



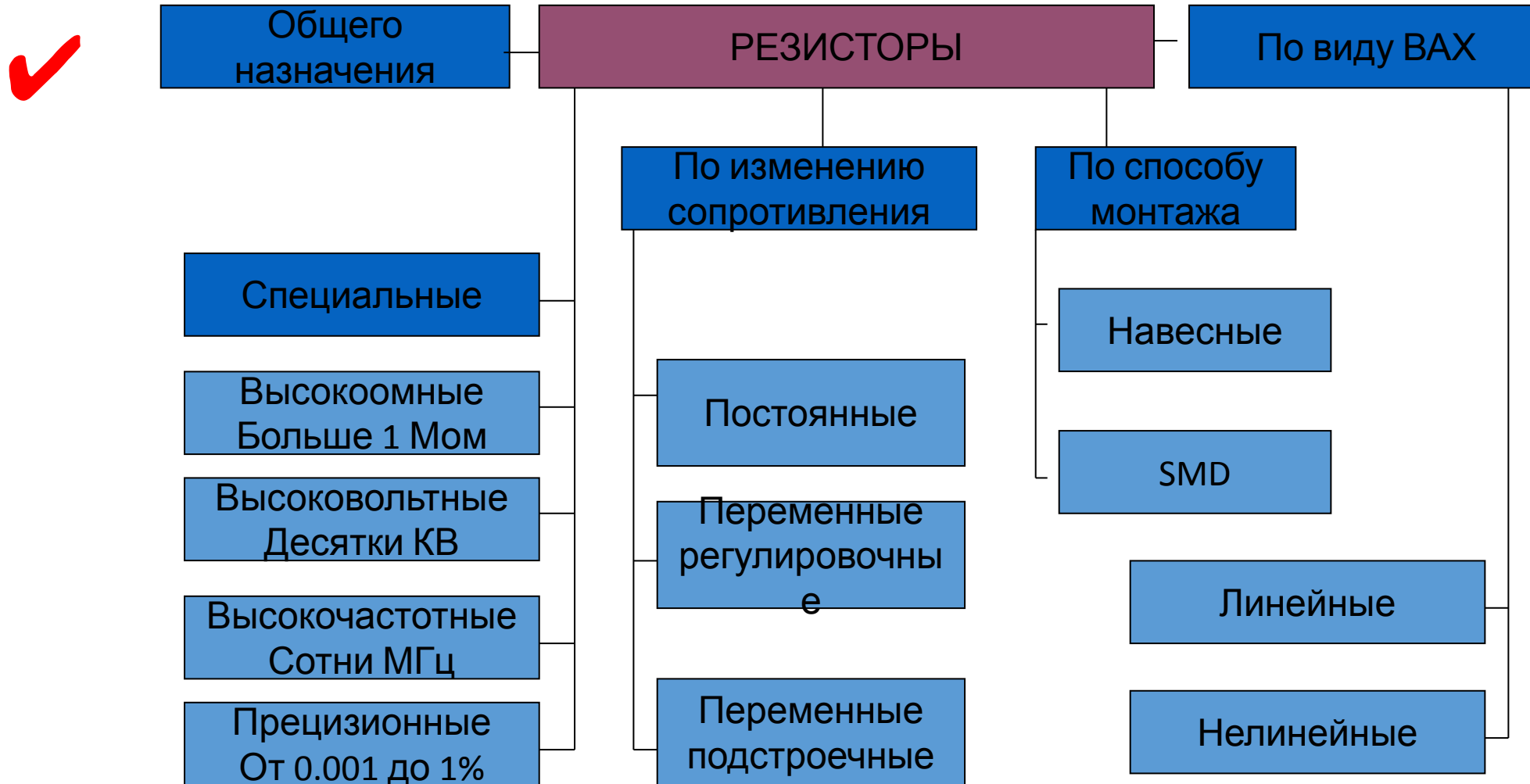
Тема:  
Резисторы. Конденсаторы.

# РЕЗИСТО РЫ



Рези́стор (англ. *resistor*, от лат. *resisto* — сопротивляюсь) — пассивный элемент электрических цепей, обладающий определённым или переменным значением электрического сопротивления, предназначенный для линейного преобразования силы тока в напряжение и напряжения в силу тока, ограничения тока, поглощения электрической энергии и др.

# Классификация резисторов



Основное назначение резисторов – преобразовать напряжение в ток и наоборот

Резистор – ток пропорционален напряжению.

# Характеристики резисторов

- Номинальное сопротивление, - основной параметр.
- Предельная рассеиваемая мощность.
- Температурный коэффициент сопротивления.
- Допустимое отклонение сопротивления от номинального значения (технологический разброс в процессе изготовления).
- Предельное рабочее напряжение.
- Избыточный шум.



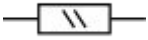
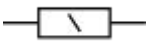


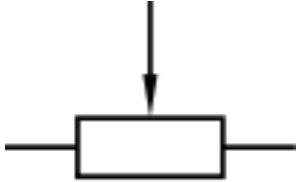

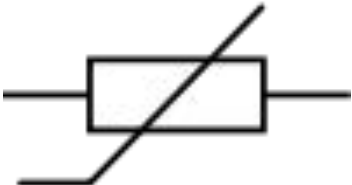
Некоторые характеристики существенны при проектировании устройств, работающих на высоких и сверхвысоких частотах, это:

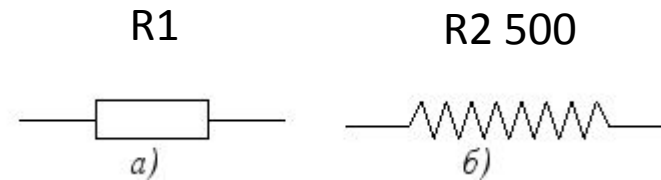
- Паразитная ёмкость.
- Паразитная индуктивность.

# Обозначение резисторов в схемах



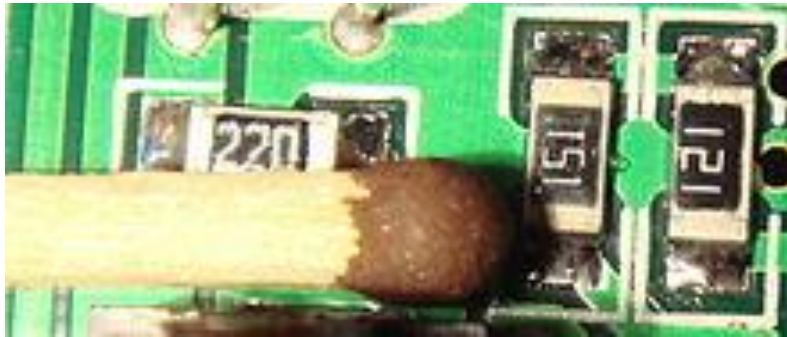
-  Постоянный резистор без указания мощности
-  Постоянный резистор  $P = 0.05 \text{ Вт}$
-  Постоянный резистор  $P = 0.125 \text{ Вт}$
-  Постоянный резистор  $P = 0.25 \text{ Вт}$

-  Переменный резистор
-  Фоторезистор
-  Терморезистор



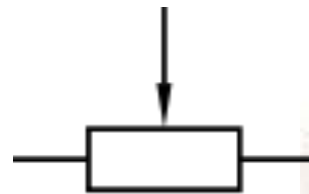
# Корпуса резисторов

SMD



SMD-технология (от [англ.](#) *surface mounted device*)

Переменный  
проволочный  
На керамике



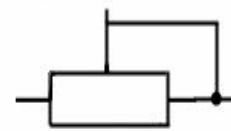
Переменный  
регулируемый



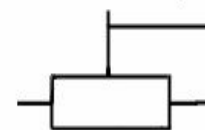
Постоянный  
навесной

Подстроечные резисторы

Реостат



Потенциометр



# Маркировка импортных навесных резисторов

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	ЧЕРНЫЙ								
1	КОРИЧНЕВЫЙ								
2	КРАСНЫЙ								
3	ОРАНЖЕВЫЙ								
4	ЖЕЛТЫЙ								
5	ЗЕЛЕНый								
6	СИНИЙ								
7	ФИОЛЕТОВЫЙ								
8	СЕРЫЙ								
9	БЕЛЫЙ								
±5%	ЗОЛОТОЙ								
±10%	СЕРЕБРЯН.								
Цветовой код									

Коричневый ±1%  
Красный ±2%  
Золотой ±5%  
Серебрянный ±10%\*

27K  
пример

0 X1  
1 1 X10  
2 2 X100  
3 3 X1000  
4 4 X10000  
5 5 X100000  
6 6 X1000000  
7 7 ÷10 Золот.  
8 8 ÷100 Сереб.  
9 9

4 полосы

Коричневый ±1%  
Красный ±2%  
Золотой ±5%\*  
Серебрянный ±10%\*

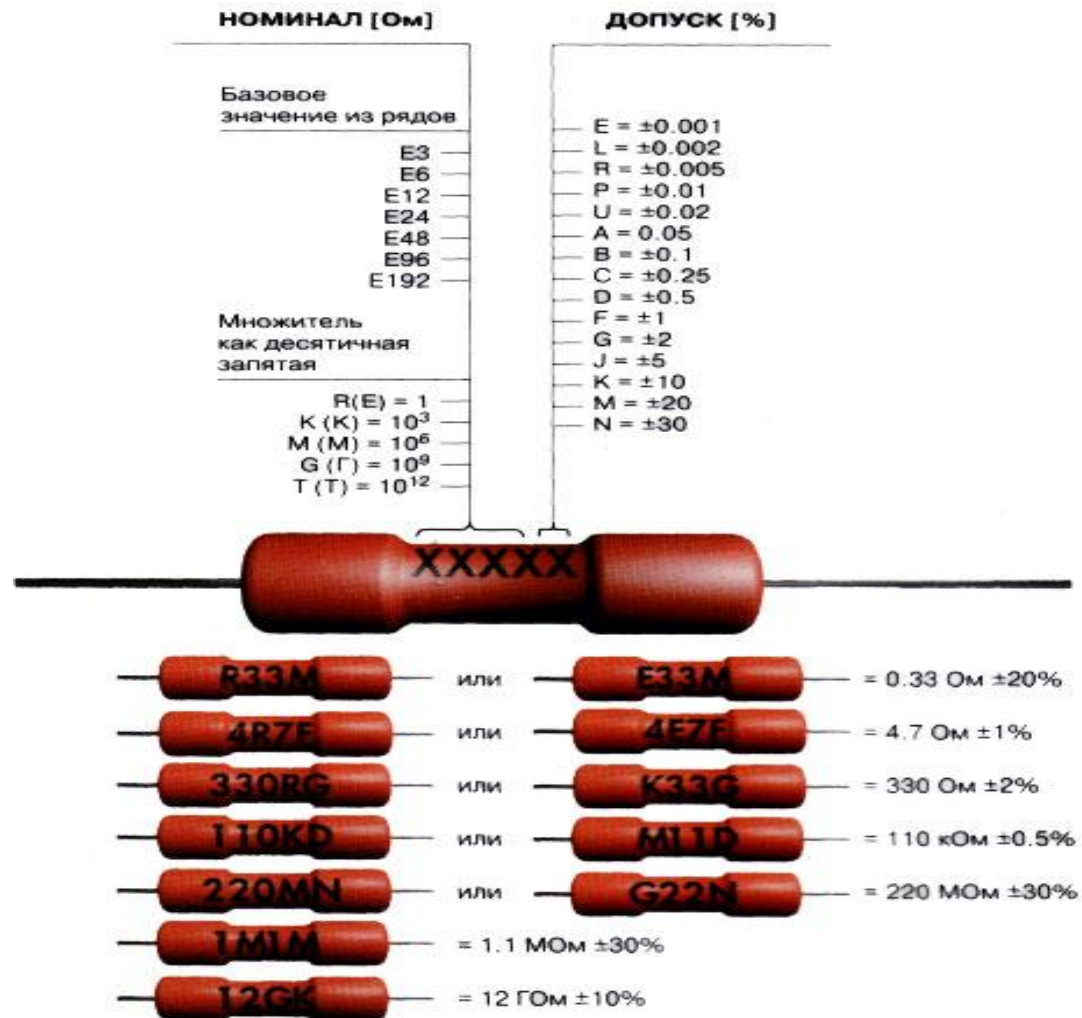
15K  
пример

0 0 X1  
1 1 1 X10  
2 2 2 X100  
3 3 3 X1000  
4 4 4 X10000  
5 5 5 ÷10 Золот.  
6 6 6 ÷100 Сереб.  
7 7 7  
8 8 8  
9 9 9

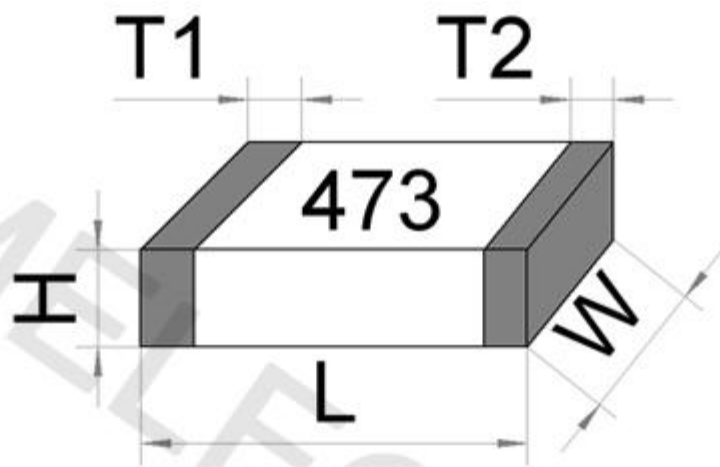
5 полос



# Маркировка отечественных навесных резисторов



# Размеры SMD корпусов резисторов



Типоразмер		L (мм)	W (мм)	H (мм)	T1 (мм)	T2 (мм)
дюйм	мм					
0402	1005	1.0	0.5	0.35	0.25	0.2
0603	1608	1.55	0.85	0.45	0.3	0.3
0805	2012	2.0	1.25	0.45	0.3	0.3
1206	3216	3.2	1.6	0.55	0.45	0.4
1210	3225	3.2	2.5	0.55	0.45	0.4
1218	3246	3.2	4.6	0.55	0.45	0.4
2010	5025	5.0	2.5	0.6	0.6	0.6
2512	6332	6.3	3.15	0.6	0.6	0.6

# Маркировка номиналов SMD резисторов

1 0 3

## 1. Маркировка 3-мя цифрами.

Первые две цифры указывают значение в омах, последняя – количество нулей. Распространяется на резисторы из ряда E-24, допуском 1 % и 5%, типоразмеров **0603**, **0805** и **1206**.

Пример: 103 = 10 000 = 10 кОм

4 4 0 2

## 2. Маркировка 4-мя цифрами.

Первые три цифры указывают значения в омах последняя – количество нулей. Распространяется на резисторы из ряда E-96, допуском 1% , типоразмеров **0805** и **1206**. Буква R играет роль десятичной запятой.

Пример: 4402 = 440 00 = 44 кОм

1 0 C

## 3. Маркировка 3-мя символами.

Первые два символа – цифры, указывающие значение сопротивления в омах, взятые из нижеприведенной таблицы

последний символ - буква, указывающая значение множителя:

S=10<sup>-2</sup>; R=10<sup>-1</sup>; B=10; C=10<sup>2</sup>; D=10<sup>3</sup>; E=10<sup>4</sup>; F=10<sup>5</sup>.

Распространяется на резисторы из ряда E-96, допуском 1%,

# Как узнать, какой у нас резистор?

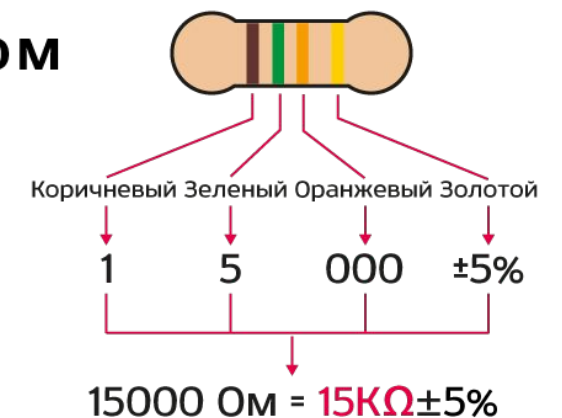
Множитель

0 x 1  
1 x 10  
2 x 100  
3 x 1000  
4 x 10000  
5 x 100000  
6 x 1000000

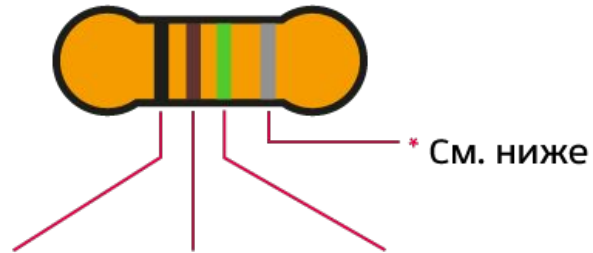
Цвет	1 полоса	2 полоса	3 полоса	Множитель
Черный	0	0	0	1Ω
Коричневый	1	1	1	10Ω
Красный	2	2	2	100Ω
Оранжевый	3	3	3	1KΩ
Желтый	4	4	4	10KΩ
Зеленый	5	5	5	100KΩ
Синий	6	6	6	1MΩ
Фиолетовый	7	7	7	10MΩ
Серый	8	8	8	
Белый	9	9	9	



$$10 \times 100 = 1\text{Ком}$$



# Пример на цветовую маркировку



Цвет	1 полоса	2 полоса	3 полоса	Множитель
Черный	0	0	0	1
Коричневый	1	1	1	10
Красный	2	2	2	100
Оранжевый	3	3	3	1000 (К)
Желтый	4	4	4	10000
Зеленый	5	5	5	100000
Синий	6	6	6	1000000
Фиолетовый	7	7	7	10000000
Серый	8	8	8	100000000
Белый	9	9	9	1000000000

Скажите сами, какое сопротивление у этого резистора!

\* Допуск: Без цвета 20%; Серебряный 10%; Золотой 5%.

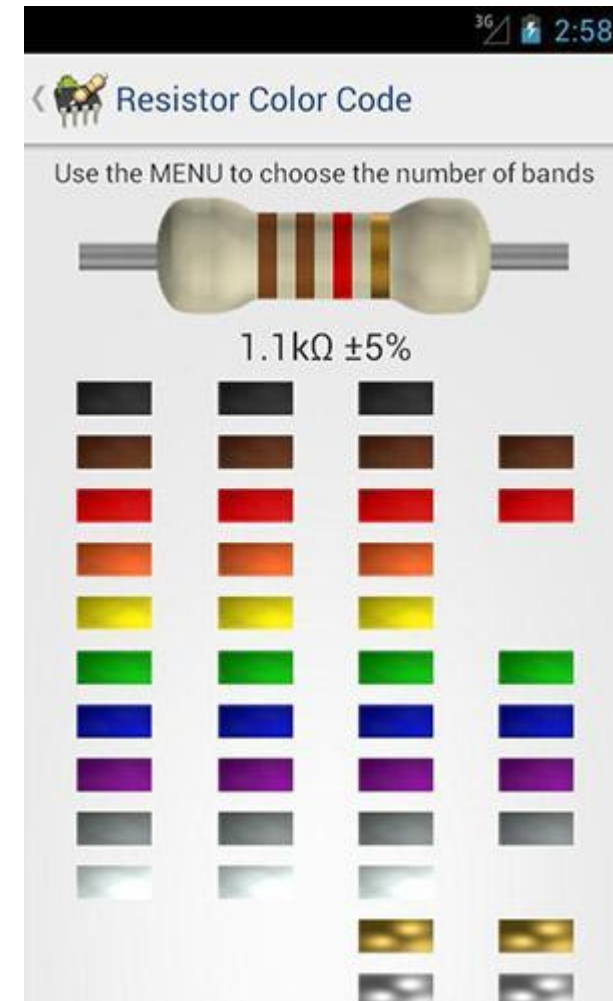
# Разберем примеры



Цвет	как число	как множитель
серебристый	—	$1 \cdot 10^{-2} = \text{«0,01»}$
золотой	—	$1 \cdot 10^{-1} = \text{«0,1»}$
	0	$1 \cdot 10^0 = 1$
коричневый	1	$1 \cdot 10^1 = \text{«10»}$
красный	2	$1 \cdot 10^2 = \text{«100»}$
оранжевый	3	$1 \cdot 10^3 = \text{«1000»}$
жёлтый	4	$1 \cdot 10^4 = \text{«10 000»}$
зелёный	5	$1 \cdot 10^5 = \text{«100 000»}$
синий	6	$1 \cdot 10^6 = \text{«1 000 000»}$
фиолетовый	7	$1 \cdot 10^7 = \text{«10 000 000»}$
серый	8	$1 \cdot 10^8 = \text{«100 000 000»}$
белый	9	$1 \cdot 10^9 = \text{«1 000 000 000»}$

# Как быстро узнать номинал резистора?

- Есть специальные программы-калькуляторы!
- Например, ElectroDroid
- Указываем цвета, а он считает нам номинал.

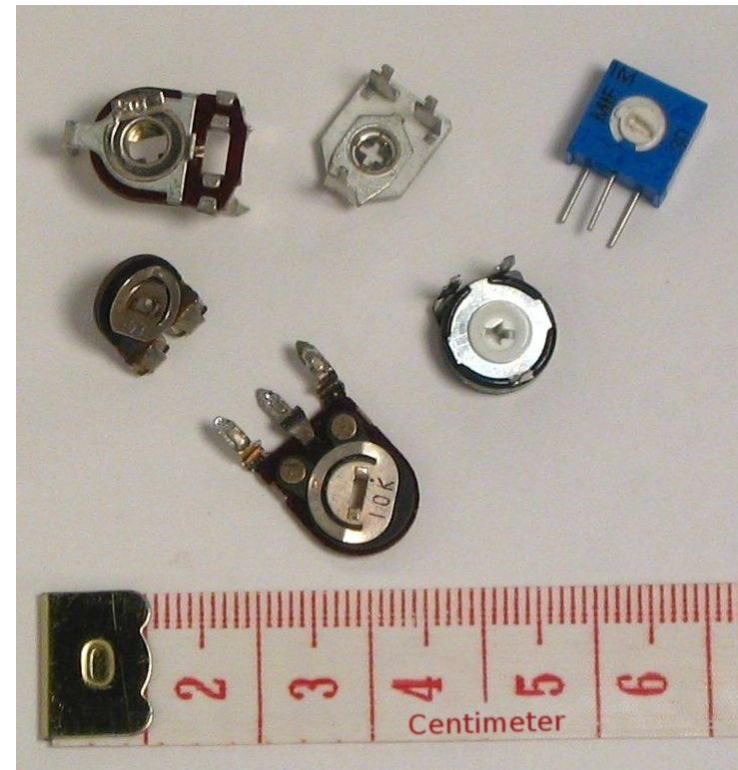




# Переменный резистор

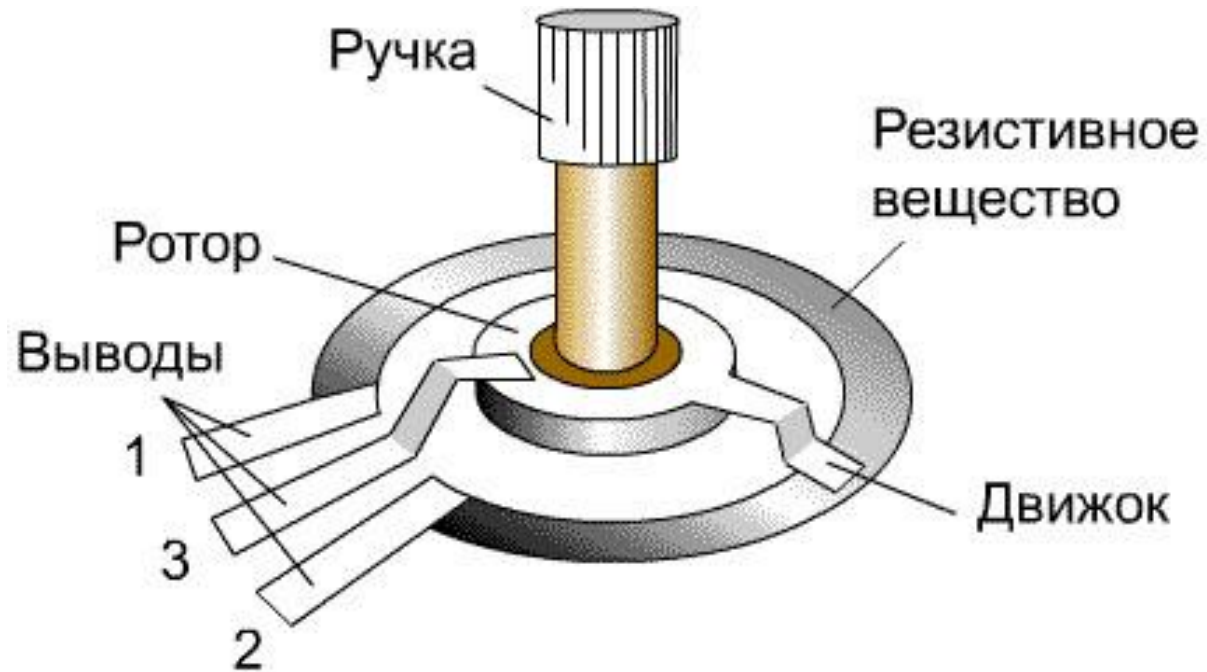
Три вывода.

- Средний – на схеме со стрелочкой – это подвижный вывод.
- Сопротивление меняется между подвижным выводом и крайними выводами
- Поэтому подключаем всегда средний вывод, и один из крайних
- Неиспользуемый крайний вывод мы соединяем с подвижным, просто чтобы он не «висел» в воздухе и не собирал помехи (необязательно)





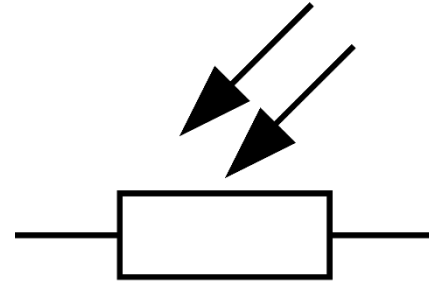
# Как устроен переменный резистор?



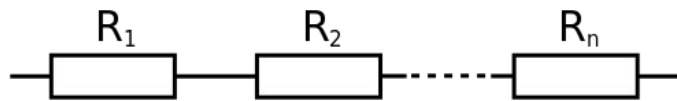
# Фоторезистор

Изменяет свое сопротивление под воздействием света

Чем **ярче** свет – тем **меньше** сопротивление

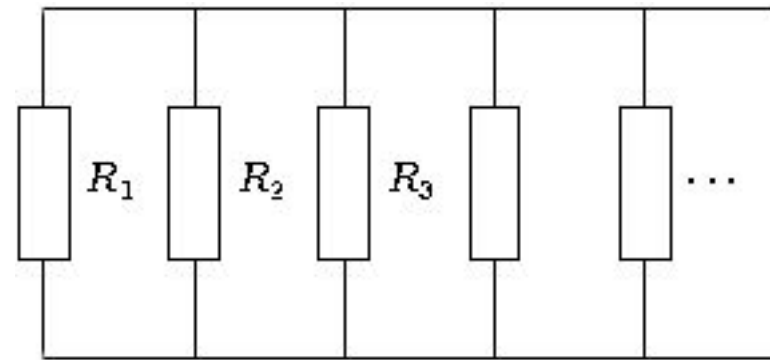


# Последовательное и параллельное соединение резисторов



$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

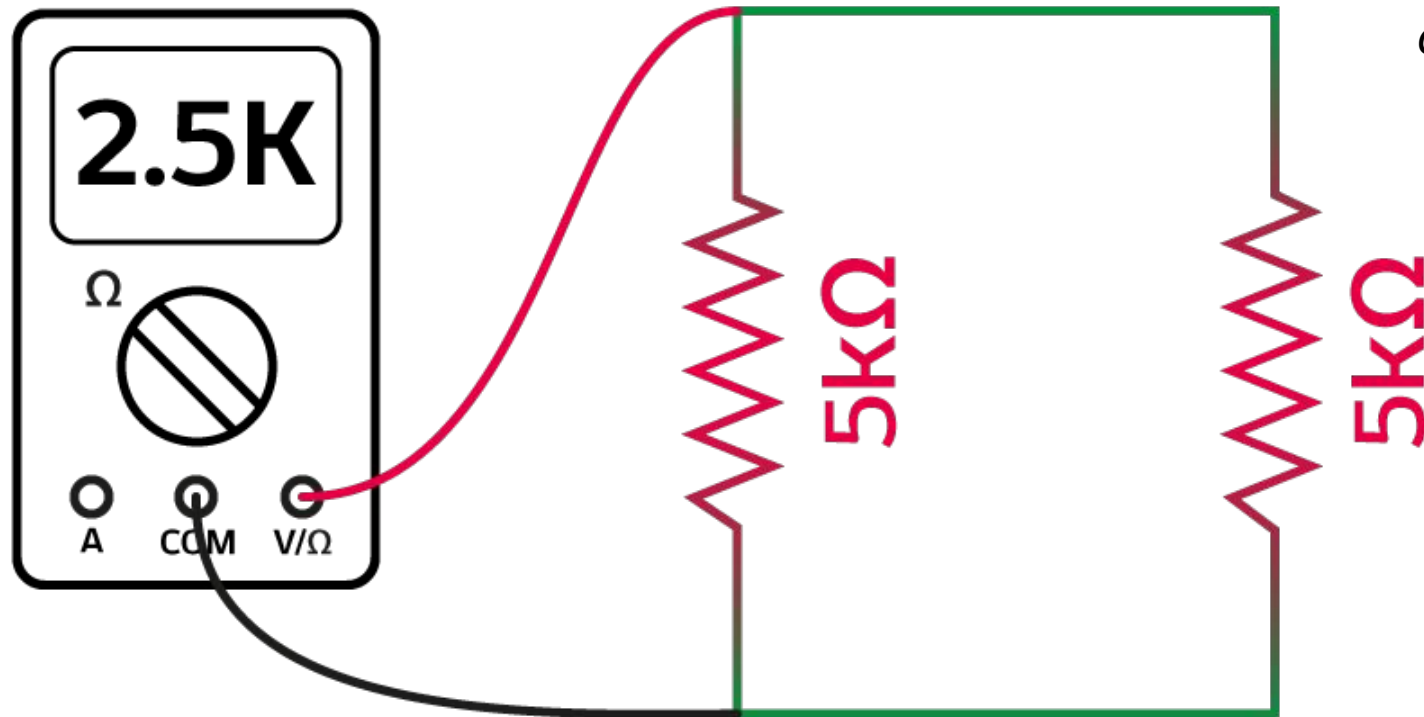
*Таким образом, если у вас  
нет резистора нужного  
номинала – вы всегда  
можете сделать его сами!*



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

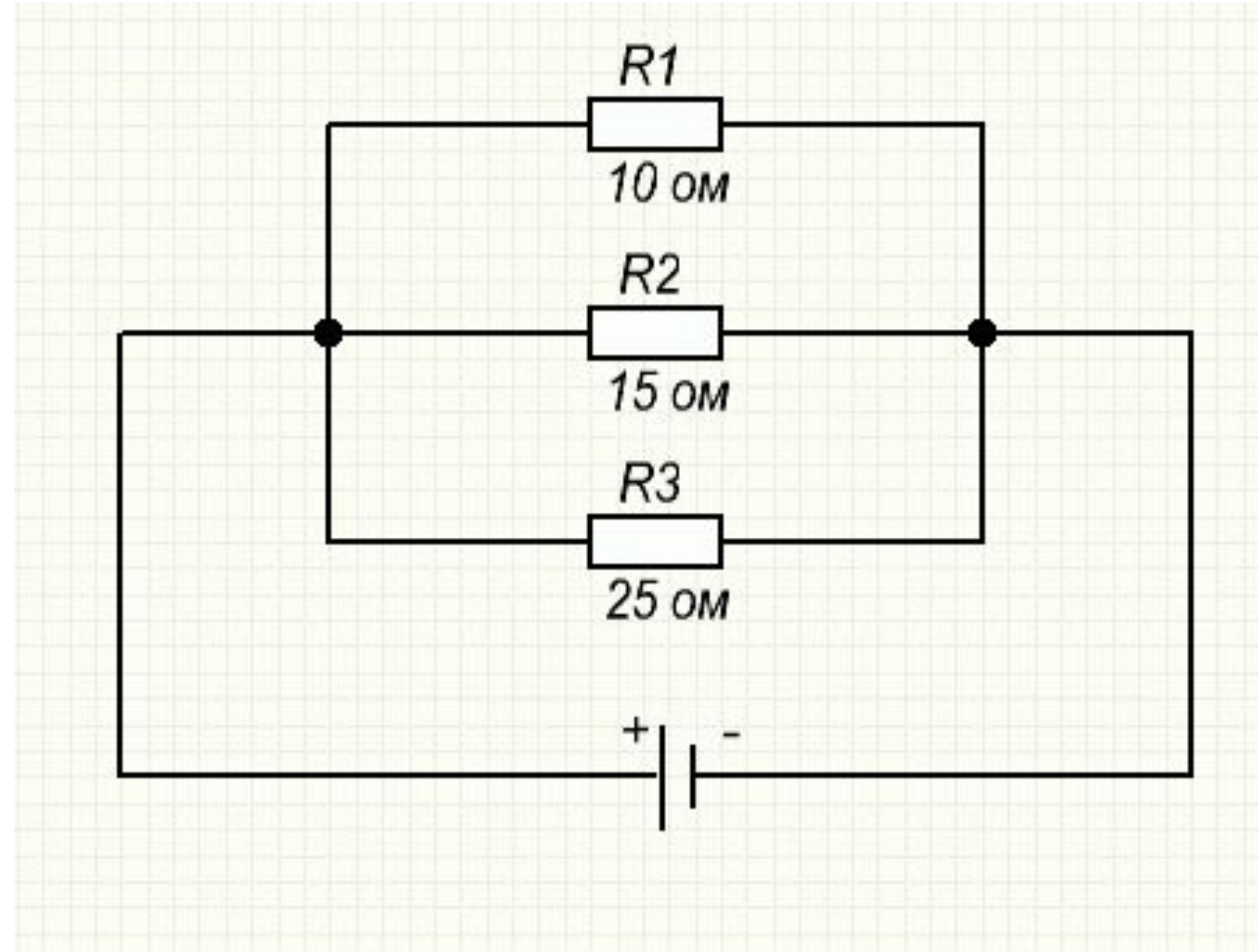
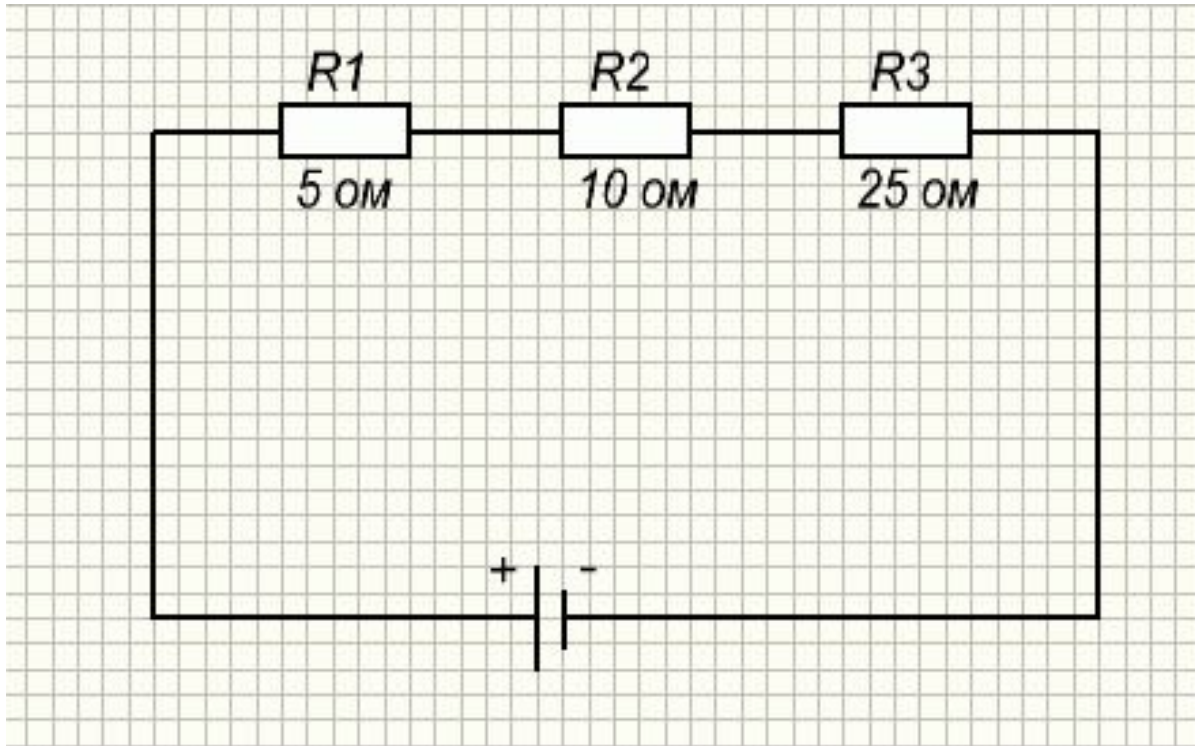
$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

# Если два одинаковых резистора параллельно...



*Если 2 одинаковых резистора – то общее сопротивление просто делится пополам!*

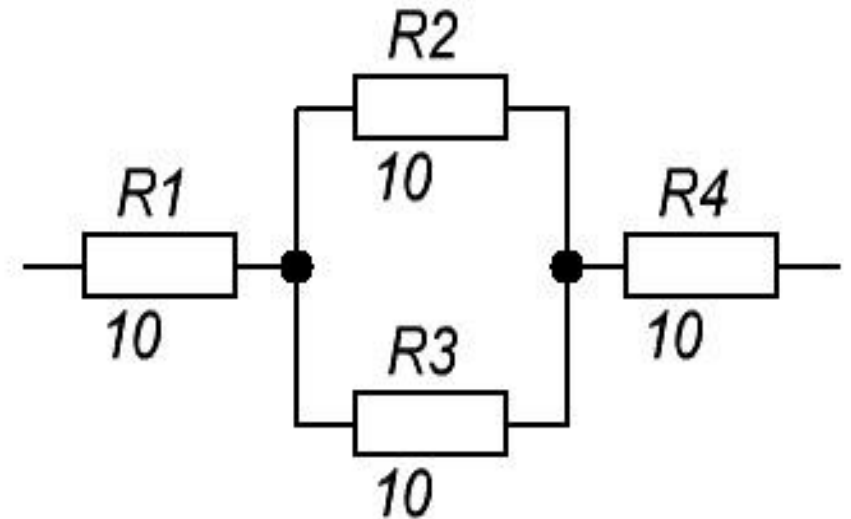
✓ Задача: Посчитайте сопротивление участка цепи





# Задача, где есть и то, и другое

- Решается в 2 действия: вначале считаем сопротивление участков цепи, где соединение последовательно.
- Потом – считаем параллельное соединение.
- Его считать легко, потому что параллельное соединение двух одинаковых резисторов – ровно в 2 раза меньше

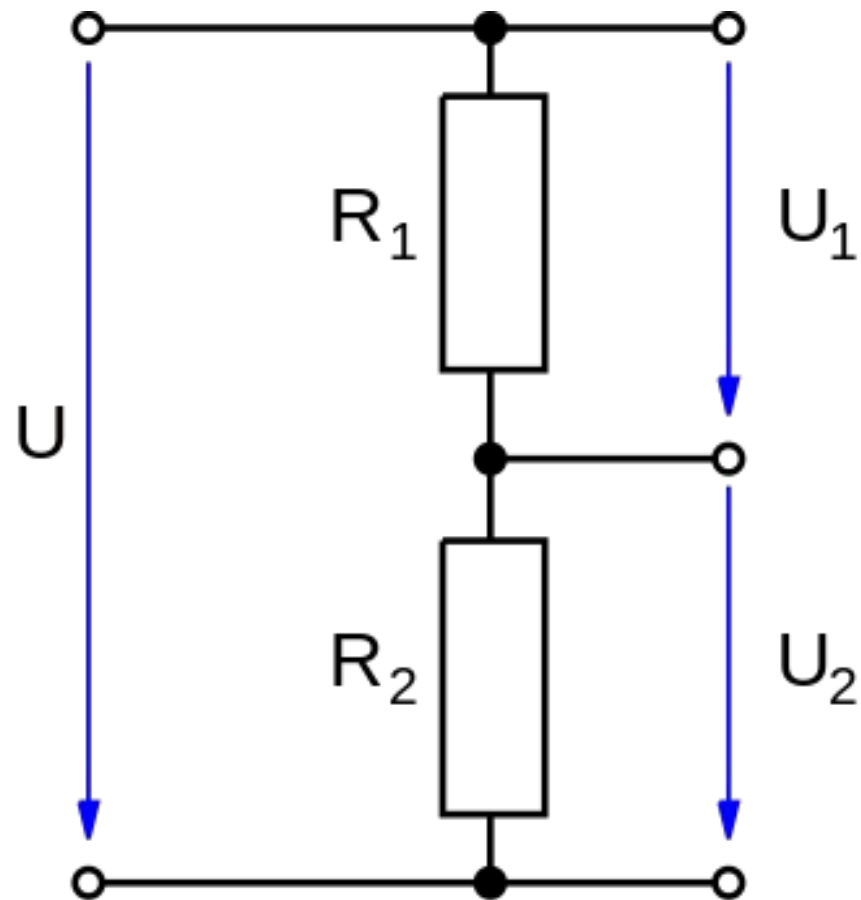


# ✓ Делитель напряжения

*Еще одна интересная схема, при помощи которой можно «отвести» нужное напряжение в сторону*

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

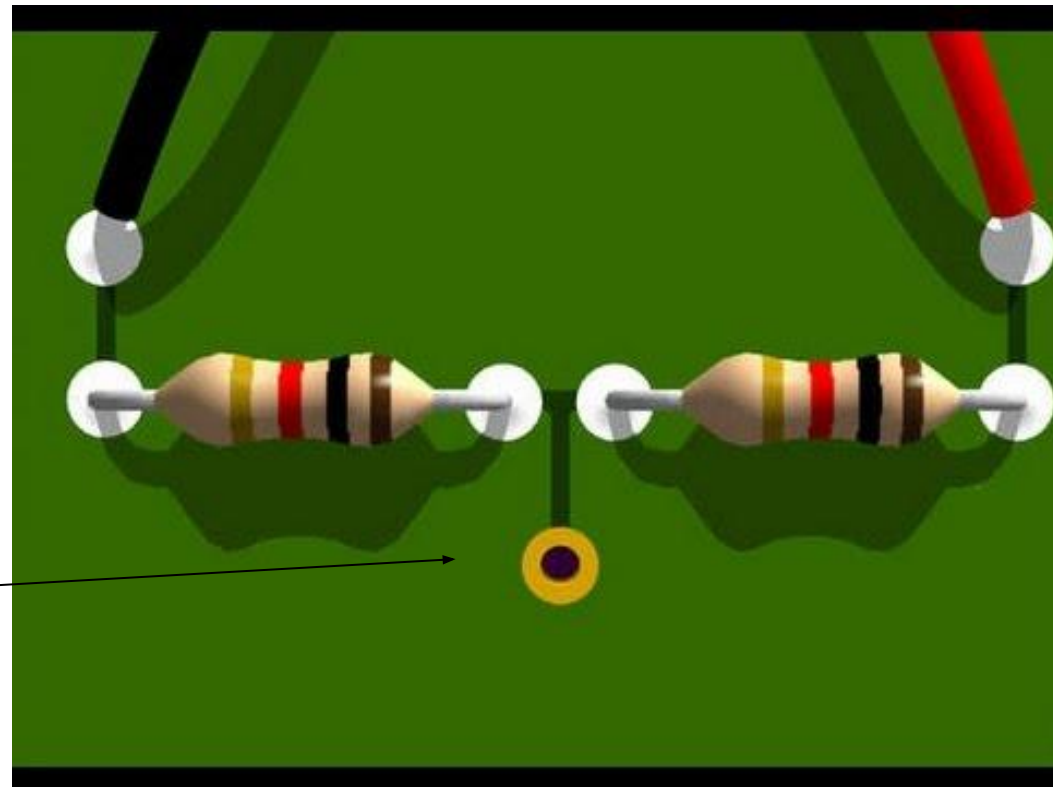
*Если резисторы одинаковые – то делится ровно пополам!*



# Пример делителя

*Предположим, что напряжение здесь 9 вольт*

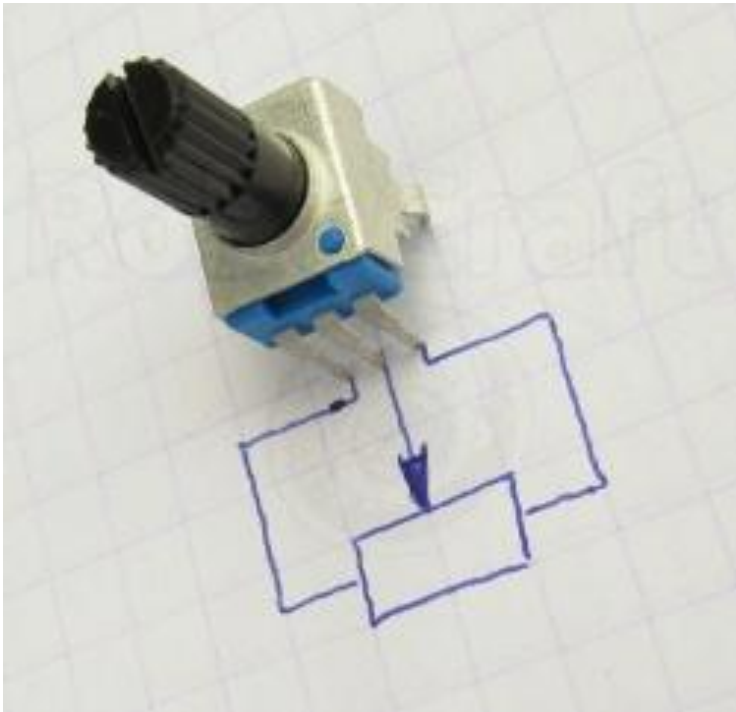
*Здесь  
напряжение  
будет ровно в 2  
раза меньше*



*То есть 4.5*



# Переменный резистор как делитель

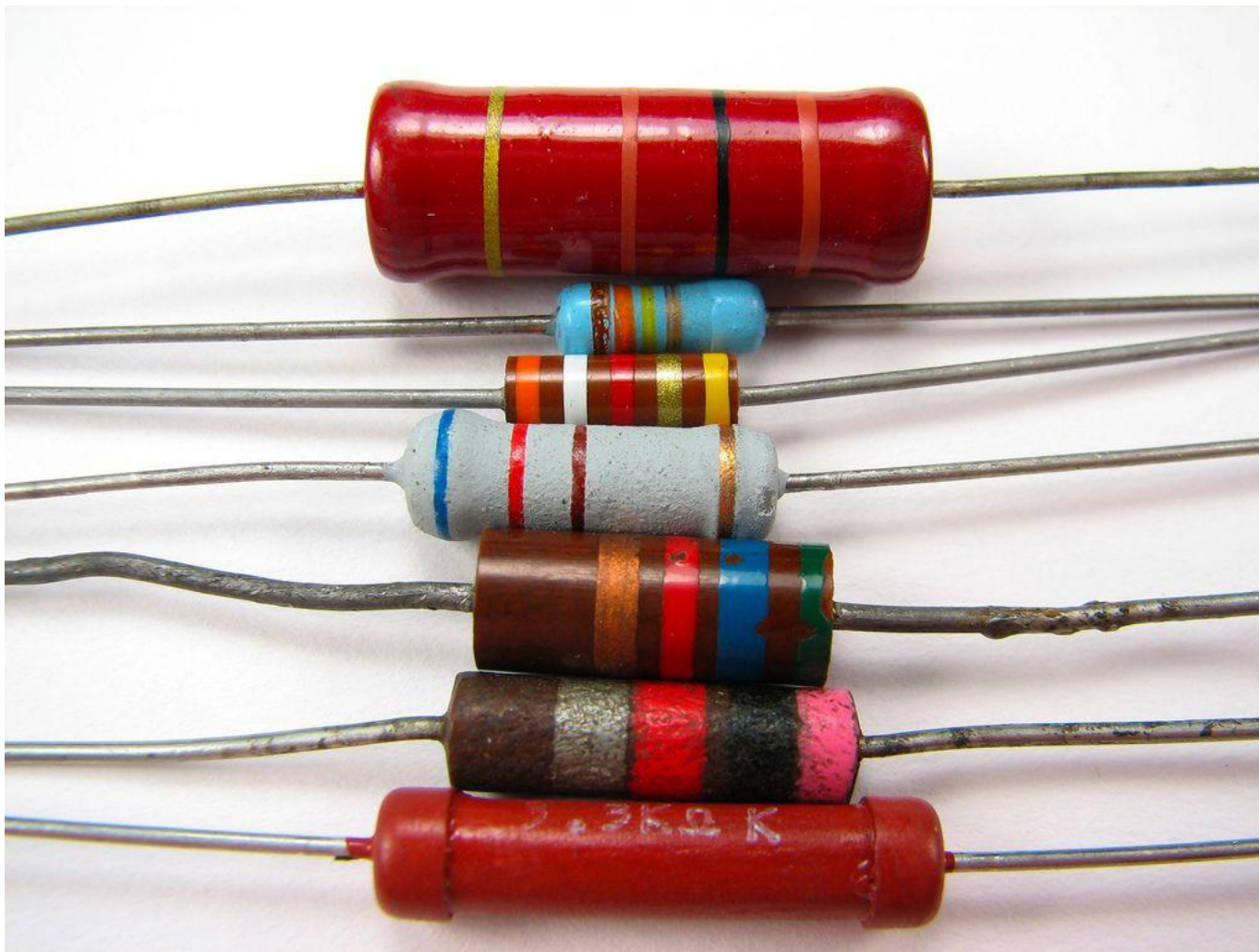


- В качестве делителя можно использовать переменный резистор
- В этом случае его крайние выводы подключаются к «**плюсу**» и «**минусу**», а с центрального мы снимаем уменьшенное напряжение
- В таком случае его называют еще «*потенциометр*»

# Задание



По маркировке резисторов на рисунке расшифруйте их характеристики

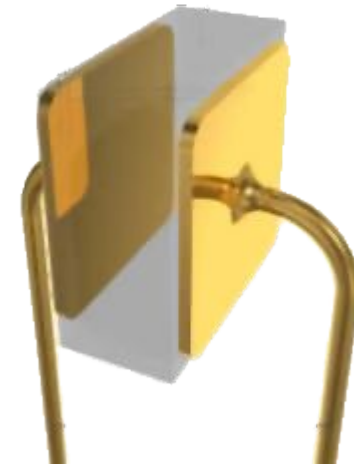
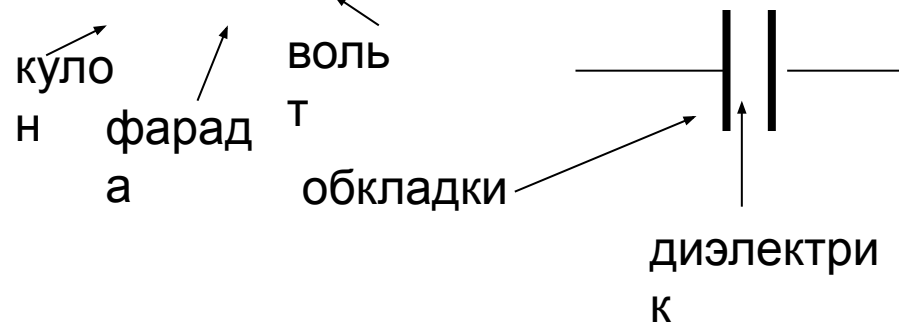


# КОНДЕНСАТО РЫ

# Конденсатор



- Это двухполюсник с определенным значением емкости, предназначенный для накопления заряда и обладающий свойством:  $Q=CU$ .



# ВАЖНАЯ ОСОБЕННОСТЬ

- Конденсатор более сложный компонент, чем резистор. Ток проходящий через конденсатор пропорционален скорости изменения напряжения.

$$I = C(dU / dt)$$

Например, если напряжение на конденсаторе изменится на 1 вольт

за 1 сек, то получим ток через конденсатор в 1 ампер.

Если подать ток 1 мА на конденсатор емкостью 1мкФ, то напряжение за

1 секунду возрастет на 1000 В. Используется для фотовспышек.

# Основные параметры конденсатора



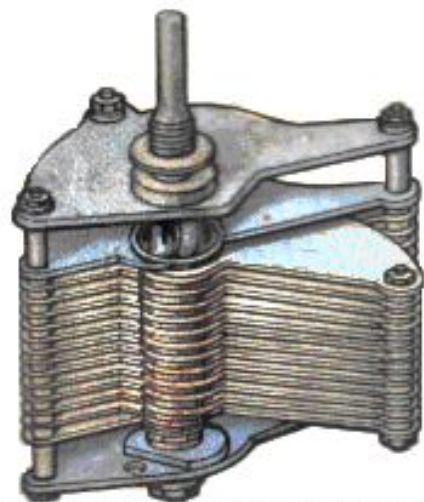
- Емкость.
- Точность.
- Удельная емкость.
- Плотность энергии.
- Номинальное напряжение.
- Полярность.
- **Паразитные параметры**: саморазряд; температурный коэффициент; пьезоэффект.
- **Опасный параметр**: взрывоопасность для электролитических конденсаторов.

# Типы конденсаторов:





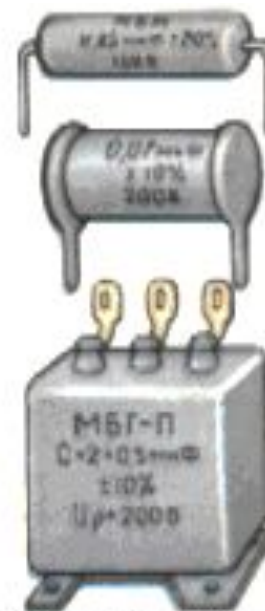
# Типы конденсаторов:



Переменной емкости



Высокочастотные



Низкочастотные



Электролитические

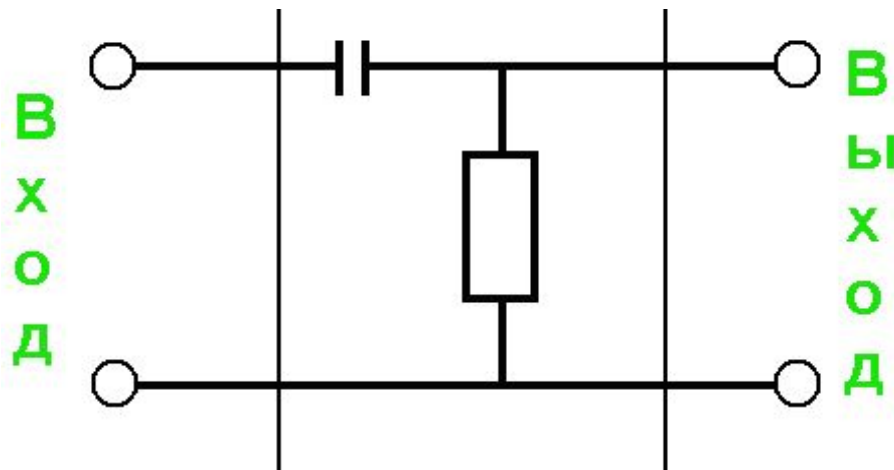


# Некоторые применения

- Фильтры напряжения.
- В колебательных контурах.
- В схемах динамической памяти.
- В импульсных лазерах с оптической накачкой.
- В фотовспышках.
- В цепях задержки и формирования импульсов.

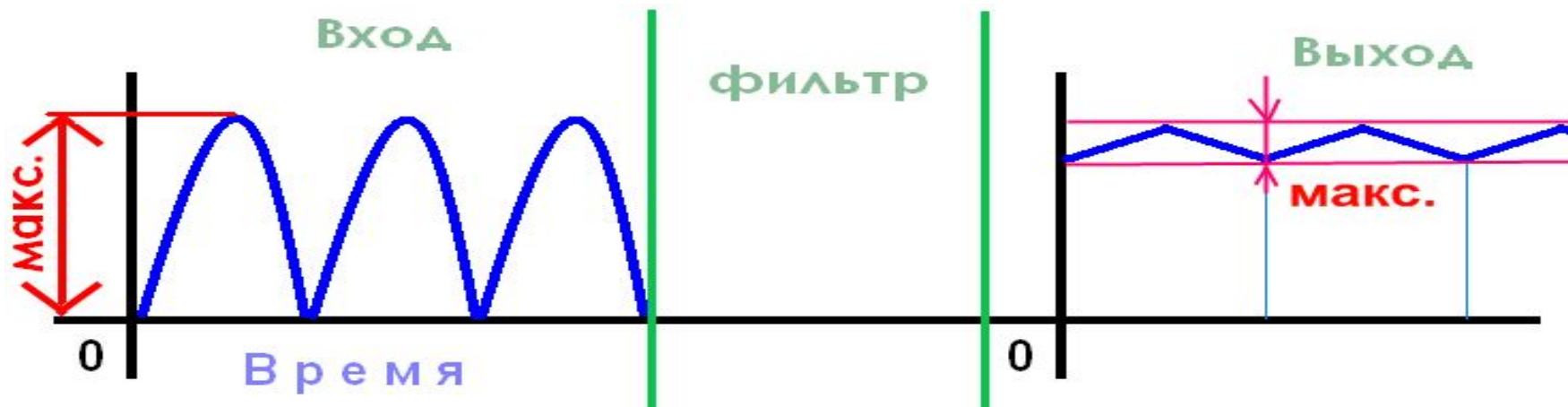
# Применение:

Разделение эл.цепей по постоянному и переменному току, и передача по переменному току.



# Применение:

Конденсаторы как фильтры в выпрямителях – уменьшают пульсации выпрямленного тока, напряжения.



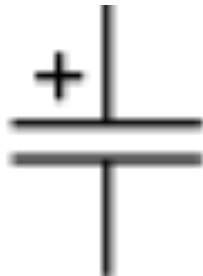
# Применение:

1. В устройствах зажигания горючей смеси в цилиндрах автомобильных двигателей.
2. В энергетике уменьшение  $\cos \varphi$ , т.е. для повышения К.П. Д. энергосистем.
3. В электронике для отрицательной и положительной обратной связи ( в усилителях, генераторах).

# Обозначения и виды конденсаторов



Постоянной  
емкости



Поляризованной

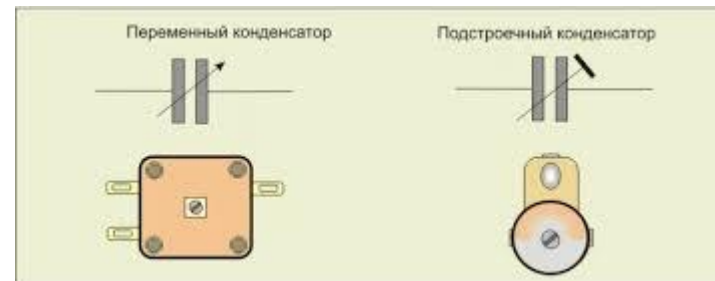
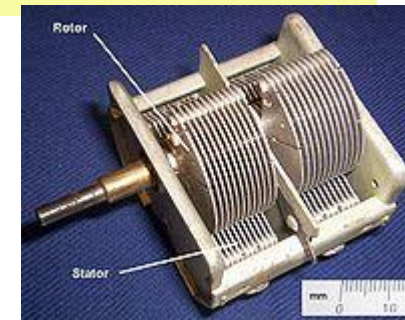


Переменной емкости или  
подстроечный



Варика  
п

Емкость измеряется в  
фарадах  
Микро Ф  
Пико Ф  
Нано Ф



# Эксплуатационные параметры:



Uн- Напряжение

Cн- Ёмкость

**Формула:**

$$C = \frac{Q}{U}$$

***Соединение конденсаторов в  
батареи:***

# ***Соединение конденсаторов в батарее:***

Соединения одного типа и с одинаковыми параметрами.

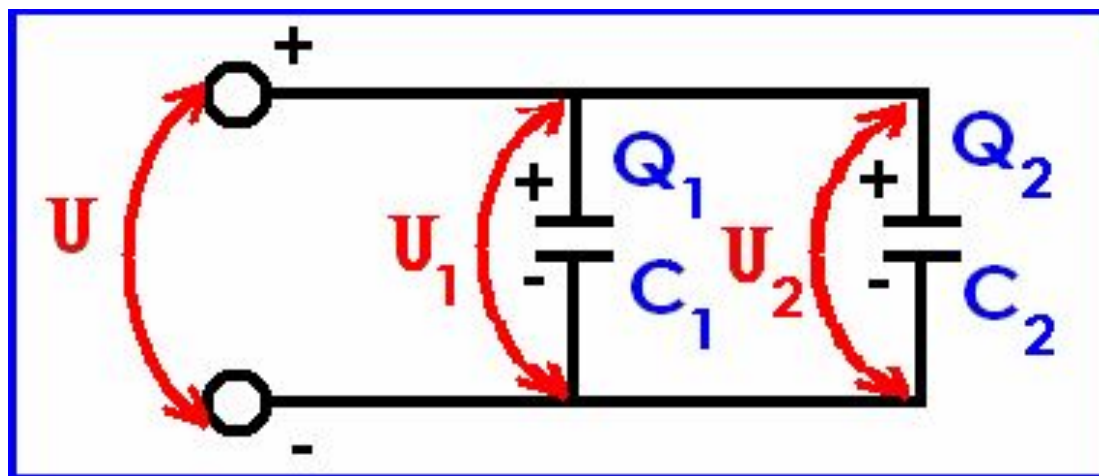
## ***Виды соединений:***

1. ***Параллельное соединение*** для увеличения емкости и энергии схемы.
2. ***Последовательное соединение:***
  - а) для уменьшения емкости схемы.
  - б) при рабочем напряжении конденсатора меньше напряжения схемы .



# Параллельное соединение

Для увеличения емкости и энергии схемы.



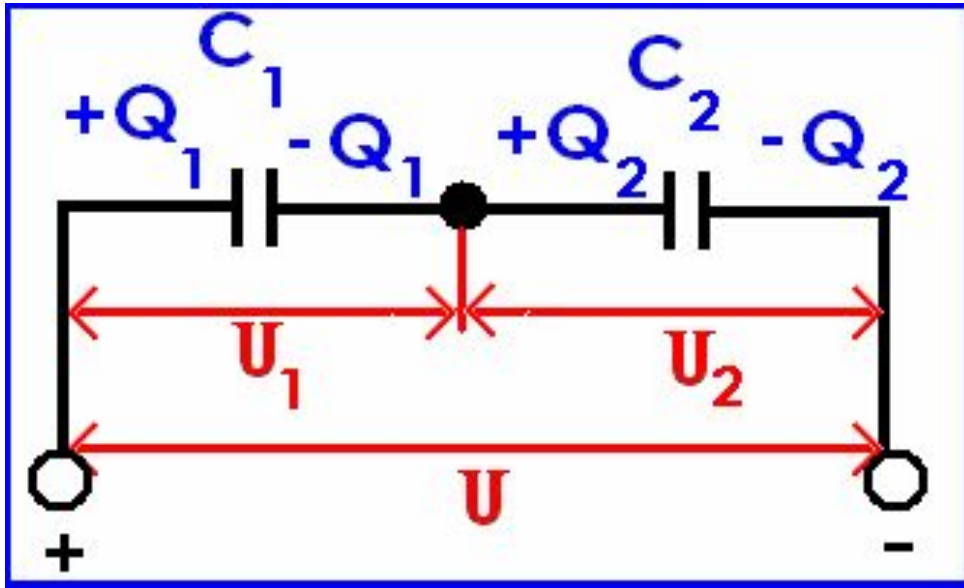
$$U_2 = U_1 = U$$

$$Q_{\text{ЭКВ}} = Q_1 + Q_2$$

$$C_{\text{ЭКВ}} = C_1 + C_2$$

## Последовательное соединение:

- ❖ При рабочем напряжении конденсатора меньше напряжения схемы.
- ❖ для уменьшения емкости схемы.



$$Q_{\text{ЭКВ}} = Q_1 = Q_2$$
$$U = U_1 + U_2$$
$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1}; \quad U_2 = \frac{Q_2}{C_2};$$
$$\frac{1}{C_{\text{ЭКВ}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

## Задание



По маркировке конденсаторов и их внешнему виду на рисунке расшифруйте их характеристики и тип

