

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

Д. В. Котляр, О. Г. Бідніченко

ГРАФІЧНЕ ОФОРМЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ПРИНЦИПОВИХ

**Методичні вказівки
до вивчення дисципліни
«Інженерна та комп'ютерна графіка»**

Рекомендовано Методичною радою НУК



2026

УДК 004.92(075.8)

К89

Автори:

Д. В. Котляр, канд. техн. наук, доцент без вченого звання;

О. Г. Бідніченко, канд. техн. наук, професор НУК

Рецензент:

С. О. Слободян, канд. техн. наук, професор НУК

Рекомендовано Методичною радою НУК

Котляр Д. В.

К89 Графічне оформлення електричних схем принципових : методичні вказівки до вивчення дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» / Д. В. Котляр, О. Г. Бідніченко. – Миколаїв : НУК, 2026. – 74 с.

Мета цих вказівок – допомогти студентам у виконанні графічних завдань з креслеників електротехнічного напрямку відповідно до Національного стандарту України ЄСКД. Вказівки містять короткі відомості про побудову зображень електричних схем принципових на плоскому кресленнику, про умовності та спрощення, що застосовуються під час виконання креслеників. Розглянуто загальні вимоги до графічного оформлення електричних принципових схем, систематизовано основні положення державних стандартів зображення й оформлення електричних схем, наведено умовні графічні позначення елементів електричних схем.

Призначено для аудиторної та самостійної роботи студентів ННІАЕ всіх спеціальностей першого курсу денної та заочної форм навчання.

УДК 004.92(075.8)

© Д. В. Котляр, О. Г. Бідніченко, 2026

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2026

ВСТУП

Відповідно до робочої програми дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» студенти першого курсу денної та заочної форм навчання мають ознайомитись з чинними державними стандартами із зображеннями й оформленням електричних принципових схем. Наводяться приклади виконання електричних принципових схем.

Оформлення електричних принципових схем ґрунтується на матеріалах нарисної геометрії, яка вивчає способи зображення просторових форм на площині і практичні методи побудови зображень геометричних тіл та їх поєднань. Це один із найбільш важливих і водночас найскладніших для сприйняття змістових розділів курсу технічного креслення. У цих вказівках викладено основні правила побудови електротехнічного кресленика. Вказівки складені відповідно до вимог Національного стандарту України ЄСКД, а саме ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 [1]. Терміни, що використовуються у даних методичних вказівках, подаються згідно з чинним стандартом України ДСТУ 3321:2003 [2], з правками українського правопису від 2019 року.

Надано варіанти завдань та методичні рекомендації щодо виконання графічних робіт з креслення електричних схем принципових, створених у середовищі системи автоматизованого проєктування AutoCAD.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО СХЕМИ ТА ЇХНЮ КЛАСИФІКАЦІЮ

1.1. Загальні терміни

Схема – це графічний конструкторський документ, на якому відображаються у вигляді умовних зображень або позначень складові частини виробу і зв'язки між ними.

Схеми застосовують для вивчення принципу дії механізмів, машин, приладів та апаратів, а також при їх наладці, ремонті, монтажі трубопроводів і електричних мереж. Вони дозволяють з'ясувати взаємозв'язки між окремими складовими виробу без деталізації особливостей їх конструкції.

Схеми входять до комплексу конструкторської документації і разом з іншими документами містять дані, необхідні для проектування, виготовлення, складання, регулювання та експлуатації виробів.

Відповідно до призначення, схеми можна використовувати для таких цілей:

- *на етапі проектування* схеми використовують для виявлення структури майбутнього виробу, що є основою для подальшого конструкторського опрацювання;
- *на етапі виробництва* схеми застосовують для ознайомлення з конструкцією виробу, розробки технологічних процесів виготовлення та контролю якості деталей;
- *на етапі експлуатації* схеми застосовують для виявлення несправностей та використання при технічному обслуговуванні виробів.

Згідно з ДСТУ ГОСТ 2.702:2013, види схем залежать від складу виробу та зв'язків між його елементами. Їх позначають

великими літерами: електричні – Е, гідравлічні – Г, пневматичні – П, кінематичні – К, оптичні – Л, комбіновані – С, вакуумні – В, газові – Х, автоматизації – А.

Залежно від основного призначення, схеми поділяються на наступні типи (позначаються цифрами): структурні – 1; функціональні – 2; принципові – 3; з'єднань – 4; підключення – 5; загальні – 6; розташування – 7; інші – 8; об'єднані – 0.

Структурна схема визначає основні функціональні частини виробу, їх призначення та взаємозв'язки. Структурні схеми створюють на початкових стадіях проектування виробу, після чого розробляють схеми інших типів. Схеми використовують для загального ознайомлення з виробом.

Функціональна схема слугує для роз'яснення процесів, що відбуваються в окремих функціональних ланцюгах виробу або в усьому виробі. Такі схеми використовують для вивчення принципів роботи виробів, а також при їх налагодженні, контролі та ремонті під час експлуатації.

Принципова (повна) схема визначає повний склад елементів та їх зв'язки, надаючи детальне уявлення про принципи роботи виробу. Такі схеми використовують як основу для розробки інших конструкторських документів, зокрема схем з'єднань (монтажних) і креслень.

Схема з'єднань (монтажна) демонструє з'єднання складових частин виробу та визначає дроти, джгути, кабелі або трубопроводи, якими вони з'єднуються, а також місця приєднання і введення (роз'єми, затиски тощо). Схеми з'єднань використовують при розробці інших конструкторських документів, зокрема креслень, що визначають прокладку та способи кріплення дротів, джгутів, кабелів або трубопроводів у виробі, а також для здійснення з'єднань.

Схема підключення демонструє зовнішні підключення виробу. Її використовують при розробці інших конструкторських документів, а також для організації підключень та під час експлуатації виробів.

Загальна схема відображає складові частини комплексу та їх взаємозв'язки на місці експлуатації. Такі схеми використовують для ознайомлення з комплексом, а також для його контролю та експлуатації.

Схема розташування визначає відносне розташування складових частин виробу (або установки), а за потреби – також джгутів, дротів, кабелів, трубопроводів тощо. Такі схеми застосовують при розробці інших конструкторських документів, а також під час експлуатації і ремонту виробів.

Об'єднана схема – це документ, на якому відображаються схеми двох або більше типів, що стосуються одного виробу. Для виробу, що містить елементи різних видів, розробляють або декілька окремих схем (наприклад, електричну принципову та гідравлічну принципову), або одну комбіновану схему, що включає елементи та їх зв'язки різних видів.

Перераховані типи схем можна розділити на дві основні групи:

- 1) схеми, що відображають хід робочого процесу в пристрої (типи 1, 2, 3);
- 2) схеми, що демонструють взаємне розташування окремих частин пристрою, а також наявність і характер зв'язків між ними (типи 4, 5, 6, 7).

На схемі одного виду дозволяється зображувати елементи інших типів схем, а також пристрої, які не входять до складу виробу, але є необхідними для роз'яснення принципів його роботи. Графічні позначення таких елементів і пристроїв виділяють на схемі штрихпунктирними тонкими лініями, що вказують місцезнаходження елементів та інші необхідні дані.

Допускається розробка суміщених схем, коли на схемі одного типу зображуються фрагменти схем інших типів. Наприклад, на схемі з'єднань можна показати зовнішні підключення виробу. Суміщені схеми виконують згідно з правилами, встановленими для відповідних типів, а в разі потреби допускається розробка схем інших видів і типів.

Код схеми складається з літерної частини, що визначає вид схеми, та цифрової частини, що вказує її тип. Наприклад, електрична принципова схема має код ЕЗ, який зазначається у графі основного напису кресленика.

У наведених методичних вказівках розглядається тільки електрична принципова схема з деякими подробицями, достатніми для виконання навчального завдання.

1.2. Вимоги і правила виконання електричних принципових схем

Загальні вимоги та правила виконання схем встановлює ДСТУ ГОСТ 2.702:2013. Електрична принципова схема є найбільш повною електричною схемою виробу. Вона зображує всі елементи і пристрої, необхідні для здійснення та контролю електричних процесів, включаючи всі зв'язки між ними, та елементи, якими завершуються вхідні та вихідні кола (ланцюги).

До складу принципової схеми входять:

- а) умовні графічні позначення електричних елементів та зв'язки між ними;
- б) позиційні літерно-цифрові позначення елементів;
- в) написи, що характеризують вхідні та вихідні кол;
- г) перелік елементів.

Принципові схеми мають бути максимально наочними та зручними для читання, відображаючи логіку розвитку процесу у виробі. Це досягається шляхом дотримання наступних умов:

- елементи, що виконують спільну функцію (функціональні групи), слід розташовувати близько один до одного;
- елементи всередині функціональних груп слід розташовувати таким чином, щоб конфігурація ланцюгів була максимально простою, із мінімальною кількістю зломів та перетинів;

- функціональні групи слід розташовувати на схемі у порядку, який відповідає послідовності розвитку процесу (від лівого до правого краю);
- усі додаткові та допоміжні функціональні ланцюги (елементи та їх зв'язки) зазвичай розміщують поза основною зоною схеми;
- схеми виконуються для виробів, які знаходяться у відключеному (знеструмленому) або початковому стані.

На схемах зображення подають у вигляді умовних графічних позначень, контурів функціональних блоків, а також зовнішніх контурів виробу. Маркувати пункти:

- умовні графічні та літерні позначення повинні відповідати стандартам ДСТУ. Допускається пропорційне збільшення або зменшення стандартних позначень на схемі;
- літерні та цифрові позначення, виконані одним розміром шрифту, за можливості, наносять праворуч або зверху від умовного графічного позначення;
- лінії зв'язку та контури позначень орієнтують за головними напрямками кресленика. Вони повинні мати якнайменшу кількість перетинів і зломів. Відстань між паралельними лініями зв'язку має бути не менше 3 мм. Місця перетину ліній зв'язку позначають точкою;
- на схемах дозволяється розміщувати додаткові технічні вимоги, зокрема: номінальні значення параметрів (під позначенням), параметри в характерних точках, таблиці та часові діаграми на полі схеми;
- маркування виводів елементів на виробі має відповідати їх позначенню на схемі;
- елементи, що є приладами з власною принциповою схемою, позначають на схемі потовщеною суцільною лінією;
- елементи, що визначають функціональні групи, дозволяється виділяти штрихпунктирною лінією із зазначенням їхнього найменування.

1.3. Вимоги до графічного оформлення схем

Електричні принципові схеми виконуються відповідно до ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 без суворого дотримання масштабу або точного просторового розташування елементів – вони можуть бути виконані приблизно. Це забезпечує повний перелік елементів і зв'язків, даючи детальне уявлення про принцип роботи виробу. За класифікацією електрична принципова схема отримує код ЕЗ.

Для побудови схеми електричної принципової необхідно знати такі правила:

1. Лінії електричного зв'язку на принциповій схемі мають умовний характер і не відображають фактичне розташування дротів.

2. Лінії зв'язку між елементами слід розташовувати лише горизонтально або вертикально, з мінімальною кількістю зломів та перетинів.

3. За стандартом ISO 81714-1:2018 [3] товщина ліній зв'язку встановлюється в межах 0,2–1 мм залежно від формату схеми та розмірів графічних позначень. Рекомендується використовувати товщину від 0,3 до 0,4 мм.

4. Електричні елементи зображуються за допомогою умовних графічних позначень (УГП), які креслять у тому стані, в якому вони представлені в стандарті, або повернутими на кут, кратний 90° . При цьому кваліфікаційні символи (наприклад, символ світлового потоку) при обертанні не повинні змінювати свою орієнтацію.

5. Товщина лінії зв'язку має дорівнювати товщині ліній, що використовуються для УГП. Відстань між двома паралельними лініями повинна становити не менше 3 мм, а між окремими графічними зображеннями – не менше 2 мм.

6. На вільному полі схеми розміщують діаграми, таблиці та текстові вказівки, що забезпечують додаткове пояснення конструкції схеми.

7. Під час виконання принципових електричних схем на великих форматах, а також для виділення особливих та важливих елементів або вписування пояснювальних написів і позначень, допускається пропорційне збільшення всіх умовних графічних позначень (рис. 1.1).

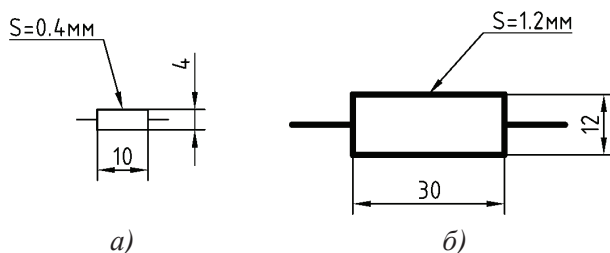


Рис. 1.1. Зображення елемента схеми:

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

8. Для забезпечення компактності схеми, особливо за великої насиченості умовними графічними позначеннями, допускається їх пропорційне зменшення. При цьому відстань між двома сусідніми лініями УГП має бути не менше 3,0 мм.

9. З метою покращення наочності принципової електричної схеми дозволяється переміщення її елементів на робочому полі кресленика за умови збереження принципів побудови схеми (рис. 1.2).

10. Для спрощення схеми допускається зливати кілька електрично нез'єднаних ліній зв'язку в одну лінію групового зв'язку (рис. 1.3). Розміри таблиці з'єднувача не регламентуються ДСТУ. Від активних контактів з'єднувача Х1, розташованого ліворуч, відходять лінії зв'язку з власною нумерацією, які умовно злиті в одну потовщену лінію. За потреби від цієї лінії відводять дроти (наприклад, 1, 2, 7, 8), які підключені до з'єднувача Х2 (вилки), що контактує із з'єднувачем Х5 (розеткою) пристрою А2. У таблиці цього пристрою у графі «Адреса» зазначено: Х1:1...Х1:10. Напис Х1:1 означає, що дрот 1

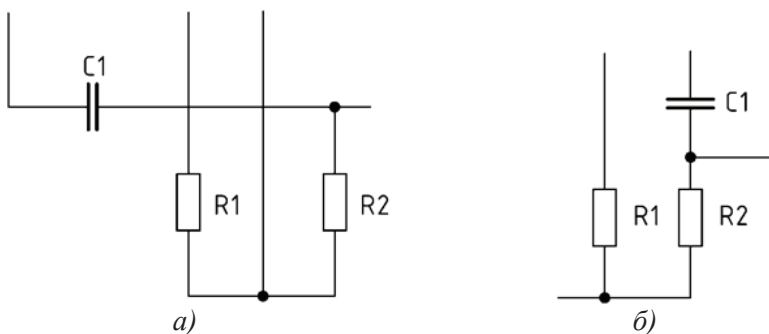


Рис. 1.2. Зображення ліній зв'язку між елементами схеми:
а – нерациональне; б – рациональне

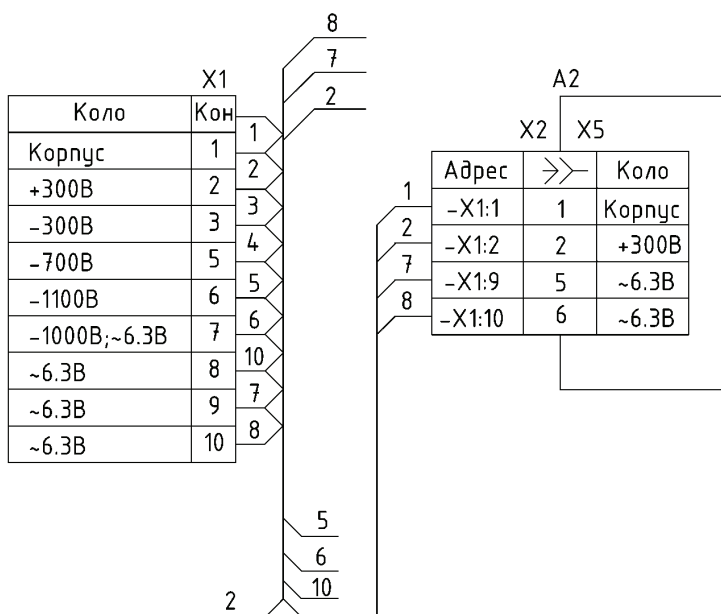


Рис. 1.3. Оформлення контактів (таблиці) входних і вихідних елементів-з'єднувачів

пов'язує з'єднувач X2 із з'єднувачем X1, а саме з його контактом 1. Цифри 1, 2, 5, 6 позначають контакти з'єднувача X2–X5, підключені до кіл (ланцюгів) Корпус +300В та ін. Порядок розташування контактів у схемі визначається зручністю читання схеми. У графі «Кон» (контакт) записують номер контакту з'єднувача, у графі «Коло» – характеристику кола.

Характеристики вхідних і вихідних ланцюгів виробу, а також адреси їх зовнішніх підключень рекомендується записувати в таблиці, які розміщують замість УГП вхідних і вихідних елементів – роз'ємів, плат тощо (рис. 1.4).

Контакт	Коло	Адреса
1	$f=0.3..3\text{кГц}$; $R_n=6\text{кОм}$	=A1-X1:1
2	$U_{вх}=0,5\text{В}$; $R_n=6\text{кОм}$	=A1-X1:2
3	$U_{вх}=+60$; $R_n=6\text{кОм}$	=A1-X1:3
4	$U_{вх}=+20$; $R_n=6\text{кОм}$	=A1-X1:4

Рис. 1.4. Характеристики вхідних і вихідних кіл виробів

У графі «Контакт» вказують позначення (номери) контактів елементів.

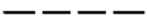
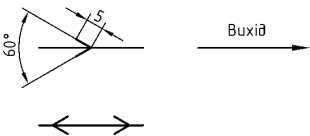
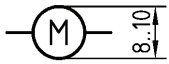
Кожній таблиці присвоюється позиційне позначення елемента, замість якого вона розташована. Позиційне позначення записується над таблицею. Розміри таблиці стандартом не регламентуються.

1.4. Умовні графічні позначення елементів на електричних схемах

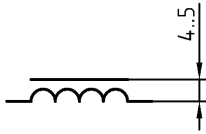
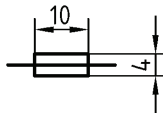
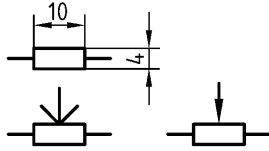
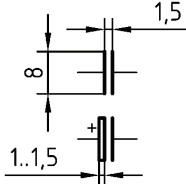
Умовні графічні позначення (УГП) елементів на електричних схемах встановлюються стандартом ДСТУ ISO 14617-6:2018. Вони призначені для передачі інформації

про функцію, будову та функціональні властивості елементів і пристроїв. Таблиця 1.1 містить умовні графічні позначення, затверджені стандартом, які найчастіше використовуються в електричних принципових схемах.

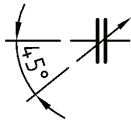
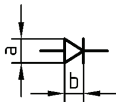
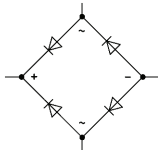
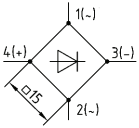
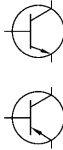
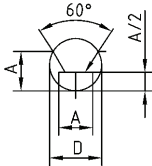
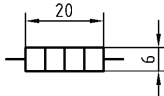
Таблиця 1.1 – Стандартизовані УГП елементів електричних схем

Найменування	Позначення
1	2
Лінія механічного зв'язку в електричних схемах; магніто-діелектричний сердечник; екрани.	
Лінія електричного зв'язку; дріт, кабель, шина.	
Умовні межі пристроїв, функціональних груп.	
Злам лінії електричного зв'язку: а) під кутом 90°; б) під кутом 135°.	
Потік електромагнітної енергії, сигнал електричний: а) в одному напрямі; б) в обох напрямках.	
Машина електрична. Загальне позначення. Примітка. У середині кола допускається позначати наступні дані: рід машини (генератор) – G; двигун – M; збудник – B; дизель генератор – DG; тахогенератор – TG; сервомотор – S.	
Котушка індуктивності, дросель без сердечника, що створюють магнітне поле під час проходження через неї струму.	

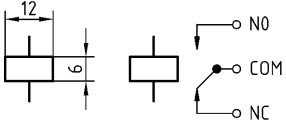
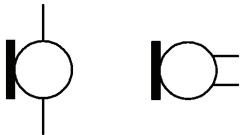
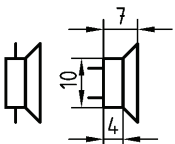
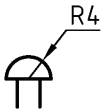
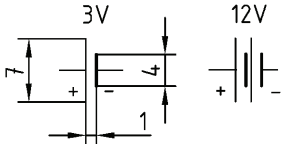
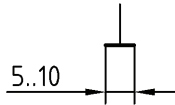
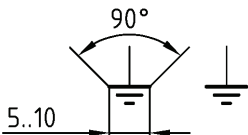
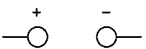
Продовження таблиці 1.1

1	2
Дросель з феромагнітним сердечником. Усередині котушки може бути сталеве осердя. Його можна використовувати як перетворювач, який перетворює електричну енергію на механічну, потягнувши за щось магнітним способом.	
Трансформатор без сердечника з постійним зв'язком.	
Трансформатор з магніто-діелектричним сердечником.	
Трансформатор однофазний з феромагнітним сердечником.	
Запобіжник плавкий.	
Резистор: а) постійний; б) змінний.	
Термістор	
Конденсатор: а) постійної ємності; б) поляризований;	

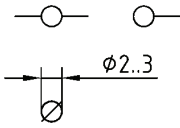
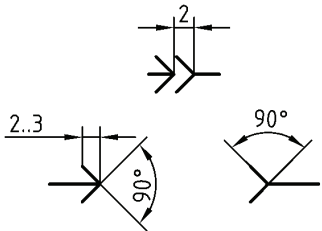
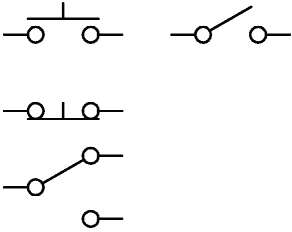
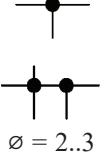
Продовження таблиці 1.1

1	2									
в) змінної ємності.										
Випрямний стовп (блок): а) діод; б) стабілітрон односторонній.	<table border="1" data-bbox="649 394 724 469"><tr><td>a</td><td>b</td><td>d</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>1.5</td></tr><tr><td>6</td><td>5</td><td>2</td></tr></table>  	a	b	d	5	4	1.5	6	5	2
a	b	d								
5	4	1.5								
6	5	2								
Міст випрямний напівпровідниковий. Примітка. До виводів 1–2 підключається напруга змінного струму; виводи 3–4 – випрямлена напруга. Вивід 4 має позитивну полярність.	 									
Транзистор типу n-p-n. Транзистор типу p-n-p.	<table border="1" data-bbox="641 743 683 805"><tr><td>A</td><td>D</td></tr><tr><td>9</td><td>12</td></tr><tr><td>11</td><td>14</td></tr></table>  	A	D	9	12	11	14			
A	D									
9	12									
11	14									
Підсилювач напруги.										
Лампа: а) розжарювання; б) освітлювальна; в) сигнальна (індикаційна).	  									
Обігрівач.										

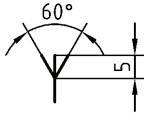
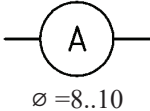
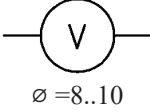
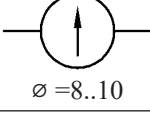
Продовження таблиці 1.1

1	2
Обмотка реле.	
Мікрофон: а) вертикальне з'єднання; б) горизонтальне з'єднання.	
Гучномовець (репродуктор): а) вертикальне з'єднання; б) горизонтальне з'єднання.	
Бuzzer (Зумер).	
Елемент гальванічний: а) комірка живлення (3V); б) акумулятор, батарея (12V).	
Корпус.	
Заземлення.	
Живлення постійного струму.	

Продовження таблиці 1.1

1	2
Живлення змінним струмом.	
Контактні з'єднання: а) розбірне; б) затискачі.	
Контактні з'єднання роз'ємні: а) загальне позначення; б) штир; в) гніздо.	
Вимикач натискний кнопковий: а) з контактом, що замикає; б) з контактом, що розмикає; в) з контактом, що перемикає.	
Контактні з'єднання нерозбірні:	
Лінія електричного зв'язку з відгалуженням: а) одним; б) декількома.	

Продовження таблиці 1.1

1	2
Антенa.	
Амперметр.	
Вольтметр.	
Гальванометр.	

Окрім стандартизованих УГП (табл. 1.1), на схемах допускається застосовувати нестандартні позначення, створені на основі стандартних. При цьому лише нестандартні позначення мають супроводжуватися поясненнями на схемі.

Розміри умовних графічних позначень електричних елементів визначаються стандартами ДСТУ [4–9], наведеними у табл. 1.2, а їх витяги подані в табл. 1.1.

Елементи, розміри яких у стандартах не встановлені, позначають відповідно до вимог наведених стандартів.

З метою забезпечення одноманітності УГП, а також для простоти їх побудови слід застосовувати основну фігуру А (рис. 1.5).

Під основною фігурою мається на увазі геометрична форма, яка за допомогою допоміжних елементів дає змогу визначити пропорції графічних символів. Вона являє собою сітку ліній, що містить прості геометричні елементи. Прості

геометричні елементи основної фігури (квадрати, кола, трикутники, прямі лінії) мають бути пов'язані між собою не лише геометрично, а й математичними співвідношеннями.

Таблиця 1.2 – Стандарти. Умовні графічні позначення в схемах

ДСТУ ISO 14617-1:2018	Позначення загального застосування
ДСТУ ISO 14617-6:2018	Розрядники і запобіжники
ДСТУ ISO 14617-4:2018	Резистори. Конденсатори
ДСТУ ISO 14617-11:2018	Джерела світла
ДСТУ IEC 60617:2018 (IEC 60617:2012 DB)	Прилади електровимірювальні
	Антени
	Електричні машини
	Котушки індуктивності, дроселі, автотрансформатори
	Прилади напівпровідникові
	Елементи цифрової техніки
	Елементи аналогової техніки
	Рід струму і напруги, види з'єднання обмоток, форми імпульсів
	Електровакуумні прилади
	Лінії надвисокої частоти
	Електрохімічні джерела струму
	Лінії електричного зв'язку дроту кабелі, шини і їх з'єднання
	Інтегральні оптоелектронні елементи індикації
	Пристрої, що запам'ятовують
ДСТУ EN IEC 60947-3:2022	Пристрої комутаційні і контактні з'єднання

УГП виконують за допомогою основної фігури так, щоб можна було застосовувати прості геометричні елементи.

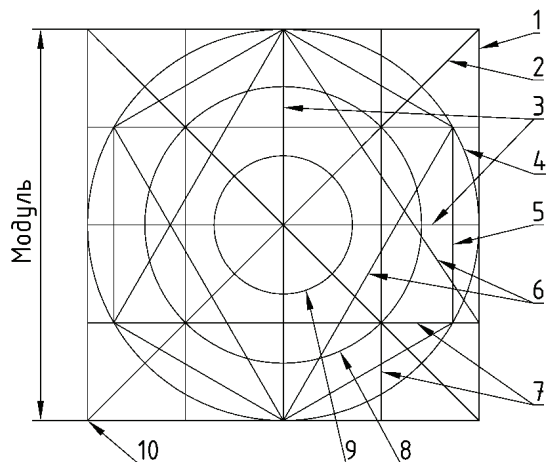


Рис. 1.5. Модуль основної фігури

- 1 – квадрат основний з довжиною сторін, що дорівнюють модулю М;
- 2 – діагональний хрест;
- 3 – хрест серединних ліній сторін;
- 4 – основний круг діаметром, рівним модулю;
- 5 – шестикутник в основному крузі;
- 6 – два рівносторонніх трикутника в основному крузі;
- 7 – растрові лінії з відстанню, рівною 1/4 модуля;
- 8 – круг діаметром, рівним $\sqrt{2}/2$ модуля;
- 9 – круг діаметром, рівним $\sqrt{2}/4$ модуля;
- 10 – точка початку координат.

Для створення форм конкретних УГП використовуються прості геометричні елементи повністю або частково. У разі потреби допускається використання діагоналей основного квадрата. Основну фігуру можна повертати на 90° . Розмір УГП визначається модулем основної фігури. За модуль береться довжина сторони основного квадрата з ряду, наведеного в табл. 1.3. Це забезпечує узгодження умовних позначень із розміром шрифту.

Таблиця 1.3 – Визначення товщин ліній

Модуль, мм	Відношення товщини до модуля	Товщина лінії, мм
5	1/20	0,25
7		0,35
10	1/28	0,35
14		0,5
20		0,7

Розміри УГП, а також товщини їх ліній роблять однаковими на всіх схемах даного виробу.

Умовні графічні позначення елементів на схемах розташовують так, як вони зображені у стандартах, або повертають на кут, кратний 90° . Допускається повертати УГП на кут, кратний 45° , порівняно із зображенням, наведеним у стандарті, або віддзеркалювати його, якщо у відповідних стандартах немає спеціальних вказівок.

Елементи на схемах зображають суміщеним або рознесеним способом. При суміщеному способі складові частини елементів або пристроїв розташовуються на схемі в безпосередній близькості одна до одної (див. зображення реле на рис. 1.6, а). При рознесеному способі складові частини

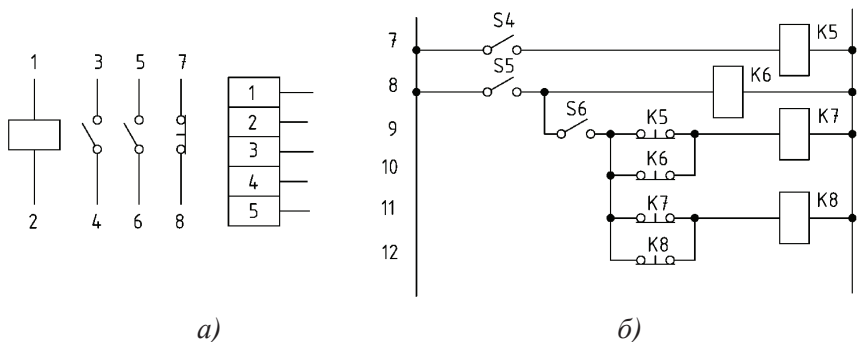


Рис. 1.6. Варіанти зображення реле на схемах:

а – суміщеним способом; б – рознесеним способом

елемента розміщують у різних місцях для покращення наочності (рис. 1.6, б). У цьому випадку позиційне позначення елемента проставляють біля кожної його складової частини.

При зображенні схеми рознесеним способом часто застосовують обрив ліній електричного зв'язку (див. рис. 1.7). Допускається переривати лінії зв'язку між віддаленими один від одного елементами, якщо їх графічне зображення ускладнює читання схеми або якщо схема виконується на кількох аркушах.

Обриви ліній позначають стрілками із зазначенням місць підключення (рис. 1.7). Біля обривів ліній електричного зв'язку вказані адреси підключення. Наприклад, D10:6 слід читати так: пристрій D10, вивід 6. Потовщеною лінією позначена лінія групового зв'язку.

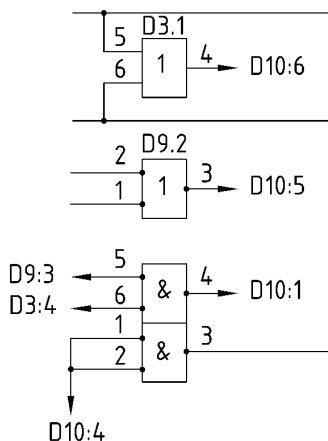


Рис. 1.7. Зображення обриву ліній зв'язку

При зображенні окремих елементів пристроїв у різних місцях позиційне позначення цих елементів має містити позначення пристрою, до якого вони входять. Наприклад, =A3–C5 означає, що конденсатор C5 входить до складу пристрою A3 (див. рис. 1.4).

При кресленні схем електротехнічного та електронного обладнання рекомендується використовувати рознесений спосіб. УГП елементів та їхніх складових частин, що входять в одне коло, слід розташовувати в один ряд, а окремі кола – одне під одним, утворюючи горизонтальні або вертикальні ряди (рядковий спосіб виконання схеми). При цьому кола нумерують арабськими цифрами (рис. 1.6, б).

Якщо у виробі є кілька однакових елементів, з'єднаних паралельно, допускається замість зображення всіх гілок паралельного з'єднання позначати лише одну гілку, зазначаючи їх кількість за допомогою графічного позначення відгалуження (рис. 1.8). Біля графічного позначення елемента вказують позиційні позначення всіх елементів, що беруть участь у цьому з'єднанні. До переліку елементи записують в один рядок. На рис. 1.8, а показано кілька однакових елементів, з'єднаних паралельно, а на рис. 1.8, б – їх умовне спрощене зображення.

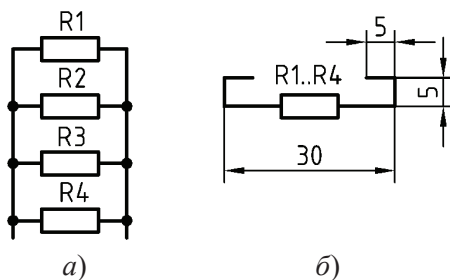


Рис. 1.8. Зображення паралельно сполучених однакових елементів:
а – дійсне; б – умовне

Якщо у виробі є три або більше однакових елементів, з'єднаних послідовно, то на схемі дозволяється зображати лише крайні елементи, позначаючи електричні зв'язки між ними штриховою лінією (рис. 1.9), над якою зазначають загальну кількість однакових елементів. Під час присвоєння елементам позиційних позначень слід враховувати також ті елементи, які не зображені на схемі.

На рис. 1.9 показано схематичне зображення кількох однакових елементів, з'єднаних послідовно:

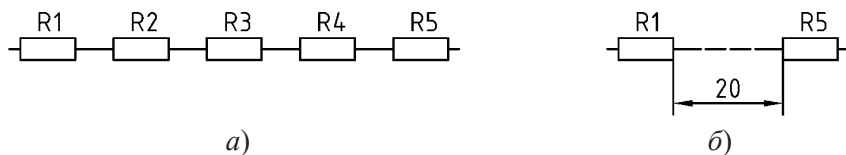


Рис. 1.9. Зображення послідовно сполучених однакових елементів:
а – дійсне; б – умовне

1.5. Позиційні літерно-цифрові позначення в електричних схемах

Для однозначного визначення елементів, які входять до складу виробу і зображені на схемі, кожному елементу або пристрою схеми присвоюють літерно-цифрове позиційне позначення згідно з ДСТУ EN 81346-2:2022 [10] відповідно до основних правил ДСТУ EN IEC 81346-1:2022 [11].

Умовні графічні позначення не відображають дійсні розміри елементів, які позначають, а лише визначають їх вигляд (тип). Позиційне позначення у загальному випадку містить три частини. У першій частині зазначають вид елемента (пристрою) однією або кількома літерами (літерні коди поширених видів наведені в табл. 1.4), наприклад: R – резистор, C – конденсатор. Для уточнення виду елемента допускається застосовувати дволітерний код, наприклад, для напівпровідникового приладу діода – VD. У другій частині зазначають порядковий номер елемента або пристрою у межах даного виду, наприклад: R1, R2, ..., R6; C1, C2..., C5. У третій частині допускається зазначати відповідне функціональне призначення, наприклад: C2I – конденсатор C2, що виконує функцію інтегратора.

Позиційні позначення елементам (пристроям) присвоюють, починаючи з одиниці, у межах групи елементів (пристроїв) з однаковими позиційними позначеннями відповідно

до послідовності їх розташування на схемі: зверху вниз і зліва направо. При внесенні змін до схеми послідовність присвоєння порядкових номерів може змінюватися.

Цифри порядкових номерів і їхні літерні позиційні позначення виконують одним розміром шрифту.

Позиційні позначення розташовують поруч з умовними графічними позначеннями елементів – праворуч або над ними. Під час зображення елемента на схемі рознесеним способом позиційне позначення зазначають біля кожної його складової частини (див. рис. 1.6).

Під час зазначення номіналів резисторів і конденсаторів біля умовних графічних позначень (рис. 1.10) дозволено використовувати спрощений спосіб позначення одиниць вимірювання:

- для резисторів:
 - від 0 до 999 Ом – без зазначення одиниці вимірювання;
 - від $1 \cdot 10^3$ до $999 \cdot 10^3$ Ом – у кілоомах (позначається малою літерою k);
 - від $1 \cdot 10^6$ до $999 \cdot 10^6$ Ом – у мегаомах (позначається великою літерою M);
 - понад $1 \cdot 10^9$ Ом – у гігаомах (позначається великою літерою G);
- для конденсаторів:
 - від 0 до $9999 \cdot 10^{-12}$ Ф – у пікофарадах (без зазначення одиниці вимірювання);

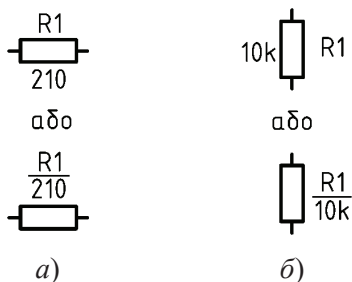


Рис. 1.10. Варіанти зазначення біля умовних графічних позначень

- від $1 \cdot 10^{-8}$ до $9999 \cdot 10^{-6}$ Ф – у мікрофарадах (позначається малою літерою μ або мкФ).

Таблиця 1.4 – Літерні коди найбільш поширених видів елементів

Перша літера коду (обов'язкова)	Група видів елементів	Приклади видів елементів	Дволітерний код
1	2	3	4
A	Пристрої (загальне позначення).	Підсилювачі, прилади телекерування, лазери, мазери	
B	Перетворювачі неелектричних величин в електричні (окрім генераторів і джерел живлення) або навпаки. Аналогові або багаторозрядні перетворювачі, датчики для вказівки або вимірювання.	Гучномовець	BA
		Магнітострикційний елемент	BB
		Детектор іонізуючих випромінювань	BD
		Сельсин-приймач	BE
		Телефон (капсуль)	BF
		Сельсин-датчик	BC
		Тепловий датчик	BK
		Фотоелемент	BL
		Мікрофон	BM
		Датчик тиску	BP
		П'єзоелемент	BQ
		Датчик частоти обертання (тахогенератор)	BR
		Звукознімач	BS
		Датчик швидкості	BV
C	Конденсатори	Постійні, змінні	
D	Схеми інтегральні, мікросбірки	Схема інтегральна аналогова	DA

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4
D		Схема інтегральна цифрова, логічний елемент	DD
		Пристрої зберігання інформації	DS
		Пристрій затримки	DT
E	Елементи різні (освітлювальні пристрої, нагрівальні елементи)	Нагрівальний елемент	EB
		Лампа освітлювальна	EA
		Піропатрон	EP
F	Розрядники, запобіжники, пристрої захисні	Дискретний елемент захисту по струму миттєвої дії	FA
		Дискретний елемент захисту по струму інерційної дії	FP
		Запобіжник плавкий	FU
		Дискретний елемент захисту за напругою, розрядник	FV
G	Генератори, джерела живлення, кварцові осцилятори	Генератор	G
		Батарея	GB
H	Пристрої індикаційні і сигнальні	Прилад звукової сигналізації	HA
		Індикатор символічний	HG
		Прилад світлової сигналізації	HL
K	Реле, контактори, пускачі	Реле струмове	KA
		Реле вказальне	KN
		Реле електротеплове	KK
		Контактор, магнітний пускач	KM
		Реле часу	KT
		Реле напруги	KV
L	Котушки індуктивності, дроселі	Дросель люмінесцентного освітлення	LL
M	Двигуни постійного і змінного струму		

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4
P	Прилади, вимірювальне устаткування Примітка. Поєднання РЕ застосовувати не допускається.	Амперметр	PA
		Лічильник імпульсів	PC
		Частотомір	PF
		Лічильник активної енергії	PI
		Лічильник реактивної енергії	PK
		Омметр	PR
		Прилад, що реєструє	PS
		Годинник, вимірник часу дії	PT
		Вольтметр	PV
		Ватметр	PW
Q	Вимикачі і роз'єднувачі в силових ланцюгах (енергопостачання, живлення устаткування і т. д.)	Вимикач автоматичний	QF
		Короткозамикач	QK
		Роз'єднувач	QS
R	Резистори	Терморезистор	RK
		Потенціометр	RP
		Шунт-вимірник	RS
		Варістор	RU
S	Пристрої комутаційні в ланцюгах у правління, сигналізації і вимірниках Примітка. Позначення SF застосовують для апаратів, що не мають контактів силових ланцюгів	Вимикач або перемикач	SA
		Вимикач кнопковий	SB
		Вимикач автоматичний	SF
		Вимикачі, що спрацьовують від різних дій:	
		рівня	SL
		тиску	SP
		положення (шляховий)	SQ
		частоти обертання	SR
T	Трансформатори, автотрансформатори	температури	SK
		Трансформатор струму	TA
		Електромагнітний стабілізатор	TS
		Трансформатор напруги	TV

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4
U	Пристрої зв'язку. Перетворювачі електричних вели- чин в електричні	Модулятор	UB
		Демодулятор	UR
		Дискримінатор	UI
		Перетворювач частотний інвертор, генератор частоти, випрямляч	UZ
V	Прилади електро- вакуумні і напівп- ровідникові	Діод, стабілітрон	VD
		Прилад електровакуумний	VL
		Транзистор	VT
		Тиристор	VS
W	Лінії та елементи СВЧ, антени	Відгалужувач	WE
		Короткозамикач	WK
		Вентиль	WS
		Трансформатор, неоднорідність, фазообертач	WT
		Аттенюатор	WU
		Антенна	WA
X	З'єднання контактні	Токоз'ємник, контакт, що ковзає	XA
		Штир	XP
		Гніздо (розетка)	XS
		З'єднання розбірне	XT
		З'єднувач височастотний	XW
Y	Пристрої меха- нічні з елек- тромагнітним приводом	Електромагніт	YA
		Гальмо з електромагнітним приводом	YB
		Муфта з електромагнітним приводом	YC
		Електромагнітний патрон або плита	YN
Z	Пристрої кра- йові, фільтри. Обмежувачі	Обмежувач	ZL
		Фільтр кварцовий	ZO

1.6. Перелік елементів схеми

Дані про елементи, які входять до складу виробу і зображені на схемі, заносять до переліку елементів, який розташовують на першому аркуші схеми або оформлюють як самостійний документ. У першому випадку перелік оформлюють як таблицю, яку заповнюють зверху вниз. Її, як правило, розташовують над основним написом на відстані щонайменше 12 мм. Продовження переліку розташовують зліва від основного напису, повторюючи заголовок таблиці. У цьому випадку розміри таблиці не регламентуються стандартом.

У другому випадку перелік елементів оформлюють на аркуші формату А4 з основним написом згідно з ДСТУ EN ISO 7200:2005 [12] (або ДСТУ ГОСТ 2.104:2006, форма 2 і 2а) із присвоєнням шифру, що складається з букви П (перелік) і коду схеми, до якої він відноситься, наприклад: ПЕЗ – (П) перелік елементів до (Е) електричної (З) принципової схеми. У цьому випадку розміри таблиці переліку слід приймати відповідно до стандарту ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 (рис. 1.11).

Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка

Рис. 1.11. Таблиця переліку елементів

У графах переліку елементів указують наступні дані:

- «Позначення» – наводять позиційні позначення елементів (пристроїв);

- «Найменування» – зазначають найменування елементів (пристроїв) відповідно до документа, на підставі якого цей елемент (пристрій) застосований, а також позначення цього документа (основний конструкторський документ: ДСТУ, ТУ);
- «Кількість» – зазначають кількість однакових елементів;
- «Примітка» – подають технічні дані елемента, які не містяться в його найменуванні (за потреби).

Дозволяється розташовувати усі відомості про елементи поряд із їхнім зображенням на вільному полі схеми. Зв'язок переліку елементів здійснюється через позиційні позначення.

Якщо перелік розташований на першому аркуші схеми або оформлений як самостійний документ, його заповнюють зверху вниз. Перелік заповнюють групами в алфавітному порядку літерно-цифрових позиційних позначень (рис. 1.12).

Якщо на схемі застосовуються позиційні позначення літерами латинського та кириличного алфавітів, то спочатку в переліку записують елементи з позначеннями латиницею, а потім – кирилицею. У межах кожної групи з однаковими літерними позиційними позначеннями елементи розташовують у порядку зростання їхніх порядкових номерів. Між окремими групами елементів рекомендується залишати кілька незаповнених рядків для можливого внесення змін.

Елементи одного типу з однаковими електричними параметрами, які мають на схемі послідовні порядкові номери, дозволяється записувати до переліку елементів в один запис. У цьому випадку у графі «Позначення» вписують лише позиційні позначення з найменшими і найбільшими порядковими номерами, наприклад: С2...С6, а у графі «Кількість» зазначають загальну кількість цих елементів.

Під час запису елементів, що мають однакові літерні позначення, для спрощення заповнення переліку елементів дозволяється:

- а) не повторювати найменування елементів (резистор, конденсатор тощо); у стовпчику «Найменування» зазначати їх у вигляді заголовків;

б) не повторювати неодноразово позначення документа, за яким застосовані елементи; перед групою елементів одного типу у графі «Найменування» зазначати напис відповідного типу.

Позна-чення	Найменування	Кіл.	Примітка
	Конденсатори		
C1	КМ-5а-Н30-0,01 ОЖ0.460.043.ТУ	2	
C2	КМ-6-Н90-1,0 ОЖ0.460.061.ТУ	2	
L1	Котушка індуктивності VII 06.0.473.003.ТУ	1	
	Резистори		
R1	МЛТ-560кОм ДЕСТ 7113-81	3	
R2	СПЗ-9А 0.5Вт 10кОм ДЕСТ 7113-81	1	
R3	МЛТ-0,25-2000м±10%-В ОЖ0.467.180ТУ	2	
R4	МЛТ-0,25-4300м±10%-В ОЖ0.467.180ТУ	1	
VD1	Діод Д7Ж ДЕСТ 14758-69	1	
VT1	Транзистори КТЗ15А ЖКЗ.365.200 ТУ	4	

Рис. 1.12. Приклад заповнення переліку елементів

Якщо на схемі зображають елементи, параметри яких підбирають під час регулювання, то біля їхніх позиційних позначень на схемі та в переліку елементів ставлять зірочки, а на полі схеми зазначають виноску «*Підбирають під час регулювання». У цьому випадку в переліку зазначають елементи, параметри яких якнайближчі до розрахункових.

2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

2.1. Вступ і формулювання мети завдання

Метою завдання є:

- а) ознайомлення зі стандартами (ДСТУ) та їх вимогами щодо графічного оформлення електричних принципових схем [1, 2, 4];
- б) ознайомлення з умовними графічними зображеннями та позначеннями елементів електричної принципової схеми і набуття навичок їх використання під час виконання креслень;
- в) ознайомлення з особливостями складання, оформлення та подання графічної документації схем.

2.2. Кроки виконання завдання

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі кроки:

1. Розглянути варіант схеми згідно з індивідуальним завданням відповідно до Додатка 1, номер якого визначається за списком студентів групи.
2. Обрати формат аркушів для виконання схеми з урахуванням обсягу та складності проєктованого виробу. Також врахувати ступінь деталізації, визначений призначенням схеми. Обраний формат має забезпечувати компактне виконання схеми, не знижуючи її наочності та зручності використання. Можна використовувати додаткові формати, при цьому довга

сторона додаткового аркуша має бути кратною короткій стороні основного формату згідно з ДСТУ ISO 5457:2006 [13].

Додатковий формат позначається як поєднання основного формату та кратності його використання, наприклад, A3×5.

На аркуші паперу виконується рамка, розташована на відстані 5 мм від країв трьох сторін та 20 мм від лівого краю, згідно з вимогами ДСТУ EN ISO 7200:2005.

Визначити місце розташування таблиці переліку елементів – безпосередньо на кресленні або на окремому аркуші формату A4.

3. Схеми виконуються згідно з ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 без обов'язкового дотримання масштабу та точного просторового розташування складових частин виробу. Лінії зв'язку повинні мати мінімальну кількість зламів і перетинів, розташовуючись лише горизонтально або вертикально.

Для полегшення компоновання схеми та рівномірного розташування елементів рекомендується нанести тонкою лінією (0,1 мм) сітку з квадратами розміром 10–20 мм (рис. 2.1), згідно з ДСТУ EN ISO 81714-1:2018, як показано на рис. 2.2.

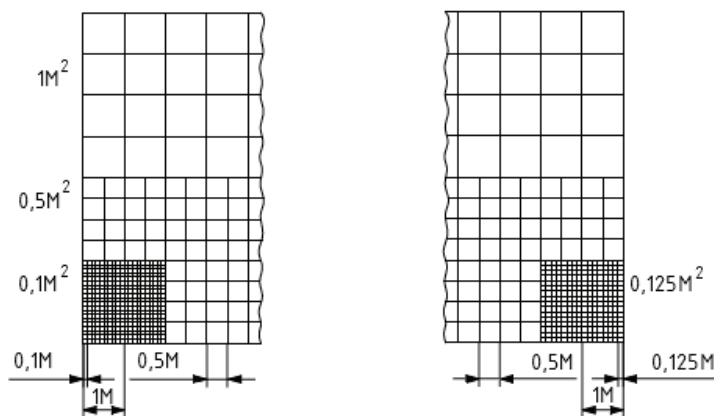


Рис. 2.1. Сітка рознесення елементів

4. Проаналізувавши структуру схеми відповідно до варіанту індивідуального завдання, зазначеного в Додатку 1, звернути увагу на логіку розташування елементів та зв'язків.

Розглянути елементи електричної принципової схеми, знайти їх умовні графічні позначення відповідно до ДСТУ або табл. 1.1 і накреслити їх.

Вироби на схемах зображують у відключеному стані. Рекомендується починати виконання схеми з активних елементів (наприклад, транзисторів, мікросхем), а потім переходити до зображення інших елементів. Усі умовні графічні позначення елементів мають відповідати розмірам, зазначеним у табл. 1.1.

Розміри окремих умовних графічних зображень наведені в табл. 1.1. Графічне оформлення схем має бути простим, щоб не ускладнювати їх розуміння. Елементи слід зображати тонкими, малопомітними лініями, як показано на рис. 2.2, а.

5. На принциповій електричній схемі слід розмістити лінії електричного зв'язку, які з'єднують УГП елементів (див. рис. 2.2, б) і мають умовний характер (тобто не є зображенням реальних дротів).

Лінії зв'язку між елементами розташовують лише горизонтально або вертикально, з мінімальною кількістю зламів

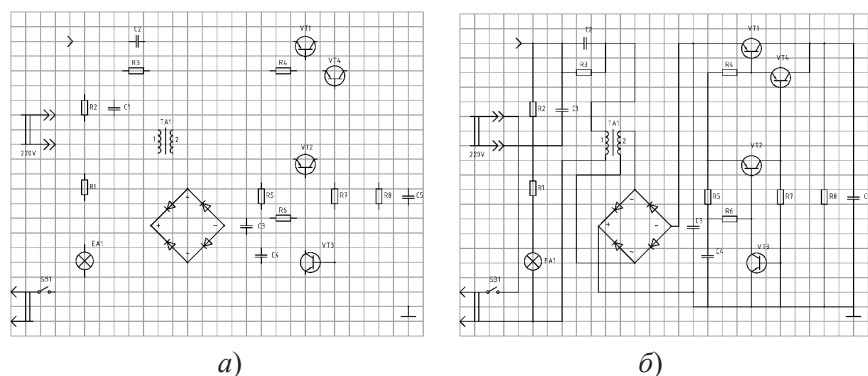


Рис. 2.2. Приклад рознесення елементів електричної схеми:
а – без ліній електричного зв'язку; б – з лініями електричного зв'язку

і перетинів. Згідно з ДСТУ ГОСТ 2.702:2013, товщина ліній зв'язку становить від 0,2 до 1 мм залежно від формату схеми та розмірів графічних позначень, рекомендується використовувати товщину 0,4 мм.

6. Слід проставити літерно-цифрові позначення елементів, які складаються з їхніх початкових або характерних літер і порядкового номера. Літерно-цифрові позначення присвоюють на основі назви елемента та додаткових відомостей, зазначених у примітці, згідно з ДСТУ ISO/IEC 81346-2:2022 (див. табл. 1.4).

Усі написи, а також літерно-цифрові позначення на схемах слід виконувати креслярським шрифтом № 5. Позиційні позначення розміщують поруч із умовними графічними позначеннями елементів – з правого боку або над ними (див. рис. 2.2, б).

7. Графічне зображення елементів і лінії зв'язку потрібно зобразити лініями товщиною 0,4 мм, а відстань між ними тримати у межах 8–10 мм (див. рис. 2.3).

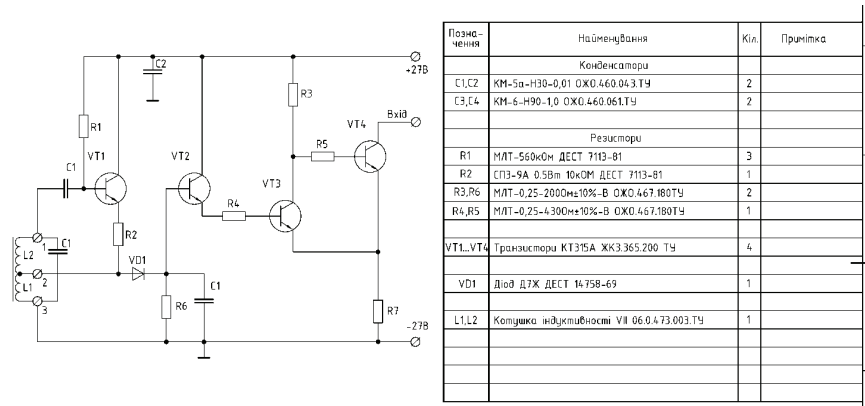


Рис. 2.3. Виконання схеми електричної принципової

8. Елементи, використані у схемі, слід занести до таблиці переліку. Найменування елементів можна взяти з таблиці, наведеної у Додатку 2.

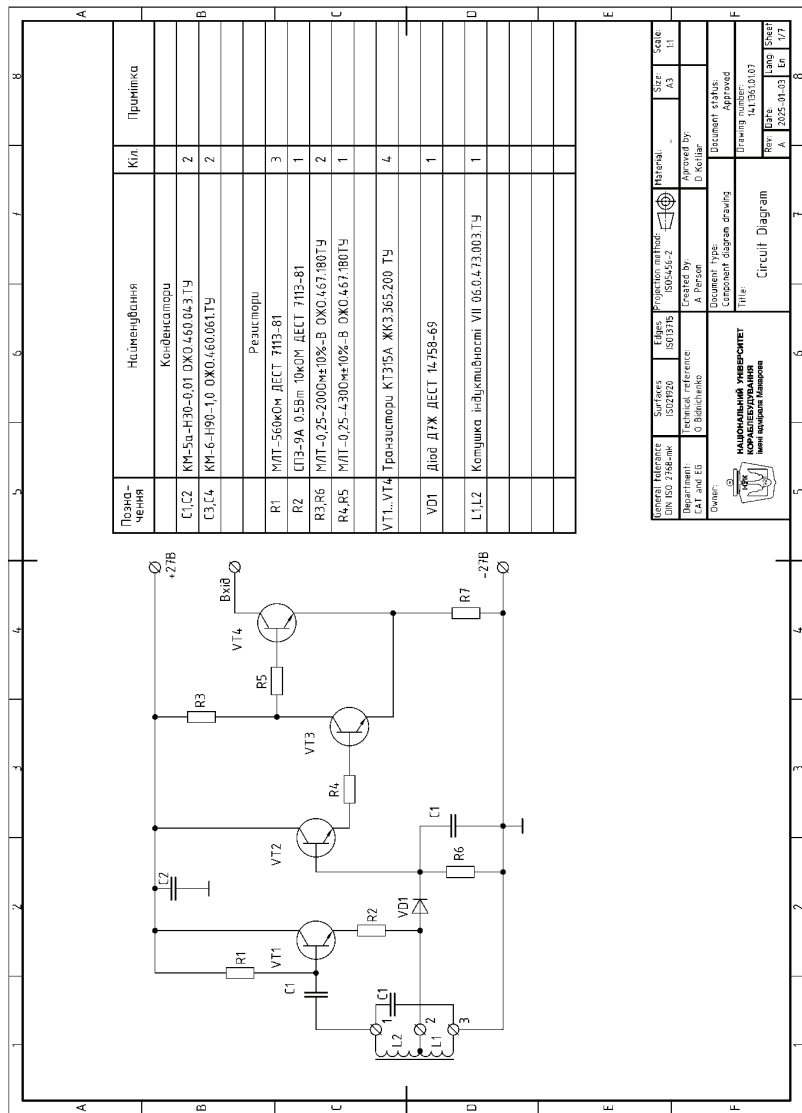


Рис. 2.4. Кресленок схеми електричної принципи

3. КРЕСЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ У СИСТЕМІ AutoCAD

3.1. Загальні положення

Сучасна конструкторська документація переходить від ручного виконання креслеників до роботи у комп'ютерних середовищах проєктування, зокрема у системі AutoCAD [14]. Під час креслення електричних схем у системі AutoCAD доцільно використовувати блоки, оскільки вони значно спрощують процес створення та редагування схем, зменшують ризик помилок і підвищують ефективність роботи.

Блок – це комплексний об'єкт, сформований із примітивів або їх сукупності, зокрема з інших блоків. У вигляді блока можуть бути оформлені:

- елементи електричних і електронних схем (конденсатори, котушки індуктивності, транзистори, трансформатори тощо);
- елементи будівельних і архітектурних конструкцій;
- елементи та вузли машинобудівних конструкцій.

Основна перевага блоків у електричних схемах – це можливість багаторазового використання однакових елементів, таких як умовні графічні позначення (УГП) електротехнічних компонентів (резистори, конденсатори, котушки індуктивності, діоди, транзистори, мікросхеми, реле тощо). Використання блоків забезпечує єдність стилю, правильне масштабування та зручність подальшого редагування схем.

Доцільність використання блоків при кресленні електричних схем можна обґрунтувати наступними тезами:

1. Зменшення трудомісткості проєктування.

При розробці схем інженер використовує велику кількість стандартних елементів, які повторюються. Завдяки блокам можна створити один раз шаблонний елемент, зберегти його та вставляти в кресленик за потреби, що скорочує час на побудову схеми.

2. Збереження та уніфікація графічних позначень.

Умовні графічні позначення (УГП), що використовуються у схемах, мають бути виконані відповідно до ДСТУ ISO 14617 та інших стандартів. Використання блоків дозволяє уникнути відхилень у розмірах і формах УГП, що забезпечує відповідність кресленика нормативним вимогам.

3. Спрощене редагування та внесення змін.

При внесенні змін у схему достатньо оновити лише один блок, і всі його копії в кресленні автоматично зміняться. Це особливо корисно, коли потрібно змінити тип елемента або його графічне представлення в багатьох місцях схеми.

4. Ефективне управління креслениками.

Блоки можуть бути використані не лише в межах одного кресленика, а й експортуватися до бібліотек для подальшого використання в інших проєктах. Це полегшує уніфікацію креслеників та роботу в командних проєктах.

5. Можливість використання атрибутів.

Блоки можуть містити атрибути – текстові параметри, які змінюються від кресленика до кресленика (наприклад, нумерація компонентів, їх електричні параметри, позначення виробника тощо). Це дозволяє швидко оновлювати характеристики елементів без необхідності редагування кожного блока вручну.

Властивості блоків у AutoCAD:

- Блок можна вставити у будь-яке місце кресленика, у будь-якому масштабі та під будь-яким кутом. У AutoCAD блок є єдиним об'єктом, до якого можна застосовувати ті самі операції, що й до звичайного примітиву (видаляти, масштабувати, редагувати, переміщати тощо).

- Блоки можуть бути створені та використані в межах одного кресленика (внутрішні блоки), а також записані у файл

на диску для подальшого використання в інших кресленнях. Також блоки можна зберігати у бібліотеці, видаляти та модифікувати.

- Блок може містити об'єкти, що залишаються незмінними під час вставлення в кресленик, тобто постійну частину блока. Крім того, блок може містити текстові об'єкти, значення яких змінюються від кресленика до кресленика. Ці об'єкти називаються атрибутами блока. Під час вставлення в кресленик атрибут набуває конкретного значення для цього кресленика.

3.2. Основи роботи з блоками

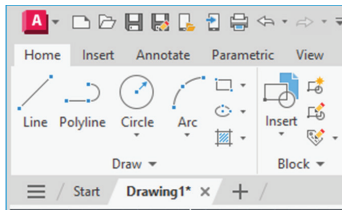
Блок – це комплексний об'єкт, що складається з графічних примітивів (ліній, кіл, дуг тощо) або їх сукупності, зокрема інших блоків. Блоки використовуються в електротехнічному кресленні для стандартизації графічних позначень та спрощення роботи з креслениками. Існує набір команд, спеціально призначених для роботи з блоками: **Block** (Створити блок), **Insert** (Вставити блок), **Block Editor** (База), **Wblock** (Перезаписати блок). Крім того, для заміни існуючих блоків може використовуватися команда **Breplace** (Замінити блок).

Команда	Призначення	Спосіб виклику
Block	Створення блока	Меню Home → Block → Create або командний рядок <code>Block</code>
Insert	Вставка блока	Меню Insert → Block Definition → Browse або командний рядок <code>Insert</code>
WBlock	Запис блока у файл	Командний рядок <code>WBlock</code>
Breplace	Заміна блока	Командний рядок <code>Breplace</code>

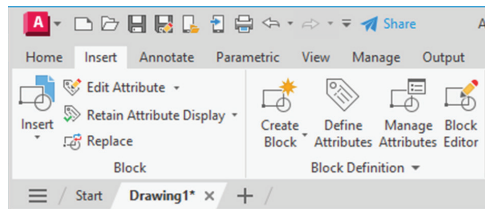
3.2.1. Створення блока

Для створення блока необхідно виконати наступні кроки:

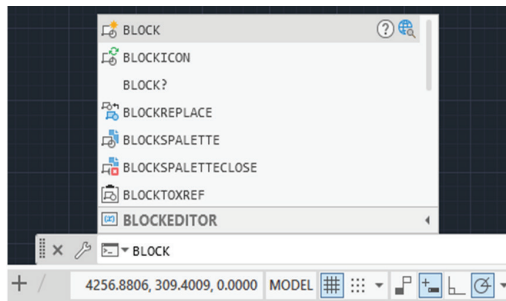
1. Виклик команди **Block**
 - Вибрати умовне позначення елемента схеми, накресленого згідно з табл. 1.1.
 - Викликати команду **Block** (Створити блок) будь-яким із запропонованим способом: за допомогою меню **Home** (Домашня) → закладка **Block** (Блок) → вибрати піктограму  **Create**, яка запустить команду **Block** (Створити блок) (рис. 3.1, а), або за допомогою панелі меню **Insert** (Вставити блок) → закладка **Block Definition** (Визначити блок) → вибрати піктограму  **Create Block** (Створити блок) (рис. 3.1, б), чи ввести ім'я команди `Block` з клавіатури в командному рядку (рис. 3.1, в).



а)



б)



в)

Рис. 3.1. Панелі інструментів для створення блока

Після виклику команди відкриється діалогове вікно створення блока (рис. 3.2).

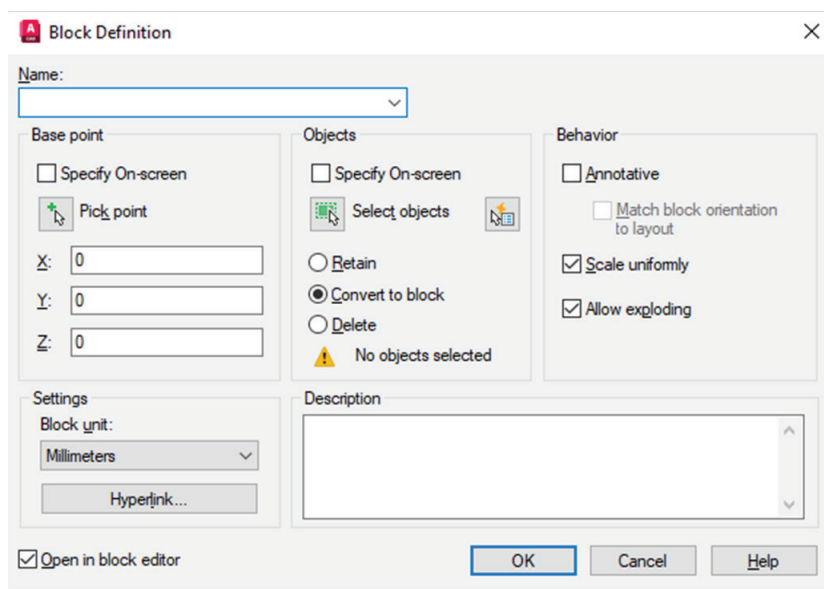


Рис. 3.2. Вікно створення блока

2. Налаштування параметрів блока

У діалоговому вікні необхідно вказати такі параметри:

- **Name** (Ім'я блока), яке має бути унікальним, бажано коротким, і відображати зміст іменованого блока.
- **Base Point** (Базова точка), яка буде використовуватися як опорна точка для наступних вставок цього блока. Типовою базовою точкою може бути центр блока, його крайня ліва точка або інша характерна точка. Координати базової точки можна вказати з клавіатури в полях *X*, *Y*, *Z*, бо за допомогою миші **Pick Point** або кнопкою **Specify On-screen** (Вказати на екрані). Цю точку можна розглядати як ручку, за яку блок буде вставлятися в кресленик. При вставці блока його можна обернути навколо цієї точки.

- *Поле **Objects*** (Об'єкти) визначає, скільки об'єктів включено у блок. Якщо необхідно додати в блок нові об'єкти, можна скористатися кнопкою **Select Objects** (Вибрати об'єкти).

- У полі **Behavior** (Поведінка) можна встановити параметри:

- **Annotation** (Анотативність), що дозволить AutoCad автоматизовано узгоджувати масштаб блока у видових екранах.

- **Allow Exploding** (Дозволити розбити) – якщо активовано, блок можна буде розбити на окремі геометричні елементи під час вставки у кресленик. Це може бути корисним для подальшого забезпечення захисту даних, впроваджених у блок, при зовнішньому поширенні електронних варіантів креслеників.

3. Створення блока

Завершується після налаштування всіх параметрів і натискання кнопки ОК, після чого блок буде збережений із заданими характеристиками.

3.2.2. Запис блока у файл

Блоки, що створюються з використанням команди **Block** (Блок), зберігаються тільки в кресленику (у самому документі), в якому вони були створені. Їх копії можуть бути поміщені тільки в даний кресленик. За допомогою команди **WBlock** (Записати блок) блок можна записати у файл на диск, для використання його в інших креслениках. Цю команду можна викликати з панелі меню **Insert** (Вставити блок) → закладка **Block Definition** (Визначити блок) → вибрати піктограму **Write Block** (Записати блок) (рис. 3.3, а) або ввести ім'я команди **WBlock** з клавіатури в командному рядку (рис. 3.3, б).

AutoCAD вимагає вказати ім'я файлу для запису блока. Це робиться за допомогою стандартного діалогового вікна для роботи з файлами (аналогічно збереженню/завантаженню кресленика). Після вказівки імені файлу потрібно в командному рядку ввести ім'я блока, який повинен бути збережений

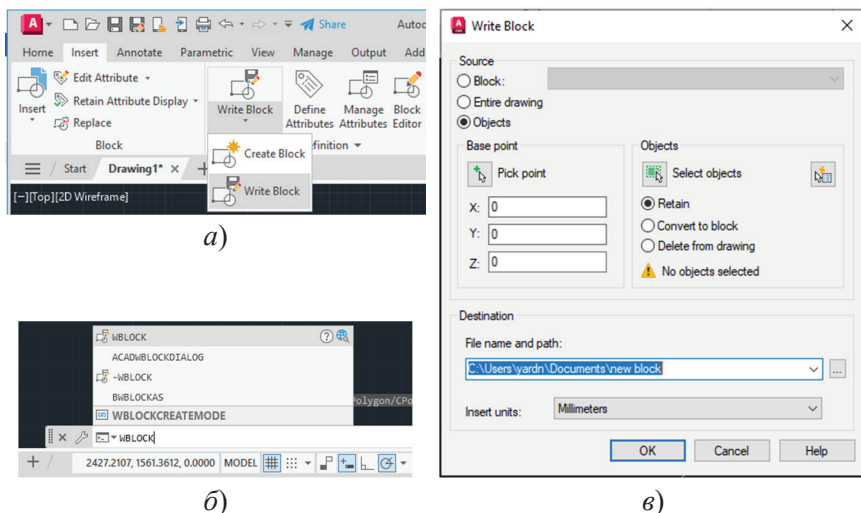


Рис. 3.3. Запис блока у файл

на диску (рис. 3.3, в). У результаті наведеної вище операції блок буде збережений у файлі на диску.

3.2.3. Вставка блока

Якщо в процесі роботи над креслеником був створений блок, копію блока можна вставити в будь-яке місце кресленика необмежену кількість разів. При цьому копія блока є єдиним об'єктом складної форми, тому редагувати його складові, вже неможливо. Для вставки копії блока в кресленик можна скористатися командою **Insert** (Вставити блок) або за допомогою піктограми **Insert** (Вставити блок) з панелі меню **Home** (Домашня панель) або з панелі меню **Insert** (Вставити). При цьому на екрані з'являється діалогове вікно вставки блока (рис. 3.4), у якому зі списку блоків потрібно обрати необхідний за допомогою кнопки **Browse** (Огляд). У полі **Insertion Point** (Точка вставки) за допомогою маніпулятора «миша», якщо поставлена відповідна позначка прапорця або

з клавіатури координатами вказати точку на кресленику, куди буде поміщена копія блока. В полі **Scale** (Масштаб) вказується масштаб (за замовчуванням 1:1) для всіх розмірів об'єктів блока. Також вказується кут нахилу блока щодо точки вставки **Rotation** (Кут повороту) та прапорець **Explode** (Розбити блок), за необхідності.

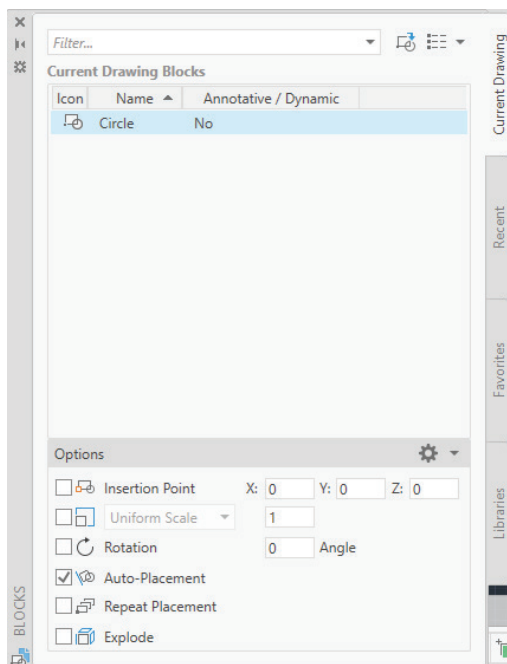


Рис. 3.4. Діалогове вікно вставки блока

Після цього AutoCAD запитує значення атрибутів, визначених для даного блока. При цьому використовується запит і значення за замовчуванням, які вказувалися при створенні атрибутів блока. Після завершення введення значень атрибутів на полі кресленика з'являється копія блока. Від'ємні масштабні коефіцієнти у полі **Uniform Scale** (Масштаб) використовуються для вставки в кресленик дзеркальних відображень блоків.

Використовуючи команду **Base** або піктограму **Set Base Point** (Базова точка), на вкладці **Block** (Блок) на панелі меню **Home** (Домашня) можна перевизначити точку вставки блока (рис. 3.5).

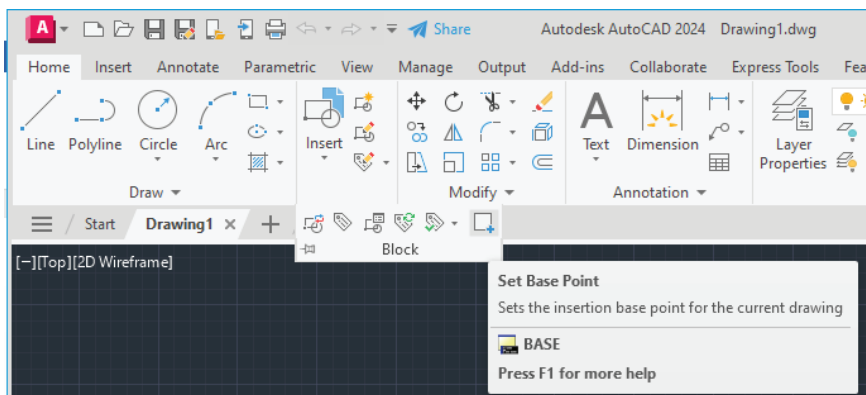


Рис. 3.5. Зміна базової точки блока

3.3. Використання атрибутів у блоках

Часто різні екземпляри блока відрізняються тільки текстовим змістом. Для таких випадків в AutoCAD передбачено спеціальний текстовий елемент – атрибут.

Атрибут – це такий текст, який розташований всередині блока, але, на відміну від всіх інших елементів блока, його можна змінити (наприклад, замінити зміст, пересунути або змінити висоту тексту), не змінюючи опис блока.

Дані, записані в атрибутах, зберігаються на рівні примірика блока. Атрибути можна визначати як під час створення нового блока, так і всередині існуючих блоків.

За першого варіанту, створення блока починається зі створення його атрибута. Нижче наведена послідовність визначення атрибута під час створення нового блока.

Визвати команду створення атрибута можна з панелі меню **Insert** (Вставити) – закладка **Block Definition** (Визначити блок) – вибрати піктограму  **Define Attributes** (Визначення атрибутів) (рис. 3.1, б).

Після цього з'являється діалогове вікно, де заповнюються такі поля:

- **Tag** (Тег / Ім'я) – ідентифікатор атрибута, який у межах одного блока не повинен повторюватися.
- **Prompt** (Підказка) – текст, що допомагає користувачу зрозуміти, яку саме інформацію слід внести в цей атрибут.
- **Default** (Значення за замовчуванням) – зміст атрибута, який відображатиметься автоматично, якщо не вказано іншого.

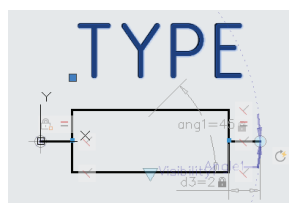
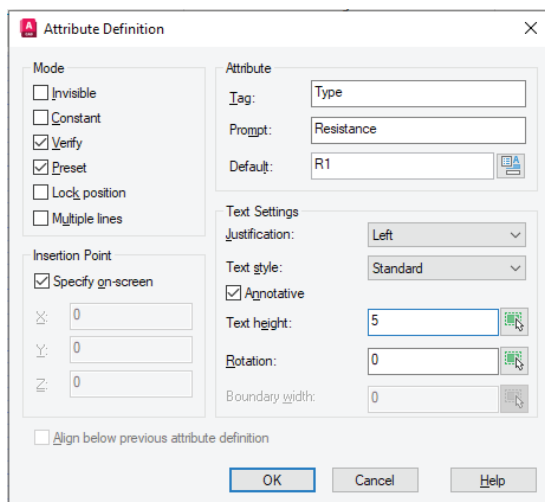
Нижче, у розділі **Text Settings** (Налаштування тексту), можна змінити стиль тексту, його висоту та кут нахилу.

Ліворуч розташоване поле **Mode** (Режим), яке містить кілька опцій відображення:

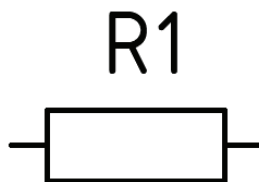
- **Invisible** (Невидимий) – приховує значення атрибута на кресленнику.
- **Constant** (Сталий) – фіксує значення атрибута, роблячи його незмінним (редагування після вставлення блока буде неможливим).
- **Verify** (Перевірка) – взаємо виключає попередню опцію **Constant** (Сталий) та дозволяє зміну значення атрибута з кресленника за допомогою **Double-click Edition** (Редагування подвійним кліком) вимагає повторного підтвердження правильності введеного значення під час вставлення блока.
- **Preset** (Попередньо встановлений) – дозволяє автоматично вносити значення атрибута під час вставлення блока без запиту на підтвердження.
- **Lock Position** (Фіксувати положення) – блокує розташування атрибута відносно базової точки блока (**Base point**).
- **Multiple Lines** (Багаторядковий текст) – дозволяє вводити текст атрибута у кілька рядків.

Приклад. Для створення блока резистора призначимо атрибуту **Tag** (Тег) – **Type**. У графічному представленні він

відповідатиме за позиційне позначення резистора на схемі. У полі **Prompt** (Підказки) введемо: **Resistance**, а значення за замовчуванням (**Default**) встановимо R1. Параметри тексту: стиль – **Standard**, висота – 3.5 мм (або 5 мм), нахил – 0° (рис. 3.6). У полі **Mode** (Режим) переконайтеся, що параметр **Constant** (Сталий) вимкнено, оскільки порядковий номер резистора потрібно буде змінювати при додаванні нових елементів опору.



a)



б)

Рис. 3.6. Діалогове вікно «Визначення атрибутів»:

a – зображення атрибута всередині блока;

б – відображення атрибута блока, вставленого в документ

3.4. Приклад використання блоків у схемах

Як приклад використання блока розглянемо схему на рис. 3.7, для креслення якої необхідно мати зображення таких елементів схеми, як резистор, конденсатор, діод напівпровідниковий, тріод напівпровідниковий, трансформатор.

Кожен з цих елементів, що складається із сукупності графічних примітивів, може бути оформлений як окремий блок і поміщений в бібліотеку під певним ім'ям для багаторазового використання. Наприклад, резистор – блок «Резистор», конденсатор – блок «Конденсатор», діод напівпровідниковий – блок «Діод», тріод напівпровідниковий – блок «Тріод». Використовуючи ці блоки, можливо креслити будь-які електричні схеми.

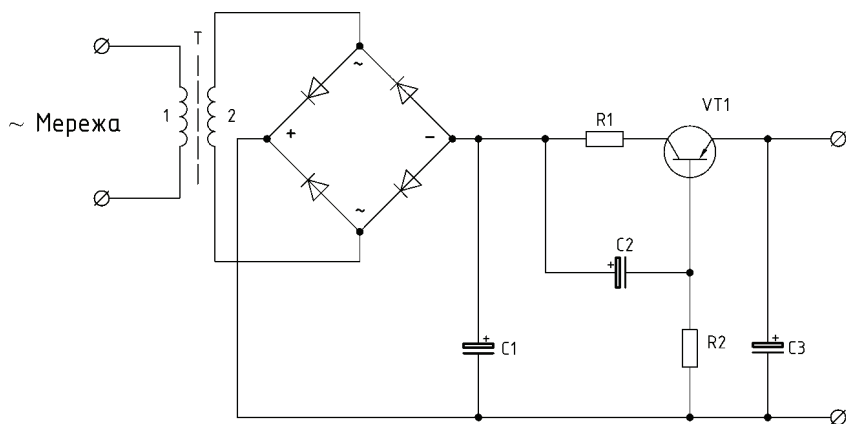


Рис. 3.7 Електрична схема принципова

Як ми вже знаємо, блок може мати у своєму складі як графічний елемент, так і атрибут, що містить додаткову текстову інформацію про електричний елемент.

Розглянувши табл. 1.1, можна відзначити, що і конденсатори, і резистори тощо мають окрему класифікацію з підтипами. Наприклад, конденсатор може бути поляризований, постійний, або змінного струму. Так само і резистори бувають постійні, змінні, підстроювальні. Відповідно, вони будуть відрізнятися графічно. Так, звісно, можна створити окремі бібліотечні елементи для кожного такого елемента схеми, що ускладнить назву елементів та призведе до витрачання додаткового часу на пошук потрібного елемента. Тому доречніше

створити динамічний блок для елементів зі схожою графічною структурою та за допомогою параметрів динаміки, приховувати або додавати окремі графічні елементи, попередньо налаштувавши їх у самому редакторі блока. У такому випадку, наприклад, блок «Конденсатор» буде містити інформацію про відмінності графічних та текстових елементів окремих типів конденсаторів усередині себе.

Окрім того, що елементи схеми мають типи, на електричній схемі вони можуть займати різні положення: вертикальні, горизонтальні, нахилені під кутом. Звичайний поворот блока командою ***Rotate*** (Повернути) призведе до повороту самих атрибутів блока, що є неприпустимим. Тому доречно таку динаміку позиціонування блока на електричній схемі впровадити за допомогою інструментів динамічного керування блоком.

Розглянемо створення динамічного блока та інструменти керування ним.

4. ДИНАМІЧНІ БЛОКИ

Динамічні блоки в AutoCAD дозволяють створювати більш гнучкі та ефективні об'єкти, які можна змінювати без необхідності створення нових блоків. Використання динамічних блоків значно спрощує креслення, підвищує продуктивність роботи та зменшує кількість необхідних блоків у бібліотеці. Вони також допомагають уникнути дублювання геометрії, зменшуючи розмір файлу.

4.1. Основні *Parameters* (Параметри) в динамічних блоках

Параметри є основними керуючими елементами динамічного блока, які визначають його змінні характеристики. Вони дозволяють задавати різні варіанти відображення та взаємодії об'єкта в кресленику (рис. 4.1).

Основні типи параметрів:

- ***Point*** (Точка) – визначає одну або кілька точок прив'язки блока, які можуть бути використані для зміщення або з'єднання з іншими елементами кресленика.
- ***Linear*** (Лінійний) – задає можливість зміни довжини або відстані між двома точками. Використовується у випадках, коли об'єкт повинен масштабуватися у визначеному напрямку.
- ***Polar*** (Полярний) – схожий на *Linear*, але з можливістю обертання. Дозволяє змінювати розміри та орієнтацію одночасно.
- ***XY*** (Ординатний) – надає можливість зміни розташування об'єкта у двох координатах X та Y, забезпечуючи більшу гнучкість у розміщенні блока.

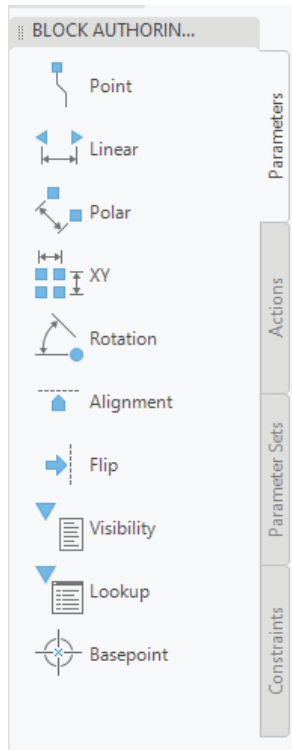


Рис. 4.1. Параметри блока

- **Rotation** (Поворот) – відповідає за обертання блока навколо визначеної точки. Корисний для створення блоків з можливістю повороту.
- **Flip** (Віддзеркалення) – використовується для віддзеркалення об'єкта по горизонтальній або вертикальній осі. Дозволяє швидко змінювати дзеркальну орієнтацію блока.
- **Alignment** (Вирівнювання) – забезпечує автоматичне вирівнювання блока відносно інших елементів кресленика. Полегшує точне позиціонування.
- **Visibility** (Видимість) – надає можливість перемикавання між кількома варіантами відображення блока. Використовується для створення багатофункціональних блоків.

- **Lookup** (Список) – створює список попередньо заданих значень параметрів, що дозволяє користувачу швидко вибрати потрібну конфігурацію параметрів.

- **Base Point** (Базова точка) – визначає точку вставки блока, що важливо при його переміщенні або копіюванні.

Розглянемо для прикладу блок резистора, що має три параметри **Base point** (Базова точка), **Visibility** (Видимість) та **Rotation** (Поворот), який зображено на рис. 4.2.

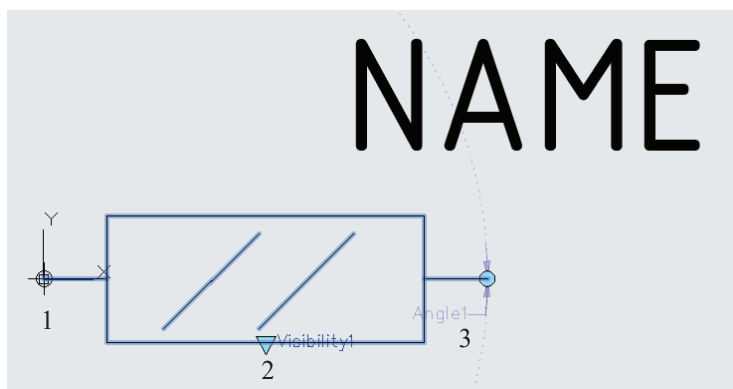


Рис. 4.2. Зображення блока резистора з трьома параметрами:

1 – **Base point**; 2 – **Visibility**; 3 – **Rotation**

У даному блоці параметр **Base point** (Точка базування) використовується для позначення точки вставки блока в кресленик. Параметр **Visibility** (Видимість) використовується для зміни візуального представлення блока між рядом опцій **Visibility States**, які зображені на рис. 4.3.

Перша опція **Const Resistance** (Постійний резистор) візуалізує загальну геометричну форму умовного графічного позначення резистора з постійним опором. Інші опції додають похилі штрихи, що вказують на його номінальну потужність або змінюють тип резистора (рис. 4.4).

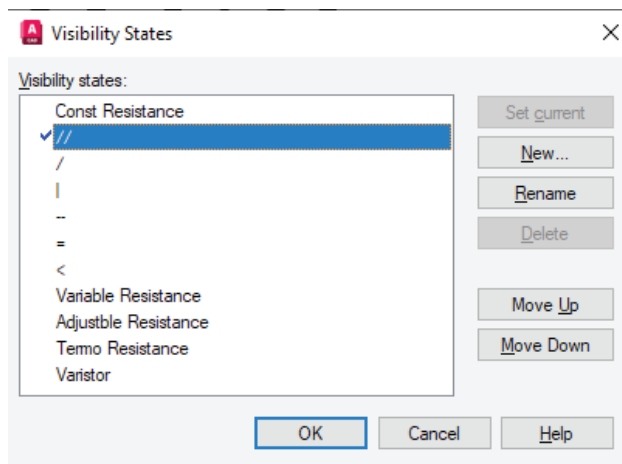


Рис. 4.3. Стани (*States*) візуалізації блока

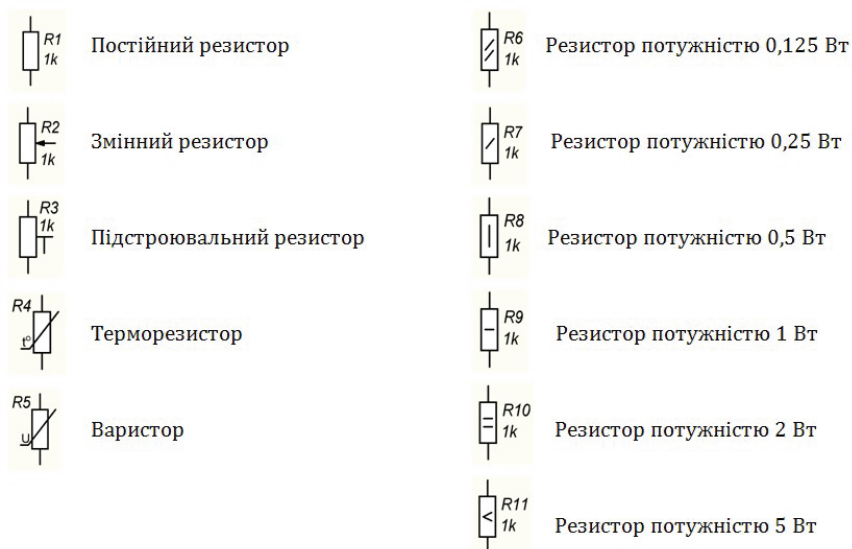


Рис. 4.4. Умовні графічні позначення резисторів

Налаштування візуалізації елементів блока здійснюється за допомогою панелі **Visibility** (Видимість), рис. 4.5.

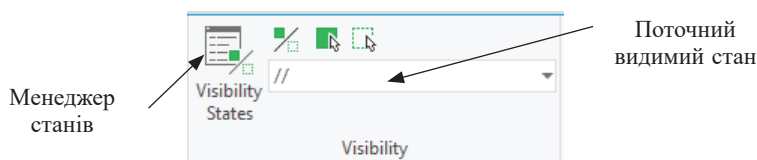


Рис. 4.5. Панель **Visibility** для керування станами видимості блока резистора, де піктограми дозволяють вмикати/вимикати графічні елементи

На цій панелі натисканням піктограми  користувач може висвітлити графічні елементи, а піктограмою  – приховувати їх з видимості на поточному **Visible State** (Видимому стані). Команда **BVMODE**, що позначена на панелі піктограмою  – керує тим, як об'єкти, які стали невидимими для поточного стану видимості, відображаються в редакторі блоків. Тобто вони або повністю приховані, або відображені приглушено, що дозволяє користувачу вибрати прихований графічний елемент і змінити його видимість на протилежну для конкретного **Visible State** (Видимого стану).

Наведені вище параметри **Base point** (Точка базування), **Visibility** (Видимість), а також **Alignment** (Вирівнювання) для своєї роботи не потребують додаткового залучення дій, які б керували ними.

Останній, третій, параметр, який використовується у наведеному блоці резистора, є **Rotation** (Поворот). Додавання такого параметра дозволяє змінювати орієнтацію блока на кресленнику, але, на відміну від попередніх двох параметрів, його необхідно використовувати у комбінації з відповідною дією – **Rotate** (Повернути).

Треба відзначити, що більшість параметрів використовують у комбінації з відповідними **Actions** (Діями) для

досягнення потрібного результату при роботі з динамічними блоками. Цей тип параметрів визначає, які властивості блока можна змінювати, але самі по собі вони не мають самої операції зміни. Часто такі параметри називають ручками керування блоком, до яких підв'язують *Actions* (Дії).

4.2. Використання *Actions* (Дій) у динамічних блоках

Actions (Дії) в динамічних блоках AutoCAD визначають, як *Parameters* (Параметри) впливають на геометрію об'єкта. Вони дозволяють змінювати розмір, орієнтацію, положення та інші характеристики блока відповідно до заданих *Parameters* (Параметрів). Кожна дія застосовується до конкретного параметра, що забезпечує коректну роботу динамічного блока (рис. 4.6).

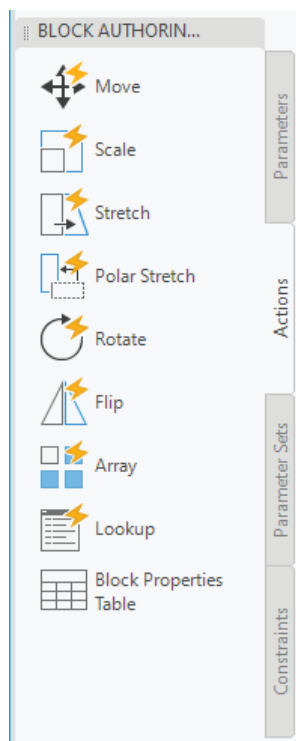


Рис. 4.6. Типи дій блока

Основні типи дій та їх застосування

- *Move* (Переміщення) – дозволяє пересувати блок або його частину і використовується у зв'язці з параметром *Point* або *Linear* для забезпечення керованого руху об'єкта.

- *Stretch* (Розтягування) – змінює розмір блока чи його частини, працює разом із *Linear Parameter*, що задає напрямок і величину зміни.

- *Scale* (Масштабування) – змінює розмір об'єкта у пропорційному співвідношенні, часто застосовується разом з XY Parameter для коректного масштабування по осях.

- *Polar Stretch* (Полярне розтягування) – дозволяє змінювати розміри

елемента, поєднуючи можливості **Stretch** і **Rotation** для динамічного налаштування форми.

- **Rotate** (Обертання) – використовується для повороту об'єкта навколо заданої точки. Працює разом із **Rotation Parameter** для точного керування кутом повороту.

- **Flip** (Віддзеркалення) – дозволяє дзеркально відображати об'єкт відносно вибраної осі, працює із **Flip Parameter**.

- **Array** (Масив) – створює повторювані копії об'єкта, працює із **Linear** або **Polar Parameter**, дозволяючи автоматично розміщувати елементи в ряд або навколо центру.

- **Lookup Action** (Таблиця параметрів) – надає можливість вибору з декількох варіантів, поєднується з **Lookup**-параметром для налаштування списку доступних змін блока.

Принципи застосування дій у комбінації з параметрами

Кожний елемент з ряду **Actions** (Дії) має бути прив'язаним до відповідного параметра з ряду **Parameters** (Параметрів), що визначає діапазон і напрямок змін графічних елементів у блоці.

Комбіноване використання дій дозволяє створювати складні динамічні блоки, наприклад, змінювані за розміром об'єкти, що можуть також обертатися та змінювати вигляд.

Порядок виконання дій має значення – дії можуть впливати одна на одну, тому важливо правильно налаштувати їхню послідовність у редакторі блоків.

Треба відмітити, що дії можуть впливати лише на частину графічних елементів у блоці. Під час налаштування дії (наприклад, **Rotate**) треба обрати не лише параметр  **Rotation**, до якого вона буде відноситися, а й сукупність графічних елементів, на які вона повинна впливати. Після створення дії користувач може у будь-який час змінити набір графічних елементів, на які вона впливає у будь-який час. Відповідна команда – **Modify Selection Set** (Змінити набір вибраних об'єктів) – стає доступною в контекстному меню, яке відкривається правим кліком миші на піктограмі дії  **Rotate** (Обертання), як показано на рис. 4.7.

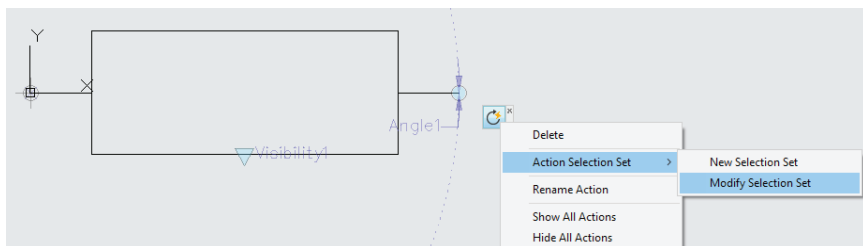


Рис. 4.7. Панель стрічки Меню **Visibility**

У наведеному блоці у **Action Selection Set** (Набір вибраного), окрім графічних елементів умовного позначення резистора, потрібно також додати параметр **Visibility** (Видимості). В іншому випадку під час зміни орієнтації блока маркер цього параметра залишиться на початковому місці. Таким чином, **Actions** (Дії) застосовуються як до графічних елементів, так і до **Parameters** (Параметрів) блока.

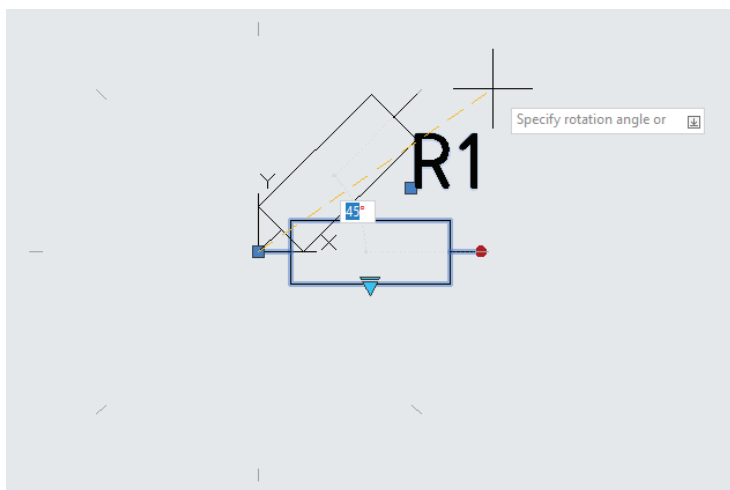


Рис. 4.8. Зображення блока в тестовому режимі **Test Block** поворот 45°

Якщо дію призначено неправильно, то її можна видалити відповідною командою у контекстному меню (див. рис. 4.7).

Перевірка роботи блока в режимі ***Test Block*** (Тестування блока) дозволяє виявити помилки налаштування та забезпечити коректну взаємодію між діями та параметрами (рис. 4.8).

Використання правильних комбінацій дій і параметрів дозволяє значно розширити функціональність блоків AutoCAD, що робить креслення більш гнучкими та автоматизованими.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, IDT).
2. ДСТУ 3321:2003 Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.
3. ДСТУ EN ISO 81714-1:2018 Розроблення графічних познач для використання в технічній документації на продукцію. Частина 1. Основні правила (EN ISO 81714-1:2010, IDT; ISO 81714-1:2010, IDT).
4. ДСТУ ISO 14617-6:2018 Графічні умовні позначки для схем. Частина 6. Функції вимірювання та керування (ISO 14617-6:2002, IDT).
5. ДСТУ ISO 14617-1:2018 Графічні умовні позначки для схем. Частина 1. Загальні відомості та індекси (ISO 14617-1:2005, IDT).
6. ДСТУ ISO 14617-4:2018 Графічні умовні позначки для схем. Частина 4. Приводи та пов'язані з ними пристрої (ISO 14617-4:2002, IDT).
7. ДСТУ ISO 14617-11:2018 Графічні умовні позначки для схем. Частина 11. Пристрої для передавання тепла і теплові машини (ISO 14617-11:2002, IDT).
8. ДСТУ IEC 60617:2018 Графічні символи для схем (IEC 60617:2012 DB, IDT).
9. ДСТУ EN IEC 60947-3:2022 Апаратура комутаційна та апаратура керування низьковольтна. Частина 3. Вимикачі, роз'єднувачі, вимикачі-роз'єднувачі та комбіновані блоки запобіжників (EN IEC 60947-3:2021/AC:2021-11, IDT; IEC 60947-3:2020/COR1:2021, IDT). Поправка № 1:2022

10. ДСТУ EN 81346-2:2022 Промислові системи, установки, обладнання та промислова продукція. Принципи структурування та посилання на позначення. Частина 2. Класифікація об'єктів та кодів для класів (EN 81346-2:2019, IDT; IEC 81346-2:2019, IDT).

11. ДСТУ EN IEC 81346-1:2022 Промислові системи, установки, обладнання та промислова продукція. Принципи структурування та посилання на позначення. Частина 1. Основні правила (EN IEC 81346-1:2022, IDT; IEC 81346-1:2022, IDT).

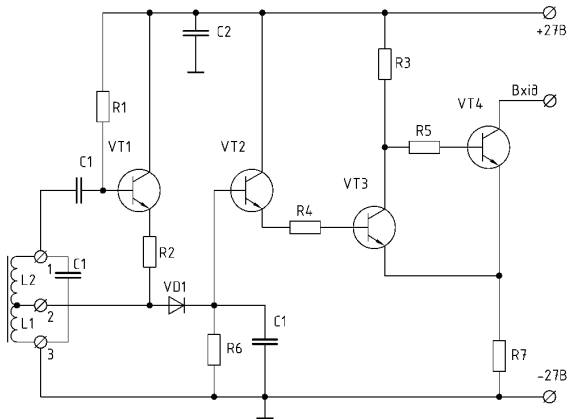
12. ДСТУ EN ISO 7200:2005 Розроблення технічної документації. Графи у штампах та основних написах (EN ISO 7200:2004, IDT).

13. ДСТУ ISO 5457:2006. Документація технічна на вироби. Кресленики. Розміри та формати (ISO 5457:1999, IDT).

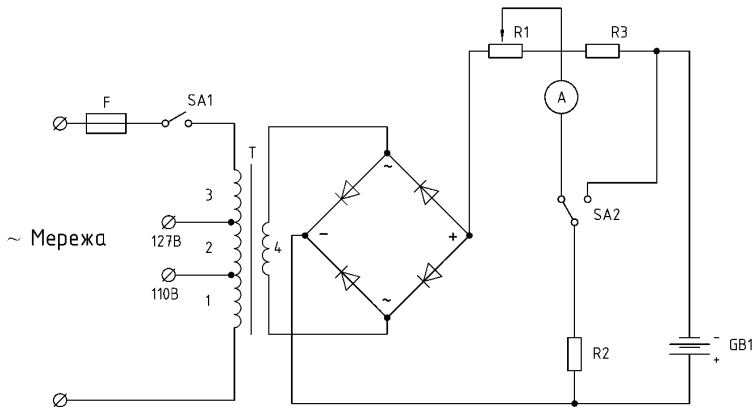
14. Борисенко В.Д., Бідніченко О.Г., Котляр Д.В. Основи побудови об'ємних зображень у середовищі проєктування AutoCAD навчальний посібник / МОН МС України, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. – Миколаїв: НУК, 2012. – 336 с. ISBN 978-966-321-212-8.

ДОДАТКИ

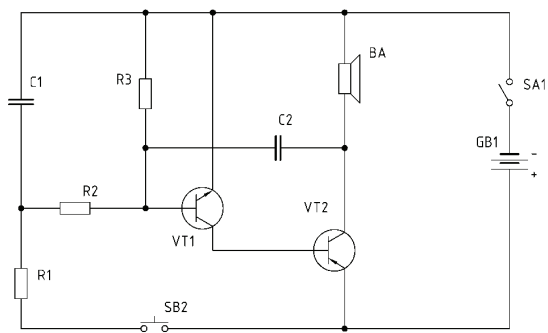
Додаток 1



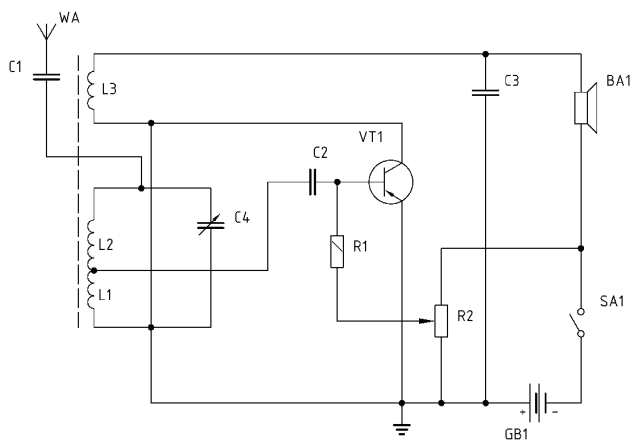
Варіант 1



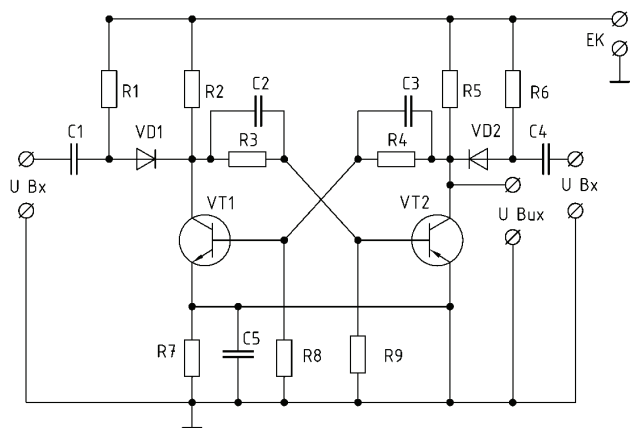
Варіант 2



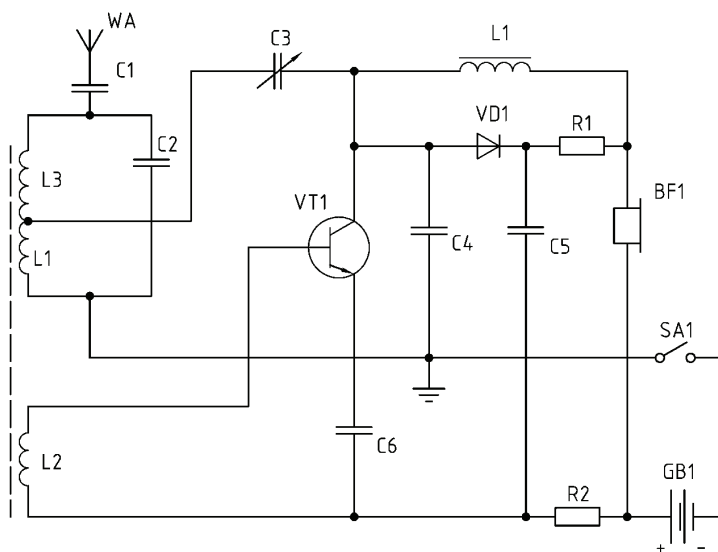
Варіант 3



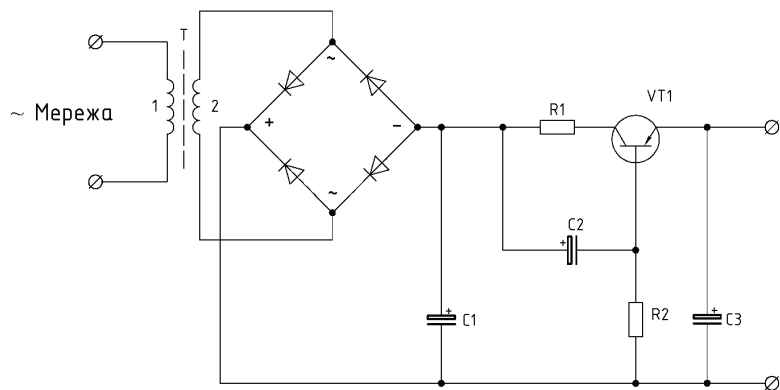
Варіант 4



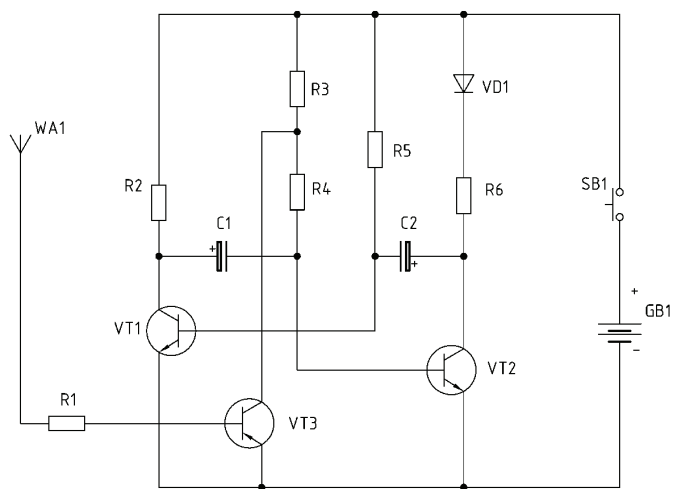
Вариант 5



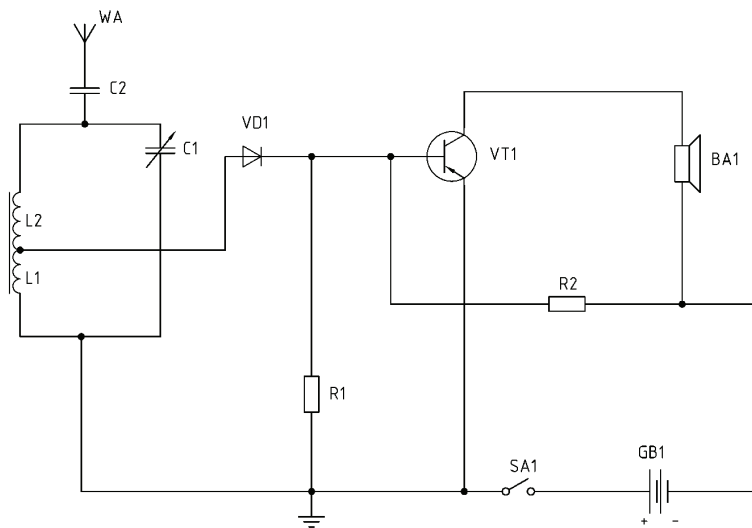
Вариант 6



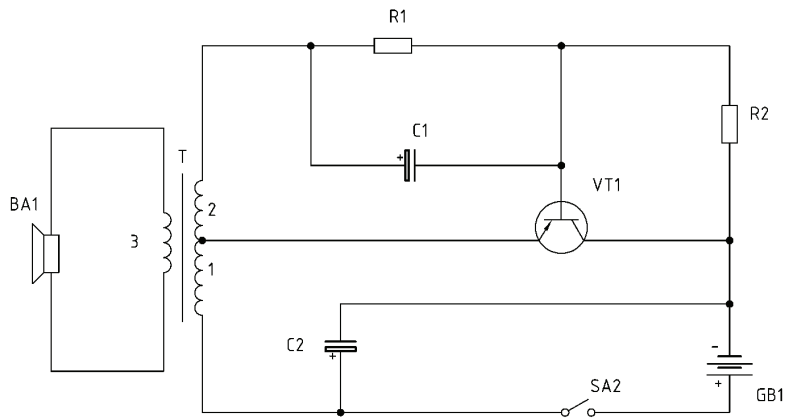
Варіант 7



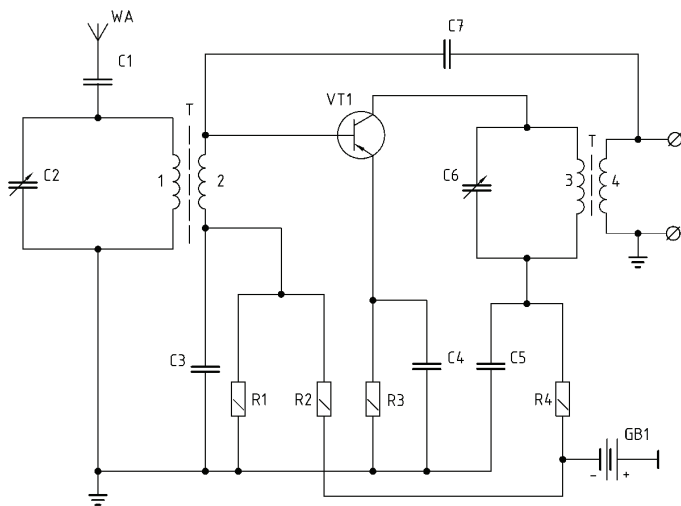
Варіант 8



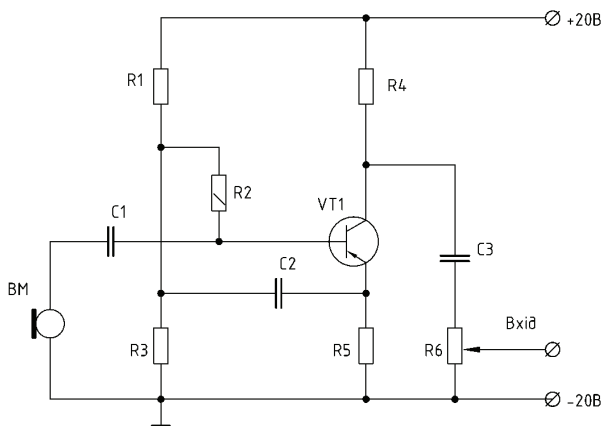
Варіант 9



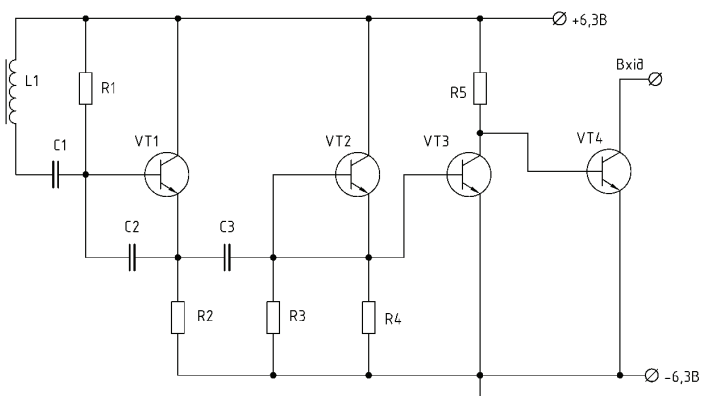
Варіант 10



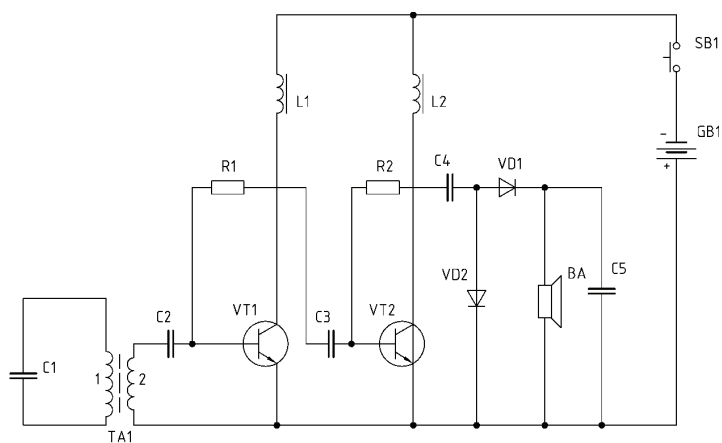
Варіант 11



Варіант 12



Варіант 13



Варіант 14

Додаток 2

Позначення	Тип елемента	Найменування
1	2	3
BA	Зумер	П'єзоелектричний SFM-20B DC 3-24V
		5PCS SFM-27 12V
		KPX-1203B 3V
	Дзвінок	Електричний FBE 12V Промфактор (FBE012)
BM	Мікрофон	Електретний MAX4466
		Конденсаторний Beyerdynamic Classis BM 32 E
BF	Телефон	Телефонний капсульт 4 FE 562 TESLA
C	Конденсатор	Електролітичний 0.22-470мкФ 10-50B
		Електролітичний алюмінієвий 47мкФ 50B 105C
		Електролітичний алюмінієвий 1000мкФ 50B 105C
		K50-35-25B-100мкФ ОЖ0.464.214 ТУ
		K10-43 ОЖ0.460.165ТУ
		K10-17 ОЖ0.460.107ТУ
		K50-35 ОЖ0.464.214ТУ
		K50-35-16B-100 мкФ-И-В-А
		K10-43а-МП0-1000 пФ±1%-5-В
		K10-17-26-Н50-0,1 мкФ±10%-2.5-В
		МБГО-2 20мкф 10% 160В
EA	Світлосигнальна	AD22-22DS 220V червона Аско (A0140030038)
		Світловий індикатор фаз E219-E-3CDE 3 ABB (2cca703902r0001)
FU	Запобіжник	Плавкий 392 T1A, 1A, 250V
		Термоzapобіжник TZ-P130 (130°C, 2A, 250V)

Продовження додатка 2

1	2	3
GB	Акумулятор	Комірка EVE MB31 LiFePo4
		Літієвий Felicity solar LiFePO4 FLA48500 48v 500Ah 25kW
		Li-Ion 18650, LiitoKala NCR 34B-PCB, 3400mAh
L	Котушка індуктивності	0.1 мН Monacor LSIP-10/2
		На залозі 2.2 мН Monacor LSI-22T
	Дросель (Індуктивність)	Аксіальна 33μН 0.255A d-2.5 L-6
		Радіальна 10 мкГн (1.1A, φ7, h12)
		SMD 1210 2.2 мкГн (CM32252R2KS)
		SMD силовий 15 мкГн 1.45A (SR0604-150MS)
R	Резистор	C1-4-0,125H-1,3кОм ±10%
		C1-4-0,125H-680 Ом ±10%
		АП-ШК.434.110.011ТУ
		C2-23 ОЖ0.467.104ТУ
		MF-25T-0,25Вт 33 кОм (+/-1%)
		C2-23-0,25Вт 300 кОм (+/-5%)
		C2-23-0,125-5,1 кОм±5%-A-B-B
		C2-29-0,125-10 кОм±0,5%-A-B-B
		C2-23-0,125-18 кОм±5%-A-B-B
		Змінний ТКД-0,5 Вт-100 кОм +30% BC3-60
RP	Потенціометр	10 кОм 2 Вт 3590S-2-103L
SA	Перемикач	SMRS-101N-2/R (KCD11) 3A/250VAC; 2Pin; ON-OFF
	Тумблер	SMTS-202 1.5A 250VAC; 6pin; ON-ON
		RLS-202-F1 3A 250VAC 6pin ON-ON
SB	Вимикач	Кнопковий R13-507-БК
TA	Трансформатор	0.5 VA 230V, 2x12V 21mA 22x23x19 мм HAHN EI2020160
		12 VA 220V 50Hz 10.5V+10.5V 0.7A 53x45x54 мм ТПШ30

Продовження додатка 2

1	2	3
		Тороїдальний 50 VA, 24v 2A, ф78 h38 с т.пр. ST
		Ш-образний 25VA 12V 2A, 60x50x22 загал. товщ. 44
		TSPZ18/2x12V, 2x0.75A 57x68x29 мм INDEL
VD	Діод	2Д103А ТТ3.362.082ТУ
		2Д103А ТР3.386.045ТУ
		Д9Б аА0.336.473 ТУ
		КД203Д КДЮ-11-4 УЖ0.336.042 ТУ
		Складання КД205ЛІ УФ3.362.004 ТУ
		Силовий В320 ТУ 16-529.765-73
	Стабілітрон	Д824Б ТТ3 362.060 ТУ
	Варикап	2В104А ТТ4.660.006 ТУ
	Діодний міст	КВЛ02 4А, 200V
		КВР04 2А, 400V
		GBJ2510 25А, 1000V
VT	Транзистор	КТ315Б ЖК3.365.200 ТУ
		23N50E FUJI
		NPN 2N3055 15A 60B
		2SB772-AZ/JM
WA	Антенa	PNP President WA-27
		SIRIO TITANIUM 800 «NE»
		BBT-0642LP1011V065
XS	Розетка	ОНпКГ22-4115.5x7-P50-1 БРО.364.056 ТУ

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Загальні поняття про схеми та їхню класифікацію	4
1.1. Загальні терміни.....	4
1.2. Вимоги і правила виконання електричних принципових схем.....	7
1.3. Вимоги до графічного оформлення схем.....	9
1.4. Умовні графічні позначення елементів на електричних схемах.....	12
1.5. Позиційні літерно-цифрові позначення в електричних схемах.....	24
1.6. Перелік елементів схеми.....	30
2. Методичні рекомендації до виконання завдання.....	33
2.1. Вступ і формулювання мети завдання.....	33
2.2. Кроки виконання завдання.....	33
3. Креслення електричних схем у системі AutoCAD.....	38
3.1. Загальні положення.....	38
3.2. Основи роботи з блоками.....	40
3.2.1. Створення блока.....	41
3.2.2. Запис блока у файл.....	43
3.2.3. Вставка блока.....	44
3.3. Використання атрибутів у блоках.....	46
3.4. Приклад використання блоків у схемах.....	48

4. Динамічні блоки	51
4.1. Основні <i>Parameters</i> (Параметри) в динамічних блоках....	51
4.2. Використання <i>Actions</i> (Дій) у динамічних блоках.....	56
Рекомендована література	60
Додатки	62
Додаток 1.....	62
Додаток 2.....	69

Навчальне видання

КОТЛЯР Дмитро Володимирович
БІДНІЧЕНКО Олена Галіківна

ГРАФІЧНЕ ОФОРМЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ПРИНЦИПОВИХ

**Методичні вказівки
до вивчення дисципліни
«Інженерна та комп'ютерна графіка»**

Комп'ютерне верстання *Н. М. Ковальчук*
Коректор *О. Є. Вакула*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 4,3. Вид. № 22. Зам. № 2104-32.
Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54007
E-mail : publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.