Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний технічний університет

Методичні вказівки

до виконання схем електричних принципових
з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка»
для студентів електротехнічного факультету
всіх форм навчання

2016

Методичні вказівки до виконання схем електричних принципових з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» для студентів електротехнічного факультету всіх форм навчання /Укл.О.Б.Корнієнко, Б.Ш.Мамедов – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 18 с.

Укладачі: О.Б.Корнієнко,викладач
Б.Ш.Мамедов, доцент,канд.техн.наук.

Рецензенти: В.А.Шаломєєв, професор,д-р.техн.наук

Відповідальний за випуск
В.А.Шаломєєв, професор,д-р.техн.наук

Затверджено
на засіданні кафедри
нарисної геометрії та креслення
Протокол №11 від 1.04.2016 р.

Затверджено
до видання
НМК Транспортного факультету
Протокол № 24 від 24.04. 2016 р.

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Загальні відомості	5
1.1 Види та типи схем	5
1.2 Основні правила виконання принципових схем	6
2. Порядок виконання роботи	7
2.1 Підготовча стадія	8
2.2 Основна стадія	13
Рекомендована література	18

ВСТУП

Основним видом конструкторських документів у різних галузях техніки, електротехніки, електроніки, радіоелектроніки є схеми.

Схема – це графічний конструкторський документ, на якому показані у вигляді умовних зображень або позначок, складові частини виробу та зв'язки між ними.

Схеми використовують при вивченні принципа дії приладів, апаратів, механізмів, машин а також при їх налагодженні та ремонті, монтажу електронних мереж, для з'ясування зв'язку між окремими складовими частинами виробу без уточнення особливостей їх конструкції.

Схемами супроводжуються інструкції, паспорти, а також конструкторські документи різних електрорадіотехнічних пристроїв, машин, побутових приладів та інше.

Електрична схема будь-якого виробу містить електричні складові частини та зв'язки між ними у вигляді умовних графічних зображень і позначень.

Для зручності користування та читання схем заведено загальні правила і вимоги до їх виконання. Державні стандарти ЄСКД стосовно правил виконання схем розташовані у класифікаційній групі стандартів під номером 7.

Мета ціх методичних вказівок – ознайомлення студентів з правилами виконання електричних принципових схем та отримання певних навичок їх оформлення.

Одержані знання будуть необхідні студентам при виконанні курсових та дипломних проектів.

Пропонується 30 варіантів карт-завдань щодо індивідуального виконання студентами електричних принципових схем керування електродвигунами.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Ці методичні вказівки призначені для студентів електротехнічного факультету при вивченні теми “Виконання схем електричних принципових технічних пристроїв”

При виконанні домашнього завдання студент повинен вивчити призначення різних видів і типів схем відповідно вимогам стандарту 2.701 – 84 “Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению”, правила виконання всіх типів електричних схем згідно ДСТУ 2.702 : 2013, а також засвоїти літерно-цифрові позначення в електричних схемах відносно стандарту 2.710 – 81 “ЕСКД.Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах”.

Умовні графічні позначення (УГП) елементів та пристроїв на схемах необхідно виконувати згідно вимогам відповідних стандартів. Наприклад, запобіжник плавкий – ГОСТу 2.727 – 68 і т.ін.

1.1 Види та типи схем

Схеми в залежності від елементів і зв’язків між ними підрозділяють на види які позначають буквами: електричні – Е, гідравлічні – Г, пневматичні – П, газові (крім пневматичних) – Х, кінематичні – К, вакуумні – В, оптичні – Л, енергетичні – Р, комбіновані – С, розподілення – Є.

По основному призначенню схем їх підрозділяють на типи, що позначають цифрами: структурні – 1, функціональні – 2, принципові (повні) – 3, з’єднань (монтажні) – 4, підключень – 5, загальні – 6, розміщення – 7, об’єднані – 0.

Найменування схеми визначається її видом і типом, наприклад: схема електрична принципова, схема електрична з’єднань, схема електрична функціональна.

Код схеми складається з букви, що визначає вид схеми, та цифри, що визначає тип схеми, наприклад, Е3 – схема електрична принципова, Е4 – схема електрична з’єднань.

Найменування та код комбінованої схеми визначається комбінованими видами схем і типом схеми, наприклад: С3–схема електрогідравлічна принципова.

Схему креслять на відповідних аркушах формату, передбаченого ГОСТ 2.301 – 68. Основний напис схеми виконують згідно

ДСТУ 2.104 :2006 (форма 1). В графі 1 – найменування виробу, або його складової частини пишуть якомога коротке найменування пристрою, а нижче шрифтом на один або два розміри меншим записують вид та тип схеми.

В графі 2 – позначення технічного документа, наприклад, для електричної принципової схеми записують ХХХХ. ХХХХХХ. 000 Е3.

1.2 Основні правила виконання принципових схем

На принциповій схемі зображують всі електричні елементи та пристрої, необхідні для здійснення і контролю у виробі заданих електричних процесів, усі електричні зв'язки між ними, а також електричні елементи (рознімні з'єднання, затискачі тощо), якими закінчуються вхідні та вихідні кола. УГП елементів виконують згідно з відповідними держстандартами.

Схеми для виробів креслять у вимкненому стані. В технічно обгрунтованих випадках дозволяється окремі елементи схеми креслити у вибраному робочому положенні, вказуючи на полі схеми режим, для якого накреслено ці елементи.

Умовні графічні позначення елементів, функціональних груп виконують суміщеним або рознесеним способом. При *суміщеному* способі складові частини елементів або пристроїв зображають на схемі так, як вони розташовані у виробі, тобто близько одна до одної. При *рознесеному* способі УГП складових частин елементів розташовують у різних місцях схеми з урахуванням порядку проходження через них струму так, щоб окремі кола були зображені найнаочніше. На рис.1.1,а зображено принципову електричну схему вмикання трифазного двигуна суміщеним, а на рис.1.1,б – рознесеним способом.

Схеми виконують у *багато-* або *однолінійному* зображенні. В першому випадку кожне коло зображують окремою лінією, а елементи в колах – окремими УГП. На рис.1.2,а показано найпростішу схему вмикання лампи розжарювання (наприклад, у кімнаті) в багатолінійному виконанні, а на рис. 1.2,б – в однолінійному.

Крім зображення у схему входять написи, що характеризують вхідні та вихідні кола, а також позиційні позначення елементів і перелік їх.

Біля УГП елементів, призначення та використання яких в умовах експлуатації потребують пояснення (це стосується регульованих еле-

ментів, контрольних точок, гнізд та ін.), мають бути поміщені написи, знаки або графічні позначення, ідентичні тим, які буде нанесено на виріб.

Усім елементам і пристроям у межах об'єкта, що зображується на схемі, присвоюють умовні літерно-цифрові позиційні позначення.

Порядкові номери присвоюють елементам і пристроям, починаючи з одиниці, для елементів та пристроїв одного виду, відповідно до послідовності їх розташування на схемі,– зверху вниз у напрямку зліва направо. Послідовність присвоєння порядкових номерів може бути порушена залежно від розміщення елементів в об'єкті, напрямку проходження сигналів або функціональної послідовності процесу, а також при внесенні в схему змін. Позиційні позначення проставляють на схемі поруч з УГП елементів і пристроїв по можливості з правого боку або над ними.

Дані про елементи та пристрої, зображені на схемі об'єкта, записують у перелік елементів на окремому листі або розташовують на вільному полі над основним написом.

Порядок запису елементів у переліку такий: елементи записують за групами (видами) в алфавітному порядку літерних позиційних позначень латинської абетки. У межах кожної групи елементи розташовують у порядку зростання номерів. Заголовки підкреслюють тонкою суцільною лінією.

2 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Варіант домашнього завдання видає викладач.

Одержана карта-завдання містить у зашифрованому вигляді принципову схему деякого пристрою, керування електродвигунами, а також літерно-цифрове позначення елементів, які складають пристрій.

Практично всі елементи зображені у вигляді прямокутників, в середині яких нанесено цифровий шифр. Число, або цифра після крапки цифрового шифру означає певну номенклатуру саме цього виду елемента. Цифровий шифр визначає види елементів.

Згідно ГОСТу 2.701-84 для найбільш розповсюджених видів елементів надані одно-, або дволітерні коди. Однолітерні коди обов'язкові.

У табл. 2.1 приведено цифри і стандартні літерні коди найбільш розповсюджених в запропонованих схемах видів елементів та їх умовні графічні позначення. При виконанні завдання необхідно уважно користуватися цією таблицею.

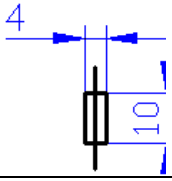
Виконання роботи умовно розділяється на дві стадії: підготовчу та основну.

2.1 Підготовча стадія

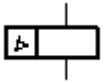
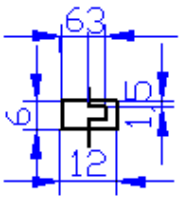
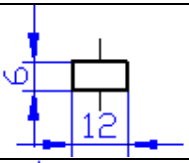
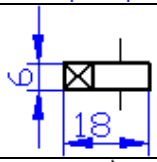
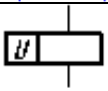
2.1.1 Після розшифровки схеми необхідно скласти перелік всіх її елементів, користуючись приведеними в схемі даними.

2.1.2 Умовні зображення елементів показані у вигляді прямокутників не регламентованих стандартами. Тому необхідно ретельно розібратися у тому, як зображається на схемі кожен елемент.

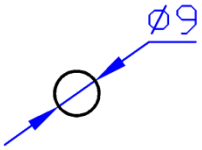
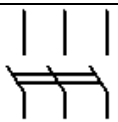
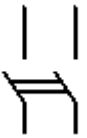
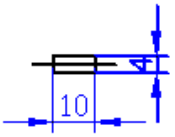
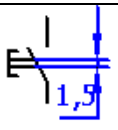
Таблиця 2.1 - Приклади УГП елементів схем

№№ п.п	Види елементів	Умовні графічні позначення	Літерний код	Цифровий код
1	2	3	4	5
1	Розрядники, запобіжники, устрої захисту (ГОСТ 2.727 – 68)			
	Запобіжники плавкі. Загальні позначення		FU	1.1
2	Пристрої сигнальні (ГОСТ 2.758 – 81)			
	Прилад світлової сигналізації		HL	2.1

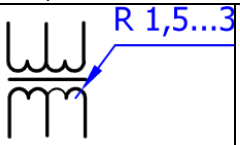
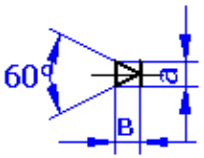
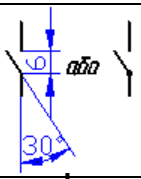
Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
3	Сприймальна частина електромеханічних пристроїв (ГОСТ 2.756 – 76)			
	Реле струмове (котушка з обмоткою максимального струму).		KA	3.1
	Реле електротеплове (сприймальна частина).		KK	3.2
	Контактор магнітний, пускач (загаль-на котушка електромеханічного пристрою).		KM	3.3
	Реле часу (котушка пристрою, працюючого за затриманням при спрацюванні		KT	3.4
	Реле напруги (з позначенням обмотки напруги).		KV	3.5
4	Машини електричні (ГОСТ 2.722 – 68)		M	
	Електродвигун асинхронний з коротко замкнутим ротором. Загальне познач.			4.1
	Статор, обмотка статора. Загальне позначення.			

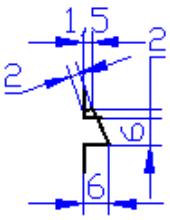
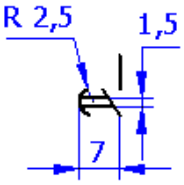
Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
	Ротор. Загальне позначення. Коротко- замкнутий.			
	Електродвигун асинхронний трифаз-ний з фазним ротором. Загальне позначення			4.2
5	Пристрої комутаційні та контактні з'єднання (ГОСТ 2.755 – 87) Вимикачі й роз'єднувачі у силових ланцюгах			
	Роз'єднувач триполюсний (Загальне зображення)		Q	5.1
	Вимикач триполюсний автоматичний		QA	5.2
	Роз'єднувач двополюсний		QS	5.3
6	Резистори (ГОСТ 2.728 – 74)		R	
	Резистор постійний			6.1
7	Вимикачі кнопкові натискні		SB	
	З замикаючим контактом			7.1

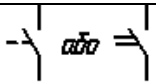
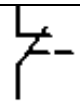
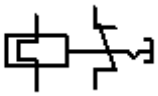
Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
	З розмикаючим контактом			7.2
8	Трансформатори (ГОСТ 2.723 – 68)		T	
	Трансформатор струму диференціальний (з відводом в одній із обмоток)		TV	8.1
	Трансформатор струму з однією вторинною обмоткою			8.2
9	Прилади напівпровідникові (ГОСТ 2.730 – 73)		V	
	Діод		VD	9.1
10	Пристрої комутаційні та контактні з'єднання (ГОСТ 2.755 – 87). Контакти комутаційного пристрою			
	Замикаючий. Загальне зображення			10.1
	Розмикаючий. Загальне зображення			10.2
	Замикаючий. Спрацьовуючий раніше по відношенню до інших контактів контактної групи			10.3

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
	Розмикаючий. Спрацьовуючий пізніше по відношенню до інших контактів контактної групи			10.4
	Замикаючий з затриманням при спрацюванні			10.5
	Замикаючий з затриманням при поверненні.			10.6
	Розмикаючий з самоповерненням			10.7
	Замикаючий для комутації сильнострумних ланцюгів			10.8
	Замикаючий дугогаситель-ний			10.9

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
	Замикаючий з механічним зв'язком			10.10
	Розмикаючий з механічним зв'язком			10.11
	Контакти електротеплового реле при рознесенім способі зображення.			10.12
	Контакти електротеплового реле без самоповернення (з поверненням натиском кнопки) при суміщенім способі зображення реле.			10.13

2.1.3 Умовні графічні позначення (УГП), а також знаки встановлюються державними стандартами. Вигляд і розміри знаків і символів повинні відповідати вимогам відповідного ГОСТа. Позиційні позначення проставляють на схемі поруч з УГП елементів і пристроїв з правого боку або над ними.

2.1.4 Для виконання схеми треба підготувати креслярський папір. Вибираючи формат, слід ураховувати: об'єм і складність об'єкта; ступінь деталізації даних, обумовлений призначенням схеми; умови зберігання та обігу схеми; можливість внесення змін; особливості й можливості техніки виконання, репродукціювання технічної документації; можливість обробки й виконання схем засобами комп'ютерної техніки. Вибраний формат має забезпечувати компактне виконання схем без утрати її наочності та зручності користування. Пропоновані схеми викреслювати на форматі А3 (297х420).

2.2 Основна стадія

2.2.1 Схему бажано розташувати в лівій половині формату. В правій половині над основним написом треба розмістити перелік елементів (Рис.2.1).

2.2.2 Схеми виконують, як правило, без додержання масштабу, причому в них дійсне просторове розташування складових частин ви-

робу або не враховують взагалі, або враховують наближено. По розмірах виконують всі види елементів схеми. Вигляд і розміри елементів встановлено відповідним ГОСТом. В разі відсутності розмірів на елементах їх виконують згідно з розмірами зображень в ГОСТі. Розміри УГП можуть бути пропорційно збільшені або зменшені, але це повинно бути зроблено в межах всієї схеми.

В табл. 2.1 приведено приклади умовних графічних позначень, а також розміри зображень деяких елементів схем відповідно держстандартам.

2.2.3 На принциповій схемі зображують всі електричні елементи та пристрої, необхідні для здійснення і контролю заданих електричних процесів, усі електричні зв'язки між ними, а також електричні елементи, якими закінчуються вхідні та вихідні мережі.

Схеми креслять для виробів у вимкненому стані.

Графіка схеми має бути простою і не ускладнювати її розуміння. Схему виконують якомога компактніше, але без утрати ясності та простоти її читання.

2.2.4 Елементи схеми спершу зображують тонкими лініями. Перевіривши правильність їх креслення, починають зображувати лінії електричного зв'язку відповідно ГОСТу 2.701-84 та ГОСТу 2.721-74.

Лінії зв'язку зображують у вигляді горизонтальних і вертикальних відрізків, які мають мінімальну кількість зламів та взаємних перетинів. Для спрощення рисунка схеми допускається використовувати похилі лінії, обмежуючи по можливості їх довжину. Проміжок між двома сусідніми паралельними лініями має бути не менш як 3 мм, незалежно від прийнятої товщини ліній. Відстань між окремими умовними графічними позначеннями повинна бути не менше 2 мм. Відстань між двома сусідніми лініями графічного позначення повинна бути більше 1 мм.

Лініями на схемі зображують: електричні взаємозв'язки (функціональні, логічні тощо), шляхи проходження електричного струму (електричні зв'язки), механічні взаємозв'язки, матеріальні провідники (проводи, кабелі, шини), екранувальні оболонки, корпуси приладів, умовні межі пристроїв і функціональних груп.

Лінії зв'язку на схемі можуть перетинатися, але в разі з'єднань місце перетину ліній зв'язку супроводжують простановкою точки більшого розміру між лініями зв'язку.

Товщину ліній вибирають від 0,2 до 1,0 мм залежно від формату схеми та розмірів УГП.

Умовні графічні позначення елементів і ліній зв'язку виконують лініями однієї товщини. Оптимальна товщина ліній становить 0,4..0,5 мм.

2.2.5 Перевіривши правильність виконання УГП, усіх ліній у викладача, схему обводять (наводять), а потім роблять усі написи креслярським шрифтом згідно ГОСТу 2.304-81.

2.2.6 Перелік елементів оформлюють у вигляді таблиці, яку заповнюють зверху донизу (рис. 2.1).

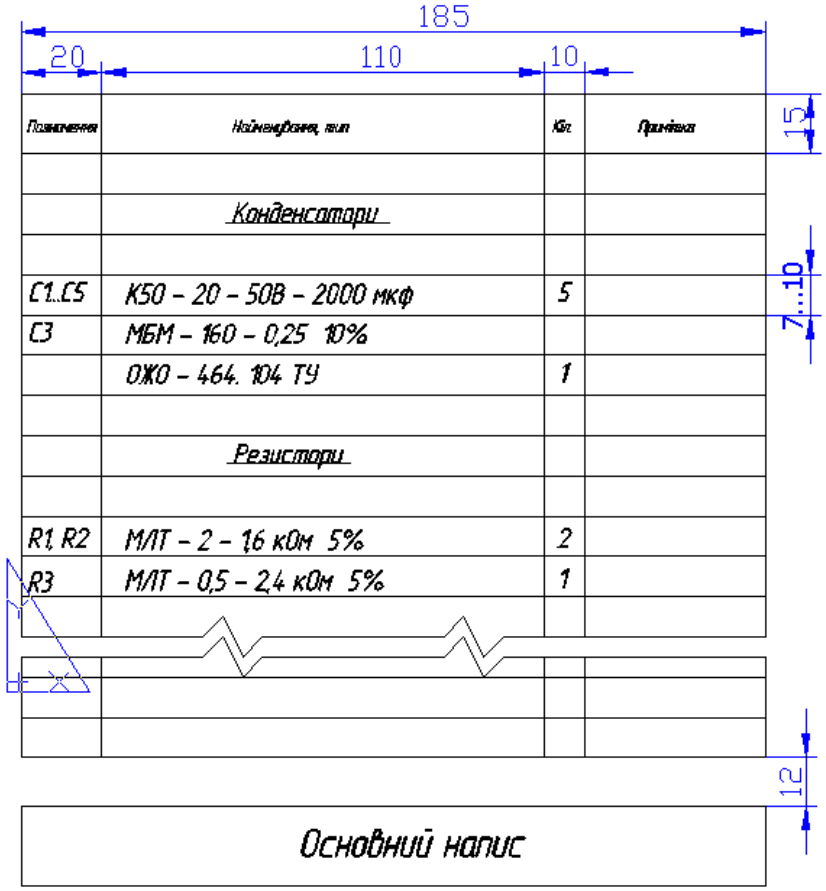


Рисунок 2.1 - Приклад виконання таблиці переліку елементів схеми та її розташування

У графах таблиці вказують такі дані:

– в графі “Позначення (скорочено Поз.)” – позиційне позначення єлементів пристроїв і функціональних груп.

– в графі “Найменування” – для елемента (пристрою) – найменування у відповідності з документом, на підставі якого цей елемент (пристрій) застосовано, і позначення цього документа (основний конструкторський документ, державний стандарт, галузевий стандарт, технічні умови) – для функціональної групи – найменування;

– в графі “Примітка” – рекомендується вказувати технічні дані елемента (пристрою), які не містяться в його найменуванні.

Перелік елементів розташовують над основним написом. Відстань між переліком елементів і основним написом повинна бути не менш 12 мм.

Продовження переліку елементів розташовують зліва від основного напису, повторюючи головку таблиці.

Елементи в перелік записують групами в алфавітному порядку літерних позиційних позначень, латинської абетки.

У межах кожної групи елементи розташовують у порядку зростання номерів. Заголовки підкреслюють тонкою суцільною лінією. Бажано залишати декілька незаповнених рядків між окремими групами елементів.

Після виконання наводки схеми, оформлення таблиці з переліком елементів заповнюють основний напис. У графі “Найменування виробу” необхідно записати у називному відмінку однини найменування пристрою. На першому місці повинен бути іменник, наприклад: “Стабілізатор ключовий”. Після найменування виробу або пристрою вписують найменування документа (шрифтом меншого розміру ніж найменування пристрою), якщо цьому документу надано шифр, наприклад: “Стабілізатор ключовий. Схема електрична принципова”.

У графі “Позначення документа” необхідно після коду університета – “ЗНТУ” вписати шестизначне число. Перші дві цифри цього числа у всіх одинакові – 08. Так умовно позначена тема практичних занять. Наступні дві цифри позначають номер варіанту, наприклад: 01, 02...24 та інші. Останні дві цифри також у всіх однакові – 00. Далі через інтервал необхідно вписати тризначне число – 000, а після цього наносять код схеми. Код схеми складається із літери, яка визначає вигляд схеми і цифри залежно від її типу. У нашому випадку для схеми електричної принципової необхідно вписати код “Е3”.

Для напису позначення бажано використовувати шрифт №7 ГОСТ 2.304 – 81.

Позначення схеми електричної принципової. Наприклад, для варіанта 12 буде таким:

ЗНТУ. 011216. 000 Е3

Після остаточної перевірки всієї роботи студент здає її разом з картою-завданням викладачу.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ЕСКД. Правила виполнения схем. ГОСТ 2.701-84, ДСТУ 2.702:2013,... ГОСТ 2.711-82: Сб. – М.: Изд – во стандартов, 1987. – 136с.
2. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. ГОСТ 2.721-74, ГОСТ 2.722 - 68,… ГОСТ 2.758 - 81: Сб. – М. Изд – во стандартов, 1992. – 316с.
3. Справочное руководство по черчению \ В.Н.Богданов, И.Ф. Малежик, А.П. Верхола и др. – М.: Маш – ние, 1989. 864 с.
4. Словник з креслення: Навч.посібник. – К.: Вища школа, 1994. – 203 с.
5. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд – во стандартов, 1992. – 316 с.
6. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. ДСТУ 3321:2003. – К.: Держстандарт України.