

Элементная база электронной аппаратуры. Электронные компоненты

Современная электронная аппаратура содержит огромное количество электронных компонентов (элементов) – самостоятельных изделий, выполняющих вполне определенные функции.

Электронные компоненты электронных схем условно делят на две группы:

1. активные;
2. пассивные.

Активными компонентами считаются элементы, преобразующие электрическую энергию одного вида в электрическую энергию другого вида (например, постоянное напряжение в прямоугольное напряжение) – электронные лампы, транзисторы, микросхемы.

К **пассивным компонентам** относятся элементы, потребляющие электрическую энергию:

- резисторы;
- конденсаторы;
- катушки индуктивности;
- трансформаторы.

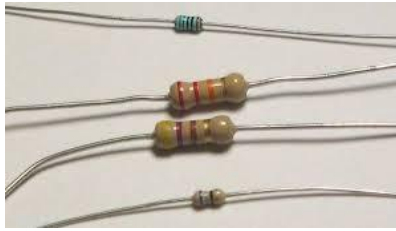
Все электронные компоненты делятся на **линейные** и **нелинейные**.

Линейные элементы имеют линейную зависимость между током и напряжением, т.е. вольт-амперная характеристика компонента представляет прямую линию, проходящую через начало координат.

Нелинейные элементы имеют нелинейную зависимость между током и напряжением.

Активные компоненты имеют нелинейную вольт-амперную характеристику.





Пассивные компоненты РЕЗИСТОРЫ

Резисторы – элементы электрической цепи, предназначенные для использования их электрического сопротивления. Резисторы преобразуют электрическую энергию в тепловую.

Резистор обладает активным сопротивлением и является потребителем электрической энергии.

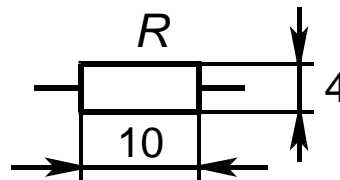
Сопротивление – коэффициент пропорциональности R между током $i_R(t)$, протекающим через резистор и напряжением $u_R(t)$, возникающим (падающим) на нем.

Выражение, связывающее ток и напряжение компонента называется **математической моделью** данного компонента.

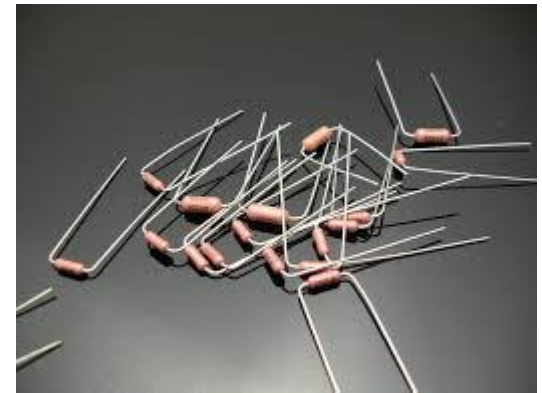
Математическая модель
сопротивления (резистора) закон Ома:

$$i_R(t) = \frac{u_R(t)}{R}.$$

На электрических схемах резистор показывается с помощью **условного графического обозначения** (УГО).



Условное графическое
обозначение постоянного
резистора



Классификация резисторов

По назначению резисторы делят:

1. Общего назначения.
2. Специального назначения:
 - а) прецизионные;
 - б) высокочастотные;
 - в) высоковольтные;
 - г) высокоомные.

По характеру изменения сопротивления:

1. Постоянные.
 - а) регулировочные;
 - б) подстроечные.

Резисторы общего назначения используются в подавляющем большинстве случаев, когда к резистору не предъявляются специальные требования.

Пример: нагрузка, балласт (поглотитель напряжения), делитель в цепях питания, элемент фильтра, шунт, элемент времязадающей цепи в формирователях импульсов и т.п.



Прецизионные (измерительные) резисторы характеризуются стабильностью параметров и повышенной точностью сопротивления (менее $\pm 0,5\%$).

Основное назначение – применение в измерительных приборах, например в качестве шунтов. Высокие требования к стабильности не позволяют изготавливать такие резисторы мощностью более 2Вт.



Высокочастотные резисторы предназначены для работы на высоких частотах (свыше 10МГц), т.к. они обладают малыми собственными емкостями и индуктивностями.

Область применения – высокочастотные цепи, кабели, волноводы, в радиоэлектронной аппаратуре (в качестве согласующих нагрузок, аттенюаторов, направленных ответвителей, эквивалентов антенн и т.п.)



Высоковольтные резисторы рассчитаны на работу при больших рабочих напряжениях (единицы÷десятки кВ) и отличаются повышенными габаритами предназначены для работы на высоких частотах (свыше 10МГц), т.к. они обладают малыми собственными емкостями и индуктивностями.

Область применения – в качестве делителей напряжения, искрогасителей, поглотителей (балласт), в зарядных и разрядных высоковольтных цепях и т.п.



Высокоомные (высокомегаомные) резисторы имеют диапазон номинальных сопротивлений десятки МОм÷единицы ТОм при этом они рассчитаны на рабочие напряжения до 400В.

Область применения – в устройствах измерения малых токов (измерительная аппаратура и в других цепях с малыми токами).



Постоянные и переменные резисторы

По характеру изменения сопротивления различают *постоянные* и *переменные* резисторы.

Постоянные резисторы имеют заданное нерегулируемое сопротивление.

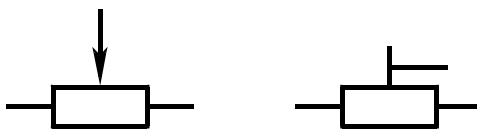


Внешний вид постоянных резисторов



Внешний вид переменных резисторов

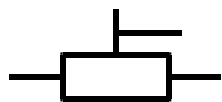
Переменные резисторы – регулировочные. Позволяют механически изменять свое сопротивление. Необходимы при настройке, регулировке и эксплуатации электронной аппаратуры.



УГО переменных резисторов

Переменные резисторы бывают переменные **регулирующие** и **подстроечные**.

Подстроечные резисторы используются только при настройке аппаратуры и не предназначены для частого регулирования сопротивления (имеют небольшую износоустойчивость ≈ 1000 циклов перемещения подвижной части). Обычно конструкция предусматривает регулировку сопротивления с помощью отвертки.



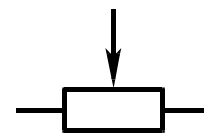
УГО подстроечного резистора



Внешний вид переменных подстроечных резисторов



Внешний вид переменных регулировочных резисторов



УГО переменного резистора

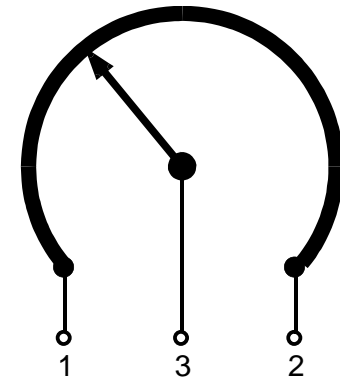
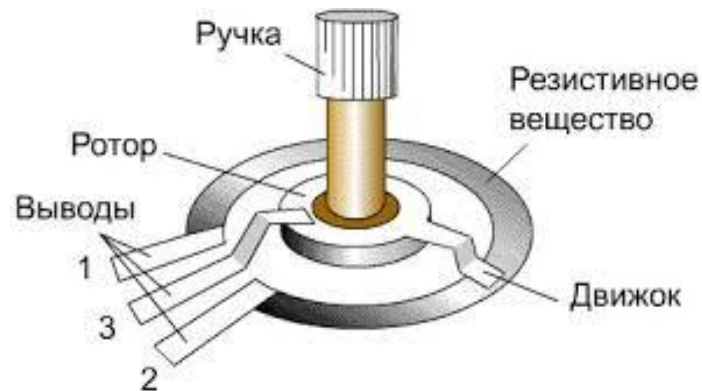
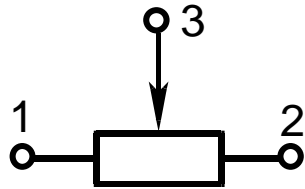
Переменные регулировочные резисторы допускают многократные регулировки и, соответственно, обладают повышенной износоустойчивостью (до 5000 циклов).

Устройство переменных резисторов

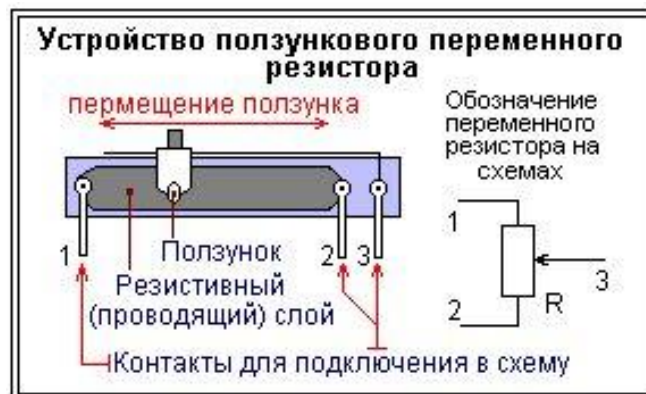
В общем случае переменный резистор имеет три вывода:

два фиксированных (неподвижные 1, 2) и один подвижный – движок (ползунок, ротор) (3), подключенный к подвижному контакту, который перемещается по резистивному слою (веществу, элементу).

Переменные резисторы могут применяться в схемах в качестве потенциометра (делителя напряжения) или реостата (регулируемое сопротивление).

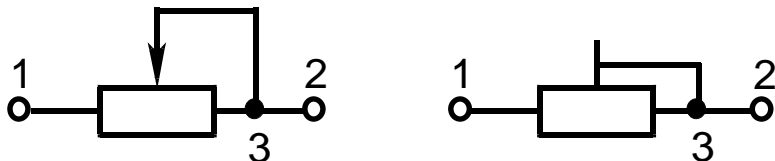


Устройство переменного резистора

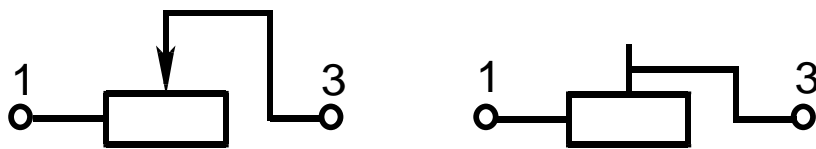


Включение переменных резисторов в электрическую цепь

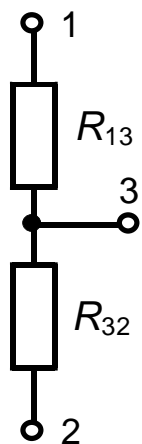
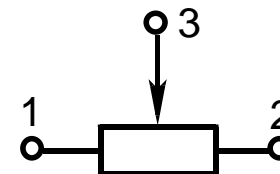
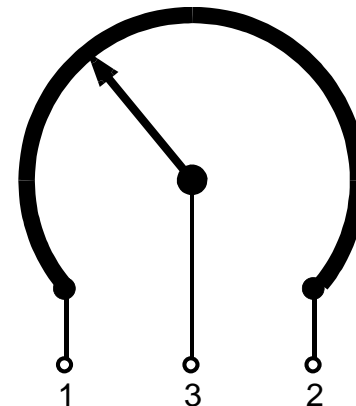
Переменные резисторы могут применяться в схемах в качестве **потенциометра** (делителя напряжения) или **реостата** (регулируемого сопротивления).



Включение в качестве реостата. Схема 1



Включение в качестве реостата. Схема 2



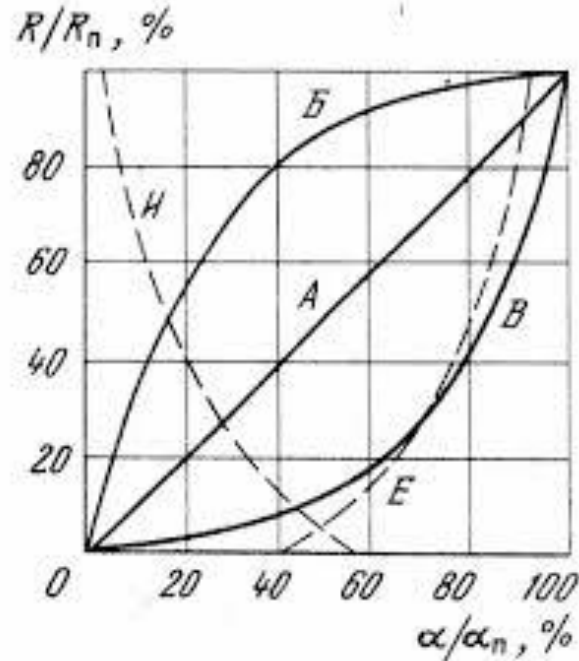
Включение по схеме 1 предпочтительно в случаях, когда возможна потеря соединения подвижного контакта с резистивным элементом (например, в результате износа). В этом случае результирующее сопротивление равно R_{12} .

При включении переменного резистора в качестве потенциометра движок резистора делит резистор R_{12} на два резистора R_{13} и R_{32} . Перемещение движка приводит к изменению сопротивлений резисторов R_{13} и R_{32} . Если подключить к резистору R_{12} некоторое напряжение, то оно пропорционально поделится между резисторами R_{13} и R_{32} .

Эквивалентная схема переменного резистора при включении его в качестве потенциометра

Функциональные характеристики переменных резисторов

В зависимости от характера изменения сопротивления переменные резисторы делятся на резисторы с линейной А и нелинейными характеристиками.



Функциональные характеристики переменных резисторов

α_n и α – полный и текущий углы поворота подвижной части;

R_n и R – полное и текущее значение сопротивления.

А – линейная;

Б – логарифмическая;

В – антилогарифмическая зависимость;

И, Е – характеристики И и Е типа.

О материалах резистивного элемента

Проводящий элемент резистора выполняют в виде пленки, осажденной на поверхность изоляционного основания; проволоки или микропроволоки; объемной конструкции.

В зависимости от материала, использованного для создания проводящего элемента различают:

- резисторы проволочные;
- непроволочные (углеродистые, металлодиэлектрические и т.д.);
- металлофольговые.

Конструктивное исполнение резисторов

По конструктивному исполнению резисторы изготавливают:

- **в нормальном исполнении**, т.е. работают в нормальных условиях, например, при температуре от -40 до $+40^{\circ}\text{C}$ при относительной влажности 70%;
- **в тропическом или всеклиматическом исполнении**, т.е. работают, например, в широком диапазоне температур от -60 до $+125^{\circ}\text{C}$ или при высокой относительной влажности 98%;
- **неизолированными** (не допускают касания своим корпусом шасси аппаратуры);
- **изолированными** – имеют хорошее изоляционное покрытие (допускают касание своим корпусом токоведущих частей и шасси аппаратуры).

Резистор – источник шумов

Любой резистор является источником шумов, обусловленных тепловым движением носителей зарядов (электронов).

Действующее напряжение тепловых шумов может быть рассчитано по формуле:

$$U_{\text{ш}}, \text{ мкВ} = \sqrt{4 \cdot k \cdot T \cdot R \cdot \Delta f},$$

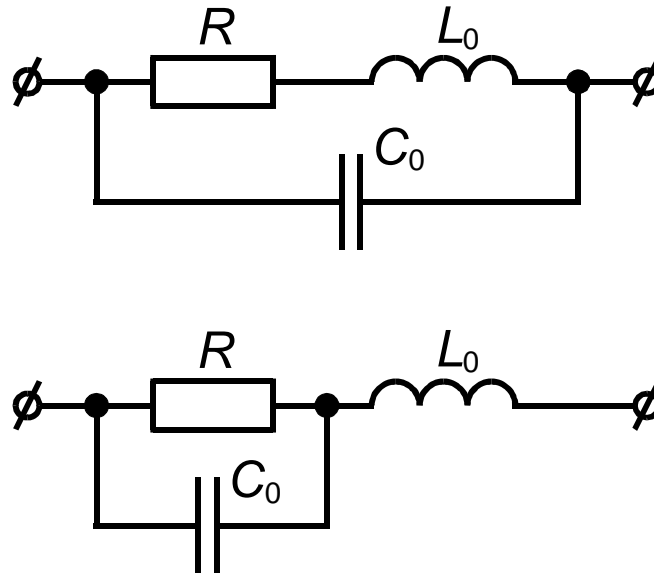
где $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К – постоянная Больцмана; T – абсолютная температура; R – сопротивление в килоОмах; $\Delta f, \text{ кГц} = f_{\text{в}} - f_{\text{н}}$ – диапазон частот между высшей и низшей частотой, в полосе которых определяется шум.

Кроме того, при приложении к резистору электрического напряжения в нем возникают токовые шумы, обусловленные, в основном, временным изменением объемной концентрации электронов.

Учет шума важен при построении различного рода усилительных устройств.

Эквивалентные схемы резистора

На практике резистор представляют одной из приведенных ниже эквивалентных схем. В схеме кроме сопротивления R присутствуют паразитные реактивные элементы, так называемые собственные индуктивность L_0 и емкость C_0 , сильно искажающие свойства R на высоких частотах, начиная с нескольких МГц.

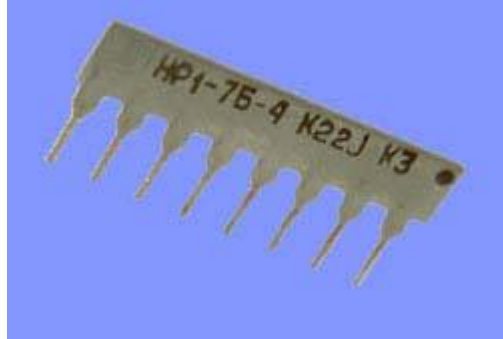


Эквивалентные схемы резисторов на высоких частотах

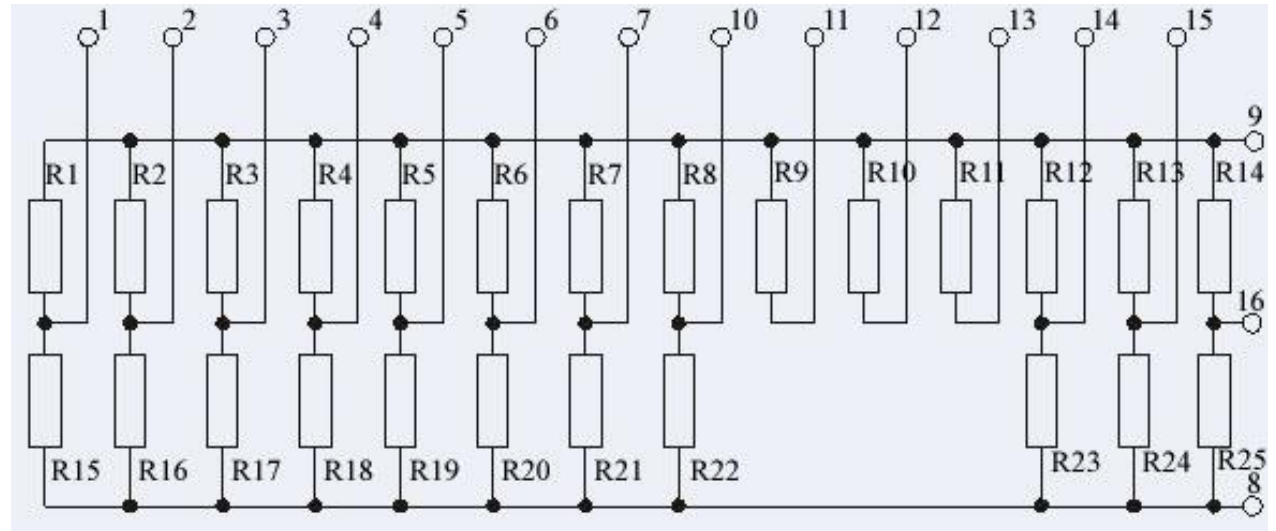
Эквивалентные схемы представляют собой паразитные колебательные контуры, влияние которых проявляется при передаче через резистор высокочастотных и импульсных сигналов.

Наборы резисторов

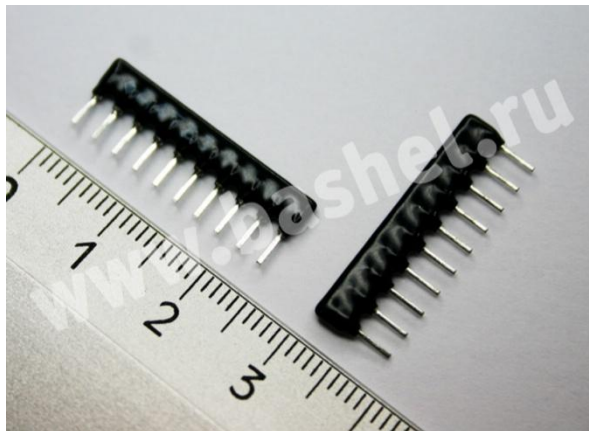
Для удобства пользования большим числом сопротивлений применяют наборы резисторов (до неск. десятков штук) в одном корпусе в виде микросхемы.



Внешний вид микросхемы набора резисторов HP1-7B-4



Электрическая схема набора резисторов HP1-3



Набор резисторов	HP1-19	- 9 -	330 кОм	±2%	ОЖО.467.416 ТУ
Сокращенное обозначение					
Обозначение электрической схемы					
Номинальное сопротивление					
Допускаемое отклонение от номинального сопротивления					
Обозначение документа на поставку					

Электрическая схема набора резисторов HP1-3

Основные параметры резисторов

Основные параметры резисторов:

- номинальное сопротивление – $R_{\text{НОМ}}$;
- допускаемое отклонение сопротивления от номинального - ΔR ;
- номинальная мощность – $P_{\text{НОМ}}$;
- температурный коэффициент сопротивления – ТКС;
- предельное рабочее напряжение – $U_{\text{пред}}$.

Номинальное сопротивление ($R_{\text{НОМ}}$) – значение электрического сопротивления, указываемое на резисторе (или нормативной документации) и необходимое для отсчета отклонения от этого значения.

Номинальное значение указывается на электрической принципиальной схеме электронного устройства рядом с его УГО.

Реальное сопротивление резистора отличается от номинального. Отклонение сопротивления резистора от номинального объясняется невозможностью сделать резистор с заданным сопротивлением вследствие технологических ограничений при изготовлении.

Диапазон такого отклонения определяется величиной **допустимого отклонения сопротивления (допуск)**:

$$\Delta R, \% = \frac{\Delta R}{R_{\text{НОМ}}} \cdot 100\% = \frac{R - R_{\text{НОМ}}}{R_{\text{НОМ}}} \cdot 100\%,$$

где R – реальное (фактическое) сопротивление резистора (может быть измерено Омметром). Таким образом, $R = R_{\text{НОМ}} \pm \Delta R = R_{\text{НОМ}} \pm \Delta R\%$.

Сопровитвления и допуски резисторов стандартизованы и выбираются из специальных рядов, рекомендованных Международной электротехнической комиссией (МЭК).

Индекс ряда	Числовой коэффициент	Доп. откл. от ном., %
E3	1,0; 2,2; 4,7	± 30
E6	1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7	± 20
E12	1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,6; 6,8; 8,2	± 10
E24	1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,7; 3,0; 3,3; 3,6; 3,9; 4,3; 4,7; 5,1; 5,6; 6,2; 6,8; 7,5; 8,2; 9,1	± 5

Цифра после буквы E указывает число коэффициентов в данном ряду.

Значение коэффициентов меняется в диапазоне от 1 до 10.

Каждый последующий ряд поглощает предыдущий.

Номинальное значение параметра X определяется по формуле:

$$X = k \cdot 10^n,$$

где k – числовой коэффициент ряда; $n = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$ - целое число.

Кроме указанных существуют более точные ряды E48, E96 и E192. Допуск последних $\leq \pm 2\%$.

Минимально возможный допуск резистора $\pm 0,001\%$.

На практике наиболее часто применяется ряд E24, поскольку обеспечивает приемлемую точность при приемлемой стоимости резистора.

Номинальная мощность ($P_{\text{НОМ}}$) – максимально допустимая мощность, которую резистор может рассеивать (в виде тепла) при длительной электрической нагрузке и определенной температуре окружающей среды без изменения своих паспортных параметров.

Значение $P_{\text{НОМ}}$ зависит от конструктивного исполнения резистора: непосредственно конструкции (геометрии, размеров) и физических свойств материалов. Чем выше теплостойкость используемых материалов, тем выше допустимая рассеиваемая мощность резистора.

При эксплуатации резисторов необходимо учитывать, что с ростом температуры окружающей среды значение $P_{\text{НОМ}}$ снижается, поскольку ухудшается теплоотдача, и может произойти перегрев резистора (выход из строя).

Номинальную мощность рассеяния выбирают из ряда мощностей:

0,01; 0,025; 0,05; 0,062; **0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0**; 3,0; 4,0; 5,0; 8,0; 10,0 и т.д.

На принципиальной схеме мощность обозначают римскими цифрами при $P_{\text{НОМ}} \geq 1$ Вт, наклонными черточками при $P_{\text{НОМ}} < 1$ Вт.



Мощность, рассеиваемая резистором, при включении в электрическую цепь определяется по формуле:

$$P_R = U_R \cdot I_R = I_R^2 \cdot R = \frac{U_R^2}{R},$$

где U_R – напряжение на резисторе R , создающееся при протекании через него тока I_R ;

U_R и I_R – действующие значения.

Предельное рабочее напряжение ($U_{\text{пред}}$) – максимальное напряжение приложенное к R , при котором допускается эксплуатация резистора без нарушения его работоспособности.
 $U_{\text{пред}}$ – справочный параметр.

Превышение данного параметра неизбежно приводит либо к перегреву, либо к электрическому пробое резистора и окружающей среды! Поэтому при использовании резистора на переменном токе необходимо учитывать амплитудные значения напряжения.

Температурный коэффициент сопротивления (ТКС) – параметр, характеризующий обратимое изменение сопротивления резистора относительно номинального при изменении температуры на один градус:

$$\text{ТКС, \%} = \frac{\Delta R}{R \cdot \Delta t} \cdot 100\%,$$

где R – сопротивление резистора при нормальной (комнатной) температуре;

Δt – разность между максимальной положительной (отрицательной) и нормальной температурами;

ΔR – разность между значениями сопротивлений, измеренными при максимальной положительной (отрицательной) и нормальной температурах.

Резисторы могут иметь положительный или отрицательный ТКС. При положительном ТКС с повышением температуры сопротивление возрастает. При отрицательном с повышением температуры сопротивление уменьшается.

Чем меньше ТКС, тем большей температурной стабильностью обладает резистор.

На практике кроме линейных (рассмотренных выше) применяются нелинейные резисторы. К ним относятся **терморезисторы** и **варисторы**.

Система условных обозначений и маркировка резисторов

Система условных обозначений предусматривает полное и сокращенное условные обозначения. Полное обозначение обычно используется в технической документации, например:

R1 – 33И - 0,25Вт - 100кОм \pm 2% А · 0.467·027 ТУ.

R1-33И – сокращенное обозначение вида резистора;

(0,25Вт - 100кОм \pm 2% А) – обозначения и величины основных параметров и характеристик,

А – группа по уровню шумов; 0.467·027 ТУ – обозначение документа на поставку.

По виду резисторы обозначаются сокращенно (используют три элемента):

Первый элемент – буква (или сочетание букв) – подкласс резистора:

Р (ранее С) – постоянные резисторы;

РП (ранее СП) – переменные резисторы;

НР – наборы резисторов.

Второй элемент – цифра:

1 – непроволочные; 2 – проволочные.

Пример. R1-26 – резисторы постоянные непроволочные с номером 26.

Часто из-за малых размеров вид и мощность резистора на его корпусе не указывается.

Номинальная мощность резистора либо указывается на его корпусе (при достаточных для этого габаритах), либо определяется визуально.

Для **маркировки номинального сопротивления** резистора используют либо полное, либо кодированное обозначение.

Полное обозначение содержит:

- значение номинального сопротивления;
- единицы измерения (Ом – ом; кОм – килоОм; МОм – мегаОм; ГОм – гигаОм; ТОм – тераОм).

Например: 330 Ом; 75 кОм; 3,3 МОм; 6,8ГОм; 1 ТОм.

Кодированное обозначение состоит из трех или четырех знаков, включающих две или три цифры и букву.

Буква обозначает множитель, на который умножается цифровое обозначение и положение запятой десятичного знака:

R (или E) – множитель 1 (сопротивление в Омах); иногда букву не ставят;

K – множитель 10^3 (сопротивление в килоОмах);

M – множитель 10^6 (сопротивление в мегаОмах);

G – множитель 10^9 (сопротивление в гигаОмах);

T - множитель 10^{12} (сопротивление в тераОмах).

Примеры: K10 = 100 Ом;

5к1 = 5,1 кОм = 5кОм 100Ом = 5100 Ом;

75к = 75 кОм;

R1 (E1) = 0,1 Ом;

51R (51E) = 51 Ом;

M47 = 0,470 МОм = 470 кОм.



Примеры маркировки резисторов

Полное обозначение допускаемого отклонения состоит из цифр, а кодированное – из букв. Соответствие полного и кодированного обозначений приведено в таблицах ниже.

Допускаемое отклонение	±0,001%	±0,002%	±0,005%	±0,01%	±0,02%	±0,05%	±0,1%	±0,25%	±0,5%
Кодированное обозначение	E	L	R	P	U	X	B (Ж)	C (У)	D (Д)

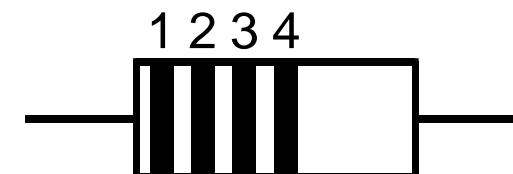
Допускаемое отклонение	±1%	±2%	±5%	±10%	±20%	±30%
Кодированное обозначение	F (Р)	G (Л)	J (И)	K (С)	M (В)	N (Ф)



Пример маркировки резистора: M11D – 110 кОм ± 0,5%.

На постоянных резисторах допускается цветовая маркировка в виде цветных 4-5 колец (полос), сдвинутых к одному из торцов резистора и расположенных слева направо в следующем порядке:

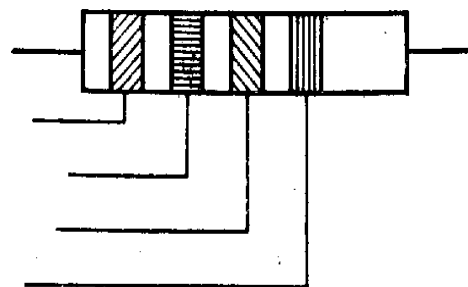
- первая полоса – первая цифра;
- вторая полоса – вторая цифра;
- третья полоса – множитель;
- четвертая полоса – допуск.



Если размеров резистора недостаточно для размещения маркировки у торца резистора, то ширина первой полосы делает примерно в 2 раза больше других знаков.

Цвета знаков маркировки номинального сопротивления и допусков должны соответствовать указанным в таблице ниже.

Цвет знака	Номинальное сопротивление, Ом				
	Первая цифра	Вторая цифра	Третья цифра	Множитель	Допуск, %
Серебристый	—	—	—	10^{-2}	± 10
Золотистый	—	—	—	10^{-1}	± 5
Черный	—	0	—	1	—
Коричневый	1	1	1	10	± 1
Красный	2	2	2	10^2	± 2
Оранжевый	3	3	3	10^3	—
Желтый	4	4	4	10^4	—
Зеленый	5	5	5	10^5	$\pm 0,5$
Голубой	6	6	6	10^6	$\pm 0,25$
Фиолетовый	7	7	7	10^7	$\pm 0,1$
Серый	8	8	8	10^8	$\pm 0,05$
Белый	9	9	9	10^9	—



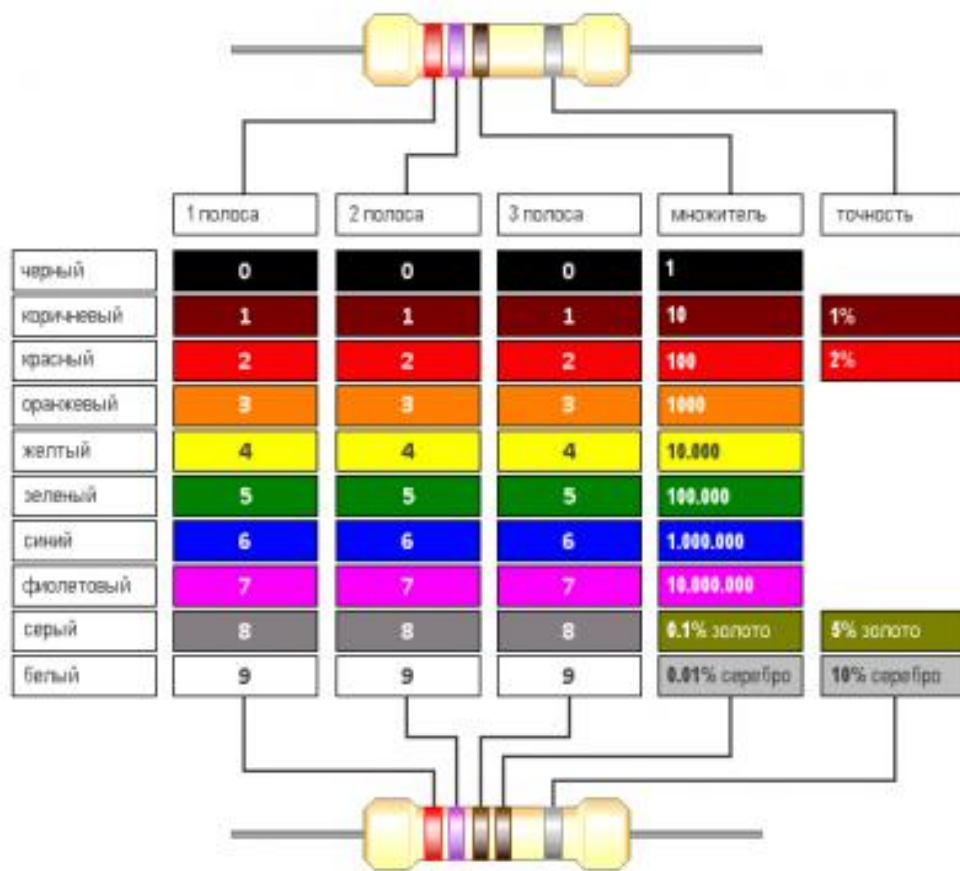
Желтый (первая цифра 4)

Фиолетовый (вторая цифра 7)

Оранжевый (множитель 10^3)

Золотистый (допуск $\pm 5\%$)

Маркировка резистора с номинальным сопротивлением 47 кОм и допуском $\pm 5\%$



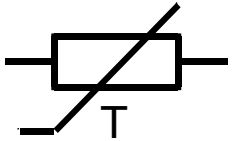
Рисунки на примерах поясняют использование цветовой маркировки резисторов

Резисторы. Цветовая маркировка						
Цвет полосы (точки)	1-й элемент	2-й элемент	3-й элемент	Множитель	Допуск	ТКС, %/°C
Золотой				0,01Ω	± 5%	
Серебряный				0,1Ω	± 10%	
Черный		0	0	1Ω	± 20%	
Коричневый	1	1	1	10Ω	± 1%	100
Красный	2	2	2	100Ω	± 2%	50
Оранжевый	3	3	3	1kΩ		15
Желтый	4	4	4	10kΩ		25
Зеленый	5	5	5	100kΩ	± 0,5%	
Голубой	6	6	6	1MΩ	± 0,25%	10
Фиолетовый	7	7	7	10MΩ	± 0,1%	5
Серый	8	8	8	100MΩ	± 0,05%	
Белый	9	9	9			1

Пример обозначения	
2 кОм ±1%	
10 кОм ±2% 100 %/°C	
2 кОм ±5%	
100 Ом ±10%	

Нелинейные резисторы

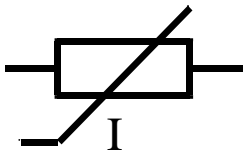
Нелинейные резисторы – резисторы, обладающие способностью изменять свое сопротивление под действием внешних факторов.



УГО
терморезистора

Терморезисторы – нелинейные резисторы, сопротивление которых сильно зависит от температуры.

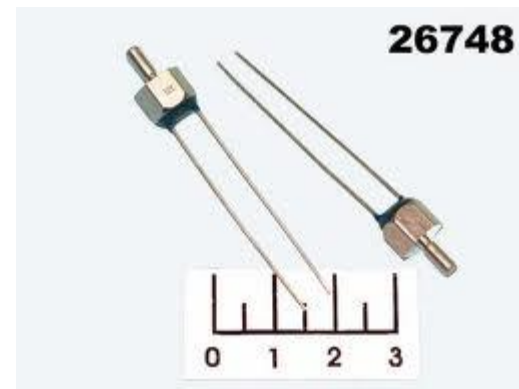
Терморезисторы выполняют из металла с линейной зависимостью сопротивления от температуры (медь, платина) или на основе полупроводников (зависимость нелинейная).

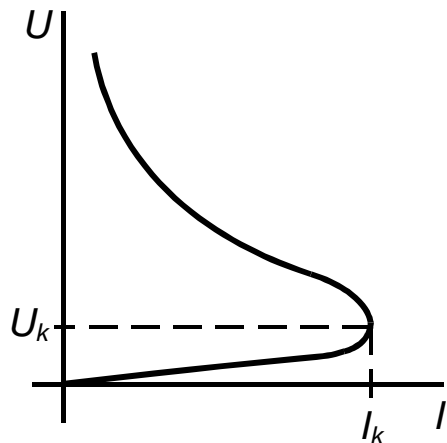


УГО позистора

Полупроводниковые терморезисторы с отрицательным ТКС иногда называют **термисторами**, а с положительным ТКС – **позисторами**.

Область применения термисторов: параметрическая стабилизация электронных цепей, компенсация температурных погрешностей, измерение температуры, регулирование в электрических цепях.





ВАХ позистора

U_k – пороговое напряжение;
 I_k – ток опрокидывания.



Внешний вид
 позистора

Позисторы изготавливают из полупроводниковых материалов (на основе титана бария). Сопротивление таких материалов увеличивается на несколько порядков при увеличении температуры выше определенного значения.

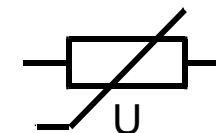
Электрическая мощность, рассеиваемая на позисторе определяется по формуле $P_k = U_k \cdot I_k$.

Принцип действия позистора. При $I < I_k$ и $U < U_k$ сопротивление позистора мало. При возрастании тока и напряжения на позисторе до пороговых значений I_k и U_k мощность P_k становится достаточной для разогрева резистора выше так называемой «температуры переключения», при которой сопротивление резко увеличивается, а ток – уменьшается.

Позисторы обычно используются для защиты по току электрических цепей различного назначения, в частности для защиты источников питания от перегрузок. **В цепь включаются последовательно.**

Варисторы – полупроводниковые резисторы, сопротивление которых значительно меняется при изменении подаваемого на них напряжения (материал – карбид кремния).

Варисторы применяются для защиты электрических цепей от кратковременного превышения напряжения выше допустимого значения.



УГО варистора

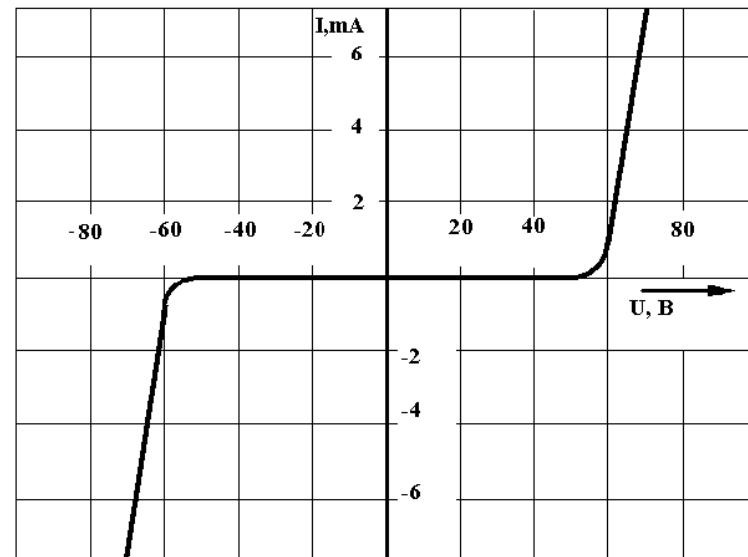
Варистор включается параллельно защищаемой цепи.

Принцип действия варистора.

В рабочем режиме (в отсутствии импульсных напряжений, превышающих рабочее напряжение) варистор всегда находится под напряжением защищаемого устройства, через него протекает пренебрежимо малый ток (варистор представляет собой изолятор – разрыв в цепи). Этому режиму соответствует начальный участок ВАХ варистора, практически совпадающий с осью абсцисс.

При возникновении импульса напряжения варистор в силу нелинейности своей характеристики резко уменьшает свое сопротивление до долей Ома и шунтирует (закорачивает) нагрузку, защищая ее, и рассеивая поглощенную энергию в виде тепла. В этом случае через варистор кратковременно может протекать ток, достигающий нескольких тысяч ампер. Так как варистор практически безынерционен, то после гашения импульса напряжения он вновь приобретает очень большое сопротивление.

Таким образом, включение варистора параллельно электрооборудованию не влияет на его работу в нормальных условиях, но "срезает" импульсы опасного напряжения.



ВАХ варистора

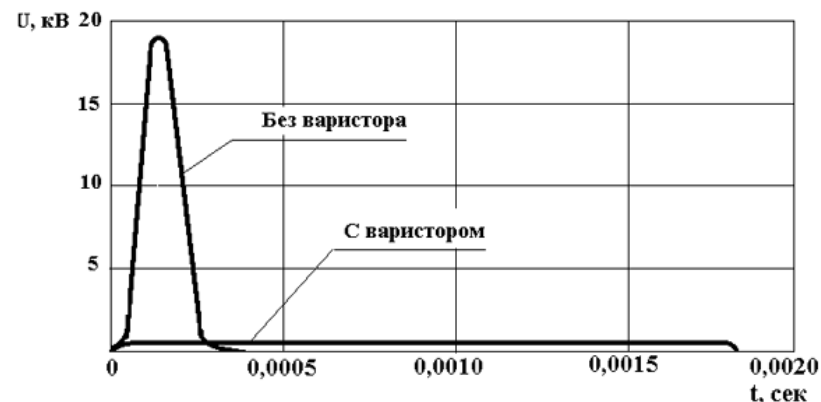
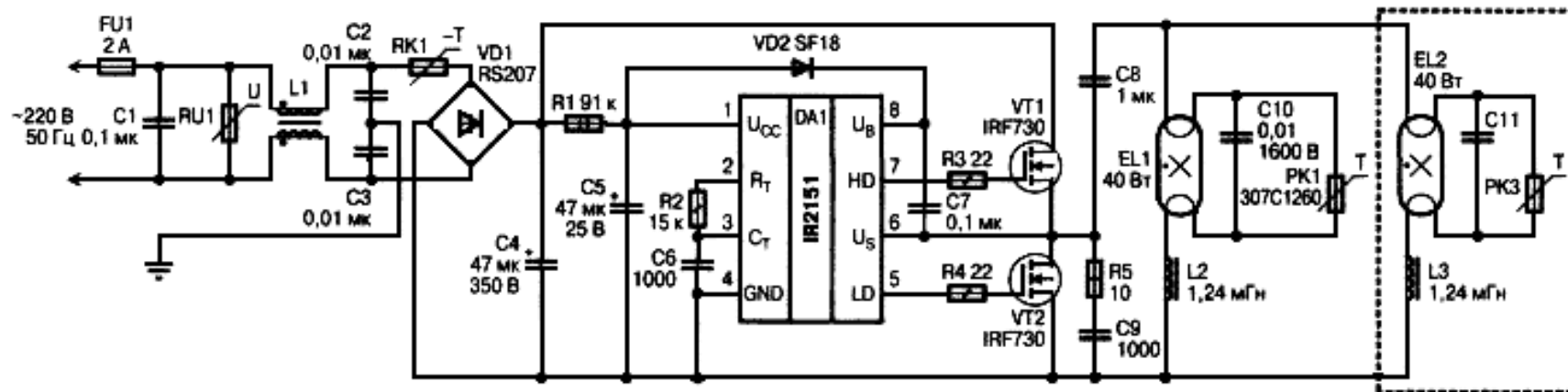


Диаграмма напряжения на нагрузке при коммутации в сети 0,4 кВ

Примеры схем с нелинейными резисторами



NTC-термистор

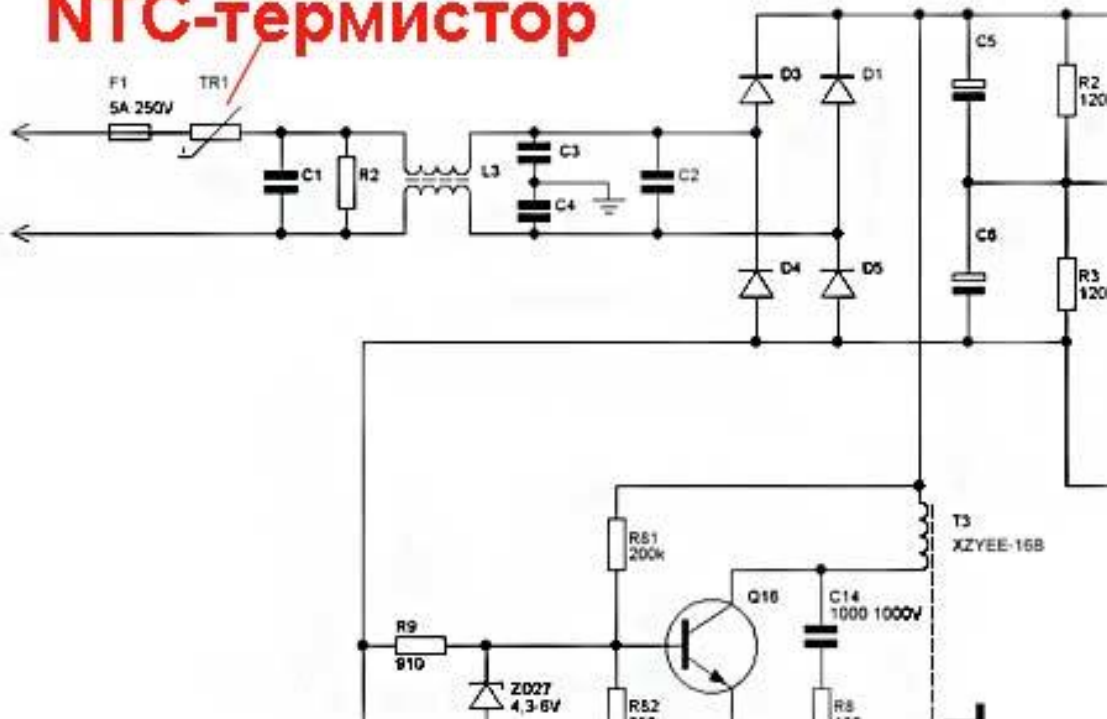
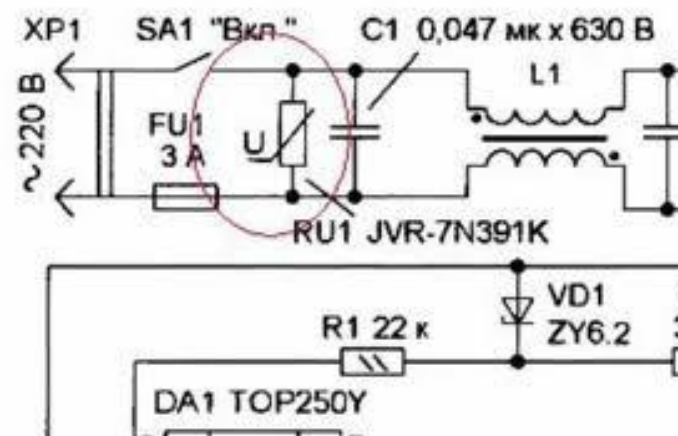


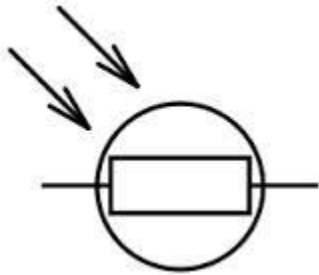
Схема электронного балласта энергосберегающей лампы фирмы IR



Включение варистора в цепь

Включение позистора в цепь

Фоторезисторы – полупроводниковые резисторы, сопротивление которых изменяется под действием светового потока внешнего электромагнитного поля.



УГО фоторезистора

Под действием светового потока электрическое сопротивление резистора меняется в несколько раз. Чем больше освещенность фоторезистора, тем меньше его сопротивление.

Области применения: системы фотоэлектрической автоматики и телемеханики, измерительные приборы, экспонетрические приборы и фотодатчики, системы телеконтроля, а также телевизионная аппаратура промышленного, медицинского и оборонного назначения

Принцип действия фоторезистора будет рассмотрен подробно в разделе «Полупроводниковые приборы».



Фоторезистор
LXD5537

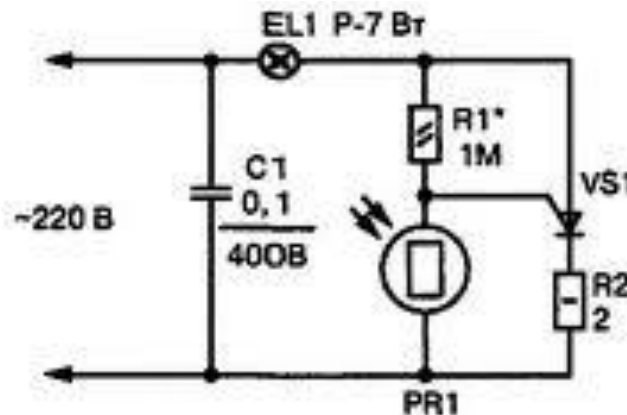


Схема автомата включения освещения

Принцип действия автомата включения освещения. Если фоторезистор слабо освещен, то его сопротивление велико и на нем падает напряжение достаточное для включения тиристора VS1 (работает как ключ). Тиристор открыт (ключ замкнут) только при положительной полуволне входного напряжения, при этом протекает ток через лампу EL1. Лампа светится. Как только на фоторезистор падает более мощный световой поток, его сопротивление уменьшается. Напряжения для отпираания тиристора недостаточно. Тиристор заперт (ключ разомкнут). Лампа не горит, т.к. ток через нее не протекает.

Правильный выбор и применение резисторов

При проектировании электронной аппаратуры эксплуатационная надежность резисторов в основном определяется грамотным выбором нужного типа резистора и использованием их в режимах, не превышающих допустимые.

Помните! В справочниках рассматривают допустимые режимы работы резистора и налагаемые при этом ограничения в зависимости от воздействующих факторов с точки зрения устойчивой работы самого резистора.

Особенности схемотехники, влияние параметров резистора на другие элементы, ТКС, напряжение шумов, паразитные параметры должны учитываться дополнительно, исходя из конкретных условий применения.

Правильный выбор резистора осуществляется на основе требований, предъявляемых к аппаратуре. В результате анализа условий работы каждого резистора определяются:

- **эксплуатационные факторы:** интервал рабочих температур, относительная влажность окружающей среды, атмосферное давление, механические нагрузки и др.;
- **значения номинальных параметров и их допустимые изменения в процессе эксплуатации:** номинальное сопротивление, допуск, сопротивление изоляции, шумы, вид функциональной характеристики переменных резисторов, ТКС и др.;
- **допустимые режимы и рабочие электрические нагрузки:** мощность напряжение, частота, параметры импульсного режима и т.д.
- **показатели надежности, долговечности, сохраняемости;**
- **конструкция резисторов, способ монтажа, габаритные размеры и масса.**

Рекомендация. С целью повышения надежности и долговечности резисторов не эксплуатируйте резисторы в предельно-допустимых режимах. Используйте облегченные режимы по сравнению допустимыми.

