

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПАССИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Цель работы: ознакомиться с классификацией, конструкцией и принципами маркировки пассивных компонентов, научиться определять их основные параметры при помощи справочной литературы и измерительных приборов.

Резисторы постоянного и переменного сопротивления

Резистором называется пассивный элемент РЭА, предназначенный для создания в электрической цепи требуемой величины сопротивления, обеспечивающей перераспределение и регулирование электрической энергии между элементами схемы.

Выпускаемые отечественной промышленностью резисторы классифицируются по различным признакам. В зависимости от характера изменения сопротивления резисторы разделяют на постоянные – значение сопротивления фиксировано; переменные – с изменяющимся значением сопротивления.

В зависимости от назначения резисторы делятся на общего назначения и специальные (прецизионные, сверхпрецизионные, высокочастотные, высоковольтные, высокомегаомные).

Резисторы общего назначения используются в качестве нагрузок активных элементов, поглотителей, делителей в цепях питания, элементов фильтров, шунтов, в *RC*-цепях формирования импульсных сигналов и т.д. Диапазон номинальных сопротивлений этих резисторов 1 Ом...10 МОм, номинальные мощности рассеяния – 0,125...100 Вт. Допускаемые отклонения сопротивления от номинального значения ± 1 ; ± 2 ; ± 5 ; ± 10 ; ± 20 %.

Прецизионные и сверхпрецизионные резисторы отличаются высокой стабильностью параметров и высокой точностью изготовления (допуск $\pm 0,0005$...0,5 %). Данные резисторы применяются в основном в измерительных приборах, системах автоматики, счетно-решающих устройствах. Диапазон этих резисторов значительно шире, чем резисторов общего назначения.

Высокочастотные резисторы отличаются малыми собственными индуктивностью и емкостью и предназначены для работы в высокочастотных цепях, кабелях и волноводах.

Высоковольтные резисторы рассчитаны на работу при больших (от единиц до десятков киловольт) напряжениях.

Высокомегаомные резисторы имеют диапазон номинальных сопротивлений от десятков мегаом до единиц тераом. Высокомегаомные резисторы применяются в цепях с рабочим напряжением до 400 В и обычно работают в режиме малых токов. Мощности рассеяния их невелики (до 0,5 Вт).

В зависимости от способа защиты от внешних факторов резисторы делятся на неизолированные, изолированные, герметизированные и вакуумные.

Неизолированные резисторы с покрытием или без него не допускают касания своим корпусом шасси аппаратуры.

Изолированные резисторы имеют изоляционное покрытие (лак, компаунд, пластмасса) и допускают касание корпусом шасси и токоведущих частей радиоэлектронной аппаратуры (РЭА).

Герметизированные резисторы имеют герметичную конструкцию корпуса, которая исключает влияние окружающей среды на его внутреннее пространство. Герметизация осуществляется с помощью опрессовки специальным компаундом.

Вакуумные резисторы имеют резистивный элемент, помещенный в стеклянную вакуумную колбу.

По способу монтажа резисторы подразделяются на резисторы для навесного и печатного монтажа, для микромодулей и интегральных микросхем.

По материалу резистивного элемента резисторы делятся на проволочные, непроволочные, металлофольговые.

Проволочные – резисторы, в которых резистивным элементом является высокоомная проволока (изготавливается из высокоомных сплавов: константан, нихром, никелин).

Непроволочные – резисторы, в которых резистивным элементом являются пленки или объемные композиции с высоким удельным сопротивлением.

Металлофольговые – резисторы, в которых резистивным элементом является фольга определенной конфигурации.

Непроволочные резисторы можно разделить на тонкопленочные (толщина слоя в нанометрах), толстопленочные (толщина в долях миллиметра), объемные (толщина в единицах миллиметра).

Тонкопленочные резисторы подразделяются на металлодиэлектрические, металлоокисные и металлизированные с резистивным элементом в виде микрокомпозиционного слоя из диэлектрика и металла, или тонкой пленки окиси металла, или сплава металла; углеродистые и бороуглеродистые, проводящий элемент которых представляет собой пленку пиролитического углерода или бороорганических соединений.

К толстопленочным относят лакосажевые, керметные и резисторы на основе проводящих пластмасс. Проводящие резистивные слои толстопленочных и объемных резисторов представляют собой гетерогенную систему (композицию) из нескольких фаз, получаемую механическим смешением проводящего компонента, например графита или сажи, металла или окисла металла, с органическими или неорганическими наполнителями, пластификаторами или отвердителем. После термообработки образуется монолитный слой с необходимым комплексом параметров.

В объемных резисторах в качестве связующего компонента используют органические смолы или стеклоэмали. Проводящим компонентом является углерод.

В резистивных керметных слоях основным проводящим компонентом являются металлические порошки и их смеси, представляющие собой керамическую основу с равномерно распределенными частицами металла.

В соответствии с действующей системой сокращенных и полных

обозначений сокращенное условное обозначение, присваиваемое резисторам, должно состоять из следующих элементов:

первый элемент – буква или сочетание букв, обозначающих подкласс резисторов (Р – резисторы постоянные; РП – резисторы переменные; НР – набор резисторов);

второй элемент – цифра, обозначающая группу резисторов по материалу резистивного элемента (1 – непроволоочные; 2 – проволоочные или металлофольговые);

третий элемент – регистрационный номер конкретного типа резистора.

Между вторым и третьим элементами ставится дефис. Например, постоянные непроволоочные резисторы с номером 4 или переменные непроволоочные резисторы с номером 46 следует писать Р1-4 и РП1-46 соответственно.

Полное условное обозначение состоит из сокращенного обозначения, варианта конструктивного исполнения (при необходимости), значений основных параметров и характеристик резистора, климатического исполнения и обозначения документа на поставку.

Параметры и характеристика для постоянных резисторов указываются в следующей последовательности:

- номинальная мощность рассеяния;
- номинальное сопротивление и буквенное обозначение единицы измерения;
- допускаемое отклонение сопротивления в процентах (допуск);
- группа по уровню шумов (для непроволоочных резисторов);
- группа по температурному коэффициенту сопротивления (ТКС).

Например, постоянный непроволоочный резистор с регистрационным номером 4, номинальной мощностью рассеяния 0,5 Вт, номинальным сопротивлением 10 кОм, с допуском $\pm 1\%$, группой по уровню шумов – А, группы ТКС – Б, всеклиматического исполнения – В, обозначается: Р1-4-0,5-10 кОм $\pm 1\%$ А-Б-В ОЖО.467.157ТУ.

Кодированное обозначение номинальных сопротивлений состоит из трех или четырех знаков, включающих две цифры и букву или три цифры и букву. Буква кода из русского или латинского алфавита обозначает множитель, составляющий сопротивление, и определяет положение запятой десятичного знака. Буквы *R, K, M, G, T* обозначают соответственно множители $1, 10^3, 10^6, 10^9, 10^{12}$.

Таблица 1.1. Кодированные обозначения допустимых отклонений сопротивлений

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

Например, 5R1, 150K, 2M2 обозначают 5,1 Ом, 150 кОм, 2,2 МОм соответственно.

Полное обозначение допускаемого отклонения состоит из цифр, а кодированное из буквы (табл. 1.1).

По существовавшей ранее системе (ГОСТ 13453-68), первый элемент сокращенного обозначения – буква (С – резистор постоянный, СП – резистор переменный). Второй элемент – цифра, обозначающая тип резисторов по материалу резистивного слоя (1 – непроволочные тонкослойные углеродистые и бороуглеродистые; 2 – непроволочные тонкослойные металлодиэлектрические и металлоокисные; 3 – непроволочные композиционные пленочные; 4 – непроволочные композиционные объемные; 5 – проволочные; 6 – непроволочные тонкослойные металлизированные). Третий элемент – число, обозначающее порядковый номер изделия.

Например, С2-33 обозначает резистор постоянный непроволочный тонкослойный металлодиэлектрический, регистрационный номер 33.

Маркировка на резисторах по данной системе также буквенно-цифровая. Она содержит: вид, номинальную мощность, номинальное сопротивление, допуск и дату изготовления. При малых размерах резисторов может применяться не полное, а сокращенное (кодированное) обозначение номинальных сопротивлений и допусков (табл. 1.1, 1.2).

Таблица 1.2. Система обозначения номинальных сопротивлений резисторов

Единица измерения	Кодированное обозначение единицы измерения	Пределы номинальных сопротивлений	Пример полного обозначения	Пример соответствующего сокращенного обозначения
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

Разработанные до 1968 года и выпускаемые в настоящее время резисторы обозначаются тремя буквами: первая обозначает материал резистивного элемента (У – углеродистые, К – композиционные, М – металлопленочные, П – проволочные и т.д.); вторая буква обозначает вид защиты (Л – лакированные, Г – герметизированные, Э – эмалированный и т.д.); третья буква – особые свойства или назначение резистора (Т – теплостойкие, П – прецизионные, В – высоковольтные и т.д.). Например, МЛТ – металлопленочные лакированные теплостойкие, КЛВ – композиционные лакированные высоковольтные резисторы.

На постоянных миниатюрных резисторах, в соответствии с ГОСТ 17598-72 и требованиями Публикации 62 МЭК (Международной Электротехнической

Комиссии), допускается маркировка цветным кодом. Ее наносят знаками в виде кругов или полос. Маркировка цветным кодом выполняется тремя, четырьмя, пятью или шестью полосами. Как правило, первая полоса расположена ближе к одному из выводов резистора, иногда она шире остальных и располагают слева направо в следующем порядке: первая полоса – первая цифра, вторая полоса – вторая цифра, третья полоса – множитель и четвертая полоса – допуск (рис. 1.1). В случае пятиполосного обозначения первые три первые полосы соответствуют сопротивлению, четвертая – множитель, а пятая – допуск. Когда на резисторе лишь три полосы, его допуск – 20 %, а все полосы означают только сопротивление. Шестая полоска, если она есть, указывает температурный коэффициент сопротивления (ТКС).

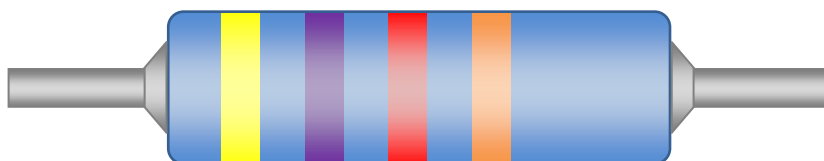


Рис. 1.1. Маркировка резисторов цветным кодом

Цвета знаков маркировки номинального сопротивления и допусков должны соответствовать указанным в табл. 1.3.

Таблица 1.3. Цвет знаков маркировки резисторов

Цвет знака	Номинальное сопротивление, Ом				Допуск, %	ТКС [ppm/°C]
	Первая цифра	Вторая цифра	Третья цифра	Множитель		
Серебристый					±10	
Золотистый					±5	
Черный		0	0	1		
Коричневый	1	1	1	10	±1	100
Красный	2	2	2	10 ²	±2	50
Оранжевый	3	3	3	10 ³		15
Желтый	4	4	4	10 ⁴		25
Зеленый	5	5	5	10 ⁵	±0,5	
Голубой	6	6	6	10 ⁶	±0,25	10
Фиолетовый	7	7	7	10 ⁷	±0,1	5
Серый	8	8	8	10 ⁸	±0,05	
Белый	9	9	9	10 ⁹		1

Условные графические обозначения постоянных резисторов приведены на рис. 1.2, 1.3, переменных – на рис. 1.4.

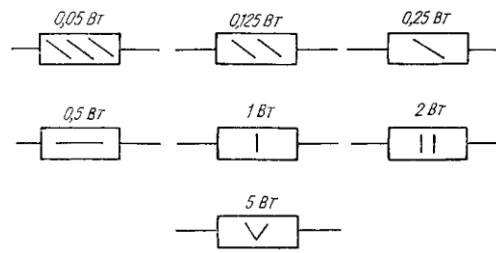


Рис. 1.2. Условные графические обозначения постоянных резисторов различной мощности рассеяния

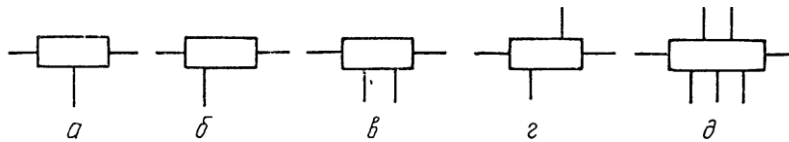


Рис. 1.3. Резисторы постоянные с дополнительными отводами:
а – с одним симметричным, б – с одним несимметричным, в, г – с двумя отводами, д – с пятью отводами

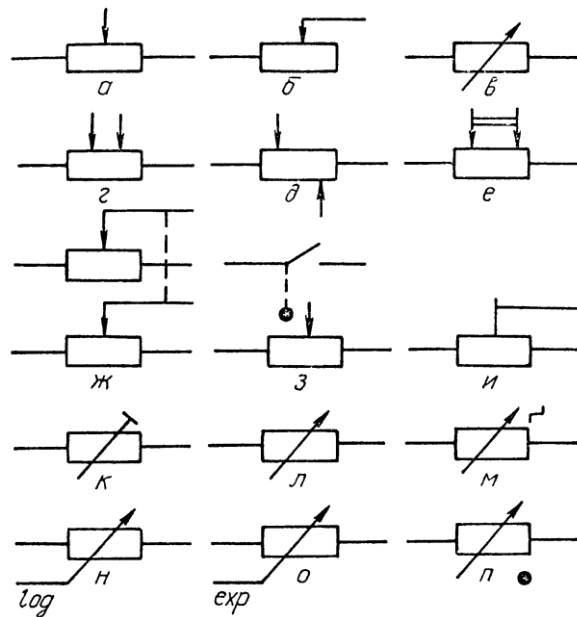


Рис. 1.4. Условные графические обозначения переменных резисторов:
а, б – резистор переменный, в – резистор переменным в реостатном включении, г, д – резистор переменный с двумя подвижными контактами, е – резистор переменный с двумя механически связанными подвижными контактами, ж – резистор переменный сдвоенный, з – резистор переменный с замыкающим контактом; и, к – резистор подстроенный, л – резистор с плавным регулированием, м – резистор со ступенчатым регулированием, н – резистор с логарифмической характеристикой регулирования, о – резистор с экспоненциальной характеристикой регулирования, п – резистор, у которого регулировка выведена на переднюю панель

Конденсаторы

Электрический конденсатор – это элемент электрической цепи, предназначенный для использования его емкости. Конденсатор представляет собой систему из двух электродов (обкладок), разделенных диэлектриком, и обладает способностью накапливать электрическую энергию.

За единицу емкости в Международной системе СИ принимают емкость такого конденсатора, у которого потенциал возрастает на один вольт при сообщении ему заряда один кулон (Кл). Эту единицу называют Фарадой (Ф). Для практических целей она слишком велика, поэтому на практике используют более мелкие единицы емкости: микрофараду (мкФ), нанофараду (нФ) пикофараду (пФ). $1 \text{ Ф} = 10^6 \text{ мкФ} = 10^9 \text{ нФ} = 10^{12} \text{ пФ}$

В основу классификации конденсаторов положено деление их на группы по виду применяемого диэлектрика и по конструктивным особенностям, определяющим использование их в конкретных цепях аппаратуры. Вид диэлектрика определяет основные электрические параметры конденсаторов: сопротивление изоляции, стабильность емкости, величину потерь и др. Конструктивные особенности определяют характерные области применения: помехоподавляющие, подстроечные, дозиметрические, импульсные и др.

Дальнейшее деление групп конденсаторов по виду диэлектрика связано с использованием их в конкретных цепях аппаратуры, назначением и выполняемой функцией, например, низковольтные и высоковольтные, низкочастотные и высоко частотные, импульсные и др.

В зависимости от назначения можно условно разделить конденсаторы на конденсаторы общего и специального назначения. Конденсаторы общего назначения используются практически в большинстве видов и классов аппаратуры. Традиционно к ним относят наиболее распространенные низковольтные конденсаторы, к которым не предъявляются особые требования. Все остальные конденсаторы являются специальными. К ним относятся: высоковольтные, импульсные, помехоподавляющие, дозиметрические, пусковые и др.

По характеру изменения емкости различают конденсаторы постоянной емкости, переменной емкости и подстроечные.

Из названия конденсаторов постоянной емкости вытекает, что их емкость является фиксированной и в процессе эксплуатации не регулируется.

Конденсаторы переменной емкости допускают изменение емкости в процессе функционирования аппаратуры. Управление емкостью может осуществляться механически, электрическим напряжением (вариконды) и температурой (термоконденсаторы). Их применяют для плавной настройки колебательных контуров, в цепях автоматики и т.п.

Емкость подстроечных конденсаторов изменяется при разовой или периодической регулировке и не изменяется в процессе функционирования аппаратуры. Их используют для подстройки и выравнивания начальных емкостей сопрягаемых контуров, для периодической подстройки и регулировки цепей схем, где требуется незначительное изменение емкости.

В зависимости от способа монтажа конденсаторы могут выполняться для

печатного и для навесного монтажа, а также для сопряжения с ними. Выводы конденсаторов для навесного монтажа могут быть жесткие или мягкие, аксиальные или радиальные, из проволоки круглого сечения или ленты, в виде лепестков, с кабельным вводом, в виде проходных шпилек, опорных винтов. У конденсаторов для микросхем и микромодулей, а также СВЧ-конденсаторов в качестве выводов могут использоваться части их поверхности (безвыводные конденсаторы). У большинства типов оксидных, а также проходных и опорных конденсаторов одна из обкладок соединяется с корпусом, который служит вторым выводом.

По характеру защиты от внешних воздействий конденсаторы выполняются: незащищенными, защищенными, неизолированными, изолированными, уплотненными и герметизированными.

Незащищенные конденсаторы допускают эксплуатацию в условиях повышенной влажности только в составе герметизированной аппаратуры. Защищенные конденсаторы допускают эксплуатацию в аппаратуре любого конструктивного исполнения.

Неизолированные конденсаторы (с покрытием или без покрытия) не допускают касания своим корпусом шасси аппаратуры. Напротив, изолированные конденсаторы имеют достаточно хорошее изоляционное покрытие (компаунды, пластмассы) и допускают касания корпусом шасси или токоведущих частей аппаратуры.

Герметизированные конденсаторы имеют герметичную конструкцию корпуса, который исключает возможность сообщения окружающей среды с его внутренним пространством. Герметизация осуществляется с помощью керамических и металлических корпусов или стеклянных колб.

По виду диэлектрика также можно разделить конденсаторы с органическим, неорганическим, газообразным и оксидным диэлектриком, который является также неорганическим, но в силу особой специфики характеристик выделен в отдельную группу.

Система условных обозначений.

Обозначение конденсаторов для радиоэлектронных устройств производится в соответствии с ОСТ 11.074.008-78 и ГОСТ 11076-69 (ст. СЭВ 1810-79). Условное обозначение конденсаторов может быть сокращенным и полным. Сокращенное обозначение, позволяющее определить, к какому типу относится конкретный конденсатор, содержит три элемента. Первый элемент (одна или две буквы) обозначает подкласс конденсатора:

К – конденсатор постоянной емкости; КТ – конденсатор подстроечный; КП – конденсатор переменной емкости; КН – нелинейный; КС – конденсаторные сборки. Второй элемент – число, обозначающее группу конденсаторов (табл. 1.4).

Третий элемент – порядковый номер разработки конкретного типа конденсатора.

В состав второго и третьего элементов в отдельных случаях может входить также буквенное обозначение.

Таблица 1.4. Условное обозначение групп конденсаторов

Подкласс конденсаторов	Группа конденсаторов	Обозначение группы
Конденсаторы постоянной емкости	Керамические на номинальное напряжение ниже 1600 В	10
	Керамические на номинальное напряжение 1600 В и выше	15
	Стекланные	21
	Стеклокерамические	22
	Тонкопленочные	26
	Слюдяные малой мощности	31
	Слюдяные большой мощности	32
	Бумажные на номинальное напряжение ниже 2 кВ фольговые	40
	Бумажные на номинальное напряжение 2 кВ и выше фольговые	41
	Бумажные металлизированные	42
	Оксидно-электрические алюминиевые	50
	Оксидно-электролитические танталовые, инобиевые и др.	51
	Объемнопористые	52
	Оксидно-полупроводниковые	53
	С двойным электрическим слоем (ионисторы)	58
	Воздушные	60
	Вакуумные	61
	Полистирольные	71
	Фторопластовые	72
	Полиэтилентерефталатные	73
Комбинированные	75	
Лакопленочные	76	
Поликарбонатные	77	
Полипропиленовые	78	
Подстроечные конденсаторы	Вакуумные	1
	Воздушные	2
	С газообразным диэлектриком	3
	С твердым диэлектриком	4
Конденсаторы переменной емкости	Вакуумные	1
	Воздушные	2
	С газообразным диэлектриком	3
	С твердым диэлектриком	4
Нелинейные конденсаторы	Вариконды	1
	Термоконденсаторы	2
Конденсаторные сборки	—	—

Для старых типов конденсаторов в основу условных обозначений брались конструктивные, технологические, эксплуатационные и другие признаки (например: КД – конденсаторы дисковые; ФТ – фторопластовые теплостойкие; КТП – конденсаторы трубчатые проходные).

Полное условное обозначение устанавливается в документе на поставку

конденсаторов, и оно должно состоять из следующих элементов:

Первый элемент – обозначение подкласса и группы.

Второй элемент – обозначение основных параметров и характеристик в следующей последовательности: конструктивное исполнение, номинальное напряжение, номинальная емкость, допускаемое отклонение емкости, группа и класс по температурной стабильности емкости, номинальная реактивная мощность.

Третий элемент – обозначение климатического исполнения.

Четвертый элемент – обозначение документа на поставку.

Пример. Полное условное обозначение комбинированного конденсатора постоянной емкости (K75) с порядковым номером разработки 10 на номинальное напряжение 250 В, номинальной емкостью 0,47 мкФ и допускаемым отклонением $\pm 5\%$, всеклиматического исполнения (В), поставляемого по ... ТУ:

K75-10-250В – 0,47 мкФ $\pm 5\%$ – В...ТУ.

Маркировка конденсаторов может быть буквенно-цифровая, содержащая сокращенное обозначение конденсатора (его тип), номинальное напряжение, емкость, допустимое отклонение емкости от номинальной в процентах, группу ТКЕ, месяц и год выпуска (также может быть марка завода-изготовителя), либо цветовая. Буквенно-цифровая маркировка производится на конденсаторах достаточно большого размера.

Если конденсатор определенного типа выпускается только одного класса точности, то допуск не маркируют. Группу ТКЕ указывают на слюдяных конденсаторах и некоторых других типах конденсаторов. Для маркировки конденсаторов применяются обозначения, установленные ГОСТ 11076-69 (СТ СЭВ 1810-79). В зависимости от размеров конденсатора применяются полные или сокращенные (кодированные) обозначения. Незащищенные конденсаторы не маркируются, а их характеристики указаны на упаковке.

Полное обозначение номинальных емкостей состоит из цифрового значения номинальной емкости и обозначения единицы измерения (пФ – пикофарады, мкФ – микрофарады, Ф – фарады).

Кодированное обозначение номинальных емкостей состоит из трех или четырех знаков, включающих две или три цифры и букву. Буква кода обозначает множитель, составляющий значение емкости, и определяет положение запятой десятичной дроби. Номинальную емкость от 0 до 999 пФ выражают в пикофарадах, с обозначением единицы измерения буквой *p*; от 1000 до 999999 пФ – в нанофарадах, с обозначением буквой *n* (1 нФ = 1000 пФ); от 1 до 999 – в микрофарадах, с обозначением μ (1 мкФ = 1000 нФ); от 1000 до 999999 мкФ – в миллифарадах, с обозначением *m* (1 мФ = 1000 мкФ), а более этого значения – в фарадах, с обозначением буквой *F*, и т.д. Например, 150 пФ – 150*p*, или *n*15; 2,2 мкФ – 2*μ*2.

Допускаемое отклонение емкости в процентах от номинального значения указывают теми же буквами, что и допуски на сопротивление (табл. 1.5). Отклонение в значениях параметра, принятое для конденсаторов малой емкости, обозначают *B* ($\pm 0,1$ пФ), *C* ($\pm 0,25$ пФ), *D* ($\pm 0,5$ пФ), *F* (± 1 пФ).

Таблица 1.5. Допускаемые отклонения емкости от номинального значения и их кодированные обозначения

Допускаемое отклонение. %	Код	Допускаемое отклонение. %	Код	Допускаемое отклонение. %	Код
±0,001	<i>E</i> –	±1	<i>F</i> (P)	–20...+50	<i>S</i> (Б)
±0,002	<i>L</i> –	±2	<i>G</i> (Л)	–20...+80	<i>Z</i> (А)
±0,005	<i>R</i> –	±5	<i>J</i> (И)	+100	– (Я)
±0,01	<i>P</i> –	±10	<i>K</i> (С)		
±0,02	<i>U</i> –	±20	<i>M</i> (В)	Допускаемое отклонение, пФ	Код
±0,05	<i>X</i> –	±30	<i>N</i> (Ф)	±0,1	<i>B</i>
±0,1	<i>B</i> (Ж)	–10...+30	—	±0,25	<i>C</i>
±0,25	<i>C</i> (У)	–10...+50	<i>T</i> (О)	±0,5	<i>D</i>
±0,5	<i>D</i> (Д)	–10...+100	<i>Y</i> (Ю)	±1	<i>F</i>

После буквы допускаемого отклонения емкости в маркировке конденсатора может присутствовать буквенный код группы по температурному коэффициенту емкости ТКЕ и (или) номинального напряжения (табл. 1.6).

Таблица 1.6. Номинальные напряжения и их кодированные обозначения

Номинальное напряжение, В	Код	Номинальное напряжение, В	Код	Номинальное напряжение, 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 образом, сокращенная буквенно-цифровая маркировка на конденсаторе 33 *pKL* обозначает номинальную емкость 33 пФ с допускаемым отклонением ±10% и температурной нестабильностью группы М75(75×10⁻⁶°С⁻¹) Надпись *m10SF* означает 100 мкФ с допуском 20...50 % на 20 В.

Коммутационные устройства с магнитным управлением

Коммутационные устройства (КУ) представляют собой изделия РЭА, обладающие свойством замыкать (размыкать) электрические цепи за счет изменения электрического сопротивления контактов. В замкнутом состоянии контакты имеют очень малое сопротивление (близкое к нулю), в разомкнутом – большое (десятки – сотни МОм).

КУ предназначены для замыкания (размыкания) электрических цепей в устройствах автоматики и телемеханики, сигнализации, контроля и защиты, распределения энергии, в системах связи и передачи информации, в бытовой радиоаппаратуре и в других многочисленных системах и устройствах.

КУ можно разделить на два больших класса: с магнитным и механическим управлением. К КУ с магнитным управлением относятся электромагнитные реле и магнитоуправляемые герметические контакты (герконы). К КУ с механическим управлением отнесены микропереключатели и коммутационные изделия с ручным управлением. К КУ с ручным управлением относятся кнопки и переключатели.

Общими параметрами КУ являются: чувствительность (минимальная величина энергии, при которой происходит скачкообразное изменение сопротивления контактов); время срабатывания; коммутируемая мощность, напряжение и ток; электрическое сопротивление контактов; максимальное число коммутаций; диапазон внешних условий (температура, влажность, давление); масса, габаритные размеры и др.

Электромагнитными реле (ЭМР) называются элементы РЭА, предназначенные для скачкообразного управления электрическими цепями.

ЭМР состоят из трех основных частей: электромагнита (катушки с сердечником), преобразующего энергию электрического поля в энергию магнитного поля; якоря с противодействующей пружиной для преобразования энергии магнитного поля в механическую энергию перемещения якоря и подвижных контактов; электрических контактов, осуществляющих включение (выключение) электрических цепей.

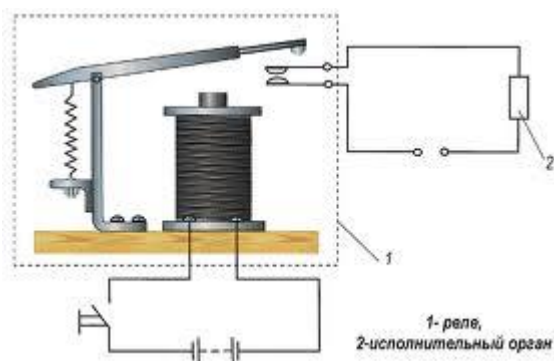


Рис.1.2. Конструкция электромагнитного реле

Основными параметрами ЭМР являются:

- Ток (напряжение) срабатывания $I_{ср}$ ($U_{ср}$) – минимальный ток (напряжение), поданный в катушку ЭМР, при котором происходит замыкание (размыкание) его контактов.
- Ток (напряжение) отпускания $I_{отп}$ ($U_{отп}$) – максимальный ток (напряжение) в катушке ЭМР, при котором происходит возвращение контактов в исходное положение. Ток (напряжение) отпускания меньше тока (напряжения) срабатывания.
- Рабочий ток (напряжение) $I_{раб}$ ($U_{раб}$) – ток (напряжение) в обмотке реле, при котором происходит надежное удержание контактов после срабатывания при изменении условий эксплуатации в заданных пределах. Рабочий ток (напряжение) больше тока (напряжения) срабатывания.

- *Время срабатывания $t_{\text{ср}}$* – промежуток времени от момента подачи напряжения на обмотку реле до первого касания замыкающим контактом неподвижного контакта.
- *Время отпускания $t_{\text{отп}}$* – промежуток времени от момента снятия напряжения с обмотки реле до момента полного отпадания якоря электромагнита и первого касания (замыкания) размыкающего контакта.
- *Сопротивление обмотки реле постоянному току $R_{\text{обм}}$.*
- *Сопротивление электрических контактов $R_{\text{к}}$.*
- *Максимальная коммутируемая мощность.*
- *Диапазон коммутируемых токов.*
- *Диапазон коммутируемых напряжений.*
- *Диапазон частот коммутируемых напряжений ΔF .*
- *Максимальное число коммутаций.*
- *Время непрерывного нахождения обмотки реле под током.*
- *Интервал температур, атмосферного давления, относительная влажность.*
- *Вибропрочность и виброустойчивость* – способность реле выдерживать вибрации в определенном диапазоне частот с определенной амплитудой и ускорением.
- *Ударная прочность* – способность реле выдерживать одиночные и многократные удары с определенным ускорением.
- *Срок службы и хранения.*

Классификация реле производится по назначению, мощности управления, по времени срабатывания и другим признакам.

По назначению различают: пусковое реле, которое включается обычно с пультов управления с помощью кнопок; максимальное реле, предназначенное для отключения управляемой цепи при превышении напряжения (тока) в этой цепи больше заданного значения; минимальное реле, предназначенное для отключения управляемой цепи при уменьшении напряжения (тока) в этой цепи ниже заданного значения; реле времени, предназначенное для создания необходимой выдержки времени, после истечения которой должно происходить включение (выключение) управляемой цепи.

По мощности коммутации различают реле:

- малой мощности – $P < 1$ Вт;
- средней мощности – $P = 1 \dots 10$ Вт;
- большой мощности – $P > 10$ Вт.

По времени срабатывания классификация реле следующая:

- безынерционное – $t_{\text{ср}} < 1$ мс;
- быстродействующее – $t_{\text{ср}} = 5 \dots 50$ мс;
- нормальное – $t_{\text{ср}} = 50 \dots 150$ мс;
- замедленное – $t_{\text{ср}} = 150 \dots 1000$ мс.

По принципу действия различают реле постоянного тока, срабатывание которого не зависит от направления тока в обмотке, и поляризованное реле, для срабатывания которого ток через обмотку должен протекать в определенном направлении.

Реле постоянного тока двухпозиционные. Поляризованные реле могут быть как двухпозиционными, так и трехпозиционными. У некоторых двухпозиционных поляризованных реле подвижный контакт после снятия напряжения с обмотки может остаться в безразличном положении, у других – в определенном положении. В трехпозиционных поляризованных реле подвижный контакт после снятия напряжения с обмотки остается в нейтральном положении.

Реле может быть одностабильным и двухстабильным. Одностабильное реле, изменив свое состояние после подачи напряжения на обмотку, возвращается в прежнее положение при снятии напряжения. Двухстабильное реле, изменив свое состояние после отключения напряжения, не возвращается в прежнее положение.

По числу обмоток различают реле с одной, двумя или большим числом обмоток.

По числу контактов и контактных групп различают реле с одной, двумя или большим числом групп.

По виду контактов реле классифицируют следующим образом: с замыкающими, размыкающими и переключающими контактами, а также с сочетанием размыкающих, замыкающих и переключающих контактов.

Конструктивное исполнение реле может быть следующим: завальцованное, герметичное, негерметичное, открытое, зачехленное, пылебрызгозащищенное, с герметизированными контактами, герконовое (с герметичными контактами).

К малогабаритным реле относятся реле, приспособленные для крепления на печатных платах, имеющие малый вес и габариты. В справочник включены реле, у которых геометрические размеры не превышают 50 мм, рабочее напряжение менее 60 В и масса меньше 100 г.

Параметры реле указываются в паспорте. Номера паспортов включают несколько групп знаков (букв и цифр). Первая группа включает набор букв или букв и цифр (например, РФО, РС4, КЩ4, ДЛТ4 и т. д.), вторая и третья группы включают трехзначное число. Пример паспорта реле – РС4.590.059. У некоторых реле имеется четвертая группа знаков, состоящая из двух цифр (например, РС4.590.059-01).

Каждый тип реле имеет ряд типонаименований, отличающихся друг от друга электрическими параметрами. Что касается условий эксплуатации, конструктивного исполнения и массы, то у одного и того же типа реле они одинаковые. Способы крепления реле одного и того же типа могут быть различными.

На корпусе реле указывается тип реле, номер паспорта, год изготовления, схема контактной группы.

Ход работы

1. Разделить компоненты на группы по внешним признакам.
2. Для постоянных резисторов, используя справочник, определить номинальное сопротивление, допуск, мощность рассеивания, ТКС, предельное рабочее напряжение, область применения. Используя омметр измерить реальное сопротивление, определить находится ли полученное значение в пределах указанного допуска.
3. Для конденсаторов, при помощи справочника, определить тип, номинальную емкость, допуск, предельное рабочее напряжение, ТКЕ.
4. Для электромагнитных реле определить тип, схему подключения, сопротивление обмотки, рабочее напряжение (ток), напряжение (ток) срабатывания, время срабатывания, сопротивление замкнутых контактов. При помощи омметра проверить сопротивление обмотки.
5. Для переменных резисторов определить тип, номинальное сопротивление, мощность рассеивания, предельное рабочее напряжение, ТКС, уровень шума перемещения, износостойчивость. Используя омметр и градуированную шкалу определить зависимость сопротивления от угла поворота подвижного механизма, данные занести в табл.1.7. По полученным результатам построить зависимость $r' = f(\alpha')$ для каждого резистора и определить тип функциональной характеристики.

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

где R – сопротивление резистора соответствующее определенному положению движка;

R_{Π} – полное сопротивление резистора.

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

где α – угол поворота движка резистора;

α_{Π} – угол соответствующий полному сопротивлению резистора.

Таблица 1.7. Для снятия функциональной характеристики переменного резистора

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