

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Таврійський державний агротехнологічний університет**

**Кафедра електротехнології і теплові процеси**

**ДИПЛОМНЕ ПРОЕКТУВАННЯ**  
**ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА,**  
**ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА»**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

Частина 2 «Розробка системи керування технологічним процесом»

для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»

Мелітополь,

2019 р.

Методичні вказівки склали:

**д.т.н. професор І.П. Назаренко,**

**к.т.н., доцент В.Б. Гулевський,**

**к.т.н., доцент І.В. Борохов**

Рецензент: к.т.н., ст.викл. кафедри «Електроенергетики і автоматизації»  
Лобода О.І.

Методичні вказівки розглянуті на засіданні кафедри «Електротехнології і теплові процеси», протокол № 8 від 5.03.2019 р.

Методичні вказівки розглянуто методичною комісією енергетичного факультету та рекомендовані до використання в навчальному процесі, протокол № 7 від 27 березня 2019 р.

Дипломне проектування зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Методичні рекомендації. Ч 2. «Розробка системи керування технологічним процесом» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» / І.П. Назаренко, В.Б. Гулевський, І.В. Борохов. – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – 48 с.

## ЗМІСТ

Загальні вказівки з виконання розділу.....	4
1 Розробка системи керування технологічним процесом .....	5
1.1 Складання вимог до системи керування технологічним процесом .....	5
1.2 Вибір засобів автоматизації необхідних для контролю і керування технологічним процесом.....	8
1.3 Розробка схеми електричної принципової керування технологічним процесом.....	11
1.4 Розробка схеми електричної з'єднання шафи керування .....	21
1.5 Розробка схеми електричної підмикання .....	24
1.6 Складання специфікації на матеріали та обладнання .....	28
1.7 Висновки по розділу.....	30
Список літератури.....	31
ДОДАТОК А.....	36
ДОДАТОК Б.....	46
ДОДАТОК В.....	47
ДОДАТОК Д.....	48

## ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ З ВИКОНАННЯ РОЗДІЛУ

Методичні вказівки містять послідовність виконання розділу детальної частини дипломного проекту «РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ». При розробці методичних вказівок враховані особливості виконання розділу.

Детальна розробка виконується на основі теоретичного обґрунтування та інженерних розрахунків, зокрема, розробку або удосконалення принципової електричної схеми керування технологічним процесом (лінією), пов'язаним з темою проекту, вибір елементів схеми і так далі.

Терміни «керування», «система керування» [1], що використовувані у розділі установлює Державний Стандарт України [2,3] у галузі автоматизованих систем.

Додаткову інформацію щодо виконання розділу студент отримує на основі детального вивчення технічної і патентної літератури, державних, галузевих стандартів або стандартів проектних організацій та дослідних інститутів та інших нормативних технічних документів на норми та правила розроблених систем керування технологічними процесами.

Характерними питаннями розділу є:

- складання вимог до системи керування технологічним процесом;
- вибір засобів автоматизації необхідних для контролю і керування технологічним процесом;
- розробка схеми принципової керування технологічним процесом;
- розробка схеми електричної з'єднування шафи керування;
- розробка схеми електричної підмикання;
- складання специфікації на матеріали та обладнання;
- висновки по розділу.

Об'єм цього розділу складає від 9 до 15 сторінок тексту і від 2 до 3 аркушів графічної частини.

# 1 РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ

## 1.1 Складання вимог до системи керування технологічним процесом

В цьому підрозділі необхідно визначити умови для розробки системи керування технологічним процесом.

Сучасне виробництво - складна система, яка складається з багатьох підсистем: технічних, економічних, екологічних, соціальних та інших, і призначена для вирішення поставлених перед нею завдань. Елементи системи з'єднані між собою найрізноманітнішими зв'язками. Кожне сучасне виробництво характеризується двома тенденціями:

- намаганням спростити виробництво з метою його економічності, технологічності та ефективності;
- необхідністю ускладнення виробництва, яке викликається прагненням освоювати нові види продукції, підвищувати її якість, використовувати досягнення науки і техніки.

Керування технологічним процесом - це певним методом вироблення та реалізація керувальної дії на технологічний об'єкт керування згідно з прийнятими критеріями керування. Ускладнення виробництва, його внутрішніх та зовнішніх зав'язків неминуче викликає необхідність ускладнення керування ним. Без якісного керування виробництво не може бути ефективним. Для успішного керування такою системою потрібно знати основні закономірності і принципи її функціонування та тенденції розвитку.

Система керування це сукупність технічних засобів, необхідних для оперативного керування технологічним процесом з заданими техніко-економічними показниками і яка містить в собі п'ять основних груп пристроїв (підсистем): регулювання, керування виконуючими органами, сигналізації, вимірювання та захист. Підсистеми вимірювання та сигналізації забезпечують необхідну інформацію про роботу обладнання та

протікання технологічного процесу, а за допомогою підсистем регулювання та керування здійснюється активний вплив, тобто керування об'єктом.

При цьому все більшого значення набуває автоматичне керування, під яким мається на увазі здійснення певних керуючих впливів на заданий об'єкт, необхідних і достатніх для його цілеспрямованого функціонування із заданою точністю без особистої участі людини. Роль людини зводиться до проектування, налагодження, запуску системи автоматичного керування, епізодичному контролю за правильністю роботи, зупинці системи та інших побічних функцій, безпосередньо не пов'язаних з операціями керування.

Відзначимо, що термін "автоматичне керування" слід відрізнити від терміна "автоматизоване керування", під яким розуміється керування з обов'язковою участю людини [4].

Автоматизована система керування технологічними процесами - сукупність апаратно-програмних засобів, що здійснюють контроль і керування виробничими й технологічними процесами; підтримуючи зворотний зв'язок і активно впливаючи на хід процесу при відхиленні його від заданих параметрів; забезпечуючи регулювання й оптимізацію керованого процесу.

Високоєфективна система керування може бути створена тільки в тому випадку, якщо об'єкт керування є підготовлений до автоматизації. Це означає, що він повинен бути повністю механізованим і по можливості неперервно діючим.

У пояснювальній записці вибрати та описати найбільш необхідні параметри, що контролюються, можна тільки при повному знанні технологічного процесу. При цьому визначають цільове призначення процесу, взаємозв'язок його з іншими процесами виробництва, уточнюють значення всіх параметрів. Необхідно аналізувати імовірність обурення, що можуть надходити в об'єкт та можливість усунення їх до надходження. Особливу увагу необхідно звертати на стабілізацію вхідних параметрів, тому що з їх зміною в об'єкт надходять найбільш сильні збурювання. При виборі величин, що контролюються, необхідно керуватися принципом: мінімальна

кількість параметрів повинна надавати максимальну інформацію про процес [5,6,7,8].

Контролю підлягають насамперед ті параметри, фіксація поточних значень яких полегшує пуск, налагодження і правильне ведення технологічного процесу. Для здійснення оперативного управління необхідно контролювати найбільш важливі вхідні та вихідні параметри процесу.

Кожен технологічний процес характеризується різними фізичними величинами - температурою, тиском, рівнем, витратою та ін. Для того щоб мати інформацію про перебіг процесу, слід вимірювати ці величини.

З метою отримання даних, необхідних для рахункових операцій і розрахунку техніко-економічних показників, контролюють параметри, які характеризують витрати на проведення процесу. До них відносяться: витрати теплоносія, холодоносія, кількість споживаної електроенергії тощо.

Сигналізації підлягають параметри, зміна яких може привести до аварії, нещасних випадків або серйозних порушень технологічного режиму.

При виборі параметрів, що підлягають сигналізації, необхідно розрізняти технологічну і контрольну, причому технологічна сигналізація може бути попереджувальною або аварійною.

Попереджувальна сигналізація оповіщає про відхилення параметрів процесу, що свідчить про виникнення перед аварійного режиму. Оператор при отриманні такого сигналу повинен терміново вжити заходи, які виключають аварію.

Аварійна сигналізація сповіщає про неприпустимі значення параметрів процесу або про відключення якого-небудь апарата технологічної схеми.

Контрольна сигналізація вказує на стан об'єкта (включений або виключений).

Технічні вимоги до системи керування зазвичай забезпечуються застосуванням найбільш надійних елементів, приладів і апаратів, оптимальні режими їх роботи, резервування малонадійних або найбільш відповідальних елементів або кіл схеми, автоматичний контроль справності схеми,

заборонні блокування, які виключають можливість проведення хибних операцій.

Простота і економічність системи, яка проектується, забезпечується застосуванням стандартної, найбільш дешевої апаратури і типових (нормалізованих) вузлів, скороченням до мінімуму числа елементів у системі і обмеженням їх номенклатури, застосуванням систем електропривода виконавчих механізмів, які забезпечують високі енергетичні показники у сталих і перехідних режимах роботи тощо.

## 1.2 Вибір засобів автоматизації необхідних для контролю і керування технологічним процесом

У даному підрозділі наводяться конкретні рішення вибору технічних засобів керування технологічним процесом, які містять у собі всі пристрої, що входять до складу системи керування і призначені для одержання інформації, її передачі, збереження і перетворення, а також для виконання керуючих і регулювальних впливів на технологічний об'єкт керування [6-9]. У таких системах застосовують контактні і безконтактні електричні апарати релейної дії. У силових ланцюгах, які живлять струмоприймачі використовують електромагнітні контактори змінного і постійного струму, електромагнітні пускачі, тиристорні перемикачі. У колах керування різні реле часу, напруги, струму, частоти, потужності та ін. Команди на виконання тієї чи іншої операції подаються за допомогою кнопкових постів керування тощо. Крім цього сигнали на пуск, зупинку, реверсування або змін у швидкості двигуна можуть надійти в систему керування від колійних або кінцевих вимикачів, датчиків тиску, температури та інших датчиків, що контролюють роботу технологічних машин.

Для того щоб мати інформацію про перебіг процесу, слід вимірювати необхідні величини [9,10]. При вимірах використовуються, різні



вимірювальні прилади, які класифікуються по ряду ознак. Загальною градацією є поділ їх на прилади для виміру [11]:

- механічних;
- електричних;
- магнітних;
- теплових;
- інших фізичних величин.

Сучасні вимірювальні прилади й засоби регулювання є переважно електричними. Для того, щоб використовувати у системах керування технологічним процесом будь-яку неелектричну величину, яка характеризує той або інший процес, її у більшості випадків спочатку перетворюють в електричну величину за допомогою давача. Способів такого перетворення, а отже, й типів давачів у сучасній техніці багато. При виборі давача слід враховувати особливості досліджуваного процесу та умови проведення експерименту і подальшої роботи на об'єкті.

На об'єкт вимірювання звичайно встановлюється давач, який складається з одного або кількох вимірювальних перетворювачів [12].

Виконавчі пристрої у системах автоматизації служать для перетворення керуючих команд у фізичну дію на об'єкт керування. Дія може бути безпосередня або через регулюючий орган у системах регулювання або керування або переміщення індикатора у системах автоматичного контролю або вимірювання [9,12-14].

Більшість видів дії зводиться до механічних: зміна величини, напряму, швидкості лінійного або поступального переміщення, а також до зміни зусиль.

Вибір виконавчого пристрою для вирішення конкретних задач автоматизації визначається видом додаткової енергії, що застосовується у системі, величиною й характером необхідної фізичної дії, припустимою

інерційністю та точністю позиціонування, обмеженнями за масою та габаритами, надійністю [6-8, 15].

Електромеханічні виконавчі пристрої здійснюють безпосереднє перетворення електричної енергії у механічну. У свою чергу, вони підрозділяються на пристрої, що використовують як перетворювач енергії електричні двигуни постійного та змінного струму, електромагнітні механізми та електропневматичні виконавчі механізми [6-8, 15,16].

Логічні пристрої автоматики призначені для побудови автоматів, виконаних на основі контактних та безконтактних логічних елементів, а також спеціальних програмованих пристроїв.

До першої групи належать електромагнітні реле, кнопки та перемикачі. Друга група містить інтегральні мікросхеми малого та середнього ступеня інтеграції, а до третьої групи належать програмовані логічні матриці, мікроконтролери й мікропроцесори.

Ці засоби дозволяють реалізувати практично всі основні функції необхідні для контролю і керування технологічним процесом [6-8].

Засоби вимірювальної техніки вибирають з типової апаратури, яка випускається приладобудівною промисловістю відповідно до технічних характеристик і умов роботи [17].

У пояснювальній записці необхідно вказати комплекти приладів, які необхідно використовувати в даному проекті, з вказівками їх технічних характеристик і меж вимірювання.

Наприклад: прилади серії ІР «СОСНА-004» призначені для вимірювання, керування і сигналізації в складі автоматизованих систем керування технологічними процесами. Прилади вимірюють технологічні параметри за допомогою первинних перетворювачів, виробляють керуючі та інформаційні сигнали для інших елементів систем управління. Прилади встановлюються в місцях розташування контрольно-вимірювальної апаратури і розраховані на щитовий монтаж у вертикальній площині. Технічна

характеристика вимірювача-регулятора "СОСНА-004" представлена у таблиці 1.1 [18].

Таблиця 1.1 - Технічна характеристика вимірювача-регулятора "СОСНА-004"

Напруга живлення: ~ 230 В; ~ 24 В; = 24 В.
Вбудований блок живлення для активних перетворювачів і вихідних аналогових пристроїв: = 24 В, 50 мА.
Настінний спосіб монтажу.
Маса - не більше 1,3 кг.
Ступінь захисту оболонки: IP54.
Гарантійний термін експлуатації - 18 місяців, але не більше 24 місяців з дати виготовлення.
Міжповірочний інтервал - не більше 24 місяців.

### 1.3 Розробка схеми електричної принципової керування технологічним процесом

Принципові схеми служать основою для розробки інших документів проекту, монтажних таблиць, щитів і пультів, схем зовнішніх з'єднувань, тощо [19]. Це схема, на якій показано повний склад елементів і зв'язків між ними і яка дає детальну уяву про принцип роботи виробу.

При всій різноманітності в різних системах керування будь-яка принципова схема незалежно від ступеня її складності являє собою певним чином складене сполучення окремих, досить елементарних електричних кіл і типових функцій вузлів в заданій послідовності, які виконують ряд стандартних операцій передачі командних сигналів від органів керування або вимірювання до виконавчих органів, посилення або розмноження командних сигналів, їх порівняння, перетворення короткочасних сигналів у тривалі і навпаки, блокування сигналів тощо. До елементарних кіл можуть бути віднесені типові схеми включення вимірювальних приборів різного призначення.

Розробка схем електричних принципових носить творчий характер. В процесі проектування схеми електричні принципові розробляють, зазвичай, в

наступному порядку:

1) на основі вимог до системи керування технологічним процесом установлюють умови і послідовність дій схеми (алгоритм);

3) кожен з завданих умов дій схеми зображують у вигляді тих або інших елементарних кіл, або структурних вузлів алгоритму, які відповідають даній умові дії;

4) елементарні кола об'єднують у загальну схему;

5) описують повний алгоритм роботи схеми.

Виконуючи схему електричну принципову, слід керуватися нормативними документами [19-26].

На кресленнях принципів електричних схем в загальному випадку повинні зображуватися:

- кола керування, регулювання, виміру, сигналізації, електроживлення, силові кола;

- контакти апаратів даної схеми, зайняті в інших схемах, і контакти апаратів інших схем;

- діаграми і таблиці включень контактів перемикачів програмних пристроїв, кінцевих і шляхових вимикачів, циклограми роботи апаратури;

- таблиці застосовності;

- циклограма роботи встаткування;

- необхідні пояснення і примітки, перелік елементів, основний напис.

Схеми виконують на аркушах відповідного формату без дотримання масштабу та без урахування розміщення елементів у виробі. Аркуш зі схемою електричною принциповою заповнюють у такому вигляді: у лівій частині розміщують основну схему, потім графічний матеріал, що пояснює дію схеми (циклограми, діаграми замикань контактів тощо), в правій частині – текстовий матеріал.

У залежності від складності проектуваного об'єкта зазначені різні кола можуть зображуватися сполучено на одному чи декількох кресленнях або для кожного з кіл розробляються окремі схеми, наприклад, принципові електричні

схеми керування, сигналізації тощо. Елементи, пристрої, кола на схемі розміщують, як правило, на рівнобіжних горизонтальних і вертикальних прямих лініях без обліку їхнього дійсного розташування. Звичайно розміщення виконують зверху вниз, зліва направо. На схемі дозволяється зображувати окремі елементи, що не входять у виріб, щодо якого складається схема, але необхідні для роз'яснення принципів роботи виробу.

Всі елементи і зв'язки між ними на схемі зображують за допомогою умовних графічних познач (УГП) (додаток А) згідно з чинними державними стандартами [27-32, 35-37]. Схеми, як правило, виконують для систем (об'єктів автоматизації), що знаходяться у відключеному (неробочому) стані. Однак у випадках, коли виникає необхідність, допускається зображувати окремі елементи схем у якому-небудь обраному робочому положенні, що фіксується записом на полі креслення. Якщо на схемі повторюються однакові елементи, пристрої, то дозволяється один елемент (пристрій) зобразити цілком, а інші спрощено у вигляді прямокутників.

Розміщення УГП елементів, пристроїв на схемі повинно визначатися зручністю читання схеми, а також необхідністю зображення електричних зв'язків лініями мінімальної довжини і з найменшою кількістю перетинань. Лінії, що сполучають умовні позначення елементів, розміщують тільки горизонтально й вертикально [25,26]. Відстань між паралельними лініями зв'язку становить не менше ніж 3 мм, між сусідніми лініями графічного позначення – не менше ніж 1 мм, а між окремими позначеннями – не менше ніж 2 мм. На принципових електричних схемах лінії зв'язку мають бути зображені, як правило, повністю; якщо це ускладнює читання схем, то їх допускається обривати і обриви слід закінчувати стрілками, біля яких потрібно показувати місце підключення та характеристику кіл (полярність, потенціал); лінії зв'язку, що переходять з одного листа на інший, потрібно обривати за межами зображення схеми. Товщина ліній зв'язку допускається в межах від 0,2 до 1,0 мм, рекомендується – від 0,3 до 0,4мм. На одній схемі бажано використовувати не більше трьох за товщиною розмірів ліній зв'язку.

Усі зображені на схемі елементи повинні бути позначені літерно-цифровим позиційними позначками, що складаються з трьох частин. У першій частині позиційного позначення записують одну або дві літери латинського алфавіту (вид елемента), наприклад, *C* – конденсатор; *F* – захисний елемент або пристрій; *G* – генератор; *K* – реле електромагнітне, пускач; *L* – котушка індуктивності; *M* – електродвигун; *P*, *PA*, *PV* – прилади вимірювальні; *R* – резистор та ін., у другій – одну або кілька цифр (номер), у третій – одну або кілька латинських літер (функція елемента). Наприклад, конденсатор, що використовується як інтегровальний на принциповій електричній схемі позначається *C4I* (4 – його порядковий номер), а цифрова мікросхема, що виконує функцію запам'ятовування, – *DS7* (7 – її порядковий номер) і т.д. Слід пам'ятати, що вид та номер елемента – це обов'язкова частина умовної позначки. Показувати функцію елемента необов'язково. Літери і цифри позиційних позначок повинні виконуватися одним розміром шрифту.

Позиційні позначки елементів (пристроїв) слід надавати в межах виробу (установки). Якщо до складу виробу входить кілька однакових пристроїв, то позиційні позначки елементам слід присвоювати в межах цих пристроїв.

Порядкові номери елементам (пристроєм) потрібно присвоювати, починаючи з одиниці, в межах групи елементів (пристроїв), яким на схемі присвоєно однакове буквене позиційне позначення, наприклад *R1*, *R2*, *R3* і т.д., *C1*, *C2*, *C3* і т.д. Порядкові номери слід присвоювати відповідно до послідовності розташування елементів або пристроїв на схемі зверху вниз в напрямку зліва направо. Позиційні позначки елементів проставляють поряд з УГП з правого боку або над ними. Поруч з УГП елементів на схемі допускається вказувати номінальні величини їхніх основних параметрів наприклад: 27E (27 Ом), чи скорочене найменування елемента. На схемі допускається поміщати пояснювальні написи, а також вказувати в характерних крапках величини струмів, напруг, рівні сигналів і т.п, наприклад, змінний струм, трифазний, п'ятипровідна лінія (три дроти фаз, нейтраль, один провід захисний із заземленням) частотою 50Гц, напругою 220/380В

позначається –  $3NPE \sim 50\text{Гц } 220/380\text{В}$ ; змінного струму частотою  $10\text{ кГц}$  –  $\sim 10\text{ кГц}$  і т.п.

Приклад виконання наведено на рисунку 1.1.

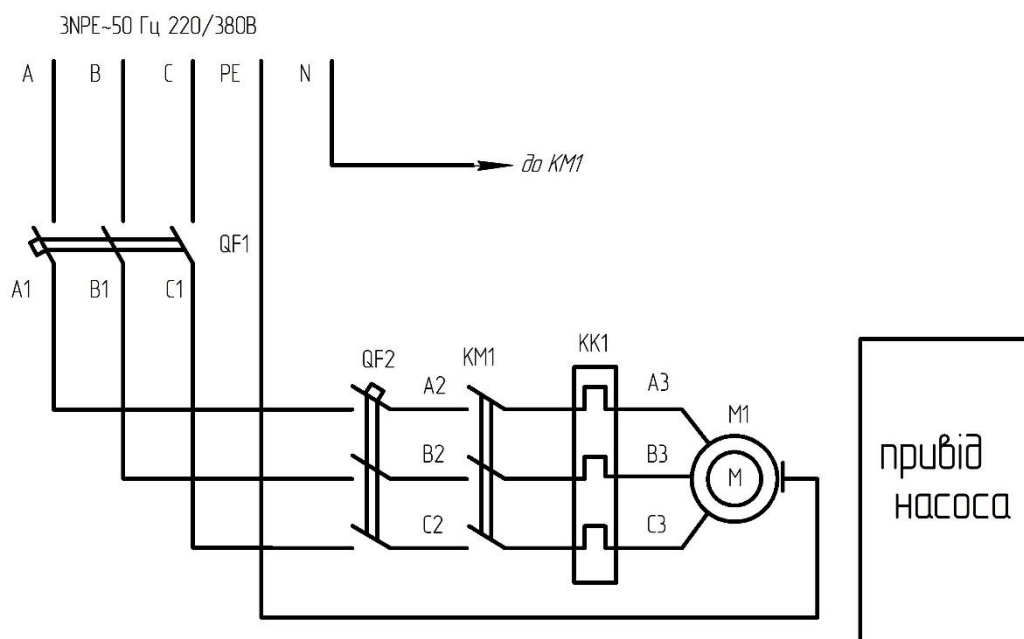
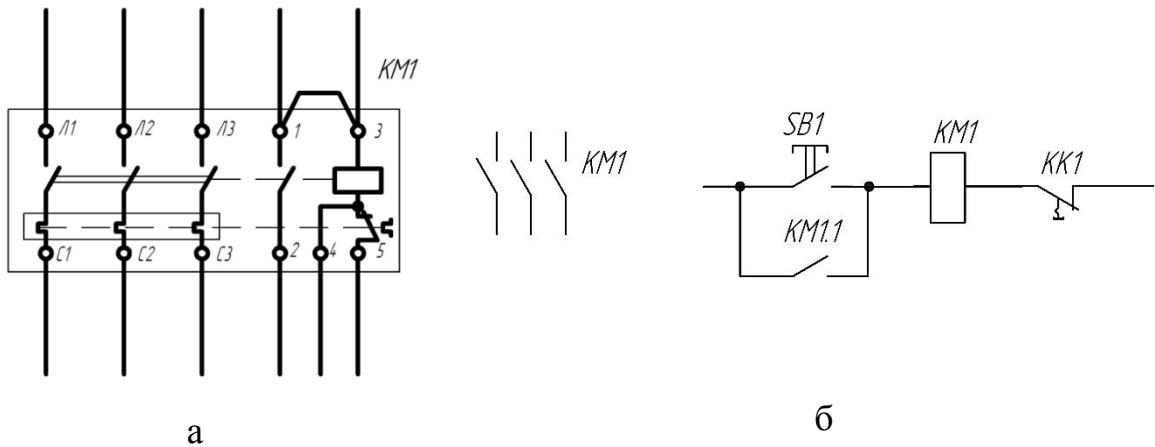


Рисунок 1.1 - Приклад виконання умовних графічних і позиційних познач елементів

На принципових електричних схемах графічні умовні зображення елементів можуть бути виконані двома способами:

– суміщеним, коли всі частини кожного приладу, засобу автоматизації або електричного апарата розміщують у безпосередній близькості один від одного та охоплюють їх прямокутником, квадратом або колом; недолік цього способу – недостатня наочність (рис. 1.2, а);

– рознесеним, за якого складові частини приладів, апаратів, засобів автоматизації розміщують у різних місцях схеми, проте так, щоб окремі кола були зображені найбільш наочно; належність елементів до одного і того самого пристрою встановлюють за позиційним позначенням (рис. 1.2,б).



а – суміщений; б – рознесений

Рисунок 1.2 - Способи зображення принципів схем

Маркування всіх ділянок електричних кіл, розділених контактами апаратів, обмотками реле, резисторами та іншими елементами, має бути різним, а маркування ділянок кіл, що проходять через рознімні, розбірні або нерозбірні контактні з'єднання, – однаковим. Кола маркують відповідно до таких правил:

- силові кола змінного струму маркують  $L1, L2, L3, N, PE$  та послідовними числами; так ділянки ланцюга першої фази  $L1, L11, L12, L13$  і т.д., ділянки кола другої фази  $L2, L21, L22, L23$  і т.д., ділянки кола третьої  $L3, L31, L32, L33$  і т.д.; допускається, якщо це не спричинює помилкового тлумачення, позначати фази відповідно літерами  $A, B, C$ ;

- ділянки силових кіл постійного струму позначають непарними числами на ділянках позитивної полярності і парними числами на ділянках негативної полярності. Вхідні та вихідні ділянки кола позначають із зазначенням полярності «L+» і «L-» (допускається використовувати лише знаки «+» або «-»);

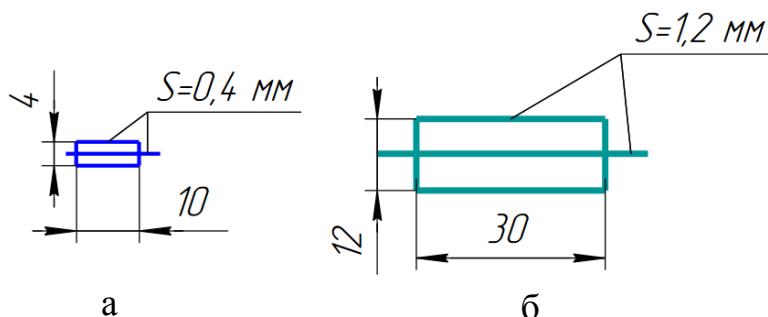
- кола керування, захисту, сигналізації та вимірювання в межах виробу або установки маркують числами, до того ж їх послідовність має бути від джерела живлення до споживача, а розгалуження кіл – зверху вниз і зліва направо. Залежно від функційного призначення різні кола електричних схем маркують певними групами чисел.

При необхідності допускається змінювати послідовність присвоєння



порядкових номерів в залежності від розміщення елементів у виробі, напрямку проходження сигналів або функційної послідовності процесу.

При виконанні принципів електричних схем на великих форматах допускається всі позначення пропорційно збільшувати (рис.1,3) [23].



а - у натуральну величину з товщиною ліній 0,4 мм, що рекомендується;  
б-у пропорційному збільшенні (наприклад, у 3 рази)

Рисунок 1.3 - Приклад виконання умовних графічних і позиційних познач елементів

Умовні графічні позначки елементів зображують в положенні, в якому вони приведені в стандартах, або повернутими на кут, кратний  $90^\circ$  (допускається здійснювати поворот на кут, кратний  $45^\circ$ ). Контакти реле, контакторів, кнопкових перемикачів показують, таким чином щоб сила, необхідна для спрацьовування, діяла на рухомий контакт зверху вниз при горизонтальному зображенні ланцюгів| схеми і зліва направо - при вертикальному [29].

При проектуванні пристроїв, що складаються з декількох конструктивно відособлених функційних частин, рекомендується для кожної з цих частин виконувати окрему принципову електричну схему. Якщо до складу принципової схеми входить який-небудь пристрій, що має самостійну принципову схему, то він виділяється (окреслюється) суцільною лінією, що дорівнюється за товщиною лінії зв'язку.

Елементи, які складають функційну групу чи пристрій, що не має самостійної принципової схеми, можуть на схемах виділятися

штрихпунктирними лініями, котрі дорівнюються за товщиною лініям зв'язку, при цьому вказується найменування функційної групи, а для пристрою – найменування і його тип, позначення документа, на підставі якого цей пристрій застосований. На схемах можна також розмежувати штрихпунктирними лініями [25,26], що дорівнюються за товщиною лініям зв'язку, елементи і пристрої, розташовані в різних приміщеннях, із указівкою найменування чи номера приміщення. У загальному випадку окремі пристрої автоматизації, що мають власні принципові схеми, розглядаються як елемент загальної схеми. Ці пристрої зображують наступним чином:

1) у вигляді прямокутника, в середині якого поміщають таблиці з характеристиками чи найменуваннями вхідних і вихідних кіл; з'єднувачів, клемних плат і т.п. із наведеними біля них характеристиками кіл. Допускається при зображенні прямокутниками типових уніфікованих пристроїв не наводити в них характеристики чи найменування вхідних і вихідних кіл, а вказувати тільки позначення контактів;

2) в УГП зображеного пристрою можуть бути цілком, частково, спрощено зображені їхня принципова чи функційна електрична схеми. Елементи цих пристроїв у перелік елементів не записують; 3) у середині чи під УГП таких пристроїв рекомендується проставляти їх повне чи скорочене найменування.

У випадках, коли принципову електричну схему виконують у вигляді декількох схем, виділяючи в окремі схеми кола живлення, кола керування та контролю, кола блокування та сигналізації і т.п., при цьому дотримуються наступних правил:

- окремі елементи можуть бути повторно зображені на декількох схемах;
- присвоєння позиційних позначень повинно бути наскрізним по всьому виробу;
- кожна така схема повинна містити перелік елементів, у який

вписують елементи, позиційні позначки, котрим привласнені на даній схемі. Позиційні позначки зберігають при повторі елементів на інших схемах;

– біля повторених УГП елементів додатково до позиційних позначок чи замість них допускається вказувати скорочено найменування елемента чи значення його параметрів.

Основний напис креслення оформляють так само, як і основні написи інших креслень [33], що входять до складу проекту, позначення (шифр) схеми має порядковий номер за описом матеріалів проекту.

Приклад виконання схеми електричної принципової представлено у ДОДАТКУ Б. Описувати роботу схеми електричної принципової рекомендується в такій послідовності:

1. Перелік і призначення електричних апаратів та засобів автоматизації необхідних для контролю і керування технологічним процесом.
2. Робота схеми на час запуску.
3. Робота схеми в сталому режимі.
4. Робота схеми при робочому відключенні.
5. Робота схеми при аварійному відключенні.

Наприклад, опис схеми ДОДАТКА Б: підключення як силової частини схеми, так і схеми керування до джерела живлення відбувається з допомогою автоматичного вимикача  $QF1$ . Силова частина схеми містить автоматичний вимикач  $QF2$  для захисту електрообладнання від короткого змикання та нагрівні елементи теплового реле  $KK1$  від струмів перенавантаження.

За допомогою перемикача  $SA1$  можливий вибір ручного або автоматизованого керування роботою насоса.

При ручному керуванні (перемикач  $SA1$  в положенні «Р») запуск відбувається натисканням кнопки керування  $SB1.2$ , а при автоматизованому керуванні (перемикач  $SA1$  у положенні «А») - при замиканні контакту поплавкового реле  $SL1$ , що відбувається, коли рівень води в резервуарі досягне заданого значення. В обох випадках живлення подається на котушку магнітного пускача  $KM1$ . Замикання силових контактів  $KM1$  забезпечує

прямий пуск двигуна  $M1$ , а допоміжного контакту  $KM1.1$  блокування кнопки  $SB1.2$  «Пуск».

Робота двигуна  $M1$  в сталому режимі забезпечує поповнення рідиною резервуару за допомогою насоса. Електродвигун  $M1$  обертається зі швидкістю, величина якої залежить від величини навантаження, спричиненого насосом. При спрацьовуванні  $KM1.1$ , а також  $SL1$  подається світловий сигнал сталого режиму (лампа  $HL1$ ).

При ручному керуванні відключення відбувається натисканням кнопки керування  $SB1.1$  «Стоп», а при автоматизованому керуванні - при розмиканні контакту поплавкового реле  $SL1$ . В обох випадках живлення не подається на котушку магнітного пускача  $KM1$ . Розмикання його силових контактів  $KM1$  забезпечує зупинку двигуна  $M1$ , а розмикання допоміжного контакту  $KM1$  розблокування  $SB1.2$ .


У разі виникнення короткого замикання в електричному колі керування спрацьовує автоматичний вимикач  $SF1$ , він вимикається і вся схема відключається від джерела живлення. У разі виникнення короткого замикання в силовому колі спрацьовує електромагнітний розчіплювач автоматичного вимикача  $QF1$ . У разі виникнення короткого замикання в силовому колі живлення двигуна  $M1$  спрацьовує електромагнітний розчіплювач автоматичного вимикача  $QF2$ . У разі виникнення тривалого перевантаження в силовому колі живлення двигуна  $M1$  розмикається контакт теплового реле  $KK1$  в електричному колі керування. У всіх випадках живлення не подається на котушку магнітного пускача  $KM1$  і двигун  $M1$  відключається від джерела живлення.

Схему виконують на одному або декількох аркушах формату не більш А1 (594x841) [24] і привласнюють найменування: "Система керування. Схема електрична принципова". Вид й тип схеми, що позначаються прописними літерами та цифрами - ЭЗ [20,21].

## 1.4 Розробка схеми електричної з'єднування шафи керування

Схема з'єднування - це схема, на якій показано види, методи, засоби та місця з'єднування складових частин виробу, а також позначки з'єднувальних проводів, джгутів, кабелів, трубопроводів тощо. Вона розробляється на підставі схеми електричної принципової, схем живлення, а також загальних видів щитів і пультів [20, 34].

Приблизний алгоритм побудови схеми електричної з'єднування є таким. Спочатку у вигляді умовних графічних позначок наносять і приблизно розташовують електричні апарати та пристрої. На схемі повинні знаходитися всі елементи відповідно до схеми електричної принципової, які знаходяться всередині даної шафи керування. Слід зазначити, що на схемі електричній з'єднування можуть бути присутні електротехнічні елементи, що відсутні на схемі електричній принциповій, наприклад колодки затискачів. При цьому схему електричну з'єднування умовно розділяють на частину, елементи якої розташовують на задній стінці шафи (апарати захисту та керування, реле часу, допоміжні реле колодки затискачів та ін.), і на частину, елементи якої розташовуються в дверцятах шафи керування (перемикачі, кнопки чи кнопкові пости, світлосигнальна арматура, прилади, що показують чи вимірюють та ін.) [21].

Прилади та засоби автоматизації зображують спрощено без збереження масштабу у вигляді прямокутників, над якими розташовують коло, розділене горизонтальною рисою навпіл. Цифри над рисою вказують порядковий номер виробу (номери присвоюються попанельно зліва направо і зверху вниз), а під рисою – позиційне позначення цього виробу (відповідно до принципової електричної схеми), наприклад . 

Після цього, близько або всередині умовних графічних зображень пристроїв приносять буквено-цифрові позначки елементів і пристроїв, маркування їх контактів, присвоєні їм на принциповій схемі або прийняті в їх конструкції.

Зображення електричних з'єднувань, виконаних проводами, дозволяється показувати на схемі окремими лініями зв'язку з їх зразковим розташуванням, для апаратів, розташованих з лівого боку панелі. Для спрощення накреслення схеми з'єднування дозволяється зливати окремі лінії зв'язку (проводу), що йдуть на схемі в одному напрямку, в лінію груповий зв'язку у вигляді джгута.

Далі, на відповідних полицях проставляють адресні позначки проводів згідно схеми електричної принципової. Застосовують три способи виконання схем з'єднування: адресно-графічний, графічний і табличний.

Адресний графічний спосіб найбільш поширений і полягає в тому, що лінії зв'язку між окремими елементами апаратів, що встановлюються на щиті або пульті, не показують. Замість цього у місці приєднання проводів на кожному апараті або елементі проставляють цифрову або літерно-цифрову адресу того апарата чи елемента, з яким він повинен бути електрично пов'язаний (позиційне позначення відповідно до принципової схеми або порядкового номера елемента), наприклад: А (+1:1). Це не загромождає креслення лініями зв'язку і дозволяє її легко читати. Адресація проводів виконується згідно наступної структури представленої у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Позиційне позначення на схемі електричній з'єднування

Номер проводу	Класифікуючий символ		Номер апарату на який приходить провід	Класифікуючий символ позначка електричного контакту	Номер контакту в апараті	Класифікуючий символ закриття адреси
	відкриття адреси	конструктивна позначка				
<b>A1</b>	<b>(</b>	<b>+</b>	<b>1</b>	<b>:</b>	<b>1</b>	<b>)</b>

В структурі адресації проводів застосовують кваліфікуючі символи, що приведені в таблиці 1.3:

а ) вищого рівня – умовне позначення, привласнене об'єкту, що має схему і перелік елементів, його застосовують тільки в складових позначеннях;

б ) функційної групи – умовне позначення, привласнене функціональній групі, що передає, як правило, інформацію про функціональне призначення

функціональної групи;

в ) конструктивного розташування – умовне позначення, що вказує місце розташування елемента або пристрою у виробі;

г ) позиційне – умовне позначення, привласнене кожному елементу і пристрою, що входить до складу виробу, і яке містить інформацію про вид елемента ( пристрою ), його порядковий номер серед елементів ( пристроїв ) даного виду і, при необхідності, вказівка про функцію, яка виконується даним елементом ( пристроєм ) у виробі;

д ) електричного контакту – умовна познака, яка привласнена електричному контакту ( виводу ) елемента або пристрою, призначеного для здійснення електричних з'єднувань або контролю;

е ) адресне – умовне позначення, що вказує місце в документі, де міститься зображення ( на схемі ) або опис ( в таблиці ) відповідного елемента ( пристрою, функційної групи ), його застосовують тільки в складових позначеннях;

ж ) складове – умовне позначення, що складається з двох і більш умовних позначок різного типу і яке передає сукупність відомостей, що містяться в умовних позначеннях, які входять в його склад.

Таблиця 1.3 – Кваліфікуючі символи

Тип умовної позначки	Класифікуючий символ	Примітка
Познака вищого рівня - пристрій	=	
Познака вищого рівня – функційна група	≠	Допускається #
Конструктивна позначка	+	
Познака елемента (позиційна позначка)	–	
Познака електричного контакту	:	
Адресна позначка	( )	Познаку дають в круглих дужках

Починати рекомендується з силового кола, потім проставляють адресні позначки нульового провідника, позначки проводів, що реалізують ручний

режим і після цього позначки проводів, що реалізують автоматизований режим.

Платам, на яких розміщуються резистори, конденсатори та інші елементи, присвоюється лише порядковий номер (проставляється в колі над рисою); позиційне позначення елементів розміщують безпосередньо біля їх умовних графічних позначок.

Позначку функційної групи вказують біля її зображення зверху або справа. Однаковим функційним групам (групам, що мають тотожні принципові схеми) слід привласнювати одне і те саме умовне позначення. Допускається в умовні позначки однакових функційних груп включати порядкові номери, які відділяють їх від основного позначення.

Схему виконують на одному або декількох аркушах формату не більш А1 (594x841) і привласнюють найменування: "Шафа керування. Схема електрична з'єднування". Вид й тип схеми, що позначаються прописними літерами та цифрами - Э4 [20,21].

Приклад виконання схеми електричної з'єднування шафи керування показано у ДОДАТКУ В.

### 1.5 Розробка схеми електричної підмикання

Схема електрична підмикання - схема яка показує зовнішнє підмикання апаратів, установок, щитів і пультів і т. і., виконується на підставі функційних, принципових електричних схем, принципових схем живлення, специфікацій приладів і устаткування, а також креслень виробничих приміщень з розташуванням технологічного устаткування [20,34].

Схема електрична підмикання - це комбінована схема, на якій показані електричні і трубні зв'язки між приладами і засобами автоматизації, встановленими на технологічному устаткуванні, поза щитами і на щитах, а також підключення проводок до приладів і щитів.

Схему підмикання допускається не виконувати, якщо усі підмикання можуть бути показані на схемі з'єднування [21].



Схеми в загальному випадку повинні містити: первинні прилади; щити; пульти; прилади, які розташовані не в щитах; групові установки приладів; зовнішні електричні і трубні проводки; захисне занулення систем автоматизації; технічні вимоги (вказівки); перелік елементів.

На схемі підмикання повинні бути зображені пристрої, його вхідні і вихідні елементи і кінці проводів і кабелів (багатожильних проводів, електричних шнурів) зовнішнього монтажу, біля яких поміщають дані про підключення пристроїв, що підводяться до них (характеристики зовнішніх ланцюгів і адреси).

Позиційні позначки елемента в загальному випадку складаються з трьох частин, які позначають вигляд, номер і функцію елемента і записуваних без розділових знаків і пропусків. Вигляд і номер є обов'язковою частиною умовної буквено-цифрової позначки і привласнюються всім елементам і пристроям об'єкту. Позначка функції елемента не є обов'язковою. У першій частині позиційних позначок вказують буквенний код виду елемента (одна або декілька букв латинського алфавіту), в другій частині - номер елемента даного вигляду (арабські цифри), в третій частині - буквенний код функції елемента (латинські букви).

Пристрої на схемі зображають у вигляді прямокутника, а його вхідні і вихідні елементи - у вигляді умовних графічних позначок.

Щити, пульти зображують у вигляді прямокутників в середній частині креслення (при розташуванні таблиці з пояснюючими написами згори і знизу поля креслення) або в нижній частині поля креслення (при розташуванні таблиці тільки згори). У середині прямокутника вказується найменування щита, пульта, а під ним (в дужках) - позначення таблиці підключення цього пульта, щита.

Для складних щитів, пультів, що складаються з декількох одиничних щитів, пультів, додатково для кожного з них вказують їх номери і позначки таблиць підмикання.

Розміри прямокутників, що означають щити, пульти слід приймати, виходячи з розміщеної в них інформації.

На схемі слід указувати позначення вхідних, вихідних або вивідних елементів, нанесені на виріб.

На схемі біля умовних графічних познач з'єднувачів, до яких приєднані проводи і кабелі (багатожильні проводи, електричні шнури), допускається указувати найменування цих з'єднувачів і (або) позначення документів, на підставі яких вони застосовані.

Якщо позначення вхідних, вихідних і вивідних елементів в конструкції виробу не вказані, то допускається умовно привласнювати їм позначення на схемі, повторюючи їх у відповідній конструкторській документації. При цьому на полі схеми поміщають необхідні пояснення.

Проводи і кабелі (багатожильні проводи, електричні шнури) повинні бути показані на схемі окремими лініями.

Допускається окремі проводи, що йдуть на схемі в одному напрямі, зливати в загальну лінію, але при підході до контактів кожний провід і жили кабелю зображають окремою лінією. Щоб уникнути багатократних перетинів допускається лінії, що зображають проводи, групи проводів, джгути і кабелі, не проводити або обривати їх біля місць приєднання. У цих випадках біля місць приєднання або в таблиці на вільному полі схеми поміщають відомості, необхідні для забезпечення однозначного з'єднання.

Проводам, джгутам, кабелям на схемі привласнюють порядкові номери. Нумерація проводиться в межах виробу окремо для кабелів і проводів: проводи, які входять в джгут, нумерують в межах джгута, жили кабелю – в межах кабелю. Допускається нумерація всіх проводів і жил кабелів в межах виробу. Джгути, кабелі і окремі проводи допускається не позначати, якщо виріб входить в комплекс і позначення привласнюють в межах всього комплексу. При цьому на полі схеми поміщають відповідне пояснення.

Номери проводів і жил кабелів проставляють близько обох кінців їх зображень. Номери кабелів проставляють в колах, поміщених в розривах зображень кабелів поблизу від місць розгалуження жил. При великій кількості кабелів, що йдуть в одному напрямі, коло можна не зображати.

Номери джгутів проставляють на полицях лінії-винесення біля місць розгалуження проводів джгута, номери груп проводів - біля лінії-винесення. Інформація про число жил поміщають в прямокутнику праворуч від позначення кабелю. Однакові марки, перетин і інші дані про всіх або більшості проводів і кабелів дозволяється указувати на полі схеми. При необхідності на схемі указують марки, перетини, забарвлення проводів, а також марки кабелів (багатожильних проводів, електричних шнурів), кількість, перетин і зайнятість жил. При вказівці марок, перетинів і забарвлення проводів у вигляді умовних позначень на полі схеми розшифровують ці позначення.

При великій протяжності на схемі проводів, джгутів і кабелів дозволяється проставляти їх номери через проміжки, зручні для читання схеми. Дійсний просторовий розташунок пристроїв і елементів схем або не враховується взагалі, або враховується приблизно.

На схемах має бути найменше число зламів і перетинів проводок.

За наявності на щитах, пультах приладів, проводки до яких не допускають розриву на затискачах щита, пульта (наприклад, термоелектродних, коаксіальних і інших спеціальних дротів і кабелів), в прямокутниках, що означають щити, пульти, показують умовно прилад, його позицію на схемі автоматизації і контакти приладу, до яких безпосередньо підключають зовнішню проводку.

При підводі зовнішніх проводок до одиничного односекційного щита лінії, що зображують зовнішні проводки, закінчуються у контурі прямокутника, що означає щит. При підводі зовнішніх проводок до багатосекційного щита або складеного щита лінії, що зображують зовнішні проводки, доводять до середини відповідної секції або щита і закінчують колом діаметром 2 мм.

Розміри рядків таблиці слід приймати, виходячи з розміщуваних в цих графах текстів написів.

Якщо повний об'єм зовнішніх проводок для цього щита, пульта не поміщається на одному аркуші або документі, то на цьому листі або документі роблять обрив щита, пульта і продовження їх з відповідними проводками

зображують на наступному аркуші або документі із зустрічною вказівкою в місці обриву аркуші або документу, на якому зображено продовження цього щита.

Прилади, які розташовані не в щитах (давачі, манометри і т. п) і групі установки приладів розташовують з електричними входами і виходами на полі креслення між таблицею з пояснюючими написами і прямокутниками, що зображують щити, пульти. При цьому усередині символу вказують номери контактів і підключення до них жил кабелю або дротів.

У місця приєднання проводів на кожному апараті або елементі проставляють цифрову або буквено-цифрову адресу того апарату або елемента, з яким він повинен бути електрично-пов'язаний, наприклад:  $A (= QF1:1)$ .

Таблиця 1.3 - Позиційне позначення на схемі електричній підмикання

	Класифікуючий символ	Класифікуючий символ	Номер апарату на який приходить провід	Класифікуючий символ		Класифікуючий символ
Номер проводу	відкриття адреси	Познака вищого рівня - пристрій		познака електричного контакту	Номер контакту в апараті	закриття адреси
<b>A1</b>	<b>(</b>	<b>=</b>	<b>QF1</b>	<b>:</b>	<b>1</b>	<b>)</b>

Схему підмикання виконують без дотримання масштабу на одному або декількох аркушах формату не більш А1 (594x841) і привласнюють найменування: "Шафа керування. Схема електрична підмикання". Вид й тип схеми, що позначаються прописними літерами та цифрами - Э5 [20,21].

В ДОДАТКУ Д представлено приклад виконання схеми електричної підмикання.

### 1.6 Складання специфікації на матеріали та обладнання

Всі відомості про елементи, що входять в склад виробів і зображень на схемі електричній принципів, записують в перелік елементів, який розміщують на аркуші схеми або виконують у вигляді самостійного документа [20,21].

Перелік елементів оформляють у вигляді таблиці, яку заповнюють зверху вниз і розміщують над основним написом на відстані не менше 12 мм від неї. Продовження таблиці розміщують зліва від основного напису, повторюючи заголовок таблиці.

В графах переліку вказуються наступні дані:

- в графі «Поз.» – позиційне позначення елемента пристрою;
- в графі «Найменування» – найменування елемента у відповідності з документом, на основі якого цей елемент застосований, а також позначення цього документу (основний конструкторський документ: ДСТУ, ТУ);
- в графі «Примітка» – технічні дані елемента, які не містяться в його найменуванні.

Порядок запису елементів до переліку наступний:

– елементи записують по групах (видах) в алфавітному порядку літерних позиційних позначень. Якщо на схемі використовують позиційні позначки з літер латинського і українського алфавітів, то в переліку спочатку записують елементи з позиційними позначками, складеними із літер латинського алфавіту, а потім – із літер українського алфавіту;

– в межах кожної групи елементи розташовують у порядку зростання їх номерів. Для внесення змін рекомендується залишати декілька незаповнених стрічок між окремими групами елементів або між елементами у великій груп;

– для скорочення переліку допускається однотипні елементи з однаковими параметрами, які мають на схемі послідовні порядкові номери, записувати в перелік однією стрічкою, записуючи в графу «Поз.» тільки позиційні позначки з найменшим і найбільшим порядковими номерами, наприклад: *R3, R4, C8, ..., C12*, а в графу «Кіл.» – загальну кількість таких елементів;

– при запису однотипних елементів допускається не повторювати в кожному рядку найменування елемента, а записувати його у вигляді заголовка до відповідного розділу. Заголовок підкреслюють тонкою суцільною лінією;

– якщо параметри елементів вибирають при регулюванні виробу, то на схемі і в переліку їх позначають зірочкою (C1\*), а на полі схеми розміщують зноску.

Форма таблиці для елементів принципів електричних схем представлена на рисунку 1.4.

Позиц. познач.	Найменування	Кількість	Примітка
R1	МЛТ-0,5-300 кОм ± 5%	1	
R5, R6	ОМЛТ-0,5-900 кОм ± 10%	2	

Рисунок 1.4 - Форма таблиці для елементів принципів електричних схем

### 1.7 Висновки по розділу

У висновках до розділу викладається загальна оцінка ступеня вирішення основного завдання розробки системи керування технологічним процесом, вибору технічних засобів. Наводиться порівняння рівня запропонованої системи і з існуючими на даних виробництвах і в галузі.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Словники України - інтегрована лексикографічна система: парадигма, транскрипція, фразеологія, синонімія, антонімія // Національна академія наук України, Український мовно-інформаційний фонд. 2008 [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://lcorp.ulif.org.ua/dictua/>.

2. ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять / Я. Юзьків (керівн. розроб.).—Вид. офіц. — [Чинний від 2003-12-08].—К.: Держспоживстандарт України, 2005. —Ш, 51с. — (Національний стандарт України).

3. Автоматизовані системи. Терміни та визначення: ДСТУ 2226-93 - [Чинний від 1994-07-01]. - К.: Держстандарт України. 1995. - 94 с. — (Національний стандарт України).

4. ДСТУ 2709-94. Метрологія. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Метрологічне забезпечення. Основні положення. - Чинний від 1995-07-01 // Кат. нормат. док. - К.: Держстандарт України, 2001. - Група 17.020 ( Т 80).

5. ДСТУ Б А.2.4-16:2008. СПДБ. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні прилади і засобів автоматизації в схемах.— К.: Мінрегіонбуд України, 2009. — (Державний Стандарт України).

6. Пушкар, М.С. Проектування систем автоматизації [Текст]: навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с.

7. Проектирование систем автоматизации технологических процессов [Текст]: справочное пособие / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев; Под ред. А.С. Ключева. - 2-е изд., перераб. и дополн. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 464 с.

8. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК [Текст]: підручник під час підготовки магістрів спец. "Електрифікація і автоматизація сільського господарства" у вищих навч. закладах III-IV рівнів акредитації / І. І. Мартиненко [та ін.]. - К.: [б. в.], 2008. - 330 с.

9. Технічні засоби вимірювання та керування в промислових процесах. Частина 1. Основні поняття. Терміни та визначення: ДСТУ 3956-2000 - [Чинний від 2001-01-01]. – К.: Держстандарт України. 2000. - 71 с. - [Національний стандарт України].

10. Клименко Б. В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс: навчальний посібник. / Б. В. Клименко– Х.: «Точка», 2012. – 340 с.

11. Засоби вимірювальної техніки, занесені до Державного реєстру України. Показчик, 2004. Укладачі: І. Савченко, Л. Базик, І. Молева, Б. Марков М. Жалда, О. Леонова, Н. Двірник – Київ, Держспоживстандарт України, 2004 – 326 с.

12. Бурштинський, М.В. Давачі [Текст] / М.В. Бурштинський, М.В. Хай, Харчишин Б.М. – 2-ге вид. доповн. – Львів: ТзОВ „Простір М”, 2014. – 202 с.

13. Регулятори автоматичні електричні побутової та аналогічної призначеності [Текст]. - К.: Держспоживстандарт України. - (Національний стандарт України). Ч. 2-18: ДСТУ ІЕС 60730-2-18:2005; Додаткові вимоги до автоматичних електричних сенсорних регуляторів витрати води та повітря разом з механічними вимогами (ІЕС 60730-2-18:1997, ІДТ);. - Чинний від 2007-07-11. - К.: [б.в.], 2007. - IV, 10 с.

14. Регулятори автоматичні електричні побутової та аналогічної призначеності [Текст]. - К.: Держспоживстандарт України. - (Національний стандарт України). Ч. 2-16: ДСТУ ІЕС 60730-2-16:2005; Додаткові вимоги до автоматичних електричних регуляторів рівня води поплавкового типу побутової та аналогічної призначеності (ІЕС 60730-2-16:2001, ІДТ);. - Чинний від 2007-07-11. - К.: [б.в.], 2007. - V, 8 с.

15. Воробйова О.М. Технічні засоби автоматизації: навч. посіб. / Воробйова О.М., Флейта Ю.В. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. – 208 с..

16. Автоматизація виробничих процесів [ Текст ]: підручник / О. І. Черевко, Л. В. Кіптєла, В. М. Михайлов, О. Є. Загорулько. – Х., 2014. – 186 с.

17. Засоби вимірювальної техніки, занесені до Державного реєстру України. Показчик, 2004. Укладачі: І. Савченко, Л. Базик, І. Молева, Марков, М. Жалдак, О. Леонов, Н. Двірник – Київ, Держспоживстандарт України, 2004



– 326 с.

18. Каталог продукції, що випускається і поставляється НВ ТОВ "Енергоприлад" (прилади) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://energopribor.by/catalog/pribory/>. – Назва з екрану.

19. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению: ГОСТ 2.701-2008 – Взамен ГОСТ 2.701–84 – Изд. офиц. – [Дата введения 2009-07-01]. – М.: Стандартинформ, 2009. – 14 с. – (Межгосударственный стандарт). – [Чинний в Україні до 01.01.2020].

20. Єдина система конструкторської документації. Загальні положення (ГОСТ 2.001-93, IDT): ДСТУ ГОСТ 2.001:2006 / оформ. В. Єренков. – Чинний від 2007-01-01. – Київ: Держспоживстандарт України, 2006. – III, III, 6 с. – (Національний стандарт України).

21. ДСТУ ГОСТ 2.702:2013. Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, IDT) [Текст]. – Чинний від 2014-09-01. – Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. – III, III, 21 с.: рис. – (Національний стандарт України).

22. ДСТУ ISO 5455:2005. Кресленики технічні; Масштаби (ISO 5455:1979, IDT) [Текст] / пер і наук.-техн. ред. Ю. Поліщук, Л. Топалова. – Офіц. вид. – Чинний від 01.07.2006. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – IV, 2 с. – (Національний стандарт України).

23. Единая система конструкторской документации. Масштабы: ГОСТ 2.302-68. – Взамен ГОСТ 3451-59; введен 1971-01-01. – Изм. ( март 2002 г.) с Изм. No 1, 2, утв. в феврале 1980 г., декабре 2000 г. ( ИУС 4-80, 3-2001). – М.: ИПК Изд - во стандартов, 2002. – 3 с. – (Межгосударственный стандарт ). – [ Чинний в Україні до 01.01.2020].

24. Единая система конструкторской документации. Форматы: ГОСТ 2.301-68. – Взамен ГОСТ 3450-60; введен 1971-01-01. – Изм. ( август 2007) с Изм. No 1, 2, 3, утв. в декабре 1980 г., марте 1989 г., июне 2006 г. ( ИУС 3-81, 7-89, 9-2006). – М.: Стандартинформ, 2007. – 4 с. – [ Чинний в Україні до 01.01.2020].

25. Кресленики технічні; Загальні принципи оформлення [Текст]. – К.: Держспоживстандарт України. – (Національний стандарт України). Ч. 21:

ДСТУ ISO 128-21:2005; Лінії, виконані автоматизованими проектуванням (ISO 128-21:1997, IDT) / пер. і наук.-техн. ред. Ю. Поліщук, Л. Топалова. - Чинний від 01.07.2006. - [Б. м.]: [б.в.], 2006. - V, 12 с.

26. Кресленики технічні. Загальні принципи подавання [Текст]. - К.: Держспоживстандарт України. - (Національний стандарт України). Ч. 20: ДСТУ ISO 128-20:2003; Основні положення про лінії (ISO 128-20:1996, IDT) / пер. і наук.-техн. ред. Ю. Поліщук [та ін.]; - Чинний від 01.07.2004. - К.: [б.в.], 2004. - IV, 10 с.: рис.

27. Графічні символи для схем (IEC 60617:2012 DB: ДСТУ IEC 60617:2018 IDT) - Зі скасуванням ГОСТ 2.767-89 (МЭК 617-7-83); чинний від 01.01.2019. - Київ: УкрНДНЦ, 2019. - 360 с. - ( Державний стандарт України).

28. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения условные графические в схемах. Воспринимающая часть электромеханических устройств: ГОСТ 2.756-76 (СТ СЭВ 712-77) (с Изменением N 1))– Взамен ГОСТ 2.724-68, ГОСТ 2.725-68\*\*, ГОСТ 2.738-68\*\*\*, ГОСТ 2.747-68\*ГОСТ 2.756-76 (СТ СЭВ 712-77) - Изд. офиц. – [Действующий с 01.07.2009]. – М.: Издательство стандартов, 2005. – 25 с. – (Межгосударственный стандарт). – [Чинний в Україні до 01.01.2020].

29. ГОСТ 2.755-87 (СТ СЭВ 5720-86) ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения. - Изд. офиц. – [Действующий с 01.01.88]. – М.: Издательство стандартов, 1998. – 35 с. – (Межгосударственный стандарт).– [Чинний в Україні до 01.01.2020].

30. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений: ГОСТ 2.747-68. – Заменяющий в части ГОСТ 2.730-73 в части пп. 33 и 34 таблицы; ГОСТ 2.755-74 в части пп. 3, 13, 16, 18 - 21; ГОСТ 2.756-76 в части пп. 22, 23 таблицы; ГОСТ 2.728-74 в части пп. 24, 25 таблицы. – Введен 1971-01-01. – Изд. ( январь 2001 г.) с Изм. No 1, утв. в июле 1991 г. ( ИУС 10-91). – М.: ИПК Изд - во стандартов, 2001. – 4 с. – (Межгосударственный стандарт). – [ Чинний в Україні до 01.01.2020].

31. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы пьезоэлектрические и

магнитострикционные; линии задержки: ГОСТ 2.736-68 – Изд. офиц. – [Дата введения 1971-01-01]. – М.: Стандартинформ, 2001. – 6 с. – (Межгосударственный стандарт). – [Чинний в Україні до 01.01.2020].

32. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические: ГОСТ 2.722-68– Изд. офиц. – [Дата введения 1971-01-01]. – М.: Изд - во стандартов, 2010. – 24 с. – (Межгосударственный стандарт). – [Чинний в Україні до 01.01.2020].

33. Єдина система конструкторської документації. Основні написи ( ГОСТ 2.104-2006, IDT): ДСТУ ГОСТ 2.104-2006 / оформ. В. Морозов. – Зі скасуванням ГОСТ 2.104-68; чинний від 2007-07-01. – Київ: Держспоживстандарт України, 2007. – III, III, 14 с. – (Національний стандарт України).

34. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів: ДСТУ Б А.2.4-3:2009. – На заміну ДСТУ Б А.2.4-3-95 ( ГОСТ 21.408-93); чинний від 2010-01-01. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – III, 37 с.: рис. – (Національний стандарт України).

35. Система проектної документації для будівництва. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах: ДСТУ Б А.2.4-16:2008. – На заміну ГОСТ 21.404-85; чинний від 2010-01-01. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – III, 12 с.: рис., табл. – (Національний стандарт України).

36. ДСТУ Б А.2.4-38:2008. Система проектної документації для будівництва [Текст]; Зображення умовні графічні у схемах. Устаткування енергетичне;. - Вид. офіц. - Чинний від 2010-01-01. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. - II, 32 с.: табл., рис. - (Національний стандарт України).

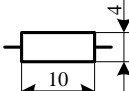
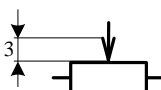
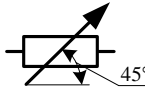
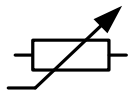
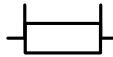
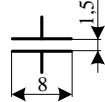

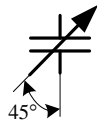

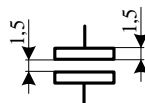
37. ДСТУ Б А.2.4-19:2008. Система проектної документації для будівництва [Текст]; Зображення умовні графічні. Електрообладнання та проводки. Централізоване управління енергопостачанням; - Вид. офіц. - Чинний від 2010-01-01. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. - 32 с.: рис. - (Національні стандарти України).

## ДОДАТОК А

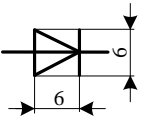

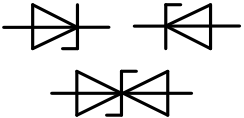


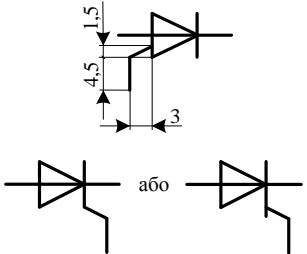
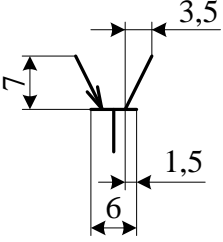

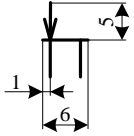

(довідковий)

### Умовні графічні позначки

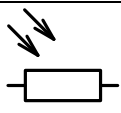
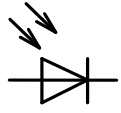

Таблиця А.1 – Графічні позначення резисторів і конденсаторів

Назва	Позначення
Резистор постійний	
Резистор змінний  Примітка: для змінного резистора у реостатному ввімкненні допускається використовувати таке позначення:  1) загальне позначення  2) з нелінійним регулюванням	    
Шунт вимірювальний	
Конденсатор постійної ємності  Примітка: для того щоб вказати полярність конденсатора використовують позначення	  
Конденсатор змінної ємності	
Конденсатор електролітичний поляризований	
Конденсатор електролітичний неполяризований	

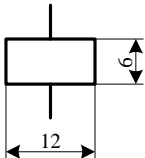

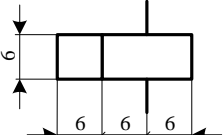
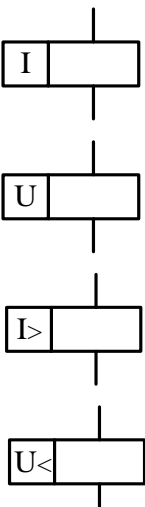
Таблиця А.2 – Графічні позначення напівпровідникових приладів

Назва	Позначення
Діод	
Тунельний діод	
Стабілітрон: 1) односторонній 2) двосторонній	
Варікап	
Діод Шоткі	
Тиристор тріодний, який запирається в зворотному напрямку:  1) з управлінням за анодом  2) з управлінням за катодом	
Транзистор PNP <i>Примітка:</i> Допускається позначення транзисторів зображати в дзеркальному положенні	
Транзистор NPN	
Транзистор польовий	
Транзистор польовий з ізолюваним затвором	

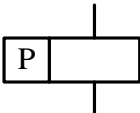
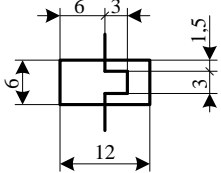
Продовження таблиці А.2

Назва	Позначення
Фоторезистор:	
Фотодіод	
Фототранзистор (PNP та NPN відповідно):	

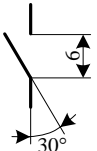

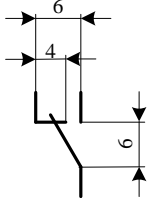

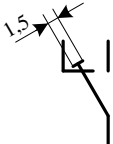
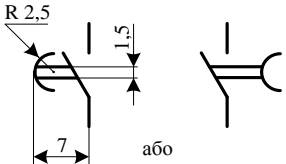
Таблиця А.3 – Графічні позначення сприймаючої частини електромеханічних пристроїв

Назва	Позначення
Котушка електромагнітного пристрою	
Котушка електромеханічного пристрою трифазного струму	
Котушка електромеханічного пристрою з додатковим графічним полем (у додатковому полі вказують уточнюючі дані електромеханічного пристрою)	
Котушка електромеханічного пристрою з зазначенням виду обмотки:  1) обмотка струму  2) обмотка напруги  3) обмотка максимального струму  4) обмотка мінімальної напруги	

Продовження таблиці А.3

Назва	Позначення
Котушка поляризованого електромеханічного пристрою	
Сприймаюча частина електротеплового реле	

Таблиця А.4 – Графічні позначення комутаційних пристроїв і контактних з'єднань

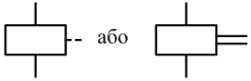
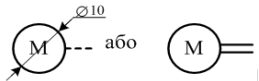
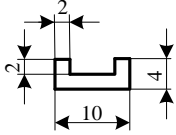
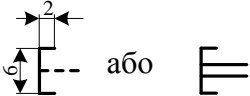
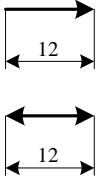
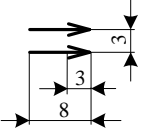
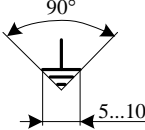
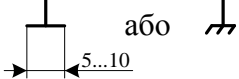
Назва	Позначення
Нормально розімкнутий контакт комутаційного пристрою	
Нормально замкнутий контакт комутаційного пристрою	
Контакт комутаційного пристрою, який забезпечує переключення	
Контакт комутаційного пристрою, який забезпечує переключення із нейтральним центральним положенням	
Контакт комутаційного пристрою, який забезпечує переключення без розмикання кола	
Нормально розімкнутий контакт, який замикається з витримкою часу при спрацюванні	

Продовження таблиці А.4

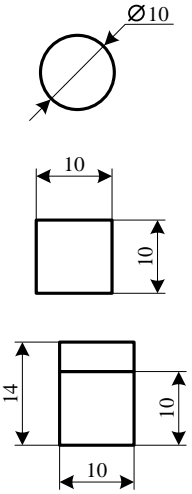
Назва	Позначення
Нормально розімкнутий контакт, який замикається з витримкою часу при поверненні	
Нормально розімкнутий контакт, який замикається з витримкою часу при спрацюванні і поверненні	
Нормально замкнутий контакт, який розмикається з витримкою часу при спрацюванні	
Нормально замкнутий контакт, який розмикається з витримкою часу при поверненні	
Нормально замкнутий контакт, який розмикається з витримкою часу при спрацюванні і поверненні	
Вимикач кнопковий нажимний з нормально розімкнутим контактом	
Вимикач кнопковий нажимний з нормально замкнутим контактом	
Вимикач триполюсний	
Вимикач триполюсний з автоматичним спрацюванням максимального струму	
Контакт електротеплового реле при рознесеному способі зображення	
Реле електротеплове без самоповернення	
Контакт кінцевого вимикача	




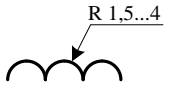



Таблиця А.5 – Графічні позначення загального застосування

Назва	Позначення
Електромагнітний привод	
Електромашинний привод	
Магніт постійний	
Привод ручний, який приводиться в рух натисненням кнопки	
Рух прямолінійний: 1) односторонній 2) з поверненням	
Обертальний рух	
Зв'язок оптичний	
Заземлення (загальне позначення)	
Електричне з'єднання з корпусом	


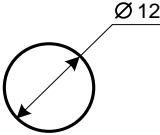
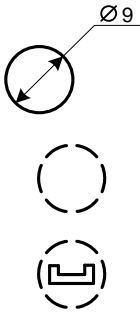

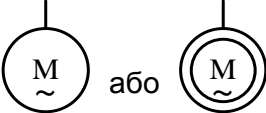
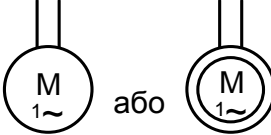


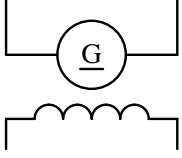
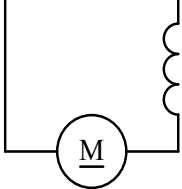
Таблиця А.6 – Графічні позначення електровимірювальних приладів

Назва	Позначення
<p>Прилад електровимірювальний:</p> <p>1) показувальний</p> <p>2) реєструвальний</p> <p>3) інтегрувальний (лічильник електричної енергії)</p>	

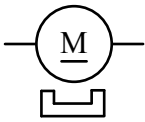
Таблиця А.7 – Графічні позначення електричних машин

Опис	Позначення
<p>Машина електрична. Загальне позначення</p> <p>Примітка: у середині кола дозволяється вказувати такі дані:</p> <p>а) рід машини (генератор – G, двигун – M, генератор синхронний – GS, двигун синхр. – MS, сельсин – ZZ, перетворювач – C);</p> <p>б) рід струму, число фаз або вид з'єднання обмоток</p>	
<p>Обмотка електричної машини</p>	
<p>Обмотка додаткового полюса</p>	
<p>Обмотка компенсаційна</p>	
<p>Обмотка статора машини змінного струму, обмотка послідовного збудження машини постійного струму</p>	




Продовження таблиці А.7

Назва	Позначення
Обмотка паралельного (незалежного) збудження машини постійного струму	
Статор електричної машини	
Ротор електричної машини: 1) короткозамкнений 2) з явно вираженими полюсами (явнополюсний) з прорізами по колу 3) явнополюсний з постійним магнітом	
Двигун асинхронний з фазним ротором	
Двигун асинхронний з КЗ ротором	
Двигун асинхронний однофазний з КЗ ротором	
Двигун лінійний	
Двигун кроковий	
Машина постійного струму з незалежним збудженням	
Машина постійного струму з послідовним збудженням	

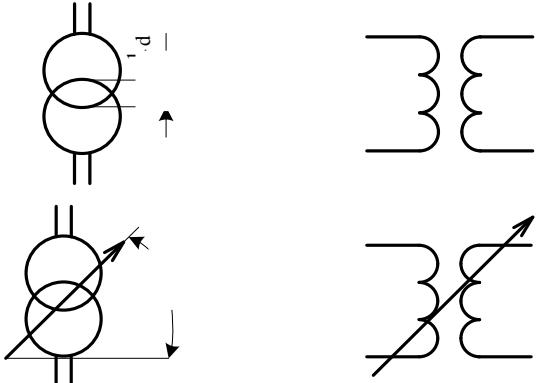


Продовження таблиці А.7

Назва	Позначення
Машина постійного струму з паралельним збудженням	
Машина постійного струму зі змішаним збудженням	
Машина постійного струму зі збудженням від постійних магнітів	

Таблиця А.8 – Графічні позначення котушок індуктивності, дроселів, трансформаторів

Назва	Позначення
Обмотка трансформатора (силового), автотрансформатора, дроселя і магнітного підсилювача	
Магнітопровід 1) феромагнітний 2) феритовий (зображають товстою лінією) 3) феромагнітний з повітряним зазором 4) магнітодіелектричний <i>Примітка.</i> Кількість штрихів не встановлюється	
Реактор	

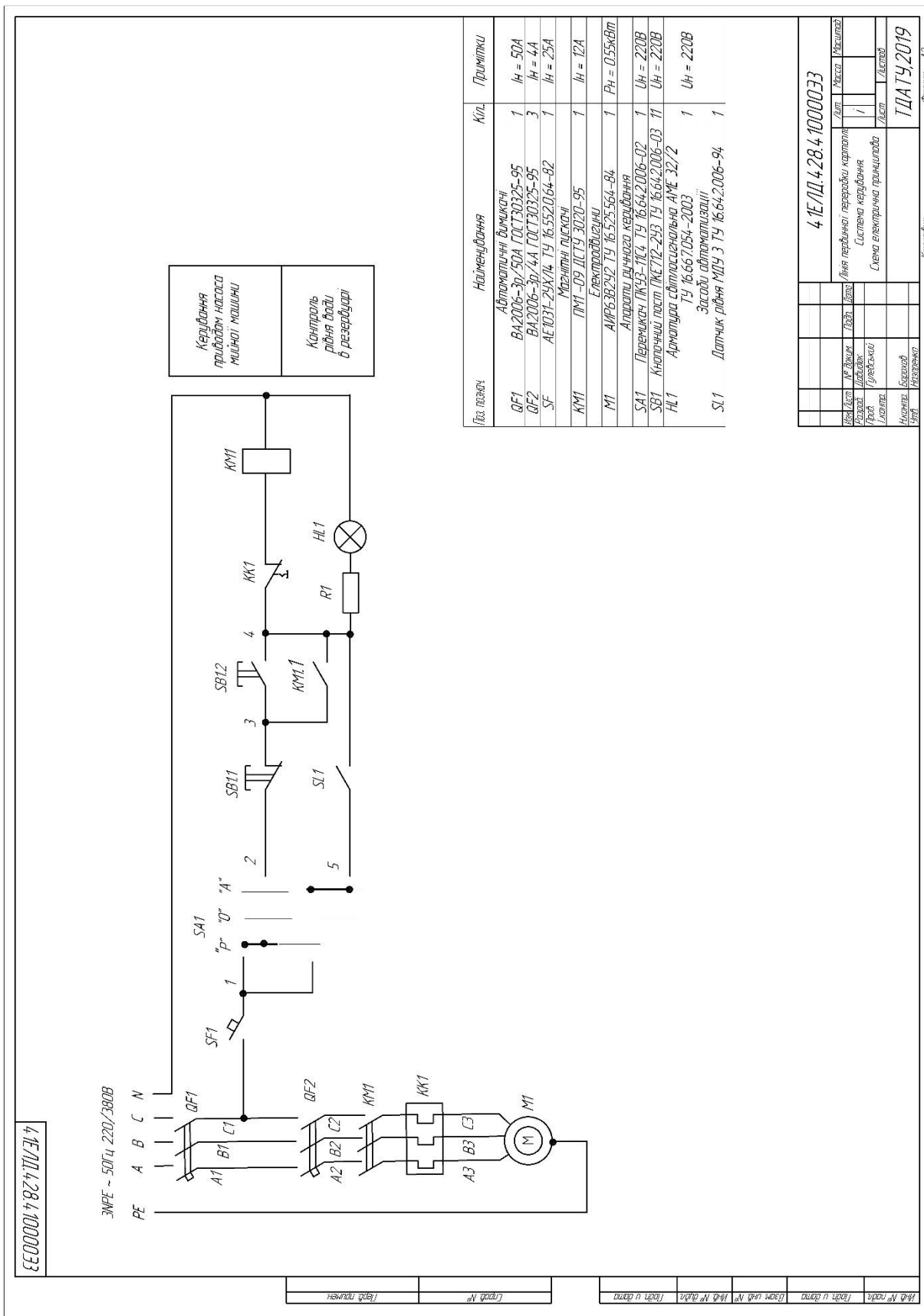
Продовження таблиці А.8

Назва	Позначення
<p>Трансформатор без магнітопровода</p> <p>1) з постійним зв'язком, де <math>d</math> – діаметр</p> <p>2) з змінним зв'язком</p>	
<p>Трансформатор струму з одною вторинною обмоткою</p>	
<p>Трансформатор напруги вимірювальний</p>	

# ДОДАТОК Б

(довідковий)

## Схема електрична принципова



№ п/п	Найменування	Кіль.	Примітки
QF1	Автоматичні вимкачі ВА2006-3р/50А ГОСТ30325-95	1	Ін = 50А
QF2	ВА2006-3р/4А ГОСТ30325-95	3	Ін = 4А
SF	АЕ1031-2УХ/1А ТУ 16.552.064-82	1	Ін = 25А
KM1	Магнітні пусквачі ПМ1-09 ДСТУ 3020-95	1	Ін = 12А
M1	Електродвигуни АИР63В2-2 ТУ 16.525.564-84	1	Рн = 0,55кВт
SA1	Адапти ручного керування Перемикач ПК43-116.4 ТУ 16.64.2.006-02	1	Ін = 220В
SB1	Кнопочний пост ПКС712-233 ТУ 16.64.2.006-03	1	Ін = 220В
HL1	Арматура світловова АМС 32/2 ТУ 16.667.054-2003	1	Ін = 220В
SL1	Засоби адіагностики Датчик рівня МДУ 3 ТУ 16.64.2.006-94	1	

41ЕЛД.428.4.1000033		Лист	Кільк.	Масштаб
Лист	Кільк.	Масштаб	Ліній перебірки перебірки картони	
Резерв	Додаток	Група	Система керування	
Група	Група	Група	Схема електрична принципова	
Лист	Лист	Лист	Лист	
Архив	Архив	Архив	Дата: 14.02.2019	
Чит	Чит	Чит	Формат: А2	

# ДОДАТОК В

(довідковий)

Схема електрична з'єднування шафи керування

**4Е/ДІ/428.4.2000034**

Имя передний панели кармана Шкафа управления  
 Схема электричнї з'єднування  
 ДИЛ  
 ТДАТУ, 2019

**Задня стінка шафи**

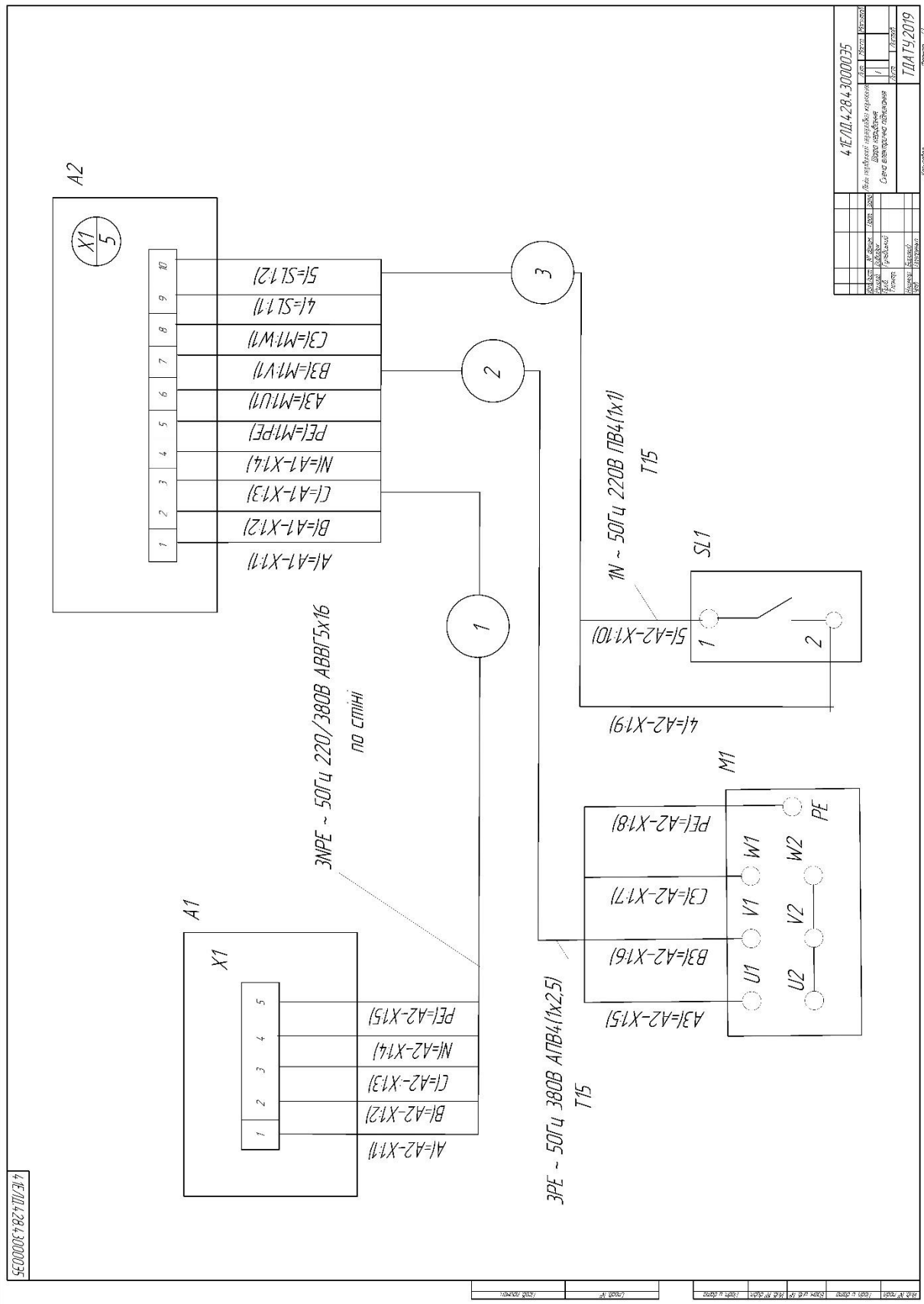
**Дверця шафи**

ЗНАМЕ - 50Гц, 220В/380В

Масштаб	Лист	Класиф.
1:2	1	10
1:2	2	7
1:2	3	8
1:2	4	9
1:2	5	6
1:2	6	17
1:2	7	18
1:2	8	9

4Е/ДІ/428.4.2000034

# ДОДАТОК Д (довідковий) Схема електрична підмання



4:Е/Д/Д.4.284.3000035

Відомості про виконавця	В.С.С.
Відомості про замовника	І.С.С.
Відомості про підписувача	І.С.С.
Відомості про дату виконання	10.01.2019

4:Е/Д/Д.4.284.3000035