

## 1.2.1.ЕЛЕКТРОМОНТАЖ

↪ **Образователна цел** – придобиване на знания и умения за изчертаването на условните графични означения на градивните елементи, свързването им в електрическа схема, изисквания за изчертаване на принципни схеми и разчитането им.

↪ **теоретична обосновка**

### **Определения:**

**Схема** – документ, съдържащ символи на съставните елементи и частите на изделието и връзките им.

**Структурна схема** – схема, определяща основните части на обекта, тяхното предназначение и взаимни връзки.

**Функционална схема** – схема, разясняваща отделни процеси, които възникват в отделни функционални части на обекта или в обекта като цяло.

**Принципна схема** – схема, определяща пълния състав на елементите и връзките между тях и даваща детайлна представа за принципа на работа обекта.

**Еквивалентна схема** – схема, предназначена за анализ и пресмятане на параметрите (характеристиките) на функционалните части на обекта или на обекта като цяло.

**Схема на съединенията** – схема, показваща електрическите съединения на съставните части на обекта и определяща проводниците, кабелните снопове и кабелите, с които се осъществяват тези съединения, както и местата на тяхното присъединяване и въвеждане (клеми, съединители, проходни изолатори).

**Обща схема на съединенията** – схема определяща съставните части на комплекса и електрическите съединения между тях на мястото на експлоатация.

**Схема на включванията** – схема показваща външното свързване на обекта.

**Електрическа схема** – графичен конструкторски документ, на който с помощта графични означения са изобразени електрическите съставни части на обекта и връзките между тях.

**Елемент** – съставна част на обекта, която има самостоятелно графично означение и определено функционално предназначение.

**Линия за електрическа връзка** – линията на схемата, която показва пътя на преминаване на ток, сигнал и т.н.

### **Изисквания за графично оформяне на схемите**

Схемите се изработват без спазване на мащаб, а действителното разположение на съставните части на изделието не се взема в предвид или се отчита приблизително.

Графичните символи и линиите за връзка се разполагат на схемата по такъв начин, че да се осигури най-добра представа за структурата на изделието и взаимодействието на съставните му части.

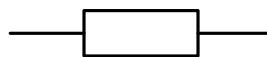
**Съставни части** на електронните схеми: Най-често съставните елементи на електронните схеми са: резистори, кондензатори, бобини, трансформатори, диоди, транзистори, тиристоры, релета, контакти, релета и др.

**Линии:** Линиите използвани за изчертаване на електрическа връзка и **условните графични означения (УГО)** изобразяващи различни съставни части в електрическите схеми са с еднаква дебелина.

**УГО:** Еднаквите УГО в схемата се чертаят с еднаква форма и размери.

**УСЛОВНИ ГРАФИЧНИ ОЗНАЧЕНИЯ**

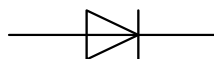
Резистор



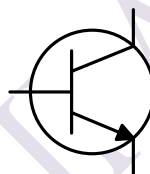
$R_i$

Кондензатор

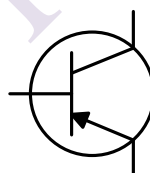
Диод



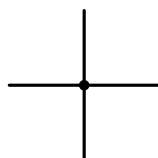
Транзистор NPN



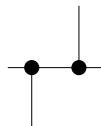
Транзистор PNP



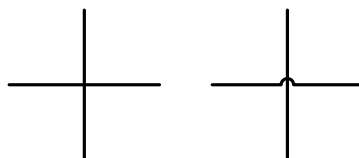
Съединяване на проводници (с електрическа връзка)



Разклонение на проводници (с електрическа връзка)



Пресичане на проводници без електрическа връзка.



Номерирането на елементите се извършва от ляво на дясно и от горе на долу, при изчертаването на електрическата схема.

### Основни понятия. Основни градивни елементи.

Градивните елементи от които се изработват електронните апаратури са: резистори, кондензатори, кварцови резонатори, бобини, трансформатори, дросели, диоди, транзистори, тиристори, интегрални схеми и др. Те се делят на пасивни и активни. Към пасивните градивни елементи се отнасят: резистори, кондензатори, кварцови резонатори, бобини и др. А към активните: транзистори, диоди, тиристори.

**Резистори** - Резисторите са едни от най-употребяваните елементи в радиоелектронните апаратури. Най-често те служат за понижаване на напрежението, за делители на напрежение, за изкуствен товар и т. н.

**Закон на Ом - ГОЛЕМИНАТА НА ТОКА Е ПРАВОПРОПОРЦИОНАЛНА НА НАПРЕЖЕНИЕТО И ОБРАТНО ПРОПОРЦИОНАЛНА НА СЪПРОТИВЛЕНИЕТО.**

$I$  – големина на тока,

$U$  – напрежение,

$R$  – съпротивление

Ето защо законът на Ом може да се запише:

$$I = \frac{U}{R} \quad U = I \cdot R \quad R = \frac{U}{I}$$

Използвани мерни единици за съпротивление са:  $\Omega$ ,  $k\Omega$ ,  $M\Omega$ . Основната мерна единица е Ом.

$1 k\Omega = 1000 \Omega$

$1 M\Omega = 1000 k\Omega = 1000 000 \Omega$

От формула  $R = \frac{U}{I}$  можем да изразим зависимостта с основните

мерни единици, на използваните величини:  $1 \Omega = \frac{1V}{1A}$

**Съпротивление на проводник:** Съпротивлението на проводник :

$$R = \rho \frac{l}{q}$$

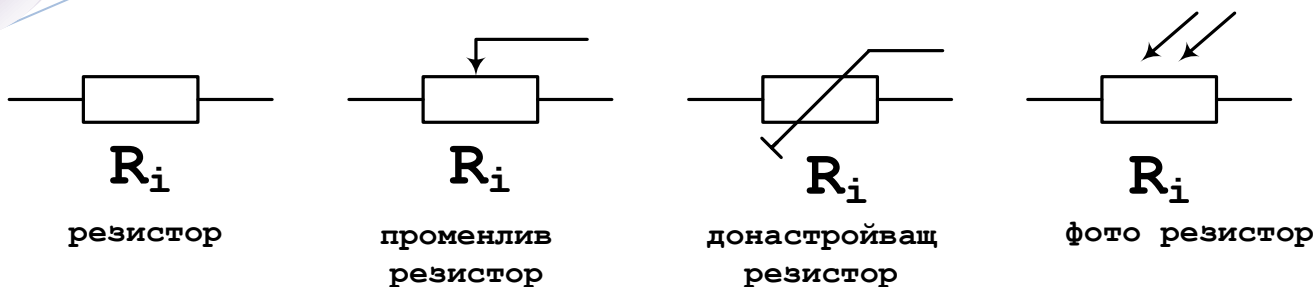
където:  $\rho$  – специфичното съпротивление на проводника (съпротивителния материал), ;

$l$  – неговата дължина, А;

$q$  – неговото напречно сечение,  $mm^2$ ;

**Основни параметри на резисторите:** номинално съпротивление; толеранс (допустимо отклонение от номиналната стойност); номинална мощност (разсейвана мощност); собствен капацитет; собствена индуктивност; собствени шумове; температурен коефициент на съпротивлението; пробивно напрежение; стабилност на съпротивлението и др.

Условното графично означение на резистор, общо означение е дадено на фиг. 1.:



фиг. 1 Условно графично означение на резистор -  $R_i$  - буквено-цифрово означение, където  $i$  е пореден номер на елемента в схемата

Номиналното съпротивление и толеранса трябва да бъдат обезателно обозначени върху резистора. При по-големите резистори се означава и тяхната номинална мощност.

а) Номинална стойност на съпротивлението  $R_n$ ,  $\Omega$ :

Номиналните стойности на съпротивлението на резистора са стандартизирани.

Разликата между две последователни стандартни стойности е приблизително равно на удвоения толеранс. Номиналната стойност е маркирана върху съпротивлението. Поради неизбежните случайни отклонения в качеството на използваните материали и в технологичните режими постигането на точното номинално съпротивление при всички резистори от една производствена серия е невъзможно.

б) Толеранс (допустимо отклонение на номиналната стойност-разликата между номиналното и действителното съпротивление), изразено в % по отношение на  $R_n$ , в %; (от  $\pm 0.1\%$  до  $\pm 30\%$ ).

в) Номинална разсейвана мощност  $P_n$  – максимално допустимата мощност, която резисторите могат да разсейват при определена температура на околната среда и при продължително натоварване с напрежение, не по-голямо от номиналното, във W; (от 0.05 W до 300 W и от 0.01 W до 500 W). Мощността, която се отделя от резистора във вид на топлина, може да се изчисли по формулата :

$$P = U \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R}$$

където:  $R$  – съпротивление на резистора,  $\Omega$ ;

$I$  – токът протичащ през него, A;

$U$  – напрежение в краищата му, V.

г) Пробивно напрежение (ел. якост), V.

Способността на резистора да устои на определено напрежение, без да настъпи пробив в изолацията му. Тя е отразена като максимално допустимото напрежение върху него. Напрежението върху резистора освен това не трябва да надвишава стойността, съответстваща на номиналната му мощност. За да се увеличи допустимото работно напрежение се прилага последователното свързване на два или няколко резистора.

д) Температурен коефициент на съпротивлението (ТКР) - изменение на съпротивлението при изменение на температурата с  $1^\circ\text{C}$ , отнесено към началната стойност на съпротивлението.

е) Изолационно съпротивление ( $R_{из}$ ) – съпротивлението, измерено между изводите, свързани нахъсо, и корпуса на резистора при дадена стойност на измерителното напрежение.

ж) Собствен капацитет и собствена индуктивност Това са паразитни параметри на резистора, които са нежелани, защото водят до възникване на резонансни явления, честотна

зависимост на съпротивлението и др. За тяхното намаляване се вземат специални мерки. При резисторите МЛТ-0.25W и 0.5W например активната съставна на съпротивлението се намалява с около 10% на 10MHz и около 3 пъти при 100MHz.

з) Собствени шумове - дължат се на топлинното хаотично движение на електроните в резистора и на случайните изменения в контактното съпротивление между отделните зърна на резистивния материал. Те се проявяват като малко паразитно ел. напрежение в краищата на резистора, което постоянно се колебае и смущава полезния сигнал. Отношението между шумовото напрежение и полезното напрежение на сигнала в резистора се нарича ниво на собствен шум.

#### **Класификация на резисторите.**

а) **Постоянни резистори** – резистори, чиято номинална стойност на съпротивлението е постоянна и не се изменя.

б) **Променливи резистори** – резистори, чиято номинална стойност на съпротивлението се изменя.

в) **Донастройващи резистори** – променливи резистори, чиято конструкция позволява изменение на съпротивлението в сравнително тесни граници за да настройка на дадено съпротивление.

г) **Терморезистори** – резистори, чиято номинална стойност на съпротивлението зависи от температурата им.

д) **Варистори** – резистори, чиято номинална стойност е в зависимост от приложното напрежение.

е) **Фоторезистори** – резистори, чиято номинална стойност на съпротивление е зависима от интензитета на светлината и нейното спектрално разпределение.

Според типа на токопроводящия елемент резисторите се разделят на въглеродослойни, металослойни, жични и композиционни.

Въглеродослойните, металослойните и композиционните резистори имат малки размери и маса, ниска себестойност и сравнително лесна технология на изработка. Те се използват при честоти до няколко мегахерца.

Жичните резистори имат относително по-големи размери и маса и се използват при сравнително ниски честоти поради по-големия си собствен капацитет и индуктивност. За всички видове резистори е важно да се знае граничната температура, при която могат да работят.

**Маркировката на резисторите** се извършва по следните правила. Маркировката на постоянните резистори, ако не е посочена друга в стандартите за отделните типове, се състои от наименованието или знака на производителя, номиналната мощност, кодираното означение на номинално съпротивление и допускат му, месеца и година на производство. На малогабаритни ( $L \leq 10\text{mm}$  и  $D \leq 5\text{mm}$ ) резистори се маркира само  $R_n$  и допускат им. За означаване номинално съпротивление и допускат на съпротивлението се използва буквен или цветен код. Буквеният код се състои от три или четири знака, съдържащи две цифри и една буква или три цифри и една буква. Кодът, съответстващ на една стойност, която съдържа две значещи цифри, се състои от три знака (напр. кодът, съответстващ на  $1500 \Omega$ , ще бъде 1K5), с изключение на кода, съответстващ на декадата от 100 до 999 за всеки даден коефициент на умножение. Буквите от кода заместват десетичната запетая, както показват примерите в табл. 2 (виж лекцията). С R – се кодират стойности от Ом, с K – кило Ом, с M – мега Ом.

таблица 1 –Примерни маркировки на резистори в буквено-цифров код, за номиналната стойност на съпротивлението и допустимите отклонения

Стойност на съпротивлението	Код на означение	Стойност на съпротивлението	Код на означени
$\Omega$		$\Omega$	
0.1	R10	3.32k	3K32
0.15	R15	33.2k	33K2
1.0	1R0	59.0k	59K
100	100 R	1M	1M0
1k	1K0	1.5M	1M5
10k	10K	10M	10M
150k	150K	100G	100G

таблица 2 - Кодове за маркиране на допустими отклонения

$\pm 0.1$	B
$\pm 0.25$	C
$\pm 0.5$	D
$\pm 1$	F
$\pm 2$	G
$\pm 5$	I
$\pm 10$	K
$\pm 20$	M
$\pm 30$	N

Буквеният код на стойностите на допуска (се изписват с букви на латиница, главни) е даден в табл. 2. Тези букви се поставят след стойностите на съпротивленията. Всяка допълнителна буква или цифра от кода трябва да фигурира след буквата, означава допуска, за да не се получи смесване с кода, означаващ стойностите и допуска.

**Пример:** Маркировката върху резистора, в редовете за стойност, е изписано:

а ) R15K , Каква е стойността на съпротивлението на резистора?

Отговор: 0.15  $\Omega$ ,  $\pm 10\%$ .

Цветният код се използва за означаване на стойностите от редовете E6, E12 и E24. Кодът се състои от цветни ленти (или точки), нанесени върху тялото на резистора. Първата лента е тази , която е разположена по-близо до единия край на резистора. Лентите трябва да бъдат разположени по такъв начин, че да не се получат грешки при тълкуване на означенията. Стойностите, означени с цветове са показани в табл.1.2.4.

Цвят	Пръстен или точки			
	1 цифра	2 цифра	3 брой на нулите	4 толеранс (допуска)
черен	-	0	-	-
кафяв	1	1	0	1%
червен	2	2	00	2%
оранжев	3	3	000	-
жълт	4	4	0000	-
зелен	5	5	00000	-
син	6	6	000000	-
виолетов	7	7	0000000	-
сив	8	8	-	-
бял	9	9	-	-
златист	-	-	-	5 %
сребрист	-	-	-	10 %
неоцветено	-	-	-	20 %

**Кондензатори** - Кондензаторите се използват за осъществяване на различни схеми на трептящи кръгове за ниски и високи честоти, за честотни и фазови коректори, като блокиращи и разделителни елементи, като постоянни и променливи капацитивни делители на напрежение, като пускови кондензатори при монофазни двигатели.



фиг. 2 – Условно графично означение на кондензатор -  $C_i$  - буквено-цифрово означение, където  $i$  е пореден номер на елемента в схемата

Кондензаторите се характеризират със следните основни данни: стойност на номиналния капацитет, допустими отклонения, изолационно съпротивление, диелектрична якост; температурен коефициент на капацитета, гранична работна температура, минимално допустимо атмосферно налягане при определено работно напрежение, допустима реактивна мощност, собствена индуктивност, механична якост и др. Върху основните свойства на кондензаторите и експлоатационната им сигурност главно влияние оказва качеството на диелектрика, поставен между електродите.

В зависимост от предназначението си, вида на диелектрика, режима на работа и т. н. кондензаторите могат да се класифицират по различен начин. Основна класификация е тази в зависимост от това, дали се изменя или не капацитетът им и съгласно нея те се делят на постоянни, променливи, полупроменливи.

Кондензаторите във всяка от тези групи се класифицират в зависимост от вида на диелектрика им:

Кондензатори с ограничен твърд диелектрик:

- а) хартиени;
- б) със синтетичен ограничен диелектрик (стирофлексни, полиетилентерефталатови и поликарбонатни) ;
- в) с течни диелектрици;

Кондензатори с неограничен твърд диелектрик:

- а) слюдени;
- б) керамични;
- в) електролитни;
- г) стъкленни, стиклоемайлн и стъклокерамични;

Кондензатори с оксиден диелектрик(електролитни).

Кондензатори с газообразен диелектрик:

- а) въздушни;
- б) газонапълнени;
- в) вакуумни;

Специални видове

Мерни единици за капацитета на кондензаторите са:

Основна единица е - F;

Производни единици:

$$mF = 1 \cdot 10^{-3} F;$$

$$\mu F = 1 \cdot 10^{-6} F;$$

$$nF = 1 \cdot 10^{-9} F;$$

$$pF = 1 \cdot 10^{-12} F;$$

**Маркировка-** Маркировката на кондензаторите се извършва по следните правила: допустимо е използването на цифров код за означаване стойностите на капацитетите (таблица 1.2.6.) и буквен код за означаване толерансите (допуска) на капацитетите (таблицата от резисторите) .

таблица 3 – примери на маркиране на кондензатори с буквено-цифров код

Стойност	Код	Стойност	Код
0.1pF	p10	100nF	100n
0.15pF	p15	150nF	150n
0,332pF	p332	332nF	332n
1,5pF	1p5	1.5μF	1μ5
1p	1p0	1μF	1μ0
100pF	100p	100μF	100μ
15nF	15n	150nF	15n

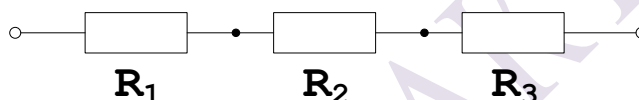


таблица 4 Кодова маркировка на номиналните работни напрежения на кондензаторите

U <sub>н</sub> ,V	Означение
25	1E
40	1G
50	1H
63	1J
100	2A
160	2C
250	2E
400	2G
500	2H
630	2J

### Схеми на свързвания

#### 1. Последователно свързване на резистори



фиг. 3 – последователно свързване на резистори

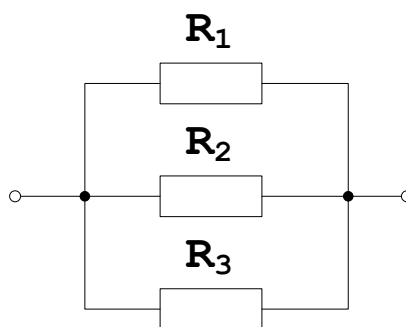
Еквивалентното съпротивление на  $n$  на брой последователно свързани резистори се намира по формулата:  $R_E = R_1 + R_2 + \dots + R_N$

За три резистора формулата може да се преобразува и се получава :

$$R_E = R_1 + R_2 + R_3$$

При това свързване се повишава общото съпротивление на веригата. Използува се при направата на резисторни делители на напрежение. Големината на тока през всички резистори е равен.

#### 2. Паралелно свързване на резистори

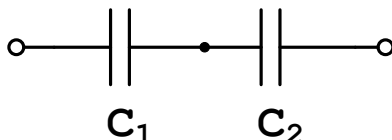


фиг. 4 – паралелно свързани резистори

Еквивалентното съпротивление на  $n$  на брой успоредно (паралелно) свързани резистори се намира по формулата:

$$\frac{1}{R_{екв}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}; \quad R_{екк} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3}$$

### 3. Последователно свързване на кондензатори



фиг. 5 Последователно свързване на кондензатори

Еквивалентното капацитет на n на брой последователно свързани кондензатори се

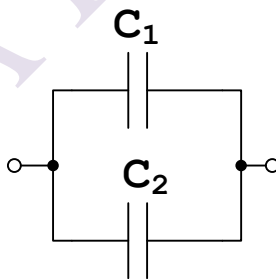
намира по формулата:  $\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$

За два кондензатора формулата може да се преобразува и се получава:

$$C_e = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

От формулите се вижда че капацитета на  $C_E$  се намалява. Схемата намира приложение за капацитивни делители на напрежение.

### 4. Паралелно свързване на кондензатори



фиг. 6 - Паралелно свързване на кондензатори

Еквивалентното капацитет на n на брой успоредно (паралелно) свързани кондензатори се намира по формулата:

$$C_e = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

За два кондензатора формулата може да се преобразува и се получава:

$$C_e = C_1 + C_2$$

От формулите се вижда че капацитета на  $C_E$  се увеличава.