болады, содан кейін АРЖ пен объект ауысу кезінде ауытқу орнына ауысады[7]. Басқару П-реттеуіш схемасына сәйкес келеді: компьютер-ауытқу кезеңі анықталады- тағайындау коэффициенттері келесі коэффициенттерге сәйкес есептеледі:

П - реттеуіш үшін $K= 0.5 \cdot K_{\max}$

ПД - реттеуіш үшін $K= 0.5 \cdot K_{\max}$, $T_d=0.05 \cdot t_c$

ПИ - реттеуіш үшін $K= 0.45 \cdot K_{\max}$, $T_i= 0.8 \cdot t_c$

ПИД - реттеуіш үшін $K= 0.6 \cdot K_{\max}$, $T_i= 0.5 \cdot t_c$, $T_d=0.12 \cdot t_c$.



1.13 Сурет-Релелік заң бойынша екі позициялы процеспен тағайындау

Егер Т-реттеуіш пайдаланылса, содан кейін ПИД-реттеуішпен ауыстырылса, бұл әдіс өте қарапайым:

- Жүйе реле ережесіне сәйкес позицияны реттеудің екі режиміне ауысады (5-суретті қараңыз) амплитудасы A мен анықталады, ал ауытқу уақыты t_c бізге белгілі;

- Тағайындау мынадай коэффициенттерге сай есептеледі:

П - реттеуіш үшін $K = 0.45/A$

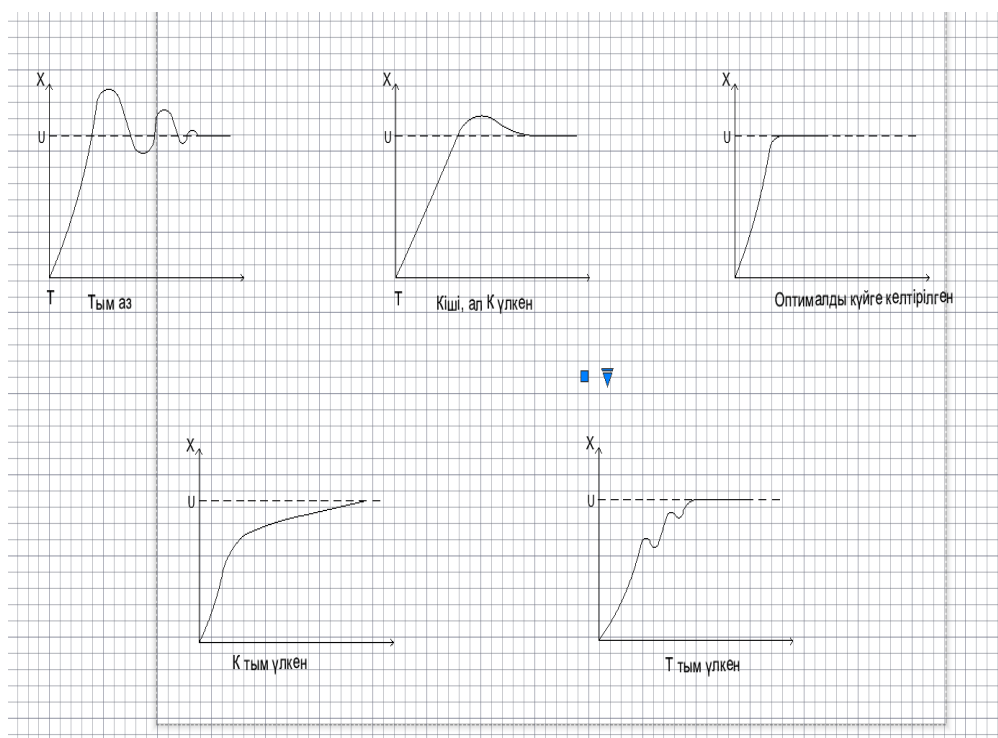
ПД - реттеуіш үшін $K = 0.45/A$, $T_d=0.05 \cdot t_c$

ПИ - реттеуіш үшін $K = 0.4/A$, $T_i= 0.8 \cdot t_c$

ПИД- реттеуіш үшін $K=0.55/A$, $T_i=0.5 \cdot t_c$, $T_d=0.12 \cdot t_c$.

Егер объект өзінің құрылымы мен параметрлерін өзгертпесе, онда ПИД-реттеу жүйесі сыртқы әсерлер мен кедергілер үшін қажетті сапаны бақылауды қамтамасыз етеді, яғни айырмашылық нөлге жуық болады. Объект пен контроллердің параметрлерін бір уақытта үйлестіру мүмкін емес. Егер сіз ө T_i тиімділігі мәнімізден екі есе кіші болған жайғдайда, реттеу процесі ауытқу күйге ауысуы мүмкін. Егер T_i тиімді мәннен жоғары болса, басқару элементтері

жаңа режимге ауысады және жылдам сыртқы әсерлер әсер етпейді. Қосымша тағайындаулар қажет болады[7,8].



1.14 Сурет-Өтпелі функция түріндегі ПИД-реттеуіштердің тиімсіз әсерлері көрсетілген (АРЖ мен объектінің тапсырмадағы бірлік секірістерге реакциясы)

Көптеген элементтердегі ПИД-реттеуіштер П және ПИ реттеуіштерге қарағанда контроллерлер жақсы жұмыс істейді. Беріліс кідірісі бар объект үшін $t_0 < t_n/3$ контроллері қанағаттанарлық сапа параметрін ұсынады: салыстырмалы түрде қысқа енгізу уақыты және сыртқы әсерлерге төмен сезімталдық. Алайда, $t_0 > 0.5 \cdot t_n$ объектілері үшін ПИД контроллері сапалы реттеуді қамтамасыз етпейді. Олай болмаған жағдайда $T_d=0$ коэффициенті бар ПИД-реттеуішті пайдалануға жол беріледі. Бірақ мұндай күрделі жобалар үшін ең жақсы сапа көрсеткіштері модельдерді басқарудың автоматты жүйесін қолдану арқылы алынады[11].

2 АРНАЙЫ БӨЛІМ

2.1 Математикалық сипаттаманы алудың әдісі

Басқару объектісінің математикалық сипаттамасына қол жеткізу әдістері аналитикалық, эксперименттік және комбинирленген болып келеді.

Аналитикалық әдістер зерттелетін объектінің физика-химиялық қасиеттері мен энергиясының теңдеулеріне негізделген. Бұл, мысалы, зат пен энергияның сақталу заңы (материалдық тепе-теңдік). Қазіргі уақытта басқарудың көптеген санаттары үшін математикалық модельдер жасалуда.[12]. Атап айтқанда, аэроғарыштық қондырғылар (зымырандар, ұшақтар, тікұшақтар), технологиялық қондырғылар (химиялық реакторлар), энергетикалық процестер бойынша (ядролық реакторлар, бу турбиналары, генераторлар, қозғалтқыштар). Бұл қасиеттерге қол жеткізу әдетте жеке өнімдердің дифференциалдық теңдеулері арқылы жүзеге асырылады, өйткені айнымалылар уақыт пен кеңістікте өзгереді.

Эксперименттік әдістер белгілі бір басқару объектісімен бірнеше эксперименттер жүргізуді қамтиды. Ол эксперимент нәтижелерін және дайын объект моделінің динамикалық параметрлерін өңдейді.

Егер параметрлері физикалық тәжірибемен анықталатын объектіден алынған аналитикалық құрылым қолданылса, біріктірілген әдіс объектінің математикалық моделін құрудың тиімді әдісі болып табылады.[12].

2.1.1 Басқару объектінің динамикалық сипаттамасын анықтаудың эксперименталды әдісі

Қазіргі уақытта меншікті компьютерлік контроллерлерді құру кезінде басқару объектілерінің кең спектрінің қарапайым динамикалық моделі қолданылады. Шын мәнінде, инерциялық тізбектің бірінші немесе екінші қатарында кідіріс контроллерін құру үшін қолданылатын модель көбінесе белгілі бір басқару жүйесінің жоғары сапалы жұмысын қамтамасыз етеді. Бұл басқару объектісінің параметрлерін эмпирикалық түрде анықтау оңай. Бұл әсіресе Автоматты тұрақтандыру жүйесі бар бір өлшемді басқару жүйелеріне қатысты.

Өтпелі реакция түріне байланысты (екпін қисығы) басқару объектісінің функцияларының үш түрінің бірі белгіленеді:

- Бірінші қатардағы инерциялық қосқыштардың беріліс функциясы ретінде

$$W_{0(p)} = \frac{K_e^{-\tau p}}{Tp+1} \quad (2.1)$$

мұндағы, K, T, τ күшейту коэффициенті, тұрақты уақыт және кешігу, бұл объекті номиналды жұмыс уақытында анықталуы керек.

Беріліс функция мына түрде:

$$W_{0(p)} = \frac{K e^{-\tau p}}{p} \quad (2.2)$$

Екінші ретті объектінің динамикасын сипаттайтын кешігуі бар модель:

$$W_0(p) = \frac{K e^{-\tau p}}{(T_1 p + 1)(T_2 + 1)} \quad (2.3)$$

Басқару объектісінің уақытша сипаттамаларын анықтау әдісі екі түрге бөлінеді:

1. Басқару объектісінің уақытша сипаттамаларын анықтау әдісі.
2. Басқару объектісінің жиілік сипаттамасын анықтау әдісі[7,8].

Айта кету керек, белсенді әдістер ішінара технологиялық процестің бұзылуына әкеледі. Сондықтан мұқият жоспарлау қажет. Пассивті әдістер объектінің кірісіне сынақ сигналын жібермейді, тек объектіде орындалатын өңдеуді басқарады. Қабылданған кіріс және шығыс сигналдары статикалық түрде өңделеді. Қосылғаннан кейін объект тасымалдауды орындау үшін параметрлерді алады. Алайда, бұл әдістердің кемшіліктері бар:

- математикалық ерекшеліктердің болмауы;
- жоғары дәлдік үшін деректердің үлкен көлемін (мыңдаған нүктелер) алу керек;
- эксперименттік объект басқару жүйесіне қосылған кезде контроллер объектінің кіріс және шығыс сигналдарының корреляция әсерін басқарады. Бұл тәсіл математикалық сипаттамалардың дәлдігін төмендетеді[7].

2.1.2 Екпін қисығы бойынша басқару объектінің динамикалық сипаттамасын анықтау

Жеделдетілген қисық сызықты қолдана отырып, объектінің динамикалық сипаттамаларын анықтаған кезде кіріс батырмасы немесе тікбұрышты импульс үшін сигнал беріледі.

Екіншісі-қысым қисығында баға қисығын құру.

Екпін қисығын құру кезінде бірқатар талаптарды орындау қажет:

1. Егер тұрақтандыру жүйесі жасалынған болса, процестің жұмыс нүктесінің айналасында қысым қисығын жасау керек.
2. Сигнал теріс және оң болса да, басқару қисығын азайту керек. Қисықтың түріне байланысты объектінің асимметрия дәрежесін есептеуге болады. Егер кішкене асимметрия болса, контроллерді есептеу үшін көлік режимінің параметрлерін мұқият бақылау ұсынылады. Сызықтық асимметрия терморегуляция органдарында жиі кездеседі.
3. Шуды кездейсоқ реттеу және азайту арқылы мотивациялық қисықпен бірнеше қысым қисықтарын жасаған дұрыс.

4. Әсер ету қисығын құру кезінде процестің тұрақты күйіне қол жеткізу керек, мысалы, сыртқы кездейсоқ әсерлердің ықтималдығы төмен.

5. Импульстік қисықты құру кезінде, бір жағынан, импульстің қисығы фондық шуылмен салыстырғанда айқын көрінуі керек, ал екінші жағынан, процестің үзілуіне жол бермеу керек.

Екпін қисығын тиісті жұмыс параметрлерін қысым қисығын құру және басқару объектісінің сипаттамаларын бағалау арқылы анықтауға болады. (2.2) басқару элементтері үшін (сыйымды объект) белгілі бір уақыты бар көлік түрін көрсету ұсынылады. Емдеуді бастамас бұрын үдеу қисығын тұрақтандыру және бастапқы нүктеден таза кідірісті анықтау ұсынылады.

Мысал. Берілген $\tau_3 = 3$ мин кідіріспен нормаланған объектінің екпін қисығы берілген. 2.1-кестеде берілген мәндерді пайдаланып екпін қисығын салыңыз[8].

2.1 Кесте - Екпін қисығы графигі үшін мәндер

ин	0	2	4	6	8	10
	0	0,087	0,255	0,43	0,58	0,7

2.1 Сурет-Екпін қисығы

Нысанның динамикалық ұлғаюы кіріс сигналын түрлендіру арқылы жұмыс нүктесінің айналасындағы шығыс сигналының түрлендіру коэффициентімен анықталады.

Кернеу қисығын қолдана отырып, объектінің динамикалық қасиеттерін анықтау екі жолмен жүзеге асырылады.

1) Үдеу қисығын иілу нүктесіне бағыттау әдісі. Біздің жағдайда иілу нүктесі шығыс сигналының даму жылдамдығымен жылдам режимнен баяу режимге ауысуымен байланысты.

$$\tau = \tau_3 + \tau_d \quad (2.4)$$

2) Формула әдісі келесі формула бойынша егжей-тегжейлі динамикалық кешігу мен уақыт тұрақтысының есептеулерін орындайды

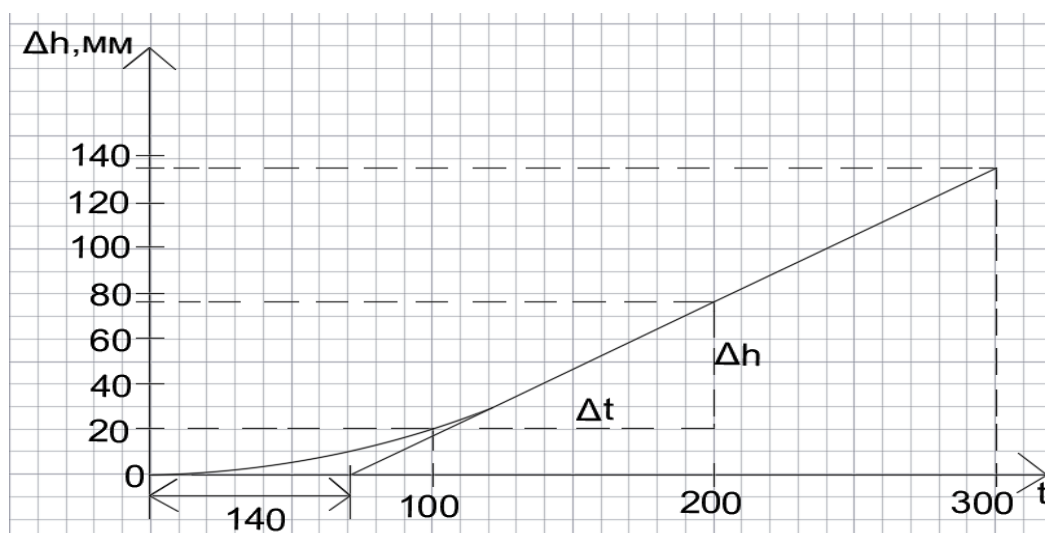
$$\tau_d = \frac{\tau_B \ln(1-h_A) - t_A(1-h_B)}{\ln(1-h_A) - \ln(1-h_B)} \quad T = \frac{\tau_A - \tau_d}{\ln(1-h_A)} \quad (2.5)$$

Мұндағы h_A мәні иілу қисығы нүктесінің айналасынан алынады, ал h_B мәні тең алынады 0,8-0,85[13]. Осы мәндер бойынша уақыт моменті де анықталады t_A және t_B .

Өздігінен тұрақтандыратын объектінің динамикалық моделінің параметрлерін анықтау әдісі жылу қондырғысының қазандық барабанының тарту дәрежесінің қисығы мысалында қарастырылады. Зауытқа кіретін жердегі суды 10 т/сағ = DG дейін арттырдық делік, деңгей көтеріле бастады[8,13].

2.2 Кесте - Деңгейдің айналуы

t_c , сек	0	100	200	300
Δh , мм	0	20	76	135



2.2 Сурет-Өзін-өзі тұрақталуы жоқ объектінің екпін сипаттамасы

2.6 суретке сәйкес тұрақсыз объектінің екпін сипаттамасының графигін көрсетеді. Өздігінен тұрақтандырусыз объект үшін күшейту шығыс сигналының шығыс жылдамдығының өзгеруінің кіріс сигналының ауытқуына қатынасына тең. Біздің мысалда:

$$\&h = \frac{56}{100} = \frac{0,56 \text{ мм}}{c} \quad K = \& \frac{h}{\Delta G} = \frac{0,56}{10} = 0,056 \quad (2.6)$$

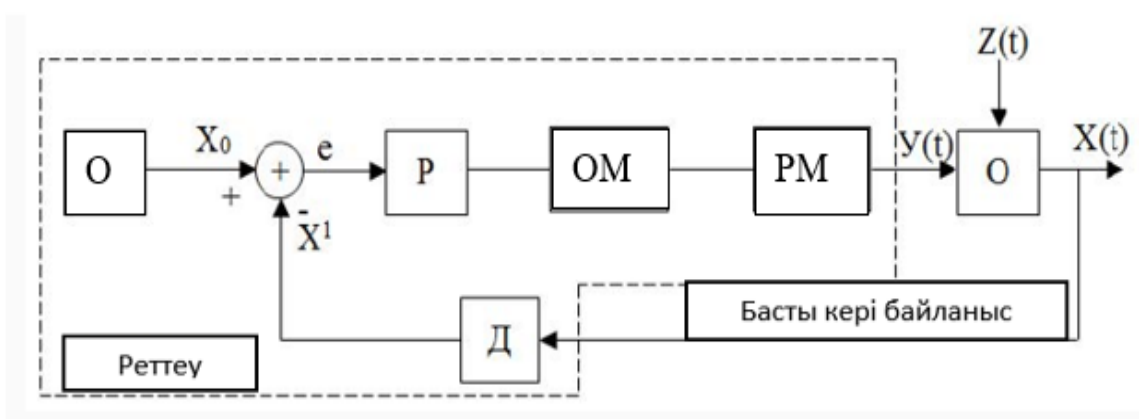
Объектінің динамикалық кешігу шамасы τ_B 2.6 суретте көрсетілген бойынша анықталады[13].

2.2 Автоматты реттегіштер және оларды күйге келтіру

2.2.1 Өндірістік реттеу жүйесі туралы жалпы мағлұматтар

Өндірістік процестің параметрлері әртүрлі параметрлермен анықталады: температура, қысым, тұтыну, концентрация және т.б. жұмыстың қажетті жоғары сапасы мен сенімділігін қамтамасыз ету үшін. Бұл маңызды міндет өндірістік және технологиялық процестерді автоматты басқару жүйесін тұрақтандыру болып табылады.

Өндірісті басқару жүйесі қазіргі заманғы процестерді басқару жүйелерінің иерархиясында екінші орын алады. Негізгі мақсат-технологиялық параметрлерді белгілі бір дәрежеде шоғырландыру. Бұл автоматты тұрақтандыру жүйесі арқылы жасалады. Бұл жүйелерде реттеуші сигнал ұзақ уақыт бойы тұрақты болып қалады[7]. Негізгі элементтеріне: АР – автоматты реттеу, КҚ күштік қуаты (усилитель мощность), ОМ – орындаушы механизм (исполнительный механизм), РМ – реттелетін мүше (регулируемый орган), ЖБО – жеке басқарылатын объект (собственно объект управления), Д – датчик, НТ– нормаландыратын түрлендіргіш (нормирующий преобразователь), О– орнатушы, СЭ – салыстыру элемент (элемент сравнения).



2.3 Сурет-Басқару объектінің өнеркәсіптік АРЖ құрылымдық схемасы

Айнымалылардың белгіленуі: Y_i -бізге берілген сигнал, e – реттеу қателігі, U_1 - реттегіштің шығыс сигналы, U_y -басқару тогы, h – реттелетін мүшенің айналуы, Q_r -заттың немесе энергия шығыны, F – қоздыру әсері, T – реттелетін параметрлер (мысалы температура), Y_{oc} - кері байланыс сигналы (шығыс кернеуі немесе түрлендіру тогы)[13].

2.2.2 Өнеркәсіпті реттеу жүйесіндегі талаптар

1) АРЖ өнеркәсібі технологиялық бөлімнің барлық орталарында жүктеу процесін сенімді басқаруды қамтамасыз етуі тиіс.

2) Жүйе жұмыс нүктесінің айналасындағы сапаны бақылау процесін қамтамасыз етеді (ауысу уақыты, айналдыру және айналдыру).

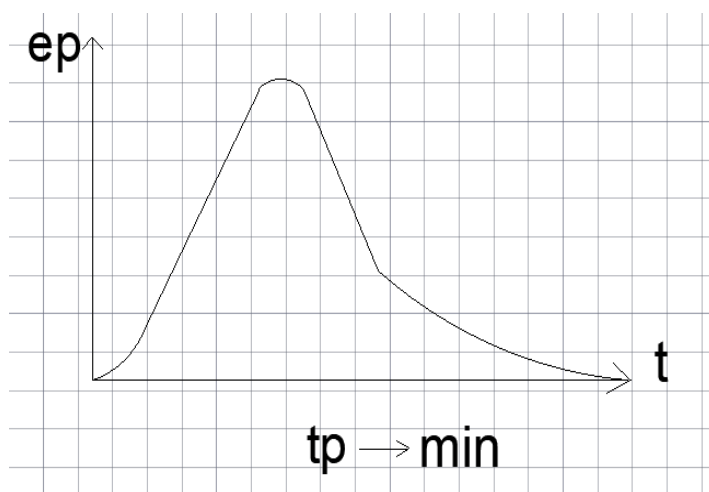
3) Жүйе осы күйде көрсетілген ауқымның реттелуін қамтамасыз етуі керек. Мүмкіндігінше статикалық қатені нөлдік реттеуді қамтамасыз ету қажет[13]. Сонымен қатар, басқару қатесінің дисперсиясы берілуі керек.

Бұл жағдай басқару объектісі тұрақты болған кезде немесе жүйенің тұрақтылық шегін теңестіру үшін Параметрлер түрінің өзгеруі жеткіліксіз болған кезде пайда болады. Сонымен қатар, дал атап өткендей, көптеген өнеркәсіптік жүйелер-бұл параметрлерді тұрақтандыратын автоматтандырылған жүйелер[7].

2.3 Типтік реттеу процесі

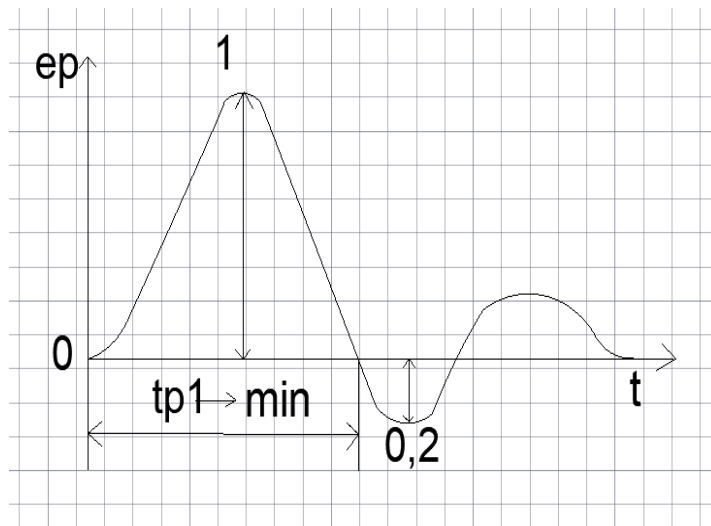
Контроллерді орнатқан кезде сіз осы тапсырманы орындауға кепілдік беретін бірқатар өтпелі кезеңдерді ала аласыз. Сонымен, басқару параметрлері үшін белгілі бір параметр мәнін таңдағанда белгілі бір белгісіздік бар. Бұл белгісіздікті жою және икемділікті есептеуді жеңілдету үшін тиімді стандартты реттеу процесі туралы түсінік енгізілді.

Үш типтік процессті белгілейді:



2.4 Сурет-Апериодтық өтпелі процесс

1. Минималды уақытты орнату-бұл ауыспалы процесс. Бұл әдеттегі процесс борттағы әсерді F (автоматты тұрақтандыру жүйесі) пайдалануды қамтиды. Орнату уақыты t_p енді стөнд минималды болатындай етіп орнатылды[13]. Кәдімгі процестің бұл түрі жабық басқару жүйесінде дірілдің алдын алу жүйелерін орналастыру үшін кеңінен қолданылады.



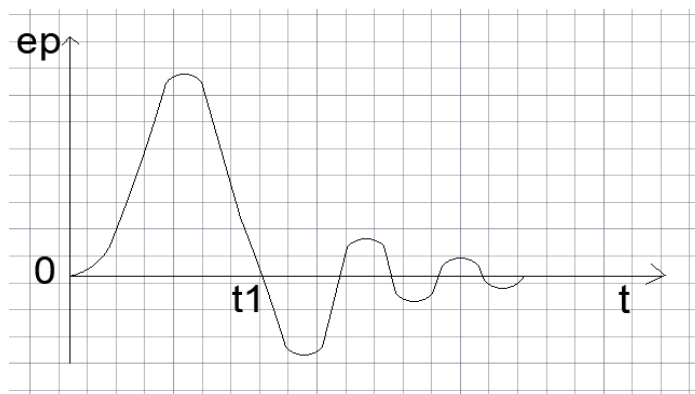
2.5 Сурет-20% -қ асыра реттеу процесі

2. Орнату процесінің 20% және ең аз уақыт- бұл кезеңнің бірінші жартысы (сурет 2.9). Мұндай процесс көптеген АРЖ өнеркәсібінде кеңінен қолданылады, өйткені ол шектеулі $t_1 = min$ тербелістермен тез қозғалады ($\sigma = 20\%$)[13].

3. Интегралдық сапа критерийінің минимумын қамтамасыз ететін процесс (сурет 2.10). Интегралдық сапа критерийінің формуласы мынадай:

$$J = \int_0^{\infty} e^2(t) dt \quad min \quad (2.7)$$

мұндағы e – реттеу қателігі.



2.6 Сурет-Интегралдық сапа критерийінің минимумы бойынша процесі

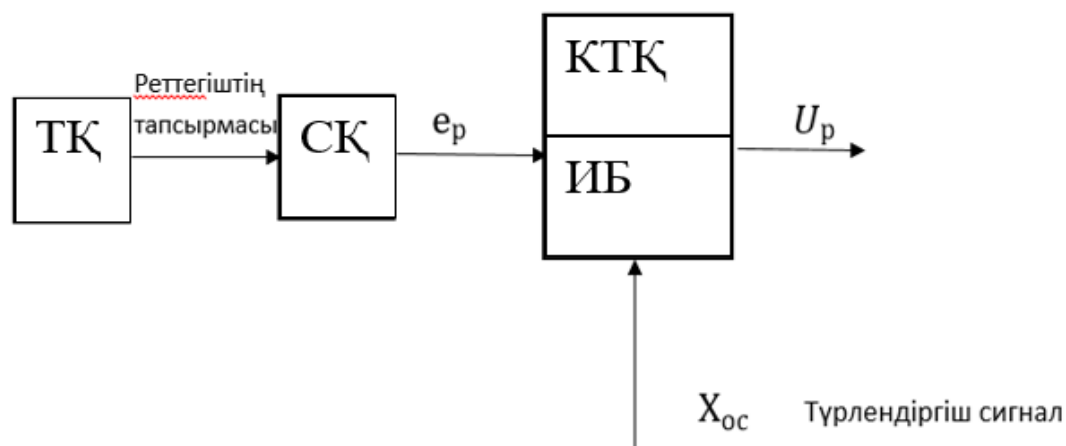
Бұл процестің ерекшелігі-ол күшті соққылармен тез орындалады. Сонымен қатар, параметрлерді реттеу контроллерін қолдана отырып, басқаруды оңтайландыру аналитикалық, сандық (ЭЕМ) немесе модельдеу арқылы орындалуы мүмкін[8,13].

Интегралданған сапа критерийін қамтамасыз ететін процесс ерітіндінің қышқылдығын анықтау үшін жүйенің реттеу шамасы рН кеңінен қолданылады.

Бұл процесс контроллерін орнату үшін оңтайлы процестердің үш түрінің әрқайсысы үшін тиісті формулалар мен номограммалар жасалды.

2.3.1 Реттегіштің типтік құрылымдық сұлбасы

Автоматты реттегіш құралады(сурет 2.10): ТҚ – тапсырма құрылғы (задающего устройства), СҚ – салыстыратын құрылғы (сравнивающего устройства), КТҚ – күшейткіш түрлендіргіш құрылғы (усилительно-преобразующего устройства), ИБ – икемдеу блогі (блок настроек).



2.7 Сурет - Автоматты реттегіштің типтік құрылымдық сұлбасы

Таратушы құрылғы жоғары тұрақты тапсырма (контроллер міндеттері) сигналын өңдеуі немесе оны арнайы бағдарламалық қамтамасыз етудің көмегімен өзгертуі тиіс. Салыстыру құрылғысы электрондық контроллердің қате мәнін тудыратын жұмыс сигналын e_p кері байланыс сигналынан ажыратады. Күшейткіш түрлендіргіші алгоритмді басқару блогынан тұрады, ол осы алгоритмнің параметрлері мен күшейткіштерін баптау блогы болып табылады. Өнеркәсіптік реттегіштерде "тура және кері" қосқыштары бар және басқару сигналының айналу шамасы өзгеруі мүмкін. Бұл қосқыштың орналасқан жерін таңдау жүйеде теріс кері байланыс болуы керек дегенді білдіреді[13].

2.3.2 Реттегіштің типін таңдау

Реттегіш түрін таңдаудағы дизайнердің міндеті реттеушінің ең төменгі бағамен және максималды сенімділікпен тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету болуы керек. Дизайнер реле түрін, үздіксіз немесе дискретті (сандық) басқаруды таңдай алады.

Контроллер түрін таңдау және икемділікті анықтау үшін сіз мыналарды білуіңіз керек:

1. Статикалық және динамикалық басқару объектісінің сипаттамалары.
2. Сапаны бақылауға қойылатын талаптар.
3. Сериялық контроллердің сапа индексі.
4. Үнталандырудың мәні бейімделу процесіне әсер етеді.

Контроллер түрін таңдау әдетте қарапайым орналастыру контроллерінен басталады және микропроцессорлық контроллерлермен аяқталуы мүмкін[13].

Сериялық реттегіштердің сапа көрсеткіші ескеріледі. Сериялық реттегіштер бақылау және, И,П,ПИ және ПИД ережелерін сақтауды қамтамасыз ететін қарапайым реттегіштер болып саналады.

Теориялық тұрғыдан алғанда, бұл жүйенің $\frac{t_p}{\tau}$ сапасын реттеу заңының күрделенуіне байланысты жақсарды. Реттеушінің динамикасына, біз білетіндей, кідіріс мәнінің R_d берілген уақыт өнімділік мәніне қатынасы жиі әсер етеді.

2.3 Кесте - Минималды мүмкін реттеу уақыты

Реттеу заңы	П	ПИ	ПИД
$\frac{t_p}{\tau}$	6.5	12	7

мұндағы t_p - реттеу уақыты, τ - объектідегі кешігу.

Теориялық тұрғыдан кешігуі бар жүйеде минималды реттеу уақыты:

$$t_{pmin} = 2\tau \quad (2.8)$$

Жылдам қозғалуды П – басқару заңы қамтамсыз етеді[8,13].

Іс жүзінде борттық контроллер кеңінен қолданылады, ол келесі функцияларды орындайды:

1. Статикалық қатенің нөлдік параметрін қамтамасыз етеді.

2. Икемдеу кезі оңай болғандықтан екі параметр икемдейміз, күшейту коэффициенті K_p және тұрақты интегралдау T_i . Мұндай реттегіште тиімділік мүмкіндігі болады $\frac{K_p}{T_i} \rightarrow \max$, бұл минималды орта – квадраттық реттеу қателігімен басқарылатын қамтамасыз етеді.

3. Арна шуының өзгеруіне аз сезімталдық.

2.4 Реттегішті күйге келтіру

2.4.1 Реттегішті күйге келтіруді анықтаудың формулалық әдісі

Әдіс жылдам реттеу процесінің тиімді типтік үш түрі үшін реттегіштің күйге келтіру параметрін мәнін бағалайтын кезде қолданылады[13].

Әдісті өзін тұрақталуы бар статикалық объекттер үшін (кесте 2.3) қолдануға болғандай өзін-өзі тұрақталуы жоқ объекттер үшін де қолданады.

2.4 Кесте - Өзін-өзі тұрақталуы бар статикалық объект

Реттегіш	Типтік реттеу процесі		
	Апериодикалық	20%-қ асыра сілттеу	J_{min}
И	$K_p = \frac{1}{4,5K_{Oy}\tau}$	$K_p = \frac{1}{1,7K_{Oy}\tau}$	$K_p = \frac{1}{1,7K_{Oy}\tau}$
П	$K_p = \frac{0,3}{\frac{K_{Oy}\tau}{T}}$	$K_p = \frac{0,7}{\frac{K_{Oy}\tau}{T}}$	$K_p = \frac{0,9}{\frac{K_{Oy}\tau}{T}}$
ПИ	$K_p = \frac{0,6}{K_{Oy}\frac{\tau}{T}}$ $T_i = 0,6T$	$K_p = \frac{0,7}{K_{Oy}\frac{\tau}{T}}$ $T_i = 0,7T$ ($T_i = \tau + 0,3T$)	$K_p = \frac{1}{K_{Oy}\frac{\tau}{T}}$ $T_i = T$

2.5 Күйге келуді есептеу

2.5.1 Объектінің жиілік сипаттамасы бойынша күйге келуді есептеу

Басқару объектісінің амплитудалық фазасының сипаттамаларын (АФХ) эмпирикалық анықтауға арналған арнайы құралдар бар. Бұл функцияны жүйеде белгіленген тұрақтылық шегін қамтамасыз ететін контроллер ПИ-режиміндегі деректерді есептеу үшін пайдалануға болады.

Жүйелік индикатордың көмегімен тұрақтылық қорын анықтау ыңғайлы, сондықтан мән максималды амплитуданың сипаттамасына сәйкес келеді – жабық жүйеде негізгі реттегіштің жиілігі[8]. Бұл максимум жұмыс күшінің құнынан аспауы керек, жабық жүйеде ауғандықтарды аумаққа кіргізбеу керек.

$$P_0 = \frac{M_1^2}{1-M_1^2} \quad R = \left| \frac{M_1^2}{1-M_1^2} \right| \quad (2.9)$$

Ортақквадраттық реттеу қателігінің минимумы бойынша тиімді болады егер олардың күйге қайтуы тербелмелі көрсеткішті $M \leq M_1$ жүйе интегралды құраушысы кезінде үлкен коэффициент болады, шарты көрсетілгендей

$$\frac{K_p}{T_1} = \min \quad (2.10)$$

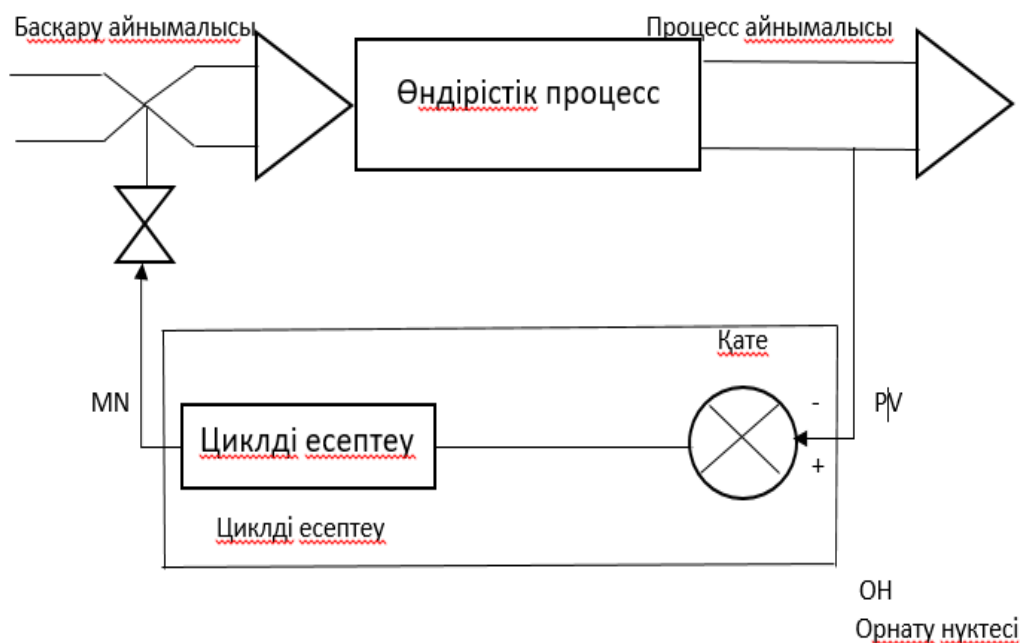
Осыған байланысты профессор Ротач В.Я әдістемесіне сәйкес тиімді күйге келу есебі екі сатыдан тұрады:

1. Жазықтық параметрін анықталуы K_p және T_i , жүйе берілген тербелмелі көрсеткішке ие болатын аудан шекарасы M_1 .
2. Талапты қанағаттандыратын нүкте ауданының шекарасын анықтау

$$\frac{K_p}{T_i} = \min \quad (2.11)$$

2.6 «FATEK»-те ПИД басқару

Жабық цикл әдісін процесті басқарудың негізгі әдісі ретінде қолдануға болады, ол көп жағдайда жақсы нәтиже береді, өйткені біз бос уақыт пен негізгі элементтердің сипаттамаларын білеміз және қажетті тапсырмаларды орындау үшін сенімді және тұрақты басқаруды қамтамасыз ете аламыз.



2.8 Сурет-Тұйқталған аналогтық контурлы типтік басқару жүйесі

Бірақ элементтердің және үзбелердің сипаттамалары уақыт өтуімен өзгеруі мүмкін, ал басқарудың сапасына жүктеменің өзгеруі және сыртқы әсердің ықпал етуі мүмкін, нәтижесінде тұйықталған контурдағы басқарудың сапасы төмендейді және бұл осы жолдың негізгі кемшілігі. Сондықтан ПИД – реттегішіндегі тұйықталған контур режимі технологиялық процессті басқару үшін ең жақсы жолы болып табылады, ол өте жақсы басқару сапасын қамтамасыз етеді.

ПЛК FBs-PLC жалпы басқару тапсырмасы үшін ПИД-тің сандық математикалық алгоритмін қамтиды, ол көптеген қосымшалар үшін жетерліктей, бірақ контурдағы уақыт әрекеті ПЛК тексеру уақытымен шектелген болуы мүмкін, мұны тез тұйықталған басқару контурынында ескеру керек.

Басқару контурының негізгі түсініктемесі төменде блок-сұлбада көрсетілген. Бұл сұлбада көрсетілгені тұйықталған сигналдар жолы және «тұйықталған басқару контуры» деп аталатын «контур» бар[14].

Алайда, элементтер мен пышақтардың сипаттамалары уақыт өте келе өзгеруі мүмкін, ал басқару сапасына жүктеме мен сыртқы әсерлердің өзгеруі әсер етуі мүмкін, бұл жабық циклді басқару сапасының төмендеуіне әкеледі және бұл ПИД-реттегішінің басты кемшілігі болып табылады. Осылайша, ПИД-контроллеріндегі жабық цикл режимі сапаны бақылауды қамтамасыз ететін процесті басқарудың ең жақсы әдісі болып табылады.

ПЛК FBs-PLC жалпы басқару есебінің сандық математикалық алгоритмін қамтиды, бұл көптеген қосымшалар үшін жеткілікті, бірақ схеманың орындалу уақыты жылдам жабық басқару циклінде ескерілуі керек ПЛК тексеру уақытымен шектелуі мүмкін[14].

2.6.1 Реттегішті қалай таңдау керек

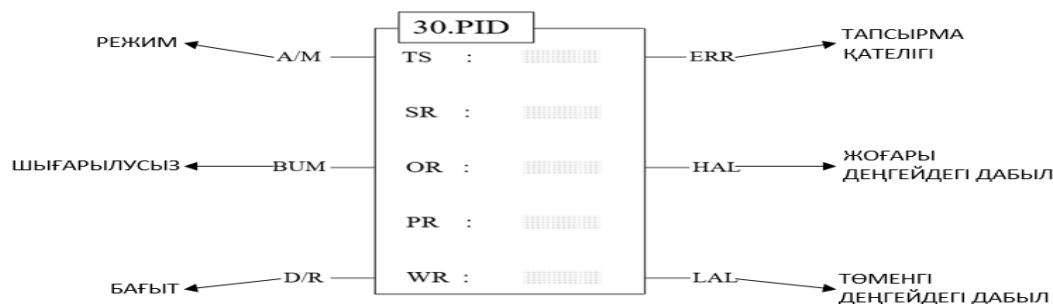
Тұтынушының талаптарына байланысты нақты қосымшалар үшін әртүрлі реттегіштер қолданылуы мүмкін, бірақ көптеген қосымшалармен және өте жақсы нәтижелермен қамтамасыз ететіндей жұмыс жасайтын бір әмбебап реттегішті қолданған жөн. Ондай әмбебап шешім ПИД –реттегіш болады, себебі оның математикалық моделінде үш әртүрлі үзбелерді құрайды, олар «пропорционалдық реттегіш», «пропорционалдық + интегралдық реттегіш» және «пропорционалды + интегралды + дифференциалды реттегіштер». Төменде әр реттегіш үшін сандық математикалық формулалар көрсетілген[4].

Орнынан алу: шығысындағы орнынан алу шамасы (диапазон 0~16383)

Туынды үзбелі реттегіш реттегіштің ауытқуын түзеуге және шығарылудың шамасын төмендетуге мүмкіндік береді. Бірақ реттегіштің ауытқуы дифференциалдық үзбеге байланысты және сондықтан көпшілік қосымшаларда бұл үзбе қажет емес және дифференциалдау константын (T_d) 0 тең деп қалдырған жөн.

ПИД нұсқаулықтың сипаты және программа мысалы:

Төменде ПЛК FBs-PLC –дағы ПИД бойынша басқару контуры үшін ПИД нұсқаулықтың сипаттамасы және программа мысалы көрсетілген.



2.9 Сурет-Релелік – контактілік сұлбаның символы

Ts: тізбектелген есептеулер арасындағы уақыт интервалы (диапазон 1~3000, бірлік 0,01 сек)

SR: Контур күіне келуінің бастапқы регистрі; 8 регистр бос емес.

OR: контурдағы ПИД-реттегіш үшін шығыс регистр

PR: Контур параметрі кестесіндегі бастапқы регистр, ол 7 регистр орын алады

WR: бұл нұсқама үшін жұмыс регистрінің бастапқы ауданы. Ол программаның басқа жерінде қолдануға болмайтын 5 регистр орын алады.

Range Operand	HR R0 R3839	ROR R5000 R8071	DR D0 R3999	K
Ts	○	○	○	1-3000
SR	○	○*	○	
OR	○	○*	○	
PR	○	○*	○	
WR	○	○*	○	

2.10 Сурет-Релелік – контактілік сұлба

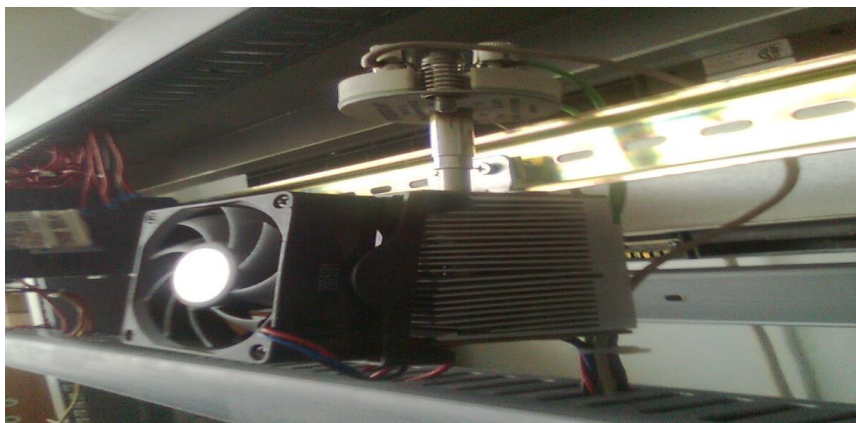
Бағдарламалық жасақтама ПЛК FBS-PLC алгоритмі сандық сигналдарды қолданатын үш дискретті контроллер үшін математикалық функцияны қолданады. Осылайша, шығыс сигналын басқару қатемен бірге жүреді. Шығыс сигналы қателікке пропорционал, қателік-интегралдық және ауыспалы процестің өзгеру жылдамдығы. Басқаша айтқанда, басқару алгоритмі әртүрлі автоматты П,ПИ, ПД және ПИД реттегіштерді қолмен басқару режимдерінен, шығыс немесе тұрақты берілістерден, адаптивті қорғаныс параметрлері мен қанықтыру коэффициенттерінен, сондай-ақ интегралды және туынды разрядтан пайда табудан тұрады[4].

2.7 Лабораториялық стендті суреттеу

Зертханалық оқу позициясын құру және пайдалану студентке теориялық білімді практикада қолдануға және материалды сапалы оқуға көмектеседі. Оқу стендін пайдалану басқару және реттеу теориясы және біліктілікті арттыру бойынша іргелі білім алу үшін маңызды. Біздің лабораториялық стенд мынадай құрылымдардан тұрады: микропроцессорлық контроллер «Fatek», басқару блогы, Реле, автомат, «Fatek» аналогтық модулі FBs-6AD, Rosemaunt түрлендіргіші 3144, Rosemaunt температура датчигі, нихромдық сым, куллер.



2.11 Сурет-Лабораториялық стендтің түрі



2.12 Сурет-Дипломдық жобадағы объект.

2.7.1 Жұмыс істеу принципі

Біздің лабораториялық стендтің жұмыс істеу принципі: біздің объект радиатордан, оны қыздыратын нихромдық сымнан, температураны реттейтін куллерден және объектідегі температураны өлшейтін ROSEMAUNT температура датчигінен құралады. Нихромдық сым арқылы радиаторды қыздырамыз (максималды қыздыру температурасы 170°C), біз радиатордағы температураны 50° -та ұстап тұруымыз керек (тапсырмамыз 50°C), яғни

температурамыз 50° -тан асқан кезде термокедергі контроллерімізге сигнал жібереді, контроллер жазылған программа бойынша өңдеп куллерге сигнал жібереді, сосын куллеріміз іске қосылып радиатордағы температураны салқындатады. Біз температура көрсеткішін ROSEMAUNT температура көрсеткішінде көре аламыз. FATEK –те ПИД басқару контроллердің ішінде орналасқан.

2.7.2 «Fatek FBs-24MC» программаланатын логикалық контроллері

Бағдарламаланатын "Fatek FBs" типті логикалық контроллер, орта және үлкен ПЛК-ге қарағанда жетілдірілген мүмкіндіктермен жабдықталған жаңа буын микропроцессор. Үш негізгі түрі бар: МА (экономды типі), МС (жоғары сапалы типі), MN (жылдам типті). Барлық бастапқы "қандағы қант" блоктары бірдей дизайнға ие. Айырмашылық сыртқы корпусның ұзындығында. Дискретті кірістер мен шығуларға арналған тұрақты кіріс және шығыс арналарының саны, сондай-ақ кеңейту модульдерін қосу мүмкіндігі-256 нүкте[3]. Ол RS232, RS485, USB и Ethernet интерфейстеріне қосылуға арналған Бес түрлі портты қамтиды. Олар 14 тақталар мен модульдер түрінде қол жетімді.

24 вольтты «Fatek FBs-10MC» 6 24 В дискретті кіріс нүктесі, мысалы, 2 нүкте 100 кГц, 4 нүкте 20 кГц, 4 шығу нүктесі, 1 USB порты немесе Rs 232.

«Fatek FBs-10MC» негізгі блогының негізгі техникалық сипаттамалары 5.3-кестеде келтірілген.[3].

2.5 Кесте -«Fatek FBs-24MC» басты блогының негізгі техникалық сипаттамалары

№	Параметр аты	Параметр мәні
1	Қорек көзі	100-240 В
2	Қорек көзінің жиілігі	50±3, 60±3 Гц
3	Макс. қолданылатын қуаты	21 Вт
	Параметр аты	Параметр мәні
4	Қорек блогы	24 В, 400 мА
5	Орындалу жылдамдығы	0,33 мксек
6	Басқарылатын программаның көлемі	20 К сөз
7	Дискретті кіріс	6
8	Дискретті шығыс	4
9	Порт 0 (RS232 немесе USB)	Мәліметтерді жіберу жылдамдығы 4,8-9,6 кб/с
10	Порт 1-4 (RS232, RS485 немесе Ethernet)	Мәліметтерді жіберу жылдамдығы 4,8-9,6 кб/с
11	Жұмыс температурасы	-5÷+55 °С
12	Салыстырмалы ылғалдылық	5÷95 %
13	Габаритті өлшемдері	60*90*80
14	Салмағы	0,1 кг



2.13 Сурет-Платиналық кедергі термотүрлендіргіші Rosemount 0065

Платиналық кедергі термотүрлендіргіші Rosemount 0065 кедергінің температурадан сызықты және тұрақты байланысын көрсетеді және ең бастысы жоғары дәлдік, сенімділік және ұзақ уақытты тұрақтылықты керек ететін өнеркәсіптерде қолданылады.[5].

Платиналық ТС Rosemount 0065, НСХ Pt100, W100=1,3850, Сезімтал элементтердің саны 1 немесе 2, Өлшенетін температура диапазоны 50-тан 450°C дейін немесе 196-дан 600°C дейін сезімтал элементтің типіне байланысты.

Қалпына келу уақытының көрсеткіші максимум 9 с әрекет 50% жету үшін[3,5].

Бату тереңдігі 60 мм минимум ИЕС 751 сәйкесінше сыналатын кезде

Изоляция кедергісі

1000 МОм минимум 500 В тұрақты ток кезінде

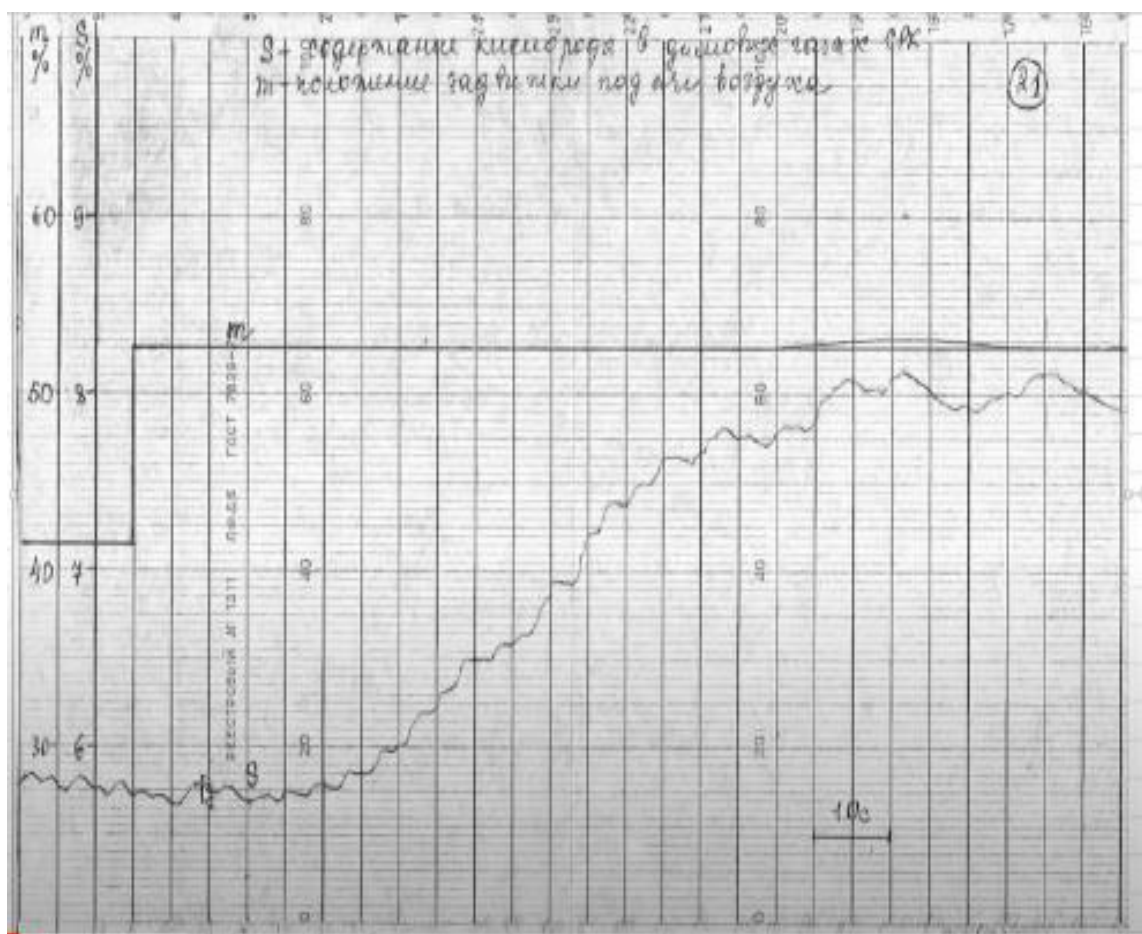


2.14 Сурет-Rosemount 3144P Температура түрлендіргішінің интеллектуалды өлшегіші

Rosemount 3144P AMS жүйесіне ақпарат береді. Температураны өлшеуді және диагностикалық ақпаратты орнында көрсету процесс жағдайын жедел және дәл бақылауды қамтамасыз етеді. Rosemount 3144P бір және қос сенсорларды қабылдайды.

2.8 Лабораториялық стендтің математикалық моделі

Қарапайым реттегіш мысалындағы басқару жүйесінің құрылымы
Дипломдық жобада қарастырылып жатқан модель Matlab бағдарламасындағы Simulink қосымшасымен жасалынған. Объектіні реттеу үшін ПИ реттегішті қолдандық. Қарапайым реттегіш мысалындағы басқару жүйесінің графигі автотербелмелі болғандықтан, біз дипломдық жобада әр түрлі коэффициенттері бар реттегіштерді қолдануды шештік. Математикалық модельде біз тапсырманы 50° деп бердік, ал температураның максималды мәні 170° . Қателігіміз 0,49. Біз ең алдымен идентификациялау процесін жүргіземіз. Бізге ол үшін ең алдымен үдеу қисығы керек болады. Сол үшін біз мысалға практикадан алдық.



2.15 Сурет-Электрлік котелдың үдеу қисық сызбасы

Біз бұл суретте көріп тұрғанымыздай қазандық түтін газының оттегі қисығы. Яғни шығу әрекеті S. Кіріс әрекеті m, яғни ауа демперінің орны. Біз бұл суретке қарап 3 баған құрдық.

2.6 Кесте – Электрлік котелдың үдеу қисық кестесі

t,s	m, %	s, %
0	41.5	5,75
2,5	41.5	5,75
5	52.5	5,75
7,5	52.5	5,75
10	52.5	5,75
12,5	52.5	5,75
15	52.5	5,75
17,5	52.5	5,75
20	52.5	5,75
22,5	52.5	5,75
25	52.5	5,75
27,5	52.5	5,8
30	52.5	5,85
32,5	52.5	5,95
35	52.5	6
37,5	52.5	6,15
40	52.5	6,25
42,5	52.5	6,4
45	52.5	6,5
47,5	52.5	6,6
50	52.5	6,65
52,5	52.5	6,75
55	52.5	6,9
57,5	52.5	7,05
60	52.5	7,2
62,5	52.5	7,35
65	52.5	7,45
67,5	52.5	7,55
70	52.5	7,6
72,5	52.5	7,65
75	52.5	7,7
77,5	52.5	7,75
80	52.5	7,75
82,5	52.5	7,8
85	52.5	7,85
87,5	52.5	7,85
90	52.5	7,9
92,5	52.5	7,95
95	52.5	7,95
97,5	52.5	8

Кестеде берілген шамаларды рет-ретімен MatLAB программасына енгіземіз. Ең алдымен кіріс әрекетін, шығыс әрекетін және уақыт. Біз оны төмендегі 3.6-суретте көре аламыз:

Process Models

Model Transfer Function

$$\frac{K \exp(-T_d s)}{(1 + T_p1 s)}$$

Poles

1 ▼ All real ▼

☐ Zero

☒ Delay

☐ Integrator

Parameter Known	Value	Initial Guess	Bounds
K ☐		Auto	[-Inf Inf]
Tp1 ☐		Auto	[0.001 Inf]
Tp2 ☐	0	0	[0.001 Inf]
Tp3 ☐	0	0	[0.001 Inf]
Tz ☐	0	0	[-Inf Inf]
Td ☐		Auto	[0 75]

Initial Guess

☒ Auto-selected

☐ From existing model:

☐ User-defined

Disturbance Model: None ▼

Focus: Simulation ▼

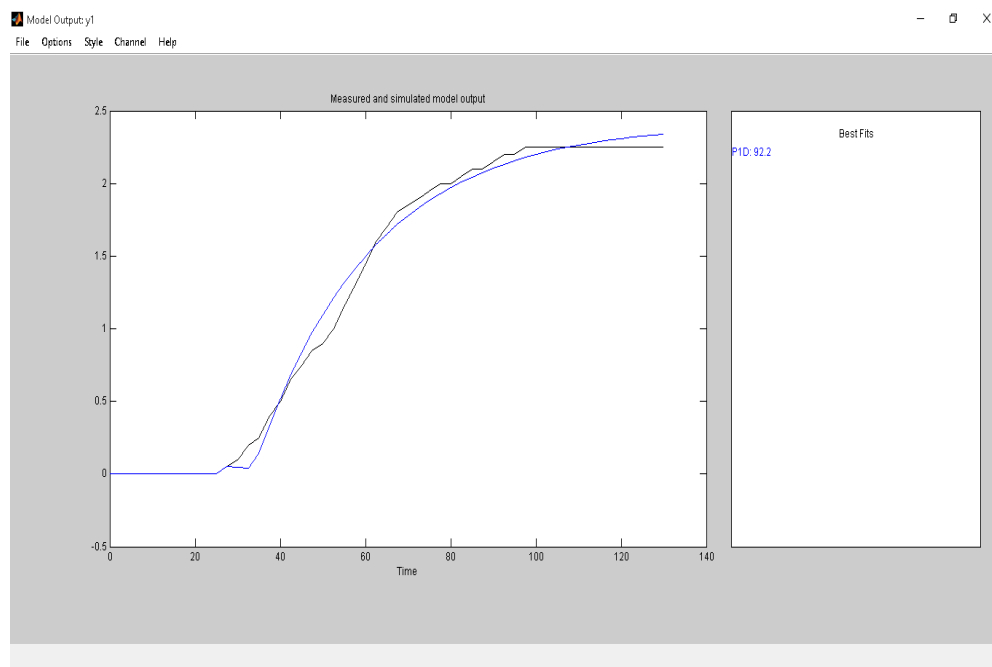
Initial state: Zero ▼

Covariance: Estimate ▼

Iteration Fit: Improvement ☐ Display

Name: P1D

2.18 Сурет-Бірінші ретті қисық



2.19 Сурет-Бірінші ретті қисықтың графигі

Process Models

Model Transfer Function

$$\frac{K \exp(-T_d s)}{(1 + T_{p1} s)(1 + T_{p2} s)}$$

Poles

2 All real

☐ Zero
☒ Delay
☐ Integrator

Parameter	Known	Value	Initial Guess	Bounds
K	☐	0.21931	Auto	[-Inf Inf]
Tp1	☐	27.4666	Auto	[0.001 Inf]
Tp2	☐		Auto	[0.001 Inf]
Tp3	☐	0	0	[0.001 Inf]
Tz	☐	0	0	[-Inf Inf]
Td	☐	28.8018	Auto	[0 75]

Initial Guess

☒ Auto-selected
☐ From existing model:
☐ User-defined Value-->Initial Guess

Disturbance Model: None

Initial state: Zero

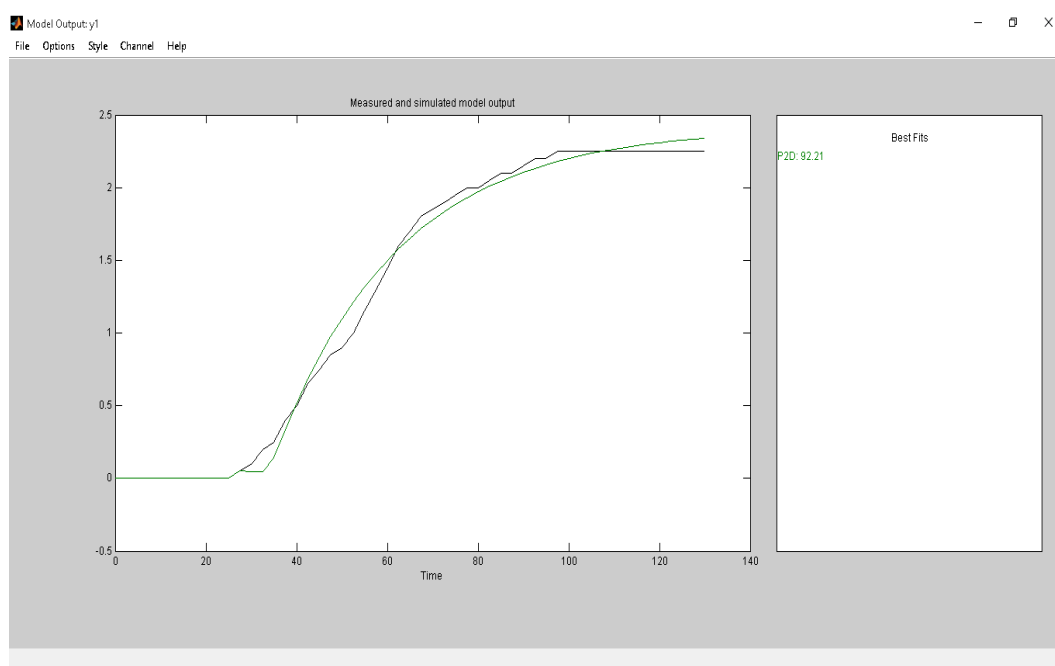
Focus: Simulation

Covariance: Estimate Options...

Iteration 10 Fit: 0.00557 Improvement 0 % ☐ Display Stop Iterations

Name: P2D Estimate Close Help

2.20 Сурет-Екінші ретті қисық



2.21 Сурет-Екінші ретті қисықтың графигі

Process Models

Model Transfer Function

$$\frac{K \exp(-T_d s)}{(1+T_{p1} s)(1+T_{p2} s)(1+T_{p3} s)}$$

Poles: 3 All real

☐ Zero
☒ Delay
☐ Integrator

Parameter	Known	Value	Initial Guess	Bounds
K	☐	0.20805	Auto	[-Inf Inf]
Tp1	☐	27.5693	Auto	[0.001 Inf]
Tp2	☐	6.5156	Auto	[0.001 Inf]
Tp3	☐	0.001	Auto	[0.001 Inf]
Tz	☐	0	0	[-Inf Inf]
Td	☐	21.5084	Auto	[0 75]

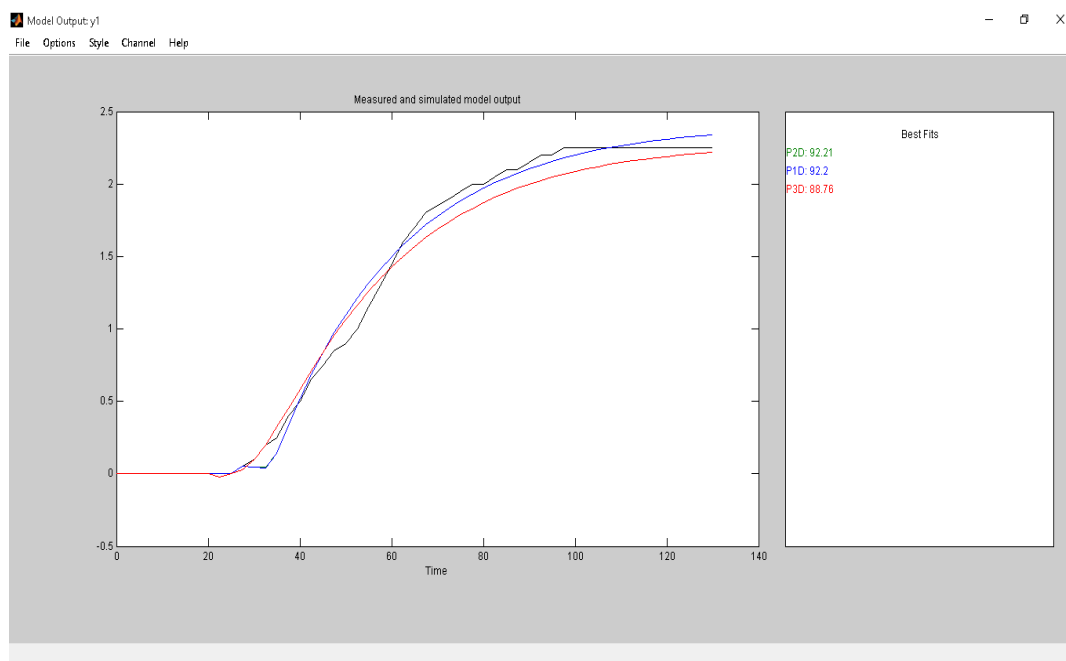
Initial Guess: ☒ Auto-selected
☐ From existing model:
☐ User-defined: Value-->Initial Guess

Disturbance Model: None Initial state: Zero
Focus: Simulation Covariance: Estimate Options...

Iteration 20 Fit: 0.0114 Improvement 0 % ☐ Display Continue

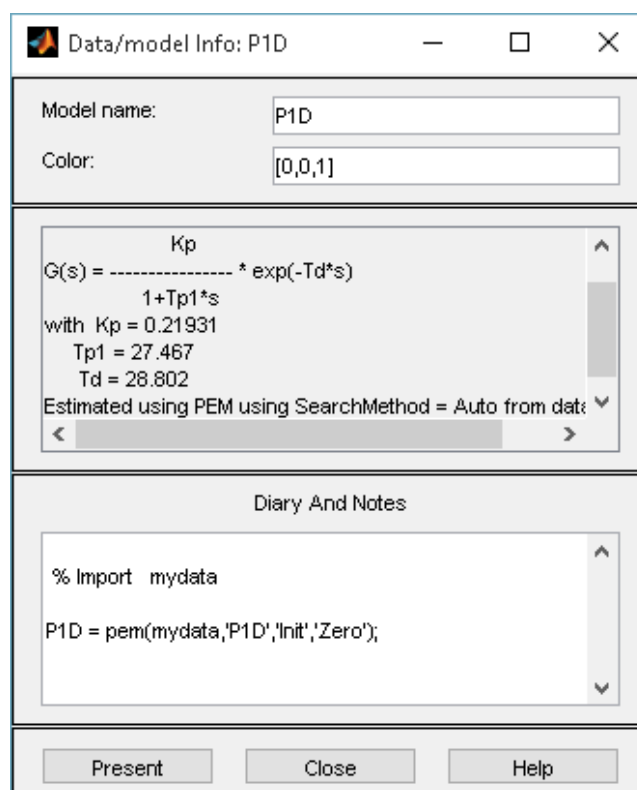
Name: P3D Estimate Close Help

2.22 Сурет-Үшінші ретті қысық

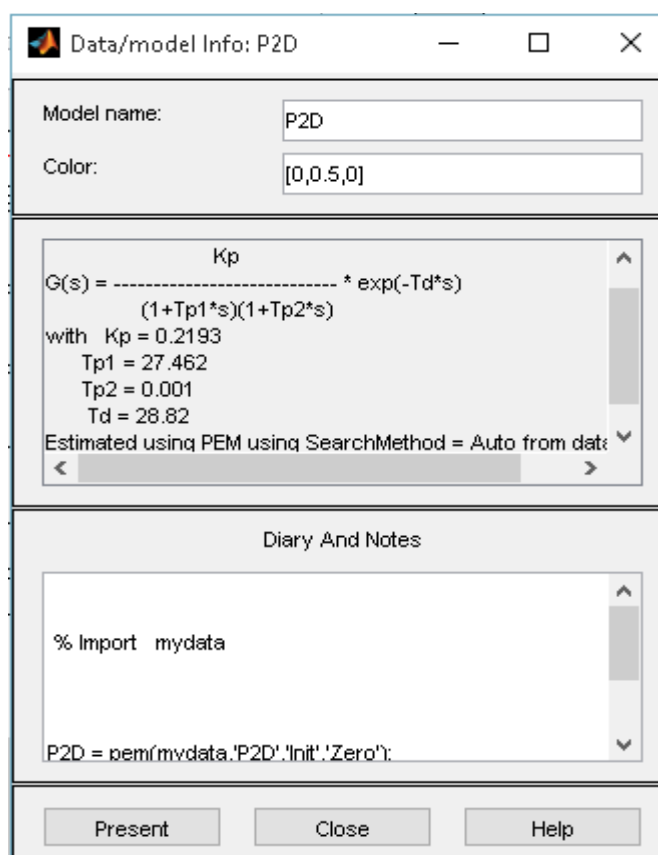


2.23 Сурет-Үшінші ретті қысықтың графигі

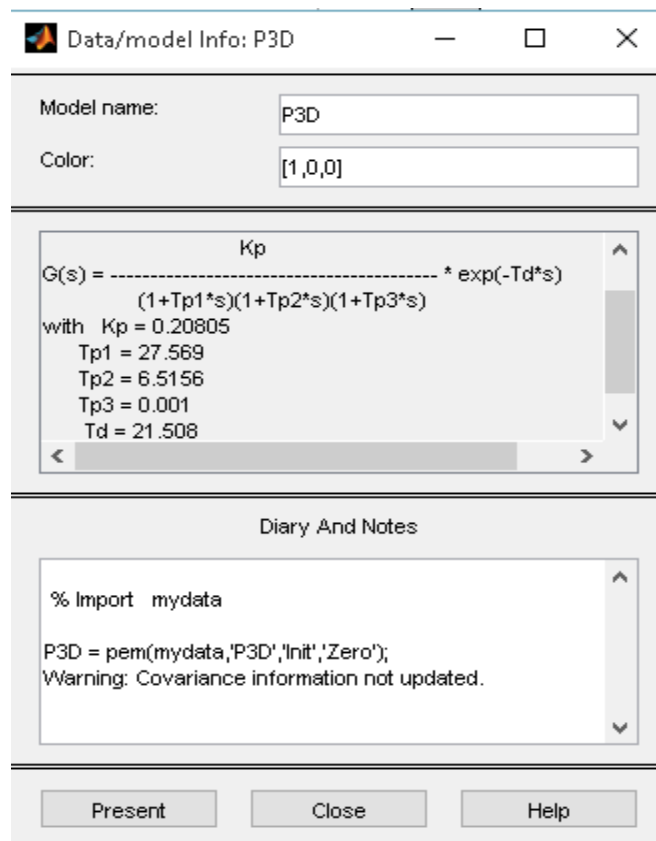
Бұл графиктерде байқағанымыз нормаға келіп тұрған 1 және 3 ретті қысық графиктері. Сондықтан біз әрі қарай матлабта сұлбамызды құруға 1 немесе 3 ретті графиктердің мәндерін аламыз.



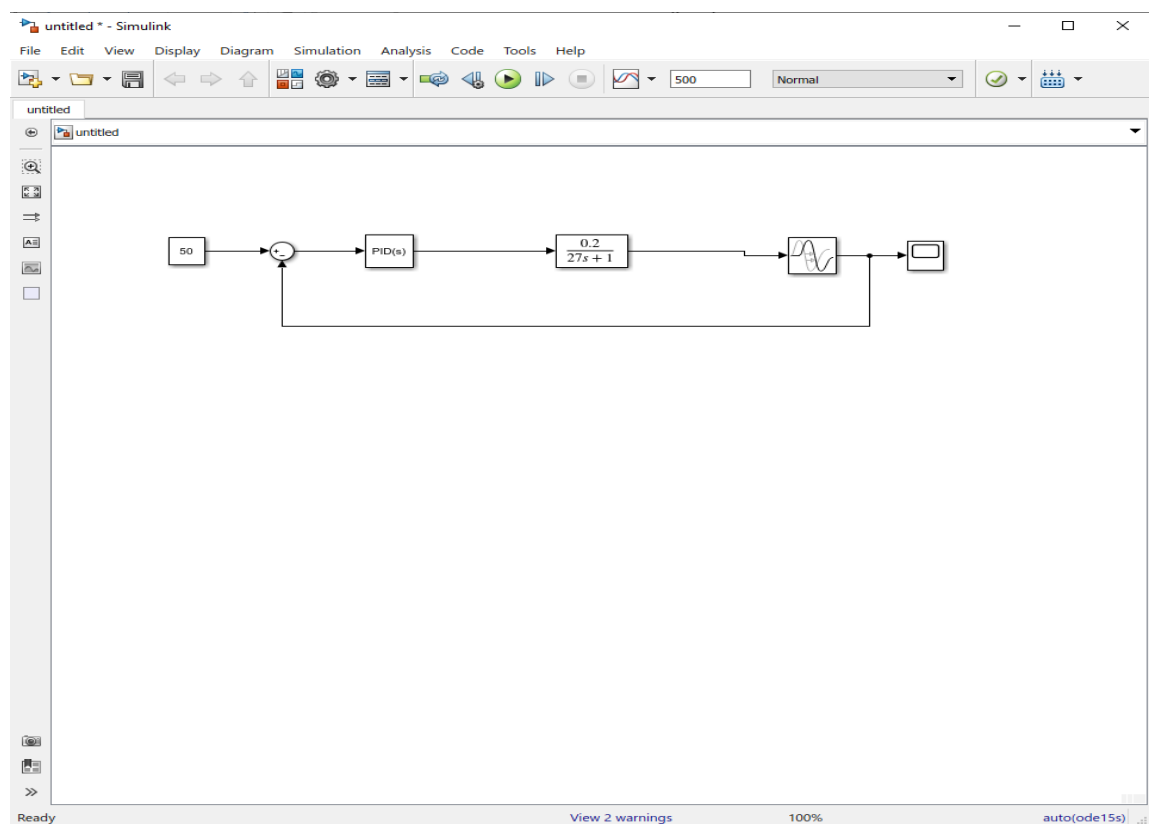
2.24 Сурет-Бірінші ретті апериодтық буын



2.25 Сурет-Екінші ретті апериодтық буын



2.26 Сурет-Үшінші ретті апериодтық буын



2.27 Сурет-Бірінші ретті апериодты ПИД реттегіші арқылы Simulink-те құрылуы

Block Parameters: PID Controller

This block implements continuous- and discrete-time PID control algorithms and includes advanced features such as anti-windup, external reset, and signal tracking. You can tune the PID gains automatically using the "Tune..." button (requires Simulink Control Design).

Controller: **PID** Form: **Parallel**

Time domain:
☒ Continuous-time
☐ Discrete-time

Main | PID Advanced | Data Types | State Attributes

Controller parameters

Source: **internal** [Compensator formula](#)

Proportional (P): **2.8034846947126**

Integral (I): **0.0970555336272887**

Derivative (D): **0**

Filter coefficient (N): **100**

Select Tuning Method: **Transfer Function Based (PID Tuner App)** **Tune...**

$$P + I \frac{1}{s} + D \frac{N}{1 + N \frac{1}{s}}$$

Initial conditions

Source: **internal**

Integrator: **0**

Filter: **0**

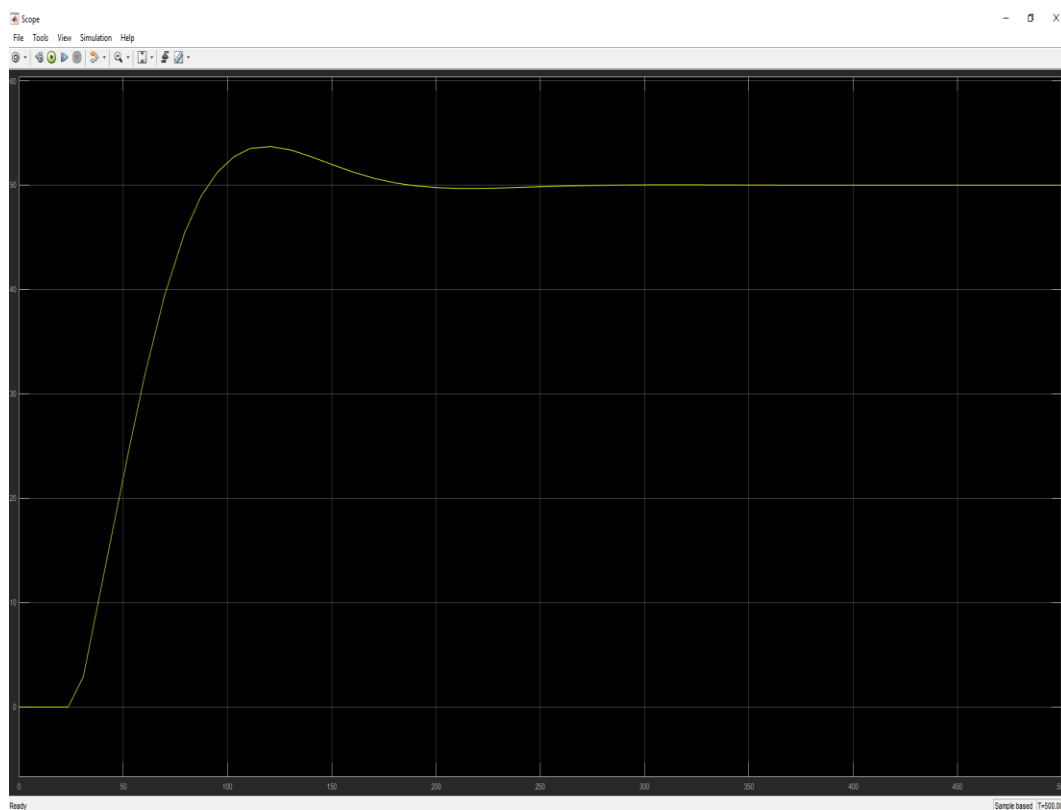
External reset: **none**

☐ Ignore reset when linearizing

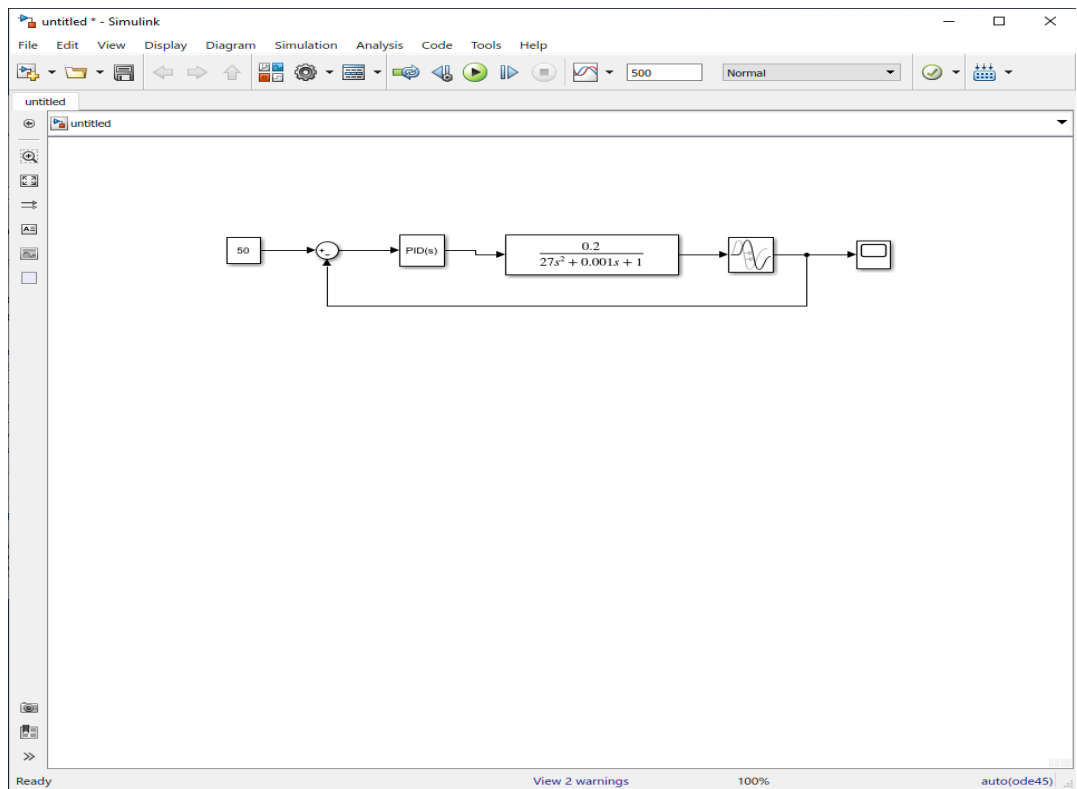
☒ Enable zero-crossing detection

OK Cancel Help Apply

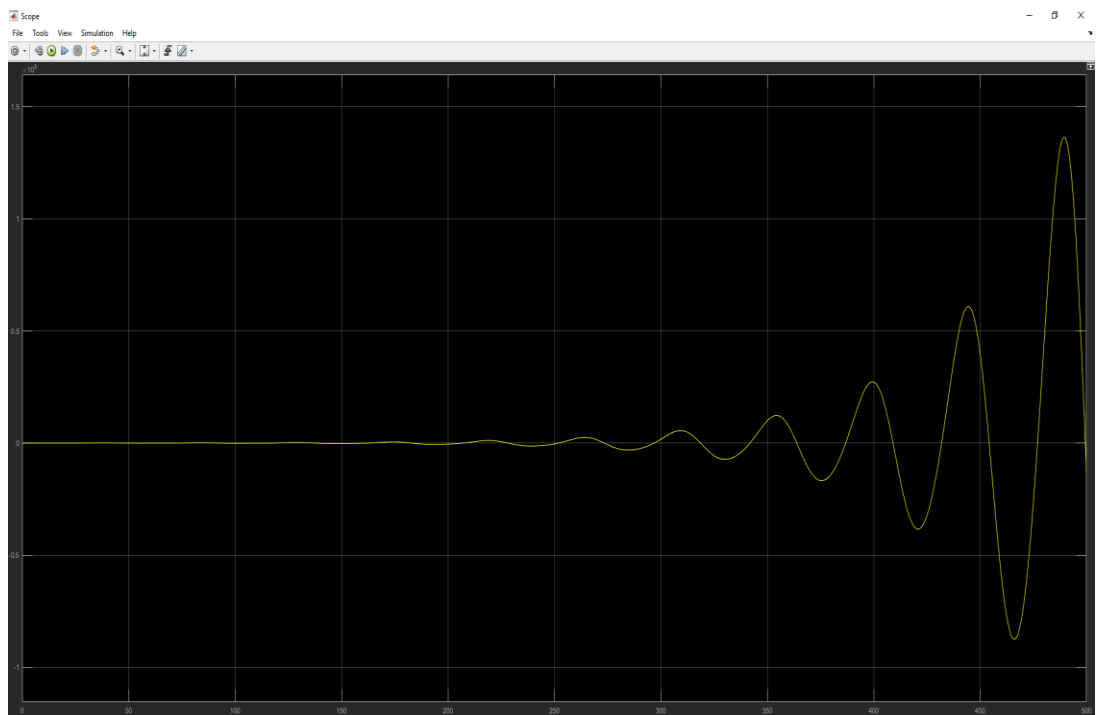
2.28 Сурет- Бірінші ретті аperiodты ПИД реттегішінің параметрлері



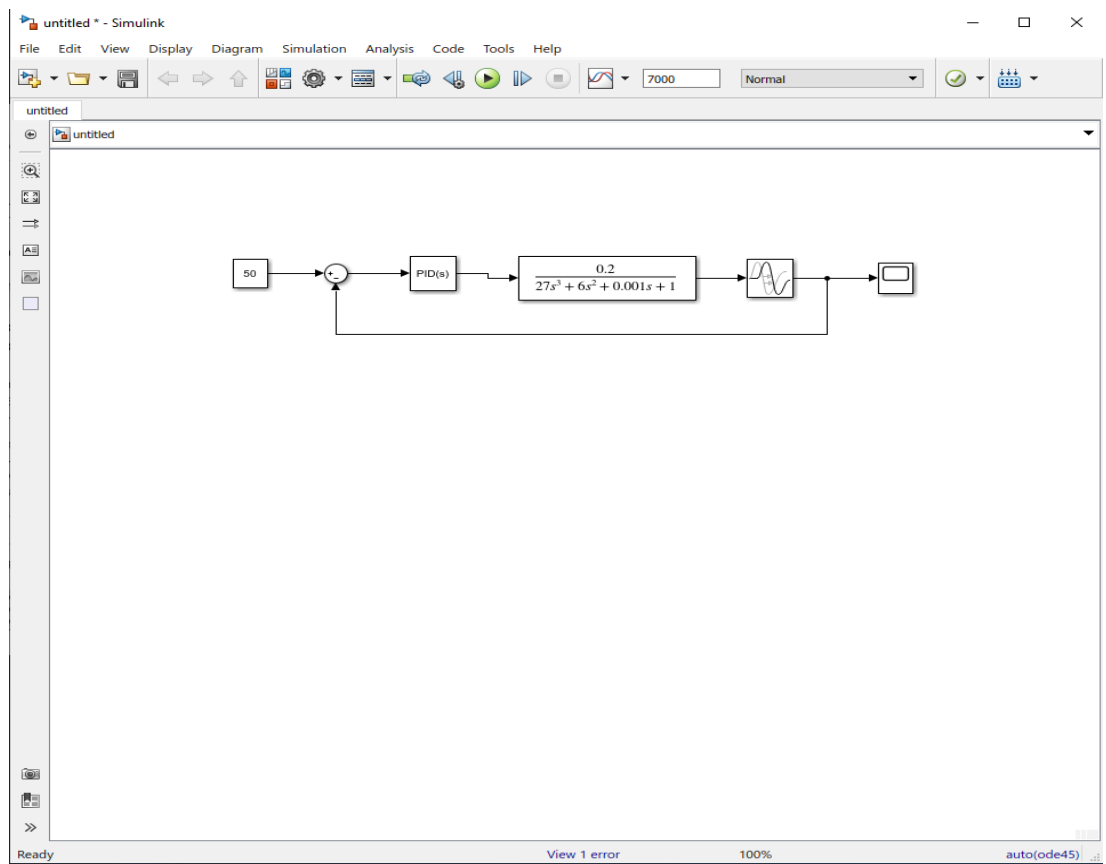
2.29 Сурет-50° орнықталды



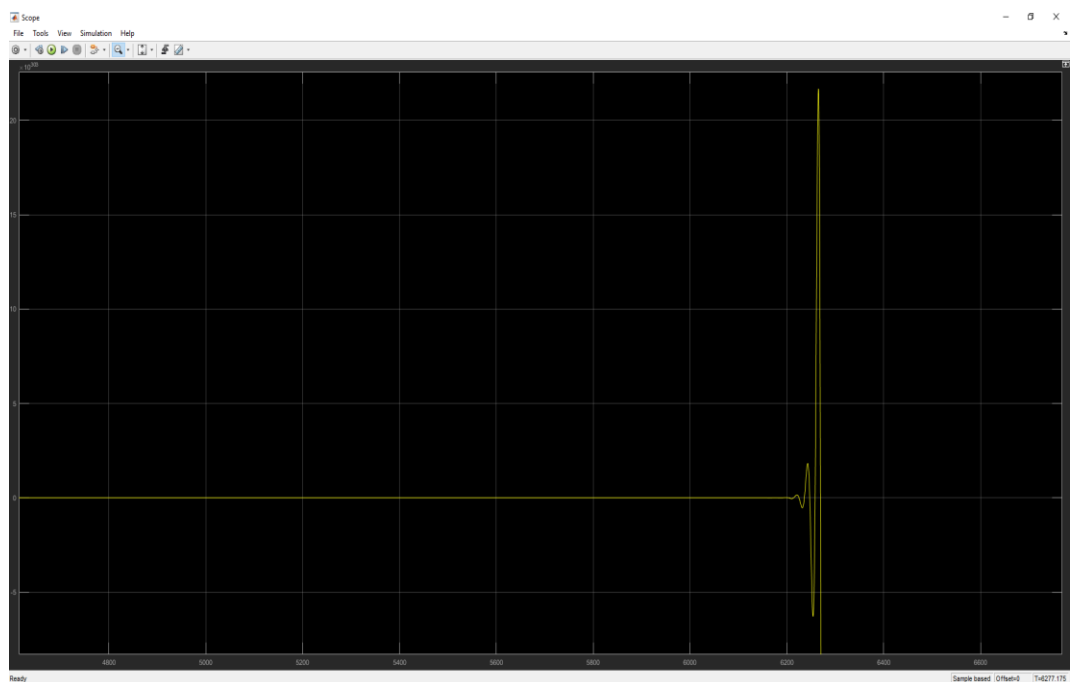
2.30 Сурет-Екінші ретті аperiодты ПИД реттегіші арқылы Simulink-те құрылуы



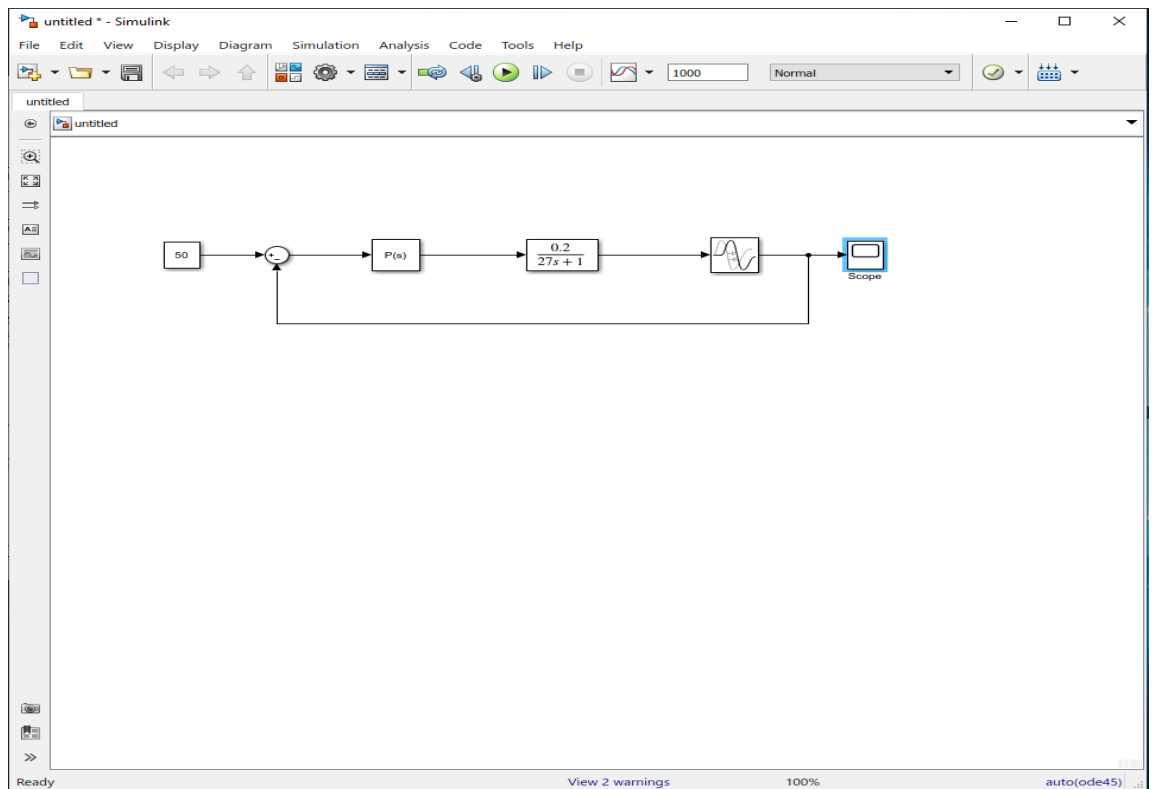
2.31 Сурет-50° орнықталмады



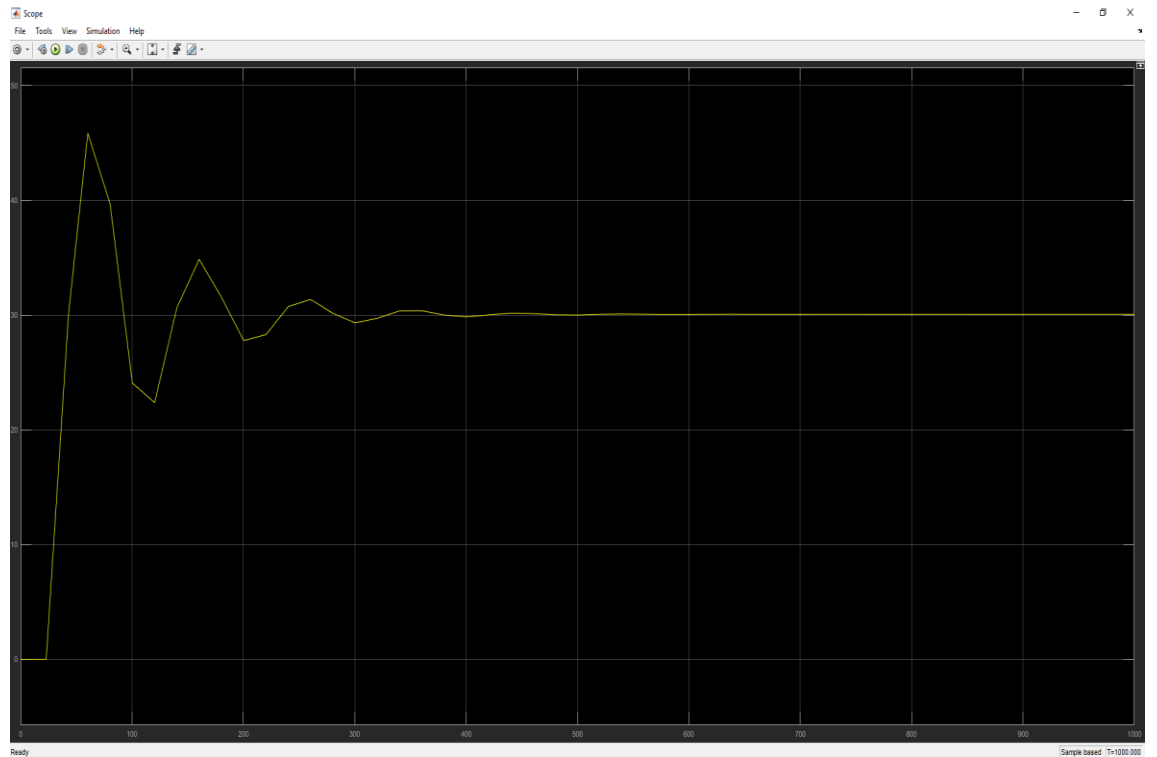
2.32 Сурет-Үшінші ретті аperiodты ПИД реттегіші арқылы Simulink-те құрылуы



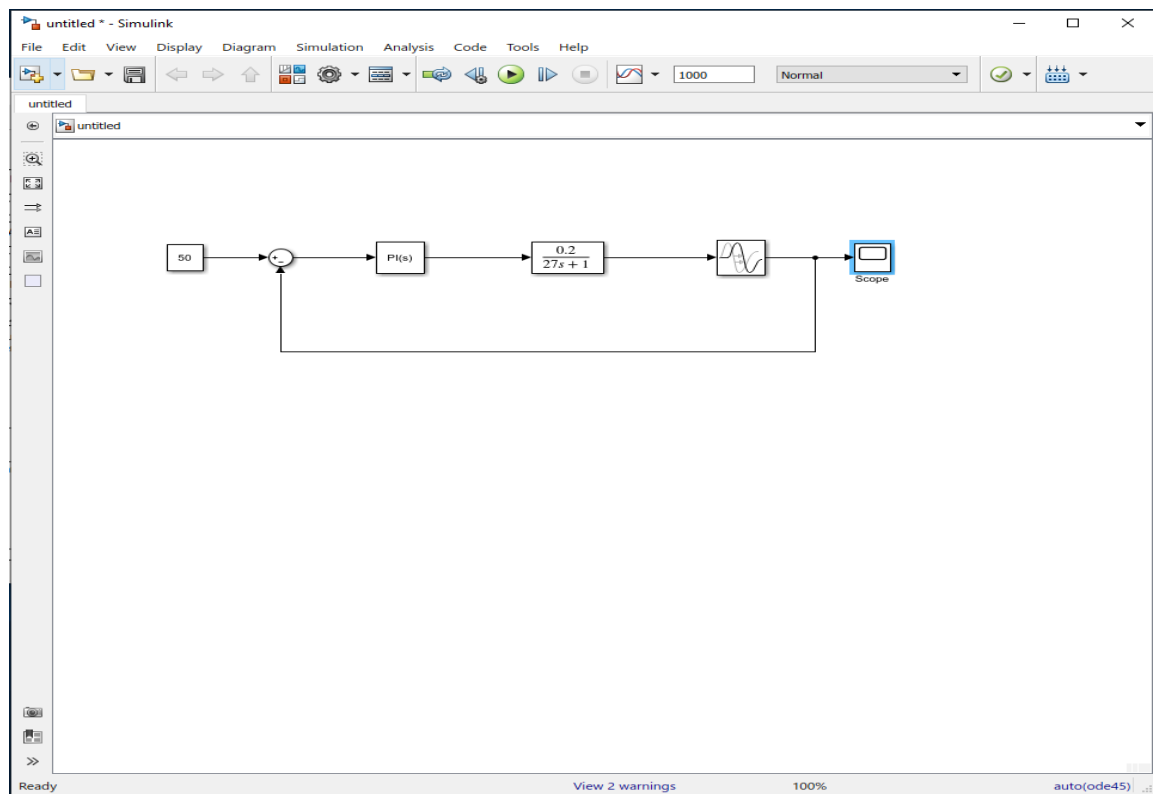
2.33 Сурет-50° орнықталмады



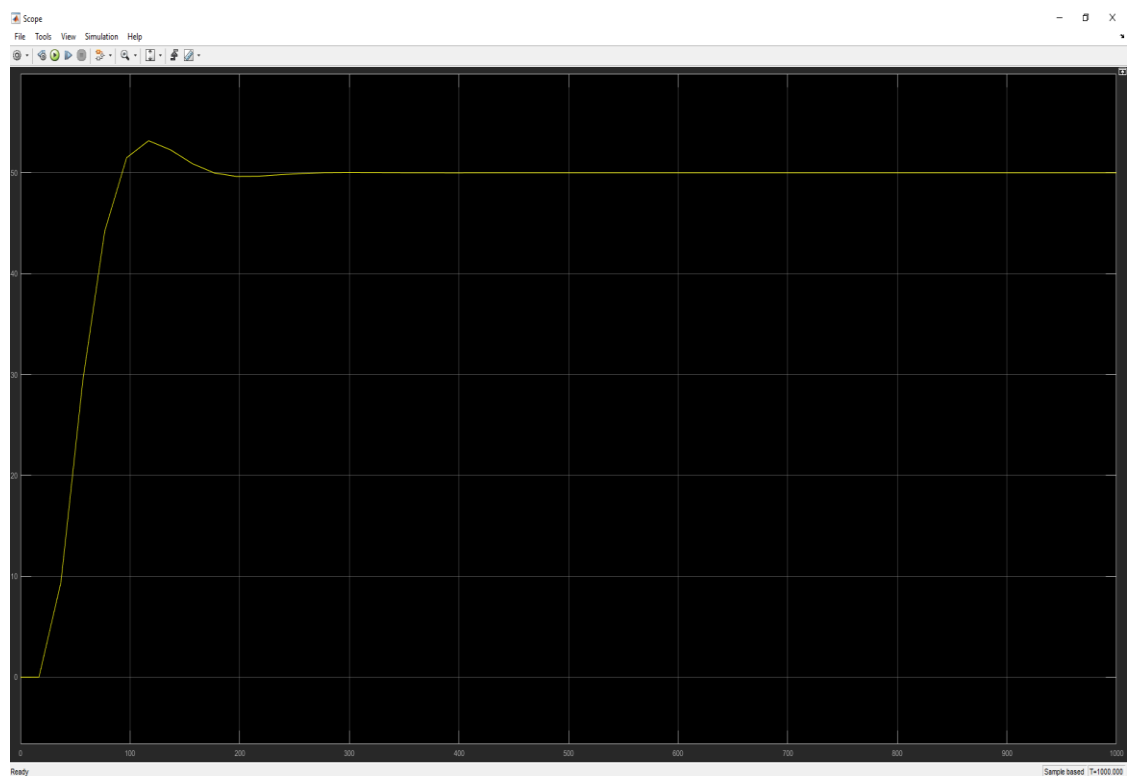
2.34 Сурет-Бірінші ретті аperiodты П реттегіші арқылы Simulink-те құрылуы



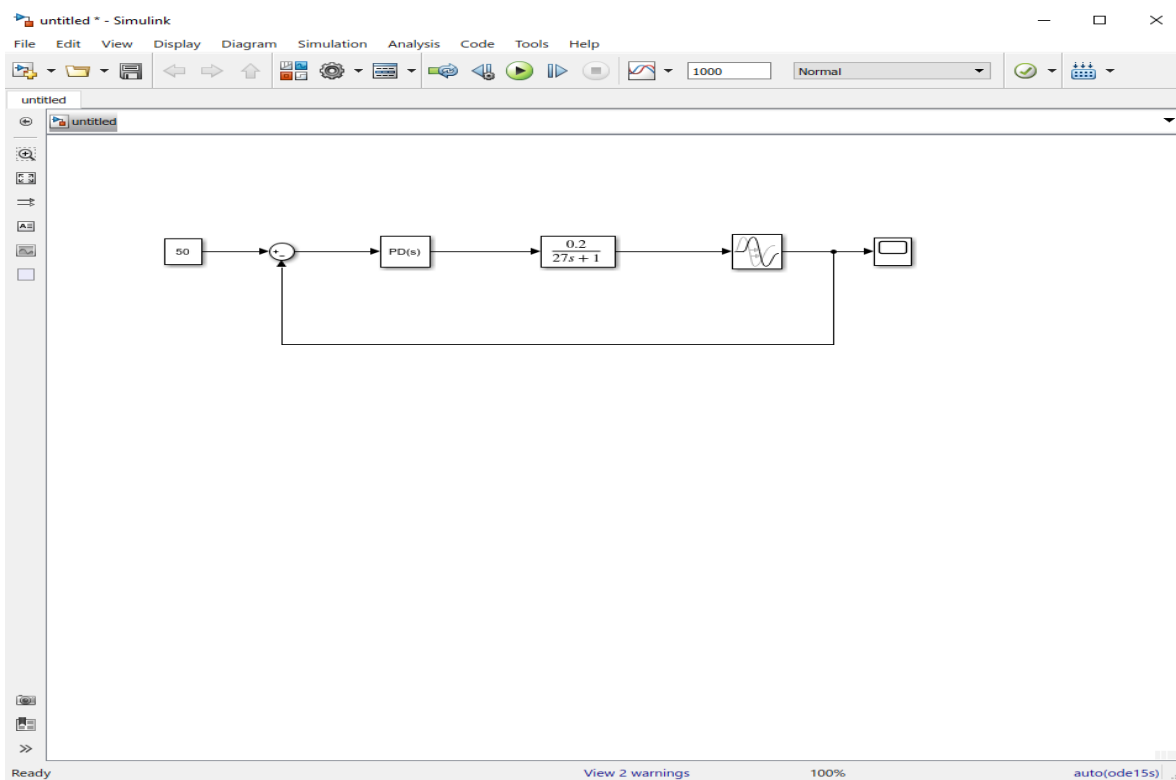
2.35 Сурет-50° орнықталмады



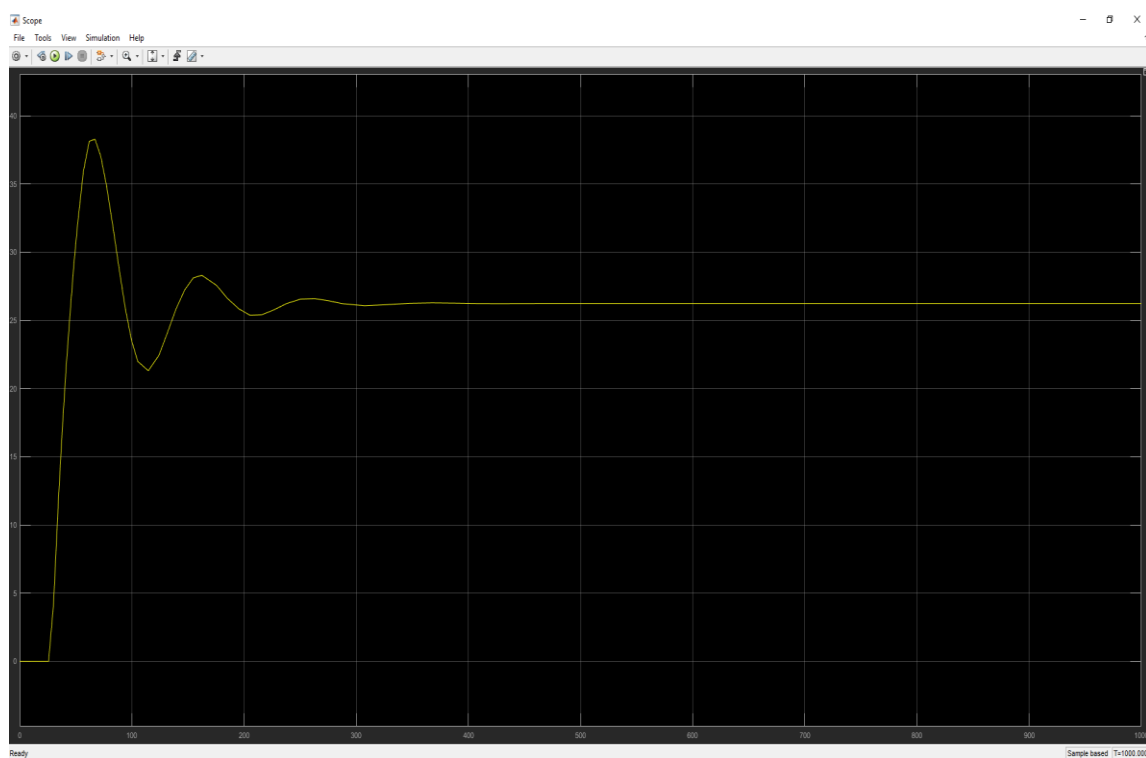
2.36 Сурет-Бірінші ретті аperiодты ПИ реттегіші арқылы Simulink-те құрылуы



2.37 Сурет-50° орнықталды



2.38 Сурет-Бірінші ретті аperiodты ПД реттегіші арқылы Simulink-те құрылуы



2.39 Сурет-50° орнықталмады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Біз бұл дипломдық жобада FATEK үлгісіндегі ПИД-реттегішінің басқару жүйесін құрдық. Ол үшін программа қолдандық. Бізге берілген тапсырма температураны реттеу болатын. ПИД реттегішін қолданып контроллер арқылы реттедік. Дипломдық жобада қарастырылып жатқан модельді Matlab бағдарламасындағы Simulink қосымшасымен жасадық. Біз объектімізді реттеу үшін ПИД, П, ПИ, ПД-реттегіштерін қолдандық. Бұл реттегіштердің ішінен бізге ыңғайлы болғаны ол-ПИД және ПИ реттегіштері. Қарапайым реттегіш мысалындағы басқару жүйесінің графигі автотербелмелі болғандықтан, біз дипломдық жобада әр түрлі коэффициенттері бар реттегіштерді қолдануды шештік.

Математикалық модель құру барысында біз тапсырмаға 50° ұсындық. MatLAB бағдарламасында ең алдымен оның параметрлерін тауып алдық, яғни идентификацияладық. Бірінші, екінші, үшінші ретті апериодты ПИД реттегіші арқылы Simulink-те құрып көрдік. Бұл жерде байқағанымыз бізге бірінші ретті апериодты ПИД реттегіші ғана 50° орнықталды. Әрі қарай тәжірибемізді жалғастырдық. Келесі ретте бірінші ретті ПИ реттегішімен жұмыс жасадық. Бұл жерде 50° орнықталды. Ал келесі П, ПД бірінші ретті реттегіштермен қолданып көрдік. Бұл жерде 50° орнықталмады.

Бұл тәжірибеден түйгенім менің қарастырып жатқан объектіме ПИД және ПИ реттегіші қолайлы. Себебі П, И реттегіштерне мән беру арқылы біздер қалаған тапсырمامызды орындадық.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. <http://oskom-perm.ru/index.php/technical>
2. <http://www.servotechnica.spb.ru/fatek/>
3. [Ибраев А.Х.,]Искакова А.М. Технологические измерения и приборы ISBN 978-601-323-021-4, Учебно-методический комплекс дисциплины/ АЛМАТЫ, «Шикула», 2017
4. Fatek FBs. Руководство пользователя, том I
<https://www.servotechnica.ru/files/doc/documents/file-938.pdf>
5. [Ibrayev A.Kh.,] A.M. Iskakova, Technological measurements and devices. Ministry of education and science of the republic of Kazakhstan//ISBN 978-601-7529-96-3, Almaty
6. Fatek FBs. Руководство пользователя, том II.
<https://www.servotechnica.ru/files/doc/documents/file-939.pdf>
- 7.Сызықты автоматты реттеу және басқару жүйелерінің теориясы/ С.Қадырбеков, Алматы-1996.
8. Бейсембаев А.А. Сызықты автоматты реттеу жүйелері. Бөлім I. 5В070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша күндізгі бөлімнің студенттері үшін практикалық сабақтарды өткізуге және курстық жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқаулары. Алматы: КазҰУ, 2015.
9. Проектирование систем управления/Г.К.Гудвин, С.Ф.Гребе, М.Э.Сальгадо.- М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.-911 с.: ил.
- 10.<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%98%D0%94-%D1%80%D0%B5%D0%B3%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80>
11. <https://pandia.ru/text/78/143/64222.php>
12. **Studopedia.info - Студопедия - 2014-2022 год**
<https://studopedia.info/5-66563.html>
13. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к самостоятельной работе по дисциплине «Системы управления технологическими процессами процессами» для студентов направления подготовки: 28.03.02 Наноинженерия
https://www.ncfu.ru/export/uploads/imported-from-dle/op/doclinks2017/Metod_SUHTP_280302_2017.pdf
14. Э.Д.Кадыров, А.Н.Кравченко, А.Ю.Фирисов Программируемые логические контроллеры. Программирование и конфигурирование. Санкт-Петербург 2007