

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

## ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПАСИВНИХ КОМПОНЕНТІВ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ

*Мета роботи:* ознайомитися із класифікацією, конструкцією й принципами маркування пасивних компонентів, навчитися визначати їхні основні параметри за допомогою довідкової літератури й вимірювальних приладів.

### **Резистори постійного й змінного опору**

Резистором називається пасивний елемент РЕА, призначений для створення в електричному колі необхідної величини опору, що забезпечує перерозподіл і регулювання електричної енергії між елементами схеми.

Резистори, які випускаються вітчизняною промисловістю класифікуються по різних ознаках. Залежно від характеру зміни опору резистори розділяють на постійні – значення опору фіксоване; змінні – зі змінним значенням опору.

Залежно від призначення резистори діляться на загального призначення й спеціальні (прецизійні, надпрецизійні, високочастотні, високовольтні, високомегаомні).

Резистори загального призначення використовуються як навантаження активних елементів, поглиначів, дільників у колах живлення, елементів фільтрів, шунтів, в RC-колах формування імпульсних сигналів і ін. Діапазон номінальних опорів цих резисторів 1 Ом...10 МОм, номінальні потужності розсіювання – 0,125...100 Вт. Відхилення опору від номінального значення, що допускаються  $\pm 1$ ;  $\pm 2$ ;  $\pm 5$ ;  $\pm 10$ ;  $\pm 20$  %.

Прецизійні й надпрецизійні резистори відрізняються високою стабільністю параметрів і високою точністю виготовлення (допуск  $\pm 0,0005$ ... $0,5$  %). Такі резистори застосовуються в основному у вимірювальних приладах, системах автоматики, розрахунково-вирішувальних пристроях. Діапазон цих резисторів значно ширший, ніж резисторів загального призначення.

Високочастотні резистори відрізняються малими власними індуктивністю і ємністю й призначені для роботи у високочастотних колах, кабелях і хвилеводах.

Високовольтні резистори розраховані на роботу при великих (від одиниць до десятків кіловольтів) напругах.

Високомегаомні резистори мають діапазон номінальних опорів від десятків мегаом до одиниць тераом. Високомегаомні резистори застосовуються в колах з робочою напругою до 400 В і звичайно працюють у режимі малих струмів. Потужності розсіювання їх невеликі (до 0,5 Вт).

Залежно від способу захисту від зовнішніх факторів резистори діляться на неізолювані, ізолювані, герметизовані та вакуумні.

Неізолювані резистори з покриттям або без нього не допускають торкання своїм корпусом шасі апаратури.

Ізолювані резистори мають ізоляційне покриття (лак, компаунд,

пластмаса) і допускають торкання корпусом шасі й струмоведучих частин радіоелектронної апаратури (РЕА).

Герметизовані резистори мають герметичну конструкцію корпусу, яка виключає вплив навколишнього середовища на його внутрішній простір. Герметизація здійснюється за допомогою обпресування спеціальним компаундом.

Вакуумні резистори мають резистивний елемент, який поміщено у скляну вакуумну колбу.

По способу монтажу резистори підрозділяються на резистори для поверхневого й друкованого монтажу, для мікромодулів і інтегральних мікросхем.

По матеріалу резистивного елемента резистори діляться на дровоті, недротяні, металофольгові.

Дровоті – резистори, в яких резистивним елементом є високоомний дріт (виготовляється з високоомних сплавів: константан, ніхром, нікелін).

Недротяні – резистори, в яких резистивним елементом є плівки або об'ємні композиції з високим питомим опором.

Металофольгові – резистори, у яких резистивним елементом є фольга певної конфігурації.

Недротяні резистори можна розділити на тонкоплівкові (товщина шару в нанометрах), товстоплівкові (товщина в частках міліметра), об'ємні (товщина в одиницях міліметра).

Тонкоплівкові резистори підрозділяються на металодіелектричні, металоокисні й металізовані з резистивним елементом у вигляді мікрокомпозиційного шару з діелектрика й металу, або тонкої плівки окису метала, або сплаву метала; вуглецеві й боровуглецеві, елемент, що проводить, яких являє собою плівку піролітичного вуглецю або борорганічних з'єднань.

До товстоплівкових відносять лакосажові, керметні й резистори на основі провідних пластмас. Провідні резистивні шари товстоплівкових об'ємних резисторів являють собою гетерогенну систему (композицію) з декількох фаз, одержувану механічним змішанням провідного компонента, наприклад графіту або сажі, металу або окису метала, з органічними або неорганічними наповнювачами, пластифікаторами або затверджувачем. Після термообробки утворюється монолітний шар з необхідним комплексом параметрів.

В об'ємних резисторах у якості сполучного компонента використовують органічні смоли або склоемалі. Провідним компонентом є вуглець.

У резистивних керметних шарах основним провідним компонентом є металеві порошки і їх суміші, що представляють собою керамічну основу з рівномірно розподіленими частками металу.

Відповідно до діючої системи скорочених і повних позначень скорочена умовна позначка, що привласнюється резисторам, повинна складатися з наступних елементів:

перший елемент – буква або комбінація букв, що позначають підклас резисторів (Р – резистори постійні; РП – резистори змінні; НР – набір резисторів);

другий елемент – цифра, що позначає групу резисторів по матеріалу резистивного елемента (1 – недротяні; 2 – дровові або металофольгові);

третій елемент – реєстраційний номер конкретного типу резистора.

Між другим і третім елементами ставиться дефіс. Наприклад, постійні недротяні резистори з номером 4 або змінні недротяні резистори з номером 46 слід писати P1-4 і PП1-46 відповідно.

Повна умовна позначка складається зі скороченого позначення, варіанта конструктивного виконання (при необхідності), значень основних параметрів і характеристик резистора, кліматичного виконання й позначення документа на поставку.

Параметри й характеристики для постійних резисторів вказуються в наступній послідовності:

- номінальна потужність розсіювання;
- номінальний опір і буквене позначення одиниці виміру;
- відхилення опору, що допускається, у відсотках (допуск);
- група за рівнем шумів (для недротяних резисторів);
- група за температурним коефіцієнтом опору (ТКО).

Наприклад, постійний недротяний резистор з реєстраційним номером 4, номінальною потужністю розсіювання 0,5 Вт, номінальним опором 10 кОм, з допуском  $\pm 1\%$ , групою за рівнем шумів – А, групи ТКС - Б, всекліматичного виконання - В, позначається: P1-4-0,5-10 кОм $\pm 1\%$  А-Б- В ОЖО.467.157ТУ.

Кодоване позначення номінальних опорів складається із трьох або чотирьох знаків, що включають дві цифри й букву або три цифри й букву. Буква коду з російського або латинського алфавіту позначає множник, що становить опір, і визначає положення коми десяткового знака. Букви *R, K, M, G, T* позначають відповідно множники  $1, 10^3, 10^6, 10^9, 10^{12}$ .

Таблиця 1.1. Кодовані позначення припустимих відхилень опорів

Допуск, %	Кодоване позначення	Допуск, %	Кодоване позначення	Допуск, %	Кодоване позначення
$\pm 0,001$	<i>E</i>	$\pm 0,05$	<i>X</i>	$\pm 2$	<i>G</i>
$\pm 0,002$	<i>L</i>	$\pm 0,1$	<i>B</i>	$\pm 5$	<i>J</i>
$\pm 0,005$	<i>R</i>	$\pm 0,25$	<i>C</i>	$\pm 10$	<i>K</i>
$\pm 0,01$	<i>P</i>	$\pm 0,5$	<i>D</i>	$\pm 20$	<i>M</i>
$\pm 0,02$	<i>U</i>	$\pm 1$	<i>F</i>	$\pm 30$	<i>N</i>

Наприклад, 5R1, 150K, 2M2 позначають 5,1 Ом, 150 кОм, 2,2 МОм відповідно.

Повне позначення відхилення, що допускається, складається із цифр, а кодоване з букв (табл. 1.1).

По існуючій раніше системі (ГОСТ 13453-68), перший елемент скороченого позначення – буква (С – резистор постійний, СП – резистор змінний). Другий елемент – цифра, що позначає тип резисторів за матеріалом резистивного шару (1 – недротяні тонкошарові вуглецеві й борвуглецеві; 2 – недротяні тонкошарові металодіелектричні й металоокисні; 3 – недротяні композиційні плівкові; 4 – недротяні композиційні об'ємні; 5 – дровові; 6 –

недротяні тонкошарові металізовані). Третій елемент – число, що позначає порядковий номер виробу.

Наприклад, С2-33 позначає резистор постійний недротяний тонкошаровий металодіелектричний, реєстраційний номер 33.

Маркування на резисторах по даній системі також буквено-цифрова. Вона містить: вид, номінальну потужність, номінальний опір, допуск і дату виготовлення. При малих розмірах резисторів може застосовуватися не повне, а скорочене (кодоване) позначення номінальних опорів і допусків (табл. 1.1, 1.2).

Таблиця 1.2. Система позначення номінальних опорів резисторів

Одиниця виміру	Кодоване позначення одиниці виміру	Межі номінальних опорів	Приклад повного позначення	Приклад відповідного скороченого позначення
Ом	Е	до 99	0,47 Ом 4,7 Ом	Е47 4Е7
кОм	К	0,1...99	470 Ом 4,7 кОм	К470 4К7
МОм	М	0,1...99	470 кОм 4,7 МОм	М47 4М7
ГОм	Г	0,1...99	470 МОм 4,7 ГОм	Г47 4Г7
ТОм	Т	0,1...99	0,47 ТОм	Т47

Розроблені до 1968 року резистори, що випускаються і в цей час, позначаються трьома буквами: перша позначає матеріал резистивного елемента (У – вуглецеві, К – композиційні, М – металоплівкові, П – дровові і т.д.); друга буква позначає вид захисту (Л – лаковані, Г – герметизовані, Е – емальований і т.д.); третя буква – особливі властивості або призначення резистора (Т – теплостійкі, П – прецизійні, В – високовольтні і т.д.). Наприклад, МЛТ – металоплівкові лаковані теплостійкі, КЛВ – композиційні лаковані високовольтні резистори.

На постійних мініатюрних резисторах, відповідно до ГОСТ 17598-72 і вимогами Публікації 62 МЕК (Міжнародної Електротехнічної Комісії), допускається маркування кольоровим кодом. Її наносять знаками у вигляді кіл або смуг. Маркування кольоровим кодом виконується трьома, чотирма, п'ятьма або шістьма смугами. Як правило, перша смуга розташована ближче до одного з виводів резистора, іноді вона ширше інших і розташовують зліва направо у наступному порядку: перша смуга – перша цифра, друга смуга – друга цифра, третя смуга – множник і четверта смуга – допуск (рис. 1.1). У випадку п'ятисмугового позначення перші три смуги відповідають опорі, четверта – множник, а п'ята – допуск. Коли на резисторі лише три смуги, його допуск – 20 %, а всі смуги означають тільки опір. Шоста смуга, якщо вона є, вказує температурний коефіцієнт опорі (ТКО).

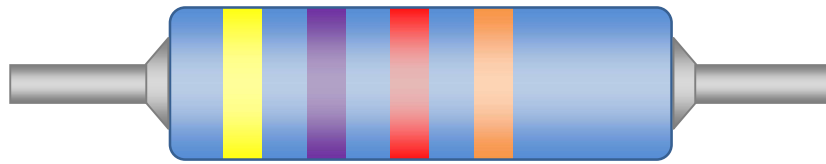


Рис. 1.1. Маркування резисторів кольоровим кодом

Кольори знаків маркування номінального опору й допусків повинні відповідати зазначеним в табл. 1.3.

Таблиця 1.3. Колір знаків маркування резисторів

Колір знака	Номінальний опір, Ом				Допуск, %	ТКО [ppm/°C]
	Перша цифра	Друга цифра	Третя цифра	Множник		
Срібlistий				$10^{-2}$	$\pm 10$	
Золотавий				$10^{-1}$	$\pm 5$	
Чорний		0	0	1		
Коричневий	1	1	1	10	$\pm 1$	100
Червоний	2	2	2	$10^2$	$\pm 2$	50
Жовтогарячий	3	3	3	$10^3$		15
Жовтий	4	4	4	$10^4$		25
Зелений	5	5	5	$10^5$	$\pm 0,5$	
Блакитний	6	6	6	$10^6$	$\pm 0,25$	10
Фіолетовий	7	7	7	$10^7$	$\pm 0,1$	5
Сірий	8	8	8	$10^8$	$\pm 0,05$	
Білий	9	9	9	$10^9$		1

Умовні графічні позначення постійних резисторів наведено на рис. 1.2, 1.3, змінних – на рис. 1.4.

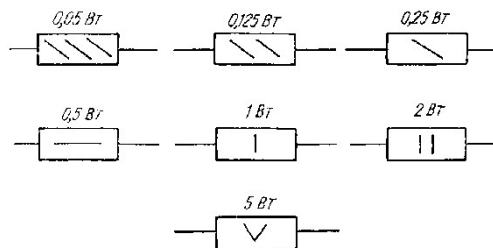


Рис. 1.2. Умовні графічні позначення постійних резисторів різної потужності розсіювання

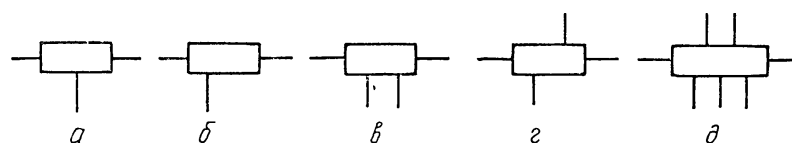


Рис. 1.3. Резистори постійні з додатковими виводами: а – з одним симетричним, б – з одним несиметричним, в, г – із двома виводами, д – з п'ятьма виводами

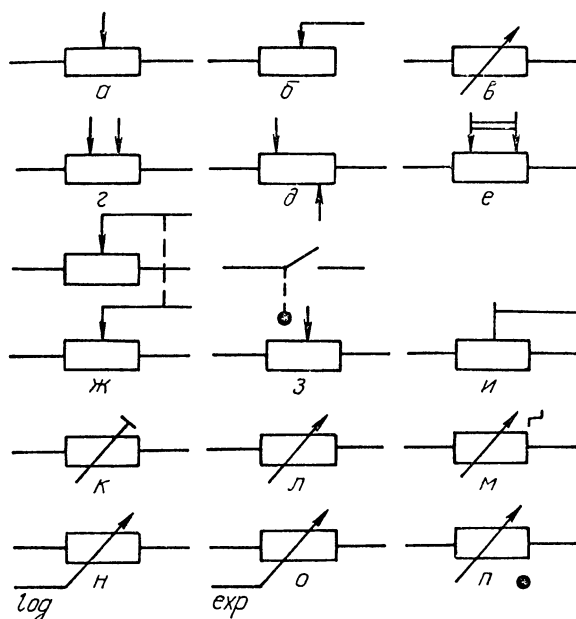


Рис. 1.4. Умовні графічні позначення змінних резисторів:

а, б – резистор змінний, в – резистор змінний у реостатному включенні, г, д – резистор змінний із двома рухливими контактами, е – резистор змінний із двома механічно зв'язаними рухливими контактами, ж – резистор змінний здвоєний, з – резистор змінний із замикаючим контактом; і, к – резистор, що підлаштовується, л – резистор із плавним регулюванням, м – резистор зі східчастим регулюванням, н – резистор з логарифмічною характеристикою регулювання, о – резистор з експонентною характеристикою регулювання, п – резистор, у якого регулювання виведене на передню панель

## Конденсатори

Електричний конденсатор – це елемент електричного кола, який призначено для використання його ємності. Конденсатор являє собою систему із двох електродів (обкладок), розділених діелектриком, і має здатність накопичувати електричну енергію.

За одиницю ємності в Міжнародній системі СВ ухвалюють ємність такого конденсатора, у якого потенціал зростає на один вольт при повідомленні йому заряду один кулон (Кл). Цю одиницю називають Фарадою (Ф). Для практичних цілей вона занадто велика, тому на практиці використовують більш дрібні одиниці ємності: мікрофараду (мкФ), нанофараду (нФ) пікофараду (пФ).  $1 \text{ Ф} = 10^6 \text{ мкФ} = 10^9 \text{ нФ} = 10^{12} \text{ пФ}$ .

В основу класифікації конденсаторів покладено розподіл їх на групи за видом застосовуваного діелектрика й за конструктивними особливостями, що визначають використання їх у конкретних колах апаратури. Вид діелектрика визначає основні електричні параметри конденсаторів: опір ізоляції, стабільність ємності, величину втрат і ін. Конструктивні особливості визначають характерні області застосування: завадогнітючі, підлаштовувальні, дозиметричні, імпульсні й ін.

Подальший розподіл груп конденсаторів за видом діелектрика пов'язано з використанням їх у конкретних колах апаратури, призначенням і виконуваною функцією, наприклад, низьковольтні й високовольтні, низькочастотні й високо

частотні, імпульсні й ін.

Залежно від призначення можна умовно розділити конденсатори на конденсатори загального й спеціального призначення. Конденсатори загального призначення використовуються практично в більшості видів і класів апаратури. Традиційно до них відносять найпоширеніші низьковольтні конденсатори, до яких не пред'являються особливі вимоги. Усі інші конденсатори є спеціальними. До них відносяться: високовольтні, імпульсні, завадогнітючі, дозиметричні, пускові й ін.

По характеру зміни ємності розрізняють конденсатори постійної ємності, змінної ємності й підлаштовувальні.

З назви конденсаторів постійної ємності випливає, що їх ємність є фіксованою й у процесі експлуатації не регулюється.

Конденсатори змінної ємності допускають зміну ємності в процесі функціонування апаратури. Керування ємністю може здійснюватися механічно, електричною напругою (вариконди) і температурою (термоконденсатори). Їх застосовують для плавної настройки коливальних контурів, у колах автоматики й ін.

Ємність підлаштовувальних конденсаторів змінюється при разовому або періодичному регулюванні й не змінюється в процесі функціонування апаратури. Їх використовують для підлаштовування й вирівнювання початкових ємностей контурів, що сполучаються, для періодичного підстроювання й регулювання кіл схем, де потрібна незначна зміна ємності.

Залежно від способу монтажу конденсатори можуть виконуватися для друкованого й для начіпного монтажу, а також для сполучення з ними. Виводи конденсаторів для начіпного монтажу можуть бути тверді або м'які, аксіальні або радіальні, із дроту круглого перетину або стрічки, у вигляді пелюсток, з кабельним уведенням, у вигляді прохідних шпильок, опорних гвинтів. У конденсаторів для мікросхем і мікромодулів, а також НВЧ-конденсаторів в якості виводів можуть використовуватися частини їх поверхні (безвивідні конденсатори). У більшості типів оксидних, а також прохідних і опорних конденсаторів одна з обкладок з'єднується з корпусом, який служить другим виводом.

За характером захисту від зовнішніх впливів конденсатори виконуються: незахищеними, захищеними, неізолюваними, ізолюваними, ущільненими й герметизованими.

Незахищені конденсатори допускають експлуатацію в умовах підвищеної вологості тільки в складі герметизованої апаратури. Захищені конденсатори допускають експлуатацію в апаратурі будь-якого конструктивного виконання.

Неізолювані конденсатори (з покриттям або без покриття) не допускають торкання своїм корпусом шасі апаратури. Навпаки, ізолювані конденсатори мають досить гарне ізоляційне покриття (компаунди, пластмаси) і допускають торкання корпусом шасі або струмоведучих частин апаратури.

Герметизовані конденсатори мають герметичну конструкцію корпусу. Герметизація здійснюється за допомогою керамічних і металевих корпусів або скляних колб.

По виду діелектрика також можна розділити конденсатори з органічним, неорганічним, газоподібним і оксидним діелектриком, який є також неорганічним, але в силу особливої специфіки характеристик виділений в окрему групу.

Система умовних позначок.

Позначення конденсаторів для радіоелектронних обладнань проводиться відповідно до ГОСТ 11.074.008-78 и ГОСТ 11076-69 (ст. СЕВ 1810-79). Умовне позначення конденсаторів може бути скороченим і повним. Скорочене позначення, що дозволяє визначити, до якого типу відноситься конкретний конденсатор, містить три елементи. Перший елемент (одна або дві букви) позначає підклас конденсатора:

К – конденсатор постійної ємності; КТ – конденсатор підлаштувальний; КП – конденсатор змінної ємності; КН – нелінійний; КС – конденсаторні збірки. Другий елемент – число, що позначає групу конденсаторів (табл. 1.4).

Третій елемент – порядковий номер розробки конкретного типу конденсатора.

До складу другого й третього елементів в окремих випадках може входити також буквене позначення.

*Таблиця 1.4. Умовне позначення груп конденсаторів*

Підклас конденсаторів	Група конденсаторів	Позначення групи
Конденсатори постійної ємності	Керамічні на номінальну напругу нижче 1600 В	10
	Керамічні на номінальну напругу 1600 В і вище	15
	Скляні	21
	Склокерамічні	22
	Тонкоплівкові	26
	Слюдяні малої потужності	31
	Слюдяні великої потужності	32
	Паперові на номінальну напругу нижче 2 кВ фольгові	40
	Паперові на номінальну напругу 2 кВ і вище фольгові	41
	Паперові металізовані	42
	Оксидно-електричні алюмінієві	50
	Оксидно-електролітичні танталові, інобійові й ін.	51
	Об'ємно пористі	52
	Оксидно-напівпровідникові	53
	З подвійним електричним шаром (іоністори)	58
	Повітряні	60
	Вакуумні	61
	Полістирольні	71
Фторопластові	72	
Поліетилентерефталатні	73	



	Комбіновані	75
	Лакоплівкові	76
	Полікарбонатні	77
	Поліпропіленові	78
Підлаштовувальні конденсатори	Вакуумні	1
	Повітряні	2
	З газоподібним діелектриком	3
	Із твердим діелектриком	4
Конденсатори змінної ємності	Вакуумні	1
	Повітряні	2
	З газоподібним діелектриком	3
	Із твердим діелектриком	4
Нелінійні конденсатори	Варіконди	1
	Термоконденсатори	2
Конденсаторні складання	—	—

Для старих типів конденсаторів в основу умовних позначок бралися конструктивні, технологічні, експлуатаційні й інші ознаки (наприклад: КД – конденсатори дискові; ФТ – фторопластові теплостійкі; КТП – конденсатори трубчасті прохідні).

Повне умовне позначення встановлюють у документі на поставку конденсаторів, і воно повинно складатися з наступних елементів:

Перший елемент – позначення підкласу й групи.

Другий елемент – позначення основних параметрів і характеристик у наступній послідовності: конструктивне виконання, номінальна напруга, номінальна ємність відхилення ємності, що допускається, група й клас по температурній стабільності ємності, номінальна реактивна потужність.

Третій елемент – позначення кліматичного виконання.

Четвертий елемент – позначення документа на поставку.

Приклад. Повна умовна позначка комбінованого конденсатора постійної ємності (К75) з порядковим номером розробки 10 на номінальну напругу 250 В, номінальною ємністю 0,47 мкФ, допустимим відхиленням  $\pm 5\%$ , всекліматичного виконання (В), що поставляється за ТУ: К75-10-250В – 0,47 мкФ  $\pm 5\%$  – В...ТУ.

Маркування конденсаторів може бути цифрове, що містить скорочене позначення конденсатора (його тип), номінальну напругу, ємність, допустиме відхилення ємності від номінальної у відсотках, групу ТКЄ, місяць і рік випуску (також може бути марка заводу-виготовлювача), або кольорова. Буквено-цифрове маркування проводиться на конденсаторах досить великого розміру.

Якщо конденсатор певного типу випускається тільки одного класу точності, то допуск не маркують. Групу ТКЄ вказують на слюдяних конденсаторах і деяких інших типах конденсаторів. Для маркування конденсаторів застосовуються позначення, що встановлені ГОСТ 11076-69 (СТ СЕВ 1810-79). Залежно від розмірів конденсатора застосовуються повні або скорочені (кодовані) позначення. Незахищені конденсатори не маркуються, а їх характеристики зазначені на упаковці.

Повне позначення номінальних ємностей складається із цифрового

значення номінальної ємності й позначення одиниці виміру (пФ – пікофаради, мкФ – мікрофаради, Ф – фаради).

Кодоване позначення номінальних ємностей складається із трьох або чотирьох знаків, що включають дві або три цифри й букву. Буква коду позначає множник, що становить значення ємності, і визначає положення коми десяткової дробі. Номінальну ємність від 0 до 999 пФ виражають у пікофарадах, з позначенням одиниці виміру буквою *p*; від 1000 до 999999 пФ – у нанофарадах, з позначенням буквою *n* (1 нФ = 1000 пФ); від 1 до 999 – у мікрофарадах, з позначенням  $\mu$  (1 мкФ = 1000 нф); від 1000 до 999999 мкФ - у міліфарадах, з позначенням *m* (1 мФ = 1000 мкФ), а більше ніж це значення – у фарадах, з позначенням буквою *F*, і т.д. Наприклад, 150 пФ – 150*p*, або *n*15; 2,2 мкФ – 2*\mu*2.

Допустиме відхилення ємності у відсотках від номінального значення вказують тими ж буквами, що й допуски на опір (табл. 1.5). Відхилення в значеннях параметра, прийняте для конденсаторів малої ємності, позначають *B* ( $\pm 0,1$  пФ), *C* ( $\pm 0,25$  пФ), *D* ( $\pm 0,5$  пФ), *F* ( $\pm 1$  пФ).

Таблиця 1.5. Допустимі відхилення ємності від номінального значення і їх кодоване позначення

Допустиме відхилення %	Код	Допустиме відхилення %	Код	Допустиме відхилення %	Код
$\pm 0,001$	<i>E</i> –	$\pm 1$	<i>F</i> (P)	$-20...+50$	<i>S</i> (B)
$\pm 0,002$	<i>L</i> –	$\pm 2$	<i>G</i> (Л)	$-20...+80$	<i>Z</i> (A)
$\pm 0,005$	<i>R</i> –	$\pm 5$	<i>J</i> (I)	+100	– (Я)
$\pm 0,01$	<i>P</i> –	$\pm 10$	<i>K</i> (C)		
$\pm 0,02$	<i>U</i> –	$\pm 20$	<i>M</i> (B)	Допустиме відхилення, пФ	Код
$\pm 0,05$	<i>X</i> –	$\pm 30$	<i>N</i> (Ф)	$\pm 0,1$	<i>B</i>
$\pm 0,1$	<i>B</i> (Ж)	$-10...+30$	—	$\pm 0,25$	<i>C</i>
$\pm 0,25$	<i>C</i> (У)	$-10...+50$	<i>T</i> (O)	$\pm 0,5$	<i>D</i>
$\pm 0,5$	<i>D</i> (Д)	$-10...+100$	<i>Y</i> (Ю)	$\pm 1$	<i>F</i>

Після букви допустимого відхилення ємності в маркуванні конденсатора може бути присутній буквенний код групи за температурним коефіцієнтом ємності ТКЄ і (або) номінальної напруги (табл. 1.6).

Таблиця 1.6. Номінальні напруги і їх кодовані позначення

Номінальна напруга, В	Код	Номінальна напруга, В	Код	Номінальна напруга, В	Код
1,0	<i>I</i>	25	<i>G</i>	200	<i>Z</i>
1,6	<i>P</i>	32	<i>H</i>	250	<i>W</i>
2,5	<i>M</i>	40	<i>S</i>	315	<i>X</i>
3,2	<i>A</i>	50	<i>J</i>	350	<i>T</i>
4,0	<i>C</i>	63	<i>K</i>	400	<i>Y</i>
6,3	<i>B</i>	80	<i>L</i>	450	<i>U</i>
10	<i>D</i>	100	<i>N</i>	500	<i>V</i>
16	<i>E</i>	125	<i>P</i>	—	—
20	<i>F</i>	160	<i>Q</i>	—	—

Таким чином, скорочене буквено-цифрове маркування на конденсаторі 33 *pKL* позначає номінальну ємність 33 пФ із допустимим відхиленням  $\pm 10\%$  і температурною нестабільністю групи M75 ( $75 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ) Надпис *m10SF* позначає 100 мкФ з допуском 20...50 % на 20 В.

### Комутаційні пристрої з магнітним управлінням

Комутаційні пристрої (КП) являють собою вироби РЕА, що мають властивість замикати (розмикати) електричні кола за рахунок зміни електричного опору контактів. У замкненому стані контакти мають дуже малий опір (близько до нуля), у розімкненому – великий (десятки – сотні МОм).

КП призначено для замикання (розмикання) електричних кіл в пристроях автоматики й телемеханіки, сигналізації, контролю й захисту, розподілу енергії, у системах зв'язку й передачі інформації, у побутовій радіоапаратурі й в інших численних системах і обладнаннях.

КП можна розділити на два класи: з магнітним і механічним управлінням. До КП з магнітним управлінням відносяться електромагнітні реле й магнітокеровані герметичні контакти (геркони). До КП з механічним управлінням віднесено мікроперемикачі й комутаційні вироби з ручним управлінням. До КП з ручним управлінням відносяться кнопки й перемикачі.

Загальними параметрами КП є: чутливість (мінімальна величина енергії, при якій відбувається стрибкоподібна зміна опору контактів); час спрацьовування; потужність, що комутується, напруга й струм; електричний опір контактів; максимальне число комутацій; діапазон зовнішніх умов (температура, вологість, тиск); маса, габаритні розміри й ін.

Електромагнітними реле (ЕМР) називаються елементи РЕА, які призначено для стрибкоподібного керування електричними колами.

ЕМР складаються із трьох основних частин: електромагніту (катушки із сердечником), електричного поля, що перетворює енергію, в енергію магнітного поля; якоря із протидіючою пружиною для перетворення енергії магнітного поля в механічну енергію переміщення якоря й рухливих контактів; електричних контактів, що здійснюють вмикання (вимикання) електричних кіл.

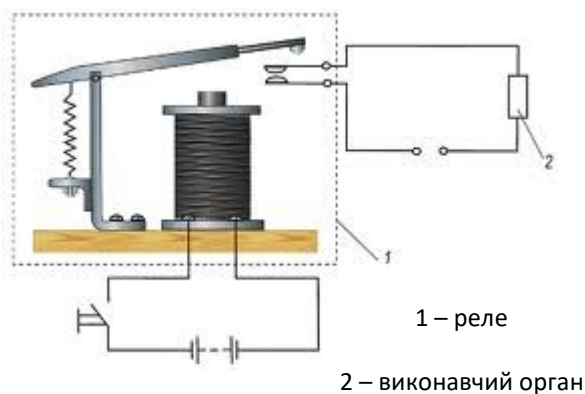


Рис.1.5. Конструкція електромагнітного реле

Основними параметрами ЕМР є:

- струм (напруга) спрацьовування  $I_{\text{ср}} (U_{\text{ср}})$  – мінімальний струм (напруга), поданий в котушку ЕМР, при якому відбувається замикання (розмикання) його контактів;

- струм (напруга) відпускання  $I_{\text{відп}} (U_{\text{відп}})$  – максимальний струм (напруга) в котушці ЕМР, при якому відбувається повернення контактів у вихідне положення. Струм (напруга) відпускання менше струму (напруги) спрацьовування;

- робочий струм (напруга)  $I_{\text{роб}} (U_{\text{роб}})$  – струм (напруга) в обмотці реле, при якому відбувається надійне утримання контактів після спрацьовування при зміні умов експлуатації в заданих межах. Робочий струм (напруга) більше струму (напруги) спрацьовування;

- час спрацювання  $t_{\text{ср}}$  – проміжок часу від моменту подачі напруги на обмотку реле до першого торкання замикаючим контактом нерухомого контакту;

- час відпускання  $t_{\text{відп}}$  – проміжок часу від моменту зняття напруги з обмотки реле до моменту повного відпадання якоря електромагніту і першого торкання (замикання) спорогенезу контакту;

- опір обмотки реле постійного струму  $R_{\text{обм}}$ ;

- опір електричних контактів  $R_{\text{к}}$ ;

- максимальна потужність комутації;

- діапазон комутуваних струмів;

- діапазон комутуваних напруг;

- діапазон частот комутуваних напруг  $\Delta F$ ;

- максимальне число комутацій;

- час безперервного перебування обмотки реле під струмом;

- інтервал температур, атмосферного тиску, відносна вологість;

- віброміцність і вібростійкість – здатність реле витримувати вібрації в певному діапазоні частот з певною амплітудою і прискоренням;

- ударна міцність – здатність реле витримувати поодинокі і багаторазові удари з певним прискоренням;

- термін служби і зберігання.

Класифікація реле здійснюється за призначенням, потужністю управління, за часом спрацьовування та іншими ознаками.

За призначенням розрізняють: пускове реле, яке включається зазвичай з пультів управління за допомогою кнопок; максимальне реле, призначене для відключення керованого кола при перевищенні напруги (струму) в цьому колі більше заданого значення; мінімальне реле, яке призначене для відключення керованого кола при зменшенні напруги (струму) в цьому колі нижче заданого значення; реле часу, призначене для створення необхідної витримки часу, після закінчення якої має відбуватися включення (виключення) керованого кола.

За потужністю комутації розрізняють реле:

- малої потужності –  $P < 1$  Вт;

- середньої потужності –  $P = 1 \dots 10$  Вт;

- великої потужності –  $P > 10$  Вт.

За часом спрацьовування класифікація реле наступна:

- безінерційне –  $t_{cp} < 1$  мс;
- швидкодіюче –  $t_{cp} = 5...50$  мс;
- нормальне –  $t_{cp} = 50...150$  мс;
- уповільнене –  $t_{cp} = 150...1000$  мс.

За принципом дії розрізняють реле постійного струму, спрацьовання якого не залежить від напрямку струму в обмотці, і поляризоване реле, для спрацьовування якого струм через обмотку повинен протікати в певному напрямку.

Реле постійного струму двопозиційні. Поляризовані реле можуть бути як двопозиційними, так і трипозиційними. У деяких двопозиційних поляризованих реле рухливий контакт після зняття напруги з обмотки може залишитися в байдужому стані, у інших – в певному положенні. У трьохпозиційних поляризованих реле рухливий контакт після зняття напруги з обмотки залишається в нейтральному положенні.

Реле може бути одностабільним і двостабільним. Одностабільне реле, змінивши свій стан після подачі напруги на обмотку, повертається в попереднє положення при знятті напруги. Двостабільне реле, змінивши свій стан після відключення напруги, не повертається в попереднє положення.

За кількістю обмоток розрізняють реле з однією, двома або більшою кількістю обмоток.

За кількістю контактів і контактних груп розрізняють реле з однією, двома або більшою кількістю груп.

За видом контактів реле класифікують наступним чином: з замикаючими, розмикаючими і перемикаючими контактами, а також з поєднанням розмикаючих, замикаючих і перемикаючих контактів.

Конструктивне виконання реле може бути наступним: завальцоване, герметичне, негерметичне, відкрите, заохлене, пилоблизкозахищене, з герметизованими контактами, герконове (з герметичними контактами).

До малогабаритних реле відносяться реле, які пристосовані для кріплення на друкованих платах, що мають малу вагу і габарити. У довідник включені реле, у яких геометричні розміри не перевищують 50 мм, робоча напруга менш 60 В і маса менше 100 г.

Параметри реле вказуються в паспорті. Номери паспортів включають декілька груп знаків (букв і цифр). Перша група включає набір букв або букв і цифр (наприклад, РФО, РС4, КЩ4, ДЛТ4 і ін.), Друга і третя групи включають тризначне число. Приклад паспорта реле – РС4.590.059. У деяких реле є четверта група знаків, що складається з двох цифр (наприклад, РС4.590.059-01).

Кожен тип реле має ряд типоміналів, що відрізняються один від одного електричними параметрами. Що стосується умов експлуатації, конструктивного виконання і маси, то у одного і того ж типу реле вони однакові. Способи кріплення реле одного і того ж типу можуть бути різними.

На корпусі реле вказується тип реле, номер паспорта, рік виготовлення, схема контактної групи.

### Хід роботи

1. Розділити компоненти на групи за зовнішніми ознаками.
2. Для постійних резисторів, використовуючи довідник, визначити номінальний опір, допуск, потужність розсіювання, ТКО, гранична робоча напруга, область застосування. Використовуючи омметр виміряти реальний опір, визначити чи знаходиться отримане значення в межах зазначеного допуску.
3. Для конденсаторів, за допомогою довідника, визначити тип, номінальну ємність, допуск, гранична робоча напруга, ТКЄ.
4. Для електромагнітних реле визначити тип, схему підключення, опір обмотки, робочу напругу (струм), напругу (струм) спрацьовування, час спрацьовування, опір замкнутих контактів. За допомогою омметра перевірити опір обмотки.
5. Для змінних резисторів визначити тип, номінальний опір, потужність розсіювання, граничну робочу напругу, ТКО, рівень шуму переміщення, зносостійкість. Використовуючи омметр і градусовану шкалу визначити залежність опору від кута повороту рухомого механізму, дані занести в табл.1.7. За отриманими результатами побудувати залежність  $r' = f(\alpha')$  для кожного резистора і визначити тип функціональної характеристики.

$$r' = \frac{R}{R_{\Pi}} \cdot 100\%,$$

де  $R$  – опір резистора, який відповідає визначеному положенню движка;  
 $R_{\Pi}$  – повний опір резистора.

$$\alpha' = \frac{\alpha}{\alpha_{\Pi}} \cdot 100\%,$$

де  $\alpha$  – кут повороту движка резистора;  
 $\alpha_{\Pi}$  – кут, що відповідає повному опору резистора.

*Таблиця 1.7.* Для зняття функціональної характеристики змінного резистора

$\alpha, ^\circ$	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
$R, \text{Ом}$												