

«Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов»

Материалы курса



Тема 6. МАРКИРОВКА И ПРОВЕРКА РЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРИ МОНТАЖЕ РЭА

Радиоэлементы (радиодетали) – это электронные компоненты, собранные в составные части цифрового и аналогового оборудования.

По способу монтажа подразделяются на элементы *поверхностного монтажа* и *выводного монтажа*.

Поверхностный монтаж – это монтаж, при котором на монтажные контактные площадки плат наносят слой паяльной пасты, затем устанавливают радиоэлементы с планарными выводами и осуществляют их пайку оплавлением на установке групповой пайки (печи).

Выводной монтаж (навесной) – способ монтажа радиоэлементов, при котором их устанавливают выводами в монтажные отверстия печатной платы и осуществляют ручную пайку, либо механизированную пайку волной расплавленного припоя. Этот способ осуществляется при эксплуатации устройства пайки и лужения волной расплавленного припоя.

Маркировка резисторов для выводного монтажа (ГОСТ 28883-90).

Цветовой код применяется для обозначения номинального сопротивления, допускаемого отклонения и температурного коэффициента (при необходимости). На корпус резистора наносят полосы. Каждая полоска может соответствовать значимой цифре, множителю, допускаемому отклонению или температурному коэффициенту.

Первая полоса наносится у края резистора. Остальные полосы размещают так, чтобы первую полосу можно было безошибочно определить. Также стоит учитывать, что золотая и серебряная полосы не могут быть первыми, то есть если одна из них присутствует сбоку – значит, следует считать что это последняя полоска. Количество полос может быть от 4 до 6. Наиболее

распространённым вариантом цветовой маркировки резисторов является нанесение четырёх или пяти полос на корпус в виде колец. Также в редких случаях таких полос может быть шесть.

4 полосы

Первая и вторая полосы указывают на цифры от 0 до 9 каждая. Третья полоска указывает на множитель, он может быть от 0,01 до 1000000000. Четвёртая полоска указывает на точность (например, 5%).

5 полосок.

Первая, вторая и третья указывают на цифры от 0 до 9. Четвертая говорит нам о множителе. Пятая о точности.

6 полосок

Первая, вторая и третья, как и ранее, говорят нам про цифры от 0 до 9. Четвёртая о множителе, пятая о точности. Шестая полоска указывает на температурный коэффициент.

При пяти и шести полосках номиналы резисторов начинаются с 1 Ом, а при четырех полосках номиналы могут быть от 0,1 Ом.

Таблица значений полос

Таблица значений цветов колец

Цвет	Значимая цифра	Множитель	Допуск, %	Температурный коэффициент сопротивления, $10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$
Серебрянный	-	10^{-2}	± 10	-
Золотой	-	10^{-1}	± 5	-
Черный	0	1	-	± 250
Коричневый	1	10	± 1	± 100
Красный	2	10^2	± 2	± 50
Оранжевый	3	10^3	-	± 15
Желтый	4	10^4	-	± 25
Зеленый	5	10^5	$\pm 0,5$	± 20
Голубой	6	10^6	$\pm 0,25$	± 10
Фиолетовый	7	10^7	$\pm 0,1$	± 5

Цвет	Значимая цифра	Множитель	Допуск, %	Температурный коэффициент сопротивления, $10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}$
Серый	8	10^8	-	± 1
Белый	9	10^9	-	-
Без окраски	-	-	± 20	-

Маркировка резисторов поверхностного монтажа с 3 и 4 цифрами

Цифровая маркировка. В этой системе первые две или три цифры обозначают численное значение сопротивления (*номинал*) резистора, а последняя цифра показатель множителя. Эта последняя цифра указывает степень, в которую необходимо возвести *10*, чтобы получить окончательный множитель.

Погрешность резисторов с маркировкой из *трех* цифр составляет 5%, погрешность резисторов с маркировкой из *четырёх* цифр – 1%.

маркировка 3 цифрами

числовое значение — 3

множитель — 1

СОПРОТИВЛЕНИЕ = $31 \cdot 10^2 = 3100 \text{ Ом}$

маркировка 4 цифрами



числовое значение

множитель

$$\text{СОПРОТИВЛЕНИЕ} = 792 \cdot 10^0 = 792 \text{ Ом}$$

Пример:

$450 = 45 \times 10^0$ равно 45 Ом;

$273 = 27 \times 10^3$ равно 27000 Ом (27 кОм);

$7992 = 799 \times 10^2$ равно 79900 Ом (79,9 кОм);

$1733 = 173 \times 10^3$ равно 173000 Ом (173 кОм).

Буквенно-цифровая явная. Буква «R» используется для указания положения десятичной точки для значений сопротивления ниже 10 Ом. Таким образом, 0R5 = 0,5 Ом и 0R01 = 0,01 Ом.

маркировка меньше 10 Ом



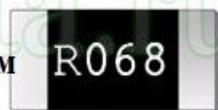
0Ω Ом



2.3 Ом



0.382 Ом



0.068

Ом

Так же в маркировке могут применяться другие буквы: «*K*» – обозначает значение резистора в *КилоОмах*, «*M*» – обозначает значение резистора в *МегаОмах*.

ПРИНЦИПЫ НАНЕСЕНИЯ ЦВЕТОВОЙ МАРКИРОВКИ ВЫВОДНЫХ РЕЗИСТОРОВ.

Определяем параметры резистора по цветовой маркировке



Резистор – это пассивный элемент электрической цепи, обладающий определённым значением электрического сопротивления.

Резистор является крайне распространённым элементом электронной аппаратуры и характеризуется (в первую очередь): величиной сопротивления, номинальной мощностью и допуском отклонения от приведённого номинала.

Промышленностью выпускаются резисторы различных номиналов в широком диапазоне сопротивлений: от 0,01Ом до 1ГОм, однако при изготовлении массовых изделий величину сопротивления в основном выбирают исходя из ряда:

◆ 10; ◆ 11; ◆ 12; ◆ 13; ◆ 15; ◆ 16; ◆ 18; ◆ 20; ◆ 22; ◆ 24; ◆ 27; ◆ 30; ◆ 33; ◆ 36; ◆ 39; ◆ 43; ◆ 47; ◆ 51; ◆ 56; ◆ 62; ◆ 68; ◆ 75; ◆ 82; ◆ 91.

Нужное числовое значение сопротивления получают путём деления или умножения этих значений на число кратное 10.

Сопротивление резисторов измеряется в омах (Ом), килоомах (кОм, $1\text{кОм} = 1000\text{ Ом}$) и мегаомах (МОм, $1\text{МОм} = 1000\text{ кОм} = 1000000\text{ Ом}$).

Начнём с наиболее распространённых – **выводных резисторов с цветовой маркировкой в виде 4 или 5 цветных колец (полосатиков)**. Значение сопротивления таких элементов указывается на корпусе резистора в виде кода с использованием цветовой маркировки.

На рисунке Рис.1 приведены резисторы двух видов: маркированные четырьмя кольцами и резисторы (как правило, с низким параметром допуска погрешности), маркированные пятью цветовыми кольцами.

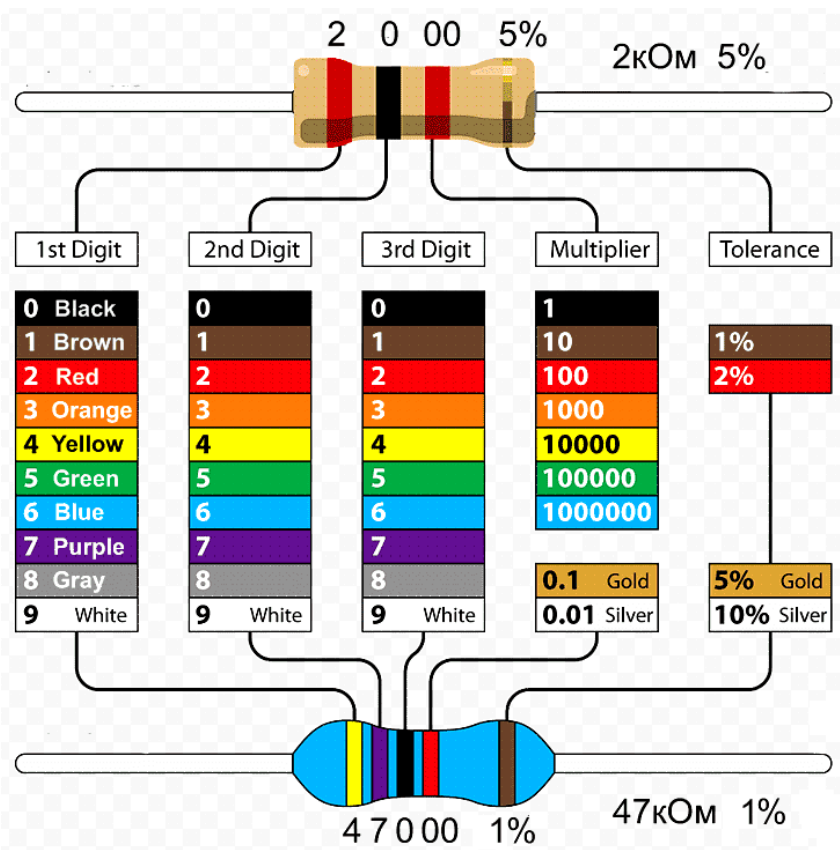


Рис.1 Цветовая маркировка резисторов с 4 кольцами (сверху) и 5 кольцами (снизу)

Для резисторов с **четырьмя** кольцами – первые два обозначают величину сопротивления в Омах, третье кольцо является десятичным множителем, а четвертое обозначает возможное % отклонение от номинала.

Для резисторов с **пятью** кольцами – первые три обозначают величину сопротивления в Омах, четвертое кольцо является десятичным множителем, а пятое обозначает возможное % отклонение от номинала.

Иногда попадаются элементы и с **тремя полосами**, тогда: первые два цвета – это первые цифры номинала, а третий цвет – множитель. Величина допуска таких резисторов всегда $\pm 20\%$.

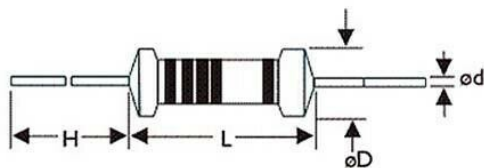
Для резисторов с **шестью кольцами** нужно использовать рисунок для элементов с пятью кольцами, но учесть шестую цветную полосу, которая обозначает температурный коэффициент сопротивления (ТКС), а каждый цвет имеет своё значение:

- | | | | | |
|---|------------|---|-----|---------|
| • | Коричневый | = | 100 | ppm/°C; |
| • | Красный | = | 50 | ppm/°C; |
| • | Жёлтый | = | 25 | ppm/°C; |
| • | Оранжевый | = | 15 | ppm/°C; |
| • | Синий | = | 10 | ppm/°C; |
| • | Фиолетовый | = | 5 | ppm/°C; |
| • | Белый | = | 1 | ppm/°C. |

Как правило, маркировочные полосы сдвинуты в одну сторону (в сторону первого кольца), и чтение их выполняют слева направо. В том случае, если размер резистора мал и кольца заполняют равномерно всю поверхность резистора, то первую полосу делают несколько шире, чем все остальные.

Если и это условие не соблюдается, то можно воспользоваться правилом – начало маркировки никогда не начинается с чёрного, золотистого и серебристого цветов.

На Рис.2 приведена оценочная зависимость мощности полосатых выводных резисторов исходя из их габаритных размеров.



Units: mm

	L	ΦD	H	Φd
1/8W	3.4±0.3	1.9±0.2	28±2.0	0.5±0.05
1/4W	6.3±0.5	2.4±0.2	28±2.0	0.6±0.05
1/2W	9.0±0.5	3.3±0.3	26±2.0	0.6±0.05
1W	11.5±1	4.5±0.5	35±2.0	0.8±0.05
2W	15.5±1	5.0±0.5	33±2.0	0.8±0.05
3W	17.5±1	6.0±0.5	35±2.0	0.8±0.05
5W	24.5±1	8.5±0.5	38±2.0	0.8±0.05

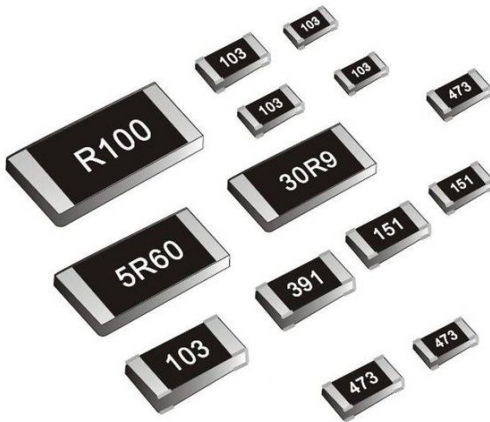
Рис.2 Габариты выводных резисторов с цветовой маркировкой различной мощности

Рассмотрим принципы нанесения трёх и четырёхзначной цифровой маркировки SMD резисторов в виде цифр, либо цифр и буквы (маркировка EIA-96).

ПРИНЦИПЫ НАНЕСЕНИЯ ЦИФРОВОЙ МАРКИРОВКИ SMD РЕЗИСТОРОВ.

SMD-РЕЗИСТОР: ТАБЛИЦА ТИПОРАЗМЕРОВ И МОЩНОСТЕЙ. ОПРЕДЕЛЯЕМ ПАРАМЕТРЫ РЕЗИСТОРА ПО КОДУ

Мы рассмотрели методы определения параметров стандартных выводных резисторов с цветовой маркировкой.



SMD резисторы – это те же обычные постоянные резисторы, только предназначенные для сугубо поверхностного монтажа на печатную плату.

SMD резисторы могут быть различной формы, но в целом, они значительно меньше, чем их традиционные выводные аналоги.

Из-за малых размеров таких резисторов на них затруднительно нанести традиционные цветные полосы, поэтому был разработан цифровой способ маркировки, которая наносится на корпуса SMD элементов и состоит из трёх или четырёх цифр, либо из двух цифр и буквы (маркировка EIA-96).

При трёхзначной маркировке первые две цифры обозначают численную величину сопротивления в Омах, третья цифра определяет множитель. Множителем является число 10 возведённое в степень третьей цифры.

В качестве примера приведём простые расчёты:

- ♦ Маркировка – **240**: тогда $R = 22 \times 10^0$, что равняется 22 Ом;
- ♦ Маркировка – **273**: тогда $R = 27 \times 10^3$, что равняется 27000 Ом или 27 кОм.

Для номиналов сопротивлений ниже 10 Ом в маркировку вводится буква R, которая указывает положение десятичной точки в значении сопротивления резистора. Множитель в этом случае отсутствует.

Поясним

примерами:

- ◆ Маркировка – **5R6**: тогда $R = 5.6 \text{ Ом}$;
- ◆ Маркировка – **R12**: тогда $R = 0.12 \text{ Ом}$.

Как правило, допуск погрешности трёхзначных резисторов составляет 5%.

Для SMD резисторов с допуском погрешности 1% используется четырёхзначная цифровая маркировка. Здесь всё происходит по аналогии с трёхзначной маркировкой, только численную величину сопротивления в Омах обозначают первые 3 цифры, а четвёртая – это степень множителя, где множителем является число 10 возведённое в степень четвёртой цифры.

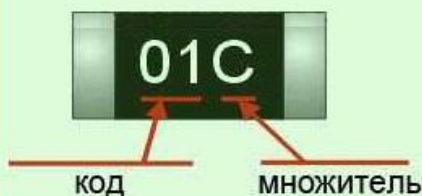
Для номиналов сопротивлений ниже 100 Ом в маркировку вводится буква R, которая указывает положение десятичной точки в значении сопротивления резистора. Множитель в этом случае также отсутствует. И опять немного примеров:

- ◆ Маркировка – **3301**: тогда $R = 330 \times 10^1$, что равняется 3300 Ом или 3.3 кОм ;
- ◆ Маркировка – **5R60**: тогда $R = 5.6 \text{ Ом}$.

Для SMD резисторов с допуском погрешности по сопротивлению в 1% также используется более компактная трёхзначная маркировка, соответствующая стандарту EIA-96.

Здесь первые две цифры представляют собой код, который даёт трёхзначное число сопротивления, а третий знак – это буква, которая определяет множитель (Рис.1).

SMD резисторы кодировка EIA-96



КОД	множитель
Z	0.001
Y or R	0.01
X or S	0.1
A	1
B or H	10
C	100
D	1000
E	10000
F	100000

код	знач.	код	знач.	код	знач.	код	знач.
01	100	25	178	49	316	73	562
02	102	26	182	50	324	74	576
03	105	27	187	51	332	75	590
04	107	28	191	52	340	76	604
05	110	29	196	53	348	77	619
06	113	30	200	54	357	78	634
07	115	31	205	55	365	79	649
08	118	32	210	56	374	80	665
09	121	33	215	57	383	81	681
10	124	34	221	58	392	82	698
11	127	35	226	59	402	83	715
12	130	36	232	60	412	84	732
13	133	37	237	61	422	85	750
14	137	38	243	62	432	86	768
15	140	39	249	63	442	87	787
16	143	40	255	64	453	88	806
17	147	41	261	65	464	89	825
18	150	42	267	66	475	90	845
19	154	43	274	67	487	91	866
20	158	44	280	68	499	92	887
21	162	45	287	69	511	93	909
22	165	46	294	70	523	94	931
23	169	47	301	71	536	95	953
24	174	48	309	72	549	96	976

Рис.1 Таблица кодировки SMD резисторов стандарта EIA-96

Приведём ещё пару примеров:

- ♦ Маркировка – **01Y**: тогда $R = 100 \times 0.01$, что равняется 1 Ом;
- ♦ Маркировка – **29B**: тогда $R = 196 \times 10$, что равняется 1.96 кОм.

Мощность SMD чип-резисторов можно определить исходя из их габаритных размеров и справочным данным, приведённым производителем. Пример таблицы такого соответствия приведён на Рис.2.

SMD Main Package

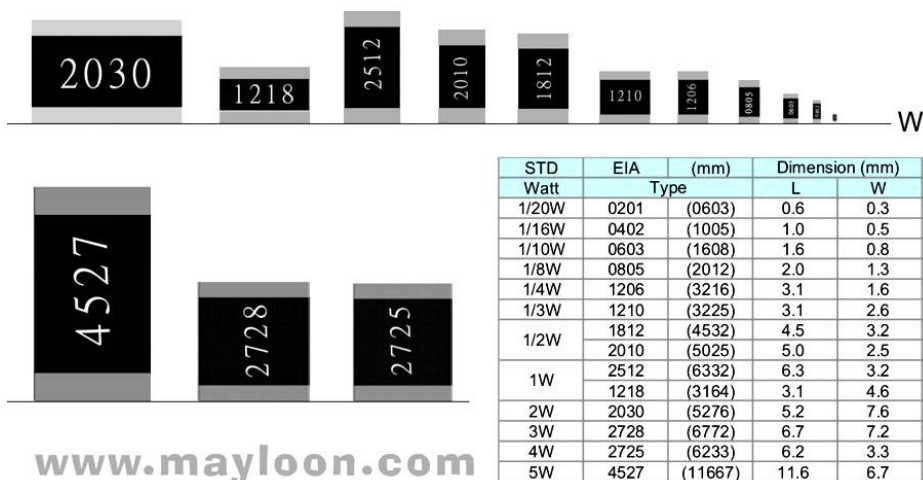
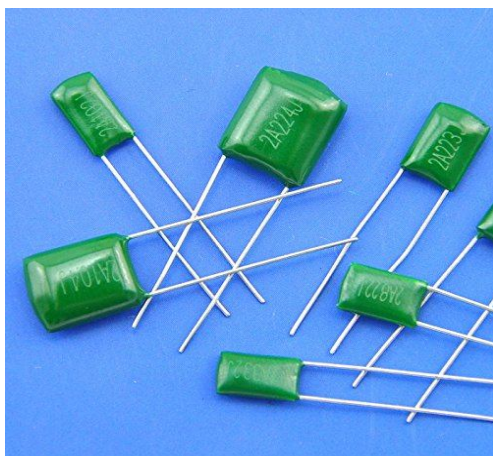


Рис.2 Таблица соответствия габаритных размеров SMD резисторов их мощности

ПАРАМЕТРЫ И МАРКИРОВКА ВЫВОДНЫХ И SMD КОНДЕНСАТОРОВ.

КАК РАСШИФРОВАТЬ БУКВЕННО-ЦИФРОВУЮ МАРКИРОВКУ КОНДЕНСАТОРА ПОСТОЯННОЙ ЁМКОСТИ И УЗНАТЬ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ?

МАРКИРОВКА РАБОЧЕГО НАПРЯЖЕНИЯ, ДОПУСКА ПОГРЕШНОСТИ НОМИНАЛА И ТЕМПЕРАТУРНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ЁМКОСТИ (ТКЕ) – ОПИСАНИЕ И ПРИМЕРЫ.



Начнём с определения номинала и прочих параметров конденсатора, при изготовлении которого использовались плёнка, керамика, тантал или слюда (Рис.1).

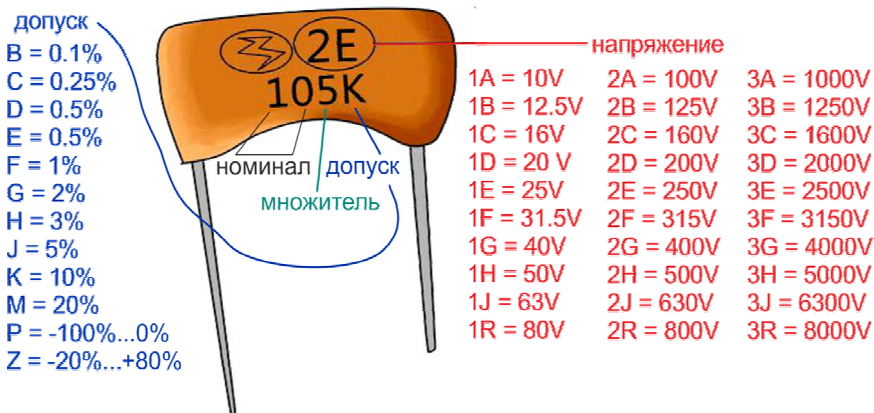


Рис.1 Вариант буквенно-цифровой маркировки конденсаторов

1. Номинал значения ёмкости – то, что должно присутствовать у каждого выводного конденсатора. В представленном на рисунке случае – это трёхзначное число **105**.

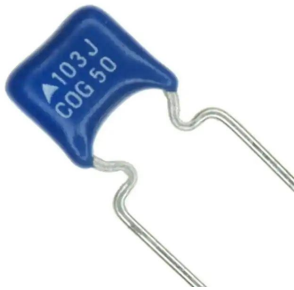
Первые две цифры здесь обозначают значение ёмкости в пикофарадах (пФ), а третья цифра — показатель степени по основанию 10, а другими словами, количество нулей, добавляемое к первым двум цифрам. В нашем случае: $105 = 10 \times 10^5 = 1\,000\,000$ нФ = 1 000 нФ = 1 МкФ. Напомним: 1 МкФ = 1 000 нФ = 1 000 0000 пФ, а 1 нФ = 1 000 пФ.

При обозначении конденсаторов ёмкостью менее 100 пФ, третья цифра, которая должна быть равна «0», может отсутствовать, т. е. обозначение: $22 \Rightarrow 220 = 22 \times 10^0 = 22$ нФ.

При маркировке конденсаторов ёмкостью менее 10 пФ в качестве последней цифры может быть «9», т. е. обозначение: $229 \Rightarrow 2p2 = 2.2$ нФ.

2. Допустимое отклонение ёмкости конденсатора — это буквенный символ, который может быть нанесён после обозначения номинала ёмкости. На Рис.1 это буква «К», которая соответствует допуску $\pm 10\%$.

3. Допустимое рабочее напряжение — также является крайне важным параметром конденсатора. Маркировка может быть нанесена как в явном виде, например, 100V, 200V и т. д. (в некоторых случаях, буква V опускается), так и при помощи цифрового кода, обозначение которого представлено на Рис.1 красным цветом. Расположение данного кода может находиться в любом месте корпуса конденсатора, в том числе и перед цифрами номинала.



4. ТКЕ конденсатора – это параметр, характеризующий относительное изменение ёмкости при изменении температуры окружающей среды. Маркировка, как правило, наносится на корпус под цифрами номинала конденсатора и содержит следующие обозначения:

NP0 или **COG** – используется в прецизионных цепях, а ёмкость практически не зависит от температуры (ТКЕ близок к нулю);
X7R – стабильный диэлектрик с умеренным ТКЕ (ёмкость изменяется на $\pm 15\%$ в диапазоне от -55° до $+125^\circ$);
Y5V или **Z5Y** – используется в цепях общего применения. Ёмкость может измениться на $+22\% \dots -82\%$ в диапазоне от -30° до $+85^\circ$.

На примере, изображённом выше: номинал конденсатора составляет величину $103 = 10 \times 10^3 = 10\ 000\ \text{нФ} = 10\ \text{нФ}$, допуск **J** $\Rightarrow \pm 5\%$, допустимое рабочее напряжение $\Rightarrow 50\ \text{V}$, а ТКЕ \Rightarrow **COG** соответствует минимальному температурному коэффициенту.

Переходим к вариантам **МАРКИРОВКИ SMD КОНДЕНСАТОРОВ**, предназначенных для поверхностного монтажа.

Как искать маркировку на мелком неполярном SMD конденсаторе?

И хотя существуют методы нанесения лазерной маркировки на самые малогабаритные элементы, в большинстве случаев – данной привилегии удостоиваются более крупные электролитические и танталовые конденсаторы. Опять же, благодаря современным технологиям, производитель может накрутить на маркировку такого элемента: и дату изготовления, и собственный логотип, и литеру бесвинцового исполнения, однако главной информацией, которая нас интересует, является всё ж таки – номинал ёмкости, допустимое рабочее напряжение и полярность включения (Рис.2).



Рис.2 *Варианты буквенно-цифровой маркировки SMD конденсаторов*

1. **Максимальное допустимое напряжение SMD конденсатора** может присутствовать как в явном виде (Рис.2 – на 4 изображении), так и в виде буквенного символа, который чаще всего находится перед обозначением номинала ёмкости, но может наноситься и после него. Сдобрим сказанное таблицей буквенных символов.

Маркировка рабочих напряжений полярных ЧИП конденсаторов

Маркировка	G	J	A	C	D	E	V	T
Напряжение, В	4	6,3	10	16	20	25	35	50

Перед буквенным символом могут ставиться цифры 1 или 2, указывающие на диапазон напряжений: 1 – для напряжений до 100 В, 2 – для напряжений 100...1000 В. Например: $1E \Rightarrow \text{это } 25 \text{ В}$, а $2E \Rightarrow \text{это } 250 \text{ В}$.

2. Номинал значения ёмкости может быть промаркирован в явном виде, т. е. в микрофарадах, но без указания размерности. Таким образом: число 470 соответствует ёмкости 470 МкФ, а число 1000 – соответствует 1000 МкФ.

Также номинал ёмкости может присутствовать в виде трёхзначного числа по аналогии с маркировкой выводных конденсаторов, уже рассмотренных нами выше. В данном случае – это экземпляры SMD конденсаторов, представленные на Рис.2 (2 и 4 изображения). Давайте вспомним пройденный материал.

1. Рис.2, 2-изображение: $476 = 47 \times 10^6 = 47\,000\,000 \text{ нФ} = 47 \text{ МкФ}$;
буква E \Rightarrow 25V
2. Рис.2, 4-изображение: $106 = 10 \times 10^6 = 10\,000\,000 \text{ нФ} = 10 \text{ МкФ}$;
явно задано 6.3V

Третий вариант указания номинала – цифро-буквенный, где буква соответствует показателю ёмкости, а цифра отображает множитель, а контретно количество нулей, добавляемое к показателю Рис.2 (1 и 3 изображения). Приведём ещё одну таблицу.

Соответствие буквенного кода маркировки ёмкости SMD конденсатора

Буква кода номинала	A	E	J	N	S	W
Ёмкость, пФ	1,0	1,5	2,2	3,3	4,7	6,8

Точно так же, как в предыдущем случае – перед обозначением номинала ёмкости может наноситься буквенный символ

максимально-допустимого напряжения SMD конденсатора.

И ещё пару примеров:

1. Рис.2, 1-изображение: $A7 \Rightarrow 1 \times 10^7 = 10\,000\,000\text{ нФ} = 10\text{ МкФ}$; *напр. не указано,*
2. Рис.2, 3-изображение: $CN5 \Rightarrow 3.3 \times 10^5 = 330\,000\text{ нФ} = 0.33\text{ МкФ}$; *буква C \Rightarrow 16V.*

Ну и под занавес приведу картинку, которая нам поможет определиться с полярностью подключения электролитических и танталовых SMD конденсаторов.

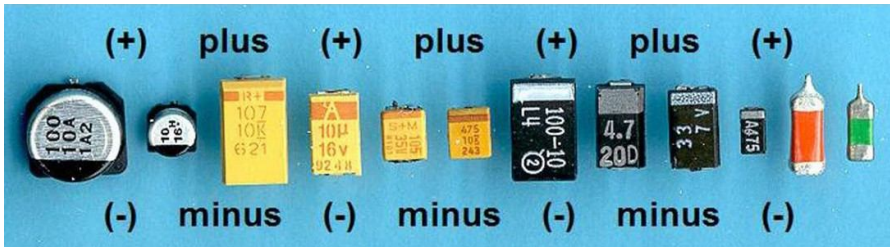


Рис.3 Различные виды SMD конденсаторов с обозначением полярности включения

ПРОВЕРКА РАДИОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ МОНТАЖЕ РЭА

Проверка представляет собой совокупность операций, производимых над объектом с целью изучения некоторого результата, по которому можно судить о состоянии его проверяемых элементов. Есть разные способы выполнения проверок элементов при монтаже РЭА.

На практике широко используются следующие способы:

- способ внешнего осмотра;
- способ промежуточных измерений;
- способ замены;
- табличный способ;
- способ характерного признака.

ЛИТЕРАТУРА

- Дригалкин В. В. Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники. 2-е издание, 2011. – 175 с.
- Нестеренко И. И. Маркировка радиоэлектронных компонентов. Карманный справочник. – М.: СОЛОН-Пресс, 2006. – 164 с: ил.
- Платт Ч. Электроника для начинающих: Пер. с англ. – 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 416 с.: ил.

Материалы предназначены для свободного ознакомления. Информация дается исключительно в образовательных целях. Статья 1274 ГК РФ «Свободное использование произведения в информационных, научных, учебных или культурных целях».

Список литературы и использованных источников

Дригалкин В. В. Школа начинающего радиолюбителя с учетом современной электроники. 2-е издание, 2011. – 175 с.

Журавлева Л. В. Электроматериаловедение : учебник для нач. проф. образования – 8 изд. – М.: Издат. центр «Академия», 2012. – 352 с.

Малышев А. С. Монтаж и ремонт радиоэлектронной аппаратуры : учеб. пособие – Томск: ТГУ, 2015. – 144 с.

Нестеренко И. И. Маркировка радиоэлектронных компонентов. Карманный справочник. – М.: СОЛОН-Пресс, 2006. – 164 с: ил.

Платт Ч. Электроника для начинающих: Пер. с англ. – 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 416 с.: ил.

Третьяков С. Д. Современные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры. Учебное пособие – СПб.: НИУ ИТМО, 2016. – 102 с.

Электронные образовательные ресурсы на сайте ООО «ПНОЦ» [<https://ноц59.рф/>]