

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій
систем управління

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Декан факультету

Завідувач кафедри

(підпис) Форсюк А.В.
(прізвище та ініціали)

(підпис) Ельперін І.В.
(прізвище та ініціали)

« ____ » червня 2020 р.

« ____ » червня 2020 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

на тему: Розробка системи автоматизації процесу миття буряку на цукровому заводі на базі мікропроцесорного контролера VІРА

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗАК-2-2ск Гончар Павло Миколайович
(прізвище та ініціали)

Керівник Ладанюк Анатолій Петрович _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент Самсонов Валерій Васильович _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2020 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*

Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

Освітній ступінь *«Бакалавр»*

Спеціальність *151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»*

Освітньо-професійна програма *«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»*

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

І.В.Ельперін

«27» квітня 2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Гочару Павлу Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розробка системи автоматизації процесу миття буряку на цукровому заводі на базі мікропроцесорного контролера VІРА*

керівник роботи *Ладанюк Анатолій Петрович, д.т.н., проф.*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «27» квітня 2020 р. № 270-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «11» червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу.

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 27 квітня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|---|---|--------------------------------|----------|
| 1 | Видача та затвердження завдання | Перед переддипломною практикою | |
| 2 | Розділ 1 | Захист переддипломної практики | |
| 3 | Розділ 2 | 1 тиждень | |
| 4 | Розділ 3 | 2 тиждень | |
| 5 | Розділ 4 та 5 | 3 тиждень | |
| 6 | Розділ 6 | 4 тиждень | |
| 7 | Підготовка матеріалів до захисту | 5 тиждень | |
| 8 | Захист кваліфікаційної роботи | 6 тиждень | |

Здобувач Гончар П.М.

_____ (підпис)

Керівник роботи Ладанюк А.П.

_____ (підпис)

Ключові слова: цукор, буряк, VIPA.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Annotation

This diploma project is sanctified to development of the system of automation of beet separation of separation of sugar - house.

The offered variant of the system of automation is PLC VIPA realized on a microprocessor complete set. Development of the system of automation is sent to providing of more rhythmic serve of sugar beet in a plant and upgrading of the washed beet which guarantees the increase of output of the finished good. The primary purpose of development of the system of automation of this technological station is a receipt of additional profit an enterprise.

In an explanatory message pointed: basic technical descriptions of object of automation, description of the system of automation and measure on a labour protection.

In graphic part of project pointed: chart of automation, draft of setting of hardwares, fundamental charts of adjusting, management and signaling.

Keywords: sugar, beet, VIPA.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| | | |
|-----|----------------|----|
|  | ..... | 7 |
| 1 | ’ | 10 |
| 1.1 | ’ | 10 |
| 1.2 | ..... | 16 |
| 2 | ..... | 18 |
| 2.1 | ’ | 18 |
| 2.2 | ..... | 21 |
| 2.3 | ..... | 24 |
| 3. | ..... | 27 |
| 3.1 | ..... | 30 |
| 3.2 | ..... | 31 |
| 3.3 | ..... | 33 |
| 4 | ..... | 35 |
| 5 | (.....)..... | 37 |
| 6 | - | 42 |
| 6.1 | 8 / | 42 |
| 6.2 | ..... | 43 |
| 7. | ’ | 45 |
| 7.1 | ..... | 45 |
| 7.2 | ’ | 49 |
| 7.3 | ..... | 62 |
| 7.4 | ..... | 63 |
|  | ..... | 64 |
|  | ..... | 65 |

Вступ

Цукрове виробництво є одним з найбільш складних і енерговитратних виробництв харчової промисловості. Умови високої конкуренції сучасної дійсності на перший план виводять такі показники, як якість, енергоспоживання, собівартість. Такі умови конкуренції диктують необхідність застосування найсучасніших досягнень технології, теплотехніки, організації цукрового виробництва.

Автоматизація цукрової промисловості забезпечує якісну, ефективну роботу всіх технологічних ділянок цукрового заводу тільки за допомогою комплексного підходу до рішення даної задачі. Однією з основних проблем створення АСУТП в цукровій промисловості є стабілізація потоково-транспортної лінії основного продукту цукрової технології, а також підтримка оптимальних рівнів запасу продукту в проміжних (буферних) збірниках цукрової технології.

Технологічний комплекс підприємства цукрової промисловості складається з ділянок заготівлі, зберігання, підготовки сировини до переробки, відділень отримання соку, очищення дифузійного соку, ділянок отримання готового продукту, допоміжного виробництва [1].

Велике значення при підготовці об'єкту або технологічної ділянки цукрового заводу до автоматизації має вибір основних технологічних параметрів об'єктивного управління процесом виробництва цукру. Історично склалося так, що цукрова промисловість має величезний досвід по впровадженню з подальшою експлуатацією засобів обчислювальної техніки, застосування яких дозволяє зробити певні висновки щодо проблем їх широкого використання для розвитку тенденцій вдосконалення АСУТП.

Специфічні умови розвитку автоматизації технологічних процесів цукрової промисловості на базі обчислювальної техніки визначаються, перш за все:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- тенденціями зростання одиничної потужності цукрових заводів із зростанням ролі завдань координації управління підприємствами цукрової промисловості;

- зміною технологічних показників якості сировини, палива, допоміжних матеріалів;

- сезонністю бурякоцукрового виробництва, що знижує ефективність автоматизованих систем управління, підвищує вимоги до зниження початкових витрат на їх створення;

- недостатньою забезпеченістю засобами вимірювання, первинними перетворювачами (датчиками), особливо виконавчими механізмами і регулюючими органами необхідної якості багатьох підприємств цукрової галузі харчової промисловості.

Аналіз функціонування АСУТП в цукровій промисловості, постановка, розробка нових завдань управління, поява нових засобів обчислювальної техніки вирішили перехід до створення розподілених систем управління, які якісно відрізняються від АСУТП першого покоління (зосереджених). Порівняно з останніми, розподілені системи управління цукрової промисловості реалізують більший діапазон функцій, володіють кращими показниками надійності, живучості, зручніша при впровадженні, експлуатації та модернізації. Розподілені системи реалізують задані функції за допомогою зв'язаних між собою, функціонально (територіально) розподілених підсистем [1].

Зростання продуктивності праці на цукрових заводах, розробка нової технології з метою поліпшення якості, підвищення ефективності виробництв цукрової промисловості, вимагають оновлення а також вдосконалення систем управління з використанням сучасних засобів вимірювання і автоматизації. Надійне та ефективне функціонування засобів автоматизації підприємств цукрової промисловості забезпечується метрологічною службою підприємства.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

У даному дипломному проекті проводиться розробка системи автоматизації мийного відділення цукрового заводу з використанням мікропроцесорного комплекту VІРА.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1 ,

1.1 ,

-57

1500

| | | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|-------------|---------------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | |
| | | | | | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркуші</i> |
| | | | | | | | |
| | | | | | 3 -2-сек | | |

домішок, які періодично вивантажуються за допомогою спеціальних люків машини.

Для відмивання коренеплодів буряку від налиплих на них домішок та бруду, який супроводжує цукровий буряк під час транспортування із кагатного поля у виробничі корпуси цукрового заводу між трактором подачі буряку та сокодобувним відділенням знаходиться бурякомийне відділення. Відмивання коренеплодів здійснюють у спеціальних машинах, які називають бурякомийками [1].

Буряководяна суміш у відділення піднімається по трубопроводах за допомогою спеціальних відцентрових насосів, які називають буряконасосами, і проходить каменеловушку і солломолушку. В кінці гідротранспортера встановлений пульсуючий шибер, після якого потік буряка розділяється за допомогою шибера-розділювача на два потоки.

Пройшовши водовідділювачі, буряк потрапляє в дві бурякомийки комбінованого типу із середнім рівнем води типу КМЗ-57М продуктивністю 1,5 тис. тон буряку за добу. Горизонтальний коритоподібний корпус бурякомийок поділений перегородкою на мийне та вивантажувальне відділення. Буряк, який поступає у бурякомийку, рівномірно розподіляється у воді шнеком і направляється у мийне відділення, де інтенсивно переміщується і переміщується кулачками до вивантажувального відділення.

Крок кулачків на початку вала менший, ніж у кінці, завдяки чому досягається краще відділення домішок. При перемішуванні коренеплоди звільняються від домішок. Земля та пісок проходять через ситчате дно та і змиваються у пісколовушки бурякомийки, а каміння провалюється у каменеловушки.

Буряк, який тоне разом із камінням, вимивається протитоком води. Із мийного відділення бурякомийки буряк через отвір у перегородці проходить в першу секцію вивантажувального відділення, підхоплюється ковшами першого ряду і передається у другу, проміжну, секцію, яка обмежена

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

перегородками. Звідси буряк знову через отвір у останній перегородці попадає у третю секцію і ковшами другого ряду вивантажується на водовідділювач.

У бурякомийному відділенні бурякомийки, де рівень води підтримується на 300-400 мм вище кулачків, легкі домішки спливають на поверхню води і через отвори у корпусі змиваються в жолоб. Чиста вода подається безперервно у вивантажувальне відділення назустріч потоку помитого буряку. При тимчасових зупинках бурякомийки подача брудного буряку зупиняється і половина коренеплодів перевантажується із неї у бункер над бурякорізками, що полегшує наступний пуск бурякомийки [1].

Ефект відмивання коренеплодів у бурякомийках КМЗ-57М складає 30%.

Вивантажений із бурякомийок помитий буряк подається елеваторами на стрічкові транспортери з електромагнітними сепараторами металевих домішок і потрапляє в бункери порційних вагів. Ці ваги автоматично дозують, зважують і вивантажують буряк в бункер над бурякорізками. На цьому підготовка цукрового буряка до переробки закінчується.

Робота бурякомийного відділення повинна забезпечувати вирішення ряду завдань: рівномірне постачання заводу буряком, що можливо при підтримці достатнього запасу буряку в бункері над бурякорізками і за умови автоматичної стабілізації потоку буряка в тракті подачі; очищення буряку від соломи, бадилля, каменів, прилиплого ґрунту, що можливо при автоматичній підтримці номінального завантаження каменеловушок, солломолушок і бурякомийок.

Система управління бурякомийним відділенням незалежно від способу подачі і використовуваного устаткування будується з урахуванням наступних міркувань:

1) продуктивність заводу по буряку задається бурякопереробним відділенням, тому темп подачі буряку повинен відповідати темпу його переробки;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2) показником цієї відповідності є поточне значення кількості буряку по масі або рівню, що знаходиться в бункері над бурякорізками;

3) у перехідних режимах роботи, причиною яких можуть служити збурення як на початку тракту — зі сторони подачі, так і в його кінці – по мірі споживання, повинно виключатися перевантаження бурякомийок і забезпечуватися необхідна якість очищення і мийки буряку.

Для очистки та подачі цукрового буряку в завод застосовують цілий ряд пристроїв.

Найбільш простими і надійними механізмами для регулювання подачі буряку є пульсуючі і відсікаючі решітчасті шибери, причому важливо їх правильно розмістити по всій довжині тракту подачі буряку в завод. Місця установки шиберів вздовж тракту визначають по витраті транспортної води в завод, об'ємній масі буряку в миючій частині бурякомийки і потужності її приводу. Перераховані чинники впливають на оптимальну відстань між першим пульсуючим шибером і миючою частиною бурякомийки. Від правильного визначення цієї відстані залежить розташування всіх засобів регулювання, а також вибір типу і їх числа.

Після визначення місця установки першого пульсуючого шибера розстановку решти регулюючих механізмів здійснюють з урахуванням місцевих умов по ходу буряку таким чином:

1) станцію очищення буряку (соломо- і каменеловушки) розташовують між бурякомийкою і розрахунковим місцем установки першого пульсуючого шибера, при цьому пульсуючий шибер встановлюють безпосередньо перед станцією очищення;

2) станцію очищення буряку розташовують за межами розрахункового місця установки першого шибера, причому перший пульсуючий шибер розташовують на відстані не більше 50м від бурякомийки, а перед станцією очищення буряку встановлюють другий пульсуючий, або відсікаючий шибер;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3) за наявності станції підйому буряку з насосами перед нею встановлюють третій пульсуючий шибер;

4) четвертий пульсуючий або відсікаючий шибер встановлюють за буферною ємністю для буряку на мінімальній відстані, що виключало б у разі закриття шибера завал гідротранспортера буряком.

Умовою стійкого регулювання подачі буряку є синхронність роботи пульсуючих шиберів. Раму шибера на опорній конструкції встановлюють так, щоб при повністю опущеній пульсуючій заслінці зазор між дном гідротранспортера і кінцями грабелів складав 10-20 мм. Об'єм буферної ємності повинен забезпечувати безперервне живлення головного гідротранспортера буряком у необхідній кількості.

Наявність бункера для буряку перед бурякорізками запобігає нерівномірності в роботі тракту подачі буряку з одного боку і неритмічності в роботі сокодобувного відділення з іншого. Ємність бункера вибирають з урахуванням кліматичних умов зони цукрового заводу і в з розрахунку на 20-30 хв роботи. При роботі заводу в умовах низьких температур ємність бункера вибирають мінімальною задля уникнення погіршення якості буряку в результаті приморожування.

Для транспортування буряку із бурячної в завод використовують занурені в землю гідравлічні транспортери, що являють собою залізобетонні лотки прямокутного перерізу із заокругленими кутами і нахилом 16 мм на 1м довжини в сторону бурякопідйомної станції. Лоток верхнього гідротранспортера виготовляють із листової сталі з нахилом 11мм на 1м довжини в сторону мийного відділення. На заокругленнях нахил лотка збільшується на 20-30% в порівнянні з прямими ділянками. Радіус заокруглень на поворотах не менший 5м. Ширина лотка головного гідротранспортера складає 600мм, рівень потоку буряководяної суміші у лотку гідротранспортера підтримується на рівні 400-450 мм від дна лотка, швидкість потоку складає 1,5-2м/с. Витрати води на транспортування буряку складає 700-800% до її маси.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Для підйому буряку застосовують відцентрові насоси з частотою обертання робочого колеса 440 хв^{-1} .

Важкі домішки виловлюють із буряководяної суміші протиточними барабанными каменеловушками, принцип дії яких оснований на гідравлічному розділенні суміші домішок із різною густиною. Для більш повного виловлювання піску перед каменеловушкою на дні гідротранспортера встановлена решітка довжиною 600мм із розширенням зазору між прутами за напрямом руху потоку. Нормальний рівень буряководяної суміші у корпусі каменеловушки встановлений на рівні 700мм від дна гідротранспортера.

Для забезпечення ритмічності дифузійного апарату передбачена схема регулювання подачі буряку у бурякомийки. Для цього у гідротранспортері встановлені регулятори потоку – регулюючі шибери: один на початку нижнього гідротранспортера, другий у кінці верхнього гідротранспортера перед бурякомийками. Перед кожним із шиберів у гідротранспортері на висоті, яка дорівнює половині висоти гідротранспортера, встановлена горизонтальна решітка, причому між решіткою та пальцями шибера залишений зазор 200мм. Регулюючі шибери являють собою пульсуючу (8 пульсацій за хвилину) у лотку гідротранспортера грабельну засувку. Пульсація (з амплітудою 100мм) необхідна для запобігання заклинювання буряку у просторі між засувкою і дном лотка гідротранспортера. За допомогою шиберів перекривають потік буряку або дають йому вільний прохід. Для цього засувка переміщується по направляючим від верхньої до нижньої точки на 500мм. Перед засувкою встановлена горизонтальна решітка. Основною задачею регулюючих шиберів та загороджувальних решіток являється регулювання потоку буряку в інтервалі 60-140% його середньогодинних витрат [1].

Головний гідротранспортер

| | |
|---|---------|
| Ширина лотка, мм | 600 |
| Рівень буряководяної суміші у лотку, мм | 400-450 |
| Швидкість буряководяної суміші у лотку, м/с | 1,5-2 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| | |
|---|--------------|
| Витрати води, % до маси буряку | 700-800 |
| Буряконасоси | |
| Тип насоса | відцентровий |
| Частота обертання робочого колеса, хв ⁻¹ | 440 |
| Каменеловушки | |
| Торцеві зазори між корпусом та барабаном, мм | 10-15 |
| Рівень буряководяної суміші у корпусі, мм | 700 |
| Регулюючі шибери | |
| Частота пульсації за 1хв, од | 8 |
| Амплітуда пульсації, мм | 100 |
| Висота підйому решітки, мм | 500 |
| Межі регулювання потоку, % | 60-140 |
| Бурякомийки | |
| Продуктивність, тис. тон буряку за добу | 1,5 |
| Рівень води вище кулачків, мм | 300-400 |
| Ефект відмивання коренеплодів, % | 30 |

1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

У таблиці 1.1 «Завдання на розробку систему автоматизації» наведено умови експлуатації технологічного об'єкту та способи контролю та регулювання технологічних параметрів технологічного об'єкту [2].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 1.1 - Завдання на розробку систему автоматизації

| № № | Машина, агрегат, установка | Параметр, місце відбору сигналу | Припустиме значення параметра | Вид автоматизації | Характер контролю чи управління | Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії | Додаткові умови |
|-----|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------|--|---|------------------------------------|
| 1 | Бункер над бурякорізками | Рівень | 2,7-4,5м | Регулювання | Стабілізація | Вплив на двигун Д1, Д2 | Ручне управління зі щита оператора |
| 2 | Збірник мийної води 1, 2 | Рівень | 2,5м | Регулювання | Стабілізація | Вплив на двигун Д3, Д4 | Ручне управління зі щита оператора |
| 3 | Бурякомийка 1 | Вал | Вкл/Викл | Управління | Відображення, реєстрація, сигналізація | Вплив на двигун Д5 | Ручне управління зі щита оператора |
| 4 | Бурякомийка 2 | Вал | Вкл/Викл | Управління | Управління роботою бурякомийки | Вплив на двигун Д6 | Ручне управління зі щита оператора |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

На протилежні сторони бункера (самопливу) в підготовлені отвори встановлюються генератор і приймач радіосигналу. Коли простір між ними заповнюється продуктом, рівень сигналу в приймачі різко падає, викликаючи спрацювання приладу "на підпір".

Пневматичний розподілювач. Призначений для подачі стисненого повітря на пневматичні приводи при подачі дискретного сигналу управління на котушку електронної частини. Робочий тиск 0,6 МПа.

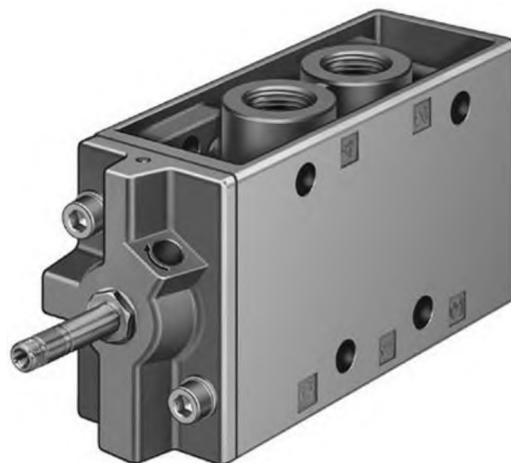


Рисунок 2.2 - Зовнішній вигляд пневматичного розподілювача фірми Festo MFH-1/2



Рисунок 2.3 - Зовнішній вигляд електромагнітної котушки з розеткою для підключення пневматичного розподілювача фірми Festo MFH-1/2

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Магнітний пускач - елемент системи електропостачання призначений для дистанційного керування різними силовими навантаженнями (рис. 2.4), наприклад електродвигунами, потужними лампами, електронагрівальними приладами і т. Д. Магнітний пускач оснащений силовими контактами, які здатні комутовати від 100 Вт до 500 кВт навантаження. Замикання і розмикання контактів здійснюється за допомогою електромагнітної котушки, харчування якої може варіюватися від 12В до 380 В, в залежності від потреби користувача. Таким чином управління високо потужними пристроями може здійснюватися дистанційно за допомогою лише кнопки або інших механізмів управління.



Рисунок 2.4 - Зовнішній вигляд пускач електромагнітний нереверсивний типу ПММ-2/25

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2.2 Схема автоматизації

У даному проекті запропонована мікропроцесорна система автоматичного управління бурякомийним відділенням цукрового заводу, яка здійснює стабілізацію та забезпечує технологічну сигналізацію основних параметрів даного процесу [3], а саме:

- 1) рівень буряку у бункері над бурякорізками;
- 2) рівень у збірниках транспортерно-мийної води;
- 3) автоматичне вивантаження важких домішок;
- 4) управління електричними приводами мийних частин бурякомийок

Автоматичне регулювання рівню буряку у бункері над бурякорізками
Рівень буряку у бункері над бурякорізками регулюється включенням/виключенням двигунів вивантажувальних частин бурякомийок. Його межі підтримуються від верхнього до нижнього допустимого рівнів. При досягненні верхнього допустимого рівню буряку у одній із половин бункера над бурякорізками двигун бурякомийки цієї лінії вимикається, а при відсутності сигналу від датчика нижнього допустимого рівня – двигун бурякомийки відповідної лінії вмикається.

Датчиками рівню являються мікрохвильові сигналізатори рівню типу РСУ-1 (1б–4б), чутливі елементи яких (генератори з приймачами 1а–4а) змонтовані на бункері в контрольованих точках верхнього та нижнього допустимих рівнів обох половин бункера. Управління здійснюється двигунами вивантажувальних частин бурякомийок М1 та М2, які здійснюють або не здійснюють подачу помитого буряку (дискретне управління) через водовідділювачі, елеватори та транспортери у бункер над бурякорізками.

При досягненні величиною рівню буряку у бункері над бурякорізками верхнього допустимого рівня, дискретні сигнали поступають на входи мікропроцесорного контролера VІРА, де піддаються обробці відповідно до програми користувача у процесор контролера. Сигнал управління, який

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

генерує мікропроцесор, перетворюється у дискретний релейний вихід. Сигнали проходять кнопкові станції типу ПКЕ-112-2 (SB1, SB2), після чого поступають на контакти магнітних пускачів типу ПМЕ-211 (KM1, KM2). Відбувається пуск чи зупинка одного або двох двигунів вивантажувальних частин бурякомийок по каналу тієї половини бункера, у якій відбулося падіння рівню буряку нижче нижнього або підйом вище верхнього допустимих рівнів.

По даним каналам управління передбачена технологічна сигналізація допустимих рівнів сигнальними лампами HL1 – HL4, які встановлені на щиті управління.

Рівень у збірниках транспортерно-мийної води регулюється за рахунок пуску/зупинки двигунів насосів кожного із двох збірників, які відкачують воду на очищення. Первинними перетворювачами рівню являються двохпозиційні поплавкові сигналізатори рівню типу СУГ-М (5б, 6б), чутливі елементи яких (поплавки 5а, 6а) вмонтовані прямо у збірники і здійснюють двохпозиційне вимірювання верхнього та нижнього допустимих рівнів.

При досягненні рівня мийної води у збірнику верхнього значення, VIPA видає командні дискретні сигнали на магнітні пускачі типу ПММ-2/25 (KM3, KM4) двигунів M3 та M4 відповідних насосів. Двигун працює до тих пір, поки рівень у ємності не досягне нижнього значення, після чого вимикається. Можливість дистанційного управління двигунами забезпечується кнопковими постами типу ПКЕ-112-2 (SB3, SB4).

Контуром передбачена світлова сигналізація на щиті управління про верхні величини рівню в обох збірниках сигнальними лампами HL5 – HL6.

Автоматичне вивантаження важких домішок із бурякомийок здійснюється по заданій часовій програмі. Завдяки спрацьовуванню віртуального таймера кожні 40 хвилин у дію приводяться пневматичні циліндри типу Festo DSN-320 (7б, 8б), які живляться стисненим повітрям 0,6МПа, яке подається від пневматичного розподілювача типу Festo MFH-1/2 (7а, 8а), що встановлюється на щиті. Поршень пневматичного циліндра

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

зв'язаний важільної системою із вивантажувальними люками каменеуловлювачів і після зміщення відкриває останні. У витягнутому положенні циліндр знаходиться на протязі 10 секунд, після чого спрацьовує віртуальний таймер і система припиняє видачу сигналу на електромагніт пневматичного розподільвача.

Двигуни мийних частин бурякомийок приводяться в дію у автоматичному режимі від дискретного модуля розширення або дистанційно за допомогою кнопкових постів типу ПКЕ-112-2 (SB5, SB6) через магнітні пускачі типу ПММ-2/25 (KM5, KM6).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2.3 Специфікація засобів автоматизації

Специфікація комплексу технічних засобів розробленої системи автоматизації наводиться у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Специфікація комплексу технічних засобів автоматизації

| № п\п | Найменування і технічна характеристика виробу | Тип, марка | Одиниці | Потреба | Примітка |
|---------------------|--|------------|---------|---------|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1а – 4а 1б – 4б | Мікрохвильовий однопозиційний сигналізатор рівню. Призначений для мікрохвильової фіксації наявності/відсутності сипучого продукту на встановленому рівні за рахунок детектування та приймання радіосигналу генератором та приймачем. Напруга живлення $\pm 24\text{В}$ | PCY-1 | шт. | 4 | ВО “Укрспец-комплект” м. Київ |
| 5а – 5б, 6а – 6б | Поплавковий двохпозиційний сигналізатор рівню. Призначений для сигналізації та видачі дискретного сигналу постійного струму у схеми керування. Напруга живлення $\pm 24\text{В}$. Діапазон 0,1..10м | СУГ-М | шт. | 2 | АТ “Укрпромобладнання” м. Харків |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|--|------------------|-----|---|----------------------------------|
| 7а, 8а | Пневматичний розподілювач. Призначений для подачі стисненого повітря на пневматичні приводи при подачі дискретного сигналу управління на котушку електронної частини. Робочий тиск 0,6МПа | Festo MFH-1/2 | шт. | 2 | Festo Італія |
| 7б, 8б | Пневматичний циліндр односторонньої дії. Призначений для перетворення енергії стисненого повітря в механічне лінійне переміщення. Робочий тиск 0,6МПа. Довжина ходу штоку 320мм | Festo DSN-320 | шт. | 2 | Festo Італія |
| КМ1 – КМ6 | Пускач електромагнітний нереверсивний. Призначений для врівноваженого пуску та захисту електричного привода. Максимальна величина робочого струму 25А. Кількість фаз – 3 | ПММ- 2/25 | шт. | 6 | ТОВ СВ “Альтера” м. Харків |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|---|----------------|-----|---|----------------------------|
| SB1 – SB6 | Кнопковий пост. Призначений для дистанційного управління нереверсивними електричними приводами | ПКЕ-112-2 | шт. | 6 | ТОВ СВ “Альтера” м. Харків |
| ПЛК | Програмований логічний контролер. 32-розрядний процесор RISC-архітектури | Vipa 214-1BA02 | шт. | 1 | ТОВ СВ “Альтера” м. Харків |
| МР | Модуль розширення дискретних вхідних сигналів. Кількість виходів – 8 (е/м реле) напруга 24В | 221BF00 | шт. | 1 | ТОВ СВ “Альтера” м. Харків |
| МР | Модуль розширення дискретних вихідних сигналів. Кількість виходів – 8 (е/м реле) напруга 24В | 222-1BF00 | шт. | 1 | ТОВ СВ “Альтера” м. Харків |
| МР | Модуль розширення дискретних вихідних сигналів. Кількість виходів – 4 (е/м реле) напруга 220В | 222-1FD00 | шт. | 2 | ТОВ СВ “Альтера” м. Харків |
| БЖ | Блок живлення стабілізований. Вхідна напруга ~220В, вихідна напруга 24В постійного струму. Кількість вихідних каналів – 2 | ОВЕН БП04Б-Д2 | шт. | 1 | ТОВ СВ “Альтера” м. Харків |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Однак централізована архітектура і зараз знаходить своє застосування там, де кількість каналів не дуже велике і всю систему управління можна зосередити на невеликій площі.

За допомогою модулів системи 200В можна створювати системи збору даних і управління як з централізованою, так і з розподіленою архітектурою.

Інший їх важливою особливістю є підтримка відкритих інтерфейсів, широко використовуються в промисловості. Наявність комунікаційних модулів для Ethernet створює можливість для підключення додаткових апаратних засобів, наприклад панельних комп'ютерів для побудови людино-машинного інтерфейсу, і полегшує інтеграцію окремих виробничих ділянок в інформаційну мережу підприємства. За допомогою стандартних промислових інтерфейсів, таких як PROFIBUS, DeviceNet і CANopen, стає можливим використовувати пристрої цієї серії System 200V спільно з устаткуванням інших виробників.

Мабуть, найбільш помітні переваги від використання контролерів VIPA отримають ті підприємства, які застосовують системи автоматизації на базі ПЛК Siemens. У них з'явиться можливість розширювати наявні системи і створювати нові з меншими фінансовими витратами. Інженерам, знайомим з SIMATIC S7, не буде потрібно багато часу для вивчення нового обладнання. Важливо й те обставина, що при програмуванні цих контролерів можна скористатися наявним програмним забезпеченням для ПЛК Siemens.

Серія System 200V побудована за модульним принципом. Це означає, що користувач має можливість оптимально підбирати склад модулів для вирішення свого завдання і гнучко модифікувати його при розширенні або при зміні вимог до системи. Всі модулі введення-виведення та інтерфейсні модулі мають властивість універсальності, тобто їх можна застосовувати разом з будь-яким CPU даної серії. При цьому є можливість вибору процесорного модуля з оптимальною продуктивністю для вирішення конкретного завдання.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

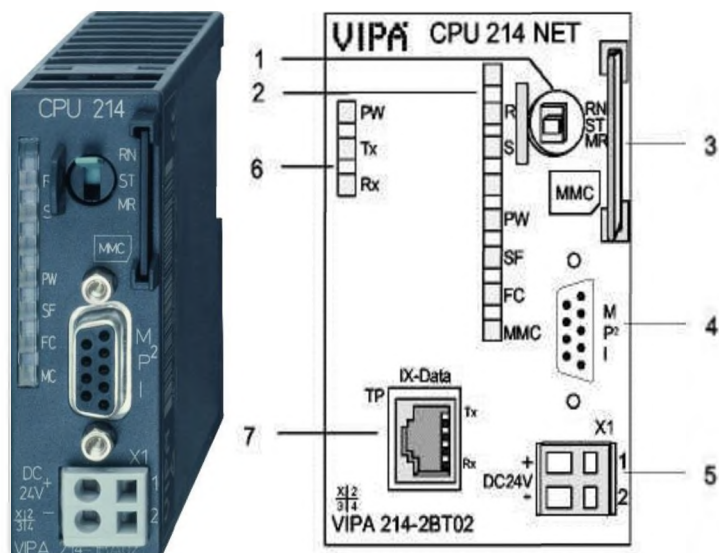


Рисунок 3.1 - Панель програмованого логічного контролера VIPA 214

1 Операційний селекторний перемикач RUN / STOP / RESET 2
 Діагностика LED 3 Гніздо для карти пам'яті MMC 4 Інтерфейс
 MP2I 5 Клема для під'єднання електроживлення 24V DC 6 Діагностика
 LED Ethernet

Таким чином, контролери VIPA серії System 200V можуть бути використані скрізь, де застосовуються класичні ПЛК і підсистеми розподіленого вводу-виводу. Вони володіють хорошим часом реакції і підходять для управління виробництвами дискретного, безперервного і дискретно-безперервного типу. Застосування пристроїв цієї серії дозволить легко розширювати систему управління, додаючи в неї окремі модулі введення-виведення, станції розподіленої периферії і нові програмовані контролери, що володіють чудовими можливостями масштабування.

Всі процесорні модулі сімейства System200V допускають використання одного і того ж набору модулів розширення. Відмінною особливістю лінійки System200V є відсутність крос-плати як такої.

Процесорні модулі і модулі розширення монтується безпосередньо на 35-міліметровій DIN-рейки. Їх підключення до системної шини реалізується за допомогою набраних з'єднувачів на одне, два, чотири або вісім посадочних

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

місце, що поміститься в поглиблення рейки. Це дозволяє позбутися від використання спеціальної об'єднавчої плати, забезпечуючи при цьому необхідну гнучкість конфігурації системи, коли користувач може підібрати стільки з'єднувачів, скільки йому необхідно [5].



Рисунок 3.2 - Зовнішній вигляд модулів розширення програмованого логічного контролера Vipa 214 221BF00, 222-1BF00, 222-1FD00 відповідно

3.1 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Принципові схеми зображені на аркушах 3, 4 графічної частини проекту. Враховуючи каналність спроектованої системи автоматизації, обираємо мікропроцесорний контролер Vipa 214-1BA02. Мікропроцесорний контролер з'єднаний із вимірювальними перетворювачами та схемою управління виконавчими механізмами і двигунами насосів і приводів відділення [7].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розроблена система автоматизації базується виключно на дискретних елементах.

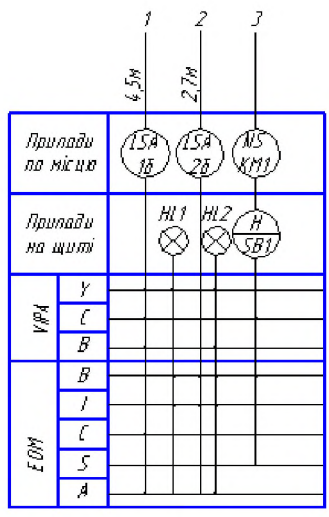
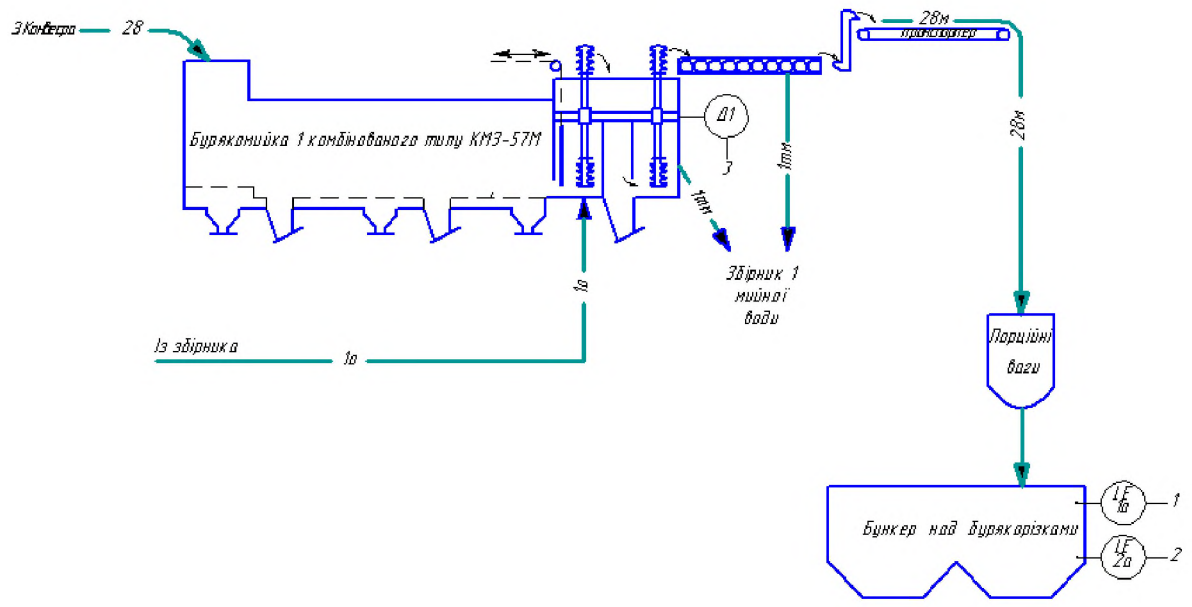
За допомогою вхідних та вихідних ПЗО контролера здійснюється гальванічне розділення елементів системи та перетворення вхідного сигналу будь-якого формату у пропорційний цифровий сигнал для подачі на процесорний модуль. Мікропроцесор зчитує цифровий сигнал вимірювальної інформації та аналізує стан первинного перетворювача для подальшого визначення стану відповідних елементів системи. Програма користувача вводиться з ЕОМ до ПЛК по інтерфейсному каналу зв'язку. У випадку досягнення вимірюваними параметрами певних величин чи режимів роботи обладнання мікропроцесор видає цифрові командні сигнали, які поступають на клеми вихідних ПЗО, що перетворюють цифрові сигнали процесора в дискретні вихідні сигнали. У схемі використовується двохканальний нестабілізований блок живлення та автоматичний перетворювач інтерфейсів [8].

3.2 Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання рівня у бункері

На рисунку 3.3. зображено фрагмент функціональної схеми контуру регулювання рівня у бункері.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



| Умовне позначення | Назва |
|-------------------|--------------------------|
| 1В | Буряководяна суміш |
| 1а | Освітлена вода |
| 1т | Транспортерно-мийна вода |
| 2В | Цукровий буряк |
| 28м | Пам'ятний цукровий буряк |

Рисунок 3.3 - Фрагмент функціональної схеми контуру регулювання рівня у бункері.

Принципова схема управління електричним двигуном М1

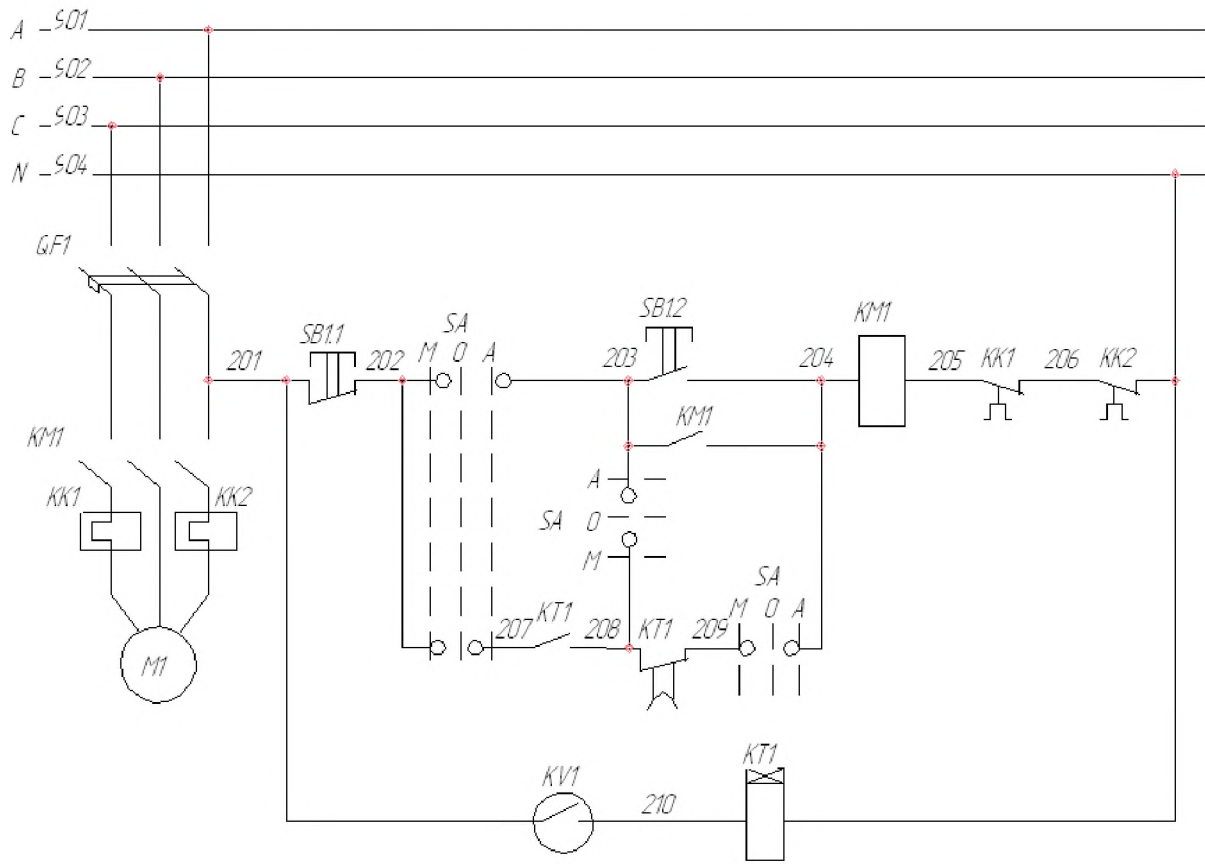


Рисунок 3.4 - Схема управління двигуном бурякомийки

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

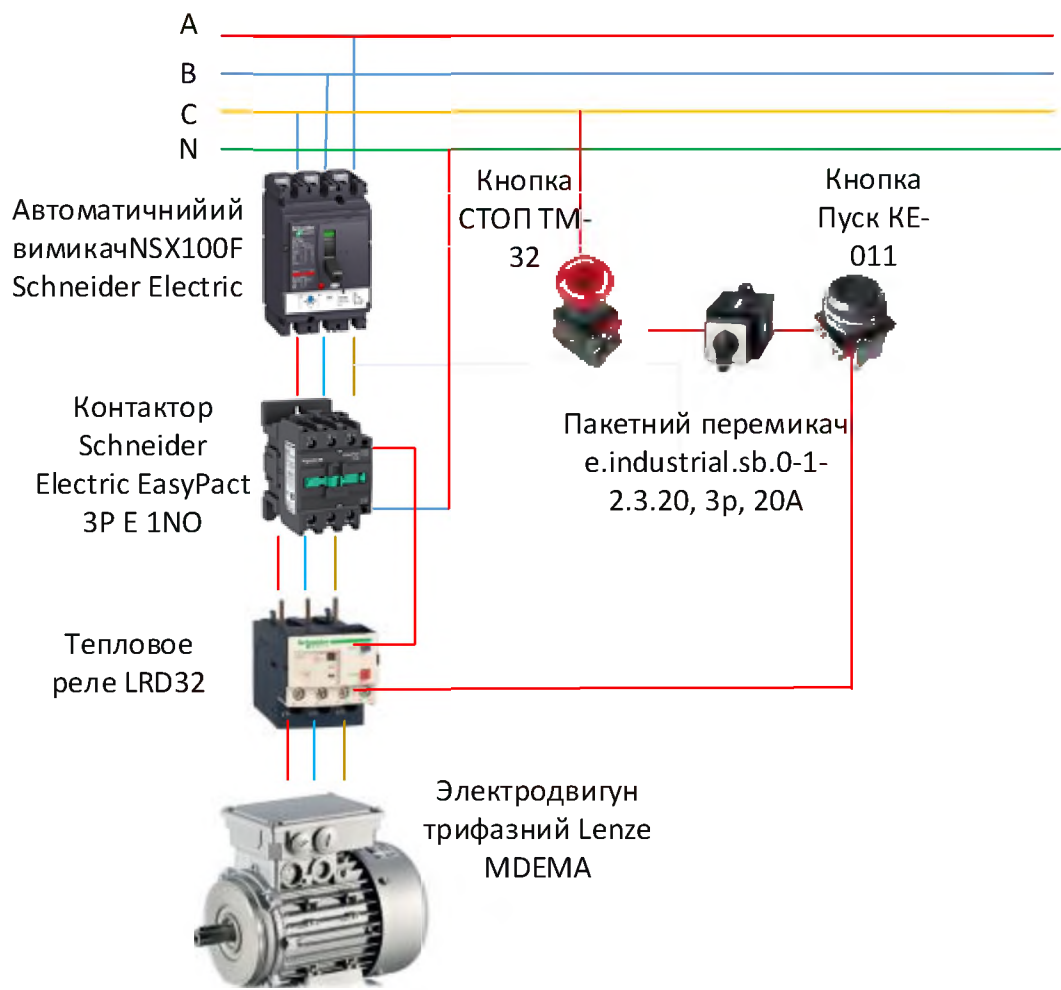


Рисунок 3.5 - Графічна схема управління двигуном бурякомийки

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Циліндри поршневі зі швидкістю переміщення штока до 1м/с, призначені для перетворення енергії стисненого повітря в зворотно-поступальний рух штока.

Пневматичні модулі представляють собою пневмоциліндр з розміщеними на ньому пневморозподільниками, глушниками і, при необхідності, вихлопними дроселями або пневмодроселями із зворотним клапаном, які з'єднані із трубопроводом.

Пневмоциліндри встановлюються в будь-якому просторовому положенні.

При подачі стисненого повітря в одну з порожнин циліндра (поршневу або штокову) і з'єднанні іншої порожнини з атмосферою, поршень разом з штоком переміщується, створюючи відповідно штовхає або тягне зусилля.

Для циліндрів з демпфуванням при наближенні поршня до однієї з кришок гальмівна втулка входить в гальмівну манжету і відсікає порожнину від скидного отвору, який залишається, з'єднаний з цією порожниною через дросель кришки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

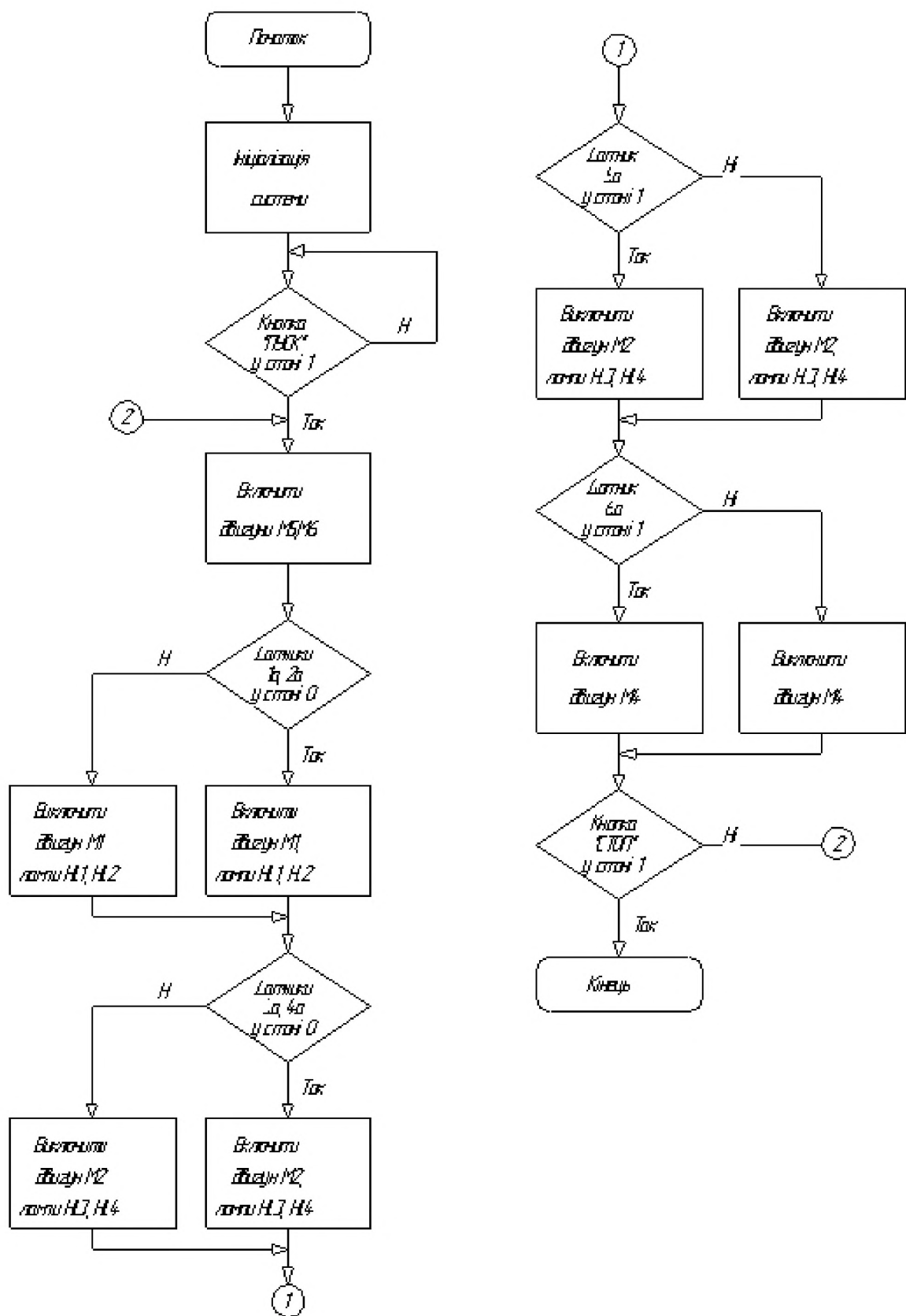


Рисунок 5.1 – Блок-схема алгоритму роботи системи

Програма користувача на мові програмування STL

```
A "Pusc"
  S "K5"
  S "K6"
  = M    0.0
  A M    0.0
  L S5T#2S
  SE T1
  NOP 0
  NOP 0
  NOP 0
  A T1
  S "7B"
  S "8B"
  = M    10.0
  A M    10.0
  L S5T#2S
  SE T2
  NOP 0
  NOP 0
  NOP 0
  A T2
  R "7B"
  R "8B"
  = M    1.0

  AN "LE1A"
  AN "LE2A"
  S "K1"
```

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

A "LE2A"

S "HL2"

A "LE1A"

A "LE2A"

S "HL1"

R "K1"

AN "LE3A"

AN "LE4A"

S "K2"

A "LE4A"

S "HL4"

A "LE5AV"

A "LE5AN"

S "K3"

S "HL5"

A "LE5AV"

R "HL5"

AN "LE5AV"

AN "LE5AN"

R "K3"

A "LE6AV"

A "LE6AN"

S "K5"

S "HL6"

AN "LE6AN"

R "HL6"

AN "LE6AV"

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

AN "LE6AN"

R "K5"

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Дисплейна мнемосхема розробленої системи автоматизації (рис. 6.1), яка буде здійснювати моніторинг технологічного процесу у реальному часі, реалізована у програмному SCADA-пакеті InTouch v10 [9].

Пакет має в розпорядженні систему єдиного мережевого часу. Процеси в мережевих комплексах InTouch v10 підтримують функцію синхронізації мережевого часу, що дозволяє однозначно прив'язувати технологічні події до тимчасової шкали, яким би з 200 мережевих ПК вони не були зафіксовані. Точність тимчасових міток складає 1мс.

До складу МРВ входить графічна НМІ-консоль, що забезпечує візуалізацію інформації про технологічний процес на динамічних мнемосхемах засобами об'ємної графіки. У НМІ монітора реального часу використовуються більш ніж 200 різновидів форм графічного відображення інформації. Серед них динамічний текст, гістограми, кнопки, тренди, кольорові індикатори, графічні індикатори, відеокліпи, ActiveX-компоненти тощо.

Система управління тривогами МРЧ забезпечує автоматичне генерування аналогових (відхилення величини від заданої), цифрових (зміна стану), складених (поєднання декількох подій) і генерованих користувачем алармів. Усі аларми розбиваються по пріоритетах і записуються в звіт тривоги. Можлива розсилка тривожних повідомлень по e-mail. Функції перегляду звіту тривоги вбудовані в будь-який монітор реального часу. В реальному часі користувач може здійснювати групування алармів, фільтрацію, маскування і виведення на друк. Для глобального управління і аналізу алармів в розподіленій АСУТП застосовується спеціалізований модуль – консоль тривоги.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

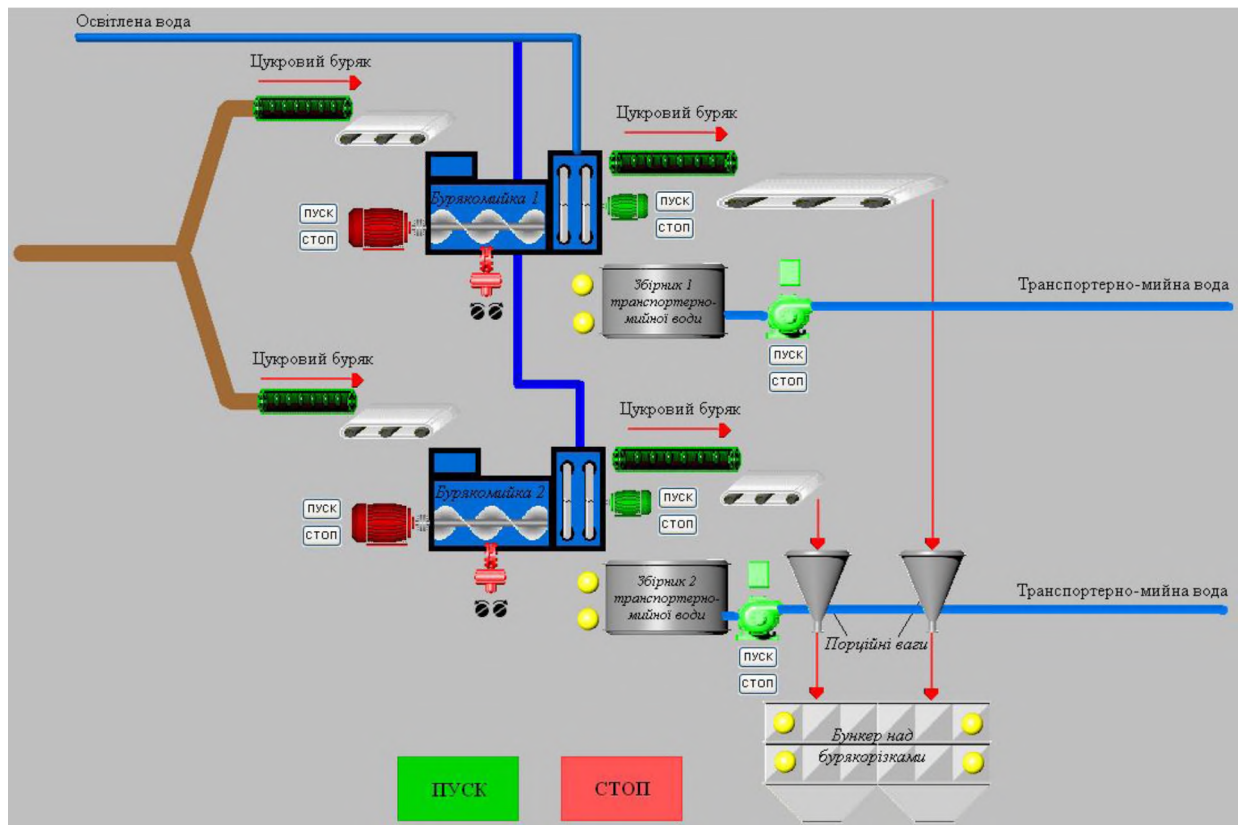


Рисунок 6.1 – Мнемосхема оператора процесу миття буряку

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

7.1 Постановка задачі дослідження

Побудова динамічних характеристик в середовищі matlab

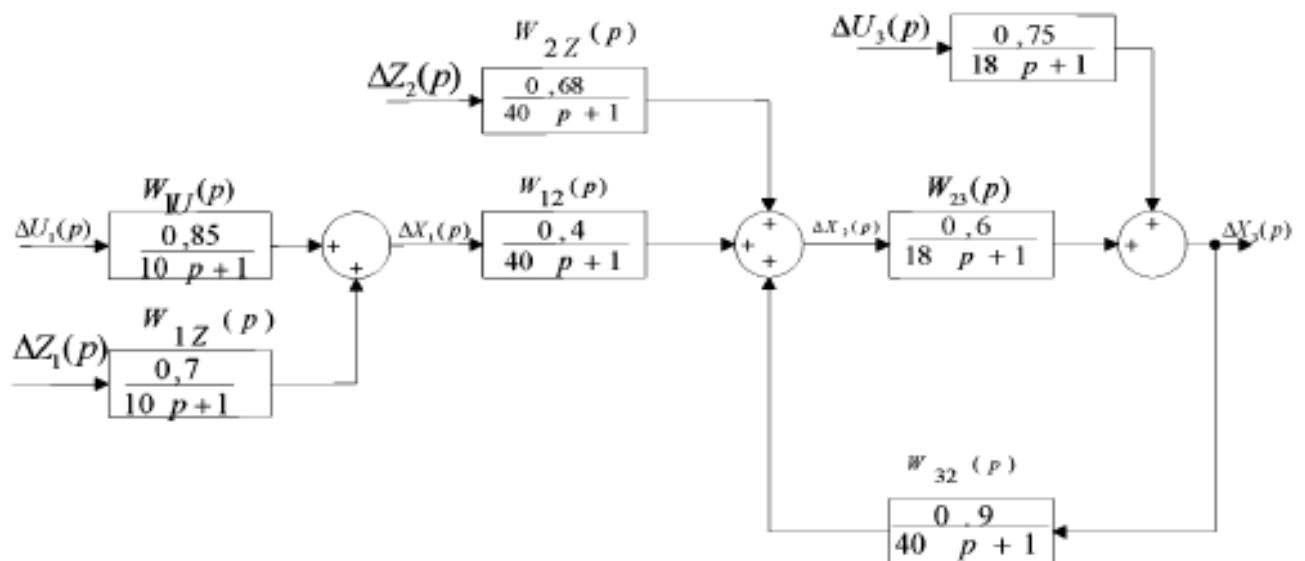


Рисунок 7.1 – Структурна схема об'єкта

```
clear all
% задаємо передаточні функції ланок
W1u=tf([0.85],[10 1])
W1z=tf([0.7],[10 1])
W2z=tf([0.68],[40 1])
W3u=tf([0.75],[18 1])
W12=tf([0.4],[40 1])
W32=tf([0.9],[40 1])
W23=tf([0.6],[18 1])
% записуємо передаточні функції по каналам
W1=feedback(W23,W32,+1)
Wu1=W1u*W12*W1
Wz1=W1z*W12*W1
Wz2=W2z*W1
```

$$Wu3=(W3u/W23)*W1$$

% будемо криві розгону по каналам

Step(Wu1)

Step(Wz1)

Step(Wz2)

Step(Wu3)

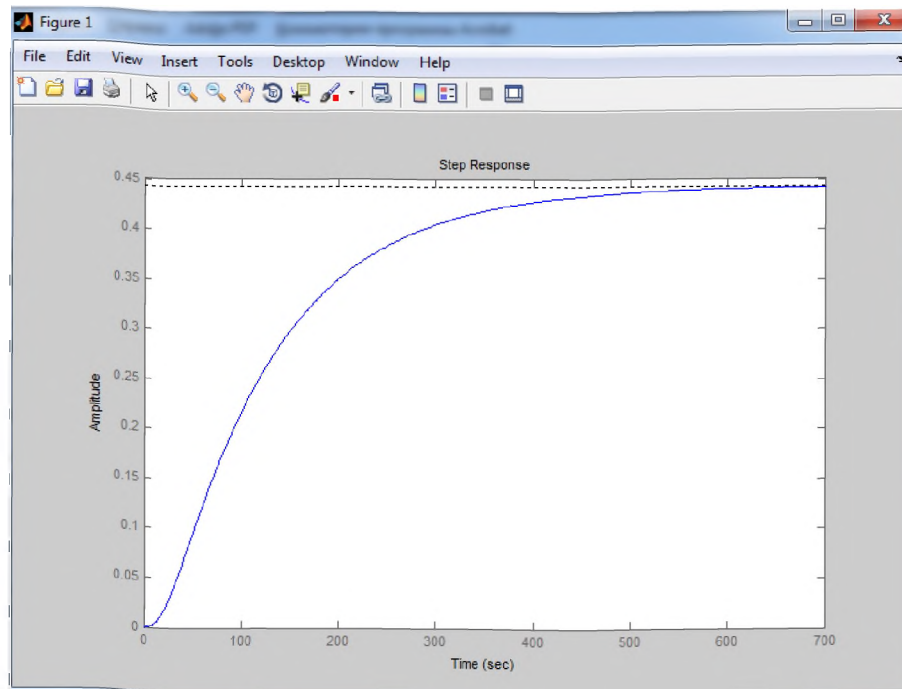


Рисунок 7.2 – Крива розгону по каналу U1

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

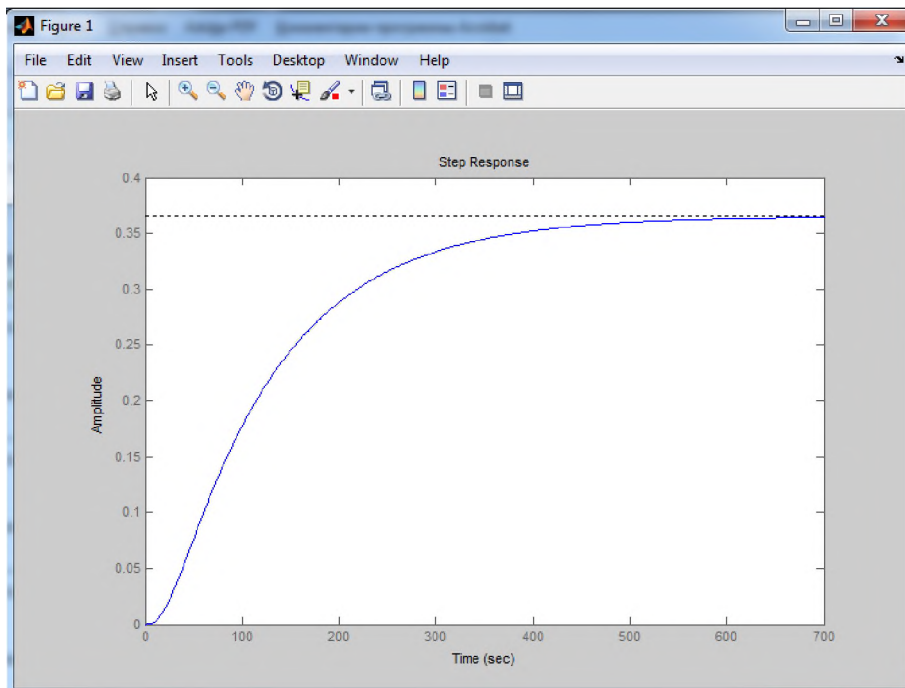


Рисунок 7.3 – Крива розгону по каналу Z1

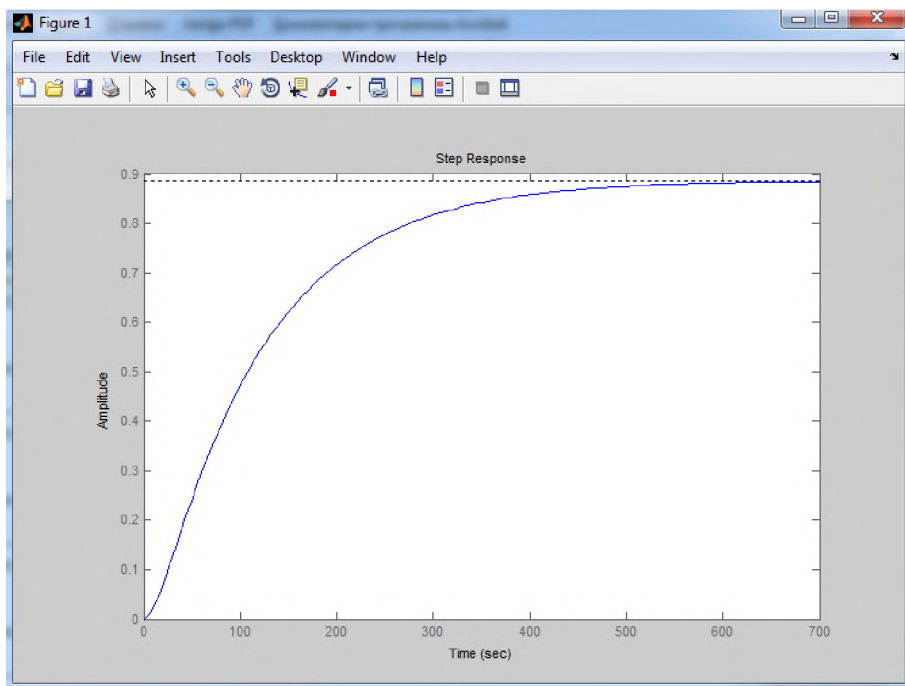


Рисунок 7.4 – Крива розгону по каналу Z2

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

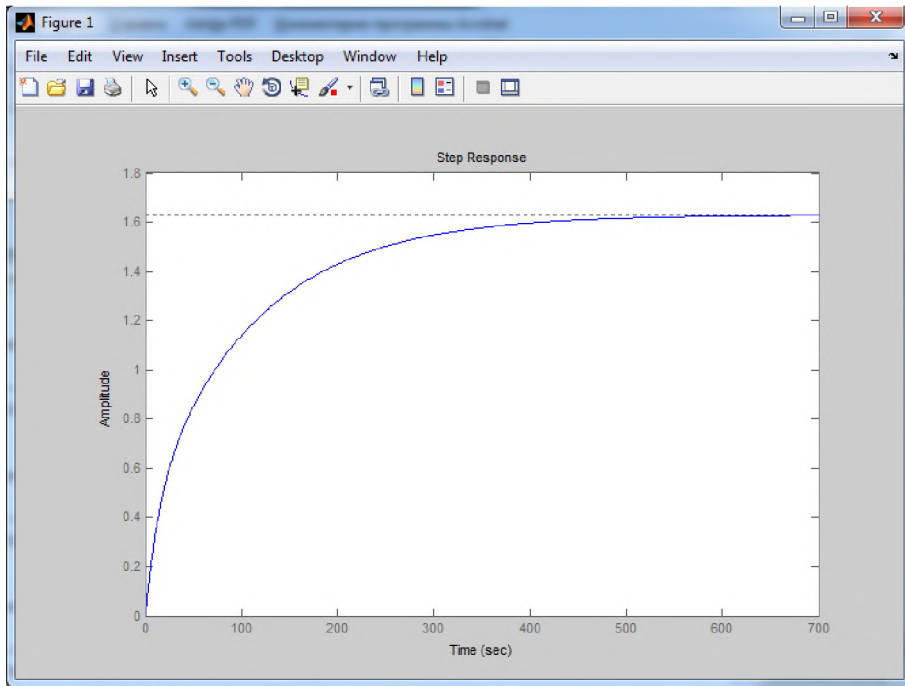


Рисунок 7.5 – Крива розгону по каналу U3

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

7.2. Розрахунок частотних характеристик в середовищі matlab

-за каналом управління U1:

$$W_{U1}^{екв}(p) = W_{1u}(p) \cdot W_{12}(p) \cdot \frac{W_{23}(p)}{1 - W_{23}(p) \cdot W_{32}(p)};$$

$$W_{U1}^{екв}(p) = \frac{0,85}{10p+1} \cdot \frac{0,4}{40p+1} \cdot \frac{\frac{0,6}{18p+1}}{1 - \frac{0,6}{18p+1} \cdot \frac{0,9}{40p+1}} = \frac{0,85 \cdot 0,4}{(10p+1) \cdot (40p+1)} \cdot \frac{\frac{0,6}{18p+1}}{\frac{(18p+1) \cdot (40p+1) - 0,54}{(18p+1) \cdot (40p+1)}} =$$

$$= \frac{0,204}{(10p+1) \cdot (720p^2 + 58p + 0,46)} = \frac{2,45}{7200p^3 + 1300p^2 + 62,6p + 0,46};$$

ФЧХ за каналом управління U1

| | |
|-----------------------------|--|
| b=[0.204] | задаєм поліном чисельника передаточної функції |
| n=0:0.01:5; | Задаємо проміжок |
| a=[7200 1300 62.6 0.46] | задаєм поліном знаменника передаточної функції |
| [h,w]=freqs(b,a,n); | примусово задаємо діапазон частот від 0 до 2 з кроком 0,01 |
| phi=angle(h); | ФЧХ |
| phi = unwrap(phi); | усуваємо розривів |
| plot(w, phi*180/pi) | відображаємо в градусах |
| grid on | відобразити лінії |
| title('ФЧХ по каналу U1') | введемо заголовок |
| xlabel('w'), ylabel('F(w)') | підпишемо осі |

АФХ за каналом управління U1

| | |
|---|---|
| $w=0:0.0001:10;$ | задаємо діапазон частот від 0 до 10 з кроком 0,01 |
| $W=0.204./(7200.*(w.*j).^3+1300.*(w.*j).^2 + 62.6.*w.*j + 0.46);$ | АФХ об'єкта, зробивши заміну $p \rightarrow w.*j$ (j – комплексна змінна); |
| <code>plot(real(W),imag(W))</code> | будуємо графік АФХ в лінійному масштабі |
| <code>grid on</code> | відображаємо лінії |
| <code>title('АФХ по каналу U1')</code> | введемо заголовок |
| <code>xlabel('w'), ylabel('A')</code> | підпишемо осі |
| <code>gtext('Wpac(jw)')</code> | назва графіку |

АЧХ за каналом управління U1

| | |
|---|--|
| $w=0:0.001:0.5;$ | задаємо діапазон частот від 0 до 0.5 з кроком 0,001 |
| $W=0.204./(7200.*(w.*j).^3+1300.*(w.*j).^2 + 62.6.*w.*j + 0.46);$ | АФХ об'єкта, зробивши заміну $p \rightarrow w.*j$ (j – комплексна змінна) |
| $A=\text{imag}(W);$ | виділимо уявну частину |
| $B=\text{real}(W);$ | виділимо дійсну частину |
| $AX=\text{sqrt}(A.^2+B.^2);$ | визначимо АЧХ |
| <code>plot(w,AX)</code> | побудуємо графік АЧХ |
| <code>title('АЧХ по каналу U1')</code> | введемо заголовок |
| <code>xlabel('w'), ylabel('A(w)')</code> | підпишемо осі |
| <code>gtext('Wpac(jw)')</code> | назва графіку |

ЛЧХ за каналом управління U1

| | |
|---|---|
| $w=0:0.001:10;$ | задаємо діапазон частот від 0 до 0,5 з кроком 0,001 |
| $W = \text{tf}([0.204],[7200 1300 62.6 0.46])$ | записуємо передаточну функцію об'єкта |
| <code>bode(W,w)</code> | побудуємо ЛЧХ об'єкта в заданому діапазоні частот |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

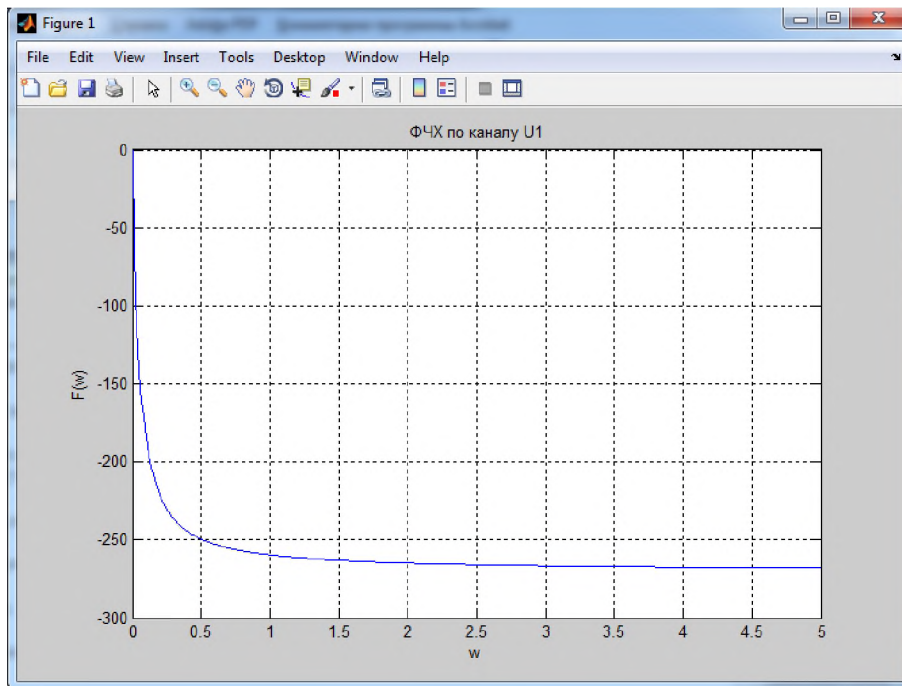


Рисунок 7.6 – ФЧХ за каналом управління U1

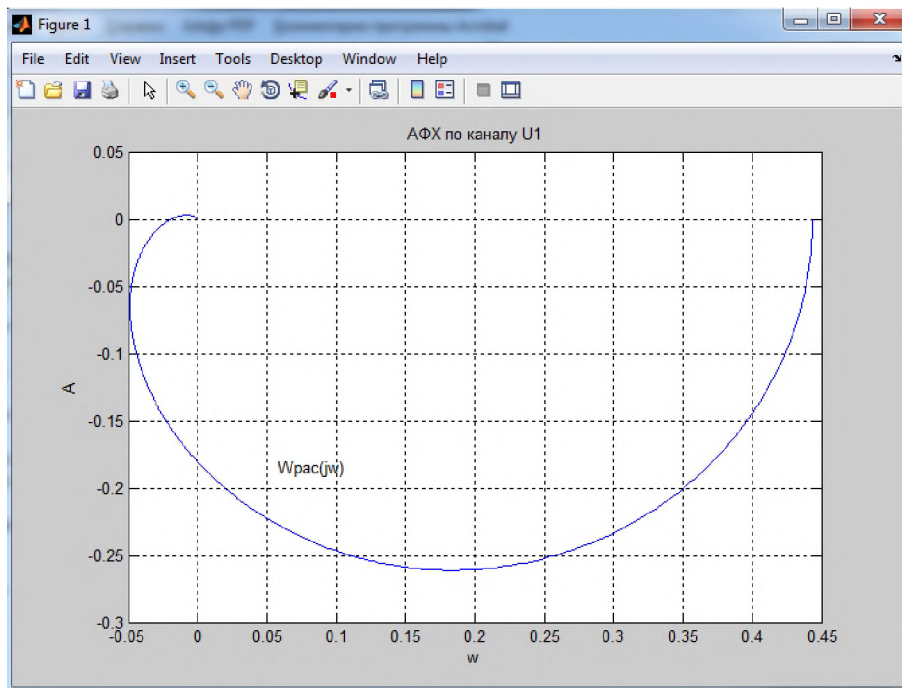


Рисунок 7.7 – АФХ за каналом управління U1

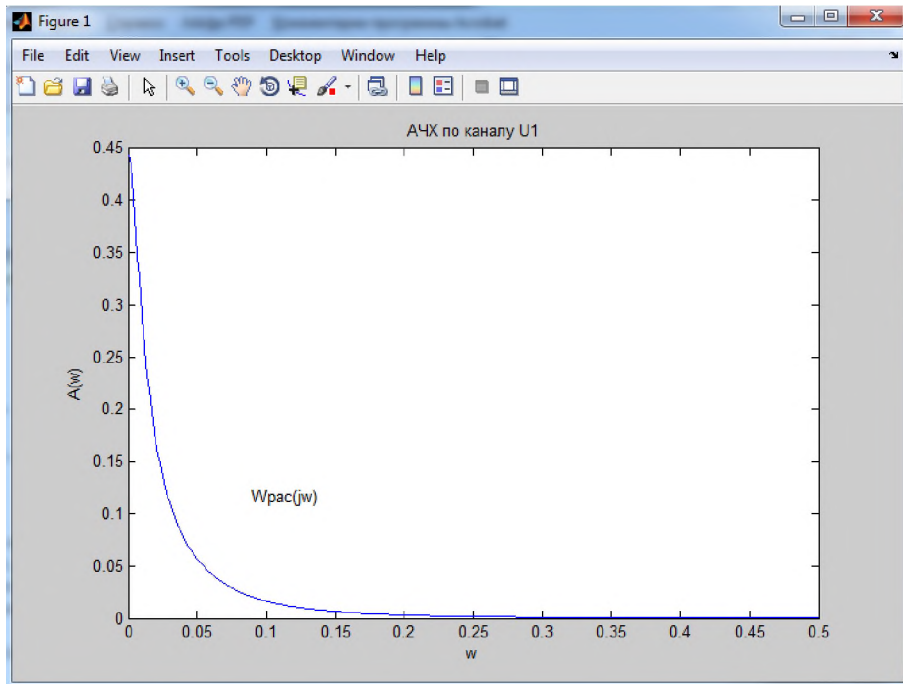


Рисунок 7.8 – АЧХ за каналом управління U1

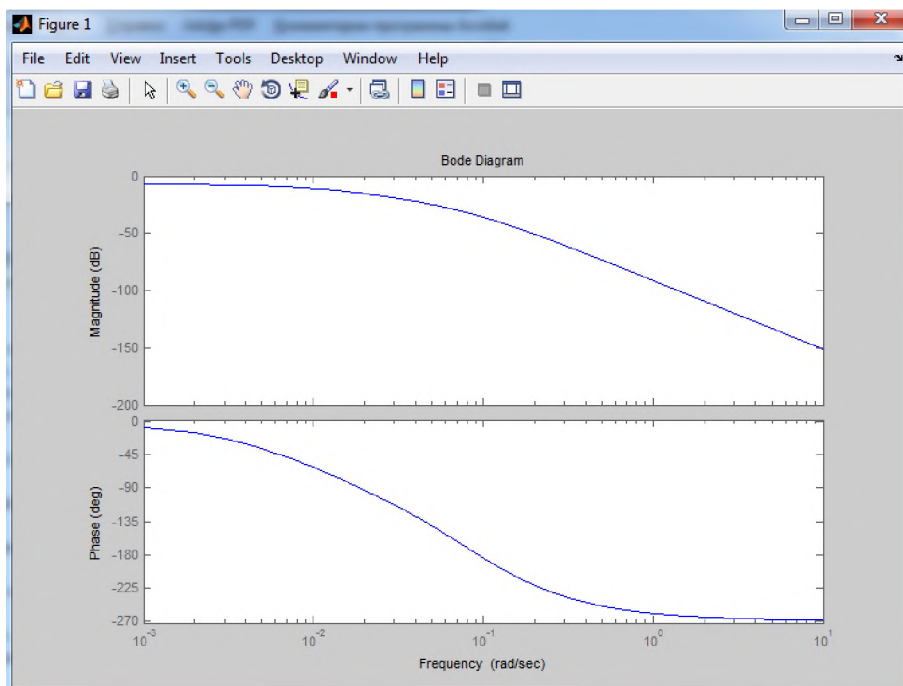


Рисунок 7.9 – ЛЧХ за каналом управління U1

За каналом збурення Z1:

$$W_{Z1}^{екв}(p) = W_{1Z}(p) \cdot W_{12}(p) \cdot \frac{W_{23}(p)}{1 - W_{23}(p) \cdot W_{32}(p)};$$

$$W_{Z1}^{екв}(p) = \frac{0,7}{10p+1} \cdot \frac{0,4}{40p+1} \cdot \frac{\frac{0,6}{18p+1}}{1 - \frac{0,6}{18p+1} \cdot \frac{0,9}{40p+1}} = \frac{0,7 \cdot 0,4}{(10p+1) \cdot (40p+1)} \cdot \frac{\frac{0,6}{18p+1}}{\frac{(18p+1) \cdot (40p+1) - 0,54}{(18p+1) \cdot (40p+1)}} =$$
$$= \frac{0,168}{(10p+1) \cdot (720p^2 + 58p + 0,46)} = \frac{0,168}{7200p^3 + 1300p^2 + 62,6p + 0,46};$$

ФЧХ за каналом збурення Z1

```
b=[0.168]
n=0:0.01:5
a=[7200 1300 62.6 0.46]
[h,w]=freqs(b,a,n);
phi=angle(h);
phi = unwrap(phi);
plot(w, phi*180/pi)
grid on
title('ФЧХ по каналу Z1')
xlabel('w'), ylabel('F(w)')
```

АФХ за каналом збурення Z1

```
w=0:0.0001:10;
W=0.168./(7200.*(w.*j).^3+1300.*(w.*j).^2 + 62.6.*w.*j + 0.46);
plot(real(W),imag(W))
grid on
title('АФХ по каналу Z1')
xlabel('w'), ylabel('A')
gtext('Wpac(jw)')
```

АЧХ за каналом збурення Z1

```
w=0:0.001:0.5;
W=0.168./(7200.*(w.*j).^3+1300.*(w.*j).^2 + 62.6.*w.*j + 0.46);
A=imag(W);
B=real(W);
AX=sqrt(A.^2+B.^2);
plot(w,AX)
title('АЧХ по каналу Z1')
xlabel('w'), ylabel('A(w)')
gtext('Wpac(jw)')
```

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ЛЧХ за каналом збурення Z1

```
w=0:0.001:10;  
W = tf([0.168],[7200 1300 62.6 0.46])  
bode(W,w)
```

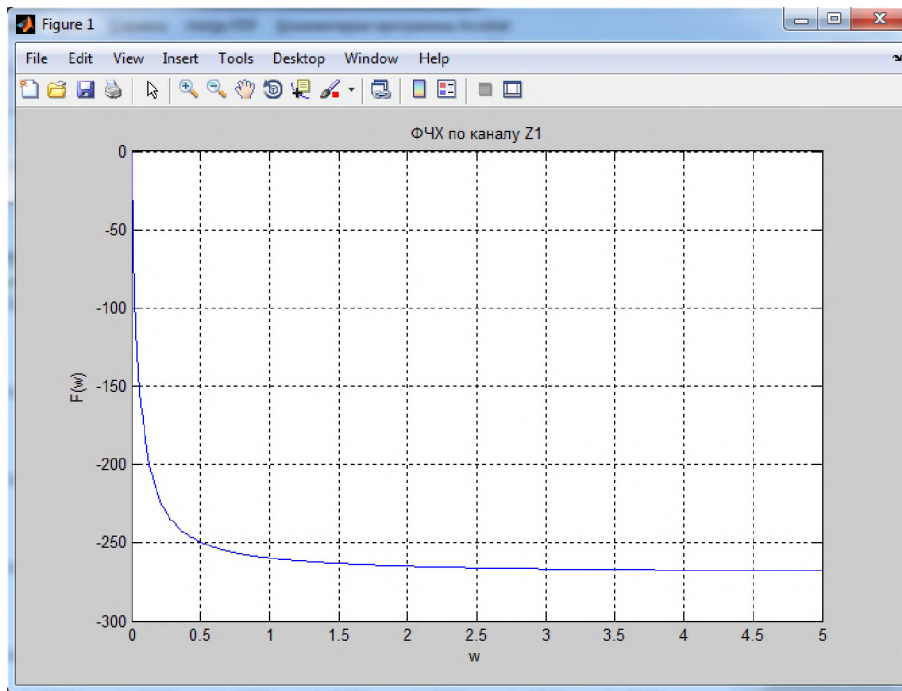


Рисунок 7.10 – ФЧХ за каналом збурення Z1

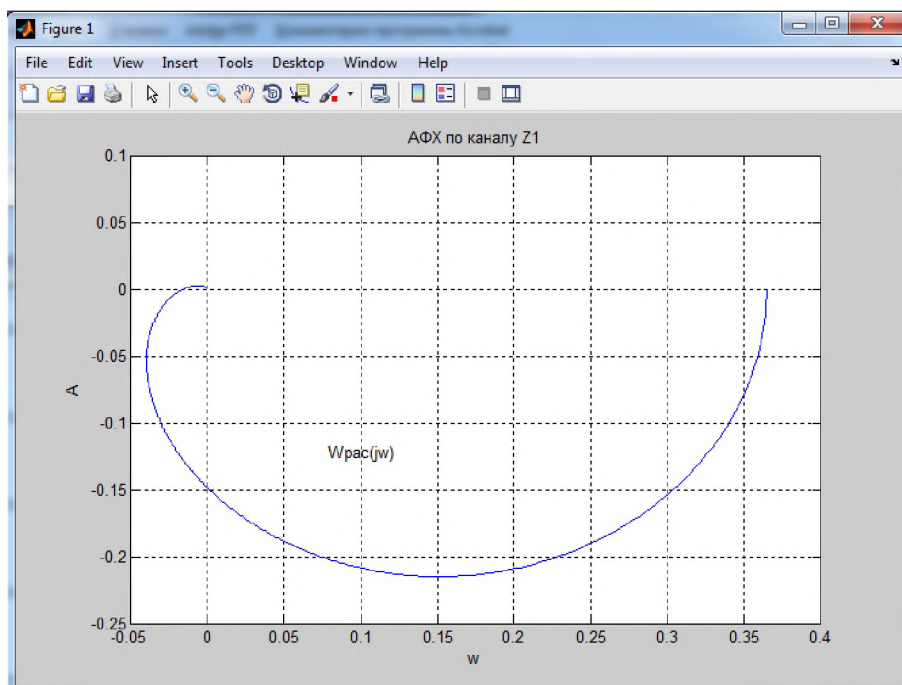


Рисунок 7.11 – АФХ за каналом збурення Z1

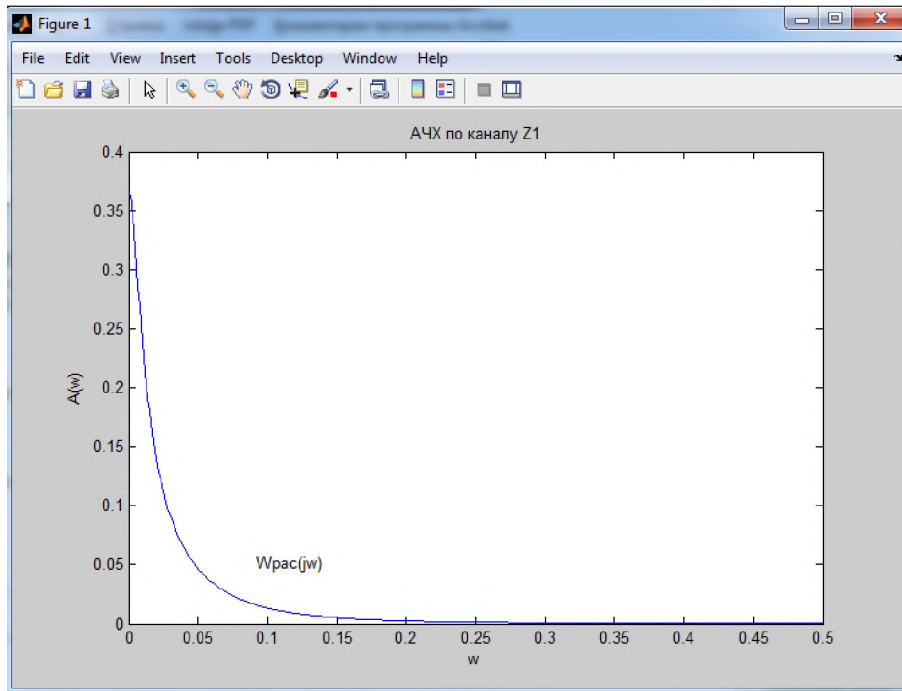


Рисунок 7.12 – АЧХ за каналом збурення Z1

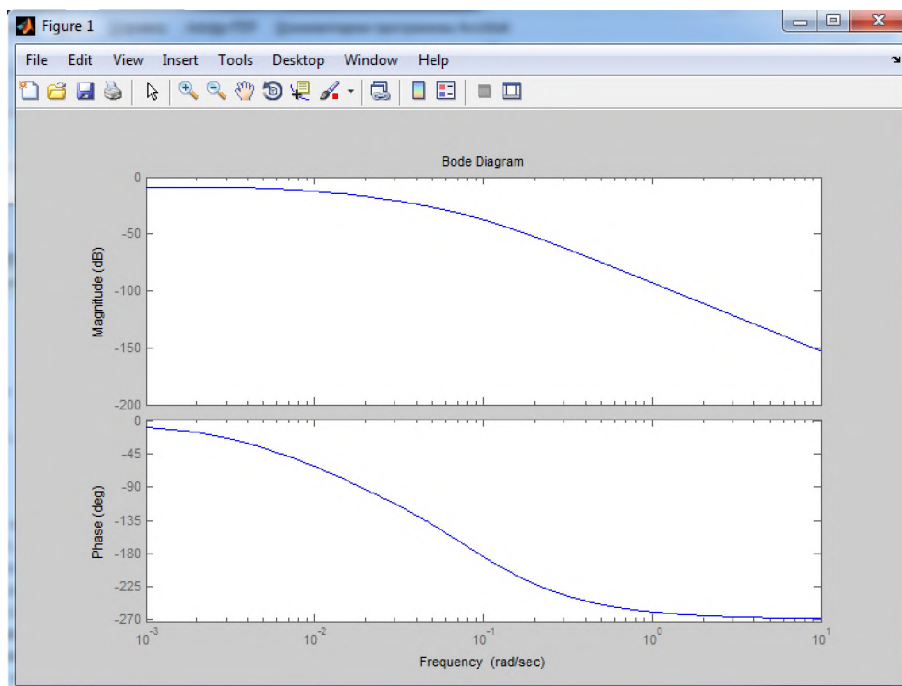


Рисунок 7.13 – ЛЧХ за каналом збурення Z1

За каналом збурення Z2 :

$$W_{Z2}^{екв}(p) = W_{2Z}(p) \cdot \frac{W_{23}(p)}{1 - W_{23}(p) \cdot W_{32}(p)};$$

$$W_{Z2}^{екв}(p) = \frac{0,68}{40p+1} \cdot \frac{\frac{0,6}{18p+1}}{1 - \frac{0,6}{18p+1} \cdot \frac{0,9}{40p+1}} = \frac{0,68}{40p+1} \frac{\frac{0,6}{18p+1}}{\frac{(18p+1)(40p+1) - 0,54}{(18p+1)(40p+1)}} =$$
$$= \frac{0,408}{720p^2 + 58p + 0,46}$$

ФЧХ за каналом збурення Z2

```
b=[0.408]
n=0:0.001:5;
a=[720 58 0.46]
[h,w]=freqs(b,a,n);
phi=angle(h);
phi = unwrap(phi);
plot(w, phi*180/pi)
grid on
title('ФЧХ по каналу Z2')
xlabel('w'), ylabel('F(w)')
```

АФХ за каналом збурення Z2

```
w=0:0.0001:10;
W=0.408./(720.*(w.*j).^2 + 58.*w.*j + 0.46);
plot(real(W),imag(W))
grid on
title('АФХ по каналу Z2')
xlabel('w'), ylabel('A')
gtext('Wpac(jw)')
```

АЧХ за каналом збурення Z2

```
b=[0.408]
n=0:0.001:1;
a=[720 58 0.46]
[h,w]=freqs(b,a,n);
plot(w,abs(h))
grid on
title('АЧХ по каналу Z2')
xlabel('w'), ylabel('A(w)')
```

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ЛЧХ за каналом збурення Z2

```
w=0:0.001:10;  
W = tf([0.408],[720 58 0.46])  
bode(W,w)
```

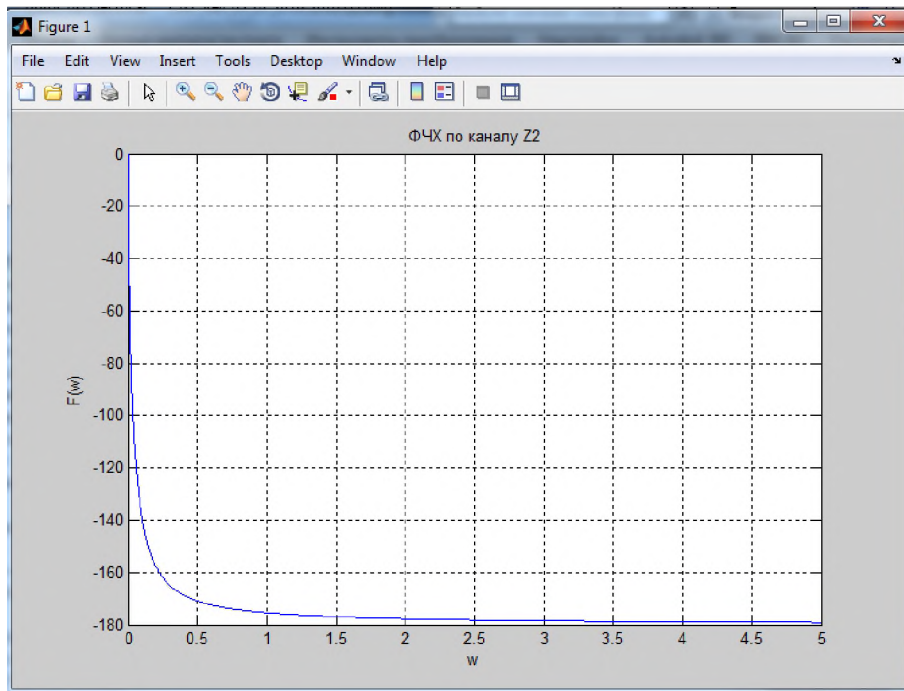


Рисунок 7.14 – ФЧХ за каналом збурення Z2

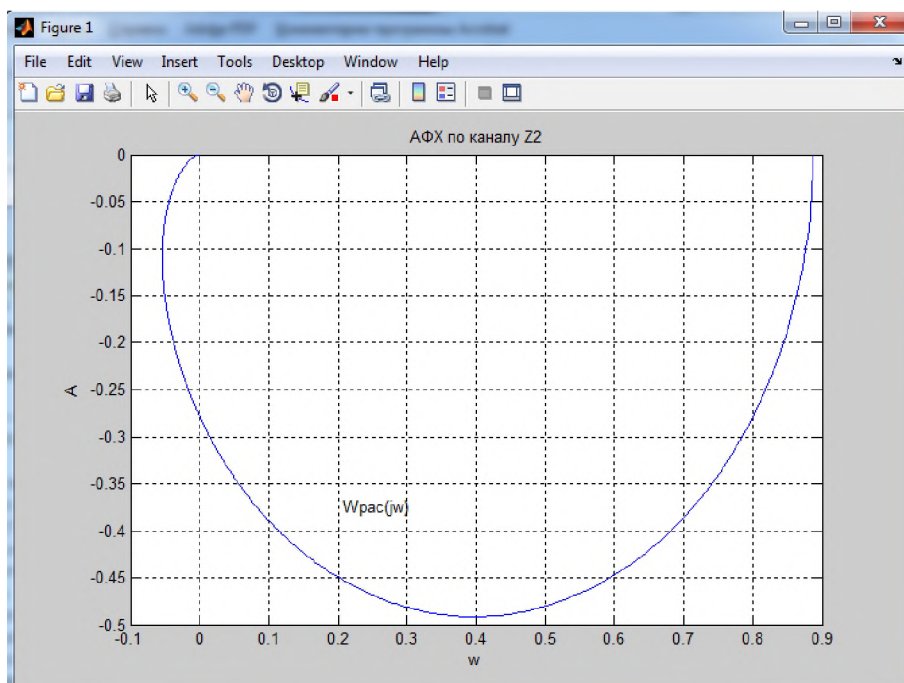


Рисунок 7.15 – АФХ за каналом збурення Z2

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

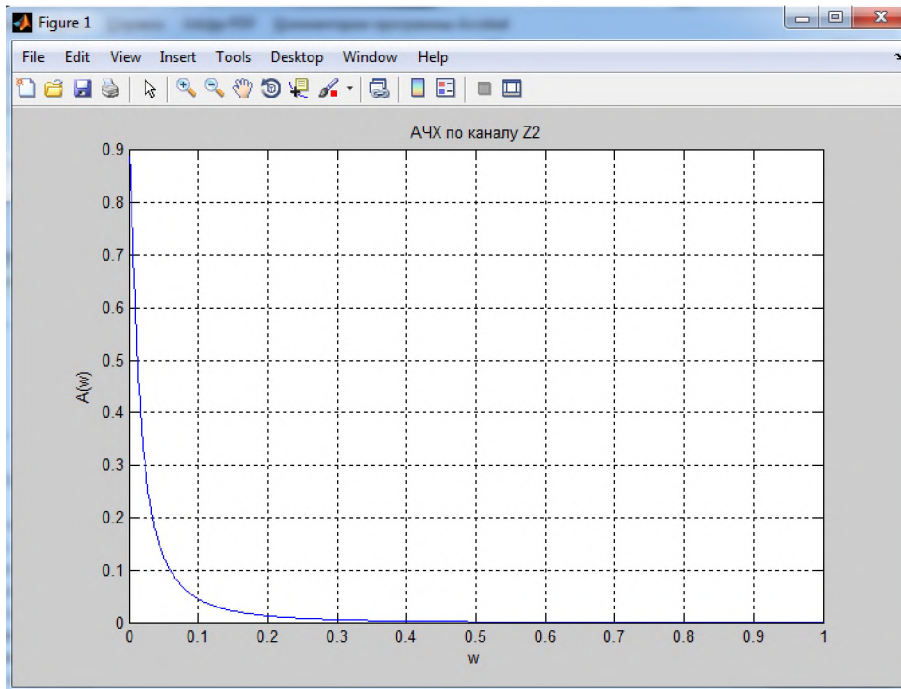


Рисунок 7.16 – АЧХ за каналом збурення Z2

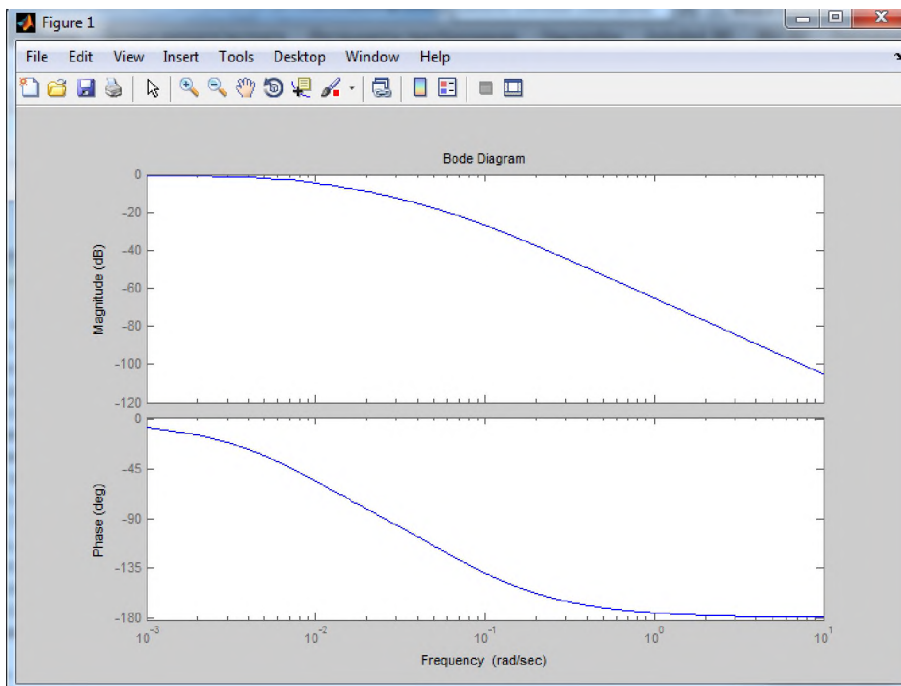


Рисунок 7.17 – ЛЧХ за каналом збурення Z2

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

За каналом управління U3:

$$W_{U3}^{екв}(p) = \frac{W_{3U}(p)}{W_{23}(p)} \cdot \frac{W_{23}(p)}{1 - W_{23}(p) \cdot W_{32}(p)} = \frac{0,75}{18p+1} \cdot \frac{1}{1 - \frac{0,6}{18p+1} \cdot \frac{0,9}{40p+1}} =$$
$$= \frac{0,75}{18p+1} \frac{1}{\frac{(18p+1)(40p+1) - 0,54}{(18p+1)(40p+1)}} = \frac{0,75(40p+1)}{720p^2 + 58p + 0,46}$$

ФЧХ за каналом управління U3

```
b=[30 0.75]
a=[720 58 0.46]
n=0:0.001:3;
[h,w]=freqs(b,a,n);
phi=angle(h);
phi = unwrap(phi);
plot(w, phi*180/pi)
grid on
title('ФЧХ по каналу U3')
xlabel('w'), ylabel('F(w)')
```

АФХ за каналом управління U3

```
w=0:0.0001:30;
W=(30.*w.*j + 0.75)./(720.*(w.*j).^2 + 58.*w.*j + 0.46);
plot(real(W),imag(W))
grid on
title('АФХ по каналу U3')
xlabel('w'), ylabel('A')
gtext('Wpac(jw)')
```

АЧХ за каналом управління U3

```
b=[30 0.75]
a=[720 58 0.46]
n=0:0.001:2;
[h,w]=freqs(b,a,n);
plot(w,abs(h))
grid on
title('АЧХ по каналу U3')
xlabel('w'), ylabel('A(w)')
```

| | | | | | | |
|------|------|-----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № док.ум. | Підпис | Дата | | |

ЛЧХ за каналом управління U3

```
w=0:0.001:10;  
W = tf([30 0.75],[720 58 0.46])  
bode(W,w)
```

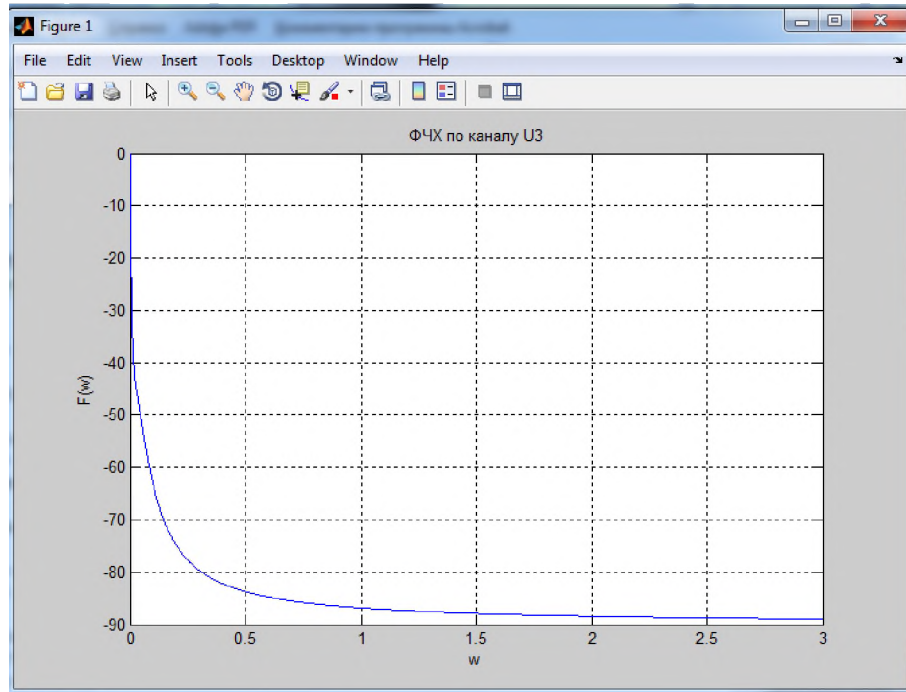


Рисунок 7.18 – ФЧХ за каналом управління U3

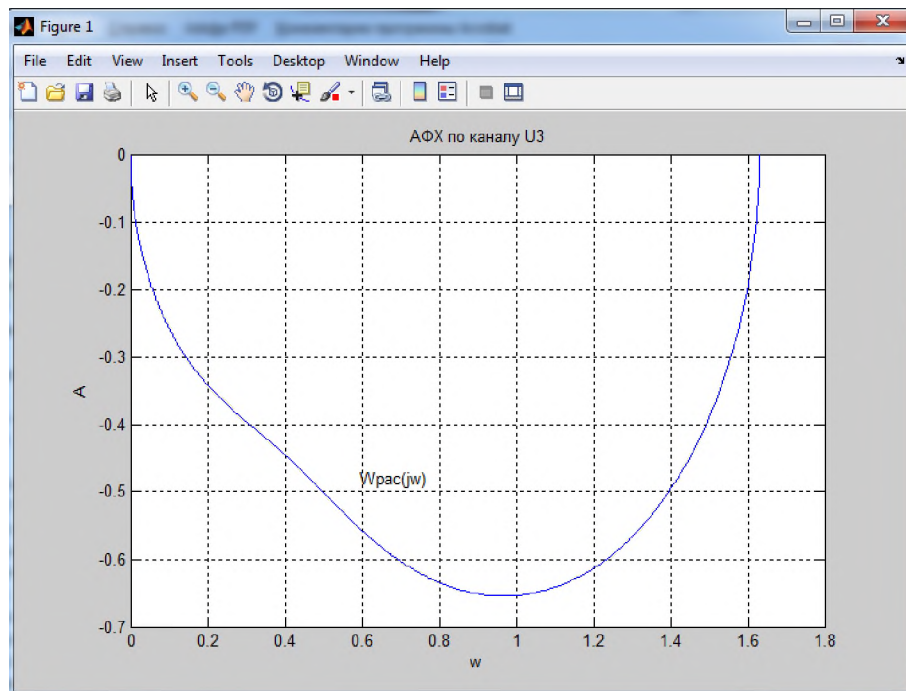


Рисунок 7.19 – АФХ за каналом управління U3

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

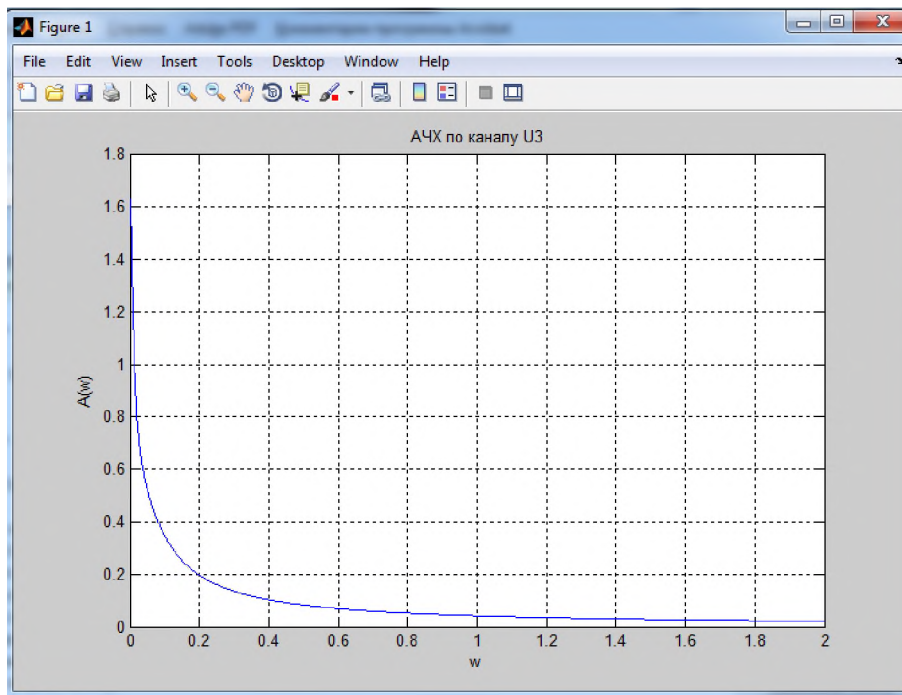


Рисунок 7.20 – АЧХ за каналом управління U3

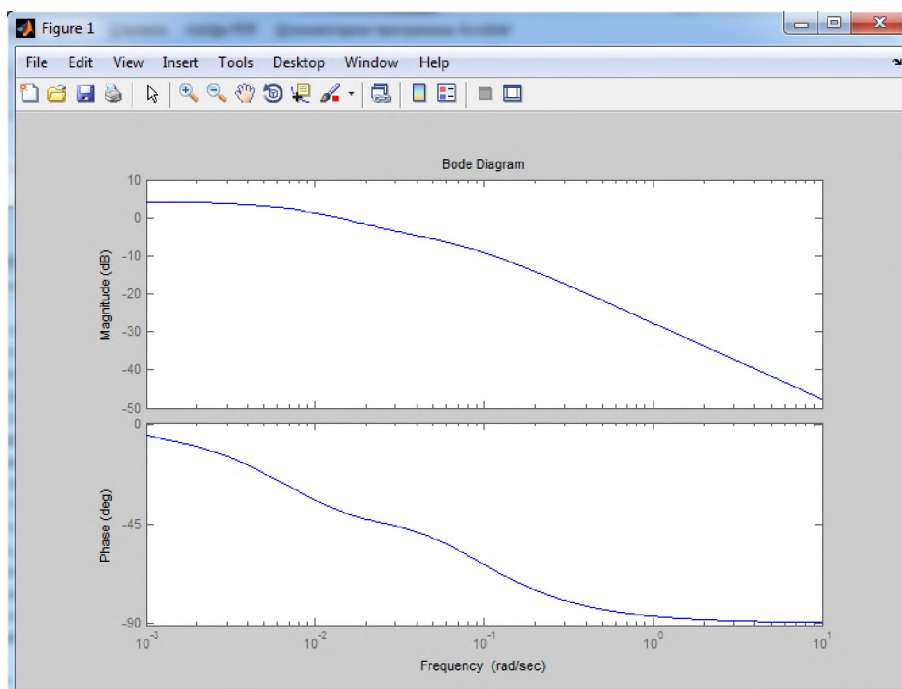


Рисунок 7.21 – ЛЧХ за каналом управління U3

7.3 Аналіз стійкості системи

| | |
|---|---|
| Wzam=tf([8.36],[15625 2826 136 9.36]) | записуємо передаточну функцію замкненої системи |
| sys=ss(Wzam) | переводимо модель в простір стану |
| D3=det([2826 9.36 0; 15625 136 0; 0 2826 9.36]) | розраховуємо детермінант матриці третього порядку |
| d2=det([2826 9.36; 15625 136]) | розраховуємо детермінант матриці другого порядку |

Результати виконання програми наведені нижче:

Transfer function:

8.36

$$15625 s^3 + 2826 s^2 + 136 s + 9.36$$

a =

| | x1 | x2 | x3 |
|----|---------|----------|----------|
| x1 | -0.1809 | -0.06963 | -0.07668 |
| x2 | 0.125 | 0 | 0 |
| x3 | 0 | 0.0625 | 0 |

b =

| | u1 |
|----|------|
| x1 | 0.25 |
| x2 | 0 |
| x3 | 0 |

c =

| | x1 | x2 | x3 |
|----|----|----|--------|
| y1 | 0 | 0 | 0.2739 |

d =

| | u1 |
|----|----|
| y1 | 0 |

Continuous-time model.

D3 =

2.2285e+006

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2 =

2.3809 +005

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>Кваліфікаційна робота</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Список використаної літератури

1. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник/ Ладанюк А.А., Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. - К.: Аграрна освіта, 2001.-224 с.
2. Методичні вказівки до дипломного проекту для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр за напрямом підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання, /Уклад.: О.М. Пупена, І.В. Ельперін, А.П.Ладанюк, В.Г.Трегуб – К.: НУХТ, 2011. – 16с.
3. Методичні вказівки до виконання схем автоматизації: бібл. номери 3148 та 6055.
4. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: Навчальний посібник/І.В.Ельперін - К.: НУХТ, 2003. - 320 с.
5. Бабіченко А.К. Промислові засоби автоматизації [Текст]/ А.К.Бабіченко. - Харків.: НТУ «ХП», 2001.-470 с.
6. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: Навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк, О.П.Лобок. - Вінниця: Нова книга, 2007. - 160 с.
7. Методичні вказівки до виконання принципів схем: бібл. номер 3168.
8. Трегуб В.Г. Методичні вказівки до проектування принципів схем мікропроцесорних систем автоматизації при виконанні курсових та дипломного проекту / Упоряд. Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Карнаух А.О. - К.: УДУХТ, 1994.-56 с.
9. Методичні вказівки до виконання дисплейних мнемосхем: бібл. номери 5142 та 6055.
10. ДНАОП 1.8.10-1.24-96 “Правила охорони праці в цукровому виробництві” - К., 1997р.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

11. НПАОП 0.00-1.28-10 "Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин". Наказ Держгірпромнагляду від 26.03.2010р. № 65.
12. Купчик М. П. Основи охорони праці.// М.П.Гандзюк, І.Ф.Степанець та інші. – К.: Основа, 2000. – 416 с.
13. ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків та споруд. Природне і штучне освітлення».
14. А.М. Литвиненко Охорона праці в галузі. Методичні вказівки до вивчення дисципліни, виконання контрольної роботи та розділу дипломного проекту/ А.М. Литвиненко, В.С. Гуць - К.: НУХТ, 2005. - 37 с.
15. НПАОП 15.83-1.05-96 "Правила охорони праці в цукровому виробництві" - К., 1997р.
16. Навакатікян О.О., Кальниш В.В., Стрюков С.М.: «Охорона праці користувачів комп'ютерних відеодисплейних терміналів», - К.: Наукова думка, 1997, -520 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
| | | | | | Кваліфікаційна робота | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |