

### **3. Пасивни елементи. Резистор, кондензатор, бобина. Основни параметри. Последователно и успоредно свързване на елементи. Измерване с цифров RLC измервателен уред и мултицет**

В електрониката се използват три вида пасивни елементи – **резистори, кондензатори и бобини.**

Основен параметър на **резисторите** е тяхното **съпротивление**. Произвеждат се резистори с номинална стойност от части от ома до няколко гигаома. Номиналната стойност на всеки резистор е означена на корпуса му, както и допустимото отклонение от нея, т. нар. **толеранс**, който се дава в %. Конструктивното оформление на резисторите зависи не от номиналната им стойност, а от допустимата **мощност**, която могат да разсейват. Отделената в тях топлина повишава температурата им, което води до увеличаване на съпротивлението. Това увеличение зависи от **температурния коефициент TCR** на резистора, който се дава от производителя.

Резисторите се делят на два типа - **постоянни** и **променливи**. Постоянните имат фиксирана от производителя стойност, докато променливите имат допълнителен извод, позволяващ настройка на стойността на съпротивлението от 0 до номиналната стойност – това са т.нар. **потенциометри**. В зависимост от начина на изменение на съпротивлението си потенциометрите се делят на **линейни (А)**, **логаритмични (В)** и **антилогаритмични (С)**.

**Кондензаторите** се характеризират с техния **капацитет, работно напрежение** и **ъгъл на загубите ( $\text{tg } \delta$ )**. Както и при резисторите, номиналната стойност на капацитета на кондензатора е означена на корпуса му и може да бъде от 1pF до стотина F. Освен нея са означени **толерансът** и **максималното работно напрежение**. Понякога производителите дават като допълнителен параметър **температурния коефициент (ТСС)**. Кондензаторите също се делят на **постоянни** и **променливи**. Постоянните имат фиксирана стойност, а променливите изменят стойността си в зависимост от механичното изместване на плочите им.

**Бобините** представляват навит проводник и се характеризират със своята **индуктивност**. Конструктивното им оформление може да бъде най-различно, но се определя най-вече от големината на индуктивността. Обикновено тя е между 1нН и 10Н и се определя не само от броя на навивките, но и от магнитните свойства на средата, в която се намира бобината ( желязна сърцевина, феритна чашка и др.). Използваният проводник има омово съпротивление, което до голяма степен определя **съпротивлението на загуби** на бобината, а от там и нейния **качествен фактор**. Обикновено производителите означават само номиналната стойност на индуктивността и **толеранса** на бобините, по-рядко – омовото им съпротивление.

Две или повече бобини, които имат обща магнитна сърцевина образуват **трансформатор**. Трансформаторите се характеризират с няколко параметъра, но най-важният е **коэффициентът на трансформация**  $n = w_2/w_1 = U_2/U_1 = I_1/I_2$ . Той се определя от съотношението на броя на намотките във вторичната страна ( $w_2$ ) към тези на първичната страна ( $w_1$ ). При  $n > 1$  трансформаторът е **повишаващ**, при  $n < 1$  – **понижаващ**, а при  $n = 1$  – **изолиращ**.

#### **Маркиране на пасивните елементи.**

Използват се два начина на маркиране на пасивните елементи – **буквено-цифрово означаване** и **цветен код** ( цветни ивици, пръстени или точки).

Стойността на постоянните резистори се задава в **омове**. При буквено-цифрово означаване **първата** буква в означението има следното значение :

- J, R, E, W - съпротивление в **омове**;
- k, K - съпротивление в **килоомове**;
- M - съпротивление в **мегаомове**;
- G, Г - съпротивление в **гигаомове**.

Когато **първата буква** в означението е пред или между цифрите тя играе роля и на **десетична точка**. Например  $1R2 = 1.2\Omega$ ,  $4k7 = 4.7k\Omega$  и т.н.

**Втората буква** в означението задава **толеранса** на резистора :

B - $\pm 0,1\%$	F - $\pm 1\%$	K - $\pm 10\%$
C - $\pm 0,25\%$	G - $\pm 2\%$	M - $\pm 20\%$
D - $\pm 0,5\%$	J - $\pm 5\%$	N - $\pm 30\%$

При **цветно кодиране** се използват **цветни пръстени или точки**, като броят им варира между 4 и 6. (Виж Приложението.)

При **4** цветни пръстена

При **5** цветни пръстена

1-ви пръстен - 1-ва цифра	1-ви пръстен - 1-ва цифра
2-ри пръстен - 2-ра цифра	2-ри пръстен - 2-ра цифра
3-ти пръстен - множител (брой нули)	3-ти пръстен - 3-та цифра
4-ти пръстен - толеранс	4-ти пръстен - множител
	5-ти пръстен - толеранс

При шест пръстена означаването е като при пет пръстена, а **шестият пръстен е TCR**.

Капацитетът на постоянните кондензатори се задава в **пикофаради**.

При буквено-цифрово означаване **първата буква** има следното значение:

- p, ПФ, П, J - капацитет в **пикофаради**;
- n, Н, k - капацитет в **нанофаради**;
- m, мкФ, М, mF - капацитет в **микрофаради**;
- m, G - капацитет в **милифаради**;
- F - капацитет във **фаради**.

Както и при резисторите **първата буква** играе роля и на **десетична точка**, например  $p22=0.22pF$ ,  $2n2=2.2nF$ ,  $4m7=4.7mF$ . **Втората буква** задава **толеранса** (както при резисторите). Допълнителните символи в означението не са стандартизирани и обикновено дават **работното напрежение**, **TCC** и др.

При **цветно кодиране** се използват от 3 до 6 **цветни ивици**, които означават :

1-ва ивица - 1-ва цифра	4-та ивица - толеранс
2-ра ивица - 2-ра цифра	5-та ивица - работно напрежение [V]
3-та ивица - множител	6-та ивица - TCC , $\times 10^{-6}/^{\circ}C$

При постоянните **бобини** индуктивността се задава в **микрохенри**, като буквено-цифрово означаване се използва по-рядко. **Цветното кодиране** се осъществява с **4 цветни пръстена**, като значението им е както при резисторите. Много често бобините конструктивно приличат на резистори, но тялото им има най-често **зелен цвят**.

Пасивните елементи от даден тип се групират в редове по **толеранс**, напр. E1 (1%), E2 (2%), E5 (5%), E10 (10%), E20 (20%) и др. Понякога се налага използването на елемент с номинална стойност, която не се покрива от никой ред или е трудно да бъде намерена. Тогава се прибегва до свързване на два или повече елемента така, че еквивалентната им стойност да бъде равна или близка

до търсената. Най-често за тази цел се използва **последователно** или **паралелно (успоредно)** свързване на елементи.

При последователно свързване на два резистора  $R_1$  и  $R_2$  еквивалентното съпротивление е  $R_{eq} = R_1 + R_2$ , а при паралелно свързване  $R_{eq} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$ .

При последователно свързване на два кондензатора  $C_1$  и  $C_2$  еквивалентният капацитет е  $C_{eq} = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$ , а при паралелно свързване  $C_{eq} = C_1 + C_2$ .

Последователно и паралелно свързване на бобини на практика не се използва.

Задачи.

Задача 1. Разпознаване и определяне на основните параметри на пасивни елементи.

За разпознаване се предлагат 7 елемента – 3 резистора, 3 кондензатора и 1 бобина. Резисторите и кондензаторите се различават по тип или по маркировка. Да се попълни табл.1. В първата графа се записва вида на елемента и неговата маркировка, например постоянен резистор 1к0J, или постоянен резистор с цветен код кафяво, черно, червено, златисто. Във втората графа се отбелязва номиналната стойност на елемента, например 1кΩ. В третата графа е толерансът, например 5%. Четвъртата графа е само за резистори и бобини, а петата – само за кондензатори. Когато мощността на резистора не е означена, тя се определя според габарита (геометричните размери) на резистора. Аналогично се попълва таблицата за кондензаторите и бобината.

Задача 2. Измерване на пасивни елементи.

За измерване на пасивни елементи се използват главно цифрови мултиметри и измервателни R,L,C - мостове. За намаляване грешките при измерване спазвайте следните препоръки :

1. Не пипайте с ръце едновременно двата края на измервания елемент в момента на измерване.

2. Проверете началното показание на прибора, когато към него не е свързан елемент за измерване. С получените данни коригирайте измерените стойности на изследваните елементи.

Бобината се изследва само с R,L,C - мост. С получените резултати се попълва табл.2.

Задача 3. Изследване на типа на променлив резистор.

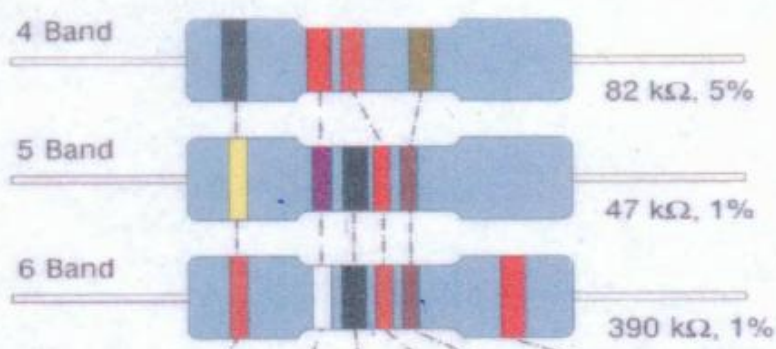
Използва се променлив резистор със скала. Определя се изводът на плъзгача. Да се снее и начертае зависимостта  $R = f(\alpha)$ , където  $\alpha$  е ъгъл отчитащ положението на плъзгача по скалата относно извода  $0^\circ$  на елемента. От получената графика се определя типа на променливия резистор – линеен (А), логаритмичен (В) или антилогаритмичен (С).

Елемент/маркировка	Номинална стойност	Толеранс [%]	$P_{max}$ [W]	$U_{max}$ [V]
Пост. резистор/				
Пост. резистор/				
Пром. резистор/				
Пост. кондензатор/				
Пост. кондензатор/				
Пром. кондензатор/				
Бобина/				

табл.1

Прибор Елемент/номин. стойност	Цифров мултиметър	R,L,C – мост
Пост. резистор/		
Пост. резистор/		
Пром. резистор/		
Пост. кондензатор/		
Пост. кондензатор/		
Пром. кондензатор/		
Бобина/		

табл.2



0	0	0	0.01	10%	
1	1	1	0.1	5%	
2	2	2	1	1%	100 ppm
3	3	3	10	2%	50 ppm
4	4	4	100	tolerance	15 ppm
5	5	5	1k		25 ppm
6	6	6	10k	0.5%	temperature coefficient
7	7	7	100k	0.25%	
8	8	8	1M	0.1%	
9	9	9	multiplier (Ω)		

significant figures