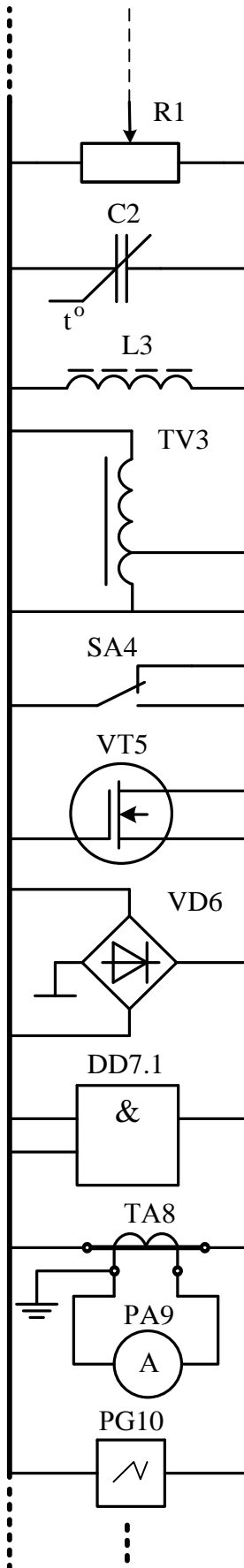


В. Ю. Кучерук
В. М. Севастьянов
О. Г. Ігнатенко



УМОВНІ ГРАФІЧНІ ПОЗНАЧЕННЯ НА ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМАХ

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

В. Ю. Кучерук, В. М. Севастьянов, О. Г. Ігнатенко

**УМОВНІ ГРАФІЧНІ ПОЗНАЧЕННЯ
НА ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМАХ**

Довідник
по умовним графічним позначенням на електричних схемах
у курсовому та дипломному проектуванні для студентів
технічних спеціальностей

Вінниця
ВНТУ
2013

УДК 621.3.061(084.11)(03)

ББК 31.2я6

К95

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № від р.)

Рецензенти:

В. П. Квасніков, доктор технічних наук, професор, НАУ

А. А. Зорі, доктор технічних наук, професор, ДНТУ

О. В. Осадчук, доктор технічних наук, професор, ВНТУ

Кучерук, В. Ю.

К95 Умовні графічні позначення на електричних схемах: довідник / В. Ю. Кучерук, В. М. Севастьянов, О. Г. Ігнатенко. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 113 с.

Довідник по умовним графічним позначенням на електричних схемах призначений для використання студентами технічних спеціальностей у курсовому та дипломному проектуванні. У довіднику систематизовані основні положення державних стандартів щодо умовних графічних позначень основних елементів на електричних схемах і наведені у графічній конспективній формі.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 РЕЗИСТОРИ.....	6
1.1 Резистори постійного опору	6
1.2 Резистори змінного опору	8
1.3 Резистори із зміною опору під дією зовнішніх факторів.....	9
2 КОНДЕНСАТОРИ	12
2.1 Конденсатори постійної ємності	13
2.2 Конденсатори змінної ємності	15
2.3 Саморегульовані конденсатори	16
3 КОТУШКИ ІНДУКТИВНОСТІ, ДРОСЕЛІ, ТРАНСФОРМАТОРИ...	19
3.1 Котушки індуктивності, дроселі	19
3.2 Трансформатори.....	20
4 КОМУТАЦІЙНІ ПРИСТРОЇ	25
4.1 Контакти комутаційних пристроїв	25
4.2 Вимикачі.....	26
4.3 Двохпозиційні перемикачі.....	27
4.4 Кнопкові вимикачі і перемикачі.....	27
4.5 Багатопозиційні перемикачі	27
4.6 Реле	27
4.7 З'єднувачі	28
4.8 Перемички комутаційні	29
5 НАПІВПРОВІДНИКОВІ ЕЛЕМЕНТИ І ПРИЛАДИ	36
5.1 Напівпровідникові діоди	36
5.2 Тиристори	38
5.3 Транзистори	39
5.4 Оптрони	41
5.5 Електричні джерела світла та індикатори	41
6 МІКРОСХЕМИ	48
6.1 Загальні відомості	48
6.2 Правила побудови УГП мікросхем ..	49
6.3 Позначення основних функцій	52
6.4 Позначення виводів мікросхем	52
6.5 Функціональне призначення виводів мікросхем	53
6.6 Нумерація виводів мікросхем	55
6.7 Спрощене позначення груп УГП	55
6.8 УГП мікроконтролерів	57
7 АНТЕНИ, ПРОВОДА, КАБЕЛІ, ХВИЛЕВОДИ.....	59
8 ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ, ДАВАЧІ	65
9 ЕЛЕКТРОАКУСТИЧНІ ПРИЛАДИ.....	68
10 ПРИСТРОЇ ЗВ'ЯЗКУ	70
10.1 Генератори	70

10.2 Підсилювачі	71
10.3 Фільтри	71
10.4 Атенюатори, фазообертачі, лінії затримки.....	72
10.5 Перетворювачі електричних величин	73
10.6 Модулятори, демодулятори.....	73
11 П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНІ ПРИЛАДИ, ДЖЕРЕЛА СТРУМУ ЗАПОБІЖНИКИ І РОЗРЯДНИКИ	76
12 ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ	78
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	85
ГЛОСАРІЙ	86
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	89
Додаток А Буквенні коди позиційних позначень	93
Додаток Б Позначення основних функцій мікросхем.....	102
Додаток В Функціональне призначення виводів мікросхем	106

ВСТУП

У сучасному світі вимірювальна апаратура знаходить широке застосування в нашому житті, характер і функції якої вимагають застосування десятків і сотень тисяч різних компонентів електронної техніки.

Прискорення науково-технічного прогресу вимагає розробки нових схемотехнічних рішень, зменшення термінів розробки засобів вимірювань і впровадження їх у виробництво та експлуатацію. Електроніка, будучи основною складовою частиною процесу створення приладів, представляє складний комплекс взаємопов'язаних задач, вирішення яких можливе тільки на основі системного підходу з використанням знань в області сучасної технології, схемотехніки, опору матеріалів, теплофізики, конструювання, естетики та інших теоретичних і прикладних дисциплін.

Основними компонентами електронної техніки є: резистори, конденсатори, котушки індуктивності та дроселі, трансформатори, комутаційні пристрої, електровакуумні прилади, прилади відображення інформації, напівпровідникові прилади, акустичні прилади, антени, п'єзоелектричні прилади, лінії затримки, джерела струму, запобіжники і розрядники, електродвигуни, лампи розжарювання, елементи цифрової техніки, елементи аналогової техніки, проводи, кабелі, хвилеводи та ін. Всі ці елементи зображуються на схемах у вигляді умовних графічних позначень (УГП).

Види і типи схем, загальні вимоги до їх виконання, УГП елементів в схемах регламентуються державними стандартами Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

Зарубіжні стандарти на УГП і, зокрема, американські ANSI і IEEE значно відрізняються від вітчизняних позначень за ЄСКД. Тому створенням УГП елементної бази або її редагуванням доводиться займатися досить часто. Для їх побудови необхідно користуватися спеціальною довідковою літературою.

Тому, для полегшення роботи студентів при виконанні розрахункових завдань, курсових, бакалаврських, дипломних та магістерських робіт, у пропонованому довіднику систематизовані основні положення державних стандартів щодо УГП елементної бази електрорадіосхем вимірювальної техніки, наведені необхідні матеріали до позначень, а також інші необхідні студентам рекомендації.

1 РЕЗИСТОРИ

Резистори (англ. **resistor**, від лат. **resisto** – чинити опір) — радіо-деталі, основне функціональне призначення яких надавати відомий (номінальний) опір електричному струму з метою перерозподілу і регулювання енергії між елементами схеми.

Найголовніші характеристики резистора – номінальний опір і розсіювальна потужність.

Основна одиниця виміру опору – Ом (Ом, Ω) — одиниця вимірювання електричного опору в системі СІ, названа на честь німецького фізика Георга Ома. Один Ом дорівнює опору провідника, на кінцях якого виникає напруга один вольт при силі струму один ампер.

$$1 \text{ Ом} = 1 \text{ В/А} = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{А}^{-2}.$$

Найбільш широко використовуються резистори постійного опору (постійні), рідше – змінні, підстроювальні та резистори, що змінюють свій опір під дією зовнішніх факторів.

Залежно від області застосування резистори поділяються на елементи загального та спеціального призначення. До резисторів загального призначення не ставляться високі вимоги щодо точності виготовлення і стабільності параметрів. Ці резистори використовуються, в основному, як елементи побутової техніки. До резисторів спеціального призначення відносяться елементи підвищеної стабільності, високочастотні, високоомні, а також резистори для мікромодулів та мікрозбірок.

За конструкцією резистори поділяються на плівкові, металоплівкові, металоокисні, металодіелектричні, композиційні і напівпровідникові.

За типом провідного елемента резистори поділяються на дротяні і недротяні.

Як ті так і інші можуть бути постійними і змінними.

Постійні резистори в залежності від призначення бувають таких типів:

- прецизійні (високої точності);
- високочастотні та імпульсні;
- високовольтні (вище 2 кВ);
- високомегаомні (вище 10 МОм);
- загального призначення.

1.1 Резистори постійного опору

Умовні графічні позначення (УГП) резисторів на принципових електричних схемах регламентуються ГОСТ 2.728-74 (зм. 2.91 р.).

На схемах **резистори постійного опору (resistors constant resistance)** позначаються у вигляді прямокутника розміром 10x4 мм з виводами

(рис. 1.1,а). Це УГП – основа, на якій будуються УГП всіх різновидів резисторів.

На схемах поруч з УГП резистора (по можливості зверху чи праворуч) указують його буквено-цифрове позиційне позначення, яке складається з латинської букви R і порядкового номера резистора за схемою (R1,...,Rn), а також може зазначатися його номінальний опір (рис. 1.1,б, в).

Для резисторів постійного опору вказуються: тип резистора; номінальна потужність розсіювання, номінальний опір і буквене позначення одиниці виміру (Ом, кілоом – кОм, мегаом – МОм, гігаом – ГОм, тераом – ТОм); допускається відхилення опору у відсотках (допуск).

На резисторах, що випускаються промисловістю, номінальні опори позначаються за схемою: одиницю "Ом" позначають буквою R або E, кілоом – к, мегаом – М, гіга – G, тера – Т.

Якщо опір резистора вказують цілим числом, то буквене позначення одиниці виміру ставлять після цього числа, наприклад: 27E (27 Ом), 51к (51 кОм), 1М (1 МОм). Якщо опір резистора вказують десятковим дробом менше одиниці, то буквене позначення одиниці вимірювання розташовують перед числом, наприклад: к51 (510 Ом), М47 (470 кОм).

Вказуючи опір резистора цілим числом з десятковим дробом, ціле число ставлять перед буквою, а десятковий дріб – за буквою, що символізує одиницю виміру. Наприклад: 5E1 (5,1 Ом); 4к7 (4,7 кОм); 1М5 (1,5 МОм); 6,8 ГОм (6G8).

Номінальна величина опору має шість рядів: E6, E12, E24, E48, E96, E192 (табл. 1.1). Цифра після букви E вказує число номінальних величин в цьому ряду.

Таблиця 1.1 – Основні ряди номінальних значень опорів резисторів

Ряди	Числові коефіцієнти	Допустимі відхилення від номіналу
E6	1.0 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8	± 20 %
E12	1.0 1.2 1.5 1.8 2.2 2.7 3.3 3.9 4.7 5.6 6.8 8.2	± 10 %
E24	1.0 1.1 1.2 1.3 1.5 1.6 1.8 2.0 2.2 2.4 2.7 3.0 3.3 3.6 3.9 4.3 4.7 5.1 5.6 6.2 6.8 7.5 8.2 9.1	± 5 %

Дійсні значення опорів резисторів внаслідок технологічних похибок можуть відрізнятись від номінальних в межах допусків. Величини допусків також нормовані і задаються поруч: ± 0.001; ± 0.002; ± 0.005; ± 0.01; ± 0.02; ± 0.05; ± 0.1; ± 0.25; ± 0.5; ± 1; ± 2; ± 5; ± 10; ± 20; ± 30 %.

Номинальна потужність – найбільша потужність, яку може розсіювати резистор в заданих умовах протягом гарантованого терміну служби при збереженні параметрів у встановлених межах. Найбільш часто використовуються постійні резистори, що володіють номінальною потужністю 0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 Вт, яку можуть позначати спеціальними знаками всередині символу (рис. 1.1,г).

Постійні резистори можуть мати відведення від резистивного елемента (рис. 1.1,д), причому, якщо необхідно, символ резистора витягають у довжину (рис. 1.1,е).

1.2 Резистори змінного опору

Резистори змінного опору (resistors variable resistance) застосовуються для регулювання кольору, звуку, яскравості, контрастності та ін. режимів у телевізорах, магнітофонах, моніторах, підсилювачах за рахунок регулювання сили струму і напруги в електричному ланцюзі.

За характером функціональної залежності резистори змінного опору діляться на:

- лінійні (тип А);
- логарифмічні (Б);
- оберненологіфічні (В);
- спеціального призначення (І, Е) та ін.

Відхилення від номінального значення визначаються допусками. Для резисторів загального застосування допуск встановлюється в межах 2 - 20%, а для прецизійних – в межах 0,05 - 1%.

У резисторах змінного опору мінімум три виводи: два – від резистивного елемента, що визначає номінальний (максимальний) опір, а третій – від рухомого контакту, що переміщується по резистивному елементу, змінюючи опір від нуля до максимального між рухомим і одним із постійних виводів. Рухомий контакт на схемах зображують у вигляді стрілки, яка перпендикулярна до довгої сторони основного УГП (рис.1.2,а), інші виводи показують так само, як і в постійних (рис. 1.2,б).

Існують дві схеми включення змінних резисторів в електричний ланцюг. В одному випадку їх використовують для регулювання струму в колі, і тоді регульований резистор називають реостатом (рис. 1.2,в), в іншому – для регулювання напруги, тоді його називають потенціометром.

За конструктивним виконанням резистори діляться на одинарні і здвоєні (рис. 1.2,г,..., е), одно- і багатообертові, із вимикачем і без нього.

У змінних резисторах, які об'єднані з вимикачем УГП контактів вимикача розміщують на схемах поруч з УГП змінного резистора і з'єднують штриховою лінією з жирною крапкою, що зображують з тієї сторони УГП, при переміщенні до якої движок впливає на вимикач (рис.1.2,ж, и). При цьому мається на увазі, що контакти замикаються при переміщенні від крапки, а розмикаються при переміщенні до неї. Якщо

УГП резистора і вимикача далеко один від одного, то механічний зв'язок показують відрізками штрихової лінії (рис. 1.2,к).

Найбільш часто використовуються змінні резистори, що володіють номінальною потужністю 0,5, 1,0; 2,0 Вт.

Підстроювальні резистори (trimmer resistors) – різновид змінних резисторів, рухомий контакт яких можна переміщувати за допомогою викрутки. Це по суті постійний резистор з виводом, положення якого можна змінювати (УГП – на рис. 1.3,а). Для підстроювального резистора в реостатному включенні допускається використовувати позначення вказане на рис. 1.3,б.

1.3 Резистори із зміною опору під дією зовнішніх факторів

Існують резистори, що змінюють свій опір під дією зовнішніх факторів: температури, напруги, деформації тощо.

До них відносяться:

- **терморезистори** (від термо... і резистор - **thermoreistors**) — опір чутливого елемента яких залежить від температури T навколишнього середовища. Позичійне позначення R_K . Розрізняють терморезистори з негативним (**термістори- thermistors**) і позитивним (**позистори - posistors**) температурним коефіцієнтом опору (ТКО);

- **варистори** (англ. **variable resistor** – змінний резистор) — опір (провідність) яких змінюється в залежності від зміни прикладеної напруги U . Позичійне позначення R_U ;

- **тензорезистори** (від лат. **tensus** – напружений і від резистор) — опір яких змінюється в залежності від деформації P резистивного елемента;

- **магніторезистори (magneto resistor)** — напівпровідниковий резистор, опір якого змінюється в залежності від інтенсивності навколишнього магнітного поля.

Загальним для їх УГП є знак регулювання у вигляді похилої лінії зі згином вниз (рис. 1.4,а,..., г), який не змінює своєї орієнтації при обертанні УГП. Для вказівки зовнішніх факторів використовують їхні літерні позначення: T (температура), U (напруга) та ін.

Ще використовують **фоторезистори (photoresistors)**. Це напівпровідникові резистори, що змінюють свій опір під впливом світлового потоку (рис. 1.4,е). У залежності від спектральної чутливості фоторезистори ділять на дві групи: для видимої та інфрачервоної частини спектра.

Найпопулярнішим напівпровідником, на основі якого виготовляються фоторезистори, є сульфід кадмію CdS .

Фоторезистори широко використовуються в сучасній оптоелектроніці та фотоелектронній автоматичі.

№№ рис.	Назва	Позначення
1	2	3
<p>1</p> <p>1.1</p>	<p>Резистори</p> <p>Постійні резистори</p> <p>Умовне графічне позначення</p> <p>Позначення позиції і номінального опору</p> <p>Позначення номінальної потужності, що розсіюється</p> <p>Відводи від резистивного елемента</p>	
<p>1.2</p>	<p>Змінні резистори</p> <p>Умовне графічне позначення</p> <p>Відводи від резисторного елемента</p> <p>Змінний резистор в реостатному включенні</p> <p>Зображення здвоєних резисторів</p>	

1	2	3
	<p>Здвосні резистори при їх віддаленості на схемі</p> <p>Резистор, об'єднаний з вимикачем (вимикачами)</p> <p>Об'єднані резистор і вимикач при їх віддаленості на схемі</p>	<p>Diagram showing double resistors (R 2.1, R 2.2) and resistors connected to switches (ж, и, к).</p>
1.3	<p>Підстроювальні резистори</p> <p>Умове графічне позначення</p>	<p>Diagram showing adjustable resistors (a) and potentiometers (б) with dimensions 4 and 2.</p>
1.4	<p>Резистори із зміною опору під дією зовнішніх факторів</p> <p>Терморезистори (а, б)</p> <p>Тензорезистор (в); варистор (г)</p> <p>Магніторезистор (д); фоторезистор (е)</p>	<p>Diagram showing resistors with variable resistance: thermistors (а, б), piezoresistors (в), varistors (г), magnetoresistors (д), and photoresistors (е) with dimensions 3, 8, 45°, and Ø12.</p>

2 КОНДЕНСАТОРИ

Конденсатори (від лат. **condense** – згущую; англ. **capacitor**; нім. **kondensator**) — це радіоелементи із зосередженою електричною ємністю, що утворюється двома або великою кількістю електродів (обкладинок) розділених шаром діелектрика (спеціальним тонким папером, слюдою, керамікою та ін.).

Основна одиниця виміру ємності – Фарад (позначення: Ф, F – одиниця виміру електричної ємності в СІ названа на честь англійського фізика Майкла Фарадея) – ємність такого відокремленого провідника, потенціал якого зростає на один вольт при збільшенні заряду на один кулон. Це дуже велика величина, яка на практиці застосовується дуже рідко. Але існують суперконденсатори (на основі наноматеріалів) які мають ємність до сотень фарад. Оскільки Фарад ємність дуже велика, то використовують дольні значення: мкФ, нФ, пФ (мікро-, нано-, пікофаради).

Ємність конденсатора залежить від розмірів (площі) обкладинок, відстані між ними і властивостей діелектрика.

Конденсатори розрізняють за наступними ознаками: характером зміни ємності, способом захисту від зовнішніх впливових факторів, призначенням, способом монтажу та видом діелектрика.

Основним параметром будь-якого конденсатора є його номінальна ємність – значення ємності конденсатора передбачене технічними умовами на даний елемент. Номінальні значення ємностей стандартизовані. Для ємностей встановлено 7 рядів: E3, E6, E12, E24, E48, E192 (табл. 2.1).

В умовному позначенні номінальну ємність вказують у вигляді конкретного значення, вираженого у пікофарадах (пФ) або мікрофарадах (мФ). Фактичне значення ємності може відрізнятись від номінального на величину відхилення, що допускається у відсотках.

Таблиця 2.1 – Основні ряди номінальних значень ємності конденсаторів

Ряди	Числові коефіцієнти
E3	1.0 2.2 4.7
E6	1.0 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8
E12	1.0 1.2 1.5 1.8 2.2 2.7 3.3 3.9 4.7 5.6 6.8 8.2
E24	1.0 1.1 1.2 1.3 1.5 1.6 1.8 2.0 2.2 2.4 2.7 3.0 3.3 3.6 3.9 4.3 4.7 5.1 5.6 6.2 6.8 7.5 8.2 9.1

Окрім ємності, конденсатори характеризуються ще рядом параметрів.

Температурний коефіцієнт ємності (ТКЄ) – використовується для характеристики конденсаторів з лінійною залежністю ємності від

температури. Він визначає відносну зміну ємності від температури при зміні її на 1°C. Значення ТКЄ керамічних, слюдяних та полістирольних конденсаторів наведені у довідниковій літературі. Для конденсаторів з іншими видами діелектрика ТКЄ не нормується. Для деяких типів конденсаторів може бути від'ємною величиною.

Номинальна напруга позначена на конденсаторі (або вказана у документації) – максимальна робоча напруга, при якій він може працювати в заданих умовах у термін строку служби із збереженням параметрів у допустимих межах.

Напруга, при якій на протязі 1-5 с виникає пробій, називається пробивною. Максимальну робочу напругу обирають у 3-10 разів меншою за пробивну.

Тангенс кута діелектричних втрат характеризує втрати енергії у конденсаторі. Значення тангенса кута втрат у керамічних високочастотних, слюдяних, полістирольних та фторопластових конденсаторів знаходяться у межах $(10...15)10^{-4}$, полікарбонатних $(15...25)10^{-4}$, керамічних низькочастотних 0,035, окисних 5...35 %, поліетилентерефталових 0,01...0,012.

Величина, зворотна до тангенсу кута втрат, називається добротністю конденсатора.

Частотний діапазон конденсатора – діапазон частот, при яких працюватиме конденсатор, обмежений внаслідок власної його індуктивності.

В залежності від матеріалу діелектрика відрізняють керамічні, слюдяні, скляні та склокерамічні, паперові, плівкові та електролітичні конденсатори тощо.

Електролітичні та окисно-напівпровідникові конденсатори відрізняються від інших типів перш за все своєю величезною питомою ємністю. В якості діелектрика використовується окисний шар на металі, який є анодом. Друга обкладка (катод) — це або електроліт (у електролітичних конденсаторах) або шар напівпровідника (у окисно-напівпровідникових), нанесений безпосередньо на окисний шар. Анод виготовляється, в залежності від типу конденсатора, з алюмінієвої, ніобієвої чи танталової фольги. Особливістю цих конденсаторів є необхідність суворого дотримання полярності при вмиканні.

2.1 Конденсатори постійної ємності

Конденсатори постійної ємності (capacitors constant capacitance) — основний клас конденсаторів, який не змінює своєї ємності (окрім як зменшення з часом використання).

УГП конденсатора постійної ємності (по ГОСТ 2.728-74 зм. 2. 91 р.) – дві паралельні лінії - символізують його основні частини: дві обкладки з виводами і діелектрик між ними (рис. 2.1,а), біля якого вказується позиційний номер (C_1, \dots, C_n). Біля позиційного позначення конденсатора на схемі часто вказують його номінальну ємність (рис. 2.1,б).

На електричних принципових схемах номінальна ємність конденсаторів звичайно вказується в мікрофарадах ($1 \text{ мкФ} = 10^6 \text{ пФ}$) і пікофарадах, але нерідко і в нанофарадах. Згідно ГОСТ 2.702-75 номінальну ємність від 0 до 9 999 пФ вказують на схемах в пікофарадах без позначення одиниці виміру (наприклад, 330), від 10 000 пФ до 9 999 мкФ – в мікрофарадах з позначенням одиниці виміру буквами мк (наприклад, 20 мк або 20,0 мк; 0,01 мк). У рідкісних випадках, коли потрібно зазначити, що ємність складає долі пікофарад або виражається числом з десятковими частками пікофарад, після чисельного значення ставиться пф (наприклад, С13 1,5 пф).

Для захисту від перешкод, які можуть проникнути в прилад через ланцюги живлення і навпаки, а також для різних блокувань використовують так звані **прохідні конденсатори (duct capacitor)**. Їх використовують в основному в ланцюгах живлення високочастотних каскадів апаратури, наприклад для усунення перешкод радіоприйому, створюваних іскрінням щіток електричних машин.

Прохідні конденсатори мають три виводи, два з яких представляють суцільний струмопровідний провід, по якому передаються в екранований радіоелектронний пристрій інформаційні сигнали або електроживлення. Третій вивід металевий корпус, який представляє собою різьбове з'єднання, і є другою обкладкою конденсатора. Корпус прохідного конденсатора закріплюється в електромагнітному екрані, який в свою чергу з'єднується із землею. Графічні позначення таких конденсаторів:

- прохідний конденсатор з зовнішньої обкладкою (рис. 2.1,в). Дуга позначає зовнішню обкладку конденсатора (корпус);

- прохідний конденсатор з одним виводом від середини (рис. 2.1,г);

- прохідний конденсатор з двома виводами від середини (рис. 2.1,д).

Опорний конденсатор (support capacitor) використовується з тією ж метою, що і прохідний, але він частіше використовується в якості опорної (монтажної) стійки, що встановлюється на металевий корпус радіоелектронного пристрою. Обкладку опорного конденсатора, з'єднану з корпусом радіоелектронного пристрою, позначають трьома похилими лініями, як показано на рис. 2.1,е.

Серед графічних позначень конденсаторів постійної ємності слід розрізняти позначення для поляризованих і неполяризованих **електролітичних конденсаторів (electrolytic capacitor)**. Їх графічні позначення:

- **поляризований електролітичний конденсатор (polarized electrolytic capacitor)**, рис. 2.1,ж;

- **неполяризований електролітичний конденсатор (unpolarized electrolytic capacitor)**, рис. 2.1,и;

Знаком «+» на УГП електролітичного конденсатора показується позитивна обкладка конденсатора, яка символізує анод.

Поляризованими конденсаторами бувають не тільки електролітичні. Тоді умовне графічне позначення таких конденсаторів прийме вигляд, як показано на рис. 2.1,к.

Для електролітичних конденсаторів, а також для високовольтних конденсаторів на схемах, після позначення номіналу ємності, вказують їх максимальну робочу напругу в вольтах (В) або кіловольт (кВ). Наприклад так: «10 мк x 10 В». Для змінних конденсаторів вказують діапазон зміни ємності, наприклад так: «10 - 180».

З метою зменшення масогабаритних параметрів конденсаторів використовується технологія, при якій два і більше конденсаторів виготовляють в одному корпусі. Такі конденсатори отримали назву **секційні (sectional capacitor)**. Для зменшення кількості виводів у цих конденсаторів їх часто об'єднують, як показано на прикладі двосекційного неполярного (рис. 2.1, л) і полярного конденсаторів (рис. 2.1,м).

2.2 Конденсатори змінної ємності

Конденсатор змінної ємності (capacitor variable capacitance) складається з двох металевих пластин, одна з яких може плавно переміщуватися відносно іншої. При цьому русі пластини рухомої частини (ротора) звичайно вводяться в зазори між пластинами нерухомої частини (статора), в результаті чого площа перекриття одних пластин іншими, а отже, і ємність змінюються. Діелектриком у таких конденсаторах найчастіше служить повітря.

УГП конденсатора змінної ємності – символ конденсатора постійної ємності, перекреслений знаком регулювання (рис. 2.2,а). Часто ротор зображують на схемах у вигляді дуги (рис. 2.2,б).

Конденсатори, що входять у блок конденсатора змінної ємності, на схемах зображують кожен окремо. Щоб показати, що вони об'єднані в блок, тобто керуються однією загальною ручкою, стрілки, що позначають регулювання, з'єднують штриховою лінією механічного зв'язку, як показано на рис. 2.2,в. При зображенні блоку в різних, далеко віддалених одна від одної частинах схеми, механічну частину не показують, обмежуючи тільки відповідною нумерацією секцій у позиційному позначенні (рис. 2.2,г).

У вимірювальній апаратурі, наприклад, у плечах ємнісних мостів змінного струму знаходять застосування так звані **диференційні конденсатори (differential capacitor)**, рис. 2.2,д. Це конденсатор з двома статорами (системами нерухомих пластин) і одним ротором (системою рухомих пластин), що представляє собою два змінних конденсатора, зміна ємності яких при обертанні ротора відбувається в різні боки, причому загальна ємність включених паралельно конденсаторів залишається незмінною.

Диференційний конденсатор може бути замінений двома окремими конденсаторами.

Для точного підстроювання вузлів радіоапаратури безпосередньо після складання і в процесі експлуатації часто застосовують **підстроювальні конденсатори (trimmer capacitors)**, наприклад для вирівнювання початкових ємностей сполучених контурів, для настроювання контурів з фіксованою настройкою, в якості конденсаторів зв'язку й т.п. Ці конденсатори простіші по конструкції і зазвичай мають більш вузький діапазон зміни ємності від одиниць пікофарад до декількох десятків пікофарад (іноді і більше). Основна вимога до них - плавність зміни ємності і надійність фіксації ротора в установленому при налаштуванні положенні. Осі конденсаторів (зазвичай короткі) мають шліц, тому регулювання їх ємності можливе тільки із застосуванням інструменту (викрутки).

Підстроювальні конденсатори позначають на схемах символом, перекресленим знаком підстроювального регулювання (рис. 2.2,е).

2.3 Саморегульовані конденсатори

Використовуючи як діелектрик спеціальну кераміку, діелектрична проникність якої залежить від напруженості електричного поля, можна одержати конденсатор, ємність якого буде нелінійно змінюватися в широких межах залежно від напруги, прикладеної до його обкладинок. Такий конденсатор називається **варикондом (varicond)**.

УГП вариконда – той же символ конденсатора постійної ємності, але перекреслений знаком нелінійного саморегулювання – похилої риски зі зломом в нижній частині (рис. 2.3,а). Фактор, під дією якого відбувається саморегулювання – напруга, – позначають латинською літерою U.

Аналогічно побудоване УГП термоконденсаторів (рис. 2.3,б).

Термоконденсатор (лат.: **termokondensator**) — це конденсатор з нелінійною характеристикою, у якого значення ємності залежить від температури навколишнього середовища.

Одним із основних параметрів термоконденсаторів є температурний коефіцієнт ємності (ТКЄ), що відображає залежність зміни ємності від зміни температури навколишнього середовища. Залежно від характеру зміни ТКЄ термоконденсатори поділяються на дві групи - з негативним ТКЄ і з позитивним ТКЄ.

№№ рис.	Назва	Позначення
1	2	3
2 2.1	<p align="center">Конденсатори</p> <p>Конденсатори постійної ємності</p> <p>Умовно графічне позначення</p> <p>Позначення номінальної ємності</p> <p>Прохідні конденсатори</p> <p>Опорний конденсатор</p> <p>Електролітичні конденсатори:</p> <ul style="list-style-type: none"> - поляризований (ж); - неполяризований (и) <p>Поляризовані не електролітичні конденсатори</p> <p>Двосекційні конденсатори</p>	<p>а) C1, C2</p> <p>б) C3 (330), C4 (1,0 мк)</p> <p>в) C5, г) C6, д) C7</p> <p>е) C8</p> <p>ж) C9, и) C10</p> <p>к) C11, C12</p> <p>л) C13, м) C14</p>

1	2	3
2.2	<p>Конденсатори змінної ємності</p> <p>Умове графічне позначення</p> <p>Диференційний конденсатор</p> <p>Підстроювальні конденсатори</p>	<p>а) C1, C2, C3 Ротор</p> <p>б) C4.1, C4.2</p> <p>в) C5.1, C5.2, C5.3</p> <p>г) C6</p> <p>д) C7, C8</p> <p>е)</p>
2.3	<p>Саморегульовані конденсатори</p> <p>Варикоди</p> <p>Термоконденсатори</p>	<p>а) C1, C2</p> <p>б) C3, C4</p>

3 КОТУШКИ ІНДУКТИВНОСТІ, ДРОСЕЛІ, ТРАНСФОРМАТОРИ

3.1 Котушки індуктивності, дроселі

Котушка індуктивності (inductance coil) — звернутий у спіраль ізолюваний провід, що має значну індуктивність при відносно великій електричній провідності та малому активному опорі. Індуктивність — фізична величина, що характеризує здатність провідника нагромаджувати енергію магнітного поля, коли в ньому протікає електричний струм. Позначається латинською літерою L , в системі СІ вимірюється в Генрі (Гн, Н) — названа в честь американського вченого Джозефа Генрі.

Генрі — дуже велика величина, тому більшість котушок індуктивності, що застосовуються в техніці мають величини: мікрогенрі — 10^{-6} (мкГн) і мілігенрі — 10^{-3} (мГн).

Котушки індуктивності застосовуються для настроювання коливальних контурів на задану частоту (котушки настроювання), для передачі електричних коливань з одного контуру в другий (котушка зв'язку), для поділу або обмеження електричних сигналів різної частоти (дроселі) і т.д.

Дроселем (throttle) називається котушка індуктивності, яка вмикається в коло для створення опору струмам високої або низької частоти. Опір дроселя постійному струмові повинен бути мінімальним, а повний опір — достатньо високим і мати індуктивний характер. Чим вища частота фільтрації — тим розміри дроселя є меншими. Дроселі зазвичай мають осердя.

Котушки індуктивності бувають двох видів з постійною та змінною індуктивністю.

Основними параметрами дроселів та котушок індуктивності є:

- індуктивність;
- допустиме відхилення індуктивності;
- добротність;
- власна ємність.

Індуктивність котушки визначається лінійними розмірами котушки, числом витків обмотки і магнітною проникністю навколишнього середовища і провідників, наявністю та типом осердя, наявністю екрану.

Котушки без осердя мало придатні для мікромініатюризації, оскільки зменшення діаметра каркаса котушки призводить до необхідності збільшення кількості витків. Тому для поліпшення характеристик котушки використовують осердя з високою проникністю і малими втратами на радіочастоті.

Котушки індуктивності і дроселі зображають на схемах як показано на рис. 3.1,а (ГОСТ 2.723-68). Для зручності спряження з символами інших елементів число півкіл в УГП котушок і дроселів зазвичай беруть рівним

чотирьом (кількість півкіл в зображенні стандартом не встановлюється). В залежності від конфігурації схеми виводи обмотки направляють в одну сторону (рис. 3.1,б) або в різні (рис. 3.1,в).

Якщо котушка або дросель має магнітопровід, то додається його символ, який являє собою відрізок суцільної або пунктирної лінії, розташованої з «зовнішньої» сторони дуг. При цьому магнітопроводи з карбонільного заліза, асильфера і інших магнітодіелектриків зображають штриховою лінією (рис. 3.1,г), з фериту та феромагнітного сплаву (електротехнічна сталь, пермалой) – суцільною (рис. 3.1,д). магнітопроводи з немагнітних матеріалів (міді, алюмінію і т.д.) позначають так само, як і феромагнітні – суцільною лінією, але з вказуванням хімічного символу металу (рис. 3.1,е).

Можливість підстроювання індуктивності зміною положення магнітопроводу показують на схемі знаком підстроювального регулювання, який пересікає під кутом 45° котушку і магнітопровід (рис. 3.1,ж) або тільки позначення магнітопроводу (зображений над символом котушки – рис. 3.1,и).

Для налаштування коливальних контурів інколи використовують котушки змінної індуктивності – **варіометри (variometer)**. Варіометр складається з двох, з'єднаних послідовно і занурених одна в іншу котушок, одна з яких може змінювати положення. На схемах символи котушок розташовують або паралельно (рис. 3.1,к), або перпендикулярно один до іншого (рис. 3.1, л) і перетинають знаком регулювання. На схемі об'єднання таких котушок здійснюється штриховою лінією, що сполучає знаки регулювання (рис. 3.1,м).

3.2 Трансформатори

Трансформатори (від лат. **transformo** – перетворювати) — електричні апарати, що мають дві або більше індуктивно зв'язані обмотки і призначені для перетворення за допомогою електромагнітної індукції одного або кількох значень змінного струму в одне або декілька інших значень змінного струму без зміни частоти змінного струму.

При цьому символи обмоток трансформатора розташовуються поруч, паралельно один до іншого. Згідно ГОСТ 2.723-68 число півкуль в символах обмоток трансформаторів може бути будь-яким, але, як правило, не менше двох. Часто для вказівки початку обмоток використовують точку (рис. 3.2,а).

Трансформатори напруги (voltage transformer) перетворюють змінний струм однієї напруги в змінний струм іншої напруги. Позиційне позначення TV. Залежно від призначення вони можуть бути підвищувальними або знижувальними.

Радіочастотні трансформатори можуть бути як з магнітопроводами, так і без них. Якщо магнітопровід загальний для всіх обмоток, його

зображують між їхніми символами (рис. 3.2,б), а якщо кожна з них має свій магнітопровід – над ними (рис. 3.2,в).

Можливість підстроювання індуктивності зміною положення магнітопровода показують знаком підстроювального регулювання, перетинаючи їх або тільки позначення магнітопровода (рис. 3.2,в), або і його, і символи обмоток (рис. 3.2,г). Якщо ж необхідно показати регулюючу індуктивність і зв'язок між обмотками, їх символи перетинають знаком регулювання (рис. 3.2,д).

Трансформатори промислової і звукової частоти позначають так само, як і радіочастотні з феритовим магнітопроводом. Обмотки, зазвичай, нумерують римськими цифрами, а іноді привласнюють умовні номери їхнім виводам (рис. 3.2,е).

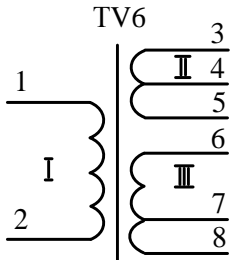
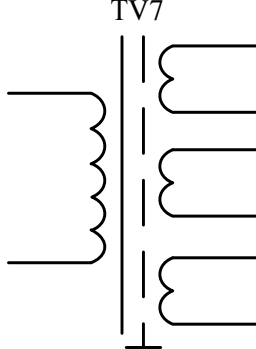
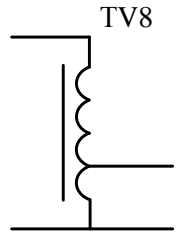
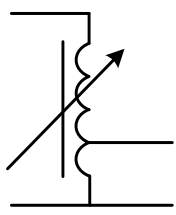
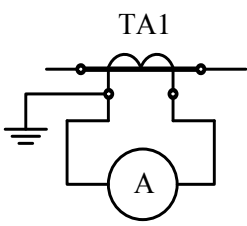
Для зменшення перешкод, що проникають з мережі, між первинною і вторинною обмотками трансформатора розташовують електростатичний екран, що представляє собою незамкнений виток мідної або алюмінієвої фольги, або один шар тонкого проводу, який з'єднується з загальним проводом пристрою. На схемах такий екран зображують штриховою лінією (рис. 3.2,ж), а з'єднання з загальним проводом – поперечною рисою на кінці виводу екрана.

Для перетворення напруг і струмів застосовують також **автотрансформатори (autotransformer)**. На відміну від трансформаторів в них первинна і вторинна обмотки сполучені безпосередньо, і мають за рахунок цього не тільки електромагнітний зв'язок, а й електричний. Обмотка автотрансформатора має кілька виводів (як мінімум 3), підключаючись до яких, можна отримувати різні напруги (рис. 3.2,и). Можливість плавного регулювання напруги, що знімається з автотрансформатора показують знаком регулювання (рис. 3.2,к). Перевагою автотрансформатора є вищий ККД, оскільки лише частина потужності піддається перетворенню – це особливо суттєво, коли вхідна і вихідна напруги відрізняються незначно. Недоліком є відсутність електричної ізоляції (гальванічної розв'язки) між первинним і вторинним колом.

Трансформатори струму (current transformer). Позиційне позначення ТА. Типове застосування – для зниження первинного струму до величини, яка використовується в ланцюгах вимірювання, захисту, управління і сигналізації. Номінальне значення струму вторинної обмотки 1А, 5А. Первинна обмотка трансформатора струму включається в ланцюг з вимірюваним змінним струмом, а у вторинну включаються вимірювальні прилади (рис. 3.2,л). Вторинна обмотка трансформатора струму повинна бути надійно замкнена на низькоомне навантаження вимірювального приладу або накоротко. При випадковому або навмисному розриві ланцюга виникає стрибок напруги, небезпечний для ізоляції і життя техперсоналу!

№№ рис.	Назва	Позначення
1	2	3
3	<p>Котушки, дроселі, трансформатори</p>	
3.1	<p>Котушки індуктивності і дроселі</p> <p>УГП котушки індуктивності і дроселя без магнітопровода</p> <p>Направлення виводів обмоток</p> <p>Котушка індуктивності з магнітодіелектричним магнітопроводом</p> <p>Дросель з феромагнітним магнітопроводом</p> <p>Дросель з магнітопроводом з немагнітного матеріалу (напр. з міді)</p> <p>Котушки з підстроюванням індуктивності</p>	<p>a) $R\ 1.5 \dots 4$ L1</p> <p>б) L2</p> <p>в) L3</p> <p>г) L4</p> <p>д) L5</p> <p>е) L6 Cu</p> <p>ж) L7</p> <p>з) L8</p> <p>и) L9</p>

1	2	3
	Варіометри	<p>к) л) м)</p>
3.2	<p>Трансформатори</p> <p>УГП найпростішого трансформатора (Форма 1)</p> <p>Трансформатор з магнітопроводом</p> <p>Підстроювальні трансформатори</p>	<p>а) б) в) г) д)</p> <p>TV1 TV2 TV3 TV4 TV5</p>

1	2	3
	<p>Трансформатор з кількома вторинними обмотками</p>	 <p>TV6</p> <p>е)</p>
	<p>Екранований трансформатор</p>	 <p>TV7</p> <p>ж)</p>
	<p>Автотрансформатор</p>	 <p>TV8</p> <p>и)</p>
	<p>Регулювальний автотрансформатор</p>	 <p>TV9</p> <p>к)</p>
	<p>Вимірювальний трансформатор струму з однією вторинною обмоткою. Схема включення</p>	 <p>ТА1</p> <p>л)</p>

4 КОМУТАЦІЙНІ ПРИСТРОЇ

Пристрої комутації (device switching) дозволяють комутувати (вмикати, вимикати) електричні кола в електричній апаратурі в результаті зміни опору виконуючих елементів під дією керуючих сигналів.

В комутуючих пристроях велике значення мають виконуючі елементи, які бувають контактні і безконтактні.

В контактних використовують електричний контакт – дотик між забезпеченням переривчастості кола. У таких комутаційних пристроях (реле, кнопки і т.д.) звичайно застосовують стиковий контакт, при якому контакт-деталі притискаються одна до другої.

Існують також вставні контакти, коли контакт-деталі перед робочим станом здійснюють бічний чи подовжній рух у притиснутому стані з подоланням сил тертя (перемикачі ручного керування, з'єднувачі). Контактні виконавчі елементи застосовуються як при ручному, так і при дистанційному й автоматичному керуванні. При ручному керуванні це контакт-деталі кнопок, тумблерів, галетних перемикачів і т.п. При дистанційному й автоматичному керуванні – це контакт-деталі електромагнітних реле і магнітокеруючих герметичних контактів (герконів).

У безконтактних виконавчих елементах використовується зміна умов протікання струму в обсязі кристала і його поверхневому шарі під впливом електричних напруги, освітлення і т.п. Такі елементи застосовують в основному при дистанційному й автоматичному керуванні апаратури - це оптрони, транзисторні ключі і комутатори. Почали знаходити застосування безконтактні комутаційні пристрої з ручним керуванням, наприклад, кнопки з оптронами і магніторезисторами, а також сенсорні.

З'єднувачі (контактні з'єднання) призначені тільки для проведення електричного струму і не призначені для комутації електричного ланцюга. Контактні з'єднання можуть бути роз'ємні, розбірні і нерозбірні.

Звичайно комутаційні пристрої і з'єднувачі є нормалізованими і стандартизованими.

4.1 Контакти комутаційних пристроїв

УГП комутаційних пристроїв — вимикачів, перемикачів і електромагнітних реле побудовані на основі символів контактів: що замикають (рис. 4.1,а, б), розмикають (рис. 4.1,в, г) і перемикають (рис. 4.1,д,..., ж).

За початкове положення замикаючих контактів прийнятий розімкнений стан комутаційного ланцюга, розмикаючих – замкнений, перемикаючих – положення, в якому один з ланцюгів замкнений, а інший розімкнений. УГП всіх контактів допускається зображувати в дзеркальному і поверненому на 90° положеннях (рис. 4.1,а, б).

Умовне буквено-цифрове позиційне позначення комутаційних пристроїв визначається комутуючим ланцюгом, способом управління і порядковим номером на схемі. Якщо комутаційний пристрій розташований в ланцюгу управління сигналізації, вимірювання і т.п., його позначають латинською буквою S, а якщо в силовому ланцюгу (енергоспоживання, живлення обладнання і т.п.) – буквою Q. Спосіб управління знаходить віддзеркалення в другій букві позначення: кнопкові вимикачі і перемикачі позначають буквою B (SB), автоматичні – буквою F (SF), всі інші – буквою A (SA).

Для пояснення принципу роботи комутаційних пристроїв при необхідності на їх контакт-деталях зображують кваліфікуючі символи, наведені на рис. 4.1,и. Так, якщо необхідно показати, що контакт замикається або розмикається раніше за інших, символ його рухомої частини доповнюють коротким штрихом, спрямованим у бік спрацювання (рис. 4.1,к, л), а якщо пізніше, – штрихом, направленим у зворотний бік (рис. 4.1,м, н).

Відсутність фіксації в замкнутому або розімкнутому положеннях (самоповернення) позначають невеликим трикутником, вершина якого спрямована в бік вихідного положення рухомої частини контакту (рис.4.1,п, р), а фіксацію – кружком на символі його нерухомої частини (рис.4.1,с, т).

УГП нормально розімкненого контакту (замикаючого): вимикача, роз'єднувача, вимикача-роз'єднувача показано на рис. 4.1,у – 4.1,х.

4.2 Вимикачі

УГП вимикачів на електричних схемах будують на основі символів замикаючих і розмикаючих контактів (рис. 4.2,а, б). При цьому мається на увазі, що контакти фіксуються в обох положеннях, тобто не мають самоповернення.

Якщо у вимикачі кілька контактів, символи їх рухомих частин на електричних схемах розташовують паралельно і з'єднують лінією механічного зв'язку, наприклад вимикач трьохполюсний (рис. 4.2,в). На рис. 4.2,г показано УГП вимикача SA4, що містить один розмикаючий і два замикаючих контакти.

Вимикачі QF1 і QF2 служать для комутації ланцюгів живлення. Контакти QF2 механічно пов'язані з яким-небудь органом управління, про що свідчить відрізок штриховий лінії (рис.4.2,д).

При зображенні контактів у різних ділянках схеми приналежність їх до одного комутаційного виробу традиційно відображають в буквено-цифровому позиційному позначенні (SA5.1, SA5.2, SA5.3), рис.4.2,е.

УГП вимикача з автоматичним поверненням при перенавантаженні: в силових колах (QF1), в колах керування (SF1) показано на рис.4.2,ж.

4.3 Двохпозиційні перемикачі

Аналогічно, на основі символу перемикаючого контакту, будують УГП двухпозиційних перемикачів (рис. 4.3,а, г). Якщо ж перемикач фіксується не тільки в крайніх, але і в середньому (нейтральному) положенні, символ рухомої частини контакту розташовують між символами нерухомих частин, а можливість повороту його в обидві сторони показують точкою (SA2 на рис. 4.3,б). Так само роблять і в тому випадку, якщо необхідно показати на схемі перемикач, що фіксується тільки в середньому положенні (рис. 4.3,в).

4.4 Кнопкові вимикачі і перемикачі

Відмітна ознака УГП кнопкових вимикачів і перемикачів – символ кнопки, з'єднаний з позначенням рухомої частини контакту лінією механічного зв'язку (рис. 4.4,а,..., в). При цьому якщо УГП побудовано на базі основного символу контакту (див. рис.4.1,а), то це означає, що вимикач (перемикач) не фіксується в натиснутому положенні (при відпусканні кнопки повертається у вихідне положення).

Якщо ж необхідно показати фіксацію, використовують спеціально призначені для цієї мети символи контактів з фіксацією. Повернення у вихідне положення при натисканні іншої кнопки перемикача показують в цьому випадку знаком фіксуючого механізму, приєднуючи його до символу рухомої частини контакту з боку, протилежного символу кнопки (рис. 4.4,г). Якщо ж повернення відбувається при повторному натисканні кнопки, знак фіксуючого механізму зображують замість лінії механічного зв'язку (рис. 4.2,д).

4.5 Багатопозиційні перемикачі

Багатопозиційні перемикачі позначають, як показано на рис. 4.5. Тут SA1 (на 4 положення і 1 напрямок) і SA2 (на 4 положення та 2 напрямки) – перемикачі з виводами від рухомих контактів (рис. 4.5,а, б), SA3 (на 3 положення і 3 напрямки) – без виводів від них (рис. 4.5,в). УГП окремих контактних груп зображують на схемах в однаковому стані, приналежність їх до одного перемикача традиційно відображають в буквено-цифровому позиційному позначенні (див. рис. 4.5,б). У положеннях, в яких рухомий контакт не з'єднується ні з яким ланцюгом, символ нерухомого контакту укорочують (див. рис. 4.5,а).

4.6 Реле

Реле (англ. **relay**) — електричний комутаційний апарат, який автоматично виконує певні перемикання контролюваного ним електричного

кола.

Реле складається з релейного елемента (з двома станами стійкої рівноваги) і групи електричних контактів, які замикаються (розмикаються) при зміні стану релейного елемента.

Електромагнітне реле складається з електромагніту і однієї або декількох контактних груп, керованих пов'язаним з якорем електромагніту приводним механізмом. Після закінчення дії сигналу приводний механізм і контакти повертаються в початкове положення.

Розрізняють також теплові, механічні, оптичні, акустичні реле, які застосовують в системах автоматичного керування, контролю, сигналізації, захисту, комунікації і т.ін.

Контакти реле (замикаючі, розмикаючі, перемикаючі) зображають тими ж символами, що і в умовних позначеннях вимикачів і перемикачів, електромагніт (вірніше його обмотку) – у вигляді прямокутника з лініями-виводами від довгих сторін. Позначення контактів розташовують напроти однієї з вузьких сторін символу обмотки і сполучають з ним лінією механічного зв'язку (рис.4.6,а). Буквений код реле – К.

Виводи обмотки можна зображати з одного боку (рис.4.6,б), а символи контактів – в різних частинах схеми поряд з УГП комутуваних елементів. Приналежність контактів до того або іншого реле вказують в буквено-цифровому позиційному позначенні (рис.4.6,в).

В автоматичних системах досить часто вимагається, щоб елементи, в тому числі і електромагнітні реле, реагували не тільки на значення, але й на полярність струму на вході. Для цього використовують поляризовані електромагнітні реле. Їх на схемі виділяють буквою Р, яку вписують в додаткове графічне поле УГП (рис. 4.6,г).

Для підвищення швидкодії, надійності, терміну служби і здатності працювати в особливо жорстких умовах агресивного середовища розроблені конструкції реле з герметизованими магнітокерованими контактами – **герконами (vacuum sealed contact)**.

Так само, як і звичайні контакти, геркони можуть бути замикаючі, перемикаючі і працювати на розмикання.

Щоб відрізнити геркон від контактів інших комутаційних пристроїв в його УГП іноді вводять символ герметичного корпусу – коло. Приналежність до конкретного реле вказують в позиційному позначенні – К4.І на рис.4.6,д. Якщо ж геркон не є частиною реле, і управляється постійним магнітом, його позначають кодом автоматичного вимикача – буквами SF (рис.4.6,е).

4.7 З'єднувачі

Велику групу комутаційних пристроїв утворюють різноманітні з'єднувачі (роз'єми). У таких з'єднувачах, наприклад, циліндричні пружні

металеві штирки контактують з циліндричними пружними металевими гніздами. Гнізда і штирки збираються в прямокутну матрицю. Роз'єм зазвичай має від двох до кількох десятків контактів і має ключ, що забезпечує правильну орієнтацію. Штирки і гнізда можуть бути розташовані в будь-якій комбінації в одному корпусі, і корпус може бути виконано або вилкою, або розеткою. Штир такого вузла позначають стрілкою з кутом 90° , гніздо – "рогаткою". Код роз'ємного з'єднувача – "X". При зображенні штирів і гнізд в різних частинах схеми в буквене позиційне позначення штирів вводять букву P, гнізд – S (рис. 4.7,а, б).

Високочастотні з'єднувачі і їх частини позначають буквами XW (рис.4.7,в). Відмітна ознака високочастотного з'єднувача – кружок з відрізком дотичної лінії, паралельній лінії електричного зв'язку і направленої убік стрілки або рогатки (XW1, XW2). Якщо ж з іншими елементами пристрою штир або гніздо сполучені коаксіальним кабелем, дотичну продовжують і в інший бік (рис.4.7,г).

Контакти розбірного та нерозбірного з'єднань позначають на схемах буквами XT, а зображають відповідно невеликим колом (рис. 4.7,д) та кругом (рис. 4.7,е).

Приналежність штирів або гнізд до одного багатоконтактного з'єднувача показують на схемі лінією механічного зв'язку і нумерацією відповідно до нумерації на самих з'єднувачах (рис.4.7,ж). При зображенні рознесеним способом (у різних місцях схеми) умовне буквено-цифрове позначення штиря або гнізда складають з позиційного позначення багатоконтактного з'єднувача і його порядкового номера (XSI.I – перше гніздо розетки XSI; XP5.4 – четвертий штир XP5 і т.д.).

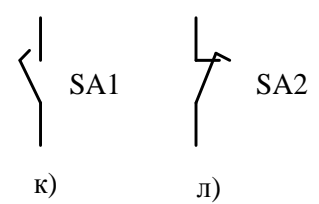
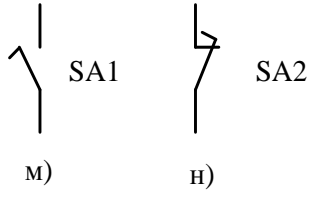
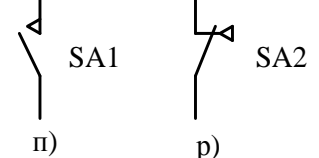
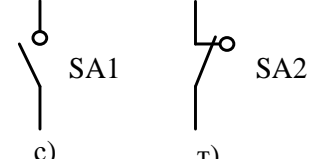
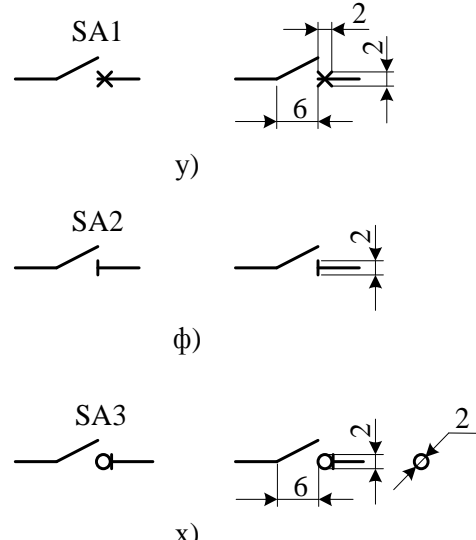
Для спрощення УГП контактів, розеток і вилок багатоконтактних з'єднувачів допускається зображувати їх у вигляді невеликих пронумерованих прямокутників з відповідними символами (гнізда або штиря) над ними (рис.4.7,и, к).

З'єднання з загальним дротом (корпусом), заземлення зображено на рис. 4.7,л, м.

4.8 Перемички комутаційні

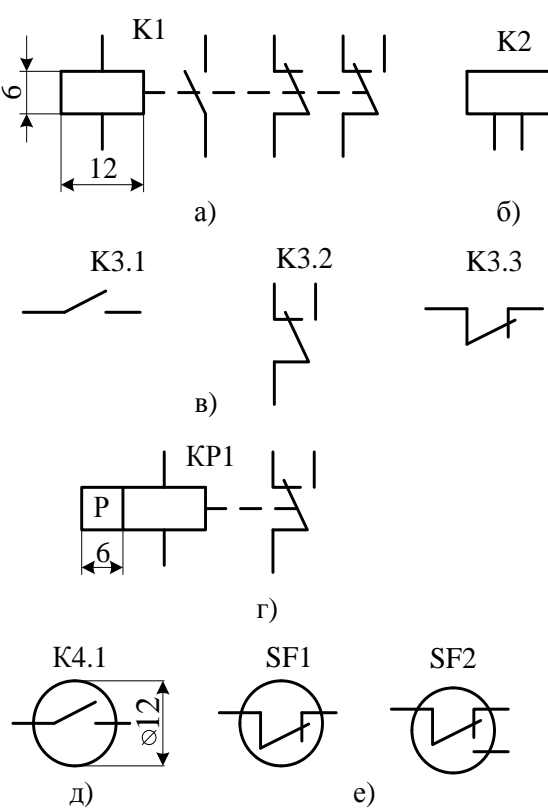
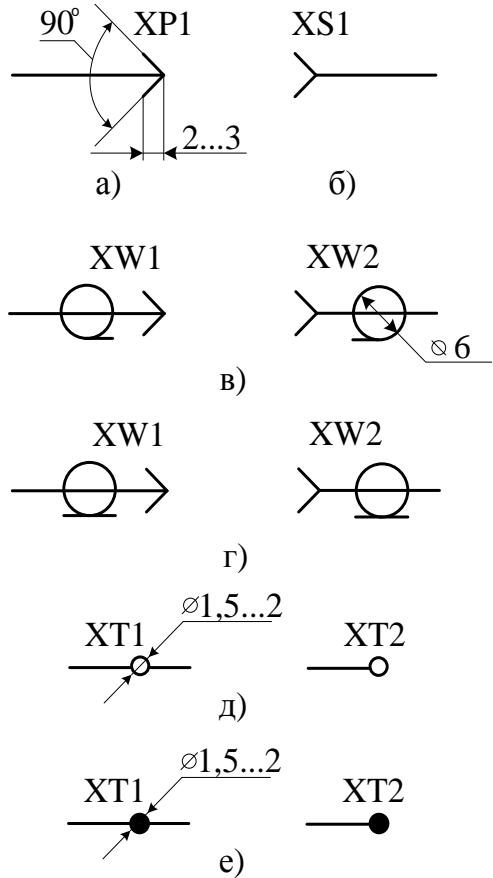
Перемички використовують для комутації рідко переключаючих ланцюгів. Перемичку, призначену для замикання і розмикання ланцюга, позначають відрізком лінії електричного зв'язку з символами роз'ємного з'єднання на кінцях (рис. 4.8,а), для перемикання – П-образною скобою (рис. 4.8,б) Наявність на перемичці контрольного гнізда або штиря показують відповідним символом (рис. 4.8,в, г).

№№ рис.	Назва	Позначення
1	2	3
4 4.1	<p>Комутаційні пристрої</p> <p>Контакти комутаційних пристроїв</p> <p>Контакт замикаючий</p> <p>Контакт розмикаючий</p> <p>Контакт перемикаючий</p> <p>Контакт перемикаючий з нейтральним центральним положенням</p> <p>Кваліфікуючі символи на контакт-деталях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - функція контактора; - функція вимикача; - функція роз'єднувача; - функція вимикача-роз'єднувача; - автоматичне спрацювання; - самоповернення; - відсутність самоповернення 	<p>а) б) в) г) д) е) ж)</p>
		<p>д</p> <p>х</p> <p>—</p> <p>σ</p> <p>□</p> <p>△</p> <p>с</p> <p>и)</p>

1	2	3
	<p>Контакт в контактній групі, що спрацьовує раніше по відношенню до інших контактів групи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - замикаючий; - розмикаючий 	 <p>к) л)</p>
	<p>Контакт в контактній групі, що спрацьовує пізніше по відношенню до інших контактів групи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - замикаючий; - розмикаючий 	 <p>м) н)</p>
	<p>Контакт з самоповерненням:</p> <ul style="list-style-type: none"> - замикаючий; - розмикаючий 	 <p>п) р)</p>
	<p>Контакт без самоповернення:</p> <ul style="list-style-type: none"> - замикаючий; - розмикаючий 	 <p>с) т)</p>
	<p>Нормально розімкнений контакт (замикаючий):</p> <ul style="list-style-type: none"> - вимикача; - роз'єднувача; - вимикача-роз'єднувача 	 <p>y) ф) х)</p>

1	2	3
4.2	<p>Вимикачі</p> <p>Вимикач</p> <p>Вимикач трьохполюсний</p> <p>Вимикачі ланцюгів живлення</p> <p>Буквенно-цифрове позиційне позначення на схемах</p> <p>Вимикач з автоматичним поверненням при перенавантаженні:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в силових колах; - в колах керування 	
4.3	<p>Двохпозиційні перемикачі</p> <p>Перемикач з фіксацією в крайньому і середньому положеннях (б), з фіксацією тільки в середньому положенні (в)</p> <p>Перемикач двохпозиційний трьохполюсний</p>	

1	2	3
<p>4.4</p>	<p>Кнопкові вимикачі і перемикачі</p> <p>Натискувальний кнопковий контакт з замикаючим контактом з самоповерненням</p> <p>Контакт кнопковий витяжний з розмикаючим контактом з самоповерненням</p> <p>Контакт кнопковий поворотний з замикаючим контактом з самоповерненням</p> <p>Контакт кнопковий натискувальний з поверненням за допомогою спеціальної кнопки</p> <p>Контакт кнопковий натискувальний з поверненням при повторному натисканні кнопки</p>	<p>a)</p> <p>б)</p> <p>в)</p> <p>г)</p> <p>д)</p>
<p>4.5</p>	<p>Багатопозиційні перемикачі</p> <p>Перемикач на 4 положення і 1 напрямок, третій контакт якого не з'єднується</p> <p>Перемикач на 4 положення і 2 напрямки</p> <p>Перемикач на 3 положення і 3 напрямки без виводів від рухомих контактів</p>	<p>a)</p> <p>б)</p> <p>в)</p>

1	2	3
4.6	<p>Реле</p> <p>УГП реле</p> <p>Буквенно-цифрове позиційне позначення контактів одного реле на схемі</p> <p>Поляризоване електромагнітне реле</p> <p>Геркони</p>	 <p>а) б) в) г) д) е)</p>
4.7	<p>З'єднувачі</p> <p>Штир, гніздо</p> <p>Високочастотний з'єднувач</p> <p>Високочастотний з'єднувач з коаксіальним кабелем</p> <p>Контакти розбірного та нерозбірного з'єднань</p>	 <p>а) б) в) г) д) е)</p>

5 НАПІВПРОВІДНИКОВІ ЕЛЕМЕНТИ І ПРИЛАДИ

Напівпровідникові елементи і прилади — широкий клас електронних приладів, що виготовляються з напівпровідників. Їх можна розділити на дві великі групи: біполярні та уніполярні. До біполярних приладів відносяться: діоди з р-п-переходом, біполярні транзистори, тиристори. До уніполярних відносяться: діоди з контактом метал-напівпровідник, діоди Ганна, польові транзистори. Крім цього окрему групу складають прилади, в яких використовуються фізико-хімічні та механічні властивості матеріалів: термістори, фоторезистори, варистори та ін.

5.1 Напівпровідникові діоди

Діод (diode) — електронний прилад з двома електродами, що використовує ректифікаційні властивості р-п переходу, тобто пропускання струму лише в одному напрямку.

Застосовується у радіотехніці, електроніці, енергетиці та в інших галузях, переважно для випрямлення змінного електричного струму, детектування, перетворення та помноження частоти, а також для переключення електричних кіл.

Класифікацію напівпровідникових діодів проводять за наступними ознаками:

- методом виготовлення переходу (сплавні, дифузійні, планарні, точкові, діоди Шоттки та ін);
- матеріалом (германієві, кремнієві, арсенід-галієві та ін);
- фізичними процесами, на використанні яких заснована робота діода (тунельні, лавино-пролітні, фотодіоди, світлодіоди, діоди Ганна та ін.);
- призначенням (випрямні, універсальні, імпульсні, стабілітрони, детекторні, параметричні, змішувальні, НВЧ-діоди та ін.)

Розглянемо УГП найбільш поширених типів діодів.

5.1.1 Випрямні діоди (rectifier diode). У випрямлячах змінної напруги найбільше застосування знаходять германієві і кремнієві напівпровідникові діоди. УГП випрямного діода представлено на рис. 5.1,а. Вершина трикутника вказує напрямок найбільшої провідності (трикутник символізує анод діода, а коротка риска, перпендикулярна виводу — його катод).

Для живлення радіоапаратури часто використовують мостові випрямлячі — **діодні мости (diode bridge)**. Для позначення таких випрямлячів використовують спрощене зображення — квадрат із символом одного діода (рис. 5.1,б). Напруга подається на виводи позначені тильдою \sim , знімається з виводів плюс + і мінус -. Як видно зі схеми на плюсовому виводі з'єднуються катоди діодів, на мінусовому — аноди. Якщо діодний міст являє собою з'єднання чотирьох діодів, то використовують буквено-

цифрове позиційне позначення VD1-VD4. Якщо діодний міст виконаний в одному корпусі то позначають як один.

5.1.2 Різновидом напівпровідникових діодів є **тунельні діоди (tunnel diode)** — напівпровідникові елементи електричного кола з нелінійною вольт-амперною характеристикою, на якій існує ділянка з від'ємною диференційною провідністю (рис. 5.1,в). Їх використовують для посилення і генерування електричних сигналів і в перемикаючих пристроях. Важливим достоїнством цих діодів є те, що вони стійкі до іонізуючого випромінювання, в порівнянні з іншими діодами. Це робить їх придатними для застосування в середовищах з високими рівнями радіації, наприклад, у космосі.

5.1.3 Різновид тунельних діодів — **звернені діоди (backward diode)**, мають зворотний тунельний ефект – при малій напрузі на р-n переході провідність у зворотному напрямку більша, ніж у прямому. Використовують такі діоди у зворотному включенні. В умовному позначенні зверненого діода рисочку-катод зображають з двома штрихами (рис. 5.1,г).

5.1.4 Діоди **Шотткі (Schottky diode)** — названі на честь імені німецького фізика Шотткі Вальтера, також відомі, як «діоди з гарячими носіями», є напівпровідниковими діодами з низьким значенням падіння прямої напруги, та дуже швидким перемиканням (рис. 5.1,д). Діоди Шотткі використовують перехід метал-напівпровідник, як бар'єр Шотткі, (замість р-n переходу (як у звичайних діодів). Допустима обернена напруга діодів Шотткі, що промислово випускаються, обмежена значенням 250 В, на практиці більшість діодів Шотткі використовуються в низьковольтних схемах, при обернених напругах в декілька десятків вольт.

5.1.5 **Стабілітрони (stabilitron)** — напівпровідникові діоди, призначені для підтримки напруги джерела живлення на заданому рівні. У порівнянні зі звичайними діодами мають досить низьку регламентовану напругу пробою (при зворотному включенні) і можуть підтримувати цю напругу на постійному рівні при значній зміні сили зворотного струму (рис. 5.1,е).

Слід зазначити, що розташування штриха щодо символу анода повинне бути незмінним незалежно від положення УГП на схемі. Це повною мірою відноситься і до символу двоханодного (двостороннього) стабілітрона (рис. 5.1,ж), який можна включати в електричний ланцюг в будь-якому напрямі (по-суті, це два зустрічно включених стабілітрона).

5.1.6 **Варикапи** (від англ. **vari(able)** – “змінний”, і **cap(acity)** – “ємність”) — напівпровідникові діоди, принцип дії яких ґрунтується на залежності бар'єрної ємності переходу від зовнішньої напруги. Їх широко застосовують для настройки коливальних контурів в пристроях автоматичного підстроювання частоти, а також як частотні модулятори в різних генераторах.

УГП варикапа наочно відображає його суть: дві паралельні риски сприймаються як символ конденсатора (рис. 5.1,и). Як і конденсатори змінної ємкості варикапи часто виготовляють у вигляді блоків (їх називають матрицями) із загальним катодом і роздільними анодами. На рис. 5.1,к показано позначення матриці з двох варикапів, а на рис. 5.1,л – з трьох.

5.1.7 Фотодіоди (photodiode) — це приймачі оптичного випромінювання, які перетворюють падаюче на їх фоточутливу область світло в електричний заряд за рахунок процесів в р-п-переході. Їх можна класифікувати як напівпровідникові діоди, в яких використовується залежність вольт-амперної характеристики від освітленості.

На схемі базовий символ розташовують в колі, а поряд з ним (зліва зверху, незалежно від положення символу) зображають знак фотоелектричного ефекту – дві похилі паралельні стрілки, направлені у бік символу (рис. 5.1,м) і які не змінюють своєї орієнтації.

5.1.8 Світлодіоди (англ. light diodes або LED – light-emitting diode) — напівпровідникові діоди, що випромінюють некогерентне світло, при пропусканні через нього електричного струму (ефект, відомий як електролюмінесценція). Випромінюване світло традиційних світлодіодів лежить у вузькій ділянці спектру, а його колір залежить від хімічного складу використаного у світлодіоді напівпровідника.

УГП світлодіода схоже на символ фотодіода і відрізняється від нього тим, що стрілки, що позначають оптичне випромінювання, розташовані праворуч від кружка і направлені в протилежну сторону (рис. 5.1,н).

Якщо світлодіод йде окремим елементом, наприклад, стоїть АЛ307, то позначається як діод VD. Якщо світлодіод випромінює видиме світло і застосовується як індикатор, то на схемі його позначають латинськими буквами HL.

5.2 Тиристори

Тири́стори (thyristor) — це перемикальні напівпровідникові прилади, виконані на основі монокристала напівпровідника з чотиришаровою структурою р-п-р-п – типу, що володіють в прямому напрямі двома стійкими станами, – станом низької провідності (тиристор замкнутий) і станом високої провідності (тиристор відкритий). У зворотному напрямі тиристор володіє тільки замикаючими властивостями.

Буквений код цих приладів – VS.

Тиристори знайшли застосування в якості вентилів в перетворювачах електричної енергії, виконавчих і підсилювальних елементів в системах автоматичного управління, ключів і елементів пам'яті в різних електронних пристроях.

В тріодних тиристорах (тринисторах) управління приладом відбувається по ланцюгу керуючого електрода. Управління по катоду і познач-

чення цих приладів показують ламаною лінією, приєднаною до символу катода (рис. 5.2,а), по аноду – лінією, що продовжує одну із сторін трикутника, символізуючого анод (рис. 5.2,б). При цьому за допомогою керуючого електрода може здійснюватися тільки одна операція відкриття тиристора (одноопераційний тиристор), або відкриття і закриття тиристора (двоопераційний тиристор, рис. 5.2,в). Прилад, що дозволяє проводити струм в обох напрямках, називається симетричним тиристором (рис. 5.2,г) або симістором (або триаком від англ. triac – triode for alternating current). Симістори широко використовуються в системах, що живляться змінною напругою.

Тиристори з виводами тільки від крайніх шарів чотиришарової структури називають **динисторами (dinistor або diac)** і позначають символом діода, перекресленим відрізком лінії, паралельної рисці – катода (рис. 5.2,д). Такий же прийом використаний і при побудові позначення симетричного динистора (рис. 5.2,е), який проводить струм (після включення) в обох напрямках.

Фототиристор (light-activated thyristor) відрізняється від тиристора тим, що керуючим сигналом є не струм (напруга), а світловий потік (рис. 5.2,ж). Являє собою світлочутливий монокристал з р-п-р-п-структурою, зазвичай з кремнію, розташований на мідній основі і закритий герметичною кришкою з прозорим для світла вікном. Фототиристори застосовуються в пристроях автоматичного управління, а також в потужних високовольтних перетворювачах.

5.3 Транзистори

Транзистори (transistor) — радіоелектронні компоненти з напівпровідникового матеріалу, зазвичай з трьома виводами, які дозволяють керувати струмом, що протікає через них, за допомогою прикладеної до відповідного електрода напруги. Зазвичай використовуються для посилення, генерування і перетворення електричних сигналів.

За будовою та принципом дії транзистори поділяють на два великі класи: біполярні транзистори й польові транзистори. До кожного з цих класів входять численні типи транзисторів, що відрізняються за будовою і характеристиками. Розглянемо найбільш поширені.

5.3.1 Біполярні транзистори (bipolar transistor) — напівпровідникові елементи електронних схем, із трьома електродами, один з яких служить для керування струмом між двома іншими. Термін «біполярний» підкреслює той факт, що принцип роботи приладів полягає у взаємодії з електричним полем частинок, що мають як позитивний, так і негативний електричний заряд.

Виводи біполярного транзистора називаються емітером, базою і колектором. В залежності від типу носіїв заряду, які використовуються в

транзисторі, біполярні транзистори поділяються на транзистори р-п-р та п-р-п типу.

УГП біполярного транзистора показано на рис 5.3,а. Коротка риска з лінією-виводом символізує базу, дві похилі лінії, проведені до неї під кутом 60° , – емітер і колектор. Про електропровідність бази судять по символу емітера: якщо стрілка направлена до бази, то це означає, що емітер має провідність типу р, а база – п. Такий транзистор називають р-п-р транзистором (рис. 5.3,а). Якщо ж стрілка направлена в протилежну сторону, електропровідність емітера – п, а бази – р. Такий транзистор називають п-р-п транзистором (рис. 5.3,б). Для наочності УГП транзистора зазвичай поміщають в коло, яке символізує його корпус.

Лінії електричного зв'язку, що йдуть від емітера, проводять в одному із напрямків: перпендикулярно або паралельно виводу бази. Згин останнього допускається тільки на деякій відстані від символу корпусу.

При зображенні безкорпусних транзисторів допускається їх зображувати без символу корпусу (рис. 5.3,в).

УГП деяких різновидів біполярних транзисторів отримують введенням в основний символ спеціальних знаків.

5.3.2 Польові транзистори (unipolar transistor) — напівпровідникові пристрої, переважно із трьома виводами, в яких сила струму, що протікає між двома електродами (витоком і стоком) регулюється напругою, прикладеною до третього електрода (затвора).

Основа такого транзистора – створений в напівпровіднику і забезпечений двома виводами (витік і стік) канал з електропровідністю п- або р- типу. Опором каналу управляє третій електрод – затвор, з'єднаний з його середньою частиною р-п переходом. Канал польового транзистора зображують так само, як і базу біполярного транзистора, але поміщають в середній частині кружка-корпусу (рис. 5.3,г). Символи витоку і стоку приєднують до нього з одного боку, затвора – з іншого. Електропровідність каналу вказують стрілкою на символі затвора (рис. 5.3,д).

Лінії-виводи польового транзистора допускається згинати лише на деякій відстані від символу корпусу.

Аналогічно УГП деяких різновидів польових транзисторів отримують введенням в основний символ спеціальних знаків. Наприклад, польові транзистори з ізолюваним затвором (рис. 5.3,е). Польовий транзистор з ізолюваним затвором – це польовий транзистор, затвор якого відокремлений в електричному відношенні від каналу шаром діелектрика. Польовий транзистор з внутрішнім з'єднанням витоку та підложки збагаченого типу з п-каналом (рис. 5.3,ж).

5.3.3 До транзисторів, керованих зовнішнім фактором, відносяться фототранзистори. На рис. 5.3,и показані позначення фототранзисторів з виводом бази і без нього. Фототранзистор – транзистор (зазвичай біполярний), в якому інжекція нерівноважних носіїв здійснюється на

основі внутрішнього фотоефекту. Служить для перетворення світлових сигналів в електричні з одночасним їх посиленням.

5.4 Оптрони

Оптрони (оптопари, оптронні пари на англ. **optron pair**) — електронні прилади, що складаються з випромінювача світла (зазвичай – світлодіода, в ранніх виробках – мініатюрної лампи розжарювання) і фотоприймача (біполярних і польових фототранзисторів, фотодіодів, фототиристорів, фоторезисторів), пов'язаних оптичним каналом і як правило об'єднаних в загальному корпусі. Принцип роботи оптронів полягає в перетворенні електричного сигналу у світло, його передачі по оптичному каналу і наступному перетворенні назад в електричний сигнал.

На схемах оптрони позначаються латинською буквою U. Оптичний зв'язок випромінювач світла і фотоприймача показують в цьому випадку двома стрілками, перпендикулярними до ліній електричного зв'язку – виводів оптрона.

В залежності від типу фотоприймача, що використовується, вони бувають:

- з **фоторезистором (resistor optron)**, рис. 5.4,а;
- з **фотодіодом (diode optron)**, рис. 5.4,б;
- з **фототиристором (thyristor optron)**, рис. 5.4,в;
- з біполярним **фототранзистором (transistor optron)**, рис. 5.4,г; 5.4,д.

Взаємна орієнтація позначень джерела і приймача не встановлюється, а визначається зручністю креслення схеми.

При необхідності складові частини оптрона допускається зображувати роздільно, але в цьому випадку знак оптичного зв'язку слід замінити знаком оптичного випромінювача і фотоприймача, а приналежність частин до оптрона показати в позиційному позначенні (рис. 5.4,е).

5.5 Електричні джерела світла та індикатори

По способу генерування світлового випромінювання (освітлення) джерела світла поділяються на температурні і люмінесцентні, тобто **лампи розжарювання (incandescent lamp)** та **газорозрядні лампи (discharge lamp)**.

Лампи розжарювання — лампи, в якій світло випускається тугоплавким провідником, розжареним електричним струмом.

Для збільшення ресурсу ламп розжарювання їх балони вакуумуються (**vacuum lamp**) або заповнюються інертними газами. В **галогенних лампах (halogen lamp)** в якості наповнювача колби використовують пари йоду.

На схемі лампи освітлення позначають латинськими буквами EL (рис. 5.5,а).

Лампи, які використовуються як сигнальні позначаються буквами HL (рис. 5.5,б).

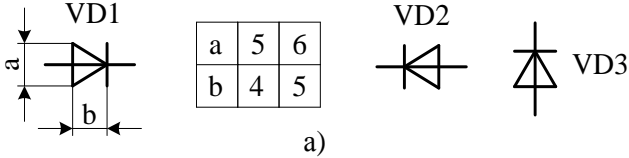
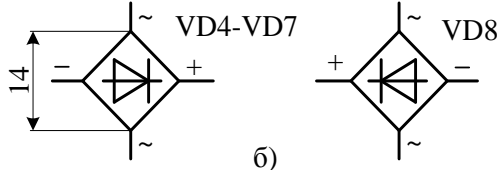
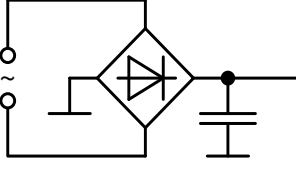
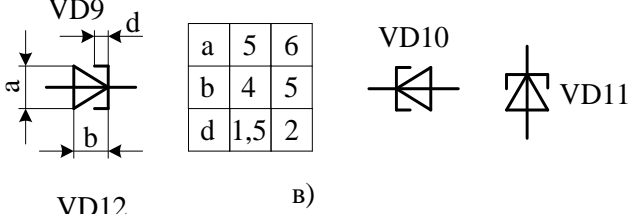
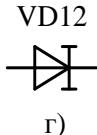
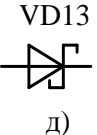
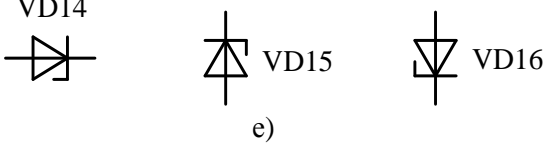
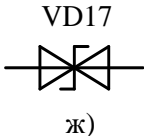
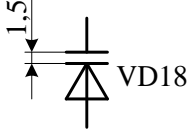
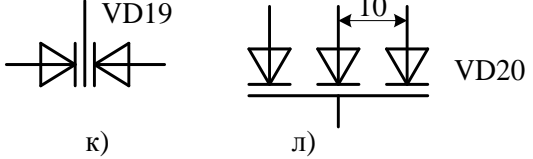
Найекономічнішими і довговічнішими джерелами світла на сьогодні є світлодіоди-LED (light-emitting diode) і світильники на їх основі. Сучасні технології вивели ці напівпровідникові прилади з розряду індикаторних в розряд освітлювальних. Завдяки своїм перевагам щодо інших типів ламп, світлодіодні лампи є одним з найперспективніших напрямів в сучасній світлотехніці.

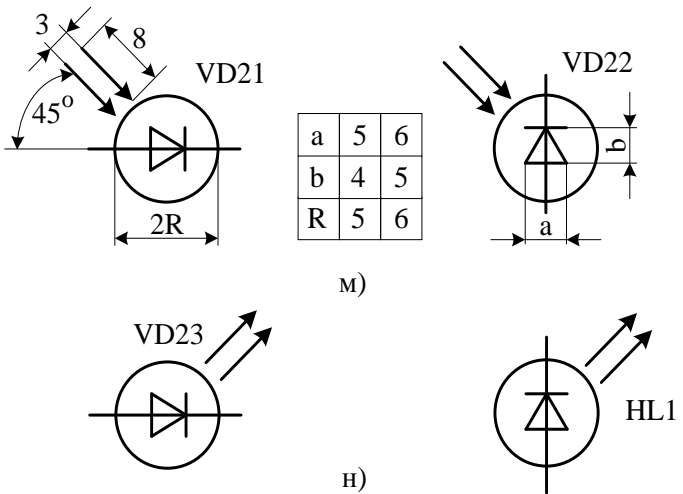
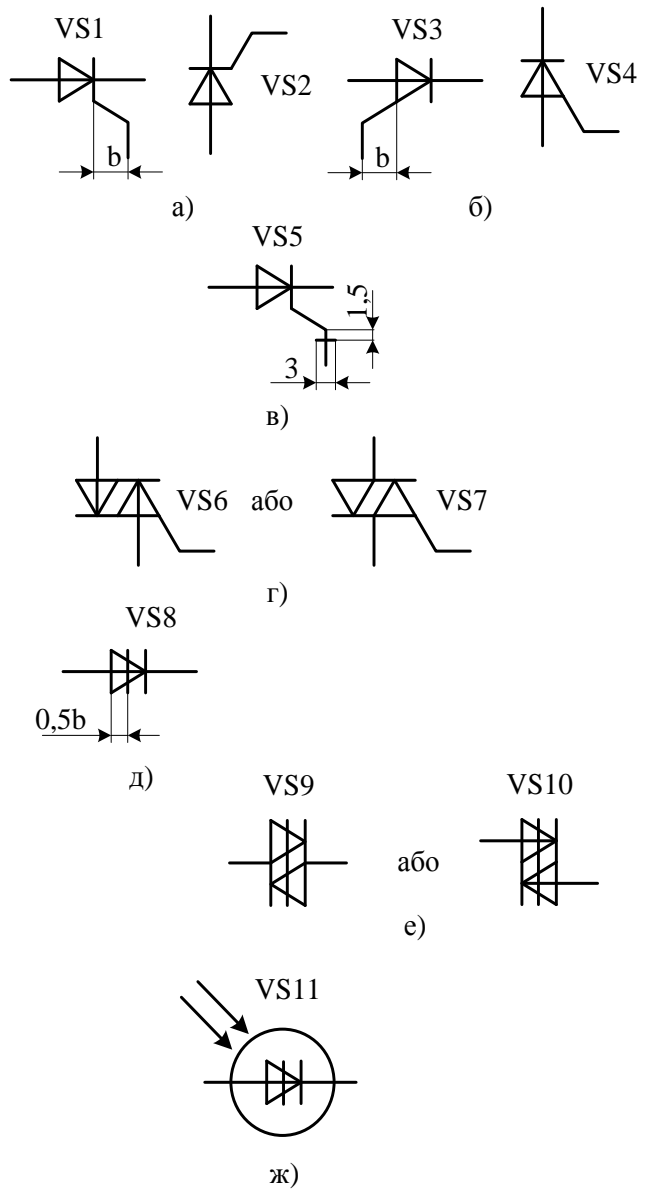
До групи газорозрядних джерел світла відносяться **люмінесцентні лампи (luminescent lamp)** низького тиску (ЛЛ), принцип дії яких заснований на використанні ультрафіолетового випромінювання (УФВ) в парах ртуті низького тиску, які наповняють лампу, при проходженні через них електричного струму з подальшим перетворенням УФВ в видиме світлове випромінювання за допомогою люмінофорів.

Лампа газорозрядна низького тиску з чотирма виводами зображена на рис. 5.5,в), а на рис. 5.5,г – лампа газорозрядна високого тиску з простими електродами.

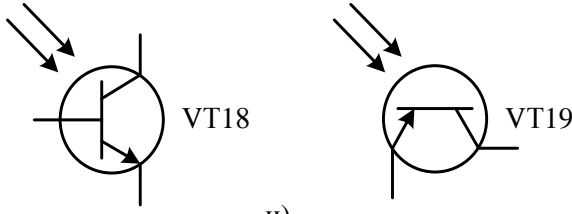
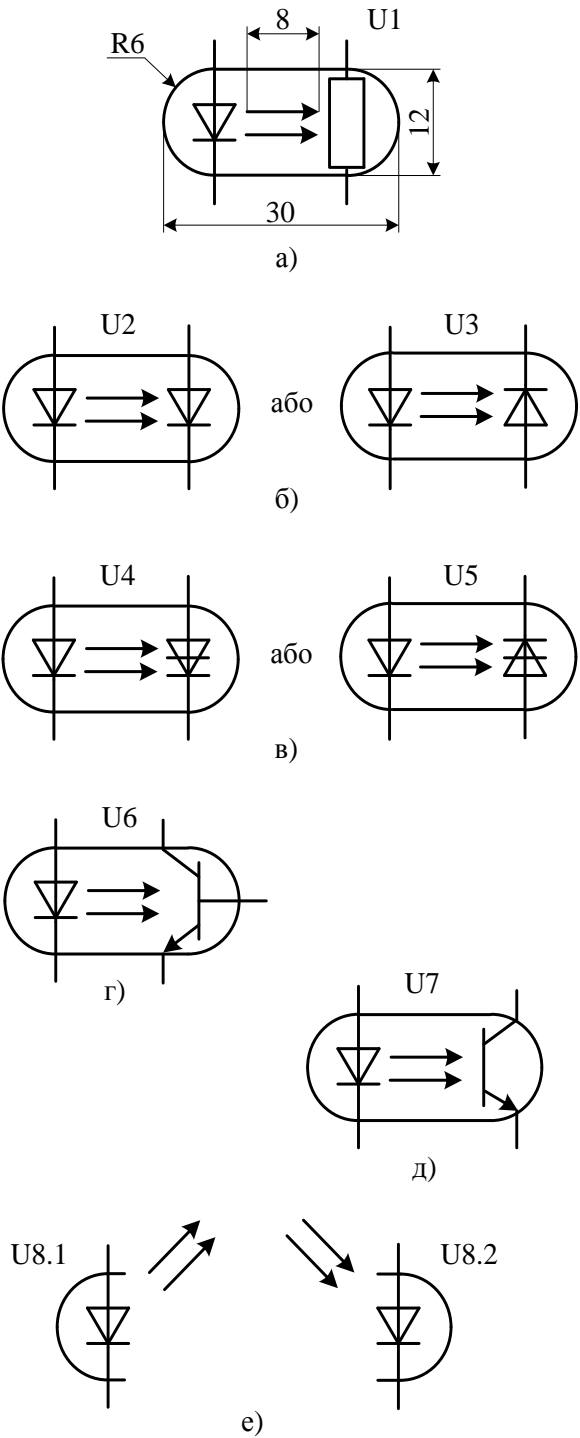
Для відображення цифр, букв та інших знаків часто застосовують світлодіодні знакові індикатори. УГП подібних пристроїв в стандарті не передбачені, але на практиці широко використовуються символи, де зображено УГП семисегментного індикатора для відображення цифр і коми (рис.5.5,д). Сегменти подібних індикаторів позначаються малими буквами латинського алфавіту за годинниковою стрілкою, починаючи з верхнього. Цей символ наочно відображає практично реальне розташування світловипромінювальних елементів (сегментів) в індикаторі, хоча і не позбавлений недоліку, він не несе інформації про полярності включення в електричний ланцюг (оскільки подібні індикатори випускають як із загальним анодом, так і з загальним катодом, то схеми включення будуть відрізнятися). Однак особливих труднощів це не викликає, оскільки підключення загального виводу індикаторів зазвичай вказують на схемі.

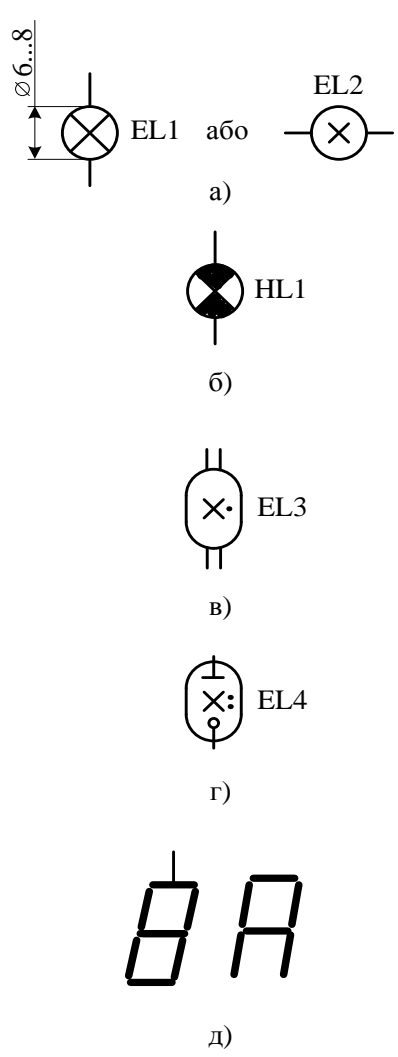
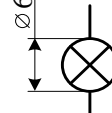
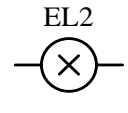

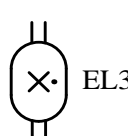

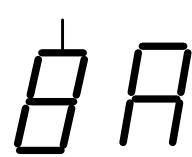
Буквений код знакових індикаторів – HG.

№№ рис.	Назва	Позначення
1	2	3
5	Напівпровідникові прилади	
5.1	Напівпровідникові діоди	
	Випрямні діоди	
	Діодні мости,	
	приклад включення УГП на схемі	
	Тунельні діоди	
	Звернений діод	
	Діод Шоттки	
	Стабілітрони	
	Двосторонній стабілітрон	
	Варикап	
	Матриці із варикапів	

1	2	3
	<p>Фотодіоди</p> <p>Світлодіоди</p>	 <p>м)</p> <p>н)</p>
5.2	<p>Тиристри</p> <p>Одноопераційні тиристри</p> <p>Двоопераційний тиристор</p> <p>Симістор (симітричний тринистор)</p> <p>Динистор</p> <p>Симетричний динистор</p> <p>Фототиристор</p>	 <p>а)</p> <p>б)</p> <p>в)</p> <p>г)</p> <p>д)</p> <p>е)</p> <p>ж)</p>

1	2	3
5.3	<p>Транзистори</p> <p>Біполярні транзистори типу р-п-р</p> <p>Біполярні транзистори типу п-р-п</p> <p>Безкорпусні транзистори</p> <p>Польові транзистори:</p> <p>з каналом п-типу</p> <p>з каналом р-типу</p> <p>з ізольованим затвором без виводу від підложки, збідненого типу з р-каналом і п-каналом</p> <p>з ізольованим затвором з виводом від підложки збагаченого типу з п-каналом і р-каналом</p>	<p>VT1</p> <p>VT2</p> <p>VT3</p> <p>VT4</p> <p>VT5</p> <p>VT6</p> <p>VT7</p> <p>VT8</p> <p>VT9</p> <p>VT10</p> <p>VT11</p> <p>VT12</p> <p>VT13</p> <p>VT14</p> <p>VT15</p> <p>VT16</p> <p>VT17</p> <p>а)</p> <p>б)</p> <p>в)</p> <p>г)</p> <p>д)</p> <p>е)</p> <p>ж)</p> <p>Dimensions for VT1: 4.5, 9, 9, $\varnothing 12$, 60°</p> <p>Dimensions for VT10: $\varnothing 12$, 8, 6, 6</p> <p>Dimensions for VT14: 1.5, 4</p> <p>Labels for VT2: б, к, е</p> <p>Labels for VT11: 3, В, с</p> <p>Labels for VT16: с, П, В, 3</p>

1	2	3
	Фототранзистори	 <p style="text-align: center;">и)</p>
5.4	<p>Оптрони</p> <p>Оптрон резисторний</p> <p>Оптрони діодні</p> <p>Оптрони тиристорні</p> <p>Оптрони транзисторні:</p> <p>- з виводом від бази;</p> <p>- без вивода від бази</p> <p>Рознесені частини оптрона</p>	 <p style="text-align: center;">а)</p> <p style="text-align: center;">б)</p> <p style="text-align: center;">в)</p> <p style="text-align: center;">г)</p> <p style="text-align: center;">д)</p> <p style="text-align: center;">е)</p>

1	2	3
5.5	<p>Електричні джерела світла</p> <p>Лампа розжарювання освітлювальна (а) і сигнальна (б)</p> <p>Лампа газорозрядна низького тиску з чотирма виводами</p> <p>Лампа газорозрядна високого тиску з простими електродами</p> <p>Світлодіодний знаковий індикатор</p>	 <p> $\varnothing 6 \dots 8$  EL1 або  EL2 а) </p> <p>  HL1 б) </p> <p>  EL3 в) </p> <p>  EL4 г) </p> <p>  д) </p>

6 МІКРОСХЕМИ

6.1 Загальні відомості

Інтегральна (мікро) схема (ІС, ІМС, м/сх, англ. **integrated circuit, IC, microcircuit**), чіп, мікрочіп (англ. **chip, microchip** - тонка пластинка - спочатку термін відносився до пластини кристала мікросхеми) — мікроелектронний виріб, який виконує визначену функцію перетворення і оброблення сигналів і/або накопичення інформації і має високу щільність розміщення неподільно виконаних і електрично з'єднаних елементів (або елементів та компонентів) і кристалів, який щодо вимог до випробувань, приймання, постачання і експлуатації розглядається як неподільний (іноді трапляється позначення ІС (інтегрована схема), яке використовували до створення великих інтеграль-них мікросхем). Перша мікросхема створена у 1958 році американськими винахідниками Джеком Кілбі та Робертом Нойсом. Перша радянська напівпровідникова мікросхема була створена у 1961 році, в Таганрозькому радіотехнічному інституті.

Інтегральні мікросхеми (ІМС) або чіпи (напівпровідникові структури) здатні обробляти і зберігати інформацію, управляти персональними комп'ютерами, різними домашніми пристосуваннями і навіть роботами на складальних конвеєрах. Цей мікроелектронний виріб виготовляється на напівпровідниковому кристалі (або плівці) і поміщається в нерозбірний корпус. Кристал або плівку з електронною схемою часто позначають як інтегральна схема (ІС), а під мікросхемою (МС) інтегральну схему, укладену в корпус.

Класифікація мікросхем по ступені інтеграції:

- до 100 елементів в кристалі – мала інтегральна схема (МІС);
- до 1000 елементів в кристалі – середня інтегральна схема (СІС);
- до 10000 елементів в кристалі – велика інтегральна схема (ВІС);
- до 1 мільйона елементів в кристалі – надвелика інтегральна схема (НВІС);
- до 1 мільярда елементів в кристалі – ультравелика інтегральна схема (УВІС);
- більше 1 мільярда елементів в кристалі – гігавелика інтегральна схема (ГВІС).

Класифікація мікросхем по виду оброблюваного сигналу:

- аналогові мікросхеми;
- цифрові мікросхеми.

Класифікація мікросхем по технології виготовлення:

- напівпровідникова мікросхема – всі елементи і міжелементні з'єднання виконані на одному напівпровідниковому кристалі;

- плівкова мікросхема – всі елементи і міжелементні з'єднання виконані у вигляді плівок (товстоплівкова і тонкоплівкова інтегральна схема);

- гібридна мікросхема – окрім напівпровідникового кристала містить декілька безкорпусних діодів, транзисторів та інших електронних компонентів, поміщених в один корпус.

6.2 Правила побудови УГП мікросхем

В цьому підрозділі будуть розглянуті УГП мікросхем аналогової та цифрової техніки.

Аналогові інтегральні мікросхеми (analog integrated circuit) застосовуються для перетворення електричних сигналів, що змінюються за законами неперервних функцій. Основу побудови більшості з них складають підсилювачі, на базі яких приєднанням зовнішніх дискретних елементів створюють різноманітні селекторні схеми, перетворювачі, генератори сигналів, інші схеми радіоелектроніки. Буквенний код аналогових інтегральних мікросхем – букви DA.

Цифрові інтегральні мікросхеми (digital integrated circuit) використовуються для перетворення й оброблення дискретних електричних сигналів. В основу їх побудови покладено технічну реалізацію операцій математичної логіки — диз'юнкції, кон'юнкції та інверсії. Різноманітне поєднання між собою цих базових логічних елементів забезпечує побудову запам'ятовувальних, обчислювальних, комутувальних, керувальних, перетворювальних та інших елементів сучасної автоматики й обчислювальної техніки. Крім того, деякі цифрові інтегральні мікросхеми можна застосовувати для побудови пристроїв аналогової техніки, а також для перетворення електричних сигналів з аналогової форми на цифрову і навпаки. Буквенний код цифрових інтегральних мікросхем – букви DD.

УГП аналогових мікросхем встановлює ГОСТ 2.759-82.

УГП цифрових мікросхем встановлює ГОСТ 2.743-91.

ДСТУ 3212-95. Мікросхеми інтегровані. Класифікація та система умовних позначень.

Примітка. На електричних принципових схемах УГП аналогових і цифрових мікросхем зовні майже не відрізняються. Різниця полягає у функціональному позначенні елементів.

Згідно вказаних стандартів УГП мікросхем – прямокутник, до якого підходять лінії виводів. УГП може мати три поля: основне та два додаткових, які розташовують зліва та справа від основного (рис. 6.1).

У першому рядку основного поля записують позначення функції елемента, в другому – його тип або шифр, в наступних рядках – адресну інформацію (літерно-цифрову позначку або порядковий номер). Допускається літерно-цифрову позначку розташовувати над УГП.

У додаткових полях записують мітки – інформацію про призначення виводів та показчики (індикатори) способу прийняття і видачі інформації.

Допускається проставляти показчики на лініях виводів, на контурі УГП, а також між лінією виводу та контуром УГП.

Додаткові поля допускається поділяти на зони, які відокремлюють горизонтальною рисою.

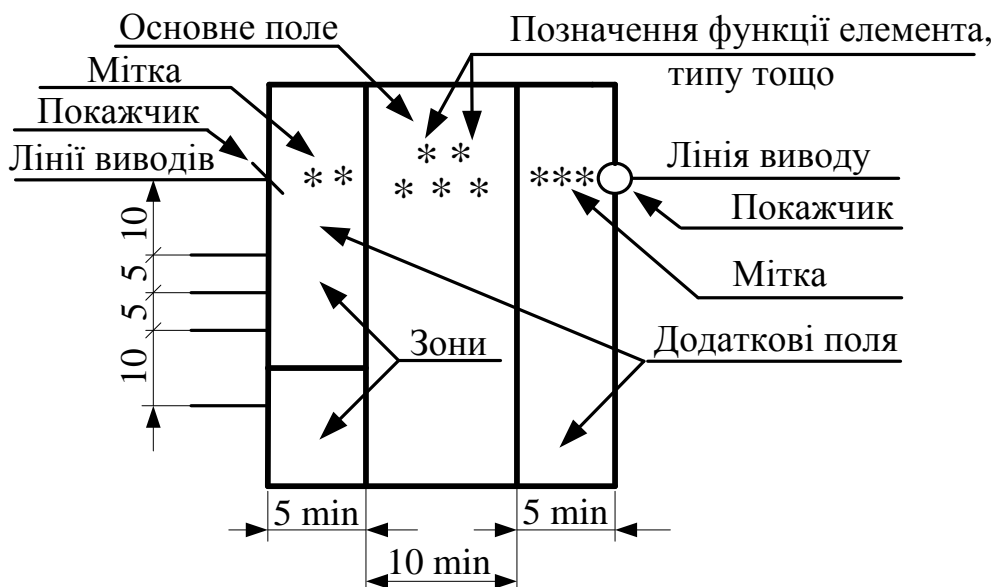


Рисунок 6.1 – УГП мікросхем

Без додаткових полів або з одним додатковим полем УГП виконують у випадку, коли усі виводи логічно рівноцінні або коли функції виводів однозначно визначаються функцією елемента. При цьому відстані між виводами повинні бути однаковими і мітки виводів не зазначають (табл. 6.1).

Виводи елементів поділяють на входи, виходи, двонаправлені виводи та виводи, що не несуть логічної інформації. Входи елемента зображають з лівого боку УГП, виходи – з правого, а двонаправлені виводи та виводи, що не несуть логічної інформації, – з правого або з лівого боків УГП. При підведенні ліній виводів до контуру УГП не дозволяється проводити їх на рівні сторін прямокутника, а також проставляти на них біля контуру УГП стрілки, що вказують напрям інформації.

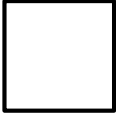
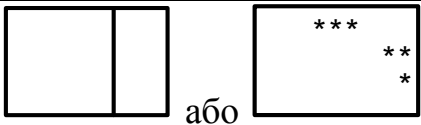
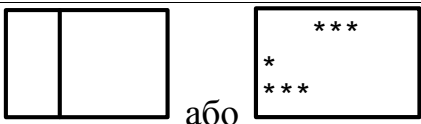
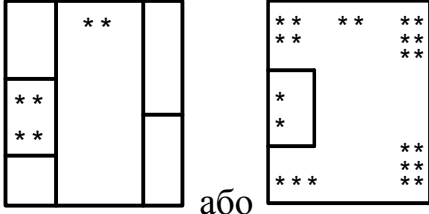
Співвідношення між довжиною та шириною контуру УГП мікросхеми стандартом не встановлено, воно залежить від інформації, що міститься в контурі зображення:

- по ширині - від числа додаткових полів та міток, розташованих в цих полях;
- по висоті - від числа виводів, інтервалів між ними і числа рядків в основному і додаткових полях.

Ширина основного поля повинна бути не менше 10 мм, додаткових - не менше 5 мм, відстань між виводами - не менше 5 мм, відстань між виводом

і горизонтальною стороною (або межею зони) УГП - не менше 2,5 мм або кратним йому. Допускається збільшувати ширину полів при нанесенні великої кількості міток і функцій. Виводи можна об'єднувати в групи, які розділяються інтервалом не менше 10 мм або кратним 5 мм.

Таблиця 6.1 – УГП мікросхем

Назва	Позначення
1. УГП, що містить лише основні поля.	
2. УГП, що містить основне поле і одне (праве) додаткове поле Примітка: УГП з права без розділення додаткового поля вертикальною лінією.	
3. УГП, що містить основне поле і одне (ліве) додаткове поле.	
4. УГП, що містить основне поле і два додаткових, розділених на зони. Кількість зон не обмежено.	

Написи всередині УГП виконують основним шрифтом за ГОСТ2.304.

При виконанні УГП за допомогою ЕОМ застосовують шрифти, наявні в них.

Допускається інша орієнтація УГП. На рис.6.2 показано УГП, коли входи розташовані зверху, а виходи – знизу.

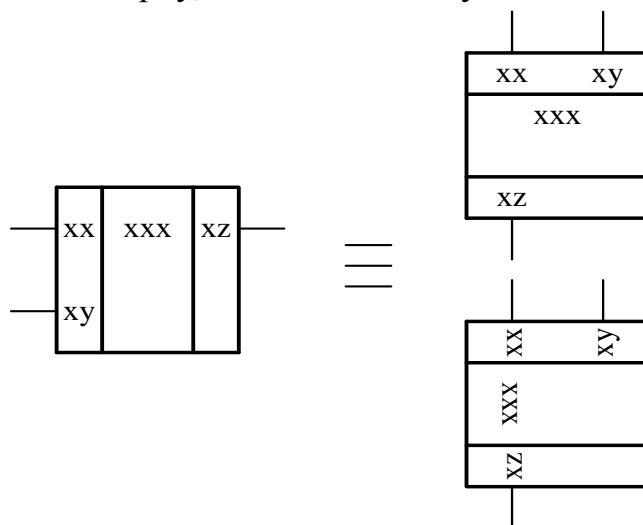


Рисунок 6.2 – Можлива орієнтація УГП мікросхем

При орієнтаціях УГП, коли входи знаходяться праворуч або знизу, і виходи – ліворуч або зверху, необхідно на лініях виводів (зв'язку) проставляти стрілки, що вказують напрямок поширення інформації, при цьому позначення функції елемента має відповідати наведеному на рисунку 6.3.

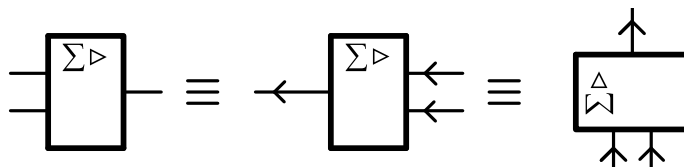


Рисунок 6.3

6.3 Позначення основних функцій

Позначення основних функцій або сукупності функцій (далі-функцій), які виконує мікросхема утворюють з великих літер латинського алфавіту, арабських цифр і спеціальних знаків, записаних без пропусків (додаток Б).

Позначення основних функцій цифрових мікросхем, встановлених стандартом наведено в табл. Б.1.

Позначення основних функцій аналогових мікросхем, встановлених стандартом наведено в табл. Б.2.

При використанні позначень функцій елементів, не встановлених стандартами, їх необхідно пояснювати на полі схеми.

Складні функції мікросхем показують поєднанням з простих. Наприклад, двійковий лічильник з дешифратором позначається поєднанням CT2DC, управління записом (WR) - COWR, дешифратор (DC) переривань (INR) - DCINR і т. д.

Останнім часом все частіше доводиться стикатися з зарубіжною цифровою і аналоговою технікою. Потрібно відзначити, що в УГП мікросхем стандарти ЄСКД найбільш близькі стандартам країн ЄС (Європейського союзу), зокрема, BS3939 (Великобританія) і сильно відрізняються від американського стандарту ANSI.

6.4 Позначення виводів мікросхем.

Виводи мікросхем можуть бути статичними і динамічними.

У свою чергу кожний з них може бути прямим або інверсним:

- на прямому статичному виводі (виході) двійкова змінна дорівнює 1, якщо сигнал на виводі (вході) в активному стані має таке ж значення;
- на інверсному статичному виводі (виході) змінна дорівнює 1, якщо сигнал на виводі (вході) в активному стані має рівень 0;
- на прямому динамічному виводі змінна має значення 1, якщо значення на виводі (вході) змінюється з 0 на 1;

- на інверсному динамічному виводі змінна має значення 1, якщо значення на виводі (вході) змінюється з 1 на 0.

Ці положення відображаються в УГП покажчиків (рис. 6.4).

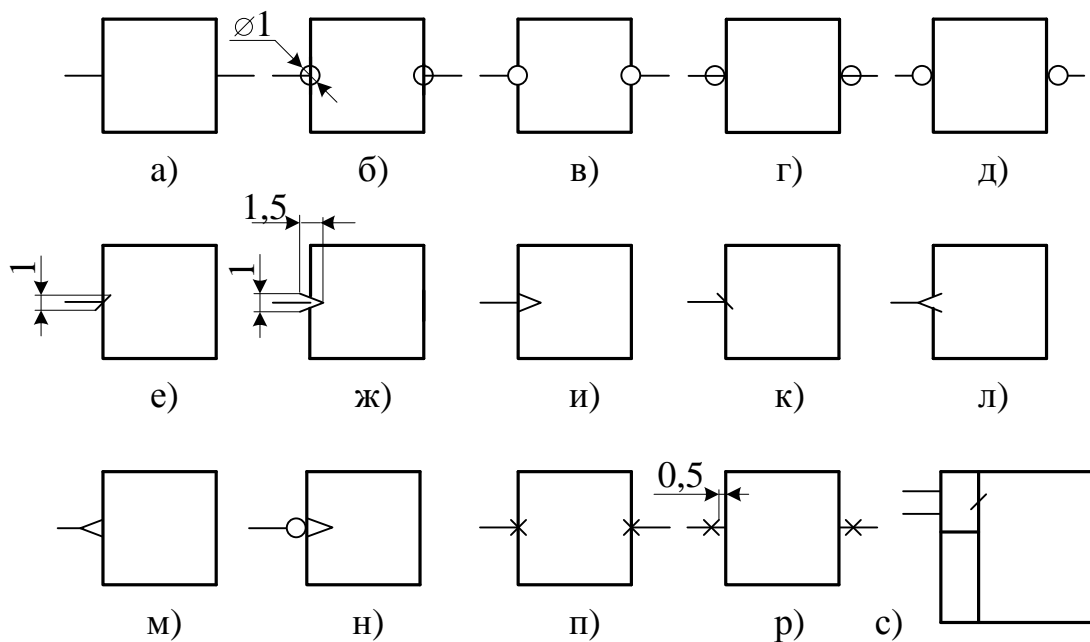


Рисунок 6.4 – УГП покажчиків

Прямі статичні входи і виходи зображуються лініями, з'єднаними з основним або додатковими полями, без додаткових символів (рис. 6.4, а).

Інверсні статичні входи і виходи зображують кружечком у місці приєднання з полями (рис. 6.4, б, в, г, д). Кращими вважаються позначення на рис. 6.4, г, д).

Для позначення динамічних виводів використовують такі символи, як коса риска, стрілка і трикутник. На рис. 6.4, е, ж, и показані позначення прямих динамічних виводів, а на рис. 6.4, к, л, м, н - інверсних динамічних виводів. Кращими вважаються позначення, показані на рис. 6.4, е, и, к, н.

Неінформаційний вивід відзначають хрестиком, який наноситься в місці його приєднання з полем або поблизу поля (рис. 6.4, п, р). Якщо неінформаційні виводи згруповані, то символ виноситься в зону на лінію, загальну з основним полем (рис. 6.4, с).

6.5 Функціональне призначення виводів мікросхем

Функціональне призначення виводів мікросхем позначають за допомогою міток виводів.

Мітки виводів мікросхем утворюють з великих літер латинського алфавіту, арабських цифр і (або) спеціальних знаків, записаних в одному рядку без пропусків (додаток В).

Позначення основних міток цифрових мікросхем наведені в табл. В.1, аналогових в табл. В.2.

Позначення основних міток, що вказують функціональне призначення виводів, які не несуть логічної інформації, наведені в табл. В.3.

Кількість знаків в мітці не обмежується, але по можливості повинна бути мінімальною при збереженні однозначності розуміння кожного позначення.

При необхідності вказати складну функцію виводів допускається побудова складної мітки, утвореної з основних міток, при цьому рекомендується дотримуватися зворотного порядку приєднання міток, наприклад:

- адреса зчитування *RDA*;
- байт даних *DBY*;
- вибір байта *BYSEL*.

Для позначення мітки виводу, що має по чергово дві функції, ці функції вказують через похилу риску, наприклад:

- ввід–вивід *I/O*;
- запис–зчитування *WR/RD*;
- управління–дані *C/D*.

Допускається також складати складну мітку виводу з позначенням функції і мітки виводу, при цьому рекомендується прямий порядок їх приєднання, наприклад: читання з пам'яті *RDM*.

Виводи живлення мікросхем наводять або в якості текстової інформації на вільному полі схеми (табл.6.2), або одним із способів, наведених нижче.

Таблиця 6.2 – Таблиця підключення мікросхем до шин живлення

Шина живлення	Виводи мікросхем		
	<i>DD1, DD4</i>	<i>DD2</i>	<i>DD3, DD5 ... DD8</i>
+ 5 В	20	16	14
0 В	10	08	07

Виводи живлення в одному з елементів мікросхеми *DD1*, зображеної рознесеним способом (рис. 6.5).

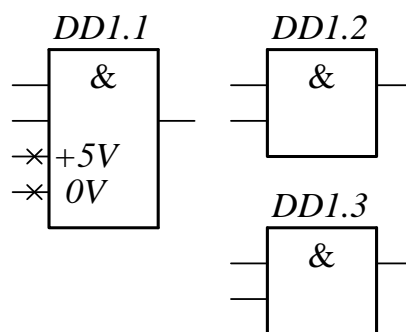


Рисунок 6.5

Виводи живлення мікросхеми *DD2* в окремому елементі (рис. 6.6).

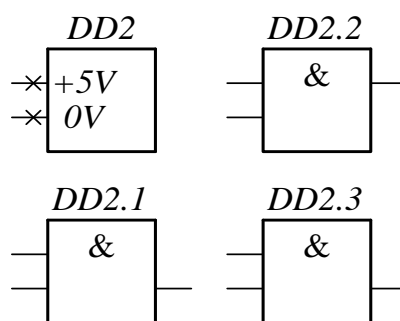


Рисунок 6.6

Примітка. В одному комплекті конструкторської документації допускається застосовувати один із способів.

6.6 Нумерація виводів мікросхем

Нумерація виводів мікросхем приводиться над їх лініями виводів зліва для входів або праворуч для виходів від контура УГП чи покажчика виводу, при його наявності (рис. 6.7).

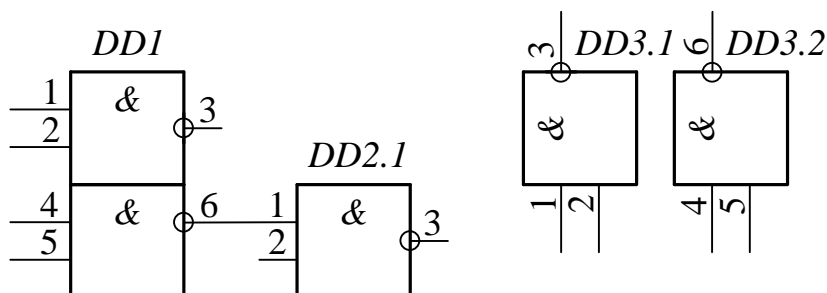


Рисунок 6.7 – УГП однакових елементів ІМС

Примітка. Допускається наводити нумерацію виводів у розриві лінії виводу.

6.7 Спрощене позначення груп УГП

У даному довіднику не наводяться типові УГП елементів цифрових схем, заснованих на логіці І, І-НІ, АБО-НІ, І / АБО-НІ, тригерні пристрої, лічильники, регістри, дешифратори і шифратори, мультиплексори і т. д. Їх можна знайти у відповідних довідниках.

Зупинимося на деяких прийомах, які можна використовувати при кресленні схем цифрових пристроїв.

Оскільки інтегральні мікросхеми можуть містити по декілька однакових логічних або інших елементів в одному корпусі, то допускається зображувати їх УГП як сполученим, так і рознесеним способом (див. рис. 6.7).

Однакові елементи, що зображені сполученим способом допускається «розділяти» графічно лініями зв'язку, при цьому відстань між кінцями контурних ліній УГП і лініями зв'язку має бути не менше 1 мм (рис. 6.8).

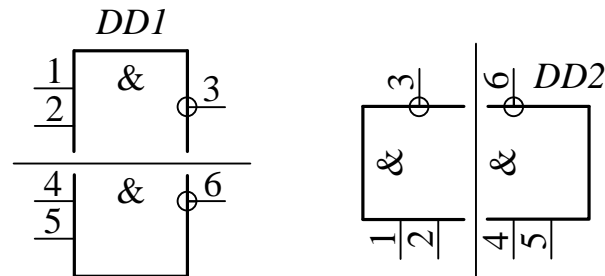


Рисунок 6.8 – Розподіл елементів лініями електричного зв'язку

Якщо пристрій містить кілька однакових елементів з числом виводів одного і того ж функціонального значення, то допускається один з цих елементів накреслити повністю, а інші – спрощено (рис. 6.9).

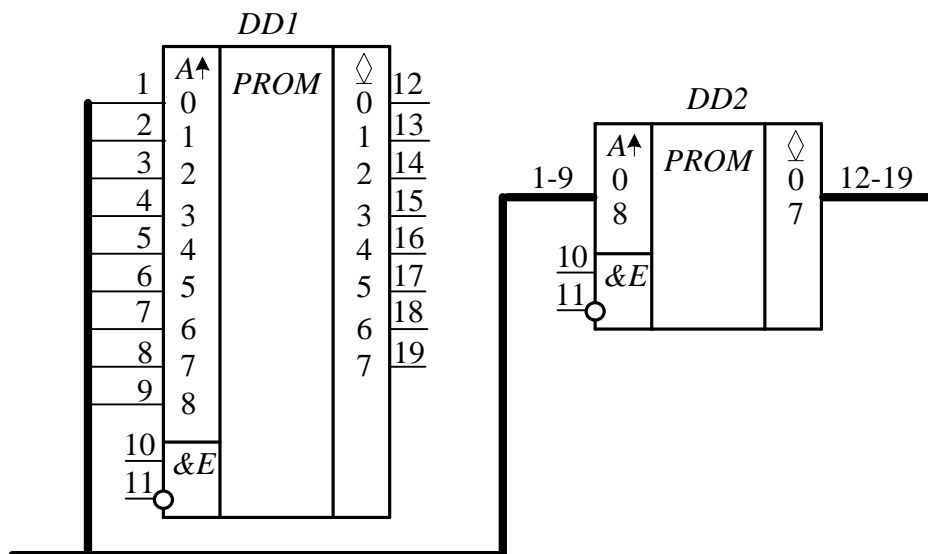


Рисунок 6.9 – Спрощення при повторенні однакових елементів

У схемах з повторюваними елементами допускається також застосовувати пакетний метод стиснення інформації, тобто пакетне зображення УГП елементів і ліній їх зв'язку (рис. 6.10).

У групі елементів, які зображені сумісно і містять однакову інформацію в основному полі УГП, останню можна поміщати тільки у верхньому УГП.

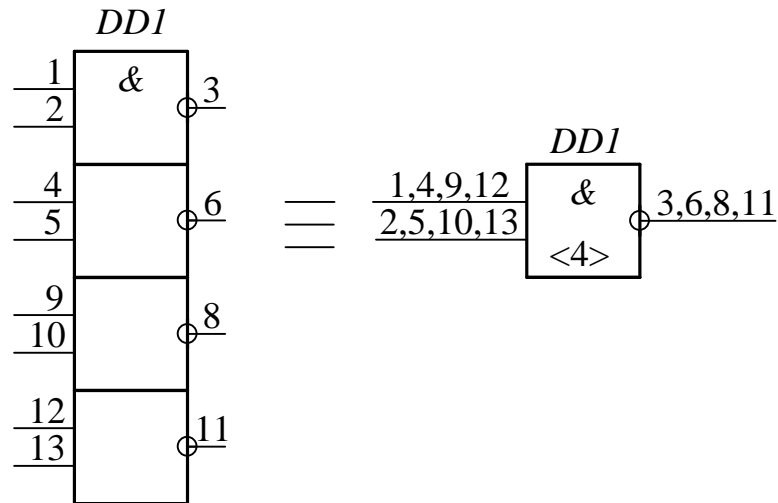


Рисунок 6.10 – Пакетне зображення УГП елементів

6.8 УГП мікроконтролерів

Найбільш складну форму УГП мають мікроконтролери.

Мікроконтролер (МК, англ. **microcontroller**), або однокристальна мікроЕОМ — виконана у вигляді мікросхеми спеціалізована мікропроцесорна система, що включає мікропроцесор, блоки пам'яті для збереження коду програм і даних, порти вводу-виводу і блоки зі спеціальними функціями (лічильники, компаратори, АЦП та інші).

Використовується МК для керування електронними пристроями. По суті, це — однокристальний комп'ютер, здатний виконувати прості завдання. Використання однієї мікросхеми значно знижує розміри, енергоспоживання і вартість пристроїв, побудованих на базі МК.

МК можна зустріти в багатьох сучасних приладах, таких як телефони, пральні машини, вони відповідають за роботу двигунів і систем гальмування сучасних автомобілів, з їх допомогою створюються системи контролю і системи збору інформації тощо.

На сьогоднішній день існує більше 200 модифікацій МК, які випускаються двома десятками компаній. Популярністю у розробників користуються 8-бітові МК PIC фірми Microchip Technology і AVR фірми Atmel, шістнадцятибітні MSP430 фірми TI.

Найбільш розповсюдженим представником сімейства МК є 8-розрядні прилади, широко використовувані в промисловості, побутової і комп'ютерної техніки.

Візьмемо, наприклад, найпростіший варіант МК сімейства AVR ATtiny2313 компанії Atmel. Саме цей МК найчастіше використовується в якості прикладу в багатьох друкованих виданнях.

Мікросхема ATtiny 2313 являє собою восьмирозрядний МК з внутрішньою програмованою Flash-пам'яттю розміром 2 Кбайт.

Призначення виводів мікросхеми ATtiny 2313 наведено на рис. 6.11.

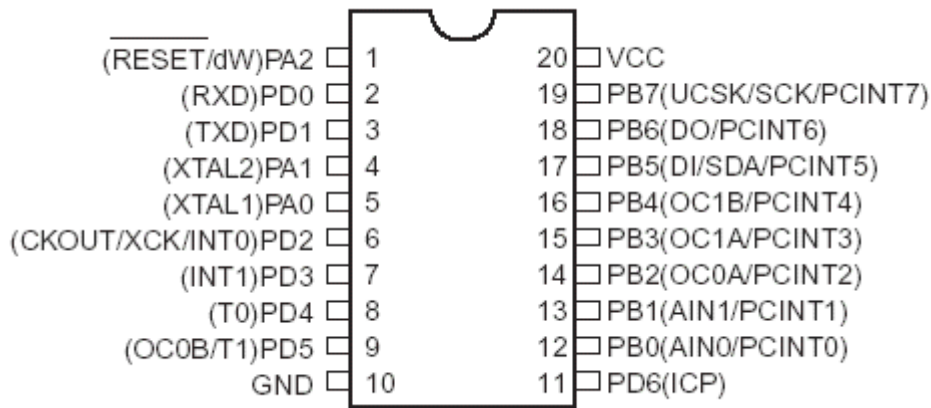


Рисунок 6.11 – Призначення виводів мікроконтролера ATtiny 2313

На принципових електричних схемах УГП мікросхеми може бути виконане різними способами, з зображенням тільки тих елементів УГП, які використовуються і в різних комбінаціях (рис. 6.12, а, б).

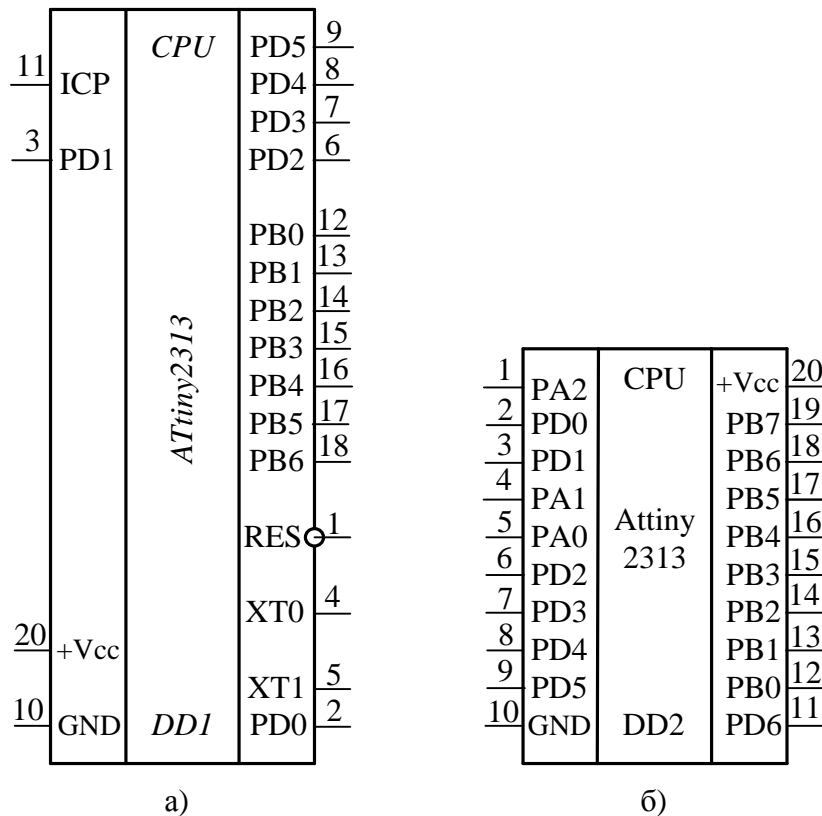


Рисунок 6.12 – УГП мікроконтролера ATtiny 2313

7 АНТЕНИ, ПРОВОДА, КАБЕЛІ, ХВИЛЕВОДИ

7.1 Антени (від лат. **antenna** – щогла, рея) — радіотехнічний пристрій для приймання і передавання електромагнітних хвиль.

В передавачах використовуються для перетворення радіочастотних електричних коливань в енергію електромагнітного поля (радіохвиль), в приймачах – для перетворення енергії радіохвиль в потоки радіочастоти. Будь-яку антену можна використовувати для передавання і для приймання. Позиційне позначення антен – літерний код W.

Загальне позначення антени (рис. 7.1,а) застосовують у тих випадках, коли необхідно показати несиметричну антену, тобто антену, з'єднану з передавачем чи приймачем одним проводом (другим проводом служить земля). Такі антени використовують в діапазоні довгих, середніх і коротких хвиль. Загальне позначення симетричної антени відрізняється від названої наявністю двох виводів (рис.7.1,б). Симетричні антени застосовують в короткохвильовому та ультракороткохвильовому діапазоні.

Для підвищення ефективності несиметричних передавальних і приймальних антен використовують **заземлення (ground)**. У найпростішому випадку – це металевий лист або труба, зариті на глибину ґрунтових вод. На схемах заземлення зображують трьома короткими штрихами, вписаними в прямий кут (рис. 7,1,в).

У принципових схемах частіше використовують УГП, що нагадують гранично спрощені малюнки конкретних різновидів антен. Так, найпростішу антену – **несиметричний вібратор (asymmetrical dipole)** (вертикальний провід, штир) зображують товстою вертикальною лінією (рис.7.1,г). Такі антени частіше використовують в діапазоні коротких та ультракоротких хвиль.

В діапазонах коротких і ультракоротких хвиль часто застосовують **симетричний вібратор (folded dipole)** (рис.7.1,д), у якого працюючими являються горизонтальні частини. Цей вібратор добре приймає чи випромінює в площині, перпендикулярної його осі.

В діапазоні середніх та довгих хвиль використовують Г- і Т-подібні антени (рис.7.1,е, ж), в яких, до верхнього кінця вертикального проводу (вібратора) прикріплюється один чи декілька горизонтальних проводів.

Широке застосування знайшли **магнітні (рамочні) антени (magnetic antenna)**. Найпростіша антена такого типу – рамка, що складається з одного або декількох витків дроту. Незалежно від форми витків рамкову антену зображують у вигляді незамкненого квадрата з лініями-виводами від сусідніх сторін (рис.7.1,и).

Сукупність технічних пристроїв і апаратури для передавання та приймання інформації за допомогою радіохвиль, включаючи допоміжне

бладнання, організацію служби радіозв'язку являє собою **радіостанцію** (від лат. **radius** – промінь; **statio** – стояння, англ. **radio station**) – рис.7.1,к.

7.2 Лінії електричного зв'язку (ЛЕЗ) є обов'язковим елементом всіх електричних схем, що символізують поєднання в певному порядку виводів реальних виробів провідниками.

ЛЕЗ виконуються тієї ж товщини, що і УГП елементів на схемі – від 0,2 до 1,0 мм (рекомендована товщина – 0,3-0,4 мм).

Бажано розташовувати елементи на схемі таким чином, щоб ЛЕЗ були якомога коротшими, мали можливо меншу кількість зламів і перетинів і розташовувалися тільки в горизонтальному й вертикальному напрямках. В окремих випадках допускається зміна напрямків ЛЕЗ (тільки під кутом 90° або 135°). Якщо уникнути перетинання ЛЕЗ не вдається, його роблять тільки під кутом 90° (рис. 7.2,а), змінюючи при необхідності направлення однієї з ЛЕЗ (рис. 7.2, б).

У місцях перетинів, символізуючих електричне з'єднання у вигляді пайки, зварювання, вкрутки і т. д., показують кружечками (рис.7.2, в). Аналогічно поступають в тих випадках, коли необхідно показати відгалуження від тієї чи іншої ЛЕЗ. Відгалуження ЛЕЗ допускається проводити під кутами, кратними 45°.

При зображенні ЛЕЗ з відгалуженнями в декілька паралельних ідентичних ланцюгів (рис. 7.2, г) можна використовувати наступний прийом: показати на схемі лише один ланцюг, а наявність інших вказати Г-подібним відгалуженням з числом, що відображає загальне число паралельних ланцюгів, включаючи зображений (рис. 7.2, д).

Група ЛЕЗ, яка має загальне функціональне призначення, може бути зображена: однолінійно (рис. 7.2, е) або багатолінійно (рис. 7.2, ж). В однолінійному зображенні групу ЛЕЗ, що складається з 2 - 4 ліній, допускається показувати рисками (рис. 7.2, и).

Відстань між паралельними ЛЕЗ повинна бути не менше 3 мм.

У будь-якому електронному приладі між окремими елементами і з'єднуючими їх проводами, крім корисних, існують ще й паразитні зв'язки, які іноді можуть порушити нормальну роботу приладу, якщо їх не усунути. З цією метою окремі елементи й з'єднання екранують (елементів, що створюють електричні, магнітні і електромагнітні поля, розташовують в замкнутих конструкціях – металевих чи діелектричних екранах). Необхідність екранування, того чи іншого з'єднання показують штриховими лініями з обох боків від ЛЕЗ (рис. 7.2, к) або невеликим кружечком (рис. 7.2, л). Якщо необхідно показати, що в загальний екран поміщені кілька проводів, відповідно ЛЕЗ об'єднують знаком, зображеним на рис. 7.2, м, н. При неможливості розмістити такі ЛЕЗ поруч зображують так, як показано на рис. 7.2, п.

Група ЛЕЗ, виконана п скрученими проводами, наприклад, п'ятьма, зображена на рис. 7.2, р, ..., т.

Для спрощення виконання схеми допускається декілька електрично не зв'язаних ліній зливати в лінію групового зв'язку, а входу і виходу кожної ЛЕЗ такого "джгута" привласнити свій порядковий номер (рис. 7.2, у).

Щоб не сплутати ЛЕЗ з лінією, яка просто перетинає лінію групового зв'язку, відстань між сусідніми ЛЕЗ, що відходять у різні боки, роблять не менш 2 мм. Кожний умовний номер повинен зустрічатися на лінії групового зв'язку два рази. При необхідності розгалужень їх кількість показують після порядкового номера лінії через дробову риску (рис. 7.2, ф).

Відповідні лінії можуть бути зображені або під прямим кутом, або зі зламом під кутом 45° до групової лінії, при цьому точка зламу повинна бути віддалена від групової ЛЕЗ не менше ніж на 3 мм.

Допускається переривати окремі ЛЕЗ між віддаленими один від одного УГП, зображеними на одному аркуші. Обрив ЛЕЗ закінчують стрілкою із зазначенням позначення (цифрового, літерного або буквено-цифрового), рис. 7.2, х.

ЛЕЗ, що переходять з одного аркуша або одного документа на інший, слід обривати за межами зображення схеми без стрілок з правої сторони і (або) внизу аркуша. Праворуч від позначення ЛЕЗ вказують позначення присвоєне цій лінії, або позначення документа, при виконанні схем самостійними документами, на які переходить дана ЛЕЗ (рис. 7.2, ц). Початок вхідних ліній зображують, починаючи з лівого боку і (або) зверху аркуша.

ЛЕЗ, які символізують гнучке з'єднання, зображують хвилястою лінією (рис. 7.2, ш).

Електричні шини (electric bus) – мідні, алюмінієві, рідше сталеві неізолювані провідники, що використовуються в якості струмопроводів показані на рис. 7.2, щ.

7.3 Група ЛЕЗ, яка має загальне функціональне призначення і виконана багатожилним кабелем, наприклад семижилним, показана: однолінійно (рис. 7.3, а) або багатолінійного (7.3, б).

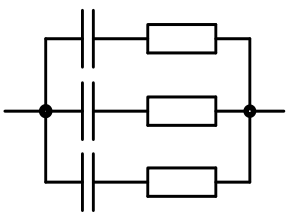
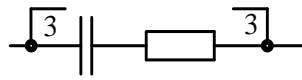
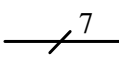
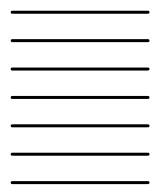
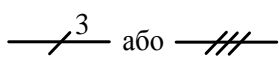
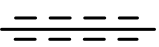
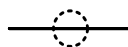
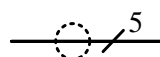
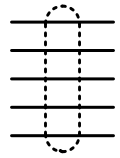
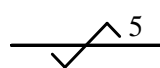
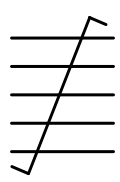
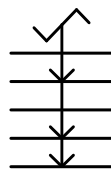
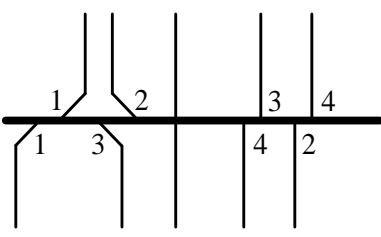
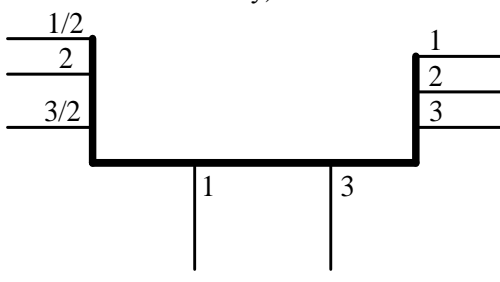
Для передачі електромагнітної енергії надвисокої частоти застосовують **коаксіальні кабелі (coaxial cable)**. Такий кабель являє собою систему із двох провідників, один з яких, виготовлений у вигляді трубки і повністю обхвачує інший. УГП коаксіального кабеля представлено на рис. 7.3, в...е.

На частотах вище 3000 МГц втрати в коаксіальних кабелях сильно зростають, тому використовують **хвилеводи (waveguide)** – металеві труби круглого, прямокутного та інших перерізів, по яких при певних умовах можуть розповсюджуватися електромагнітні хвилі.

На схемах хвилевод показують як на рис. 7.3, ж.

Буквине позначення хвилевода – W.

№№ рис.	Назва	Позначення
1	2	3
<p>7</p> <p>7.1</p> <p>Анени, провона, кабелі, хвилевон</p> <p>Анени</p> <p>Несиметрична (а), симетрична (б)</p> <p>Заземлення, загальне позначення</p> <p>Несиметричний (г) і симетричний (д) вібратори</p> <p>Г-подібна (е) і Т-подібна (ж) анени</p> <p>Магнітна (рамочна) антена</p> <p>Радіостанція</p>		<p>а) WA1</p> <p>б) WA2</p> <p>в)</p> <p>г) WA3</p> <p>д) WA4</p> <p>е) WA5</p> <p>ж) WA6</p> <p>и) WA7</p> <p>к) A1</p>
<p>7.2</p> <p>Лінії електричного зв'язку</p> <p>Перетин ліній електричного зв'язку</p> <p>Електричне з'єднання ліній</p>		<p>а)</p> <p>б)</p> <p>в)</p>

1	2	3
	<p>ЛЕЗ з відгалуженням в декілька паралельних ідентичних ланцюгів</p> <p>Однолінійне (е, и) і багатолінійне (ж) зображення ЛЕЗ</p> <p>Екранована ЛЕЗ, провід та кабель з екрануванням</p> <p>Група ЛЕЗ в загальному екрані: однолінійно (м); багатолінійно (н); вибірково (п)</p> <p>Група ЛЕЗ, здійснена п скрученими проводами: однолінійно (р); багатолінійно (с); вибірково (т)</p> <p>ЛЕЗ, об'єднані в „джгут” Примітка. Відстань між сусідніми лініями, що відходять у різні боки, повинна бути не менше 2 мм</p>	 <p>г)</p>  <p>д)</p>  <p>е)</p>  <p>ж)</p>  <p>и)</p>  <p>к)</p>  <p>л)</p>  <p>м)</p>  <p>н)</p>  <p>р)</p>  <p>с)</p>  <p>т)</p>  <p>у)</p>  <p>ф)</p>

1	2	3
	<p>Обрив ЛЕЗ</p> <p>Продовження перерваної ЛЕЗ на декількох аркушах</p> <p>ЛЕЗ виконана гнучким проводом</p> <p>Шина (щ), відгалуження шини (ю), графічно перетинаються але електрично не з'єднані (я)</p>	
7.3	<p>Кабелі, хвилеводи</p> <p>Група ЛЕЗ, загального функціонального призначення і реалізована багатожильним кабелем, наприклад семижильним: однолінійно (а); багатолінійно (б)</p> <p>Коаксіальний кабель: в) загальне позначення; г) з'єднаний з корпусом Примітка. Якщо коаксіальна структура не продовжується, то дотична до кола спрямована в бік зображення коаксіальної структури (д)</p> <p>Коаксіальний екранований кабель</p> <p>Хвилеводи</p>	

8 ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ, ДАВАЧІ

Вимірювальний перетворювач (ВП) measuring transducer) — засіб вимірювальної техніки (ЗВТ) з нормативними метрологічними характеристиками, що служить для перетворення вимірюваної величини в іншу величину або вимірювальний сигнал, зручний для обробки, зберігання, індикації або передачі. Вимірювальна інформація на виході ВП, як правило, недоступна для безпосереднього сприйняття спостерігачем. Обов'язкова умова вимірювального перетворення — збереження у вихідному сигналі інформації про кількісне значення вимірюваної величини через забезпечення функціональної залежності (переважно, лінійної) між вимірюваною величиною та сигналом на виході. ВП є найчисленнішою групою ЗВТ і класифікуються за різними ознаками.

Можна навести таку класифікацію ВП:

- *за видом енергії*, що використовується, ВП можна поділити на неелектричні, механічні, пневматичні і гідравлічні;
- *за співвідношенням між вхідною і вихідною величинами*: неелектричних величин в неелектричні — перетворювачі розміру тієї або іншої неелектричної величини (важелі, редуктори) або перетворювачі виду вхідної величини (мембрани, пружини і т.д.); неелектричних величин в електричні; електричних величин в електричні; електричних величин в неелектричні — в основному вимірювальні механізми електромеханічних приладів;
- *в залежності від виду вихідного сигналу*: аналогові, дискретні, релейні, з природним і уніфікованим вихідним сигналом;
- *за видом функції перетворення*: масштабні, такі, що змінюють у визначене число разів розмір вхідної величини без зміни її фізичної природи; функціональні, що виконують однозначне функціональне перетворення вхідної величини зі зміною її фізичної природи або без зміни; операційні, що виконують над вхідною величиною математичні операції вищого порядку — диференціювання або інтегрування за часовим параметром;
- *за видом структурної схеми перетворювача*: прямого однократного перетворення; послідовного прямого перетворення; диференціальні; зі зворотним зв'язком (компенсаційна схема);
- *за характером перетворення вхідної величини в вихідну*: параметричні, генераторні, частотні, фазові;
- *за видом вимірюваної фізичної величини*: лінійних і кутових переміщень, тиску, температури, концентрації речовин і т.д.;
- *за фізичними явищами, покладеними в основу принципу дії*, в державній системі приладів та засобів автоматизації (ДСП) прийнята така класифікація: механічні — з пружним чутливим елементом, дросельні, ротаметричні, об'ємні, поплавкові, швидкісні; електромеханічні —

тензорезистивні, термоелектричні, термомеханічні, термокондуктометричні, манометричні; електрохімічні – кондуктометричні, потенціометричні, полярографічні; оптичні – фотоколометричні, рефрактометричні, оптико-акустичні, нефелометричні; електронні і іонізаційні – індукційні, хроматографічні, радіоізотопні, магнітні;

- за динамічними характеристиками ВП розподіляються у відповідності з видом передаточної функції;

- в залежності від виду статичної характеристики ВП поділяють на реверсивні (двотактні) і неревверсивні (однотактні).

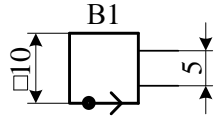
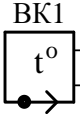
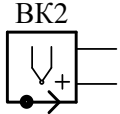
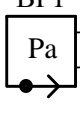
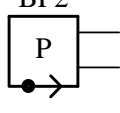
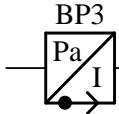
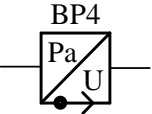
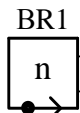
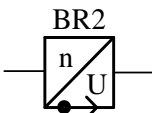
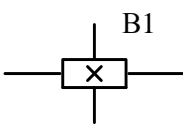
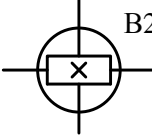
Навіть настільки розгорнута класифікація за рядом ознак не є вичерпною, оскільки за кожним визначенням стоїть група перетворювачів з різними технічними та конструктивними характеристиками.

Для безпосереднього відтворення вимірюваної величини служать первинні вимірювальні перетворювачі (ПВП) (**primary measuring transducer**), на які безпосередньо впливає вимірювана величина і в яких відбувається трансформація вимірюваної величини для її подальшого перетворення або індикації. Прикладом ПВП є термопара в ланцюзі термоелектричного термометра.

ПВП зазвичай входить у структуру **давача** (рос. датчик, англ. **sensor**), від якого надходять вимірювальні сигнали (він «дає» інформацію) для дистанційної передачі та використання в системах керування і має нормовані метрологічні характеристики. ПВП у значній мірі визначає основні технічні характеристики давача. Давач може бути винесений на значну відстань від засобу вимірювань, який приймає його сигнали. Наприклад, давач метеорологічного зонда. У галузі вимірювань іонізуючих випромінювань давач часто називають **детектором (detector)**.

Історично і логічно давачі пов'язані з технікою вимірювання та вимірювальними приладами, наприклад, термометри, витратоміри, барометри і т.д. Узагальнюючий термін давач закріпився у зв'язку з розвитком автоматичних систем управління (АСУ), як елемент узагальненої логічної концепції давач – прилад управління – виконавчий прилад – об'єкт управління. Спеціальний випадок представляє використання давачів в автоматичних системах реєстрації параметрів, наприклад, в системах наукових досліджень.

Нижче наведені УГП найбільш поширених давачів неелектричних величин.

№№ рис.	Назва	Позначення
1	2	3
8	<p>Давачі неелектричних величин</p> <p>Загальне позначення</p> <p>Давач температури, термopара</p> <p>Давач тиску</p> <p>Примітка. При необхідності вказівки конкретної величини, в яку перетвориться неелектрична величина, допускається застосовувати такі позначення, наприклад, давач тиску</p> <p>Тахогенератор</p> <p>Давач Холла</p>	 <p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>в)</p>  <p>г)</p>  <p>д)</p>  <p>е)</p>  <p>ж)</p>  <p>и)</p>  <p>к)</p>  <p>л)</p>  <p>м)</p>

9 ЕЛЕКТРОАКУСТИЧНІ ПРИЛАДИ

Акустичними (вірніше – електроакустичними) називають прилади, що перетворюють енергію електричних коливань в енергію звукових або механічних коливань, і навпаки. Це початкові та кінцеві ланки систем мовного зв'язку, оброблення різноманітної звукової інформації, запису, відтворення звукових повідомлень. УГП цих приладів побудовані на основі загальних символів, встановлених стандартом для кожного їх виду.

9.1 Мікрофони (microphone) — це електроакустичні прилади, в яких звукові коливання перетворюються в змінні електричні сигнали. За принципом дії мікрофони поділяються на: вугільні, електродинамічні, електромагнітні, конденсаторні та ін. (рис. 9.1,а,..., в).

9.2 Телефони (telephone) і гучномовці (loudspeaker) — це акустичні прилади, які перетворюють електричні коливання на звукові (рис. 9.2,а,...,г).

9.3 Головки звукознімачів (phono cartridge) — це випромінювач, пасивний перетворювач електричних сигналів на акустичні. Принцип перетворення енергії в головках вказують тими ж знаками, що і в умовних позначеннях телефонів, гучномовців та мікрофонів.

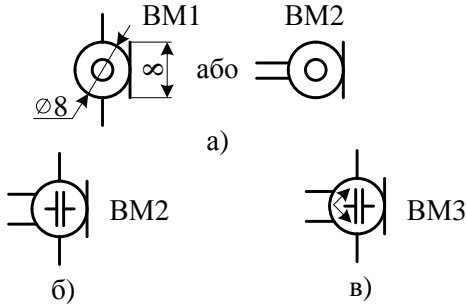
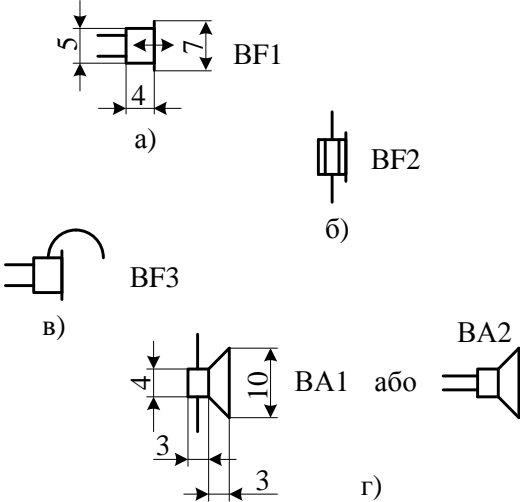
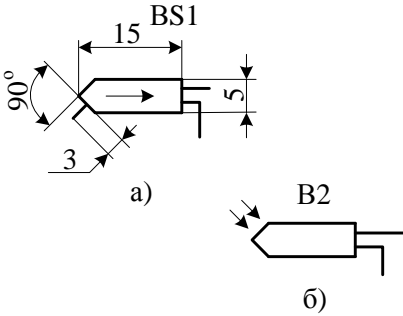
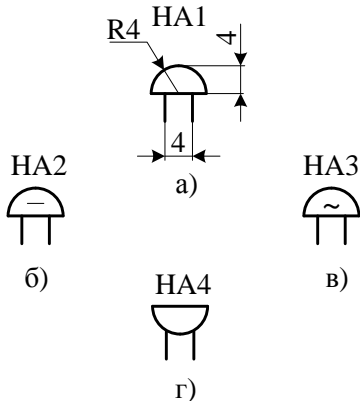
Існує кілька видів звукознімачів:

– магнітні – зняття звуку відбувається завдяки зміні електромагнітного поля за рахунок, наприклад, коливання в ньому струни гітари (рис. 9.3,а);

– оптичні – зняття сигналу відбувається за рахунок оптичного віддзеркалення пучка світла від носія сигналу (рис. 9.3,б) та ін.

9.4 Дзвінки (bell) — це пристрої, які перетворюють електричний сигнал у звуковий. Електричні дзвінки зображують у вигляді спрощеного малюнка їх звукової частини – дзвіночка (рис.9.4,а). Якщо потрібно вказати рід струму, необхідного для роботи дзвінка, усередині символу поміщають умовне позначення постійного (горизонтальна риска) або змінного (синусоїда) струму (рис. 9.4,б, в).

Зумери (нім. summer – дзиччати) — вібраційні невеликої потужності, перетворювачі постійного струму у змінний, які завдяки вібрації контакту переривача видають своєрідне дзиччання – сигнал виклику абонента. Будова цих пристроїв приблизно така ж, як у дзвінка. УГП зумера – те ж півколо, але з виводами, приєднаними до його круглої частини (рис.9.4,г).

№№ рис.	Назва	Позначення
1	2	3
<p>9</p> <p>9.1</p>	<p>Електроакустичні прилади</p> <p>Мікrofони</p> <p>Мікrofон вугільний</p> <p>Мікrofони конденсаторний та стереофонічний</p>	 <p>а) б) в)</p>
<p>9.2</p>	<p>Телефони, гучномовці</p> <p>Телефон, загальне позначення</p> <p>Телефон мембранний електромагнітний</p> <p>Телефон з дугою над головою</p> <p>Головка гучномовця динамічна</p>	 <p>а) б) в) г)</p>
<p>9.3</p>	<p>Звукознімачі</p> <p>Головка звукознімача магнітна</p> <p>Головка фотозчитувача</p>	 <p>а) б)</p>
<p>9.4</p>	<p>Дзвінки, зумери</p> <p>Дзвінок, загальне позначення (а):</p> <ul style="list-style-type: none"> - постійного струму (б); - змінного струму (в) <p>УГП зумера</p>	 <p>а) б) в) г)</p>

10 ПРИСТРОЇ ЗВ'ЯЗКУ

У схемах для УГП **пристроїв зв'язку (communication device)** використовують символи, що символізують окремі функціональні частини. Такими частинами можуть бути і функціональні групи елементів (наприклад, перетворювачі частоти, фільтри і т. п.), і пристрої (блоки живлення, пристрої, що записують або відтворюють і т. п.). Нижче наводяться УГП, які використовуються у структурних і функціональних схемах.

Функціональні частини зображують у вигляді квадратів, прямокутників або трикутників. Для більшої наочності всередині цих загальних позначень поміщають різні знаки, що додають УГП індивідуальність і мнемонічність.

10.1 Генератори

Генератор (англ. **generator**) — пристрій, апарат чи машина, які виробляють якийсь продукт (газ, лід тощо), електричну енергію (електромашинний, радіосигналів тощо), створюють електричні, електромагнітні, світлові або звукові сигнали – коливання, імпульси (напр., ламповий, магнетронний, квантовий, ультразвуковий генератор).

Більшість символів пристроїв зв'язку побудовано на основі квадрата 12x12 мм (рис. 10.1,а). Розглянемо, як на його основі будуються УГП різних генераторів електричних коливань. Відмінна ознака цих пристроїв – латинська буква G, яка є буквеним кодом в позиційних позначеннях. Якщо потрібно вказати форму генерованих коливань, в квадрат поміщають знаки, які спрощено відтворюють їх осцилограми. На рис. 10.1,б **генератори синусоїдальних коливань (sinusoidal generator) – G2**, **пилкоподібних (sawtooth waveform) – G3**, **прямокутних (squarewave generator) – G4**.

Щоб відрізнити генератори звукової та радіочастоти від пристроїв, що виробляють струм низької частоти, замість одного символу синусоїди зображують відповідно два (G5) або три таких символу (G6). Можна вказати під позначенням форми коливань значення частоти (G7) на рис. 10.1,в.

Можливість перебудови генератора по частоті показують стрілкою, що перетинає або саме УГП (G8); поруч зі стрілкою в цьому випадку вказана букву f , або символ форми коливань (G9). **Генератор, стабілізований кварцовим резонатором (crystal controlled oscillator)**, виділяють на схемах символом п'єзоелектричного елемента (G10), **генератор шуму (noise generator) G11** – літерами kT (k - постійна Больцмана, T - абсолютна температура) на рис. 10.1,г.

10.2 Підсилювачі

Підсилювач (англ. **amplifier**) — пристрій, в якому здійснюється збільшення потужності вхідного сигналу за рахунок енергії допоміжного джерела живлення. Залежно від виду енергії вхідного сигналу і джерела підсилювачі поділяють на: електричні, механічні, гідравлічні, пневматичні. Найпоширеніші електричні підсилювачі.

Позиційне позначення УГП підсилювачів – літерний код А (рис. 10.2,а). Знак посилення – невеликий рівносторонній трикутник, вершина якого вказує напрямок передачі сигналу (А1). Такий же трикутник, але зі стороною 12 мм, часто використовують в якості самостійного символу підсилювачів (А2). Знаки, що характеризують вид підсилювача або принцип його роботи, дозволяється вказувати лише в цьому позначенні. Для прикладу на рис. 10.2,а (А3) наведено УГП так званого **магнітного підсилювача (magnetic amplifier)** – ланцюжок напівкіл символізує його обмотки.

Стандарт передбачає при необхідності можливість відображення в УГП підсилювачів числа каскадів, особливостей вихідного каскаду, здатності передачі сигналу в обох напрямках (такі підсилювачі застосовують, наприклад, в переговорних пристроях), можливості регулювання посилення і т. д. Число каскадів вказують відповідними цифрами. На рис. 10.2,б – А4 – трьохкаскадний підсилювач, А5 – п'ятикаскадний. Для позначення двотактного підсилювача використовують два знаки посилення, поміщаючи їх один над іншим (А6). Такими ж знаками, але спрямованими зустрічно, виділяють на схемах підсилювачі, здатні передавати сигнал в обох напрямках, причому в разі, якщо підсилювач двопровідний, їх розташовують на одній лінії (А7 на рис. 10.2,в), а якщо чотирьох – розносять по вертикалі (А8). Регульовані підсилювачі позначають будь-яким з основних символів, перетинаючи його знаком регулювання – стрілкою (А9).

10.3 Фільтри

Фільтр (англ. **filter**) — пристрій, що пропускає або затримує електричні струми, електромагнітні або звукові хвилі певної частоти і т. ін.

Загальне УГП частотних фільтрів – квадрат з перекресленим символом синусоїди (літерний код – Z). Таке УГП (Z1) використовують у тих випадках, коли важливо показати наявність фільтра в ланцюзі сигналу (рис. 10.3,а).

Фільтрація сигналу, тобто зміна його спектру застосовується з метою збільшення відношення корисного сигналу до шумів і завад, або підсилення яких-небудь корисних властивостей сигналу.

Класифікацію фільтрів проводять за наступними ознаками.

Перший ознака – це вид вхідного і вихідного сигналу фільтру. Якщо ці сигнали аналогові, то фільтр називається аналоговим, якщо ж сигнали представлені у цифровому коді, то фільтр називається цифровим. Можливі, також, і проміжні варіанти: аналогово-цифровий і цифро-аналоговий фільтри.

Друга ознака – вид частотної характеристики фільтру. За цією ознакою фільтри поділяються на наступні групи:

- фільтри нижніх частот;
- фільтри верхніх частот;
- фільтри смугові;
- фільтри режекторні.

Третя ознака – це вид імпульсної характеристики фільтру. Розрізняють неперервні та дискретні фільтри. Неперервний фільтр – це фільтр, імпульсна характеристика якого є неперервною. Дискретний фільтр – це фільтр, імпульсна характеристика якого представлена набором δ – імпульсів.

Четверта ознака – це тривалість імпульсної характеристики. Якщо імпульсна характеристика обмежена в часі, то такі фільтри називаються фільтрами з кінцевою імпульсною характеристикою.

Більш інформативні інші УГП. Тут Z2 і Z3 – фільтри відповідно **нижніх (low)** і **верхніх частот (high pass)**, Z4 і Z5 – відповідно **смуговий (band)** і **режекторний фільтри (rejection filter)**.

Від символів фільтрів слід відрізнити УГП **подавлювачів радіочастотних завад (radio frequency suppressor)** Z6, в якому знаки синусоїд перекреслені косим хрестом.

10.4 Атенюатори, фазообертачі, лінії затримки

На основі квадрата побудовані УГП і таких функціональних частин пристроїв зв'язку, як атенюатори, фазообертачі, лінії затримки і т. п. (літерний код - А).

10.4.1 Атенюатор (англ. **attenuator** – послаблювати) — спеціальний пасивний пристрій, що зменшує напругу, струм або потужність електричних або електромагнітних коливань. Відмінна ознака атенюатора – вписане в квадрат міжнародне позначення логарифмічної одиниці – децибела (A1 на рис. 10.4,а).

10.4.2 Фазообертач (phase shifter) — пристрій призначений для зміни фази сигналу. Відмінна ознака фазообертача – загальноприйняте позначення кута – грецька буква φ (A4 на рис. 10.4,б).

Якщо необхідно вказати на схемі величину внесеного пристроєм загасання або зсуву фаз, над лінією виходу поміщають відповідний напис (A2, A3, A5).

10.4.3 Лінія затримки (time delay line) — пристрій, призначений для затримки електромагнітних сигналів на певний проміжок часу (фіксований, перемикальний або з плавним регулюванням).

Загальне УГП ліній затримки – квадрат з символом тимчасової затримки, що складається з відрізка горизонтальної прямої з зарубками на кінцях і загальноприйнятого позначення часового інтервалу Δt (Аб). При необхідності час затримки вказують у символів ліній з одним виходом або всередині УГП замість Δt .

10.5 Перетворювачі електричних велич

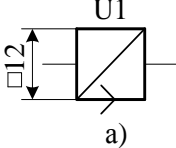
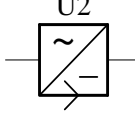
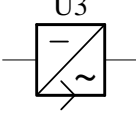
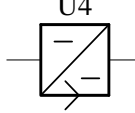
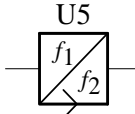
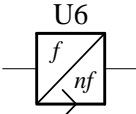
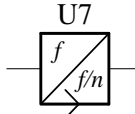
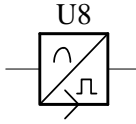
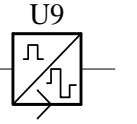
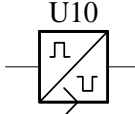
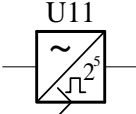
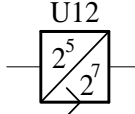
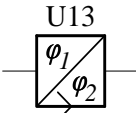
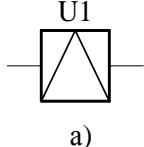
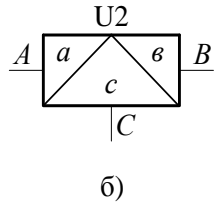
Перетворювачі електричних велич (electric signal converter) в електричні (код – літера U). Загальне УГП цієї групи пристроїв – квадрат, розділений діагоналлю на дві частини, зі стрілкою на нижній стороні, що вказує напрямок перетворення (рис. 10.5,а). У лівому трикутнику поміщають знаки, що характеризують перетворюваний сигнал, у правому – перетворений. Таким чином на рис. 10.5,б пристрій U2 – перетворювач змінного струму в постійний (випрямляч), U3 – постійного на змінний, U4 – постійного в постійний струм. Аналогічно розшифровуються загальні УГП перетворювача частоти U6 (сигнал частотою f_1 перетворюється в сигнал частотою f_2 , символах помножувачів U6 і подільників частоти U7. Частоту вихідного сигналу виражають через частоту вхідного за допомогою коефіцієнтів n і $1/n$ відповідно (де n – ціле число) на рис. 10.5,в.

Решта УГП (рис. 10.5,г, д) символізують наступні пристрої: U8 – формувач прямокутних імпульсів, U9 – перетворювач однополярних (в даному випадку – позитивних) імпульсів в двохполярні, U10 – інвертор імпульсів, U11 – перетворювач змінного струму в сигнали п'ятизначного бінарного коду, U12 – перетворювач сигналів п'ятизначного бінарного коду в сигнали семизначного (позначення прямокутного імпульсу в подібних випадках допускається не показувати), U13 – перетворювач фази.

10.6 Модулятори, демодулятори

Модулятори (modulators), демодулятори (demodulators), частотні дискримінатори (frequency discriminator) позначають на схемах символами, показаними на рис. 10.6,а, б. Перший з них (U1) використовують в якості загального УГП, другий (U2) – в якості основи для побудови УГП конкретних пристроїв. Замість букв *A* і *B* (над виводами) другого символу поміщають знаки, що характеризують відповідно модулюючий і модульований сигнали (для модуляторів) або модульований і демодульований (для демодуляторів), на місці букви *C* – позначення несучої частоти. Додаткові знаки вказують всередині УГП на місці букв *a, в, с*.

№№ рис.	Назва	Позначення
1	2	3
<p>10</p> <p>10.1</p> <p>Пристрої зв'язку</p> <p>Генератори</p> <p>Генератори синусоїдальних коливань, пилкоподібних, прямокутних</p> <p>Генератори звукової і радіочастоти</p> <p>Генератори змінної частоти (G8 або G9), кварцовий, шуму</p>		
<p>10.2</p> <p>Підсилювачі</p> <p>УГП підсилювача (A1 або A2), магнітний підсилювач (A3)</p> <p>Трьохкаскадний підсилювач, п'ятикаскадний, двотактний</p> <p>Підсилювач двопровідний, чотирьохпровідний (A8), регульований (A9)</p>		
<p>10.3</p> <p>Фільтри</p> <p>Частотний фільтр (Z1), нижніх (Z2) і верхніх (Z3) частот</p> <p>Смуговий (Z4) і режекторний (Z5) фільтри, подавлювач радіочастотних завад (Z6)</p>		
<p>10.4</p> <p>Атенюатори, фазообертачі, лінія затримки</p> <p>Атенюатори (A1...A3)</p> <p>Фазообертачі (A4, A5), лінія затримки (A6)</p>		

1	2	3
<p>10.5</p>	<p>Перетворювачі електричних величин в електричні</p> <p>Загальне умовне графічне позначення</p> <p>Перетворювач змінного струму в постійний, постійного на змінний, постійного в постійний</p> <p>Перетворювач частоти, помножувач частоти, подільник частоти</p> <p>Формувач прямокутних імпульсів, перетворювач однополярних імпульсів в двополярні</p> <p>Інвертор імпульсів, перетворювач змінного струму в бінарний код, перетворювач бінарного коду</p> <p>Перетворювач фази</p>	 <p>a)</p>    <p>б)</p>    <p>в)</p>   <p>г)</p>    <p>д)</p>  <p>е)</p>
<p>10.6</p>	<p>Модулятори</p> <p>Загальне умовне графічне позначення</p> <p>УГП конкретних пристроїв</p>	 <p>а)</p>  <p>б)</p>

11 П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНІ ПРИЛАДИ, ДЖЕРЕЛА СТРУМУ, ЗАПОБІЖНИКИ І РОЗРЯДНИКИ

11.1 П'єзоелектричні прилади (piezoelectric device) знайшли своє застосування в радіоелектронній апаратурі (РЕА), давно зайняли надійне місце в системах стабілізації частот (опорні та керовані генератори, синхронізуючі генератори комп'ютерних, телевізійних та інших систем) і в системах перетворення високочастотних сигналів (амплітудні, частотні і фазові перетворювачі-фільтри та детектори). Дія цих приладів заснована на так званому п'єзоелектричному ефекті (piezo – тисну).

П'єзоелектричні перетворювачі (piezoelectric converter) — це пристрої, що використовують п'єзоелектричний ефект в кристалах, кераміці або плівках і перетворюють механічну енергію в електричну та навпаки.

Виходячи з фізичного принципу дії всі п'єзоелектричні перетворювачі поділяються на дві групи: перетворювачі, що використовують прямий п'єзоэффект і перетворювачі, що використовують зворотний п'єзоэффект.

Буквенний код п'єзоелектричних перетворювачів – ВQ.

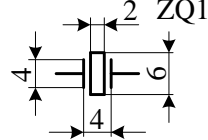
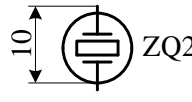
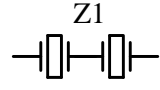
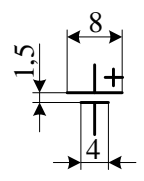
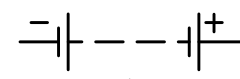
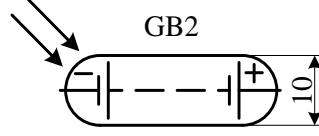
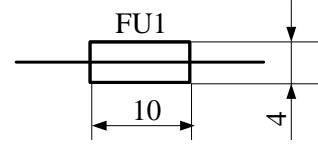
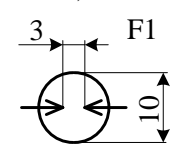
Кварцові резонатори (quartz resonator) — це пристрої, що використовують п'єзоелектричний ефект для створення електричних коливань заданої частоти. Коли частота прикладеної напруги збігається з однією з власних механічних частот кварцового вібратора, в приладі виникає явище резонансу, при якому відбувається різке збільшення провідності. Кварцові резонатори застосовують в генераторах опорних частот, фільтрах і т.д.

На принципових схемах і в технічній документації кварцовий резонатор позначається на зразок конденсатора, тільки між пластинами доданий прямокутник, який символізує пластинку кварцу. Поряд з графічним зображенням вказується буква Z або ZQ (рис 11.1,а,..., в).

11.2 Для автономного живлення використовуються різні джерела струму – **гальванічні елементи (galvanic cell), акумулятори (accumulator), сонячні елементи (solar cell)**, рис. 11.2,а,...,в. Код – буква G.

11.3 Для захисту від перевантажень по струму і коротких замикань у навантаженні в приладах з живленням від мережі використовують **плавкі запобіжники (safety fuse)**, рис. 11.3,а. Код – буква F.

11.4 Розрядники (arrester) застосовують як швидкодіючі комутатори (як правило великих енергій) в пристроях зв'язку, локації, ядерної та експериментальної фізики і т. д. Конструкція розрядника проста: в скляному або керамічному балоні, наповненому газом, розташовані 2 або кілька електродів з тугоплавких металів або їх сплавів. На рис. 11.3,б представлено УГП **вакуумного розрядника (vacuum arrester)**.

№№ рис.	Назва	Позначення
1	2	3
11	П'єзоелектричні прилади, джерела струму, запобіжники і розрядники	
11.1	П'єзоелемент, резонатор УГП на схемі	 <p>a)</p>
	Резонатор в герметичному корпусі	 <p>б)</p>
	Фільтр п'єзокерамічний	 <p>в)</p>
11.2	Джерела струму Елемент гальванічний, акумулятор	 <p>a)</p>
	Батарей елементів	 <p>б)</p>
	Сонячний елемент	 <p>в)</p>
11.3	Запобіжники і розрядники	
	Запобіжник плавкий	 <p>a)</p>
	Розрядник вакуумний	 <p>б)</p>

12 ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

Електровимірювальні прилади — це такі технічні засоби, які призначені для перетворення різних електричних величин (сили струму, напруги, активних і реактивних потужностей та енергій, коефіцієнта потужності, опору, індуктивності, ємності та інших) у візуальну форму, зручну для сприйняття.

Електровимірювальні прилади можна класифікувати:

- а) за родом вимірювальної величини;
- б) за фізичним принципом дії вимірювального механізму;
- в) за родом струму;
- г) за класом точності;
- д) за типом відлікового пристрою;
- е) за виконанням залежно від умов експлуатації;
- ж) за стійкістю до механічних впливів;
- и) за ступенем захисту від зовнішніх магнітних та електричних полів тощо.

12.1 За способом представлення інформації електровимірювальні прилади поділяються на:

- показувальні – вимірювальні прилади, що допускають тільки зчитування показань значень вимірюваної величини (рис. 12.1,а);
- реєструвальні – вимірювальні прилади, в яких передбачена реєстрація значень в аналоговій або цифровій формах (рис. 12.1,б);
- інтегрувальні – вимірювальні прилади, в яких вхідна величина інтегрується за часом або за іншою незалежною змінною (рис. 12.1,г) та ін.

12.2 За вимірювальною величиною електровимірювальні прилади поділяються на: амперметри, вольтметри, ватметри, фазометри, лічильники енергії, омметри, частотоміри тощо (табл.12.1).

На шкалі приладу наводиться його назва або початкова латинська літера одиниці, що вимірюється.

В графічні позначення приладів вписуються буквені позначення: амперметр А, вольтметр V, ватметр W, фазометр φ і т.п.

Прилади, призначені для вимірювання декількох різнойменних величин, називають комбінованими (мультиметрами) – рис. 12.1,в.

Прилади, які можна використовувати як на постійному, так і на змінному струмі, часто називають універсальними.

Характерною особливістю в назві вимірювальних приладів є сполучення епонімного компонента з міжнародним терміноелементом, оскільки всі епоніми містять міжнародні компоненти, як відпрізвищеві (наприклад, гальвано-, вольт-), так і загальні (-метр, -скоп тощо) фізичні терміни.

Найчастіше трапляються сполучення з міжнародними елементами, які означають степінь числа, наприклад: кіло – 10^3 , мега – 10^6 .

Таблиця 12.1 – Умовне позначення електровимірювальних приладів та вимірюваних величини

Величина, що вимірюється	Назва приладу	Умовне позначення	Код ПП
Прилади електровимірювальні показувальні			
Струм	Амперметр	A	PA
	Міліамперметр	mA	
	Мікроамперметр	μ A	
Напруга	Вольтметр	V	PV
	Мілівольтметр	mV	
	Вольтметр диференційний	Δ V	
	Вольтамперметр	VA	
Електрична потужність	Ватметр	W	PW
	Кіловатметр	kW	
	Ватметр сумуючий	Σ W	PVA
	Варметр	Var	
Зсув фаз	Фазометр: - вимірюючий зсув фаз - коефіцієнт потужності	φ	P
		$\cos \varphi$	
Частота	Частотомір	F	PF
Електричний опір	Омметр	Ω	PR
	Кілоомметр	k Ω	
	Мегаомметр	M Ω	
Температура	Термометр	t ^o	P
Швидкість обертання	Тахометр	n	P
Час	Годинник	s	PT
Рівень	Рівнемір		P
Довжина хвилі	Хвилемір	λ	P
Прилади електровимірювальні реєструвальні			
Струм	Амперметр реєструвальний	SA	PS
Напруга	Вольтметр реєструвальний	SV	PS
Прилади електровимірювальні інтегрувальні			
Електрична енергія	Лічильник ампер-годин	Ah	PI
	Лічильник ват-годин	Wh	
	Лічильник вольт-ампер-годин	Varh	PK

Найпоширеніші з цих компонентів такі:

- кіло: кілоампер, кіловат, кіловольт, кілогерц, кілоом;
- гіга: гігават, гігавольт, гігагерц, гігапаскаль;

- мега: мегават, мегавольт, мегагерц, мегаом;
- мілі: міліампер, мілівольт, міліом;
- мікро: мікроампер, мікрвольт, мікروات тощо.

Другу за чисельністю групу становлять назви вимірювальних приладів. Міжнародних компонентів тут усього два:

- метр: амперметр, вольтметр, гальванометр, омметр, вольтміліамперметр, гаусметр, джоулометр, вольтметр та ін.;
- скоп: вольтоскоп, гальваноскоп, гальваноскопічний та ін.

Як бачимо, за частотою поєднання тут переважає суфікс -метр (75 відсотків термінів містять цей компонент). Пояснюється це тим, що термінами з компонентом -скоп позначають прилади для спостереження явища, наприклад, гальваноскоп – найпростіший прилад для виявлення постійного електричного струму в ланцюгу і визначення його напрямку, а термінами з компонентом -метр позначають вимірювальні прилади.

Для правильного застосування приладів потрібно враховувати їх технічні особливості, які вказуються на шкалі приладів умовними позначеннями (маркувальні знаки):

- - постійний струм;
- ~ - однофазний змінний струм;
- ⎓ - постійний і змінний струм;
- ≡ - трифазний змінний струм;
- A, V, W, Hz, cos φ, Ω - одиниці вимірювання (ампер, вольт, ватт, герц, коеф.потужності, Ом);
- 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4 - клас точності у % від діапазону вимірювання;
- 50 Гц - прилад працює при частоті 50 Гц;
- ⊥ - прилад працює нормально у вертикальному положенні;
- $\angle 60^\circ$ - прилад працює нормально під кутом до горизонту 60°;
- ⊏ - прилад працює нормально у горизонтальному положенні;
- $\angle 60^\circ$ - прилад;
- ☆₂ або ⚡_{2кВ} - ізоляція приладу випробувана під напругою 2 кВ.

Наведемо найбільш поширені електровимірювальні прилади.

Загальне УГП електровимірювальних приладів — коло з двома рівнонаправленими виводами, загальний код — латинська буква Р. Призначення приладу показують вписаним у коло міжнародним позначенням одиниці вимірюваної величини (див. табл. 12.1).

Прилади, якими вимірюють величину електричного струму — називають **амперметрами** (англ. **ammeter**, **ammeter**), рис. 12.2,а,...,в.

Вони включаються послідовно в коло, у якому виконується вимірювання.

Гальванометри (гальвано – від прізвища ученого Луїджі Гальвані і дав.-гр. *metréo* – вимірюю) – високочутливі прилади для вимірювання малих постійних і змінних електричних струмів (рис. 12.2,г). На відміну від звичайних мікроамперметрів шкала гальванометра може бути проградуєвана не лише в одиницях сили струму, але і в одиницях напруги, інших фізичних величин, або мати умовне, безрозмірне градуєвання, наприклад, при використанні в якості нуль-індикаторів.

Прилади для вимірювання напруги між двома точками електричного кола — **вольтметри (voltmeter)**, рис. 12.2,д, е. Вони включаються паралельно в коло, у якому виконується вимірювання.

Для вимірювання активної потужності в колі служать **ватметри (wattmeter)**, рис. 12.2,ж. Нерухома котушка (струмова обмотка) має невелику кількість витків та виконана з проводу із великим перетином; включається в коло послідовно. Рухома котушка (обмотка напруги) має велику кількість витків та виконана з проводу із невеликим перетином; включається в коло паралельно. Для вимірювання реактивної потужності використовують **варметри (varmeter)**, рис. 12.2,и.

Для вимірювання кутів зсуву фаз між двома змінними періодичними електричними коливаннями, наприклад в трифазній системі електропостачання або для вимірювання коефіцієнта потужності застосовують **фазометри (phasometer)**, рис. 12.2,к, л.

Для визначення частоти періодичного процесу або частот гармонічних складових спектру сигналу застосовують **частотоміри (frequency meter)**, рис. 12.2,м.

Для безпосереднього вимірювання опорів використовують електровимірювальні прилади **омметри (ohmmeter)**, які являють собою сукупність міліамперметра магнітоелектричної системи та спеціальної вимірювальної системи, яка складається з джерела постійної електрорушійної сили і регульованого резистора (рис. 12.2,н). Для вимірювання великих електричних опорів (понад 10^5 Ом), наприклад, опору ізоляції кабелів, трансформаторів, електричних машин використовують **мегаомметри (megohmmeter)**, рис. 12.2,п.

Тахометри (tachometer) — прилади для вимірювання числа обертів деталей машин і механізмів, що обертаються, в одиницю часу (кутову швидкість) або лінійну швидкість (рис. 12.2,р). Вимірювання може бути контактним або безконтактним залежно від типу датчика швидкості обертання.

Рівнеміри (level meter) — прилади для заміру рівнів рідини у свердловинах, шурфах, колодязях і т. п. (рис. 12.2,с).

Хвилеміри (ondometer) — прилади для вимірювання довжини хвилі або частоти електромагнітних коливань в діапазоні радіочастот (рис. 12.2,т).

На рис. 12.2,у показано УГП **осцилоскопа** (від лат. **oscillo** – коливаюсь і греч. **skopeo** – розглядати, спостерігати; англ. **oscilloscope**) — приладу для візуального спостереження електричного коливального процесу, звичайно на екрані електронно-променевої трубки; у медицині застосовується для вивчення біоелектричних процесів.

12.3 Другою групою електровимірювальних приладів є реєструвальні прилади, які призначені для вимірювання та автоматичного запису значень вимірюваних величин, що змінюються з часом. Реєстрація значень може здійснюватися в аналоговій або цифровій формах. Розрізняють самописні та друкувальні реєструвальні прилади.

В основу УГП електровимірювальних реєструвальних приладів (буквений код – PS) покладений квадрат 12x12 мм. Величину, що реєструється в цьому випадку показують розглянутим вище способом. В нижній частині квадрата зазвичай показують знак, що характеризує вид запису (реєстрації) значень вимірюваної величини (рис. 12.3,а, б).

Світлопроменеві осцилографи (от лат. **oscillo** – коливаюсь і греч. **grapho** – пишу) — це реєструвальні електровимірювальні прилади для спостереження і запису на рухомій фотоплівці чи фотопапері швидкоплинних процесів, що характеризуються величиною їх електричного струму, напруги чи потужності (рис. 12.3,в).

Осцилографічний спосіб запису за допомогою світлопроменевих осцилографів дає змогу реєструвати на осцилограмі до 36 сигналів одночасно в діапазоні частот 0-15 кГц. Це їх перевага над стрілочними приладами чи електронними осцилографами.

Найчастіше використовуються осцилографи з електронно-променевою трубкою - електронно-променеві осцилографи (ЕПО). Електронно-променевий осцилограф є одним з найбільш універсальних вимірювальних приладів із широкою областю застосування.

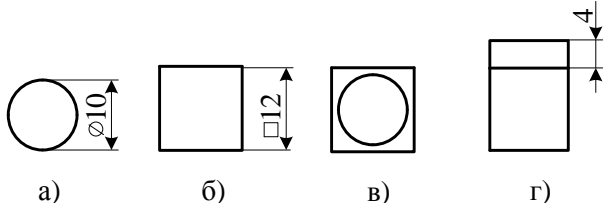
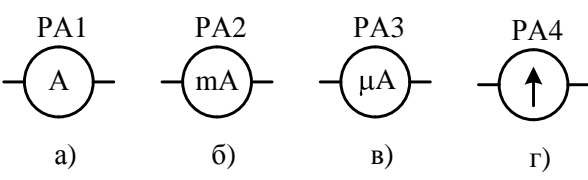
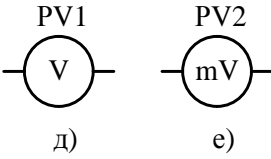
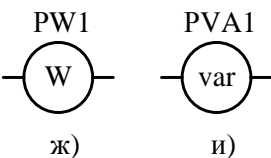
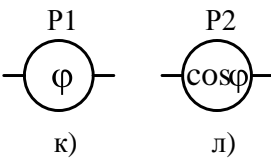
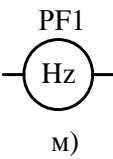
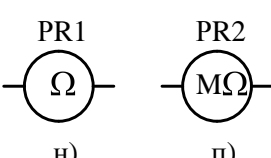
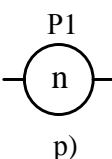
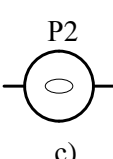
Розроблені і використовуються різні типи електронно-променевих осцилографів: універсальні; швидкісні; стробоскопічні та ін.

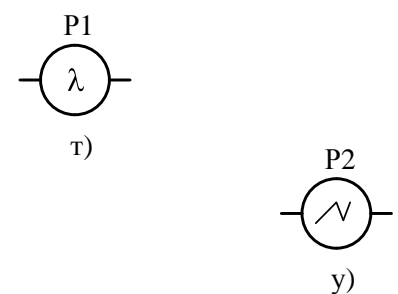
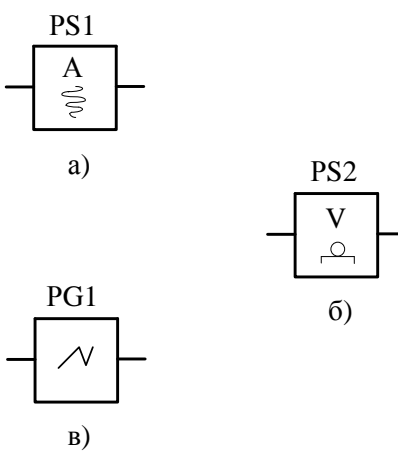
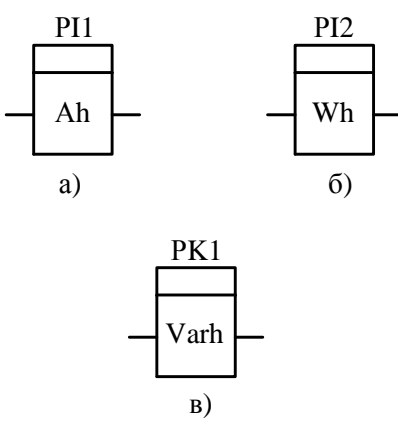
12.4 Третю групу електровимірювальних приладів складають інтегрувальні прилади.

Для обліку споживання активної енергії використовують **лічильники активної енергії (watt hour meter)** — це інтегрувальні вимірювальні прилади, які показують зростання в часі значення вимірюваної величини (рис. 12.4,а, б). Лічильник активної енергії включається аналогічно ватметру.

На практиці (крім обліку спожитої електроенергії) лічильники використовують для визначення потужності включеного навантаження.

Вимірювання реактивної енергії здійснюється за допомогою **лічильників реактивної енергії (var hour meter)**, конструкція яких аналогічна трифазним чотирипровідним лічильникам активної енергії (рис.12.4,в). Відмінність полягає в способі підключення лічильника реактивної енергії.

№№ рис.	Назва	Позначення
1	2	3
12	<p>Електровимірювальні прилади</p> <p>12.1 Загальне позначення: Прилад електровимірювальний: - показувальний (а); - реєструвальний (б); - комбінований (в); - інтегровальний (г)</p> <p>12.2 УГП електровимірювальних приладів за вимірювальною величиною</p> <p>Вимірювання сили струму: - амперметр; - міліамперметр; - мікроамперметр; - гальванометр</p> <p>Вимірювання напруги: - вольтметр; - мілівольтметр</p> <p>Вимірювання потужності: - ватметр; - варметр</p> <p>Вимірювання зсуву фаз і коефіцієнта потужності: - фазометри</p> <p>Вимірювання частоти: - частотомір</p> <p>Вимірювання опору: - омметр; - мегаомметр</p> <p>Вимірювання числа обертів: - тахометр</p> <p>Вимірювання рівнів рідини: - рівнемір</p>	 <p>а) б) в) г)</p> <p>PA1 PA2 PA3 PA4  а) б) в) г)</p> <p>PV1 PV2  д) е)</p> <p>PW1 PVA1  ж) и)</p> <p>P1 P2  к) л)</p> <p>PF1  м)</p> <p>PR1 PR2  н) п)</p> <p>P1  р)</p> <p>P2  с)</p>

№№ рис.	Назва	Позначення
1	2	3
	<p>Вимірювання довжини хвилі: - хвилемір</p> <p>Спостереження процесів в електричних колах : - осцилоскоп</p>	 <p>The symbols consist of two circles. The first circle, labeled P1, contains the Greek letter lambda (λ) and is labeled 'г)'. The second circle, labeled P2, contains a sine wave symbol and is labeled 'у)'.</p>
12.3	<p>Прилади електровимірювальні реєструвальні</p> <p>Амперметр з неперервною реєстрацією</p> <p>Вольтметр друкувальний з цифровою реєстрацією</p> <p>Осцилограф</p>	 <p>The symbols are rectangular boxes. PS1 contains an 'A' and a sine wave, labeled 'а)'. PS2 contains a 'V' and a resistor symbol, labeled 'б)'. PG1 contains a sine wave, labeled 'в)'.</p>
12.4	<p>Прилади електровимірювальні інтегрувальні</p> <p>Лічильники активної енергії: - ампер-годин (а); - ват-годин (б)</p> <p>Лічильник реактивної енергії</p>	 <p>The symbols are rectangular boxes. PI1 contains 'Ah', labeled 'а)'. PI2 contains 'Wh', labeled 'б)'. PK1 contains 'Varh', labeled 'в)'.</p>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. ГОСТ 2.710-81(2001) ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
2. ГОСТ 2.721-74 ЕСКД. Обозначения условные графические общего применения.
3. ГОСТ 2.723-68(2002) ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители.
4. ГОСТ 2.725-68(2002) ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутирующие.
5. ГОСТ 2.727-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители.
6. ГОСТ 2.728-74(2002) ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.
7. ГОСТ 2.729-68(2002) ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные.
8. ГОСТ 2.730-73(2002) ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.
9. ГОСТ 2.731-81 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электровакуумные.
10. ГОСТ 2.732-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники света.
11. ГОСТ 2.735-68(2010) ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Антенны и радиостанции.
12. ГОСТ 2.736-68(1988) ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы пьезоэлектрические и магнитострикционные; линии задержки.
13. ГОСТ 2.741-68(1981) ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы акустические.
14. ГОСТ 2.743-91 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники.
15. ГОСТ 2.747-68(1991) ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений.
16. ГОСТ 2.751-73 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Электрические связи, провода, кабели и шины.
17. ГОСТ 2.755-87(2000) ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.
18. ГОСТ 2.759-82 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.

ГЛОСАРІЙ

Автотрансформатор	autotransformer
Акумулятор	accumulator
Амперметр	amperemeter
Аналогова інтегральна мікросхема	analog integrated circuit
Антенa	antenna
Атенуа́тор	attenuator
Біполярний транзистор	bipolar transistor
Вакуумний розрядник	vacuum arrester
Варикап	variable
Вариконд	varicond
Варистор	variable resistor
Варіометр	variometer
Варметр	varmeter
Ватметр	wattmeter
Вимірювальний перетворювач	measuring transducer
Випрямний діод	rectifier diode
Вольтме́тр	voltmeter
Газорозрядна лампа	discharge lamp
Галогенна лампа	halogen lamp
Гальванічний елемент	galvanic cell
Гальванометр	metréo
Геркон	vacuum sealed contact
Генератор	generator
Генератор пилкоподібних коливань	sawtooth waveform
Генератор прямокутних коливань	square-wave generator
Генератор синусоїдальних коливань	sinusoidal generator
Генератор шуму	noise generator
Генератор, стабілізований кварцовим резонатором	crystal controlled oscillator
Головка звукознімача	phono cartridge
Гучномовець	loudspeaker
Давач	sensor
Демодулятор	demodulators
Детектор	detector
Дзвінок	bell
Динистор	dinistor
Діод	diode
Діод Шоттки	Schottky diode
Діодний міст	diode bridge
Дросель	throttle
Електролітичний конденсатор	electrolytic capacitor

Зумер	summer
Інтегральна схема	integrated circuit
Кварцовий резонатор	quartz resonator
Коаксіальний кабель	coaxial cable
Конденсатор змінної ємності	capacitor variable capacitance
Конденсатори постійної ємності	capacitor constant capacitance
Конденсатор	capacitor
Котушка індуктивності	inductance coil
Лампа розжарювання	incandescent lamp
Лінія затримки	time delay line
Лічильник активної енергії	watt hour meter
Лічильник реактивної енергії	var hour meter
Люмінесцентна лампа	luminescent lamp
Магнітний підсилювач	magnetic amplifier
Магнітна антена	magnetic antenna
Магніторезистор	magnetoresistor
Мегаомметр	megohmmeter
Мікроконтролер	microcontroller
Мікрофон	microphone
Модулятор	modulators
Несиметричний вібратор	asymmetrical dipole
Омметр	ohmmeter
Опорний конденсатор	support capacitor
Оптрон з фототранзистором	transistor optron
Оптрон з фотодіодом	diode optron
Оптрон з фоторезистором	resistor optron
Оптрон з фототиристором	thyristor optron
Оптрон	optron pair
Осцилоскоп	oscilloscope
Первинний вимірювальний перетворювач	primary measuring transducer
Перетворювач електричних велич	electric signal converter
П'єзоелектричний перетворювач	piezoelectric converter
П'єзоелектричний прилад	piezoelectric device
Підсилювач	amplifier
Підстроювальний конденсатор	trimmer capacitors
Підстроювальний резистор	trimmer resistors
Плавкий запобіжник	safety fuse
Подавлювач радіо-частотних завад	radio frequency suppressor
Позистор	posistors
Польовий транзистор	unipolar transistor
Пристрій зв'язку	communication device
Пристрій комутації	device switching
Прохідний конденсатор	duct capacitor

Радіостанція	radio station
Режекторний фільтр	rejection filter
Резистор	resistor
Резистор змінного опору	resistors variable resistance
Резистор постійного опору	resistors constant resistance
Реле	relay
Рівнемір	level meter
Розрядник	arrester
Світлодіод	light diodes
Світлопроменевий осцилограф	oscillo grapho
Секційний конденсатор	sectional capacitor
Симетричний вібратор	folded dipole
Сонячний елемент	solar cell
Стабілітрон	stabilitron
Тахометр	tachometer
Телефон	telephone
Тензорезистор	tensus
Термістор	thermistors
Термоконденсатор	termokondensator
Терморезистор	thermoreistors
Тиристор	thyristor
Транзистор	transistor
Трансформатор	transformo
Трансформатор напруги	voltage transformer
Трансформатор струму	current transformer
Тунельний діод	tunnel diode
Фазометр	phasometer
Фазообертач	phase shifter
Фільтр	filter
Фільтр верхніх частот	high pass filter
Фільтр нижніх частот	low pass filter
Фільтр смуговий	band filter
Фотодіод	photodiode
Фоторезистор	photoresistors
Фототиристор	light-activated thyristor
Хвилевод	waveguide
Хвилемір	ondometer
Цифрова інтегральна мікросхема	digital integrated circuit
Частотний дискримінатор	frequency discriminator

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

А	
Атенюа́тор	71
Автотрансформатори	20
Акумулятори	75
Амперметр	79
Антени	58
- магнітні	58
В	
Вакуумний розрядник	75
Варикапи	36
Вариконд	15
Варистори	8
Варіометри	19
Варметри	80
Ватметри	80
Вимірювальний перетворювач	64
Вольтме́тр	80
Вібратор	
- несиметричний	58
- симетричний	58
Г	
Гальванічні елементи	75
Гальванометр	80
Геркони	27
Генератор	69
– пилкоподібних коливань	69
– прямокутних коливань	69
– синусоїдальних коливань	69
– стабілізований кварцовим резонатором	69
– шуму	69
Головки звукознімачів	67
Гучномовці	67
Д	
Давач	64
Демодулятори	72
Детектор	64
Дзвінки	67
Динистори	38
Діоди	35
- випрямні діоди	35
- звернені	36

- світло	37
- тунельні	36
- фотодіоди	37
- Шоттки	36
Діодні мости	35
Дроселі	18
Е	
Електричні шини	60
Електровимірювальні прилади	77
З	
Зумери	67
І	
Інтегральна схема	47
Інтегральні мікросхеми	
- аналогові	48
- цифрові	48
К	
Кварцові резонатори	75
Коаксіальні кабелі	60
Конденсатори	11
- диференційні	14
- електролітичні	12
- змінної ємності	14
- неполяризовані електролітичні	14
- опорні	13
- підстроювальні	15
- поляризовані електролітичні	13
- постійної ємності	12
- прохідні	13
- секційні	14
Котушка індуктивності	18
Л	
Лампи	
- газорозрядні	40
- галогенні	40
- люмінесцентні	41
- розжарювання	41
Лінія затримки	72
Лічильник активної енергії	81
Лічильник реактивної енергії	81
М	
Магнітний підсилювач	70
Магніторезистори	8
Мегаомметри	80

Мікроконтролер	55
Мікрофони	67
Модулятори	72
О	
Омметри	80
Оптрони	40
- біполярним фототранзистором	40
- фотодіодом	40
- фоторезистором	40
- фототиристором	40
Осцилоскоп	81
П	
Первинні вимірювальні перетворювачі	64
Перетворювачі електричних велич	72
П'єзоелектричні перетворювачі	75
П'єзоелектричні прилади	75
Підсилювач	70
Плавкі запобіжники	75
Подавлювачі радіо-частотних завад	71
Позистори	8
Пристрій зв'язку	69
Пристрої комутації	24
Р	
Радіостанція	59
Резистори	5
- змінного опору	6
- підстроювальні	7
- постійного опору	5
Реле	27
Рівнеміри	80
Розрядники	75
С	
Світлопроменеві осцилографи	81
Сонячні елементи	75
Стабілітрони	36
Т	
Тахометри	80
Телефони	67
Тензорезистори	8
Термістори	8
Термоконденсатор	15
Терморезистори	8
Тиристори	37

Транзистори		38
- біполярні		38
- польові		39
Трансформатори		19
- напруги		19
- струму		20
	Ф	
Фазометри		80
Фазообертач		71
Фільтр		70
- верхніх частот		71
- нижніх частот		71
- режекторний		71
- смуговий		71
Фоторезистори		8
Фототиристор		38
	Х	
Хвилеводи		60
Хвилеміри		80
	Ч	
Частотні дискримінатори		72
Частотомір		80

Додаток А
Буквенні коди позиційних позначень

Таблиця А.1 - Буквенні коди позиційних позначень

Перша буква коду (обов'язкова)	Група видів елементів	Дво- та трибуквенний код	Види елементів
1	2	3	4
А	Пристрій (загальне позначення), блок, комплект, регулятор, підсилювач	АА АВ АС АСD АСЕ АСН АСL АСQ АСV АЕ АF АJ АК АКВ АКS АКW АКZ АL АМ АMS	Регулятор струму Привід виконавчих механізмів АВР Пристрій функціональний динамічних перетворень Пристрій функціональний показуючий Пристрій допоміжний (задавач, тощо) Пристрій функціональний регулюючий Пристрій функціональний алгебраїчних перетворень Пристрій функціональний нелінійних перетворень Функціональні модулі, касетні Регулятор частоти (АЧР) Регулятор інтегруючий Комплектний пристрій захисту Комплект блокування Комплект реле АПВ Комплект поздовжнього дифзахисту Комплект реле опору Протиаварійна автоматика Касети та планшети Підсилювач для керування електричним виконавчим мехаунізмом

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
		AP AQ AR AT AU AV AW	Система групового регулювання активної потужності, пропорційний регулятор Система групового регулювання реактивної потужності Пристрій резервування відмови вимикача (ПРВВ) Пристрій автоматичного пожежогасіння Високочастотний прийомо-передавач Регулятор напруги Регулятор потужності
В	Перетворювачі не-електричних величин в електричні (крім генераторів і джерел живлення) або навпаки, давачі	BA BB BD BE BF BC BK BL BM BN BP BQ BR BS BV BT BVA BW	Гучномовець Магнітострикційний елемент Детектор іонізуючих випромінювань Сельсин-приймач Телефон (капсуль) Сельсин-давач Тепловий давач Фотоприймач, давач рівня Мікрофон Давач диму Давач тиску П'єзоелемент, давач складу речовини Давач частоти обертання (тахогенератор) Звукознімач Давач швидкості Давач температури Лічильник реактивної енергії Лічильник активної енергії

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
С	Конденсатори	СВ СГ	Силова батарея конденсаторів Блок конденсаторів зарядний
Д	Інтегральні схеми, мікророзбірки, логічні елементи	ДА ДД ДН ДС ДТ	Інтегральна схема аналогова Інтегральна схема цифрова, логічний елемент Дешифратор, індикатор Трігер, дільник, лічильник Елемент затримки
Е	Елементи різні	ЕА ЕК ЕЛ ЕТ	Нуль-індикатор Нагрівальний елемент Лампа освітлення Піропатрон
Ф	Розрядники, запобіжники, пристрої захисні	ФА ФР ФУ ФV	Дискретний елемент захисту по струму миттєвої дії Те саме, але інерційної дії Запобіжник плавкий Розрядник, елемент захисту за напругою
Г	Генератори, джерела живлення	ГА ГВ ГС ГЕ ГЕА ГФ ГР ГН ГТ	"Обратимий" агрегат Батарея акумуляторів Синхронний компенсатор Збудник генератора Підзбудник Генератор частоти Додатковий генератор Генератор власних потреб Блок генератор-трансформатор
Н	Пристрої індикаційні та сигнальні	НА НГ НЛ НЛА	Прилад звукової сигналізації Індикатор символний Індикатор світлової сигналізації Табло сигнальне

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
		HLG HLR HLW HV	Лампа сигнальна з зеленим фільтром Лампа сигнальна з червоним фільтром Лампа сигнальна з білим фільтром Індикатори іонні та напівпровідникові
К	Реле, контактори, пускачі	КА КАТ КAW KAZ KB KBS KC KCC KCT KF KH KHA KK KL KLD KLP KM KMS KQ KQC KQQ	Реле струмове Реле струму з насичувальним трансформатором Реле струму з гальмуванням Фільтрове реле струму Реле блокування Реле блокування від багаторазових вимикань Реле команди Реле команди увімкнення Реле команди вимкнення Реле частоти Реле вказівне Реле імпульсної сигналізації Реле електротеплове Реле проміжне Дуговий захист (повторювач) Реле тиску (повторювач) Контактор, магнітний пускач Пускач для виконавчих механізмів Реле фіксації положення вимикача Реле фіксації увімкненого положення вимикача Реле фіксації команди на ввімкнення чи вимкнення вимикача

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
		KQS KQT KS KSF KSG KSH KSL KSN KSP KSR KSS KST KSV KT KV KVZ KZ KW	Реле фіксації положення роз'єднувача Реле фіксації вимкненого положення вимикача Реле контролю витрати Реле газове Реле напору Реле рівня Реле появи диму, полум'я Реле тиску Реле швидкості Реле контролю синхронізму Реле температури Реле контролю напруги Реле часу Реле напруги Реле напруги зворотної послідовності Реле опору Реле потужності
L	Котушки індуктивності, дроселі	LA LE LG LL LM LR LW	Обмотка збудження підзбудника Обмотка збудження збудника Обмотка збудження генератора Дросель люмінесцентного освітлення Обмотка збудження двигуна Реактор Реактор лінії
M	Двигуни постійного і змінного струму	MAM ME	Виконавчий механізм запірних і регулюючих органів Збудник синхронної машини

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
Р	Прилади, вимірювальне устаткування	РА РС РФ РГ РНЕ РІ РК РQ РR РS РТ РV РVА РW	Амперметр Лічильник імпульсів Частотомір Осцилограф Вказівник положення регулюючого органу Лічильник активної енергії Лічильник реактивної енергії Вказівник положення Омметр Реєструючий прилад, синхроскоп Годинник, вимірювач часу Вольтметр Варметр Ватметр
Q	Вимикачі та роз'єднувачі в силових колах (електропостачання, живлення обладнання тощо)	QВ QС QF QГ QК QН QР QС QSG QТ QW QХ QZ	Вимикач обхідний Вимикач секційний Вимикач автоматичний Вимикач генератора, синхронного компенсатора Вимикач шиноз'єднувальний Короткозамикач Відділювач Роз'єднувач, рубильник Заземлюючий роз'єднувач Вимикач трансформатора Вимикач лінії Вимикач загальний для двох ліній Вимикач загальний для лінії та трансформатора

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
R	Резистори	RK RP RR RS RT RV	Термістор Потенціометр Реостат Шунт вимірний Терморезистор Варистор
S	Пристрої комутаційні в колах керування, сигналізації і вимірювання Примітка. Позначення застосовують для апаратів, які не мають контактів у силових колах	S SA SAB SAC SB SBC SBT SF SG SK SL SN SP SQ SR SS SX	Рубильник Вимикач чи перемикач Перемикач чи вимикач в колах блокування Перемикач чи вимикач в колах режиму Вимикач кнопковий Те саме, на увімкнення Те саме, на вимкнення Вимикач автоматичний Випробувальний блок Вимикач, який спрацьовує від температури Те саме, спрацьовує від рівня Перемикач вимірювань Те саме, спрацьовує від тиску Те саме, спрацьовує від положення (шляховий) Те саме, спрацьовує від частоти обертання Перемикач синхронізації Накладка
T	Трансформатори, автотрансформатори	TA TAV TB	Трансформатор струму Трансреактор Трансформатор власних потреб

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
		TL	Трансформатор

		TS	проміжний Електромагнітний стабілізатор
		TUV	Трансформатор напруги регулювальний
		TV	Трансформатор напруги
U	Перетворювачі електричних величин в електричні, пристрої зв'язку (крім трансформаторів)	UA UB UD UG UGA UGV UF UR UV UZ	Перетворювач струму Модулятор Перетворювач випрямляючий Блок живлення Перетворювач струму Перетворювач напруги Перетворювач частоти Демодулятор Перетворювач напруги Перетворювач інверторний
V	Прилади електровакуумні, напівпровідникові	VD VL VS VT	Діод, стабілітрон Прилад електровакуумний Тиристор Транзистор
W	Антени, лінії і елементи НВЧ	WA WE WK	Антенна Відгалужувач Короткозамикач
X	З'єднання контактні (клеми)	XA XB XG XN XP XS XT XW	Струмознімач, контакт ковзаючий Накладка, перемичка контактна Випробовуючі затискачі З'єднання нерозбірне Штир Гніздо З'єднання розбірне З'єднувач високочастотний

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
Y	Пристрої механічні з	YA	Електромагніт

	електромагнітним приводом	YAB YAC YAT YB YC YH	Замок електромагнітного блокування Електромагніт увімкнення Електромагніт вимкнення Гальмо з електромагнітним приводом Муфта з електромагнітним приводом Електромагнітний патрон чи плита
Z	Пристрої кінцеві	ZA ZF ZL ZQ ZV	Фільтр струму Фільтр частоти Обмежувач Фільтр кварцовий Фільтр напруги

Додаток Б

Позначення основних функцій мікросхем

Таблиця Б.1 – Позначення основних функцій цифрових мікросхем

Назва	Позначення
1. Буфер	<i>BUF</i>
2. Обчислювач: - секція обчислювача; - обчислювальний пристрій	<i>CP</i> <i>CPS</i> <i>CPU</i>
3. Обчислювач	<i>P-Q</i> або <i>SUB</i>
4. Дільник	<i>DIV</i>
5. Демодулятор	<i>DM</i>
6. Демультіплексор	<i>DX</i>
7. Дешифратор	<i>DC</i>
8. Дискримінатор	<i>DIC</i>
9. Дисплей	<i>DPY</i>
10. Інтерфейс периферійний програмований	<i>PPI</i>
11. Інвертор, повторювач	<i>I</i>
12. Компаратор	<i>COMP</i>
13. Мікропроцесор	<i>MPU</i>
14. Модулятор	<i>MD</i>
15. Модифікатор	<i>MOD</i>
16. Пам'ять	<i>M</i>
17. Головна пам'ять	<i>MM</i>
18. Основна пам'ять	<i>GM</i>
19. Швидкодіюча пам'ять	<i>FM</i>
20. Пам'ять типу «first-in, first-out»	<i>FIFO</i>
21. Постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗУ): - програмований ПЗУ (ППЗУ); - ППЗУ з можливістю багаторазового програмування (РЕПЗУ); - репрограмований ППЗУ з ультрафіолетовим стиранням (РФПЗУ)	<i>ROM</i> <i>FROM</i> <i>RPROM</i> <i>UVPROM</i>
22. Оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП): - ОЗП з довільною вибіркою; - ОЗП з довільною вибіркою статичний; - ОЗП з довільною вибіркою динамічний	<i>RAM</i> <i>SRAM</i> <i>DRAM</i> <i>NVRAM</i>
23. Асоціативний запам'ятовуючий пристрій	<i>CAM</i>
24. Програмована логічна матриця (ПЛМ)	<i>PLM</i>






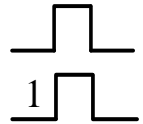

Продовження таблиці Б.1

Назва	Позначення
-------	------------

25. Перетворювач Примітки: 1. Букви X і Y можуть бути замінені позначеннями представленої інформації на входах і виходах перетворювача, наприклад: - аналоговий; - цифровий; - двійковий; - десятковий; - двійково-десятковий; - вісімковий; - шістнадцятковий; - код Грея; - семисегментний; - рівень TTL; - рівень МОП; - рівень ЕСЛ. 2. Допускаються позначення: - цифрово-аналоговий перетворювач (ЦАП); - аналого-цифровий перетворювач (АЦП)	<i>X/Y</i> \cap або Δ або A # або D <i>BIN</i> <i>DEC</i> <i>BCD</i> <i>OCT</i> <i>HEX</i> <i>GRAY</i> <i>7SEG</i> <i>TTL</i> <i>MOS</i> <i>ECL</i> <i>DAC</i> <i>ADC</i>
26. Приймач-передавач шинний	<i>RTX</i>
27. Процесор: - секція процесора	<i>P</i> <i>PS</i>
28. Регістр: - зсувний регістр n-розрядний	<i>RG</i> <i>SKGn</i>
29. Суматор	Σ або <i>SM</i>
30. Лічильник: - лічильник n-розрядний; - лічильник за модулем n	<i>CTR</i> <i>CTRn</i> <i>CTRDIVn</i>
31. Тригер: - двоступінчастий тригер	<i>T</i> <i>TT</i>
32. Множник	<i>n</i> або <i>MPL</i>
33. Підсилювач	$>$ або \triangleright
34. Пристрій	<i>DEV</i>
35. Пристрій арифметичне логічний	<i>ALU</i>
36. Кодуючий пристрій пріоритету	<i>HPRI</i>
37. Комутуючі пристрій, електронний ключ	<i>SW</i>
38. Шина	<i>BUS</i> або <i>B</i>


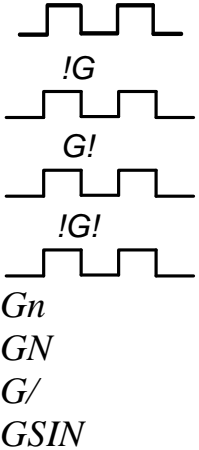

Продовження таблиці Б.1

Назва	Позначення
-------	------------


39. Шифратор	<i>CD</i>
40. Елемент затримки	<i>DEL</i> або 
41. Логічний елемент: <ul style="list-style-type: none"> - «більшість»; - «виключаюче АБО»; - «логічне І». Примітка. При виконанні УГП за допомогою ЕОМ допускається позначення функції: <ul style="list-style-type: none"> - «логічне І»; - «логічне АБО»; - «n і тільки n»; - «непарність»; - «парність» 	³ або $\geq n$ ³ n/2 EXOR або =1 & I ³ 1 або 1 =n 2k+1 або 2K+1 2k або 2K
42. Елемент монтажної логіки: <ul style="list-style-type: none"> - «монтажне АБО»; - «монтажне І» 	1  або 1  &  або & 
43. Елемент моностабільний, одинвібратор: <ul style="list-style-type: none"> - з перезапуском; - без перезапуску 	
44. Нелогічний елемент: <ul style="list-style-type: none"> - стабілізатор, загальне позначення; - стабілізатор напруги; - стабілізатор стуму 	* * <i>ST</i> * <i>STU</i> * <i>STI</i>
45. Набори нелогічних елементів: <ul style="list-style-type: none"> - резисторів; - конденсаторів; - індуктивностей; - діодів; - транзисторів; - трансформаторів; - запобіжників; - комбінованих, наприклад, діодно-резистивних 	* <i>R</i> * <i>C</i> * <i>L</i> * <i>D</i> * <i>T</i> * <i>TR</i> * <i>FU</i> * <i>DR</i>
46. Нестабільний елемент, генератор: <ul style="list-style-type: none"> - загальне позначення 	

Продовження таблиці Б.1

Назва	Позначення
-------	------------

<p>Примітка. Якщо форма сигналу очевидна, допускається позначення «G» без «»</p> <ul style="list-style-type: none"> - з синхронізацією пуску; - з синхронізацією зупинки по закінченню імпульса; - з синхронізацією пуску та зупинки; - генератор серії з прямокутних імпульсів; - генератор з неперервною послідовністю імпульсів; - генератор лінійно-змінних сигналів - генератор синусоїдальних сигналів 	
<p>47. Пороговий елемент, гістерезисний</p>	 або TH


Таблиця Б.2 – Позначення основних функцій аналогових мікросхем

Назва	Позначення
Детектування	DK
Ділення	X:Y або x:y
Ділення частоти	:FR або :fr
Диференціювання	D/DT або :d/dt
Інтегрування	INT або :ò
Логарифмування	LOG або :log
Замикання	SWM
Розмикання	SWB
Перемикавання	SWT
Перетворення	X/Y або x/y
Перетворення аналого-цифрове	Ù / #
Перетворення цифро-аналогове	# / Ù
Порівняння	= =
Підсумовування	SM або S
Тригонометричні функції: <ul style="list-style-type: none"> - синус - косинус - тангенс - котангенс 	SIN або sin COS або cos TG або tg CT або ct
Множення	XY або xy
Підсилення	> або 

Додаток В












Функціональне призначення виводів мікросхем

Таблиця В.1 – Позначення основних міток цифрових мікросхем

Назва	Позначення
1. Адреса	<i>ADR</i> або <i>A</i>
2. Байт	<i>BY</i>
3. Біт: - молодший; - старший	<i>LSB</i> <i>MSB</i>
4. Блокування: - заборона; - захоплення	<i>INH</i> <i>H</i>
5. Блокування сигналу несправності	<i>ALI</i>
6. Введення (інформації)	<i>I</i>
7. Вектор	<i>VEC</i>
8. Галуження	<i>BR</i>
9. Відновлення	<i>REC</i>
10. Двопороговий вхід, гістерезисний вхід	 або <i>TH</i>
11. Вхід запиту асоціативного запам'ятовуючого пристрою	?
12. Вхід зворотного рахунку (вхід зменшення)	<i>-n</i> або <i>DOWN</i>
13. Вхід операнда, над яким виконується одна або кілька математичних операцій	<i>Pn</i>
14. Вхід прямого рахунку (вхід збільшення)	<i>+n</i> або <i>UF</i>
15. Вхід, що викликає зміну стану на виході елемента в додатковий, кожний раз, коли він приймає стан <i>LOG1</i>	<i>T</i>
16. Виходи цифрового компаратора: - більше; - менше; - рівно	<i>></i> <i><</i> <i>=</i>
17. Вибір (селекція)	<i>SEL</i> або <i>SE</i>
18. Вибір адреси: - стовпця; - рядка	<i>CAS</i> <i>RAS</i>
19. Вибір кристала, доступ до пам'яті	<i>CS</i>
20. Вивід (інформації)	<i>O</i>

Продовження таблиці В.1

Назва	Позначення
-------	------------

21. Вивід двонаправлений	$< >$ або \longleftrightarrow
22. Вивід вільний (немає жодного внутрішнього сполучення в елементі)	<i>NC</i>
23. Вивід фіксованого режиму (стан)	«1»
24. Вихід відкритий (наприклад, вихід з відкритим колектором, з відкритим емітером)	 або  , або 
25. Вихід відкритий Н-типу (наприклад, відкритий колектор р-п-р транзистора, відкритий емітер п-р-п транзистора, відкритий стік Р каналу, відкритий витік N каналу)	 або  , або  $>$
26. Вихід відкритий L-типу (наприклад відкритий колектор п-р-п транзистора, відкритий емітер р-п-р транзистора, відкритий витік Р каналу, відкритий стік N каналу)	 або  , або  $<$
27. Вихід з трьома станами Примітка. При виконанні конструкторської документації за допомогою пристрою виводу ЕОМ допускається позначення.	∇ <i>Z</i>
28. Вихід порівняння асоціативного запам'ятовуючого пристрою	<i>I</i>
29. Вихід цифрового компаратора: - більше; - менше; - рівно Примітка. Знак «*» повинен бути замінений позначеннями операндів (п. 13)	$* > *$ або $* >$ $* < *$ або $* <$ $* = *$ або $* =$
30. Генерування	<i>GEN</i>
31. Готовність	<i>RDY</i>
32. Група виводів, об'єднаних всередині елемента: - входів; - виходів	 

Продовження таблиці В.1

Назва	Позначення
-------	------------

33. Групування бітів багатобітового входу або виходу Примітка. $n \dots t$ замінюють десятковими еквівалентами реальної значимості або двійковим порядком. Проміжні значення між n та t можуть бути опущені	$\left\{ \begin{matrix} n \\ \dots \\ t \end{matrix} \right\}$ або $\left\{ \begin{matrix} n \\ \dots \\ t \end{matrix} \right\}$
34. Групування зв'язків: - вхідних; - вихідних	\square \square
35. Дані: - вхідні; - вихідні; - послідовні Примітка. Для запам'ятовуючих пристроїв допускаються позначення: - вхідна інформація; - вихідна інформація	D DIN $DOUT$ $D \rightarrow$ або $D >$, $D \leftarrow$ або $D <$ D Q
36. Завантаження (дозвіл паралельного запису)	LD
37. Затримка	DEL
38. Подвійна затримка	DD
39. Позика: - вхід, що приймає позику; - вихід, що віддає позику; - утворення позики; - розповсюдження позики	BI BO BG BP
40. Зайнято	$BUSI$
41. Запис (команда запису)	WR
42. Запит	KEQ або RQ
43. Запит на обслуговування	SRQ
44. Знак	SI
45. Імітація	SIM
46. Інвертування (заперечення)	N
47. Інструкція, команда	INS
48. Квитування	AK
49. Код	$CODE$
50. Комутація (електронна)	SW
51. Кінець	END

Продовження таблиці В.1

Назва	Позначення
-------	------------

52. Корекція	<i>CORR</i>
53. Логічний «0»	<i>LOGO</i> або <i>LOG0</i>
54. Логічна «1»	<i>LOG1</i>
55. Маска, маскування	<i>MK</i>
56. Маркер	<i>MR</i>
57. Мультиплексування	<i>MPX</i>
58. Непарність	<i>ODD</i>
59. Очікування	<i>WAIT</i> або <i>WT</i>
60. Операція	<i>OP</i>
61. Зупинка	<i>STOP</i>
62. Відповідь	<i>AN</i>
63. Відмова	<i>REJ</i>
64. Очистка	<i>CLR</i>
65. Помилка, слово помилки	<i>ERR</i> або <i>ER</i>
66. Передача	<i>EW</i>
67. Перенос: - вхід, що приймає перенос; - вихід, що розповсюджує перенос; - створення переносу; - розповсюдження переносу	<i>CL</i> <i>CO</i> <i>CG</i> <i>CP</i>
68. Переповнення	<i>OF</i>
69. Підтвердження прийому	<i>ACK</i>
70. Позиція	<i>PO</i>
71. Переривання: - підтвердження переривання; - програмоване переривання	<i>INI</i> <i>INTA</i> <i>PCI</i>
72. Прийом	<i>RX</i>
73. Пріоритет	<i>PRI</i> або <i>PR</i>
74. Продовження	<i>GOON</i>
75. Пуск, початок	<i>START</i> або <i>ST</i>
76. Робота	<i>RUN</i> \
77. Дозвіл	<i>EN</i>
78. Дозвіл проходження імпульсів, роботи ланцюга	<i>CE</i>
79. Розширення третього стану Примітка. При виконанні УГП за допомогою пристроїв виведення ЕОМ допускається позначення	<i>EN</i> або $E_{\tilde{N}}$ <i>EZ</i>

Продовження таблиці В.1

Назва	Позначення
-------	------------

80. Режим	<i>M</i> або <i>MO</i>
81. Результат нульовий	<i>RZ</i>
82. Скидання: - загальний; - обнулення	<i>SR</i> <i>RES</i> або <i>R</i>
83. Зсув: - зліва направо і зверху вниз (від - молодшого розряду до старшого); - справа наліво або знизу вгору (від - старшого розряду до молодшого)	<i>SH</i> $\rightarrow n$ або $>n$, або <i>SHRn</i> $n \leftarrow$ або $n <$, або <i>SHLn</i>
84. Синхронізація	<i>SYNC</i> або <i>SYN</i>
85. Стан	<i>SA</i>
86. Середній	<i>ML</i>
87. Строб (сигнал вибірки)	<i>STR</i> або <i>ST</i>
88. Рахування: - вхід, що задає вміст елемента; - вихід, що вказує вміст елемента	<i>CT</i> <i>CT=*</i> <i>CT*</i>
89. Зчитування (читання)	<i>RD</i>
90. Такт	<i>CL</i> або <i>CLK</i>
91. Управління	<i>C</i>
92. Умова	<i>CC</i>
93. Установка «1»	<i>SET</i> або <i>S</i>
94. Установка JK-тригера: - в стан LOG1 (J-вхід); - в стан LOG0 (K-вхід)	<i>J</i> <i>K</i>
95. Функція	<i>F</i>
96. Парність	<i>EVEN</i>

Таблиця В.2 – Позначення основних міток аналогових мікросхем

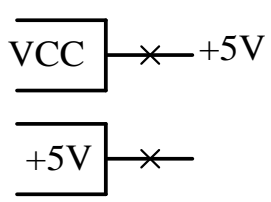
Назва	Позначення
Балансування (корекція 0)	<i>NC</i>
Корекція частотна	<i>FC</i>
Початкове значення інтегрування	1
Загальний вивід	0V
Підтримання поточного значення сигналу	<i>H</i>
Живлення: від джерела напруги (загальне позначення)	<i>U</i>

Продовження таблиці В.2

Назва	Позначення
-------	------------

від джерела напруги (наприклад, +15 V)	+ 15 V
Пуск	<i>ST</i>
Строб, такт	<i>C</i>
Установка початкового значення	<i>S</i>
Установка в стан 0	<i>R</i>

Таблиця В.3 – Позначення міток виводів, які не несуть логічної інформації

Назва	Позначення
<p>1. Вивід живлення від джерела напруги</p> <p>Примітки:</p> <p>1. При виконанні УГП за допомогою пристроїв виведення ЕОМ допускається позначення.</p> <p>2. Допускається позначення</p> <p>3. Номінал напруги живлення проставляється поруч з УГП над лінією виводу або поруч з нею, наприклад</p> <p>4. Допускається проставляти номінал напруги всередині УГП замість мітки виводу, наприклад</p> <p>5. Перед міткою виведення допускається проставляти інформацію, наприклад:</p> <ul style="list-style-type: none"> - порядковий номер; - показчик живлення цифрової частини; - показчик живлення аналогової частини 	<p><i>Vcc</i></p> <p><i>VCC</i></p> <p><i>U</i></p>  <p><i>2VCC</i></p> <p><i>#Vcc</i></p> <p><i>∩Vcc</i></p>
<p>2. Загальний вивід, земля, корпус</p> <p>Примітки:</p> <p>1. Допускається позначення.</p> <p>2. Перед міткою виводу допускається проставляти показчик загального виводу цифрової частини і показчик загального виводу аналогової частини</p>	<p><i>GND</i></p> <p><i>0V</i></p> <p><i>#0V</i></p>
<p>3. Струм</p> <p>Примітки:</p> <p>1. Замість позначення «I» можна проставляти його значення, наприклад</p> <p>2. Перед міткою виводу допускається проставляти порядковий номер, наприклад</p>	<p><i>I</i></p> <p><i>4-20mA</i></p> <p><i>2I</i></p>
<p>4. Вивід для підключення конденсатора</p>	<p><i>CX</i></p>

Продовження таблиці В.3

Назва	Позначення
-------	------------

5. Вивід для підключення резистора	<i>RX</i>
6. Вивід для підключення індуктивності	<i>LX</i>
7. Вивід для підключення кварцового резонатора	<i>BQ</i>
8. Виводи польового транзистора: - джерело; - стік; - затвор	<i>S</i> <i>D</i> <i>G</i>
9. Виводи <i>n-p-n</i> та <i>p-n-p</i> транзистора: - колектор; - база; - емітер; - емітер <i>n-p-n</i> транзистора; - емітер <i>p-n-p</i> транзистора	<i>K</i> <i>B</i> <i>E</i> <i>E</i> \longrightarrow або <i>E</i> $>$ <i>E</i> \longleftarrow або <i>E</i> $<$

Кучерук Володимир Юрійович
Севастьянов Володимир Миколайович
Ігнатенко Олександр Григорович

Умовні графічні позначення на електричних схемах

Довідник

Редактор В. Дружиніна

Оригінал-макет підготовлено О. Ігнатенком

Підписано до друку .
Формат 29,7x42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. .
Наклад прим. Зам. № .

Вінницький національний технічний університет,
науково-методичний відділ ВНТУ.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, к. 2201.
Тел. (0432) 59-87-36.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-81-59.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.