

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та телекомунікації

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Перший (Бакалаврський)

Освітній рівень

Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування

Шифр і назва спеціальності

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Шифр і назва спеціальності

на тему «Автоматизована система моніторингу електроживлення підприємства»

КРБАКІТ. 2017032.01.11.ПЗ

Виконала: студентка 4 курсу, група АКІТ-17-1


підпис

Д.М.Хома
Ініціали, прізвище

Керівник: д-р техн. наук, проф.


підпис

В.В. Мартинюк
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри: д-р техн. наук, проф.


підпис

В.В. Мартинюк
Ініціали, прізвище

10 06 2021 р.

Хмельницький, 2021

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем
Кафедра Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій і телекомунікацій
Освітній рівень Бакалавр
Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування
Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології
Освітня програма Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології»

Затверджую

Зав. Кафедри Мартинюк В. В.

“05” 02 2021 р.



ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Хомі Денису Миколайовичу

Прізвище, ім'я, по-батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Автоматизована система моніторингу електроживлення підприємства

Керівник проекту (роботи) Мартинюк В. В., завідувач кафедри, д.т.н., професор

Затверджено наказом ректора університету від 05.02.2021 р. №11

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 10.06.2021 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

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

Дослідження предметної області _____

Проектування системи автоматизації _____





Програмно-апаратна реалізація _____

Тестування системи _____

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Принципова схема розподільчого щита електроживлення _____

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---------------|---|---|---|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| Нормоконтроль | Корецька Л. О к.т.н., доцент |  |  |
| Антиплагіат | Федула М. В к.т.н., доцент |  |  |

7. Дата видачі завдання


«11» 01. 2021 р.


КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи) | Термін виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|-------|---|--|----------|
| 1 | Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником | 11.01.2021 | виконано |
| 2 | Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження | 01.02.2021 | виконано |
| 3 | Робота над розділом 1 – Дослідження предметної області | 01.03.2021 | виконано |
| 4 | Робота над розділом 2 – Проектування системи автоматизації | 01.04.2021 | виконано |
| 5 | Робота над розділом 3 – Програмно-апаратна реалізація | 15.04.2021 | виконано |
| 6 | Робота над розділом 4 – Тестування системи | 30.04.2021 | виконано |
| 7 | Оформлення пояснювальної записки згідно вимог | 31.05.2021 | виконано |
| 8 | Попередній захист ВКР | 03.06.2021 | виконано |
| 9 | Захист ВКР на засідання ЕК | Червень 2021 року | |

Студент

Керівник роботи


Підпис


Підпис

Хома. Д. М
Прізвище, ініціали

Мартинюк. В. В
Прізвище, ініціали

Зміст

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 3 |
| 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ | 5 |
| 1.1 Аналіз предметної області, її структурних та функціональних особливостей | 5 |
| 1.2 Аналіз наявного програмно-технічного забезпечення предметної області | 9 |
| 1.3 Аналіз вимог до систем автоматизації та розробка технічного завдання | 20 |
| 1.4 Висновки до першого розділу | 22 |
| 2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ | 23 |
| 2.1 Система моніторингу електричних кіл CMS-700 | 23 |
| 2.2 Архітектурне проектування | 29 |
| 2.3 Детальне проектування | 34 |
| 2.4 Висновки до другого розділу | 44 |
| 3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ | 45 |
| 3.1 Підключення системи моніторингу до електромережі | 45 |
| 3.2 Підключення до WEB - інтерфейсу користувача | 51 |
| 3.3 Налаштування системи моніторингу електричних кіл | 54 |
| 3.4 Висновки до третього розділу | 61 |
| 4 ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ | 62 |
| 4.1 Тестування процесу вимірювання струмів | 62 |

| | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|--------------------|--------------------|----------|---|-----------------------|-------|---------|
| КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ | | | | | | | | |
| Змін. | Арк. | № докум. | Підпис | Дат | Автоматизована система моніторингу електроживлення підприємства | Літ. | Аркуш | Аркушів |
| Розроблено. | | Хома. Д. М. | <i>[Signature]</i> | 10.06 | | | | 1 |
| Перевірено. | | Мартинюк. В.В. | <i>[Signature]</i> | 12.06/19 | | | | |
| Реценз | | | | | | | | |
| Н. Контр. | | <i>[Signature]</i> | <i>[Signature]</i> | 10.06 | | | | |
| Затверд | | | | | | | | |
| | | | | | | <i>ХМУ, ЛКІТ-17-1</i> | | |

| | |
|---|----|
| 4.2 Тестування процесу збереження виміряних даних | 63 |
| 4.3 Тестування подій..... | 64 |
| 4.4 Висновки четвертого розділу..... | 64 |
| ВИСНОВОКИ..... | 65 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 67 |

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 2 |

ВСТУП

Автоматизація ефективно застосовується на сучасному етапі розвитку людства для досягнення зростання показників ресурсо та енергозбереження, поліпшення екології довкілля, якості та надійності продукції.

Автоматизований (автоматичний) процес може бути досить простим (наприклад, забезпечення сталого рівня рідини в деяких посудинах) і досить складним (забезпечення потрібного режиму роботи літака за допомогою автопілота).

Автоматизовані системи відіграють важливу роль в будь якій сфері виробництва та у більшості всіх сучасних пристроїв. Автоматизовані системи у виробництві дозволяють автоматизувати роботу багатьох працівників, що забезпечить збільшення обсягів виробництва, покращення якості виготовлених виробів, а також забезпечити кращі умови праці для інших працівників. В багатьох сферах виробництва, де є серйозна загроза для життя працівників, неможливо обійтися від автоматизації технічних процесів для збереження життя та здоров'я працівників.

В теперішніх умовах ринкових відносин прибутковим може бути тільки підприємство, в якому достатню увагу приділяють автоматизації технічних процесів на всіх рівнях, починаючи від автоматизації фізичного рівня і закінчуючи системами повної автоматизації підприємства. В умовах досить доброї автоматизації зменшується кількість працівників на підприємстві що дозволяє сильно зекономити на грошовій оплаті працівникам і також збільшити оплату праці для працівників що продовжують працювати на підприємстві.

Повна автоматизація підприємства і зменшення кількості працівників також несе деякий негативний фактор для підприємства, оскільки зменшується кількість наглядачів системи і одразу збільшується можливість створення аварійних ситуацій, а датчики і система автоматизації може невчасно виявити

| | | | | | | |
|-----|-----|-----------|--------|------|---------------------------------|-----|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | арк |
| змн | арк | № док.ум. | підпис | дата | | 3 |

можливу аварійну ситуацію, що призводить до поломки дорого-вартісного обладнання і витрати часу на ремонт системи. Тому системи моніторингу займають особливе місце у системах автоматизації.

Оскільки, більшість промислових механізмів працюють на електричній енергії, то системи моніторингу електроживлення підприємства займають одну з найголовніших ролей у забезпеченні безперебійної роботи підприємства. Також особливостями підприємств, на яких розроблено та реалізовано систему що в автоматизованому режимі може вимірювати параметри електричної мережі живлення виробництвом, є їх енерго-економічність цих підприємств.

Дана робота присвячена розробці системи моніторингу електроживлення робочої лінії гальванізації на підприємстві що займається виготовленням друкованих електричних плат. Розробка системи моніторингу відбувалась на основі професійного рішення від швейцарської фірми АВВ, а саме системою CMS-700. Система моніторингу була розроблена для вже автоматизованої лінії виробництва на базі програмованого-логічного контролера ОВЕН 100.

Відповідно завданнями даної роботи є:

- Встановити особливості предметної області;
- Виконати аналіз систем аналогів, що виконують подібні завдання систем автоматизації;
- Розробити модель системи та схему підключення відповідних модулів моніторингу ;
- Розробити алгоритм роботи даної системи;
- Виконати практичну реалізацію системи моніторингу;
- Налаштувати систему відповідно до вимог використання;
- Провести тестування системи в реальних умовах.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 4 |

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Аналіз предметної області, її структурних та функціональних особливостей.

Енергоресурси мають критичне значення для поліпшення якості життя та розширення можливостей для всіх країн. Тому забезпечення ефективного, надійного й екологічно безпечного енергопостачання за цінами, які відображають фундаментальні принципи ринкової економіки, є одним з найважливіших факторів для всього світового співтовариства.[1]

Сучасна тенденція світової економіки полягає у постійному зростанні продуктивності та випуску продукції, що призводить до збільшення попиту на електроенергію на всіх рівнях. Як результат, в Україні питання в енергетичному секторі стають дедалі важливішими. Зокрема, до найсерйозніших викликів в українській енергетичній системі належать: зростання цін на енергоносії, нестача діючих потужностей з виробництва енергії, посилена залежність від країн-експортерів енергії та серйозні негативні наслідки для екологічних умов країни. Як ми всі знаємо, в більшості європейських країн основним споживачем енергії є промисловий сектор. З огляду на це, відомі міжнародні та вітчизняні експерти наголошували, що широке використання енергозберігаючих заходів та технологій на промислових підприємствах є одним з важливих кроків для подолання кризи в енергетичній галузі. Зокрема, відповідні заходи з енергозбереження допоможуть зменшити електричне навантаження енергосистеми, створеної промисловими підприємствами, та сприяти економії енергії та капіталу на національному рівні.

Промисловий сектор є найбільшим споживачем електроенергії, що в значній мірі впливає на функціонування енергетичної системи домогосподарств і є одним із найважливіших факторів у її структурі (рисунок 1.1). Рациональне та економне використання електричної енергії на промислових потужностях

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 5 |

допоможе зменшити витрати на виробництво вітчизняної продукції, зменшити собівартість кінцевого продукту і тим самим зробіть її конкурентоспроможною на європейському і світовому ринку. Тому важливою функцією управління енергозбереженням промислових об'єктів є контроль ефективності споживання електроенергії на найнижчих рівнях промислового підприємства.



Рисунок 1.1 - Структура споживання електроенергії кінцевими споживачами в Україні у 2012 р. та 2020 р., %

Подолання неефективності є одним з головних завдань контролю споживання електроенергії на підприємстві.

Неефективність споживання електричної енергії – проблема, актуальна для будь-якої галузі: від важкої промисловості до сфери харчування. Зазвичай витрати електроенергії вимірюють лише на вході в енергосистему підприємства, а розхід на основних та вторинних споживачах залишається непоміченим. Тому втрати електроенергії через зламане або неефективне обладнання, невдалий робочий графік, неправильно підключені або настроєні електрولیчильники, невраховані навантаження підвищують собівартість кінцевого продукту або послуги.

Подолати проблему неефективного використання електроспоживання допомагають системи моніторингу електроспоживання підприємства

Система моніторингу забезпечує контроль за споживанням електричної енергії на найнижчих рівнях, що є основою функціонування системи енергетичного менеджменту та ефективного впровадження заходів з підвищення енергоефективності. Наявність моніторингу дозволить виявляти випадки нераціонального електроспоживання, планувати витрати на енергоносії, визначати технологічні вузли що потребують першочергового впровадження енергоефективних заходів, а також знизити витрати на обслуговування будівель.

Моніторинг і контроль електроспоживання здійснюється шляхом підключення спеціальних контролерів у щитку розведення електроенергії на підприємстві. Для спостереження за електричними витратами безпосередньо на промислових вузлах виробництва та елементах обладнання використовуються переносні датчики, які під'єднують до основного контролера через системи дротового або бездротового з'єднання. Параметри навантаження на кожен активний вузол мережі відслідковується у режимі реального часу за допомогою програмного забезпечення. Далі зібрана інформація обробляється, аналізуються і подається на основний контролер або безпосередньо виводиться на екран монітора у вигляді графіків, а також можуть відображаються графічно за допомогою програми візуалізації технологічних процесів – SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition/диспетчерське управління і збір даних).

Розвиток електроенергетики в Україні відбувається постійно і останні роки відбувається масштабне збільшення відсотку виробництва електроенергії відновлюваними джерелами електроенергії. В період з 2012 по 2020 рік відбувся великий стрибок в сторону збільшення частки відновлюваних джерел електроенергії (СЕС та ВЕС) у кількості виробленої електроенергії, (рисунок 1.2) відповідно виробництво сонячної електроенергії збільшилось в 4 рази з 0.2% до 0.8%, і виробництво вітрової електроенергії в 12 разів з 0.1% до 1.2%.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 7 |

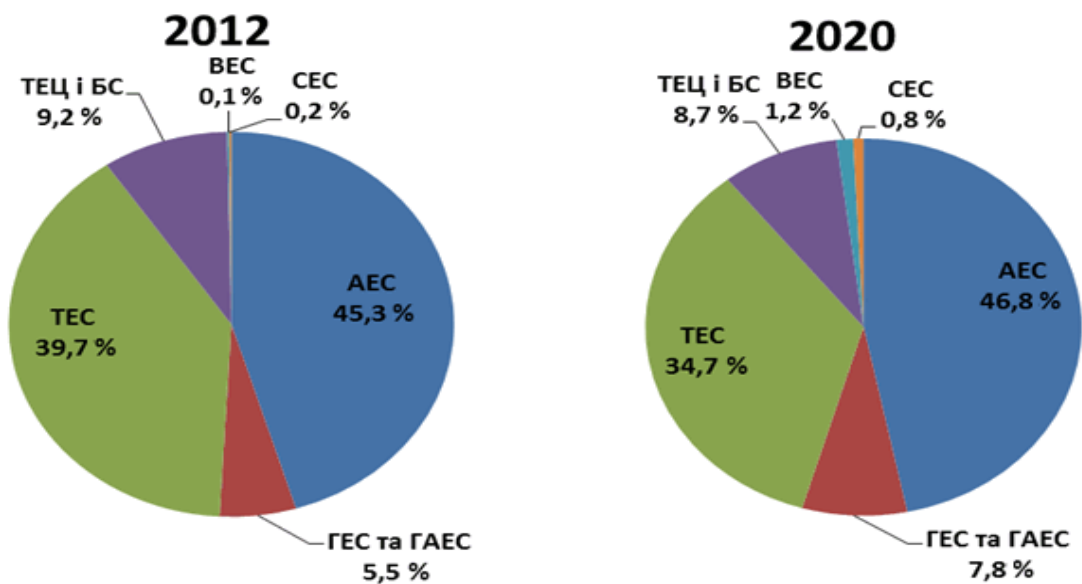


Рисунок 1.2 Структура виробництва електроенергії в Україні у 2012 р. та 2020 р., %

Велику частину в загальному виробництві відновлюваної електроенергії займають невеликі підприємства та приватні домогосподарства. Енергоефективність на таких електростанціях займає одну з ключових ролей, тому використання систем моніторингу є майже обов'язковим аспектом запуску і стабільної роботи таких електростанцій.

Дані системи дозволяють відслідковувати працездатність СЕС або ВЕС як безпосередньо на території домогосподарства, так і віддалено (в будь-якій точці світу завдяки Інтернету).

Параметрами для керування, які може відслідковувати система моніторингу можуть бути наступні ::

- активна та реактивна потужність;
- напруга та струм;
- частота та повна потужність;
- стан перемикачів та з'єднань;
- аварійні стани обладнання електростанції.

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| змн | арк | № докум. | підпис | дата |

Тобто, в режимі реального часу можна відслідковувати, яка кількість електроенергії вироблена вашою СЕС або ВЕС, скільки спожито для електропостачання домогосподарства і який обсяг електроенергії видається в зовнішню електричну мережу. Проаналізувавши інформацію можна отримати графік, який може бути виведений на екран вашого мобільного телефону. Керуючись інформацією з систем моніторингу можна приймати рішення на рахунок майбутньої роботи та ефективності електростанції.

1.2 Аналіз наявного програмно-технічного забезпечення предметної області.

На сучасному ринку електро-пристроїв можна знайти велике різноманіття пристроїв для моніторингу стану електричної мережі, як від відомих світових фірм так і від маловідомих маленьких виробництв. Всі системи моніторингу можна розділити за сферою їх використання:

- для приватних домогосподарств;
- для промисловості;
- для сфери виробництва електроенергії.

Для кожного виду систем характерні певні особливості, наприклад:

- для приватних господарств характерна простота в установці легкість в обслуговуванні та наявність веб-інтерфейсів для легкого відслідковування показників;
- для промисловості важлива підвищена надійність, наявність промислових протоколів зв'язку та висока швидкість роботи;
- в сфері виробництва електроенергії використовують автономні системи моніторингу що можуть легко керувати інверторами перетворення електричної напруги та мають систему бездротового з'єднання.

Починаючи пошук системи для моніторингу електроживлення необхідно в першу чергу з'ясувати сферу використання, вони будуть встановлюватись.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 9 |

1 Енергомонітор SMART-МАС D103 трьохфазний

Лічильник електроенергії трьохфазний (рисунок 1.3) від компанії МАС(Measure analyze control) представляє собою пристрій що кріпиться на DIN рейку в розподільчому щитку і здійснює моніторинг однієї або трьох фаз живлення одночасно.



Рисунок 1.3 - Енергомонітор SMART-МАС D103

Вимірювання показників електроживлення відбувається через кільцеві або знімні трансформатори струму(рисунок 1.4).

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| змн | арк | № докум. | підпис | дата |

КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ

арк

10



Рисунок 1.4 – Кільцевий трансформатор струму

Основні можливості:

- Моніторинг, аналіз і контроль енергоживлення;
- Контроль параметрів електромережі;
- Безпроводний інтерфейс WI-FI;
- Хвилинна деталізація;
- Дашборд для візуалізації даних;
- Віддалене керування навантаженням;
- MQTT клієнт;
- Установка на DIN рейку.

Даний енергомонітор може вимірювати такі параметри:

- Напругу V;
- Силу струму A;
- Активну потужність W;

| | | | | |
|-----|-----|-----------|--------|------|
| | | | | |
| змн | арк | № док.ум. | підпис | дата |

КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ

арк

11

- Зворотню активну потужність rW ;
- Активну енергію Wh ;
- Зворотню активну енергію rWh ;
- Реактивну потужність VAR ;
- Коефіцієнт $\cos\Phi$;

Таблиця 1- Технічні характеристики Енергомонітора SMART-МАС D103

| | |
|---|-----------------------------|
| Кількість фаз | три |
| Вимірювання сили струму на одній фазі | 50мА ...100А |
| Погрішність | <1% |
| Потужність навантаження на управляючому вході | До 50W при напрузі 220V |
| Споживана потужність | <1.2W |
| Безпроводний протокол зв'язку | 2.4 ГГц/IEEE 802.11 (b,g,n) |
| Інтервал оновлення даних | 5 сек |
| Інтервал збору даних | 1 хвилина |
| Розміри | 90*67*52 мм |
| Маса | 0.1 кг |

2 Вимірювач потужності електроенергії HN-PM1/3F

Вимірювач потужності HN-PM1/3F це бюджетний пристрій (рисунок 1.5) від виробника Home-net що кріпиться на DIN рейку та дозволяє вимірювати основні характеристики домашньої електромережі, такі як:

- Напругу мережі;
- Силу струму по підключеній лінії;
- Активну потужність ;
- Коефіцієнт $\cos\Phi$;

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|---------------------------------|-----|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | арк |
| змн | арк | № докум. | підпис | дата | | 12 |



Рисунок 1.5 - Вимірювач потужності електроенергії HN-PM1/3F

Пристрій дозволяє вимірювати силу струму за допомогою трансформаторних котушок та вимірювати напругу через безпосереднє підключення до мережі. Відображення інформації відбувається на веб-сайті, на який інформація завантажується через Wi-fi мережу.

Таблиця 2 - Технічні характеристики вимірювача потужності електроенергії HN-PM1/3F

| | |
|--|-----------------------------|
| Кількість фаз | три |
| Вимірювання максимальної сили струму на одній фазі | 100А |
| Погрішність | 1.0% |
| Максимальна вимірювана потужність | 22 КВт |
| Споживана потужність | 2Вт |
| Безпроводний протокол зв'язку | 2.4 ГГц/IEEE 802.11 (b,g,n) |
| Інтервал збору даних | 1 хвилина |
| Розміри | 106*90.2*57.3 мм |

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| ЗМН | арк | № докум. | підпис | дата |
|-----|-----|----------|--------|------|

КРБАКІТ.2017032.01.11.ІЗ

арк

13

3 Блок моніторингу Huawei SmartLogger3000A

Блок керування(рисунок 1.6) сонячної електростанції, від фірми Huawei, що здійснює моніторинг та керування системами на основі сонячних модулів. Блок керування збирає данні з розумних лічильників та керує інверторами сонячної електроенергії відповідно збільшуючи чи зменшуючи їх потужність. Кріпиться на рівну поверхню, за допомогою системи кріплення, підключення пристроїв здійснюється по протоколу Modbus-RTU.

Основні можливості:

- Дистанційне керування активною та реактивною потужністю сонячної станції;
- Підтримка веб-інтерфейсу і передача даних через мережу інтернет;
- Моніторинг характеристик електромережі за допомогою розумних лічильників Huawei DDSU666-H;
- Автоматичне виявлення і підключення пристроїв по шині RS485;
- Протокол IEC60870-5-104 для підключення до сторонніх систем моніторингу;
- Можливість роботи в якості Ethernet switch;
- Робота через мережу 4G;
- Підключення і керування до 80 інверторів одночасно;
- Підключення до 30 пристроїв вимірювання на шину RS485;
- Інтелектуальний моніторинг роботи інвертора;
- Підтримка FusionSolar;
- Відповідність вимогам концепції SmartGrid;
- Підтримка USB і Інтернету для читання даних і оновлення програмного забезпечення;
- Безпека завдяки модулю блискавкозахисту;
- Живлення від 100 до 240 В.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 14 |

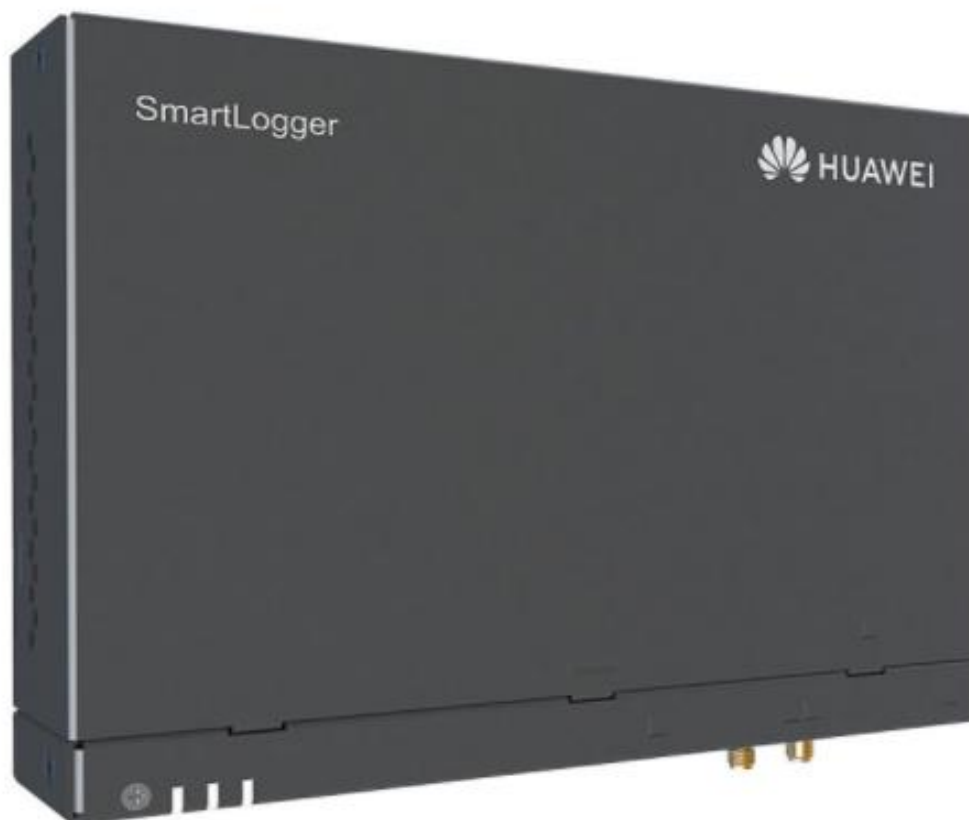


Рисунок 1.6 - Блок моніторингу Huawei SmartLogger3000A

Пристрій моніторингу дозволяє дистанційно переглядати статус роботи обладнання, робити дистанційний періодичний технічний огляд і швидко реагувати у випадках виникнення проблем. Система моніторингу може показувати скільки електроенергії виробила станція, скільки грошей заробила та переглядати статистику роботи за попередні дні.

Даний пристрій можна використовувати як для домашньої, невеликої сонячної електростанції, потужністю від декількох кіловат, так і для великих промислових сонячних електростанцій, де максимальна потужність може досягати декілька гігават і більше. Недоліком блоку моніторингу Huawei SmartLogger3000A є погана сумісність із інверторами інших фірм виробників, можливість роботи тільки у власній мережі NetEco та неможливість підключення до систем SCADA.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 15 |

Таблиця 3 – Технічні характеристики блоку моніторингу Huawei SmartLogger3000

| | |
|------------------------------------|--|
| Макс кількість керованих пристроїв | 80 |
| Інтерфейси в'язку | WAN, LAN, RS485, MBUS, 2g/3g/4g, цифрові та аналогові входи виходи |
| Протоколи зв'язку Ethernet | Modbus-TCP, IEC 60870-5-104 |
| Ваємодія | LED, USB, Web-інтерфейс |
| Споживана потужність | 8-15W |
| Напруга живлення | 12V/24V |
| Ступінь захисту | IP20 |
| Розміри | 225*160*44 мм |
| Маса | 2 кг |

Для вимірювання параметрів електромережі блок моніторингу використовує розумні лічильники Huawei DDSU666-H (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 - Розумний лічильник Huawei DDSU666-H

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| ЗМН | арк | № докум. | підпис | дата |

КРБАКІТ.2017032.01.11.ІЗ

арк

16

Розумний лічильник DTSU666-H від компанії Huawei користується широкою популярністю на ринку. Пояснюється це високою якістю продукту і його функціональним діапазоном.

Даний датчик використовує інтегральну схему з цифровою технологією вибірки яка була розроблена для моніторингу виробленої потужності, спожитої реактивної та активної потужностей, відслідковування в режимі реального часу таких параметрів як трифазна напруга, трифазний струм, позитивна та зворотна енергія.

Розумний лічильник може працювати в двох режимах:

1 Перший режим для використання лічильника в системах сонячної енергетики для прямого керування інвертором залежно від показників електромережі або для вимірювання і передачі інформації на блок моніторингу;

2. Другий режим використання в домашніх господарствах в ситуаціях коли в окремій точці мережа вимагає обмеження активної потужності, в таких випадках лічильник збирає інформацію про потужність в цій точці і контролює вихідну потужність.

Таблиця 4 – Технічні характеристики розумного лічильника Huawei DDSU666-H

| | |
|------------------------------|----------------|
| Споживання енергії | <1W |
| Напруга живлення | 176-288Vac |
| Діапазон вимірювання напруги | 304-499 Vac |
| Діапазон вимірювання струму | 0-250A |
| Точність вимірювання напруги | 0.5% |
| Точність вимірювання струму | 1% |
| Точність вимірювання частоти | 0.01 Hz |
| Інтерфейс зв'язку | RS485 |
| Протокол зв'язку | Modbus RTU |
| Розмір | 100*36*65.5 мм |

4 Багатоканальний лічильник електроенергії WB-MAP12E

Багатоканальний електролічильник (рисунок 1.8) призначений для управління енергією та контролю якості електроенергії. Включаючи облік електроенергії, що використовується в багатоквартирних будинках та офісних будівлях для моніторингу користувачів у центрах обробки даних та розумних офісах. Використання зовнішніх знімних трансформаторів струму може встановити систему без відключення користувача.

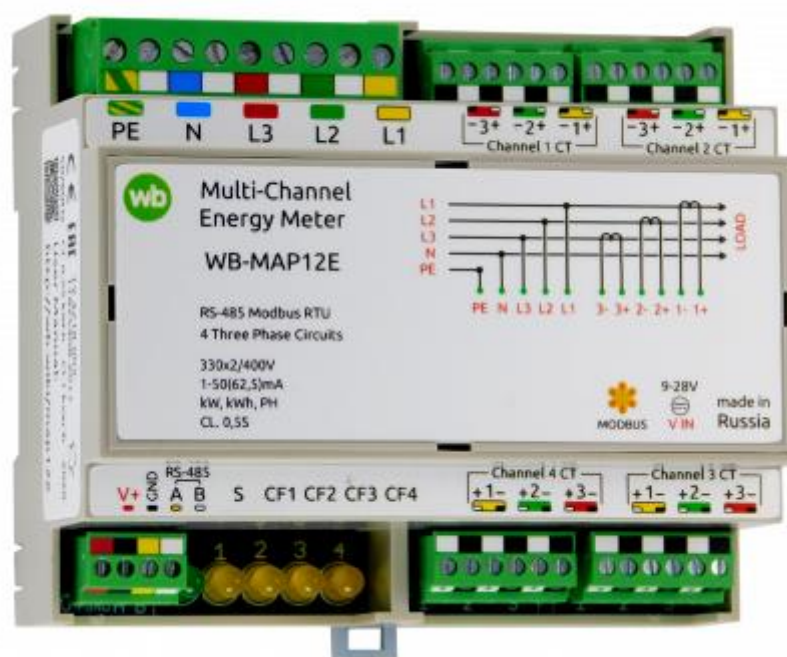


Рисунок 1.8 - Багатоканальний лічильник електроенергії WB-MAP12E

Лічильник WB-MAP забезпечує вимір безлічі параметрів електричної мережі, таких як:

- середньоквадратичні значення струму і напруги (U_{rms}) вимірюються кілька тисяч разів за період напруги, усереднюються за кілька періодів, оновлюється в регістрах 3 рази в секунду
- потужність (активна, реактивна, повна, що здається) і коефіцієнт потужності
- енергія (активна, реактивна, що здається, неактивна)

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| ЗМН | арк | № докум. | підпис | дата |

КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ

арк

18

- сумарні значення потужностей і енергій при підключенні трифазних навантажень
- амплітуда сплесків напруги і струму. Ширина вимірюваних піків - від 300 мкс, визначається фільтрами на входах, значення піків оновлюються періодично, період налаштовується (хвилина за замовчуванням)
- кути фазових зрушень, частота, тощо.

Для вимірювання показників електромережі даний модуль використовує трансформатори струму (рис1.9).



Рисунок 1.9 – Трансформатори струму

На даному лічильнику можливо підключити до 12 трансформаторів струму, потужністю до 400 А кожен, для вимірювання струму навантаження.

Модуль має встановлений на борту пристрою інтерфейс RS-485 та може приєднуватись до промислових мереж автоматизації та передавати дані про вимірювання на SCADA-систему. Підключення відбувається по протоколу Modbus RTU за допомогою двох-жильної скрученої пари.

Лічильник має два джерела живлення:

- Живлення від фазної напруги (може бути відсутнім в деяких модифікаціях). Досить напруги на будь-який з фаз.
- Живлення від інтерфейсної частини.

Таблиця 5 – Технічні характеристики лічильника електроенергії WB-MAP12E

| | |
|--|------------------------|
| Напруга живлення | 5.5-28 DCV |
| Максимальна напруга на клеммах вимірювання | 1200 V на протязі 10мс |
| Споживання енергії | 0.9 W |
| Число каналів виміру | 12 |
| Інтерфейс керування | RS-485 |
| Розміри | 106*90*58мм |

1.3 Аналіз вимог до систем автоматизації та розробка технічного завдання.

Розробимо модель варіантів використання автоматизованої системи моніторингу електроживлення. Для початку потрібно визначитись із користувачами даної системи моніторингу.

Спеціаліст з автоматизації – людина що проектує систему, встановлює її, проводить настройку системи. Спеціаліст з автоматизації також при необхідності здійснює зміну настройок системи.

Оператор SCADA – оператор що слідкує через людино-машинний інтерфейс за показниками системи, за умови що передбачено виведення показників для оператора.

Оператор Web-інтерфейс – людина, як може відслідковувати вимірювальні параметри через Web-інтерфейс, по локальній мережі Ethernet та завантажувати інформацію за певний період.

ПЛК – програмовано-логічний контролер що отримує інформацію про основні параметри стану електромережі, на відповідальних вузлах виробництва, від системи моніторингу по протоколу Modbus, обробляє отримані дані та

використовує їх для керування системою автоматизації і перевірки аварійних ситуацій що можуть виникнути.

Можливі варіанти використання системи представлені на (рисунку 1.10).



Рисунок 1.10 – Діаграма варіантів використання

Вхід в систему – виконується вхід у Web-інтерфейс для отримання результатів вимірювання або настройки системи моніторингу.

Підключення датчиків – підключення датчиків вимірювання параметрів електромережі до головного блоку керування.

Перегляд даних – перегляд результатів вимірювання системи у Web-інтерфейсі або на моніторі оператора.

Пошук даних – пошук необхідних значень параметрів у базі даних системи моніторингу.

Редагування подій – створення подій у Web-інтерфейсі та їх редагування, а також налаштування системи.

Настройка Modbus – налаштування протоколу Modbus для обміну інформацією з ПЛК.

Завантаження даних – завантаження інформації про вимірювання на власний пристрій або передача даних на ПЛК.

1.4 Висновки до першого розділу

За результатами цього розділу було проведено було вивчено предметну область використання систем моніторингу електроспоживання, наведено приклади систем що використовуються в побуті та на сонячних електростанціях для моніторингу та контролю електроспоживання, визначили наступні функціональні особливості якими мусять володіти системи моніторингу:

- збір інформації про енергоспоживання в напівавтоматичному та/або автоматичному режимах;
- забезпечення цілодобового доступу користувачів до системи через веб-інтерфейс;
- цілодобовий контроль за роботою складових системи, давачів аварій, несанкціонованого доступу;
- виявлення випадків перевитрат в автоматизованому режимі;
- можливість опитувати кожний з зазначених вузлів обліку по запиту в режимі реального часу і за розкладом, визначеним диспетчером, спостерігати отриману інформацію за допомогою людино-машинного інтерфейсу та через мережу Ethernet у Web-інтерфесі користувача;
- можливість отримувати інтегральну інформацію по кожному вузлу обліку, об'єкту, групі об'єктів, а також по системі в цілому щодо електроспоживання за годину, добу, місяць, рік або за необхідний період часу. Графічне і текстове відображення зазначених параметрів;
- діагностика всіх складових системи в режимі реального часу;
- можливість попередження появи аварійних ситуацій в системах енергопостачання для їх недопущення;
- захист від несанкціонованого доступу у систему .
- можливість підключення та обміну інформацією із загальною системою автоматизації підприємства.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 22 |

2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1 Система моніторингу електричних кіл CMS-700

В даній роботі в якості блоку контролю системи моніторингу ланцюгів електроживлення використовується система моніторингу, швейцарської фірми АВВ, CMS-700.

Система моніторингу ланцюгів (CMS) - надзвичайно компактна і високопродуктивна багатоканальна система вимірювання змінного та постійного струму. Це повне рішення для моніторингу електричних параметри в розподільних панелях, увімкнення контролю потужності, аналіз енергоефективності виробництва та критичної потужності елементів споживання.[2]

Основою такої системи є блок керування CMS-700 (рисунок 2.1) та датчики вимірювання показників.



Рисунок 2.1 – Блок керування системою CMS 700

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| ЗМН | арк | № докум. | підпис | дата |

КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ

арк

23

Блок керування забезпечує такі функції :

- Обслуговує три паралельні лінії по 32 датчика на кожній (всього до 96 датчиків одночасно);
- Живиться від однофазної або трьохфазної електромережі і одночасно вимірює напругу на них;
- Має власний Web-інтерфейс де проводиться все налаштування системи, та можна спостерігати показники в режимі реального часу або з історії;
- Підтримує протокол Modbus RTU/TCP та вміє передавати по ньому всі зроблені виміри;
- Можливість збирати датчики в групи і дивитись статистику одразу по групі датчиків;
- Доступний режим запису і створення подій;
- Наявність FTP/E-MAIL, SNMP через які модуль може пересилати статистику використання у форматі CSV-файлів.

Принцип вимірювання змінного струму блоку управління CMS-700 включає вимірювання на магістралі та лінії. На електромережі всі значення вимірюються безпосередньо. На лініях струм вимірюється, тоді як напруга, коефіцієнт потужності, а також активна потужність та енергія обчислюються за допомогою виміряні значення мережі.

Виміряні значення основної електромережі та значення 96 виходів зберігаються в пам'яті що має відповідну специфікацію (рисунок 2.2).

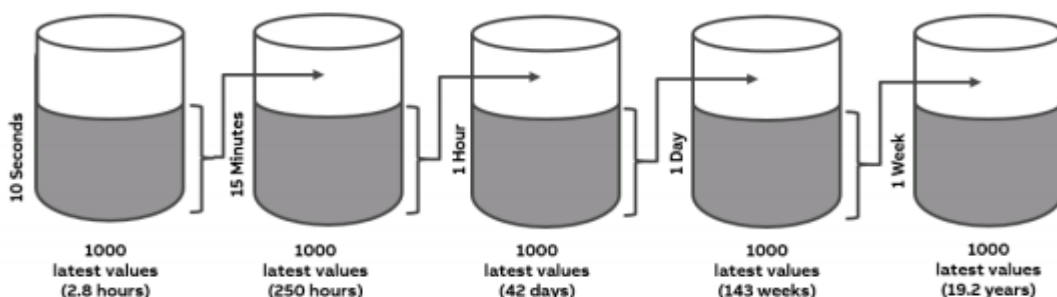


Рисунок 2.2 – Організація пам'яті в CMS-700

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| ЗМН | арк | № докум. | підпис | дата |

КРБАКІТ.2017032.01.11.ІЗ

арк

24

Відповідно значення що були виміряні в залежності від часу коли вони були виміряні або від заповнення стеку пам'яті перенаправляються в наступний стек. Такий варіант організації пам'яті пристрою дозволяє зберігати визначені параметри електромережі протягом довгого періоду часу.

Основні параметри що може запам'ятовувати система моніторингу ілюструє таблиця 6.

Таблиця 6 – Параметри що запам'ятовує система

| Збереженні дані | |
|--|--------------------------|
| Магістральні | Лінійні |
| Напруга [V]: L1, L2, L3 | Струм (TRMS, AC, DC) [A] |
| Струм [A]: L1, L2, L3, N | Активна енергія [Вт] |
| Коефіцієнт потужності [-]: L1, L2, L3 | Активна потужність [Вт] |
| Коефіцієнт потужності [-]: L1, L2, L3 | |
| THD U [%]: L1, L2, L3 | |
| THD I [%]: L1, L2, L3, N | |
| Активна потужність [Вт]: L1, L2, L3 | |
| Видима потужність [VA]: L1, L2, L3 | |
| Підсумовування активної потужності [Вт] | |
| Реактивна потужність [VAR]: L1, L2, L3 | |
| Підсумовування реактивної потужності [VAR] | |
| Активна енергія [Wh]: L1, L2, L3 | |
| Явна енергія [VAh]: L1, L2, L3 | |
| Підсумоване підсумовування потужності [VA] | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| змн | арк | № докум. | підпис | дата |

Основні технічні характеристики блоку керування системою моніторингу CMS 700 вказано в таблиці 7.

Таблиця 7 - Технічні характеристики блоку керування CMS 700

| | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Макс кількість підключених датчиків | 96 |
| Інтерфейси в'язку | LAN, RS485 |
| Протоколи зв'язку Ethernet | Modbus RTU, Modbus TCP/IP, SNMP |
| Взаємодія | Веб-інтерфейс |
| Споживана потужність | 40W |
| Напруга живлення | 90-240Vac |
| Розміри | 161*87*65 мм |
| Ступінь захисту | IP20 |

В якості давачів інформації в CMS 700 використовуються спеціальні датчики. Дані датчики дозволяють на відстані підключити їх до мережі і відслідковувати параметри мережі.



Рисунок 2.3 – Датчики системи CMS 700

Датчики CMS можна розмістити в будь-якому місці в система, без будь-яких обмежень. Легка ініціалізація гарантується унікальним ідентифікатором, присвоєним кожному датчиків через блоком управління всього за кілька простих кроків. Усі функції вимірювання доступні відразу після введення в експлуатацію. Підключення датчиків до блоку управління надзвичайно просте і не вимагає

спеціальних інструментів. Всі датчики підключені до блоку управління через гнучкий плаский прокол кабель та ізоляційні роз'єми. Позиціонування датчиків можна повністю налаштувати та розмістити там де необхідне вимірювання.

Всього в лінійці фірми ABB їх існує 12 видів CMS датчиків кожен з яких призначений для певного виду кріплення та на певні показники вимірювання сили струму.

В даній системі для вимірювання струмів на різних лініях електроживлення використовуються закриті датчики CMS-102CA(рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Датчик CMS-102CA

Такий тип датчиків розрахований на струм до 20 А та систему кріплення на кабелі електроживлення за допомогою пластикової стяжки. Технічні характеристики датчика представлені в таблиці 8.

Таблиця 8 – Технічні характеристики датчика CMS-102CA

| | |
|-----------------------------|-------------------|
| Номінальна робоча напруга | 690 ACV, 1500 DCV |
| Діапазон вимірювання струму | 0.1A-20A |
| Точність вимірювання струму | ±0.5% |
| Розміри | 17.4*29*41 мм |

Для вимірювання струмів що перевищують 160А використовують трансформатори струму.

Трансформатор струму це - вимірювальний трансформатор, в якому за нормальних умов застосування струм вторинної обмотки практично пропорційний первинному струму та за правильного ввімкнення зсунутий відносно нього за фазою на кут, близький до нуля.[3]

Для нашого проекту використовуються трансформатори струму фірми АВВ, а саме СТ PRO XT 200 (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Трансформатор струму СТ PRO XT 200

Відповідний трансформатор надає можливість міряти струми до 200А на одній лінії та передавати інформацію на блок керування. Технічні характеристики трансформатора струму вказані в таблиці 9.

Таблиця 9 – Технічні характеристики трансформатора струму СТ PRO XT 200

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Максимальне значення струму | 200А |
| Точність | ±1% |
| Втрата потужності на пристрої | 15W |
| Частота для використання | 50-60 Гц |
| Розміри | 45*26.9*69 мм |

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| змн | арк | № док.м. | підпис | дата |

КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ

арк

28

2.2 Архітектурне проектування

При проектуванні системи моніторингу електроживлення підприємства для початку слід визначитись із умовами використання даної системи та наявною системою електроживлення підприємства. В нашому випадку, розробляється система моніторингу електроживлення підприємства, що займається процесом гальванізації друкованих електричних плат. Тому при проектуванні автоматизованої системи спочатку визначимо елементи навантаження на електричну систему та побудуємо статичну модель системи моніторингу електроживлення (рисунок 2.6).

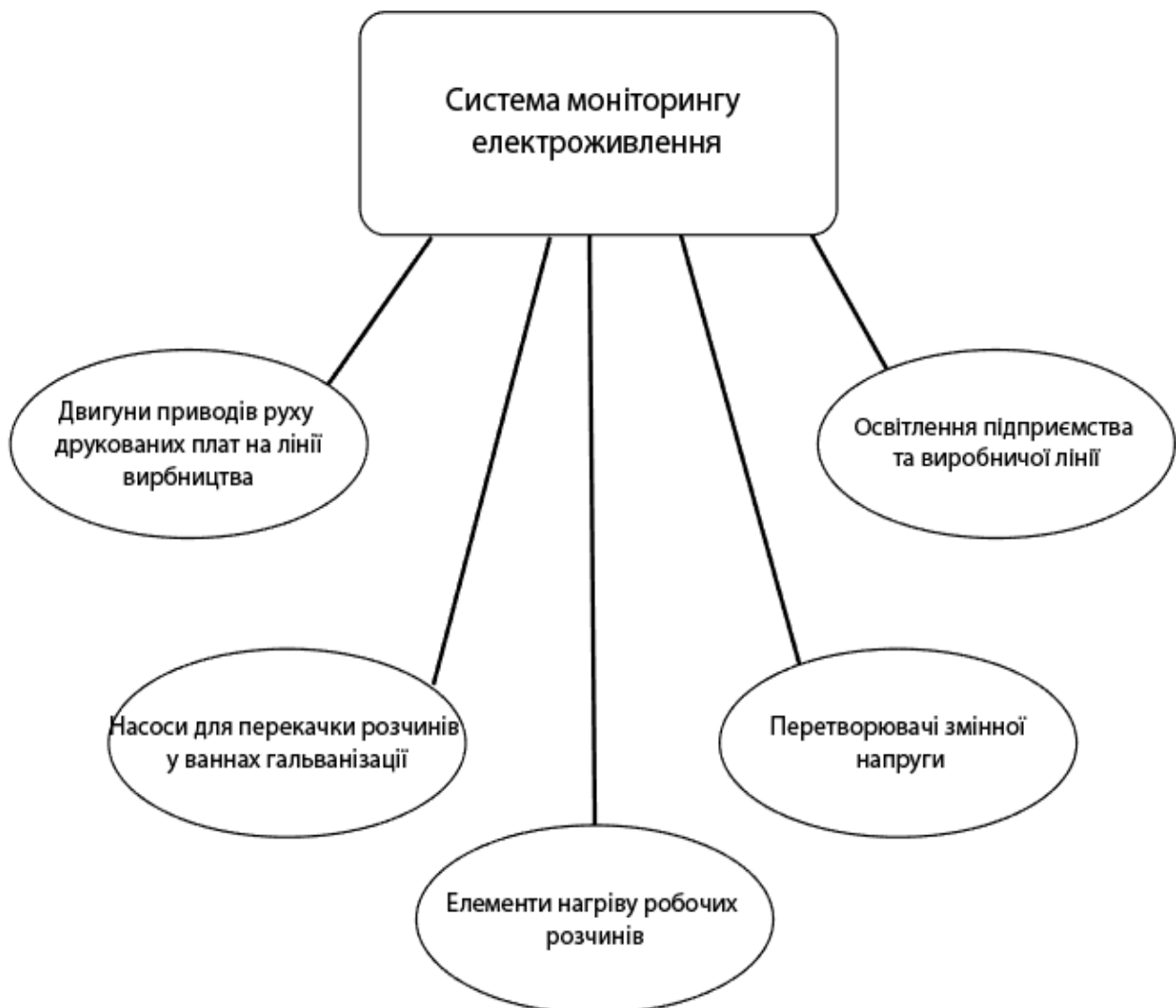


Рисунок 2.6 – Структурна модель підсистем що будуть вимірюватись

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| змн | арк | № докум. | підпис | дата |

КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ

арк

29

Двигуни приводів руху друкованих плат відповідають за рух каретки, із розміщеними на ній друкованими платами, та занурення їх у ванну з робочим розчином гальванізації.

Насоси для перекачування розчинів у ваннах гальванізації здійснюють перекачку розчинів гальванізації з однієї ванни в іншу, а також перекачують воду для промивки друкованих плат від розчинів гальванізації.

Елементи нагріву робочих розчинів підігрівають розчин для прискорення процесу гальванізації.

Освітлення підприємства і виробничої лінії, як одна з невід'ємних частин будь-якого процесу роботи.

Перетворювачі змінної напруги перетворюють змінну напругу електромережі в постійну і подають її в робочі розчини для безпосереднього процесу гальванізації друкованих плат.

Для кращого розуміння принципу роботи системи побудуємо MVC-модель нашої системи (рисунок 2.7).

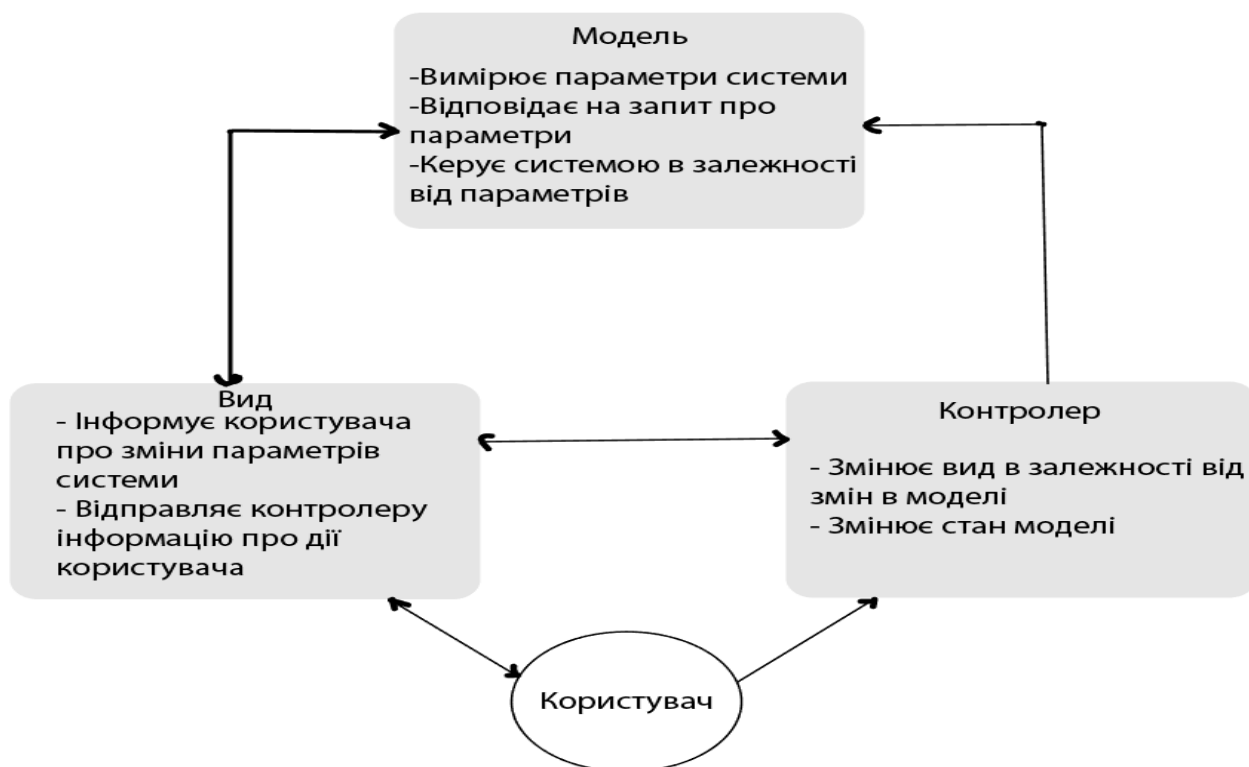


Рисунок 2.7 – MVC- модель системи автоматизації

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| ЗМН | арк | № докум. | підпис | дата |

В якості моделі виступає система вимірювання параметрів електромережі та програма автоматики технологічного-процесу. Блок керування CMS-700 вимірює значення показників електромережі у відповідних підсистемах виробництва (рис 2.6), надсилає виміряні показники до програми автоматизації яка відповідно до показників здійснює керування підсистемами, наприклад, вимикає двигун від електромережі та повідомляє про аварію в разі коли система моніторингу електроживлення показує завищений номінальний струм для даного двигуна, це дозволяє зберегти двигун від можливих поломок та вберегти підприємство від перевитрат на електроенергію.

Видом виступає операторська панель (на якій показуються певні показники стану системи), Web-інтерфейс користувача (дозволяє змінювати налаштування системи вимірювання, створювати події, відповідно до яких будуть формуватись аварійні сигнали і передаватись на плк, переглядати стан електромережі в реальному часі та на протязі місяця роботи) та SCADA-система що також показує інформацію про стан системи в реальному часі та дозволяє керувати всім технічним процесом з одного комп'ютера, відповідно до дій користувача, або оператора.

Контролер керує передачею і формуванням команд від користувача, SCADA-системи або операторської панелі та контролює весь автоматизований процес виробництва. В нашій автоматизованій системі контролером виступає блок моніторингу CMS-700 та програмований-логічний контролер Овен 100.

Користувач, або оператор технологічної лінії, наглядає за технологічним процесом, змінює параметри системи автоматизації в залежності від необхідності та попереджає аварійні ситуації. Наприклад, якщо система моніторингу електроживлення повідомляє про можливу аварійну ситуацію на певному вузлі системи автоматизації, оператор одразу повинен визначити можливу причину даної аварійної ситуації та виправити її самостійно або залучити необхідних працівників.

| | | | | | | |
|------------|------------|------------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ІЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ док.ум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 31 |

Система моніторингу електроживлення працює паралельно із системою автоматизації підприємства і автоматично пересилає дані про вимірювання на плк по інтерфейсу RS-485.

Інтерфейс RS-485 (інша назва - EIA / TIA-485) - один з найбільш поширених стандартів фізичного рівня зв'язку. Фізичний рівень - це канал зв'язку і спосіб передачі сигналу (1 рівень моделі взаємозв'язку відкритих систем OSI).[4]

Мережа, побудована на інтерфейсі RS-485, являє собою приймачі, з'єднані при допомозі кручений пари - двох скручених проводів. В основі інтерфейсу RS-485 лежить принцип диференціальної (балансної) передачі даних. Суть його полягає в передачі одного сигналу по двох проводах. Причому по одному дроту (умовно А) йде оригінальний сигнал, а по іншому (умовно В) - його інверсна копія. Іншими словами, якщо на одному дроті "1", то на іншому "0" і навпаки. Таким чином, між двома проводами кручений пари завжди є різниця потенціалів: при "1" вона позитивна, при "0" - негативна. Саме цією різницею потенціалів і передається сигнал. Такий спосіб передачі забезпечує високу стійкість до синфазної перешкоди.[4]

Також для системи моніторингу заснованої на CMS-700 необхідно забезпечити підключення до локальної Ethernet мережі, оскільки налаштування даного модуля відбувається через Web-інтерфейс. Через локальну мережу Ethernet система моніторингу має можливість передавати дані на наступні рівні автоматизації, наприклад на SCADA-систему підприємства, що дозволяє отримувати дані вимірянні датчиками вимірювання струму не тільки у Web-інтерфейсі, але і на операторському компютері.

Отже інтерфейсна модель системи буде виглядати наступним чином (рисунок 2.8), та буде поєднувати в собі два інтерфейси зв'язку RS-485 та Ethernet.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 32 |

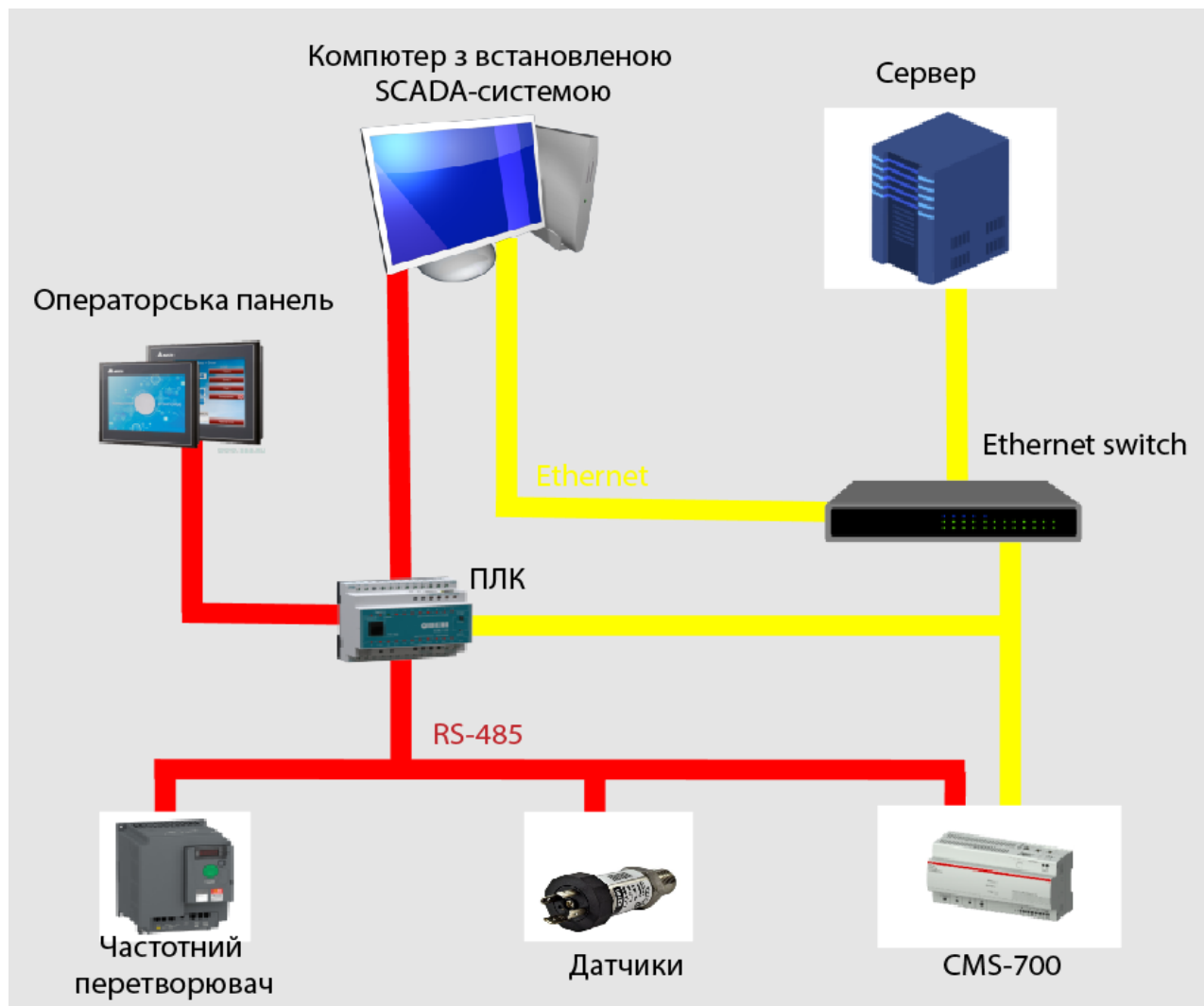


Рисунок 2.8 – Інтерфейсна модель системи

В даній моделі показано, модуль CMS-700 підключено до паралельного інтерфейсу RS-485, також до цієї мережі підключено різні датчики вимірювання, частотні перетворювачі, операторську панель та SCADA-систему, це дозволяє передавати показники вимірювань на ПЛК, а звідти проводити керування системою автоматизації та виведенням результатів вимірювань. Систему моніторингу кіл також підключено до інтерфейсу Ethernet для можливості управління через Web-інтерфейс, переглядання інформації про вимірювання, по локальній мережі, та забезпечення передачі архівних даних на головний сервер підприємства для подальшої їх обробки.

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| змн | арк | № докум. | підпис | дата |

КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ

арк

33

2.3 Детальне проектування

Процес гальваніки у виробництві друкованих плат є особливо важливим, оскільки він визначає такі атрибути, як можливості свинцевого малюнка перед пайкою, рівномірність розподілу шару металу отвору, еластичність металу. Ці процеси головним чином визначають і Електричні параметри друкованої плати. Наприклад, недостатня товщина провідного шару викликає значне збільшення опору металізованих отворів, які будуть порушувати цілісність схеми при установці шарнірних елементів. Нерівномірності та зміни структури осаду покриття призводить до поява підвищеної пористості, шорсткості, твердості покриття також збільшує опір металізованих отворів, знижує надійність з'єднання. Типовими недоліками друкованих плат з'являються в основному через нерівномірну товщину металізації та внутрішню присутність напруги в покритті. Рівномірність гальванічного покриття залежить в основному від електрохімічних, електричних та геометричних умов нанесення.[5]

Необхідні умови нанесення металізованого шару на друковану плату забезпечує обладнання що використовують на лінії виробництва. Все обладнання мусить працювати без збоїв в своїй роботі, тому організація моніторингу та попередження можливих аварій є основою якісного виготовлення металізованого шару на друкованій платі та високу якість кінцевої продукції в кінці виробничого процесу .

Відповідно до рисунку 2.3 розробим електричну принципову схему розділення електромережі в щиті управління для кожної підсистеми. Повна схема розділення електромережі винесена в додаток А.

Відповідно до принципової схеми розробим елементи управління і підключення до мережі кожної підсистеми, а також розташування вимірювальних датчиків струму для кожної підсистеми та загальне підключення системи моніторингу електроживлення до мережі.

| | | | | | | |
|------------|------------|------------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ док.ум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 34 |

Вхід та живлення системи

Розглянемо початок будь якого проектування електроживлення, а саме вхід системи (рисунок 2.9).

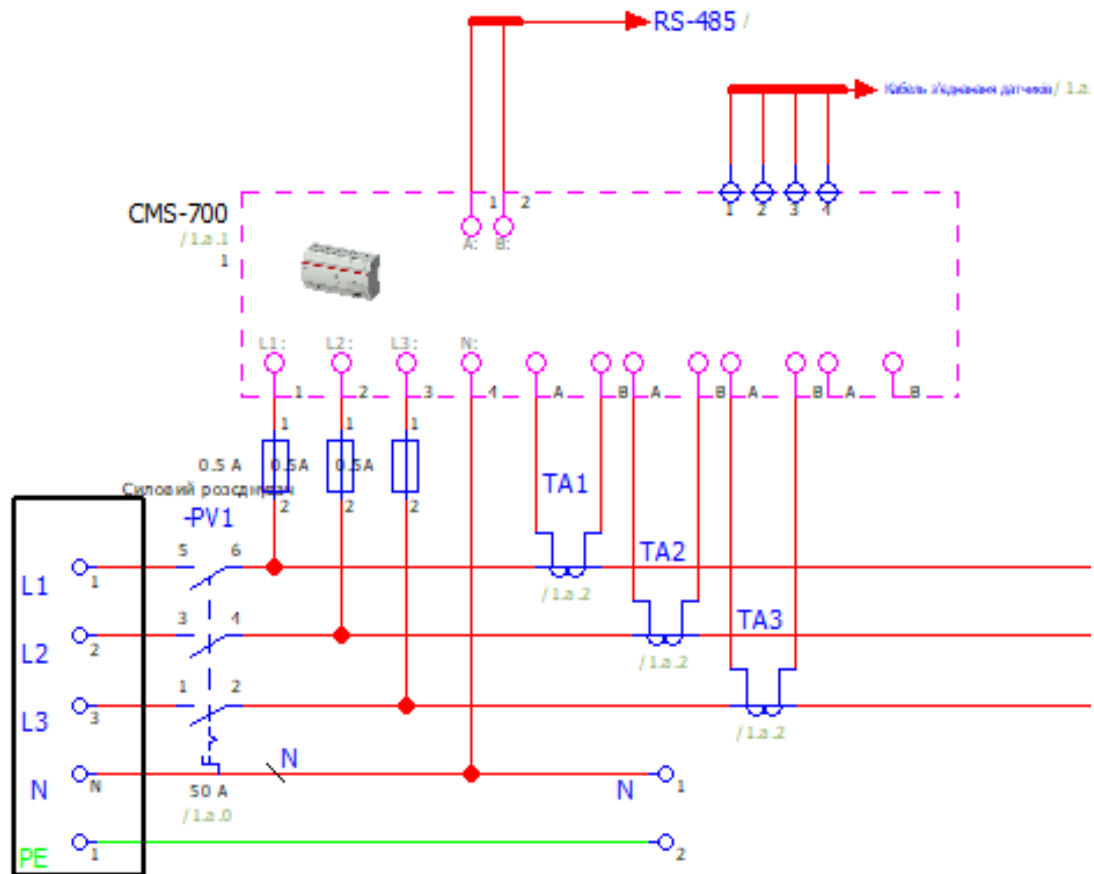


Рисунок 2.9 Вхід електроживлення в підприємство

В розподільчий електрощит заходить трьохфазне електроживлення включаючи нульову фазу, а також дріт заземлення (відповідно клеми L1, L2, L3, N та PE). Відразу після входу стоїть силовий роз'єднувач (PV1) із струмом вимикання 50А. Після силового роз'єднувача відбувається підключення системи моніторингу CMS-700, живлення під'єднано з трьох фаз для можливості виміру напруги по кожній із фаз. Підключення здійснюється через плавкі запобіжники номіналом в 0.5А, для захисту блоку керування від короткого замикання в системі електроживлення. Далі по лінії на кожну з фаз встановлюється трансформатор струму СТ PRO XT 200, які на схемі позначаються як

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| ЗМН | арк | № докум. | підпис | дата |
|-----|-----|----------|--------|------|

КРБАКІТ.2017032.01.11.ІІЗ

арк

35

Блок керування живленням двигунів приводу

Підсистема керування кареткою руху друкованих плат по лінії складається із двох двигунів приводу що підключення через частотні перетворювачі (рисунок 2.11). Один двигун відповідає за рух каретки в горизонтальному положенні по лінії, другий двигун за опускання і підйом, прикріплених друкованих плат, у ванну з гальванічним розчином.

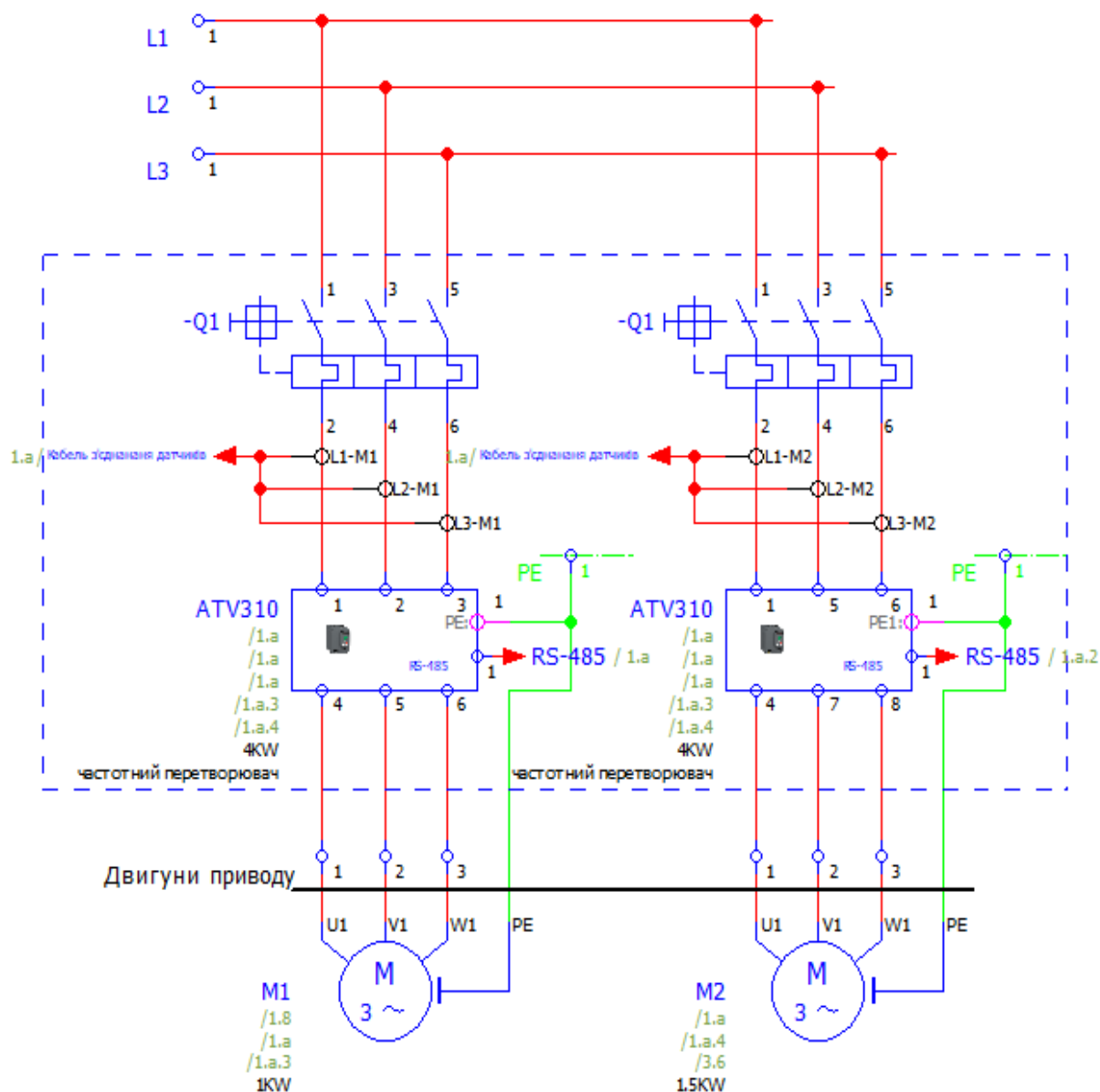


Рисунок 2.11 – Керування електроживленням двигунів приводу

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| ЗМН | арк | № докум. | підпис | дата |
|-----|-----|----------|--------|------|

Два двигуна, M1 потужністю в один кіловат та M2 потужністю півтора кіловата підключення паралельно до трьох фаз живлення (L1,L2,L3). До двигунів обов'язково під'єднана лінія заземлення PE.

Перед кожним двигуном стоїть трьох-полюсний автомат захисту двигуна Q1, що захищає двигун від перегорання у випадку аварійної ситуації в мережі електроживлення. Після автомату захисту на кожній з фазових ліній живлення кріпиться датчик вимірювання струму CMS-102CA, в загальному для вимірювання споживання струму двигунами приводу знадобиться 6 датчиків, підключених паралельно до кабелю підключення датчиків. Обов'язково, вимірювання струму споживання відбувається до підключення частотних перетворювачів, оскільки датчики вимірювання струму CMS-102CA коректно працюють тільки на лініях електроживлення з частотою в межах п'ятдесяти герц, або на лініях постійного струму.

Наступними в лінії після автомату захисту двигунів підключаються частотні перетворювачі ATV310HU40N4E фірми Schneider Electric. Дані перетворювачі призначення для керування асинхронними двигунами в трьох-фазній мережі живлення 380 вольт, мають максимальну потужність навантаження до чотирьох кіловат і можуть змінювати частоту від 0.5 до 400 герц. Характерною особливістю таких частотних перетворювачів є можливість керування ними через двох-жильний інтерфейс RS-485, також керування може здійснюватись через чотири дискретні входи.

Перетворювачі ATV310HU40N4E підключаються напряму до двигунів приводу і здійснюють керування швидкістю обертання даних двигунів по заданій програмі. Команди керування поступають на перетворювач напряму від програмовано-логічного контролера по інтерфейсу RS-485 та протоколу передачі даних Modbus. Частотний перетворювач обов'язково підключається до однієї з клем заземлення PE, для збереження робочих властивостей пристрою в разі аварійних ситуацій в мережі.

| | | | | | | |
|------------|------------|------------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ док.ум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 38 |

Керування підігрівом робочого розчину

В автоматизованій лінії гальванізації друкованих плат підігрів робочих розчинів гальванізації необхідний для прискорення процесу гальванізації та покращення якості металізованих отворів.

В якості нагрівачів використовуються нагріваючі тені підключенні через контактори до основної мережі живлення (рисунок 2.12).

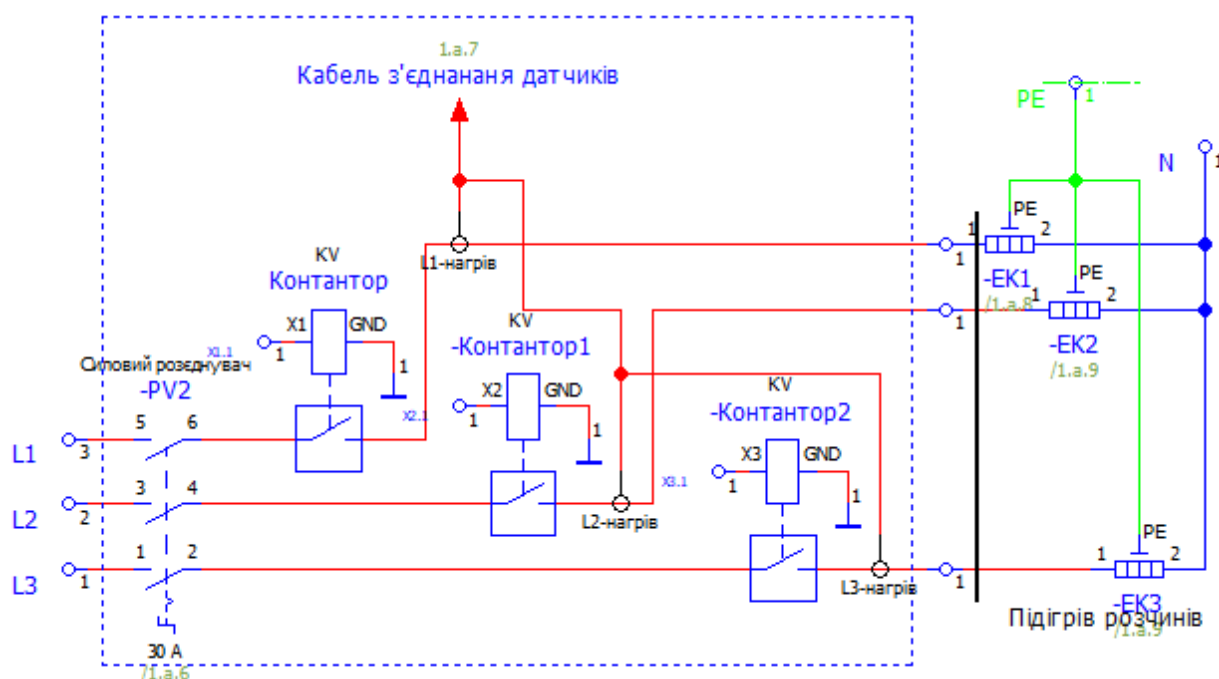


Рисунок 2.12 – Електроживлення підігріву

В системі присутні три тені з напругою живлення 220 вольт (ЕК1, ЕК2, ЕК3), що підключаються до однієї з трьох фаз, відповідно (ЕК1-L1, ЕК2-L2, ЕК3-L3). Оскільки, розчини гальванізації мають дуже добру струмо-провідність, кожен тен підключається до лінії заземлення PE.

Керування тенами підігріву відбувається за допомогою трьох однофазних контакторів KV, які підключені по кожній фазній лінії між силовим роз'єднувачем та безпосередньо тенем. Контактори керуються напругою в 24 вольти постійного струму, відразу з дискретних виходів програмовано-логічного контролера.

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| змн | арк | № докум. | підпис | дата |
|-----|-----|----------|--------|------|

Датчики виміру струмів розміщуються безпосередньо після контакторів, і вимірюють струми споживання для кожного тена.

При вході в блок керування підігрівом ставиться силовий роз'єднувач PV2 з током розімкнення в 30А.

Підключення перетворювачів струму

Перетворювачі струму необхідні в системі для процесу гальванізації і відіграють дуже важливу роль в якості кінцевого матеріалу. Схему підключення електроживлення перетворювачів струму зображено на рисунку 2.13.

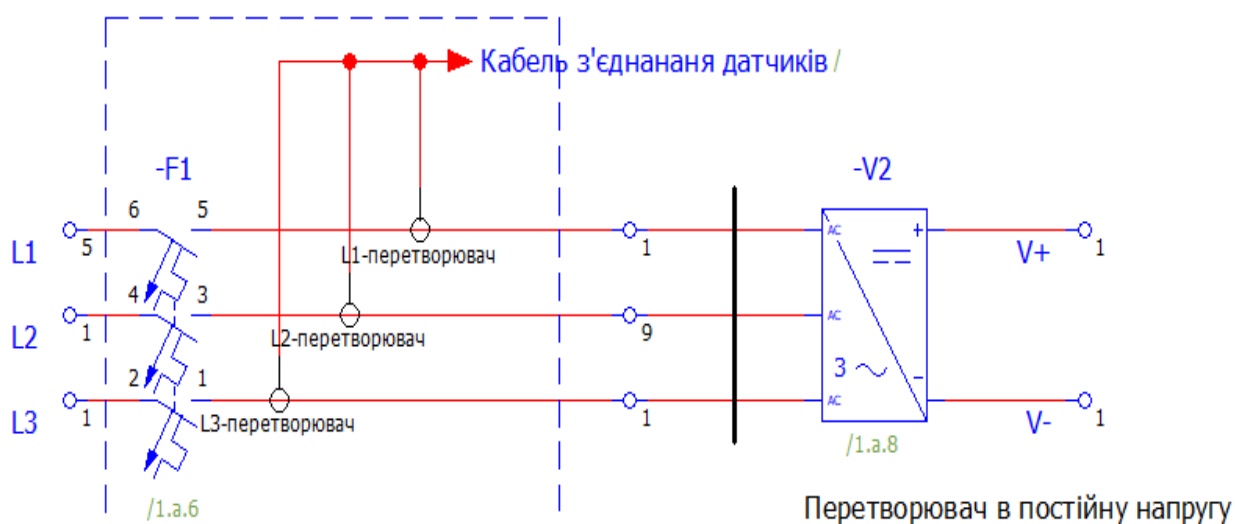


Рисунок 2.13 – Підключення електроживлення перетворювачів струму

Перетворювач змінної напруги V2 живиться від лінії трьох фаз і перетворює змінну напругу в постійну.

Перед підключенням до перетворювача підключається трьох-фазний захисний автомат F1.

Опісля захисного автомату на кабель живлення кріпляться датчики вимірювання струму на кожную із фаз та передають значення струмів спожитих перетворювачем змінного струму на блок керування системи моніторингу.

Електроживлення насосів перекачки розчинів

На лінії гальванізації використовуються два однофазні насоси для кожної ванни з розчином. Підключення цих насосів відбувається від другої та третьої фазної лінії (рисунок 2.14).

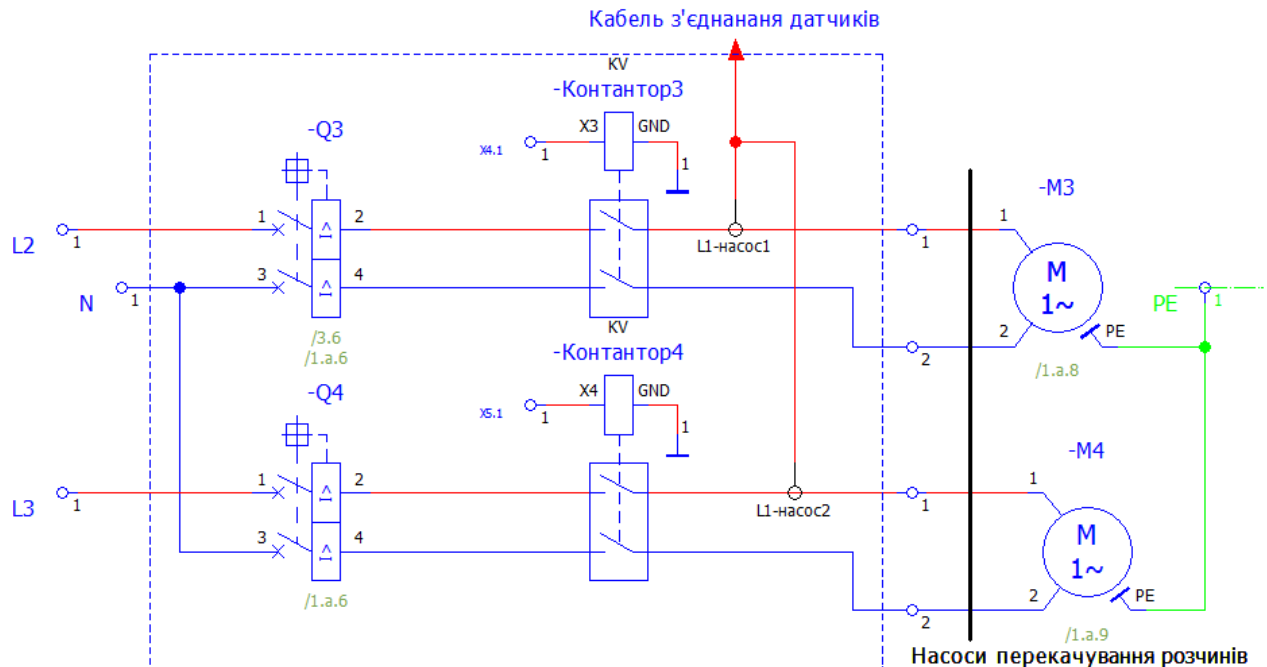


Рисунок 2.14 – Підключення живлення насосів перекачки розчинів

Насоси для перекачки М3 та М4 використовуються однофазні з напругою живлення 220 вольт. Насос М3 підключений до другої фази L2 та нульової фази, насос М4 відповідно до фази L3, обов'язково до двигунів насосів підключаються клеми лінії заземлення PE.

Включення насосів відбувається через двох-лінійні контактори що керуються напряму від програмовано-логічного контролера з дискретних виходів x3 та x4.

Для кожного насоса на лінії підключено блок захисту виключенням по струму Q3 та Q4.

Датчики вимірювання струму встановлюються на кожен фазу і вимірюють струм що живить кожний насос окремо.

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| змн | арк | № докум. | підпис | дата |

КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ

арк

41

Наступним кроком в розробці системи моніторингу електроживлення є проектування всіх можливих аварійних ситуацій що можуть відбутись на виробничій лінії та виконавчі дії що має виконати програмовано-логічний контролер. Основним параметром для визначення аварійної ситуації на лінії буде слугувати струм що проходить по лінії електроживлення, також для контролю енергоефективності будемо використовувати параметр потужності.

Для проектування можливих аварійних ситуацій скористаємось рисунком 2.6 та схемою електроживлення додаток А.

Таблиця 10 демонструє можливі аварійні ситуації що можуть виникнути на лінії гальванізації і які можна попередити за допомогою системи моніторингу електроживлення підприємства.

Таблиця 10 – Можливі аварії

| № | Аварійна ситуація | Ознака появи | Дії |
|---|---|---|---|
| 1 | Коротке замикання на лінії або загальній мережі | Занадто великий струм на лінії або всій мережі | Повідомлення про аварію, виключення всіх підсистем від електроживлення |
| 2 | Перегорання тена нагріву | Відсутність струму по лінії живлення тена протягом 5 секунд | Повідомлення про номер тена який перегорів, відключення конектора відповідного тена |
| 3 | Несправність в двигунах приводу або їх заклинювання | Струм більший за номінальний впродовж 3 секунд | Повідомлення про аварію на певному двигуні, зменшення частоти на двигуні до нуля. |

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| змн | арк | № докум. | підпис | дата |

КРБАКІТ.2017032.01.11.ІЗ

арк

42

Продовження таблиці 10

| | | | |
|---|--|--|--|
| 4 | Проблеми з насосами перекачки або сильне забруднення труби | Струм більший за номінальний впродовж 3 секунд | Повідомлення про аварію, відключення конектора насоса |
| 5 | Недостатня потужність струму у ваннах гальванізації | Струм менший за номінальний впродовж 10 секунд | Повідомлення про аварію, зупинка процесу гальванізації |

При виникненні аварійної ситуації, що може зашкодити виробництву, процес визначення та попередження даної ситуації відбувається так:

1 Система моніторингу постійно вимірює значення струму на всіх підключених лініях. Коли виникає аварійна ситуація в мережі відбувається різке збільшення струму по певній лінії живлення, або відсутність струму на певній лінії (якщо в колі є розрив).

2 Якщо під час опитування, система моніторингу надсилає інформацію про виникнення аварійної події в системі, плк одразу визначає лінії електроживлення на якій відбулась аварійна ситуація, далі відключається живлення споживачів струму на даних лініях, та передача повідомлення, про виникнення аварії на певній лінії, на операторську панель та систему SCADA.

3 Оператор, при появі сигналу аварійної ситуації, визначає місце та причини виникнення даної ситуації, а також повідомляє відповідний сервіс, якщо не може виправити причину аварійної ситуації.

Основні аварійні ситуації визначаються системою за допомогою показника струму по лінії живлення споживача, для вимірювання енергоефективності окремого споживача можна використовувати параметр потужності, і коли цей параметр буде перевищувати необхідний, система буде повідомляти про неефективне енерговикористання.

2.4 Висновки до другого розділу

В цьому розділі було проведено розробку системи моніторингу електроживлення підприємства що займається гальванізацією друкованих плат на основі системи моніторингу кіл CMS-700.

Вивчено основні комплектуючі системи які забезпечують повноцінну роботу: блок керування системою моніторингу, датчики виміру струму, трансформатори струму. Визначено особливості будови кожного елемента системи моніторингу та їхні технічні характеристики.

Проведено проектування підсистем лінії гальванізації для подальшої розробки окремої моделі керування для кожної підсистеми.

Розроблено MVC-модель системи із можливостями використання системи моніторингу електроживлення для даної лінії, для кращого розуміння принципу роботи системи та варіантів її використання.

Побудовано інтерфейсну модель підключення системи моніторингу кіл CMS-700 до основної системи автоматизації виробничого процесу. Підключення до автоматизованої системи керування та SCADA системи підприємства відбувається за допомогою двох інтерфейсів RS-485 та Ethernet.

Було створено схему підключення кожної підсистеми відповідно до рисунку 2.1 та оформлено в додаток А. Відповідно до схеми підключення розібрано підключення кожної підсистеми до мережі електроживлення підприємства, місця встановлення датчиків вимірювання струму до кожного споживача електро-енергії, місця встановлення трансформаторів струму для вимірювання струму по всій мережі, а також елементи керування споживачами для кожної підсистеми.

Визначено можливі аварійні ситуації в мережі електроживлення для кожної підсистеми, шляхи виявлення аварії за допомогою системи моніторингу електроживлення та варіанти вирішення даних аварій.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|---------------------------------|-----|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | арк |
| змн | арк | № докум. | підпис | дата | | 44 |

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ

3.1 Підключення системи моніторингу до електромережі

Вся апаратна частина системи моніторингу електроживлення розміщується в середині розподільчого щита електропостачання. Блок керування кріпиться до звичайної DIN-рейки і займає дев'ять DIN-модулів. Живлення до блоку керування підключається від трьох фазної електромережі, до відповідних контактів на самому пристрої (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Клеми підключення живлення

Відповідно правильне підключення гарантує точність і правильність вимірювання напруги в подальшому. Підключення електромережі до блоку керування системою моніторингу слід проводити з використанням плавких запобіжників, із струмом переривання кола в 0.5 А.

Якщо на підприємстві де використовується система моніторингу електроживлення присутня тільки одна фаза 220 В, блок керування можна підключити тільки до неї, щоб це зробити потрібно підключити провід фази до клеми L1/Supply, а провід нуля до N/Supply, залишаючи інші клеми непідключеними.

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|---------------------------------|-----|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | арк |
| змн | арк | № докум. | підпис | дата | | 45 |

Наступним кроком в підключенні системи моніторингу буде - підключення трансформаторів струму до блоку керування. Для початку розмістимо трансформатори струму СТ PRO XT 200 на відповідних проводах системи електроживлення, відповідно до рисунку 2.9 це фазові проводи L1,L2,L3. Щоб трансформатор струму вимірював струм електромережі точно і без похибок, його потрібно розмістити на проводі живлення так як зображено на рисунку 3.2.

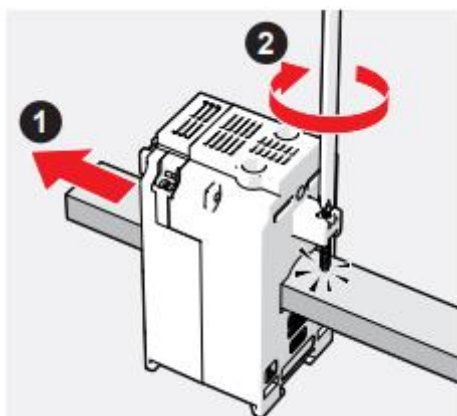


Рисунок 3.2 – Підключення трансформаторів струму

Мережевий провід, на якому потрібно замірювати значення струму, мусить проходити через отвір в трансформаторі струму та бути добре закріпленим, щоб виключити можливість руху трансформатора струму по проводі.

Передача інформації від трансформаторів струму на головний блок керування відбувається через подвійний провід що кріпиться на трансформаторі у відповідних місцях. Іншими кінцями провід передачі даних кріпиться до відповідних клем на блоку керуванні.

Відповідно до принципу роботи трансформатора струму для правильної і точної роботи пристрою необхідно налаштувати коефіцієнт перетворення. Коефіцієнт перетворення визначається з технічних даних пристрою , в нашому випадку будемо використовувати коефіцієнт перетворення рівний 8-ми.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 46 |

Для вимірювання струмів на підсистемах підприємства будемо використовувати датчики струму CMS-102CA. Для кожної підсистеми, будь то освітлення або живлення насосів, необхідно підключити по одному датчику струму на кожну з ліній електроживлення, крім ліній заземлення та проводу нульової фази, всього відповідно до схеми додаток А нам необхідно розмістити на лініях живлення 15 датчиків.

Характерною особливістю датчиків CMS-102CA є кріплення на провід лінії електроживлення за допомогою пластикової стяжки. Правильне закріплення датчика струму на проводі зображено на рисунку 3.3.

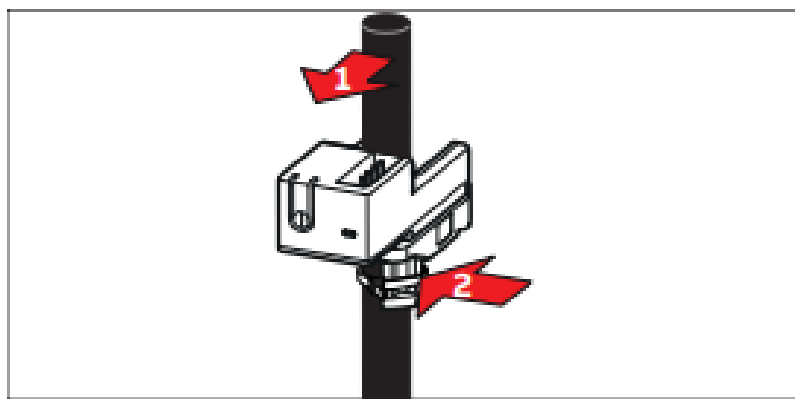


Рисунок 3.3 – Розміщення датчика струму на проводі

Для правильного розміщення датчика на лінії живлення необхідно виконати дві дії:

1. Провести провід електроживлення в отвір датчика струму та розмістити провід якомога ближче до краю отвору.
2. Тримаючи провід, потрібно стягнути, пластиковою стяжкою, місце кріплення датчика та провід лінії електроживлення. Кріплення до проводу повинне бути досить міцне щоб датчик легко не ворушився, але в той же час стяжка має бути затягнута з такою силою, щоб датчик можна було повернути і з деякою силою зрушити з місця кріплення.

Для правильної роботи системи кожний датчик необхідно закріпити на своєму місці відповідно до схеми (додаток А).

| | | | | | | |
|------------|------------|------------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ док.ум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 47 |

Всі датчики вимірювання струму приєднуються паралельно до чотирьох жильного кабеля з'єднання датчиків (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Кабель з'єднання датчиків

Кабель з'єднання датчиків складається з чотирьох паралельно під'єднаних металевих провідників в ізоляції. Один з крайніх провідників покращений в червоний колір для під'єднання всіх датчиків з однаковою полярністю контактів.

Під'єднання до кабеля здійснюється шляхом пробивання зовнішньої ізоляції і створення активного контакту з провідниками, за допомогою спеціального пристрою з'єднання. Пристрій з'єднання датчиків із кабелем представляє одну пластикову деталь для закріплення кабеля в рівному положенні та контактної планки, яка приєднується до чотирьох контактів датчика вимірювання струму та вставляється в пластикову деталь іншою стороною, тим самим пробиваючи ізоляцію своїми контактами і створюючи з'єднання із провідником. Скріплення відбувається за допомогою пасатижів, шляхом прижимання двох деталей з обох сторін кабеля. Через кабель з'єднання датчиків відбувається передача даних про вимірювання від датчика на блок керування та живлення самого датчика.

Під'єднання всіх датчиків до блоку керування відбувається паралельно відповідно рисунку 2.5 .

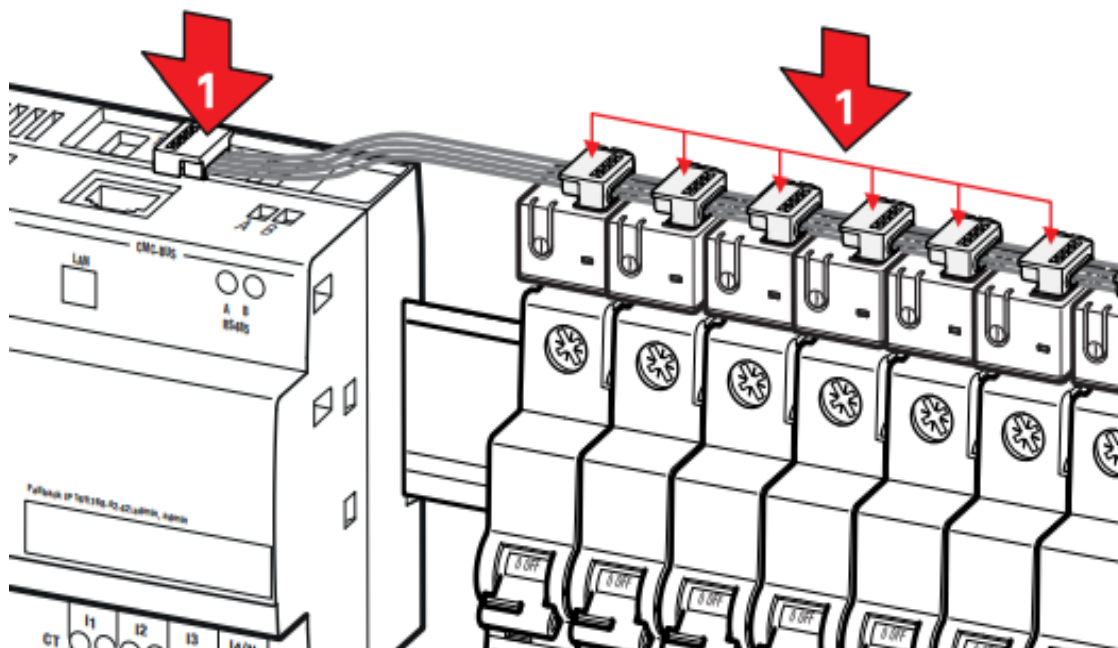


Рисунок 3.5 – Правильне підключення датчиків

Підключення до блоку керування відбувається таким же чином, як і до датчиків, за допомогою пристрою з'єднання датчиків.

Перевагами такого кріплення є:

- Компактність всього кріплення;
- Легке монтування системи за допомогою всього одного інструменту;
- Живлення і передача даних відбувається по одному кабелю;
- Можливість приєднати до 32 датчиків на одну лінію з'єднання.

Виконавши підключення всіх датчиків до кабеля з'єднання, та до приєднання до лінії електроживлення на якій буде вимірюватись значення струму, необхідно перевірити якість всіх проведених кріплень на предмет надійності і тільки після цього підключати кабель з'єднання датчиків до блоку керування системою моніторингу.

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| змн | арк | № докум. | підпис | дата |

КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ

арк

49

Після проведення підключення до датчиків вимірювання струмів, необхідно приєднати блок керування до інтерфейсу передачі даних RS-485 та мережі Ethernet. Підключення до даних інтерфейсів є можливим завдяки наявності спеціальних гнізд підключення (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Гнізда підключення інтерфейсів передачі даних

Блок керування підключається до локальної мережі Ethernet шляхом під'єднання кабелю даних типу вита пара із модульним роз'ємом RJ-45. Кабель підключають в гніздо RJ-45, на блоку керування підпис LAN (рис 3.6), тобто локальна мережа передачі даних.

Зазвичай в якості кабелю для Ethernet мережі використовують виту пару з екрануванням, але в даному випадку наявність екранування не є обов'язковою умовою застосування. Іншим кінцем кабель підключається Ethernet – switch або напряму до комп'ютера.

Інтерфейс RS-485 підключається через кабель вита пара, що складається з двох переплетених між собою ізольованих проводів. Переплетення в даному типу кабелів використовується для зменшення впливу зовнішніх завад на якість сигналу. Підключення відбувається шляхом приєднання кінців кабелю до контактів А та В на блоку керуванні(рисунок 2.6).

3.2 Підключення до WEB - інтерфейсу користувача

Для того щоб зайти у Web- інтерфейс користувача на системі моніторингу кіл CMS-700, необхідна наявність робочого з'єднання між блоком керування та персональним комп'ютером по локальній мережі Ethernet, або приєднання блоку керування до інтернет сервера. В нашому випадку приєднання до Web- інтерфейсу відбувається по локальній мережі з використанням Ethernet-switch.

Для того щоб зайти у Web- інтерфейс необхідно в пошуковому рядку браузера вести комбінацію ір-адресу блоку керування (рисунок 2.7), дані системи використовують ір-адресу типу 192.168.1.200:8000.

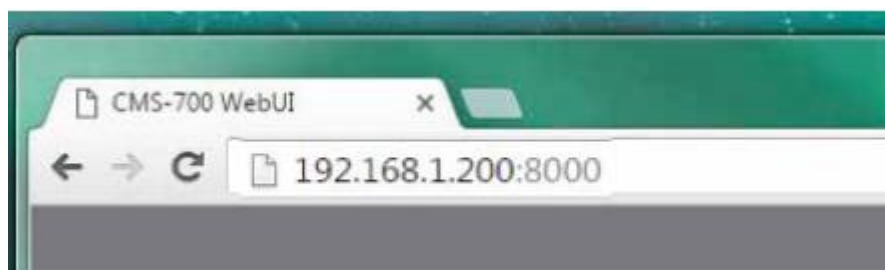


Рисунок 3.7 – Ір-адреса блоку керування

В разі коли підключення відбувається без DHCP потрібно налаштувати інтерфейс локальної мережі зі статичною IP-адресою. Для цього необхідно зайти в панель керування > мережі та інтернет > мережеві підключення > обрати підключену до блоку керування мережу > властивості. У вікні властивості вибираємо протокол інтернет 4 (TCP/IPv4) та водимо ір-адресу 192.168.1.5 вручну, також вводимо маску підмережі 255.255.255.0 (рисунок 3.8).

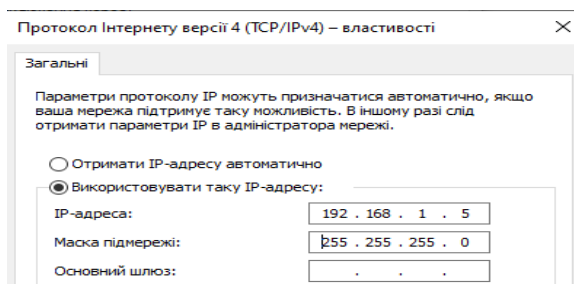


Рисунок 3.8 – Налаштування ір-адреси

| | | | | |
|-----|-----|-----------|--------|------|
| | | | | |
| змн | арк | № док.ум. | підпис | дата |

Після налаштування адаптера мережі при ведені ір-адреси в пошуковий рядок браузера відкриється наступне вікно рисунок 3.9.

CMS-700 WebUI

Enter username and password to get access to CMS-700 web user interface

* Login:

* Password:

Login

[Download certificate](#)

Рисунок 3.9 – Форма входу у Web-інтерфейс

Після появи форми входу користувача завантажуюмо оновлений сертифікат безпеки з'єднання через активне посилання [Download certificate](#). Після завантаження сертифікату водимо в поля Login та Password значення admin після цього відбудеться вхід в систему.

При вході в систему відкривається вікно керування (рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 – Web- інтерфейс користувача

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| ЗМН | арк | № докум. | підпис | дата |
|-----|-----|----------|--------|------|

КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ

арк

52

Web- інтерфейс користувача складається з двох частин розділених між собою фреймом. Права частина займає більшу частину екрану користувача і показує значення вимірних параметрів. Ліва частина відповідає за меню користувача (рисунок 3.11), і служить для навігації користувача між різними функціями системи моніторингу та налаштування.

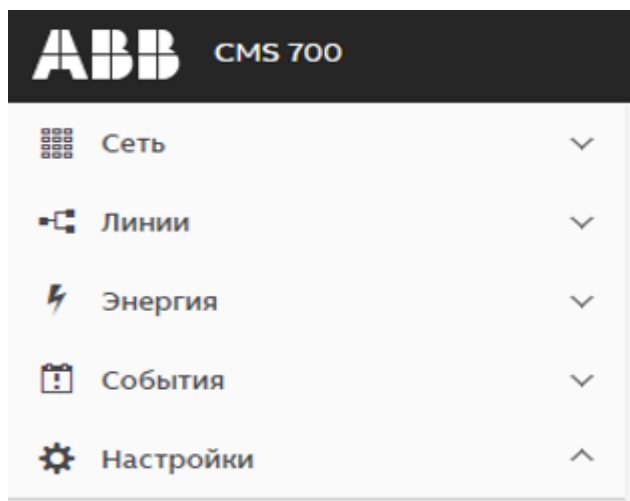


Рисунок 3.11 – Меню користувача

Меню користувача містить в собі декілька підпунктів що дозволяють керувати системою моніторингу і переглядати вимірні значення:

- Сеть (укр мережа) – служить для відтворення параметрів вхідної мережі електроживлення в реальному часі та виводити значення з архіву даних;
- Линии (укр лінії) – показує параметри електромережі по окремим датчикам або групам датчиків;
- Энергия (укр енергія) – даний пункт меню виводить на екран показники потужності та використаної електроенергії вхідної мережі або окремо по датчиках, за певний період часу;
- События (укр події) – відповідають за виведення певних подій, які можна налаштувати в окремому розділі в пункті налаштування;
- Настройки (укр налаштування) – містить в собі підпункти налаштування системи моніторингу кіл.

3.3 Налаштування системи моніторингу електричних кіл

Підключення датчиків та трансформаторів струму

Для початку налаштуємо меню групи для датчиків (рисунок 3.12).

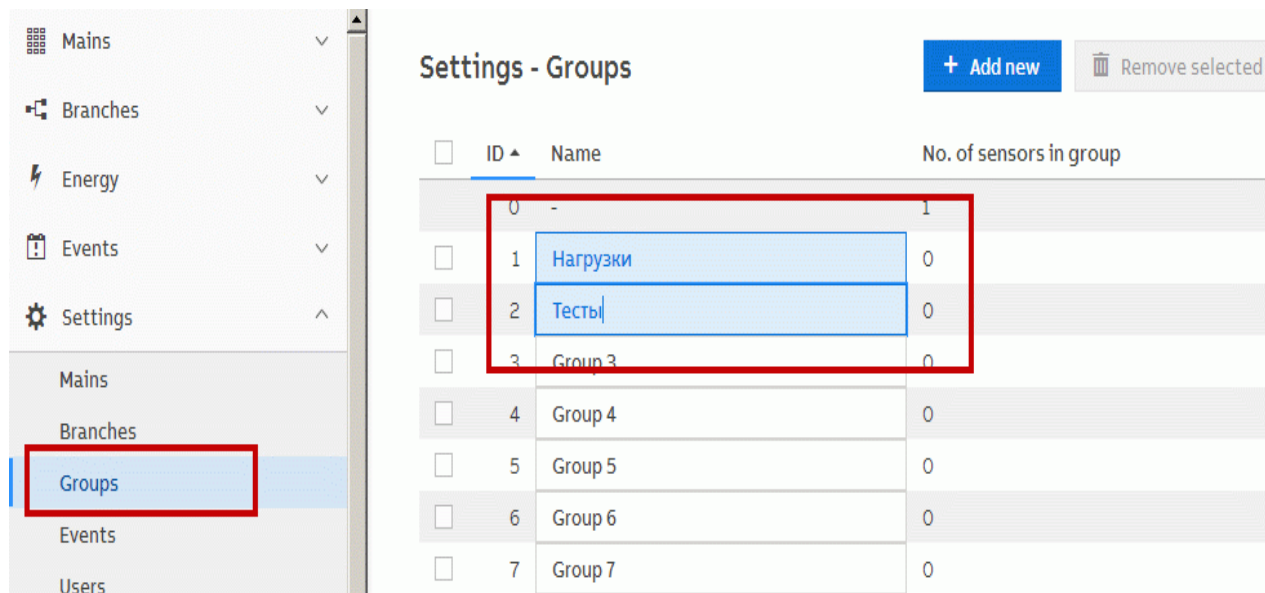


Рисунок 3.12 – Меню групи

Щоб налаштувати групи переходимо в меню налаштування у Web-інтерфейсі користувача та в меню налаштування нажимаємо на кнопку групи. Відкриється вікно додавання груп.

Група необхідна для об'єднання декількох датчиків в одну підсистему вимірювання, щоб проводити вимірювання одразу по всій підсистемі.

В початковому варіанті нам доступно дев'ять груп датчиків, видаляємо їх всіх та додаємо свої, з назвами відповідно до підсистем лінії гальванізації на якій проводимо вимірювання (рисунок 2.6).

В кінцевому варіанті виконання мусить вийти п'ять груп датчиків : двигуни приводу; освітлення; підігрів робочих розчинів; перетворювачі змінної напруги; насоси перекачки.

В меню групи поруч із назвою групи показує число датчиків під'єднаних до даної групи.

Налаштування системи необхідно продовжити з підключення всіх датчиків вимірювання струмів та трансформаторів струму. Щоб підключити датчики вимірювання струму обираємо пункт меню лінії (рисунок 3.13) та нажимаємо кнопку додати новий датчик.

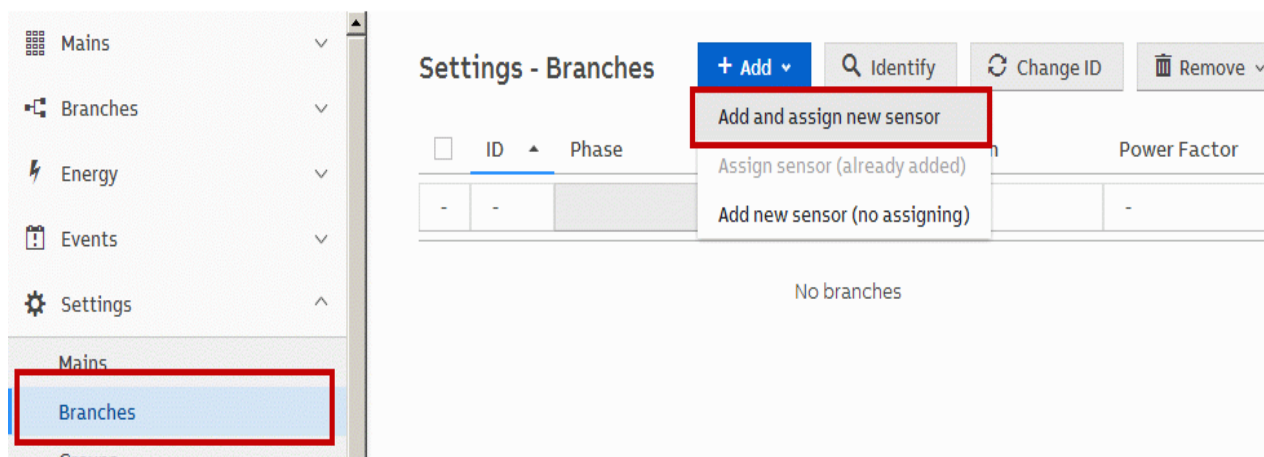


Рисунок 3.13 – Меню додавання датчиків

Після натискання на кнопку відкриється вікно додавання, під час роботи даного вікна необхідно натискати і утримувати кнопку на кожному датчику вимірювання струму до зміни і присвоєння певного id кожному датчику, після додавання останнього датчика вікно закривається. Коли всі датчики будуть додані вони висвітлюються в меню додавання датчиків, кожний під своїм унікальним id.

Далі необхідно налаштувати кожний датчик для певної лінії, для цього в меню додавання датчиків в кожному з датчиків присвоїмо фазу електроживлення, на якій датчик вимірює струм, групу (тобто підсистему на яких здійснюється моніторинг електроживлення) та назву лінії на якій вимірюється струм, наприклад, для вимірювання показників на електродвигуні приводу M1 на першій фазі, датчик налаштуємо наступним чином : фаза > L1; група > Двигуни приводу; лінія > Двигун 1. Таким чином налаштуємо усі підключені датчики.

Також за допомогою меню налаштування датчиків можна редагувати адреси по кожному датчику, видаляти їх та за допомогою кнопки знайти можна знайти розміщення кожного датчика в розподільчому щиті електроживлення, для цього обираємо датчик який необхідно знайти та нажимаємо на кнопку знайти, необхідний датчик почне блимати синім світлом світло-діода.

Наступним кроком в налаштуванні системи моніторингу стоїть налаштування трансформаторів струму. Для налаштування трансформаторів струму переходим в пункт налаштувань мережа(рисунок 3.14).

Настройки - Сеть

| | L1 - L2 - L3 | N |
|------------------------|--------------|---|
| Частота | 45-55Hz | ▼ |
| Козф. трансформации ТТ | 8 | 1 |
| Напряжение | | |

Сбросить Сохранить

Рисунок 3.14 – Пункт налаштувань мережі

У вікні що висвітилось спостерігаємо декілька пунктів налаштувань. В полі частота вводимо показники частоти електроенергії в наших мережах, тобто 45-55 герц. Відповідно до технічних характеристик трансформаторів струму необхідно також вказати коефіцієнт трансформації у відповідному полі, для трансформатора струму СТ PRO XT 250 цей показник дорівнює 8, тому в полі коефіцієнт трансформації ставим показник 8 (рисунок 3.14).

Після завершення базового налаштування системи, тобто додавання датчиків та налаштування трансформаторів струму, в меню мережа та лінії можна одразу спостерігати в реальному часі значення всіх базових електричних параметрів електромережі. Також дозволяється перегляд споживання електроенергії всієї лінії, або по кожній підсистемі. Це дозволяє визначити найбільш неефективних споживачів електричного струму для проведення модернізації або ремонту і збільшення енергоефективності підприємства.

Налаштування подій

Події в CMS-700 використовуються для визначення відхилення параметрів електромережі від необхідних значень. Визначення відхилень відбувається за двома параметрами- струмом або потужністю лінії, відповідно подія виконується в разі нижчих або вищих показників параметрів, до зазначених. Створення подій відбувається у Web-інтерфейсі користувача (рисунок 3.15).

Добавить новое событие

* Сеть/Линии:

* Источник:
Номер выбранных элементов: 2

* Значение:

* Тип:

Уставка [A]:

Временная выдержка [s]:

Email уведомление: Активировать

SNMP- trap: Активировать

Копировать выбранное событие

| <input type="checkbox"/> | ID | Фаза | Линия | Группа |
|-------------------------------------|----|------|----------|---------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 | L1 | Sensor 1 | Насос 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2 | L2 | Sensor 2 | Двигун при... |
| <input type="checkbox"/> | 3 | L3 | Sensor 3 | Насос 2 |

Рисунок 3.15 – Меню додавання подій

Для додавання нової події переходимо в меню налаштування > події > додати подію. Додавання подій відбувається в наступній послідовності:

- Вибираємо мережу або лінію по якій буде визначатись певна подія;
- В полі джерело вибираємо датчик, по показникам якого буде визначатись подія. Також доступна можливість обрати декілька датчиків для визначення певної події, для цього у вікні що появиться праворуч обираєм необхідні нам датчики;

- Поле значення відповідає за певний показник по якому визначається наявність події, це можуть бути струм або потужність;
- Далі обираємо тип події за яким відбувається визначення, перевищення, якщо подія відповідає перевищенню межі та зниження якщо пройдений нижній поріг значення;
- Значення нижньої або верхньої межі параметру відбувається в полі встановлення;
- В полі витримка відбувається встановлення певної часової затримки від зміни потрібного параметра у верхній або нижній межі до визначення події як активної;
- В перемикачах Email-повідомлення та SNMP-trap є можливість налаштувати повідомлення про активацію певної події через сервіс Email або SNMP-trap.

Відразу після додавання події відбувається присвоєння їй унікального id, для можливості ідентифікації подій та відправки інформації про час активації події на інші пристрої. Також в меню налаштування, подій крім додавання, можна переглядати додані події, редагувати їх та видаляти.

Відповідно до таблиці 10 налаштуємо події для виявлення аварійних ситуацій на лінії гальванізації. Для прикладу візьмем двигун проводу 1. Як відомо з схеми додаток А, двигун приводу А має потужність 1 кіловат, відповідно до технічних даних даного двигуна номінальний струм в мережі 380 вольт дорівнює 3А, відповідно на кожній фазі 1А, отже встановимо подію коли струм на лініях живлення буде перевищувати номінальний у два рази. Для цього налаштуємо наступні поля: лінія > лінія; джерело > вибрати декілька (вибираєм датчики що вимірюють струм на проводах живлення двигуна); поле > струм; тип > перевищення; встановлення > 2А; час затримки > 12 секунд (для відсіювання пускового струму); інші перемикачі залишаєм так як є. Налаштовуємо таким же чином події для інших аварійних ситуацій таблиця 8.

Налаштування протоколу Modbus

Однією з важливих можливостей модуля CMS-700 є можливість передачі всіх вимірних даних по інтерфейсі RS-485 із протоколом передачі даних Modbus. Даний модуль підтримує два протоколи передачі Modbus RTU та Modbus TCP. Використовувати будемо протокол Modbus RTU. Блок керування CMS-700, по протоколу Modbus RTU, працює тільки в режимі slave, відповідно може тільки відправляти дані за викликом головного Master в мережі. Налаштування протоколу відбувається в розділі налаштувань Modbus (рисунк 3.16).

Настройки Modbus TCP

Здесь возможно изменять настройки MODBUS TCP

Активировать Modbus TCP: Активировать

Применить

Настройки Modbus RTU

Здесь возможно изменять настройки MODBUS RTU

Modbus ID:

Скорость передачи данных:

Четность:

Применить

Рисунок 3.16 – Налаштування Modbus

Щоб перейти в налаштування протоколу необхідно виконати наступний перехід налаштування > комунікації > налаштування Modbus. Після відкриття меню налаштувань відбувається настройка самого протоколу.

Для початку потрібно вказати Modbus ID, воно необхідне для виявлення саме нашого модуля в послідовній шині передачі даних. Наступним кроком встановлюємо Швидкість передачі даних в нашій мережі та кратність передачі

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|---------------------------------|-----|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | арк |
| змн | арк | № докум. | підпис | дата | | 59 |

даних. Після цих дій нажимаємо на кнопку прийняти, тепер модуль може працювати та передавати дані в нашій мережі Modbus.

Налаштування експорту даних

Система моніторингу кіл дозволяє передавати всі виміряні дані через Email або FTP- сервер. Налаштування даної операції відбувається в меню налаштування експорту даних: налаштування > експорт даних (рисунок 3.17).

Рисунок 3.17 – Налаштування експорту даних

Відправка даних що виміряв модуль, через Email або на FTP- сервер, відбувається тільки у форматі CSV. Для того дані пересилались, через Email, необхідно в меню налаштування експорту даних активувати режим експорту через Email та налаштувати частоту передачі даних, опції експорту та час експорту даних.

Також через це меню є можливість скачати виміряні дані одразу на портативний комп'ютер, підключений по локальній мережі Ethernet, шляхом натискання на кнопку Скачати зараз.

Налаштування безпеки

Налаштування безпеки системи моніторингу відбувається шляхом додавання нових користувачів Web-інтерфейсу із своїми наперед зазначеними ролями. Додавання користувачів відбувається в розділі користувачі (рисунок 3.18)

| <input type="checkbox"/> | ID | Login | Role | Edit |
|--------------------------|----|-----------|---------------|------|
| <input type="checkbox"/> | - | - | - | - |
| <input type="checkbox"/> | 0 | admin | Administrator | |
| <input type="checkbox"/> | 1 | Operator1 | Operator | |

Рисунок 3.18 – Налаштування користувачів

Для початку необхідно видалити всіх початкових користувачів і додати нових. Для додавання нових користувачів натискаємо кнопку додати нового, з'являється вікно додавання користувачів в якому вводим логін нового користувача та пароль для входу користувача у Web-інтерфейс, окремо вибираємо роль користувача, по замовчуванню доступно дві ролі це роль адміністратора та роль звичайного користувача.

3.4 Висновки до третього розділу

В цьому розділі було детально описано процес встановлення системи моніторингу електроживлення CMS-700 в розподільчий шкаф електроживлення лінії гальванізації. Розглянуто процес кріплення датчиків вимірювання струму на лінії живлення, а також кріплення трансформаторів струму на вхідній мережі електроживлення.

Детально описано Web-інтерфейс даного модуля, можливості що забезпечує цей інтерфейс, процес підключення до нього, варіанти його використання.

Наступним кроком відбулося налаштування системи моніторингу для використання її в лінії гальванізації. Проводились наступні налаштування : підключення всіх необхідних датчиків вимірювання струму, створення груп датчиків окремо для кожної підсистеми та споживача, налаштування подій, налаштування експорту даних та проколу передачі даних Modbus.

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| змн | арк | № док.м. | підпис | дата |

4 ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ

4.1 Тестування процесу вимірювання струмів

Для тестування системи в режимі реального часу по параметру вимірювання струму, було обрано підсистему лінії гальванізації – насоси перекачки рідин(рисунок 2.14), а саме тестування відбувалось на насосі 1. Тестування проходило на практиці шляхом підключення датчиків вимірювання струму на лінію живлення насоса та поетапного запуску насоса через регулятор потужності. Для огляду результатів вимірювання був виконаний вхід в інтерфейс користувача та в меню лінії обрано відповідний датчик, параметр вимірювання зазначений як струм і вимірюється в амперах. Отриманий графік зображено на рисунку 4.1.

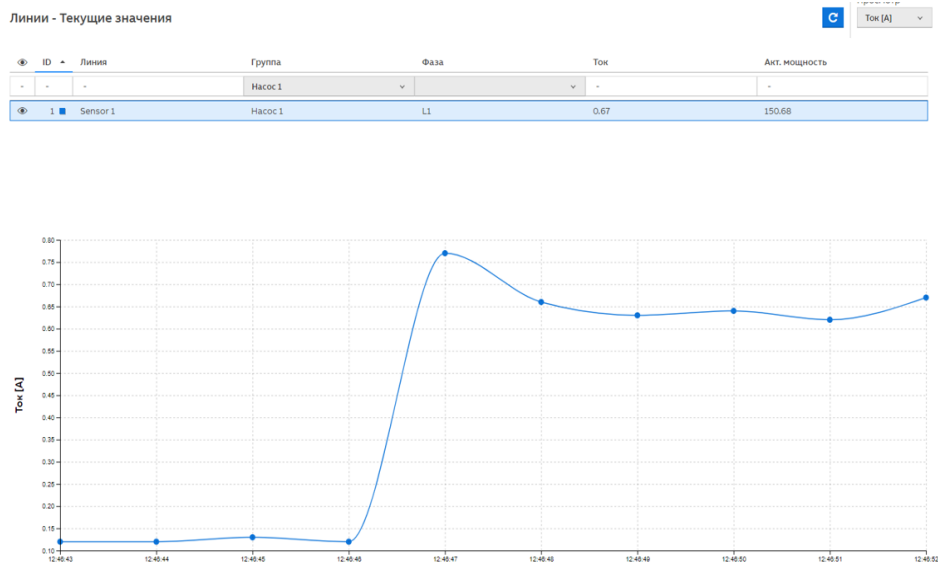


Рисунок 4.1 – Результати вимірювання струму

Результати отримані на рисунку 4.1 свідчать про робото-спроможність системи моніторингу електроживлення, в якості вимірювання такого параметру електромережі як струм.

Н графіку (рисунок 4.1) можна спостерігати різке збільшення струму в електромережі між 12:46:46 та 12:46:47, таке збільшення показує момент

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| ЗМН | арк | № докум. | підпис | дата |
|-----|-----|----------|--------|------|

включення насоса на максимальну потужність своєї роботи. Між 12:46:47 та 12:46:48 спостерігаємо зменшення струму споживання та подальше вирівнювання кривої споживання струму, даний фрагмент графіку свідчить про наявність різниці значень між пусковим струмом та номінальним.

За результатами цього тестування можна зробити висновок що система моніторингу підключена правильно і відбувається вимірювання струму в потрібних підсистемах лінії виробництва.

4.2 Тестування процесу збереження виміряних даних

Архівування виміряних даних система моніторингу здійснює автоматично. Для тестування візьмемо дані по витраченій енергії за день (рисунок 4.2).

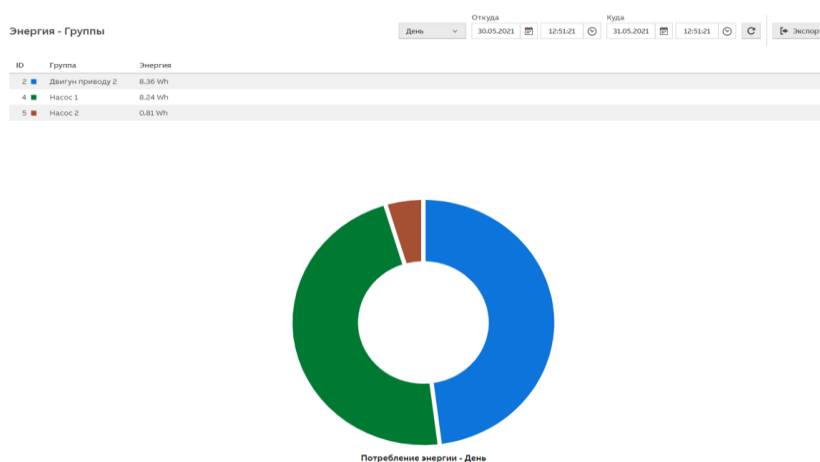


Рисунок 4.2 – Графік споживання енергії за день

Для формування графіку на рисунку 4.2 було використано датчики вимірювання струмів на двох підсистемах, насосах перекачування розчинів та двигуні приводу 2. Для тесту на даних підсистемах були запуснені споживачі електричного струму і через деякий час був отриманий графік використаної енергії кожною підсистемою в день проведення тестування. Результатом тестування є підтвердження правильних налаштувань системи моніторингу та можливість архівування виміряних даних.

| | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|
| | | | | |
| ЗМН | арк | № докум. | підпис | дата |

4.3 Тестування подій

Для тестування подій в системі моніторингу, в налаштуваннях системи була створена подія, коли в підсистемі двигунів приводу, а саме в двигуні 1 струм живлення перевищить значення 1 ампер. До тестової події були підключенні датчики вимірювання струму, прикріплені на лініях живлення даного двигуна.

Тестування відбувалось через послідовне збільшення частоти живлення, на частотному перетворювачі що керує двигуном 1, до значення частоти електромережі, тобто 50 герц. Результати тестувань зображені на рисунку 4.3.

События - Текущие события

| ID | Имя | Уставка | Тип | Дата и время |
|----|-------|---------|------------|----------------------|
| 73 | I_ID2 | 1 [A] | Превышение | 31.05.2021, 12:49:46 |

Рисунок 4.3 – Результати тестової події

Після подачі на двигун 1 частоти 50 герц різко збільшилось значення струму на кожній з ліній живлення двигуна 1, коли струм на лініях живлення став більший за значення події, тобто 1 ампер, в меню події у Web-інтерфейсі користувача одразу висвітилась інформація про виконання тестової події (рис 4.3) та точний час коли вона відбулась.

4.4 Висновки четвертого розділу

Відповідно до проведених тестувань системи моніторингу електроживлення підприємства, можна стверджувати що розроблена нами система є робочою та відповідає необхідним параметрам роботи, оскільки забезпечує повноцінне вимірювання струмів на лініях споживання, зберігає всі виміряні данні в пам'яті пристрою для подальшого експорту, повідомляє завдяки подіям про аварійні ситуації та ситуації надмірного споживання за допомогою системи визначення подій.

ВИСНОВОКИ

За результатами даної роботи було розібрано предметну область сфери економії електроживлення, на підприємствах, за допомогою систем моніторингу та контролю електроенергії. Також було виявлено що промисловість є найбільшим споживачем електроенергії в Україні і питання енергоефективності підприємств потрібно розвивати, для збільшення конкурентоспроможності українських товарів на світовому ринку.

Проведено моніторинг доступних систем для спостереження та вимірювання параметрів електромережі. Дані системи були поділені на три категорії, за місцем використання. Для кожної категорії було представлено моделі систем моніторингу електроживлення з їх основними функціями та технічними характеристиками, а також представлений їх зовнішній вигляд та варіанти використання.

Представлено та детально описано систему моніторингу електричних кіл CMS-700 від фірми АВВ. В даній системі головним елементом є блок керування, який проводить аналіз зібраних даних, відповідає за створення Web-інтерфейсу, сортує параметри мережі та зберігає їх для подальшого перегляду і використання. Блок керування системою моніторингу дає можливість виявлення різкі та довготривалі стрибки струму в електромережі, а також повідомляти про це користувачів шляхом Email-повідомлення або через протоколи передачі даних Ethernet та Modbus. Можливість виявлення зміни струму за певний період дозволяє зберегти працездатність обладнання та вберегти лінію електроживлення від аварійних ситуацій.

Виявлено що головними вимірювачами струмів в системі моніторингу кіл CMS-700 являються спеціальні датчики струму що встановлюються безпосередньо на провід живлення та вимірюють показники струмів на цьому

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|--------|------|---------------------------------|-----|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ІЗ</i> | арк |
| змн | арк | № докум. | підпис | дата | | 65 |

провіднику. Всі датчики підключені до блоку керування системою моніторингу по паралельному чотирьох-жильному кабелі з'єднання датчиків.

Відповідно до технічного завдання було спроектовано систему моніторингу електроживлення на підприємстві що займається процесом гальванізації друкованих електричних плат на базі системи CMS-700. Для проектування системи моніторингу, спроектована лінія гальванізації була розбита на підсистеми по яким буде здійснюватися вимірювання параметрів електромережі. Була створена MVC – модель системи моніторингу електроживлення та докладно розібрано всі її особливості. Створено принципову схему розведення електроживлення в розподільчому щиті та проведено детальний опис кожної підсистеми. Для попередження аварійних ситуацій розроблена таблиця можливих аварій на лінії, способи визначення даних аварій та дії після виявлення аварійної ситуації. Також розроблено інтерфейсну модель системи моніторингу.

Розроблену систему моніторингу було створено та становлено на практиці. Розписано процес встановлення блоку керування системою моніторингу, підключення до блоку керування інтерфейсних шин передачі даних на інші керуючі пристрої, основні нюанси кріплення датчиків вимірювання струмів, на лініях електроживлення.

Було проведено детальний огляд Web-інтерфейсу користувача з описом пунктів меню та детально розібраним процесом входу в даний інтерфейс користувача. Після детального опису Web-інтерфейсу було здійснено налаштування блоку керування моніторингу електроспоживання, та описано кожну операцію що здійснювалась під час налаштування.

Під кінець було зроблене тестування однієї з підсистем на предмет роботи та ефективності використання системи моніторингу. Здійснено тестування через можливість вимірювання струмів, вимірювання та архівування інформації про використану потужність та справність роботи подій в системі моніторингу.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 66 |

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України «НЕК «Укренерго». Аналіз ефективності використання енергоресурсів у розвинених зарубіжних країнах і залежність від їх імпорту / Міністерство енергетики та вугільної промисловості України «НЕК «Укренерго». – 2. – С. 88.
2. CMS-700 User manual [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://new.abb.com/products/ru/2CCA880700R0001/cms-700-control-unit#documentLink>.
3. ДСТУ ІЕС 60044-1:2008. НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ ТРАНСФОРМАТОРИ ВИМІРЮВАЛЬНІ Частина 1. Трансформатори струму (ІЕС 60044-1:2003, ІДТ), 2010. – С. 47.
4. Бень Е. А. RS-485 для чайников [Електронний ресурс] / Евгений Александрович Бень. – 2003. – Режим доступу до ресурсу: <http://masters.donntu.org/2004/fema/kovalenko/library/art7.html>.
5. Технологія нанесення неметалевих покриттів та виробництво плат друкованого монтажу [Електронний ресурс] : підручник / Л. А. Яцюк, О. В. Косогін, Д. Ю. Ущатовський, О. В. Лінючева, Ю. Ф. Фатеев; Електронні текстові дані (1 файл: 6,9 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. – 330 с.
6. Энергоэффективность и энергетический менеджмент : учебно-методическое пособие / Т. Х. Гулбрандсен, Л. П. Падалко, В. Л. Червинский. – Минск : БГАТУ, 2010. – 240 с. ISBN 978-985-519-325-9.
7. Хаустович Н. А. Проблемы повышения энергоэффективности производства и потребления энергии. Ж-л «Экономика и управление». № 3, 2007. С. 64-69.
8. Мукосеев Ю.Л. Электроснабжение промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1973.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ІЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 67 |

9. Электротехнический справочник / Под общ. Ред. В.Г. Герасимова, П.Г. Грудинского и др. Т.Ш, кн.1 – М.: Энергоиздат, 1982.

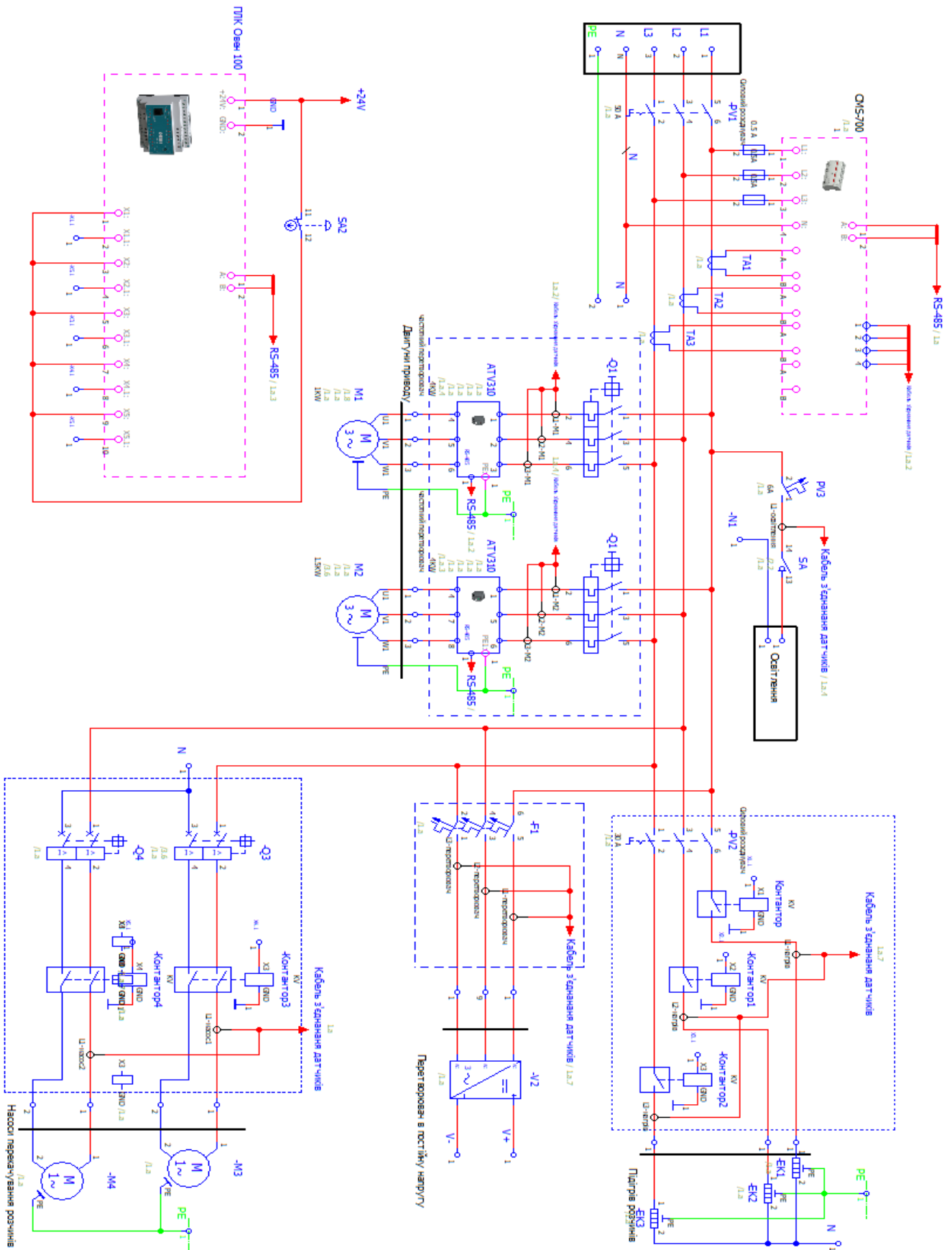
10. Кваліфікаційна робота : методичні вказівки щодо її виконання для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / уклад.: Ю. В. Форкун, Г. І. Радельчук, І. В. Форкун, А. С. Каштальян, В. В. Мартинюк. Хмельницький : ХНУ, 2020. 50с.

11. ABB. CT Current transformers Optimize consumptions. Improve the efficiency [Електронний ресурс] / ABB. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=2CSC446012B0201&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>.

| | | | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------------|------------|
| | | | | | <i>КРБАКІТ.2017032.01.11.ПЗ</i> | <i>арк</i> |
| <i>змн</i> | <i>арк</i> | <i>№ докум.</i> | <i>підпис</i> | <i>дата</i> | | 68 |

Додаток А

Схема розподілення електропостачання



Додаток Б

Презентаційні слайди

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Виконав студент групи АКІТ-17-1 Хома. Д. М

АКТУАЛЬНІСТЬ

Промисловий сектор є найбільшим споживачем електроенергії. Рациональне та економне використання електричної енергії на промислових потужностях допоможе зменшити витрати на виробництво вітчизняної продукції, зменшити собівартість кінцевого продукту і тим самим зробіть її конкурентоспроможною на європейському і світовому ринку. Тому важливою функцією управління енергозбереженням промислових об'єктів є контроль ефективності споживання електроенергії на найнижчих рівнях промислового підприємства. Подолати проблему неефективного використання електроспоживання допомагають системи моніторингу електроспоживання підприємства



СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ

Система моніторингу забезпечує контроль за споживанням електричної енергії на найнижчих рівнях, що є основою функціонування системи енергетичного менеджменту та ефективного впровадження заходів з підвищення енергоефективності. Наявність моніторингу дозволить виявляти випадки нерационального електроспоживання, планувати витрати на енергоносії, визначати технологічні вузли що потребують першочергового впровадження енергоефективних заходів, а також знизити витрати на обслуговування будівель.

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ CMS-700

Система моніторингу ланцюгів (CMS) - надзвичайно компактна і високопродуктивна багатоканальна система вимірювання змінного та постійного струму. Це повне рішення для моніторингу електричних параметри в розподільних панелях, увімкнення контролю потужності, аналіз енергоефективності виробництва та критичної потужності елементів споживання. Основою такої системи є блок керування CMS-700 та датчики вимірювання струмів.

КОМПЛЕКТАЦІЯ CMS-700



Блок керування CMS-700



Датчик вимірювання струму

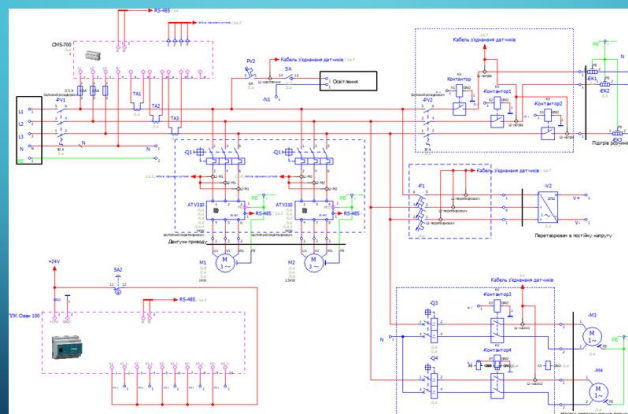
МВС – МОДЕЛЬ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЗЗ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ



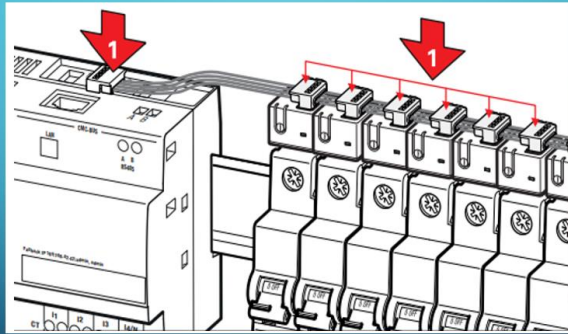
ІНТЕРФЕЙСНА МОДЕЛЬ ПІДКЛЮЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ



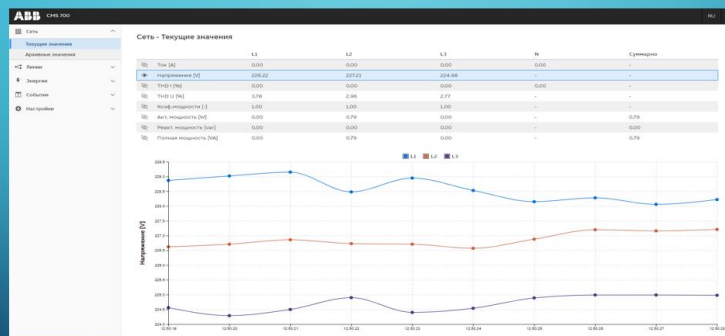
СХЕМА ПІДКЛЮЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ДО ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ



КРІПЛЕННЯ SMS-700 В ЕЛЕКТРОЩИТКУ



WEB-ІНТЕРФЕЙС КОРИСТУВАЧА



Дякую за увагу

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Хома Д. М. на захист дипломного проекту (роботи)
(прізвище, ініціали)
за спеціальністю 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
На тему: Автоматизована система моніторингу електроживлення підприємства

Дипломний проект (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагіат додаються.

Декан факультету

Савенко О. С.
(прізвище та ініціали)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Хома Д. М. за період навчання на факультеті програмування та комп'ютерних і телекомунікаційних систем з 2017 по 2021 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з такими розподілом оцінок за:

національною шкалою: відмінно 92,31 %, добре 7,69 %, задовільно 0,00 %.
шкалою ЄКТС: А 90,48 %, В 9,52 %, С 0,00 %, D 0,00 %, E 0,00 %.

Методист факультету

Калусь Т. В.
(прізвище та ініціали)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Хома Демис Миколайович при виконанні кваліфікаційної роботи бакалавра на тему "Автоматизована система моніторингу електроживлення підприємства" поклав глибоке знання та критичний невизначений погляд на спеціальність "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології".
Робота виконана на високому рівні.

Оцінка дипломного проекту (роботи)

Відмінно

Керівник дипломного проекту (роботи)

Марешова В. В.
(прізвище та ініціали)

" 10 " 06 2021 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ)

Дипломний проект (роботу) розглянуто. Студент Хома Д. М. допускається до захисту цього проекту

Завідувач кафедри

АКІТІТК
(назва)

Мероминюк В. В.
(прізвище, прізвище, ініціали)

" 10 " 06 2021 р.

Fri Jun 18 13:00:03 EEST 2021, Федула Микола Васильович, Хмельницький національний університет, ХНУ

Anti-Plagiarism v-15.257**Максимальное совпадение с одним документом 39.0%**Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Ошибок в документах: 7%**

| | | | | |
|---|----------|---------|--|-----------|
| ID: 94755 Название: Бакалаврська робота Хоми Дениса Добавлено в БД: 2021-06-18 Авторы: Хома Д. Руководители: Мартинюк В.В. Консультанты: Оponentы: | Документ | | Суммарное совпадение по Базе Данных | |
| | Символы | Лексемы | Символы | Лексемы |
| | 68812 | 537 | 27026 (39%) | 209 (39%) |

Источник плагиата

| ID | Описание | Наличие плагиата в документе | |
|-------|--|---------------------------------|----------------|
| | | Символы | Лексемы |
| 94255 | Название: Бакалаврська кваліфікаційна робота Добавлено в БД: 2021-06-16 Авторы: Хома Д. Руководители: Мартинюк В.В. Консультанты: Оponentы: | 26838 (39.0%) | 201 (37.0%) |

Ім'я користувача:
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:
1008328474

Дата перевірки:
18.06.2021 14:02:13 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet

Дата звіту:
18.06.2021 14:04:09 EEST

ID користувача:
100005862

Назва документа: на плагіат Дипломна Хома

Кількість сторінок: 68 Кількість слів: 9999 Кількість символів: 79685 Розмір файлу: 3.57 MB ID файлу: 1008399837

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

6.33%
Схожість

Найбільша схожість: 1.22% з Інтернет-джерелом (<http://ukrefs.com.ua/page,7,173486-Arhitektura-promyshlennoiy-seti-B>)

6.33% Джерела з Інтернету

115

Сторінка 70

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%
Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

6

Підозріле форматування

11
сторінок

РІШЕННЯ КАФЕДРИ

АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Автоматизована система моніторингу електроживлення підприємства

Автор: **Хома Денис Миколайович**

Спеціальність: **151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології**

Освітня програма: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Науковий керівник **зав каф, д.т.н., професор., Мартинюк В. В.,**

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

| № | Висновок | Позначка про відповідність |
|---|---|----------------------------|
| 1 | Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту. | <u>Відповідає</u> |
| 2 | Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи | |
| 3 | Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат. | |
| 4 | Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту. | |
| 5 | Інше: | |

Підтвердження: Запозичення у розмірі 6.33%, виявлені в роботі відповідають тексту стандартних бланків та списку літератури, решта запозичень є випадковими, або на них є посилання, тому ці запозичення не є плагіатом, бо вони не стосуються наукової новизни і практичної значущості роботи.

22.06.2021р.

Науковий керівник роботи:

Зав. каф. АКІТіТК

Мартинюк В.В

Мартинюк В.В.

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломну роботу бакалавра Хоми Дениса Миколайовича на тему : “Автоматизована система моніторингу електроживлення підприємства”

Дипломну роботу присвячено розробці автоматизованої системи моніторингу електроживлення на підприємстві. В цій роботі розроблялася автоматизована система для контролю і спостереження за витратами електроживлення підприємством в режимі реального часу, на основі показників струму на окремих споживачах електроенергії. Головним модулем моніторингу в даній системі виступає система моніторингу кіл CMS-700. Розробка системи відбувалась для підприємства що займається гальванізацією друкованих плат.

Проект складається з чотирьох розділів.

В першому розділі розглядаються актуальність теми для підприємств України та системи відслідковування електроживлення що доступні на ринку і є схожими із розробленою системою.

В другому розділі було детально описано принцип роботи CMS-700, розроблено схему підсистем відслідковування живлення для лінії гальванізації та MVS-модель системи моніторингу, також розроблено інтерфейсну модель підключення до системи автоматизації. Більша частина другого розділу присвячена розробці принципової схеми підключення системи моніторингу до електромережі.

В третьому розділі розглядається принцип підключення на практиці системи CMS-700 та Web-інтерфейс користувача, розкриваються основні можливості системи, а також відбувається налаштування системи відповідно до завдання.

В четвертому розділі проводиться тестування розробленої системи на практиці та перевіряється її працеспроможність.

Розроблена система допомагає контролювати електроспоживання на підприємстві, шляхом постійного моніторингу, збільшувати енергоефективність підприємства та попереджувати аварійні ситуації що можуть виникнути в мережі електроживлення.

В цілому проект «Автоматизована система моніторингу електроживлення підприємства» виконано на високому технічному рівні, він має безперечну актуальність в області сучасних технологій автоматизації, а студент Хома. Д. М заслуговує оцінки «відмінно».

Опонент:
д. т. н., професор, завідувач
кафедри комп'ютерних наук та
інформаційних технологій



Бармак О.В

Відгук на кваліфікаційну роботу
студента групи АКІТ-17-1 Хоми Дениса Миколайовича

Кваліфікаційна робота студента Хоми Дениса Миколайовича присвячена розробці автоматизованої системи моніторингу електроживлення підприємства.

В результаті виконання роботи було спроектовано систему моніторингу електроживлення на підприємстві що займається процесом гальванізації друкованих електричних плат на базі системи CMS-700. Для проектування системи моніторингу, спроектована лінія гальванізації була розбита на підсистеми по яким буде здійснюватися вимірювання параметрів електромережі. Була створена MVC – модель системи моніторингу електроживлення та докладно розібрано всі її особливості. Створено принципову схему розведення електроживлення в розподільчому щиті та проведено детальний опис кожної підсистеми. Для попередження аварійних ситуацій розроблена таблиця можливих аварій на лінії, способи визначення даних аварій та дії після виявлення аварійної ситуації. Також розроблено інтерфейсну модель системи моніторингу.

За час виконання дипломної роботи студент Хома Денис Миколайович показав глибокі знання та практичні навички із автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, а також вміння працювати з персональним комп'ютером.

В цілому дипломна робота виконана на високому рівні, а студент Хома Денис Миколайович заслуговує на оцінку відмінно.

Керівник: д.т.н., проф.



Мартинюк В.В.

Завідувачу кафедри АКІТіТ
Мартинюк.В.В
здобувача вищої освіти студента
4 курсу, гр. АКІТ-17-1
Хома.Д.М

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційного проекту до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомена. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщена та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

16.06.2021

Дата


Підпис