

Міністерство освіти і науки України
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з інженерної графіки
“Креслення електричних схем”
для студентів спеціальностей: 6.091400, 6.092200 і 6.092500

Затверджено методичною
радою університету
Протокол № 3 від 8.12.2004 р.

Харків 2005

Укладачі: Н.М. Подригало
О.В.Архіпов

Кафедра інженерної та комп'ютерної графіки

Методичні вказівки містять у собі: відомості про види й типи схем, правила побудови електричних принципівих схем; зміст і порядок виконання завдання; приклад виконання завдання; необхідну довідкову інформацію

Мета самостійної роботи - навчитися читати й виконувати креслення електричних принципівих схем.

У процесі виконання завдання студенти ознайомлюються із класифікацією схем, призначенням схем різних видів і типів, вивчають правила побудови електричних принципівих схем.

Виконання завдання вимагає від студентів навичок користування довідковою літературою; список рекомендованої літератури наведений у методичних вказівках.

СХЕМИ В СИСТЕМІ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Загальні положення

Документом у широкому сенсі ми називаємо матеріальний об'єкт, що містить інформацію, зафіксовану будь-яким створеним людиною способом і спеціально призначену для передачі у часі й просторі. Документ повинний бути підписаний укладачем, і повинна бути проставлена дата його складання. Сукупність взаємозалежних документів, що відносяться до якого-небудь технічного предмета, процесу, питання, складає технічну документацію.

При проектуванні технічного об'єкта (машини, приладу, апарата, спорудження і т.д.) креслення, схеми й описи розглядаються як технічні документи, що містять визначену інформацію, призначену для передачі від проектувальника і конструктора до виготовлювача й експлуатаційника. Документація, що випускається в процесі проектування, зветься проектною документацією, проектно-конструкторською документацією або конструкторською документацією. Державні стандарти встановлюють єдині взаємозалежні правила і положення по розробці, оформленню і використанню конструкторської документації для всіх галузей народного господарства (ГОСТ 2.001-70). Розробка конструкторської документації в загальному випадку проводиться у кілька стадій (ГОСТ 2.103-68): технічна пропозиція (ГОСТ 2.118-73), ескізний проект (ГОСТ 2.119-73), технічний проект (ГОСТ 2.120-73), робоча конструкторська документація (ГОСТ 2.102-68). При розробці електричних виробів конструкторська документація виконується у два етапи: ескізний або технічний проект і робоча документація. При наявності попереднього пророблення або модернізації існуючих виробів розробляють тільки робочу документацію.

Конструкторська документація визначає склад і побудову виробу, містить необхідні дані для його розробки або виготовлення, контролю,

приймання, експлуатації і ремонту. Конструкторські документи в залежності від виду представлення в них інформації підрозділяють на графічні (креслення і схеми) і текстові (специфікації, пояснювальні записки, розрахунки, інструкції, технічні умови і т.д.).

У графічному конструкторському документі основна інформація про технічний предмет представлена у вигляді графічного зображення, виконаного чорним кольором за допомогою ліній, штрихів і крапок. Інформація про предмет у вигляді графічного зображення найбільш зручна при розгляді пристрою і принципу дії виробу, взаємного розташування і побудови його складових частин, геометричної форми деталей. Звичайно графічна інформація доповнюється текстові і знакової (знаки і цифри) інформацією.

Схема – це графічний конструкторський документ, на якому у вигляді умовних зображень або позначень показані складові частини виробу (пристрою, механізму, приладу і т.п.) і взаємозв'язку між ними. Схеми повинні пояснювати принцип дії виробу і виявляти послідовність процесів, що відбуваються в ньому.

Номенклатура схем, що входять у комплект конструкторської документації, визначається розроблювачем у залежності від складу й особливостей виробу. Кількість типів схем повинне бути мінімальним, але їхня сукупність повинна містити повний обсяг зведень, необхідних для проектування, виготовлення, монтажу, регулювання, експлуатації, контролю і ремонту виробу.

ГОСТ 2.701-84 «ЕСКД. Схеми. Види и типы. Общие требования к выполнению» установлює класифікацію, позначення схем і загальні вимоги до їх виконання для виробів усіх галузей промисловості. Стандартом встановлені також терміни, що використовуються в конструкторській документації, і їхнього визначення.

Елемент схеми – складова частина схеми, що виконує визначену функцію у виробі і не може бути розділена на частині, що мають самостійне призначення (резистор, трансформатор, конденсатор, діод і т.п.)

Пристрій – сукупність елементів, що представляють єдину конструкцію (блок, плата, панель і т.п.). Пристрій може не мати у виробі визначеного функціонального призначення.

Функціональна група – сукупність елементів, що виконують у виробі визначену функцію і не об'єднаних у єдину конструкцію (панель синхронізації головного каналу, генератор імпульсу і т.п.).

Функціональна частина – елемент, функціональна група або пристрій, що виконує визначену функцію (підсилювач, фільтр і ін.)

Функціональне коло – лінія, канал або тракт визначеного призначення (канал звуку, відеоканал, тракт СВЧ і т.п.)

Лінія взаємозв'язку – відрізок лінії на схемі, що вказує на наявність електричного зв'язку між елементами і пристроями.

Класифікація і позначення схем

Види схем. Класифікацію схем за видами і типами встановлює ГОСТ 2.701-84. Види схем визначаються в залежності від видів елементів і зв'язків, що входять до складу виробу, і позначаються буквами російського алфавіту:

- електрична – Э;
- гідравлічна – Г;
- пневматична – П;
- газова – Х;
- кінематична – К;
- вакуумна – В;
- оптична – О;
- енергетична – Р;
- розподілу – Е;
- комбінована – С.

Схеми розподілу виробу на складові частини (літерне позначення Е) розробляють для визначення складу виробу. Комбіновані схеми виконують, якщо до складу виробу входять елементи різних видів.

Типи схем. Схеми в залежності від призначення підрозділяють на типи і позначають арабськими цифрами. Усього встановлено вісім типів схем, див. таблицю 1.

Таблиця 1 - Класифікація схем за типами

Тип схеми	Призначення	Познач.
Структурна схема	Визначає основні функціональні частини виробу, їхнє призначення, взаємозв'язки. Розробляється на стадії, що передують розробці схем інших типів, і служить для загального ознайомлення з виробом.	1
Функціональна схема	Пояснює процеси, що протікають у виробі і (або) його функціональних колах. Використовується для вивчення принципів роботи виробу, а також при його налагодженні, регулюванні, контролі і ремонті в процесі експлуатації.	2
Принципова (повна) схема	Визначає повний склад елементів і зв'язків між ними, дає детальне представлення про принципи роботи виробу. Служить для розробки інших конструкторських документів (креслень друкованих плат, монтажних схем і т.п.), вивчення принципів роботи виробу при його налагодженні й експлуатації.	3

Продовження таблиці 1

Тип схеми	Призначення	Познач.
Схема з'єднань (монтажна)	Показує з'єднання (місця з'єднань) складових частин виробу і визначає проводи, джгути, кабелі і т.п., що здійснюють ці з'єднання. Використовується для розробки інших конструкторських документів, при контролі, експлуатації і ремонті виробу.	4
Схема підключення	Показує зовнішні підключення виробу. Використовується для розробки інших конструкторських документів, а також для здійснення підключення виробу і при його експлуатації.	5
Загальна схема	Визначає складові частини комплексу і з'єднання його складових частин на місці експлуатації. Використовується для ознайомлення з комплексом, при його контролі й експлуатації. Тут комплекс – кілька специфікованих виробів, не з'єднаних спочатку складальними операціями і призначених для виконання взаємозалежних експлуатаційних функцій.	6
Схема розташування	Визначає відносне розташування складових частин виробу, а при необхідності також проводів, джгутів, кабелів і т.п. Використовується для розробки інших конструкторських документів, при експлуатації і ремонті виробу.	7
Об'єднана схема	Конструкторський документ, що включає схеми двох або більш типів, що описують один виріб.	0

Найменування і код схеми визначаються її видом і типом.

Код схеми повинний складатися з буквеної частини, що визначає вид схеми, і цифрової частини, що визначає тип схеми. Наприклад, ЭЗ – схема електрична принципова; Э4 – схема електрична з'єднань.

Найменування і код комбінованої схеми визначають комбінований вид схеми і тип схеми. Наприклад, схема електрогідравлічна принципова – СЗ.

Найменування і код об'єднаної схеми визначають її вид і об'єднаний тип схеми. Наприклад, схема електрична з'єднань і підключень – Э0.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СХЕМ

Формати й основний напис. Для виконання схем ГОСТ 2.701-84 установлює формати, регламентовані ГОСТ 2.301-68 і ГОСТ 2.004-88. При цьому перевагу варто віддавати основним форматам, позначення і розміри яких приведені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Позначення і розміри основних форматів

Позначення формату	A0	A1	A2	A3	A4
Розміри сторін формату, мм	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

Додаткові формати утворюються збільшенням коротких сторін основних форматів на величину, кратну розмірам.

При виборі формату варто враховувати:

- складність проектного виробу;
- необхідний ступінь деталізації даних;
- умови збереження і вдосконалення схем;
- особливості і можливості техніки виконання, репродукування і мікрофільмування схем;
- можливість обробки схем засобами обчислювальної техніки;
- обраний формат повинний забезпечувати компактне виконання схеми, не порушуючи її наочності.

Рамки й основний напис на схемі, як і на машинобудівних кресленнях, виконуються за ГОСТ 2.104-68.

Типи ліній. Лінії графічних позначень, функціональних груп і лінії зв'язку на схемах варто виконувати товщиною 0,2...1,0 мм (ГОСТ 2.701-84) у залежності від форматів схеми і розмірів графічних позначень. Товщина ліній, що рекомендується, 0,3...0,4 мм.

Лінії рамок креслення й основного напису варто виконувати за ГОСТ 2.303-68: суцільна товста (основна) – s (0,5...1,4 мм), суцільна тонка – $\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$.

Перелік елементів схеми оформляють у вигляді таблиці (рисунок 1) і розміщують на першому листі схеми, у цьому випадку відстань між переліком елементів і основним написом повинне бути не менш ніж 12 мм.

Перелік елементів може виконуватися у вигляді самостійного документа на форматі А4. Основний напис і додаткові графи до неї в цьому випадку виконують за ГОСТ 2.104-68 (форма 2 і 2а). При випуску переліку елементів у вигляді самостійного документа його код повинний складатися з букви “П” і коду схеми, до якої випускають перелік, наприклад, ПЭЗ – код переліку елементів до електричної принципової схеми.

При розбивці поля схеми на зони перелік елементів доповнюють графою “Зона” (рисунок 2).

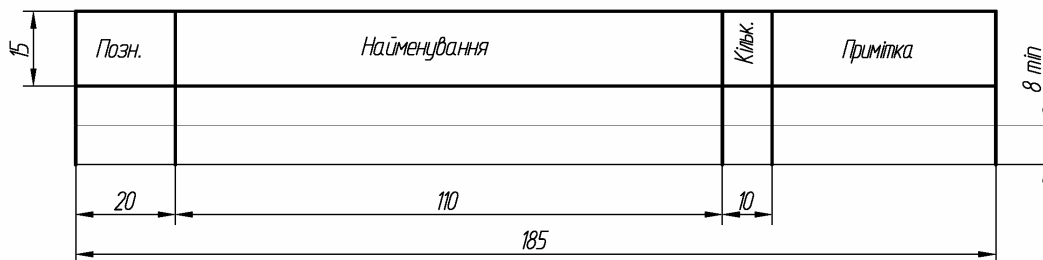


Рисунок 1

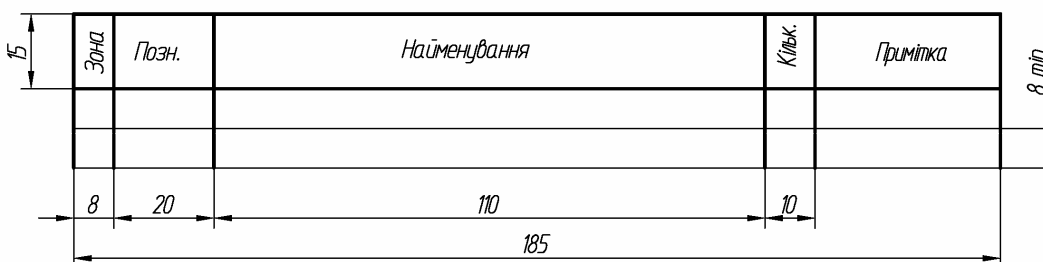


Рисунок 2

ОСНОВНІ ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ

Схема електрична принципова – це конструкторський документ, на якому у вигляді умовних графічних позначень зображені всі електричні елементи або пристрої, необхідні для здійснення і контролю у виробі заданих електричних процесів, всі електричні зв'язки між ними, а також електричні елементи (з'єднувачі, затиски і т.п.), якими закінчуються вхідні і вихідні кола.

При виконанні й оформленні електричних принципових схем необхідно керуватися як загальними вимогами (ГОСТ 2.701-84), так і положеннями ГОСТ 2.702-75, що регламентують правила виконання електричних схем.

Буквено-цифрові позначення в електричних схемах регламентуються ГОСТ 2.710-81.

Правила побудови буквено-цифрових умовних позначень в електричних схемах (ГОСТ 2.710-81)

Умовні буквено-цифрові позначення призначені:

– для однозначного запису в скороченій формі відомостей про елементи, про пристрої і про функціональні групи в документації на об'єкт (вони

повинні забезпечувати взаємозв'язок документів у комплекті документації на об'єкт і повинні бути однаковими на всіх документах комплекту);

- для посилань на відповідні частини об'єкта в текстових документах;
- для нанесення безпосередньо на об'єкт, якщо це передбачено в його конструкції.

- У залежності від призначення і характеру переданої інформації встановлюються наступні типи позначень:

- вищого рівня - пристрої (додаткове позначення);
- вищого рівня - функціональна група (додаткове позначення);
- конструктивного розташування - конструктивне позначення (додаткове позначення);

- елемента - позиційне позначення (обов'язкове позначення); електричного контакту (додаткове позначення).

Для побудови позначень застосовують прописні букви латинського алфавіту (додаток 1), арабські цифри, а також кваліфікуючі символи (табл. 3).

Таблиця 3 - Кваліфікаційні символи

Тип умовної позначки	Кваліфікуючий символ	Примітка
Позначення вищого рівня - пристрій	=	
Позначення вищого рівня - функціональна група	#	Допускається ≠
Конструктивне позначення	+	
Позначення елемента (позиційне позначення)	–	
Позначення електричного контакту	:	
Адресне позначення	()	Позначення укладають у круглі дужки

Позначення записують у вигляді послідовності букв, цифр і знаків в один рядок без пропусків. Кількість знаків у позначенні стандартом не встановлюється.

Складене позначення утворюють послідовним записом позначень різних типів. Позначення, що входить у складене позначення, записують із кваліфікуючим символом відповідно до таблиці 3. Порядок запису складеного позначення визначається порядком входження.

Наприклад, $\neq T1=A2-R5$ означає, резистор R5 входить до складу пристрою A2, що входить у функціональну групу T1.

Сусідні групи в умовній позначці, що мають самостійне сенсове значення, розділяють чергуванням букви і цифри (наприклад, КС25, К2, 25КС) або крапкою, якщо групи складаються тільки з букв або тільки з цифр (наприклад, КС.А, 2.25)

Структура буквено-цифрових умовних позначень в електричних схемах (ГОСТ 2.710-81).

Позначення вищого рівня будують з комбінації букв і цифр:

– для пристроїв (кваліфікуючий символ - “=”) - позначення типу пристрою, привласненого йому в документації, або буквено-цифрове позначення, що починається з букви ”А”, привласнене пристроєві на схемі об'єкта, наприклад, =А23, =АС16;

– для функціональних груп (кваліфікуючий символ - “≠”) можна використовувати цифрове позначення з кваліфікуючим символом (тобто без літерного позначення), наприклад, ≠27.

Конструктивне позначення (кваліфікуючий символ - “+”) призначено для зв'язку схем з конструкцією і вказує місце будь-якої частини об'єкта в конструкції. Позначення будують з комбінації букв і цифр, використовуючи координатний, позиційний (послідовний) або координатно-позиційний метод.

Приклади координатного методу:

а) +С24 - місце в конструкції об'єкта з координатами: ряд С, стовпчик 24;

б) +5.24 - місце в конструкції об'єкта з координатами: ряд 5, стовпчик 24.

Приклад позиційного позначення: +204 - місце в конструкції об'єкта №204.

Позиційне позначення елемента формується відповідно до рисунку 3.

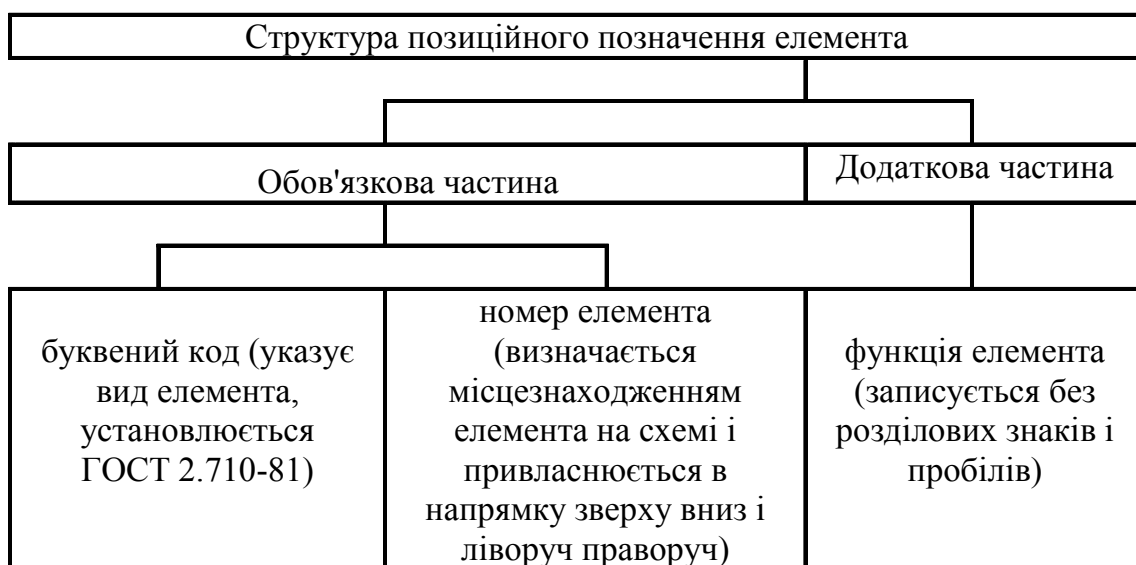


Рисунок 3 – Формування структури позиційного позначення елемента

Наприклад, С4І - конденсатор С4, використовується як інтегруючий (див. додаток 2). Буквенний код функції допускається доповнювати цифрами.

Позначення електричного контакту (кваліфікуючий символ - “:”) будують з комбінації букв і цифр. Воно повинно відповідати маркуванню електричного контакту на об'єкті або маркуванні, зазначеної в документації на об'єкт.

Адресне позначення (кваліфікуючий символ - “()”) у загальному випадку складається з трьох частин:

- позначення документа;
- позначення номера листа (перед номером листа пишуть букву L), з яким сполучається документ і даний лист документа;
- адреси тієї частини об'єкта, з яким сполучається дана частина.

Приклади адресного позначення:

- а) (201.L01,03) - схема 201, перший і третій аркуші;
- б) (201.L01...06) - схема 201, аркуші з першого по шостий;
- в) (201.L02/15A) - схема 201, лист другий, зона 15А;
- г) (201.L6+15:2) - схема 201, лист шостий, другий контакт, розташований на місці позиції 15.

Основні правила побудови електричної принципової схеми

Схеми виконують без дотримання масштабу. Дійсне просторове розташування складових частин виробу (установки) не враховують або враховують приблизно.

При виконанні схем застосовують наступні графічні позначення:

- умовні графічні позначення елементів, встановлені в стандартах Єдиною системою конструкторської документації, а також побудовані на їхній основі;
- прямокутники;
- спрощені зовнішні обриси елементів (у тому числі аксонометричні).

При необхідності застосовують нестандартизовані умовні графічні позначення. При застосуванні нестандартизованих умовних графічних позначень і спрощених зовнішніх обрисів на схемі приводять відповідні пояснення.

Графічні позначення елементів (пристроїв, функціональних груп) і з'єднуючі їхні лінії зв'язку варто розташовувати на схемі таким чином, щоб забезпечити найкраще уявлення про структуру виробу і взаємодію його складових частин.

Відстань (просвіт) між двома сусідніми лініями графічного позначення повинне бути не менш 1,0 мм. Відстань між сусідніми паралельними лініями

зв'язку повинне бути не менш 3,0 мм. Відстань між окремими умовними графічними позначеннями повинне бути не менш 2,0 мм (див. рисунок 4).

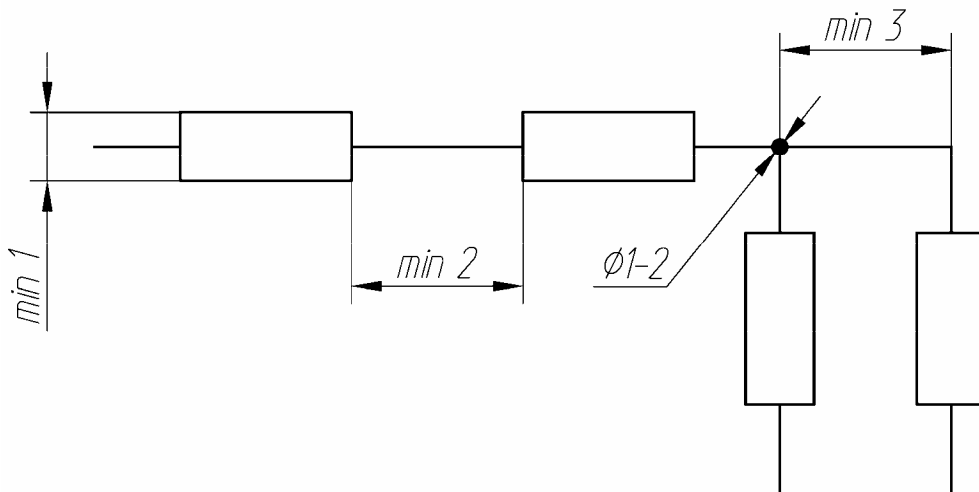


Рисунок 4 – Порядок розміщення на схемі графічних позначень та ліній зв'язку відносно один одного

При проектуванні виробу, у котре входять кілька різних пристроїв, на кожен пристрій рекомендується виконувати самостійну принципову схему.

Функціональну групу або пристрій, що не має самостійної принципової схеми, виконують на схемах у вигляді фігури з контурних штрих-пунктирних ліній.

Функціональну групу або пристрій, що має самостійну принципову схему, розглядають як елемент схеми і зображують у вигляді прямокутника або умовного графічного позначення, йому привласнюють позиційне позначення.

Перелік стандартів, що регламентують побудову електричних схем приведений у додатку 3.

Вище було вказано на можливість застосування в схемах ряду різних графічних позначень. Застосування на схемах тих або інших графічних позначень визначається правилами виконання схем визначеного виду і типу.

Для виконання реальної електричної схеми, з достатнім ступенем деталізації елементів необхідно використовувати велику кількість стандартних графічних позначень елементів електричних схем. Найбільш розповсюджені умовні графічні позначення для електричних схем приведені додатку 4.

Існують умовні графічні позначення, для яких установлене трохи припустимих (альтернативних) варіантів виконання, що розрізняються геометричною формою або ступенем деталізації. У цьому випадку вибір варто здійснювати в залежності від інформації, яку необхідно передати на схемі графічними засобами. При цьому на всіх схемах одного типу, що

входять у комплект документації, повинний бути застосований один обраний варіант позначення.

Умовні графічні позначення елементів зображують у розмірах, встановлених у стандартах на умовні графічні позначення.

Розміри умовних графічних позначень, а також товщини їхніх ліній повинні бути однаковими на всіх схемах для даного виробу.

Допускаються всі розміри графічних позначень пропорційно змінювати, а умовні графічні позначення елементів, які використовуються як складові частини позначень інших елементів (пристроїв), допускається зображувати зменшеними в порівнянні з іншими елементами.

Зображуються умовні графічні позначення в тім положенні, у якому вони приведені у відповідних стандартах, або поверненими на кут кратний 90° , якщо у відповідних стандартах відсутні спеціальні вказівки. Допускається повертати них на кут, кратний 45° , або зображувати дзеркально поверненими, якщо це не порушує змісту і зручності читання схеми.

Умовні графічні позначення, що містять цифрові або буквено-цифрові позначення, допускається повертати проти годинникової стрілки тільки на кут 90° або 45° .

Схеми виконують для виробів, що знаходяться у відключеному положенні.

Елементи, що використані у виробі частково, допускається зображувати на схемі не цілком, обмежуючи зображенням тільки використаних частин.

Схеми виконують у багатолінійному і однолінійному зображенні:

– при багатолінійному зображенні кожне коло зображують окремою лінією, а елементи, що утримуються в цих колах, - окремими умовними графічними позначеннями (рисунок 5 а);

– при однолінійному зображенні кола, що виконують ідентичні функції, зображують однією лінією, а однакові елементи цих кіл, - одним умовним графічним позначенням (рисунок 5 б).

При необхідності на схемі позначають електричні кола. Ці позначення повинні відповідати ГОСТ 2.709-72 або іншим нормативно-технічним документам, що діють у галузях.

При злитті ліній зв'язку кожна лінію зв'язку позначають у місці злиття.

Порядкові номери елементам (пристроям) варто привласнювати в межах виробу (установки), починаючи з одиниці, у межах групи елементів (пристроїв), яким на схемі привласнене однакове буквене позиційне позначення, наприклад *R1*, *R2*, *R3* і т.д., *C1*, *C2*, *C3* і т.д.

Порядкові номери повинні бути привласнені відповідно до послідовності розташування елементів або пристроїв на схемі зверху вниз у напрямку ліворуч праворуч.

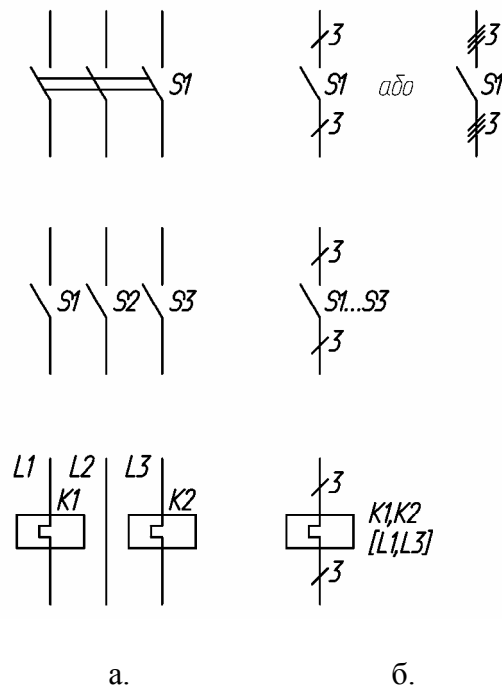


Рисунок 5 - Зображення схеми, багато- і однолінійне: а. - багатолінійне зображення; б. - однолінійне зображення

Позиційні позначення проставляють на схемі поруч з умовними графічними позначеннями елементів і (або) пристроїв із правої сторони або над ними.

При зображенні окремих елементів пристроїв у різних місцях до складу позиційних позначень цих елементів повинне бути включене позиційне позначення пристрою, у яке вони входять, наприклад, А3-С5 - конденсатор С5, що входить у пристрій А3.

На принциповій схемі повинні бути однозначно визначені всі елементи, що входять до складу виробу і зображені на схемі.

При зазначенні біля умовних графічних позначень номіналів резисторів і конденсаторів (рисунок б) допускається застосовувати спрощений спосіб позначення одиниць вимірів:

- для резисторів
 - від 0 до 999 Ом - без вказівки одиниць виміру,
 - від $1 \cdot 10^3$ до $999 \cdot 10^3$ Ом - у кілоомах з позначенням одиниці виміру малою літерою к,
 - від $1 \cdot 10^6$ до $999 \cdot 10^6$ Ом - у мегаомах з позначенням одиниці виміру прописною буквою М,
 - понад $1 \cdot 10^9$ Ом - у гигаомах з позначенням одиниці виміру прописною буквою Г,
- для конденсаторів
 - від 0 до $9999 \cdot 10^{-12}$ Ф - у пікафарадах без вказівки одиниць виміру,

від $1 \cdot 10^{-8}$ до $9999 \cdot 10^{-6}$ Ф - у мікрофарадах з позначенням одиниці виміру малими літерами мк,

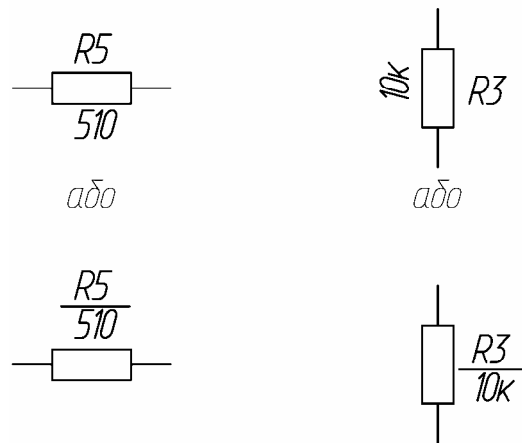


Рисунок 6 – Варіанти зазначення біля умовних графічних позначень елементів їх номіналів

Якщо у виробі є кілька однакових елементів (за найменуванням, типом та номіналом), з'єднаних паралельно (рисунок 7 а.), можна замість зображення всіх розгалужень зобразити лише один елемент, вказавши їх кількість за допомогою позначення розгалуження (рисунок 7 б.).

У разі послідовного з'єднання однакових елементів (рисунок 7 в.) можна зобразити перший та останній з них, вказавши електричний зв'язок між ними штриховою лінією (рисунок 7 г.).

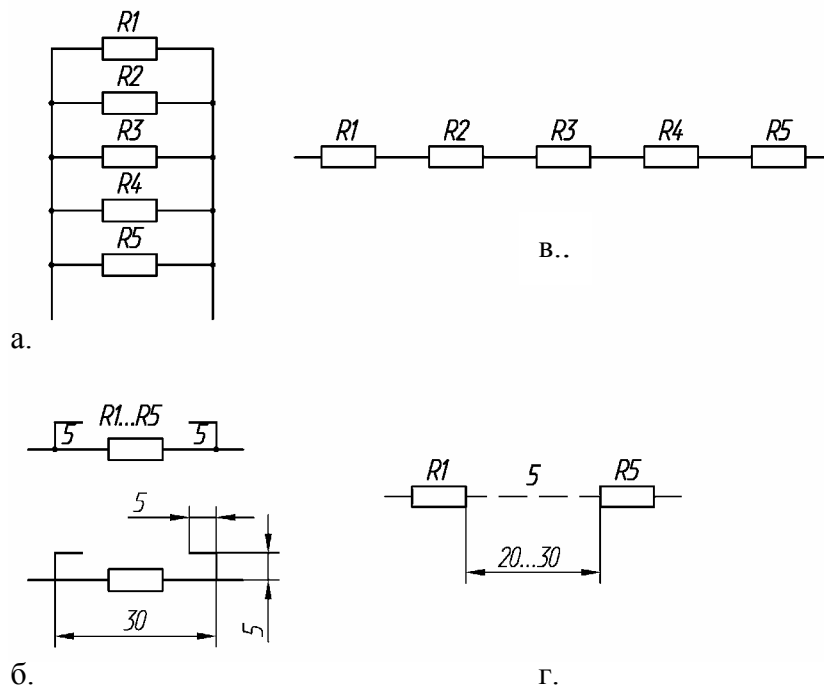


Рисунок 7 – Зображення на схемі однакових за номіналом, типом та найменуванням елементів

На схемі варто вказувати позначення виводів (контактів) елементів (пристроїв), нанесені на виріб або встановлені в їхній документації.

При зображенні на схемі декількох однакових елементів (пристроїв) позначення виводів (контактів) допускається вказувати на одному з них.

Характеристики входних і вихідних кіл виробу, а також адреси їхніх зовнішніх підключень рекомендується записувати в таблиці, що поміщаються замість умовних графічних позначень входних і вихідних елементів - з'єднувачів, плат і т.д. (рисунок 8).

X1

Конт.	Коло	Адреса
1	$\Delta f=0,3...3$ кГц; $R_H=600$ Ом	=A1-X1:1
2	$U_{вих}=0,5$ В; $R_H=600$ Ом	=A1-X1:2
3	$U_{вих}=+60$ В; $R_H=500$ Ом	=A1-X1:3
4	$U_{вих}=+20$ В; $R_H=1$ кОм	=A1-X1:4

Рисунок 8 - Характеристики входних і вихідних кіл виробу, адреси їхніх зовнішніх підключень, що розміщуються замість умовних графічних позначень входних і вихідних елементів

Допускається поміщати таблиці з характеристиками кіл за наявності на схемі умовних графічних позначень входних елементів - з'єднувачів, плат і т.д. (рисунок 9)

X1

Конт.	Коло	Адреса
1	$\Delta f=0,3...3$ кГц; $R_H=600$ Ом	=A1-X1:1
2	$U_{вих}=0,5$ В; $R_H=600$ Ом	=A1-X1:2
3	$U_{вих}=+60$ В; $R_H=500$ Ом	=A1-X1:3
4	$U_{вих}=+20$ В; $R_H=1$ кОм	=A1-X1:4

Рисунок 9 - Характеристики входних і вихідних кіл виробу, адреси їхніх зовнішніх підключень, що розміщуються біля зображення з'єднання

Якщо таблиці розміщені на полі схеми або на наступних аркушах, то їм привласнюють позиційні позначення з'єднувачів, до яких вони складені (рисунок 10).

X2

Конт.	Адреса	Коло	Адреса зовнішня
1	2	+27 В	=A1-X1:1
2	20	-27 В	=A1-X1:2

а.

Конт.	Адреса
1	- K1:3
2	- K1:5

б.

Рисунок 10 – Характеристики вхідних і вихідних кіл виробу, адреси їхніх зовнішніх підключень: а. - таблиця, що поміщається на вільному полі схеми або на наступних аркушах схеми; б. - таблиця, що поміщається біля зображення з'єднання

У графах таблиць указують наступні дані:

- у графі “Конт.” - номер контакту з'єднувача. Номера контактів записують у порядку зростання;
- у графі “Адреса” - позначення кола і (або) позиційне позначення елементів, з'єднаних з контактами.
- у графі “Коло” - характеристику кола;
- у графі “Адреса зовнішня” - адреса зовнішнього з'єднання.

З'єднання з контактами з'єднувача зображують рознесеним способом (рисунок 11).

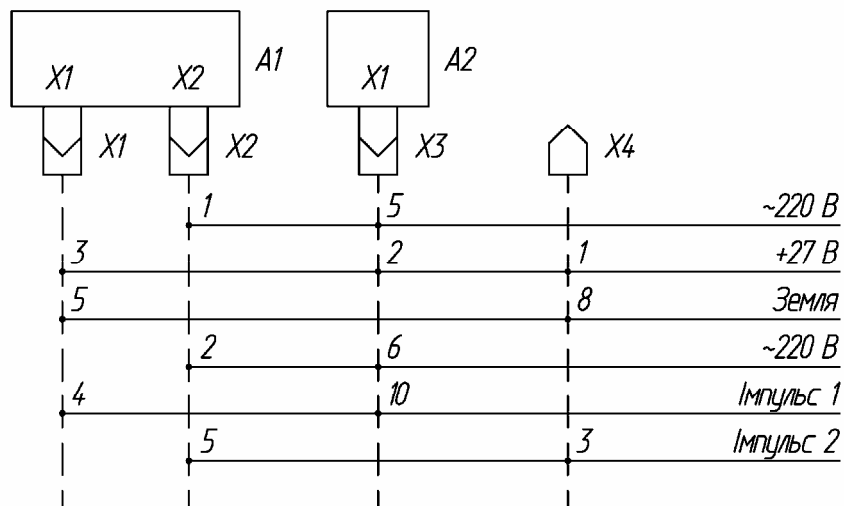


Рисунок 11 – Зображення з'єднання з контактами з'єднувача

Текстова інформація на схемі

На схемах допускається розміщувати різні технічні дані, характер яких визначається призначенням схеми. Такі відомості вказують або біля

графічних позначень (по можливості праворуч або зверху), або на вільному полі схеми. Біля графічних позначень елементів і пристроїв розміщують, наприклад, номінальні значення їхніх параметрів, а на вільному полі схеми – діаграми, таблиці, текстові вказівки.

Зміст тексту повинен бути коротким і точним. У написах не повинні застосовуватися скорочення слів, за винятком загальноприйнятих або встановлених у стандартах.

Текстові дані в залежності від їхнього змісту і призначення можуть бути розташовані:

- поруч із графічними позначеннями;
- усередині графічних позначень;
- над лініями зв'язку;
- у розриві ліній зв'язку;
- поруч з кінцями ліній зв'язку;
- на вільному полі схеми.

Текстові дані, що відносяться до ліній, орієнтують паралельно горизонтальним ділянкам відповідних ліній, при великій щільності схеми допускається вертикальна орієнтація даних.

Біля умовних графічних позначень елементів, що вимагають пояснення в умовах експлуатації (наприклад, перемикачі, потенціометри і т.п.), розміщують відповідні написи, знаки або графічні позначення.

Написи, знаки або графічні позначення, призначені для нанесення на виріб, на схемі беруть у лапки.

На полі схеми над основним написом допускається розміщувати необхідні технічні умови.

Складання переліку елементів схеми

При заповненні переліку елементів схеми у графах таблиці вказують наступні дані:

- у графі “*Поз. позначення*” - позиційні позначення елементів, пристроїв і функціональних груп;
- у графі “*Найменування*” - для елемента (пристрою) – його найменування відповідно до документа, на підставі якого цей елемент (пристрій) застосований, і позначення цього документа (основний конструкторський документ, державний стандарт, галузевий стандарт, технічні умови), наприклад, Котушка індуктивності АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ, або (для резистора) – МЛТ-0,5-300 кому $\pm 5\%$ ГОСТ ... ; для функціональної групи – найменування функціональної групи. При записі елементів однакового найменування, що відрізняються технічними характеристиками й іншими даними які мають однакове буквене позиційне позначення,

допускається в графі “Найменування” записувати найменування цих елементів у вигляді загального найменування, наприклад, Резистори;

– у графі “Примітка” – рекомендується вказувати технічні дані елемента (пристрою), яких немає в його найменуванні.

Елементи в перелік записують групами за абеткою буквених позиційних позначень, наприклад:

A1 Дешифратор АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ

Конденсатори

C1

...

L1 Котушка індуктивності АБВГ. ХХХХХХ. ХХХ

Резистори

R1

...

Діоди

VD1

...

У межах кожної групи, що має однакові буквені позиційні позначення, елементи розташовують за зростанням порядкових номерів, елементи одного типу з однаковими параметрами, що мають на схемі послідовні порядкові номери, допускається записувати в один рядок, наприклад, для резисторів:

R1

R2

R3

R4...R6

...

При виконанні на схемі цифрових позначень в перелік їх записують у порядку зростання.

Для полегшення внесення змін допускається залишати кілька незаповнених рядків між окремими групами елементів, а при великій кількості елементів усередині груп – і між елементами.

На рисунку 12 приведений приклад виконання структурної електричної схеми з переліком елементів.

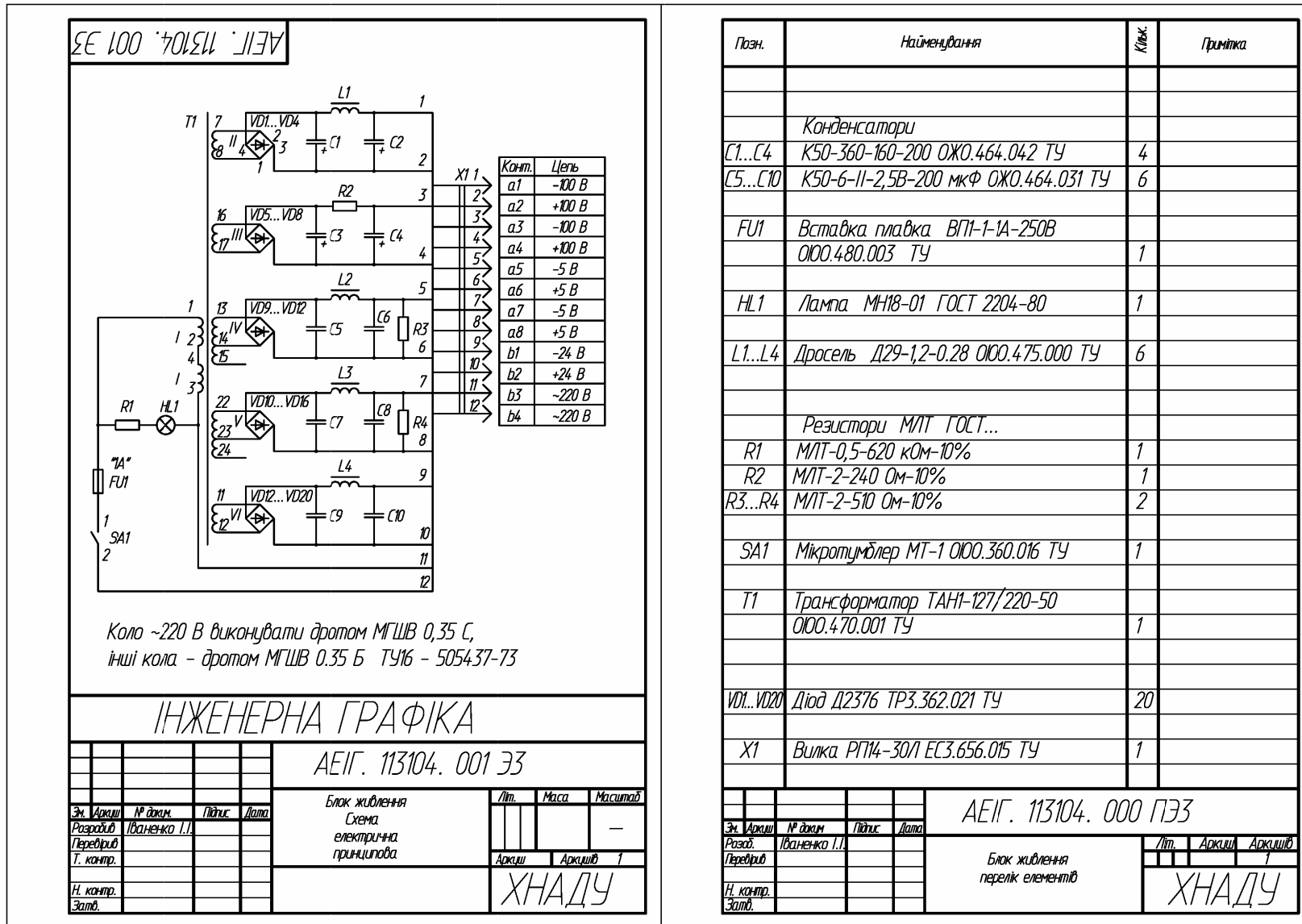


Рисунок 12 - Приклад виконання електричної принципової схеми

ЗМІСТ РОБОТИ

1. Вивчення видів і типів схем, правил їхньої побудови.
2. Виконання креслення електричної принципової схеми.
3. Складання переліку елементів схеми.

Загальні рекомендації до виконання завдання

1. Вивчити, видану викладачем схему, її призначення й принцип дії.
2. Виконати креслення схеми без дотримання масштабу. При виборі формату варто керуватися ступенем складності й насиченості схеми.
3. Накреслити всі умовні графічні позначення з дотриманням відповідних ГОСТів.
4. Скласти перелік елементів схеми.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
2. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А. Скидан; За ред. В.Є. Михайленка. – К.: Вища школа, 2000. – 342 с.
3. Інженерна графіка: підручник для студентів вищих закладів освіти I – II рівнів акредитації / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов; За ред. В.Є. Михайленка. – Львів: Піча Ю.В.; К.: “Каравела”; Львів: “Новий Світ – 2000”, 2002. – 284 с.
4. Оформление текстовых и графических материалов при подготовке дипломных проектов, курсовых и письменных экзаменационных работ (требования ЕСКД) / А.П. Гапоненко, Ю.В. Милованов, М.И. Лапсарь: Учеб. для нач. проф. образования: Учеб. пособие для сред. проф. образования. – М.: ПрофОбрИздат, 2001. – 352 с.
5. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по, ЕСКД: Справочник. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 325 с.
6. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. – 2-е изд., перераб. М.: Высш. шк.; Изд. центр «Академия», 2001. – 493 с.

Таблиця Д.1.1- Буквені коди видів електричних елементів (ГОСТ 2.710-81)

Перша буква коду	Група видів елементів	Приклади видів елементів	Двобуквенний код
А	Пристрої, загальне позначення	Підсилювачі, прилади телекерування, лазери	
В	Перетворювачі неелектричних величин в електричні (крім генераторів і джерел живлення) або, навпаки, аналогові або багаторазрядні перетворювачі або датчики для вказівки виміру	Гучномовець Магнітострикційний елемент Телефон (капсуль) Тепловий датчик Фотоелемент Мікрофон Датчик тиску П'єзоелемент Датчик швидкості Звукознімач Датчик частоти обертання	ВА ВВ ВF ВК ВL ВМ ВР ВQ ВV ВS ВR
С	Конденсатори		
Д	Схеми інтегральні, мікрозборки	Схема інтегральна аналогова Схема інтегральна цифрова	DA DD
Е	Елементи різні, освітлювальні пристрої, нагрівальні елементи	Нагрівальний елемент Лампа освітлювальна Піропатрон	EK EL ET
Ф	Розрядники, запобіжники, пристрої захисні	Дискретний елемент захисту за струмом миттєвої дії Дискретний елемент захисту за струмом інерційної дії Запобіжник плавкий Дискретний елемент захисту за напругою, розрядник	FA FP FU FV
Г	Генератори, джерела осциляторів		
Н	Пристрої індикаційні і сигнальні	Прилад звукової сигналізації Індикатор символний Прилад світлової сигналізації	HA HG HL
К	Реле, контактори, пускачі	Реле струмове Реле електротеплове Контактор, магнітний пускач Реле напруги	KA KK KM KV
Л	Котушки індуктивності, дроселі	Дросель люмінісцентного освітлення	LL
М	Двигуни постійний і перемінний токи		

продовження таблиці Д.1.1

Перша буква коду	Група видів елементів	Приклади видів елементів	Двобуквенний код
P	Прилади, вимірювальне устаткування <i>Примітка.</i> Сполучення PE застосовувати не допускається	Амперметр Лічильник імпульсів Частотомір Омметр Прилад, що реєструє Годинник Вольтметр Ваттметр	PA PC PF PR PS PT PV PW
Q	Вимикачі і роз'єднувачі в силових колах	Вимикач автоматичний Короткозамикач Роз'єднувач	QF QK QS
R	Резистори	Терморезистор Потенціометр Шунт вимірювальний Варистор	RK RP RS RU
S	Пристрої комутаційні в колах керування, сигналізації і вимірювальних	Вимикач або перемикач Вимикач кнопковий Вимикач автоматичний Вимикач, що спрацьовує від температури	SL SB SF SK
T	Трансформатори, автотрансформатори	Трансформатор струму Електромагнітний стабілізатор Трансформатор напруги	TA TS TV
U	Пристрої зв'язку, перетворювачі електричних величин в електричні	Модулятор Демодулятор Дискримінатор Перетворювач частотний, інвертор, генератор частоти, випрямляч	UB UR UI UZ
V	Прилади електровакуумні і напівпровідникові	Діод, стабілітрон Прилад електровакуумний Транзистор Тиристор	VD VL VT VS
W	Антенні	Антенна Аттенюатор	WA WU
X	З'єднання контактні	Струмознімач, контакт ковзаючий Штир Гніздо З'єднання розбірне	XA XP XS XT
Y	Пристрої механічні з електромагнітним приводом	Електромагніт Гальмо з електромагнітним приводом Електромагнітний патрон	YA YB YH
Z	Пристрої кінцеві, фільтри, обмежники	Обмежувач Фільтр кварцовий	ZL ZQ

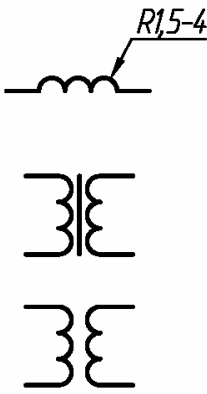
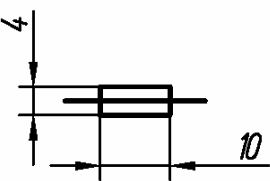
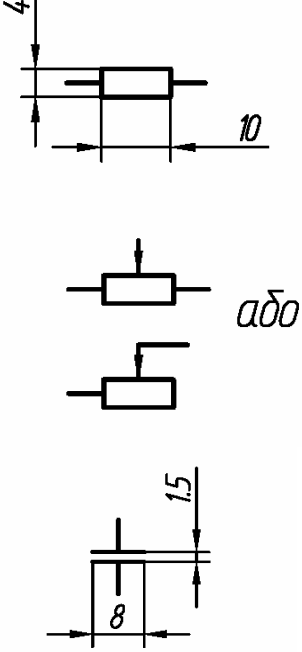
Таблиця Д.2.1- Буквені коди для вказівки функціонального призначення елементів (ГОСТ 2.710-81)

Буквенний код	Функціональне призначення	Буквенний код	Функціональне призначення
А	Допоміжний	N	Вимірювальний
В	Напрямок руху (уперед, назад, нагору, униз, за годинниковою стрілкою, проти годинникової стрілки)	P	Пропорційний
С	Лічильний	Q	Стан (старт, стій, обмеження)
D	Диференційний	R	Повернення, скидання
F	Захисний	S	Запам'ятовування, запис
G	Випробувальний	T	Синхронізація, затримка
Н	Сигнальний	У	Швидкість (прискорення, гальмування)
I	Інтегруючий	W	Додавання
K	Штовхальний	X	Множення
M	Головний	У	Аналоговий
		Z	Цифровий

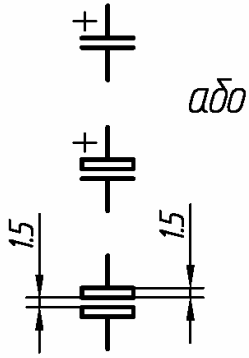
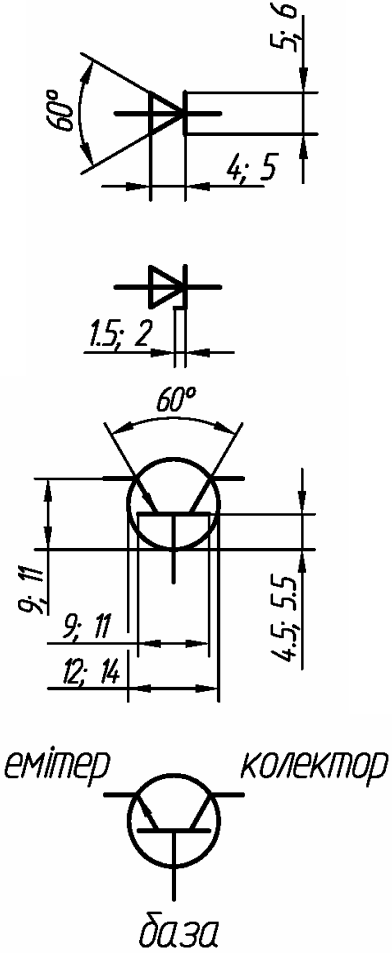
- ГОСТ 2.701-84 «ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению»
- ГОСТ 2.702-75 «ЕСКД. Правила выполнения электрических схем»
- ГОСТ 2.710-81 «ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах»
- ГОСТ 2.721-74 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения»
- ГОСТ 2.722-68 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические»
- ГОСТ 2.723-68 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, трансформаторы и магнитные усилители»
- ГОСТ 2.725-68 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутирующие»
- ГОСТ 2.726-68 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Токосъемники»
- ГОСТ 2.727-68 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители»
- ГОСТ 2.728-68 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы; конденсаторы»
- ГОСТ 2.729-73 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные»
- ГОСТ 2.730-73 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые»
- ГОСТ 2.731-81 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электровакуумные»
- ГОСТ 2.732-68 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники света»
- ГОСТ 2.735-68 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Антенны»
- ГОСТ 2.736-68 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы пьезоэлектрические и магнитострикционные; линии задержки»
- ГОСТ 2.737-68 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства связи»
- ГОСТ 2.739-68 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Аппараты, коммутаторы и станции коммутационные телефонные»
- ГОСТ 2.740-89 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Аппараты и трансляции телеграфные»
- ГОСТ 2.741-68 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы акустические»

- ГОСТ 2.742-68 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники тока электрохимические»
- ГОСТ 2.751-73 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Электрические связи, провода, кабели и шины»
- ГОСТ 2.752-71 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства телемеханики»
- ГОСТ 2.755-87 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения»
- ГОСТ 2.756-71 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Воспринимающая часть электромеханических устройств»

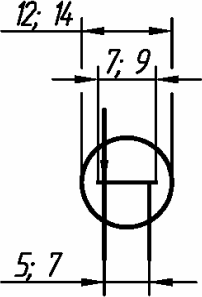
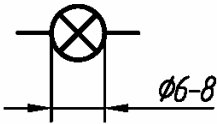
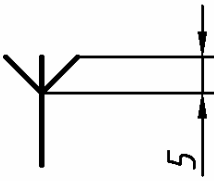
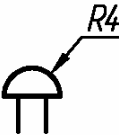
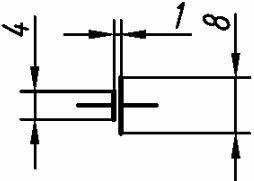
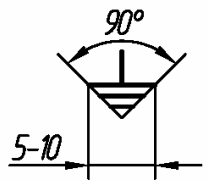
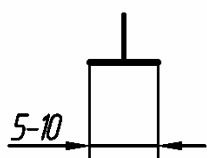
Таблиця Д.4.1- Умовні графічні позначення елементів

Умовне графічне позначення	Найменування
Котушки індуктивності, дроселі, трансформатори (ГОСТ 2.723-68)	
	<p>Котушка індуктивності, дросель</p> <p>Трансформатор напруги з магнітопроводом</p> <p>Трансформатор напруги без магнітопроводу</p>
	<p>Запобіжник плавкий (ГОСТ 2.727-68)</p>
Резистори, конденсатори (ГОСТ 2.728-74)	
	<p>Резистор постійного опору</p> <p>Резистор змінного опору</p> <p>Конденсатор постійної ємності</p>

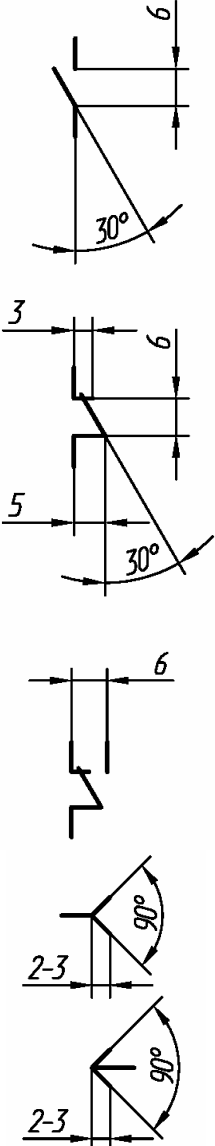
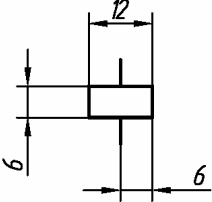
Продовження таблиці Д.4.1

Умовне графічне позначення	Найменування
	<p>Конденсатор електролітичний поляризований</p> <p>Конденсатор електролітичний неполяризований</p>
<p>Прилади напівпровідникові (ГОСТ 2.730-73)</p>	
	<p>Діод</p> <p>Стабілітрон</p> <p>Транзистор <i>p-n-p</i> типу</p> <p>Транзистор <i>n-p-n</i> типу</p>

Продовження таблиці Д.4.1

Умовне графічне позначення	Найменування
	Транзистор польовий з каналом <i>n</i> типу
	Лампа накаливання (ГОСТ 2.732-68)
	Антенa (ГОСТ 2.735-68)
	Дзвінок електричний (ГОСТ 2.741-68)
	Елемент гальванічний (ГОСТ 2.742-68)
 	Заземлення (ГОСТ 2.751-73) Корпус (ГОСТ 2.751-73)

Продовження таблиці Д.4.1

Умове графічне позначення	Найменування
Контакти (ГОСТ 2.755-74)	
	<p data-bbox="699 443 1342 477">Контакт комутаційного пристрою замикаючий</p> <p data-bbox="699 775 1358 808">Контакт комутаційного пристрою розмикаючий</p> <p data-bbox="699 1137 1374 1171">Контакт комутаційного пристрою перемикаючий</p> <p data-bbox="699 1285 1390 1319">Контакт рознімного контактного з'єднання (штир)</p> <p data-bbox="699 1433 1406 1467">Контакт рознімного контактного з'єднання (гніздо)</p>
	<p data-bbox="699 1610 1123 1644">Котушка реле (ГОСТ 2.756-76)</p>