

Предположим, что очень длинный кусок провода имеет сопротивление 0,2 Ом. Допустим по этому проводу мы хотим пропустить ток величиной 15 А. Какое по величине напряжение будет отобрано у цепи за счет его сопротивления?

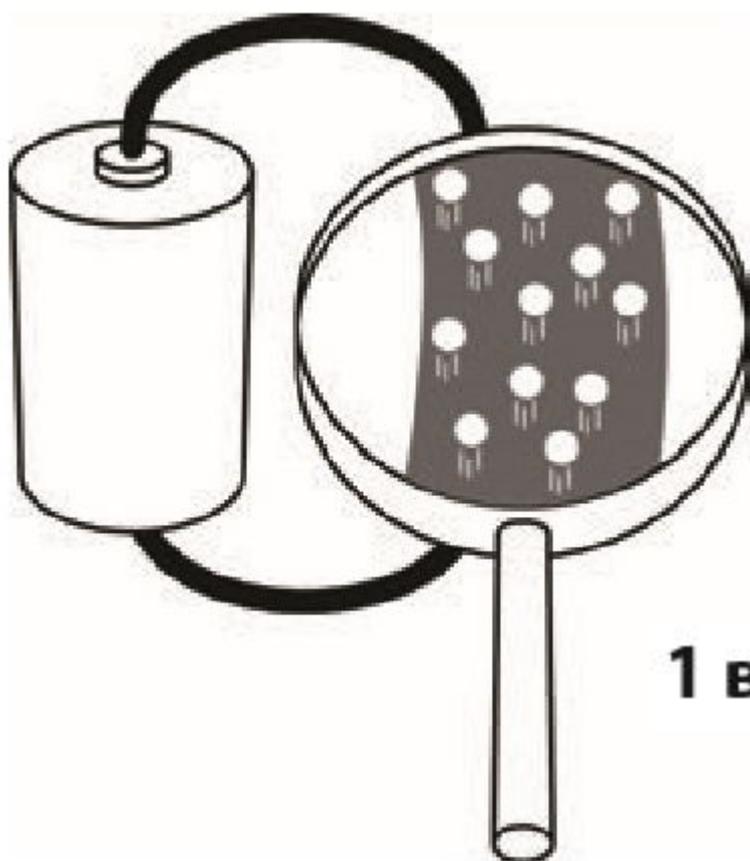
$$U = I \times R.$$

Теперь в эту формулу надо подставить значения, которые были заданы в условии:

$$U = 15 \text{ А} \times 0,2 \text{ Ом} = 3 \text{ В}$$

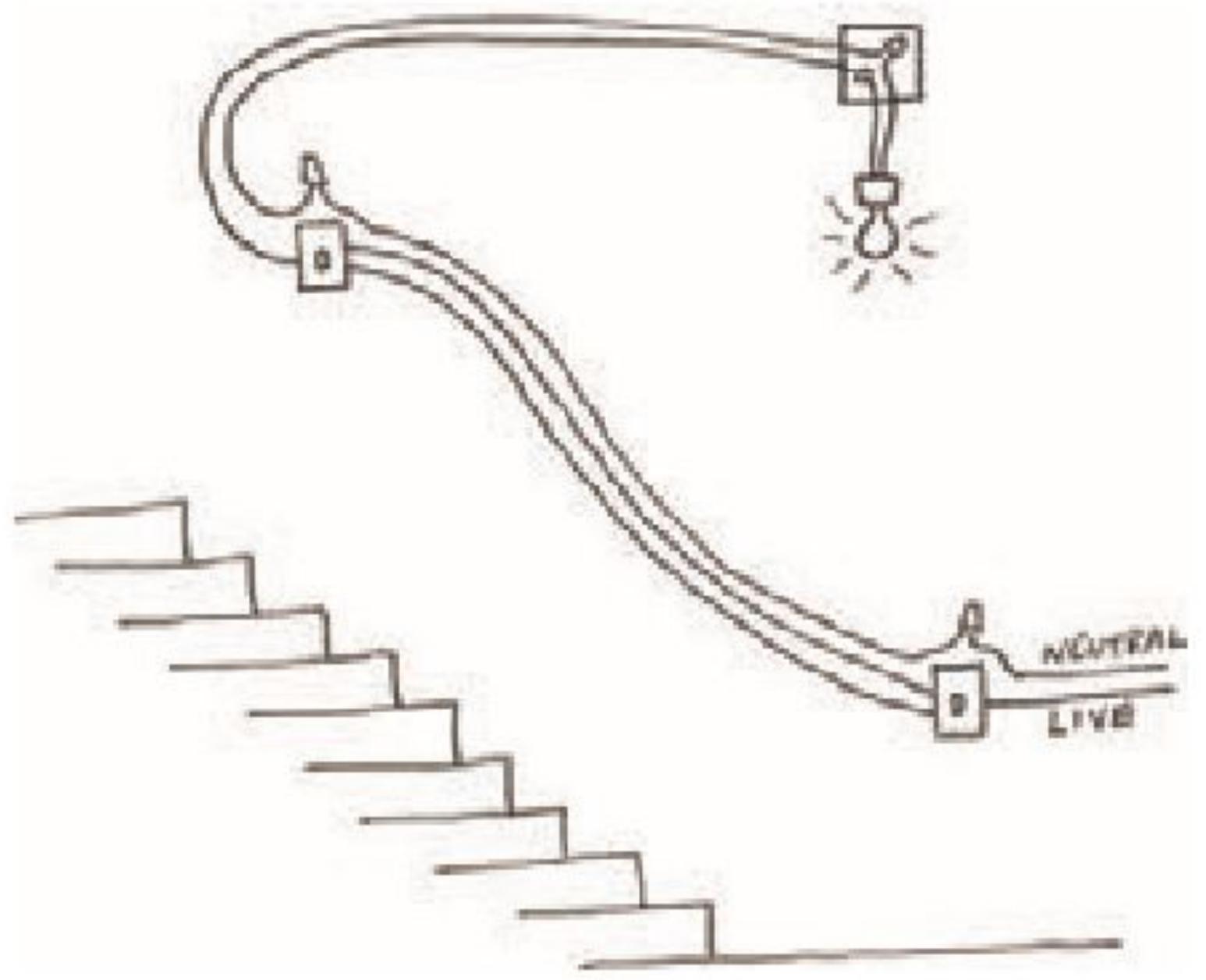
Три вольта это не слишком большое значение, если у вас есть источник питания высокого напряжения, но если вы используете, например, автомобильный аккумулятор с напряжением 12 В, то провод такой длины будет отбирать в цепи четверть доступного напряжения (рис. 1.59).

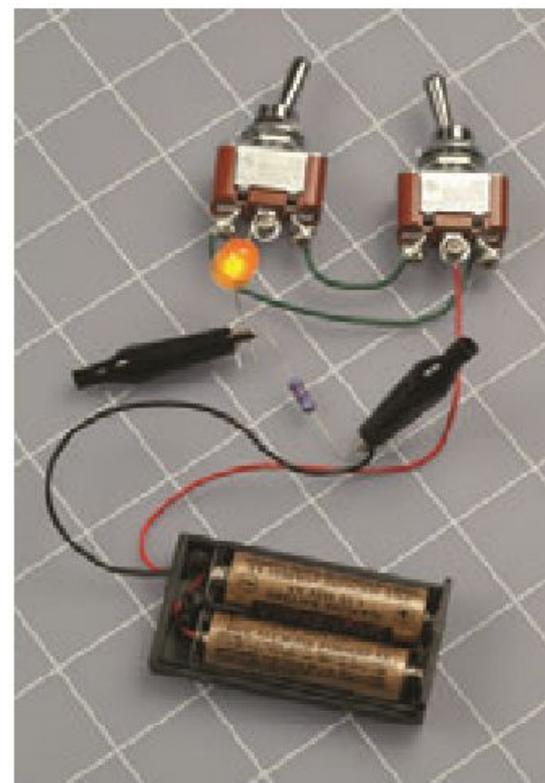
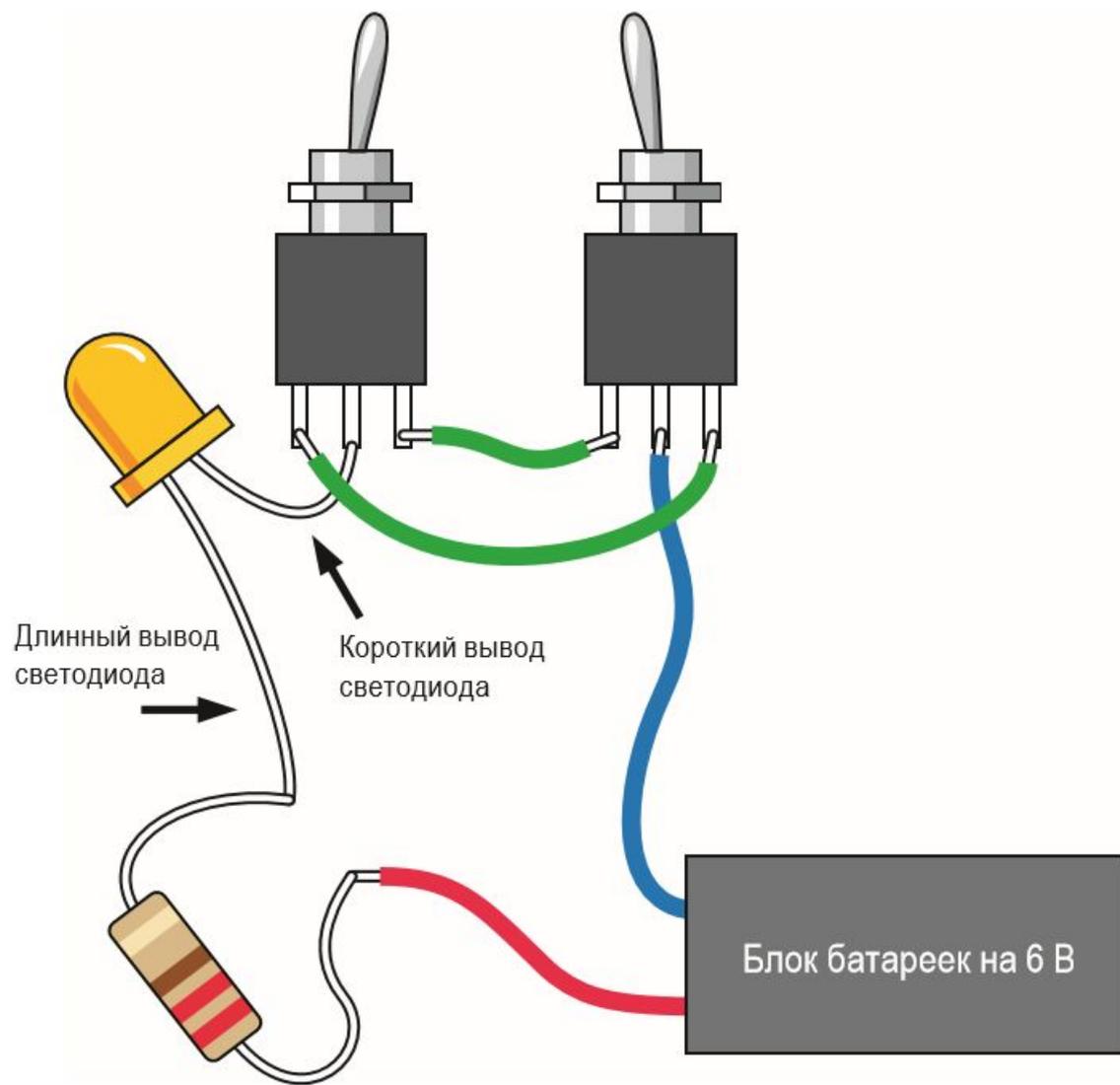
Теперь вы должны понимать, почему провода в автомобилях достаточно толстые — это связано с тем, что их сопротивление должно быть гораздо меньше 0,2 Ом.



1 ватт = 1 джоуль/сек.

**1 ампер = 1 кулон/сек =
= примерно 6,25 квинтильонов электронов/сек =
= $6,25 \times 10^{18}$ электронов/сек.**





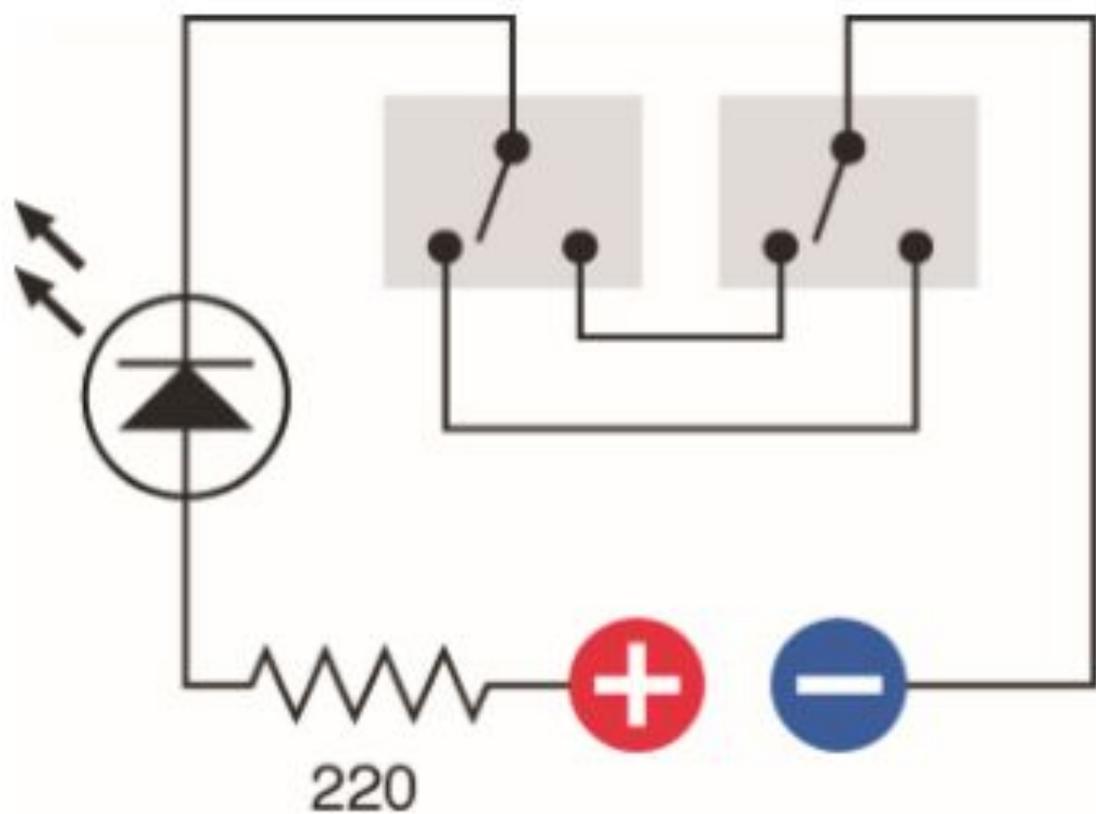


Рис. 2.32. Эта схема отображает ту же самую цепь, приведенную ранее на рис. 2.17. На этой схеме более понятны функции используемых переключателей (тумблеров)

Обобщенная таблица всех возможных вариантов тумблерных переключателей и нажимных кнопок

	Одно- полюсный	Двух- полюсный	Трех- полюсный	Четырех- полюсный
Однопозиционные	SPST Вкл-Выкл (ON-OFF)	DPST Вкл-Выкл (ON-OFF)	3PST Вкл-Выкл (ON-OFF)	4PST Вкл-Выкл (ON-OFF)
Двухпозиционные	SPDT Вкл-Вкл (ON-ON)	DPDT Вкл-Вкл (ON-ON)	3PDT Вкл-Вкл (ON-ON)	4PDT Вкл-Выкл-Вкл (ON-ON)
Двухпозиционный со средним выключенным (нейтраль- ным) положением	SPDT Вкл-Выкл-Вкл (ON-OFF-ON)	DPDT Вкл-Выкл-Вкл (ON-OFF-ON)	3PDT Вкл-Выкл-Вкл (ON-OFF-ON)	4PDT Вкл-Выкл-Вкл (ON-OFF-ON)

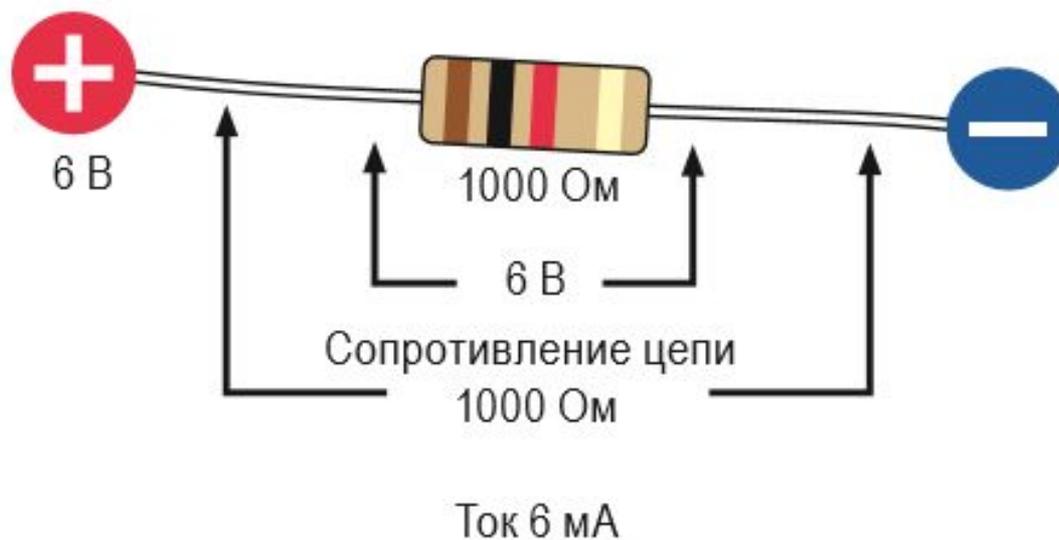
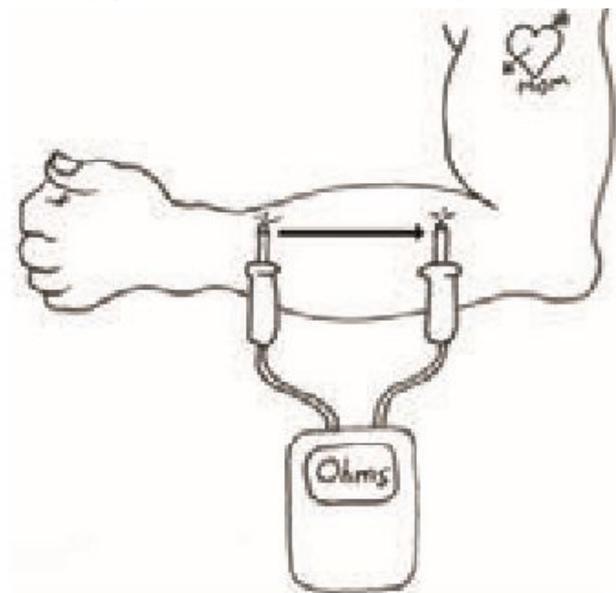
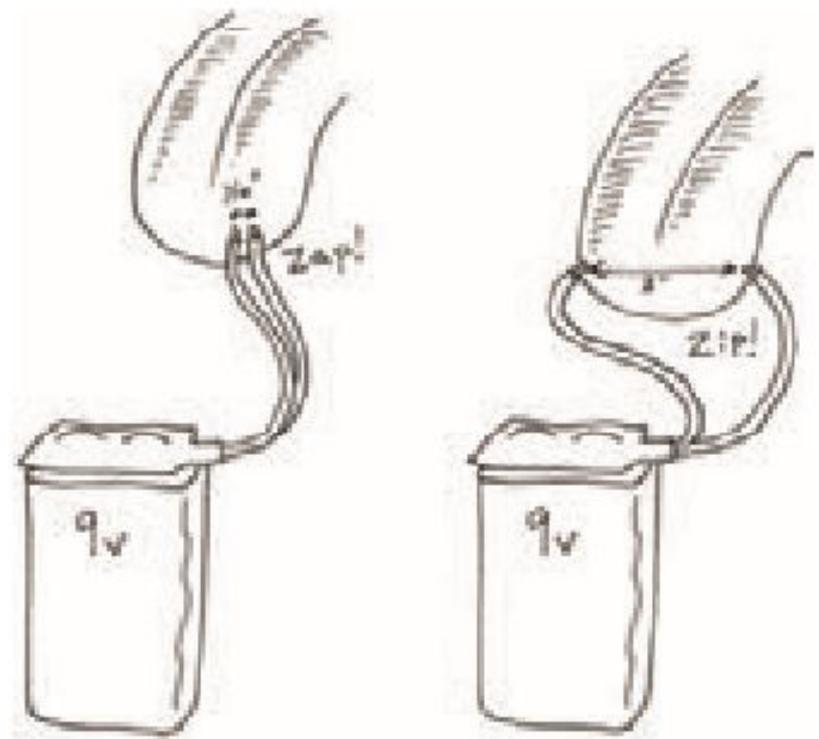


Рис. 1.55. К одному резистору приложено все напряжение и в соответствии с законом Ома по нему протекает ток величиной $U/R = 6 \text{ В}/1000 \text{ Ом} = 0,006 \text{ А} = 6 \text{ мА}$



что батарейка создает напряжение величиной 9 В, а ваш язык имеет сопротивление, равное 50 кОм, или иначе 50 000 Ом. Запишем, что вам известно:

$$U = 9 \text{ В}$$

$$R = 50\,000 \text{ Ом}$$

Мы хотим узнать значение электрического тока, поэтому используем вариант написания закона Ома, в котором сила тока находится в левой части уравнения:

$$I = U/R.$$

Теперь надо подставить известные значения в формулу:

$$I = 9 \text{ В} / 50\,000 \text{ Ом} = 0,00018 \text{ А}$$

Переместим десятичную точку на три позиции влево, чтобы получить ответ в миллиамперах:

$$I = 0,18 \text{ мА}$$

Что происходит, когда вы закорачиваете батарейку? Сила тока какой величины нагревает провода? Отлично, предположим, что провода имеют сопротивление величиной 0,1 Ом (возможно, оно меньше, но я хочу начать с предположения, что оно равно именно 0,1 Ом).

Запишем, что нам известно:

$$U = 1,5 \text{ В}$$

$$R = 0,1 \text{ Ом}$$

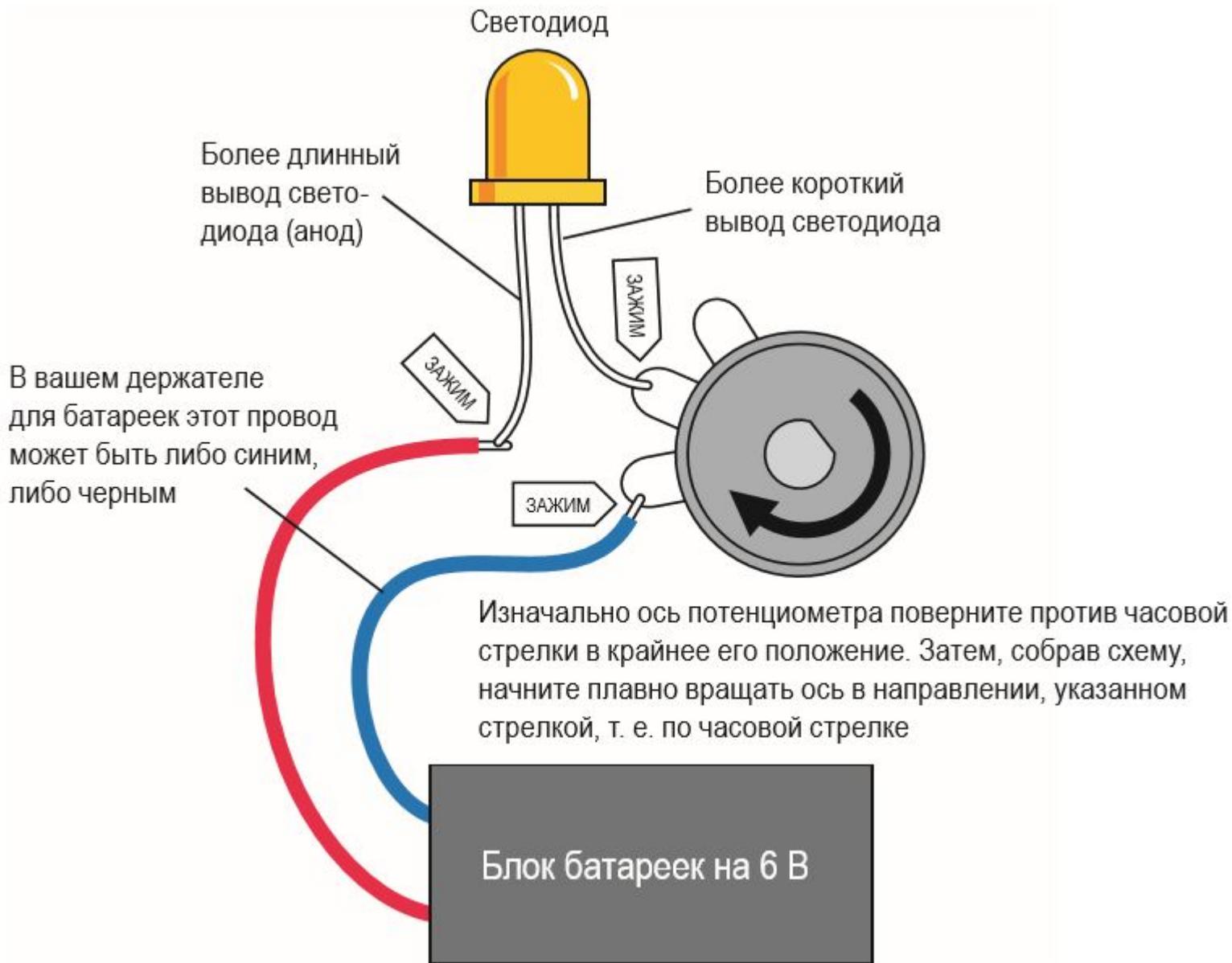
Как только мы пытаемся найти величину тока, мы должны использовать следующую формулу:

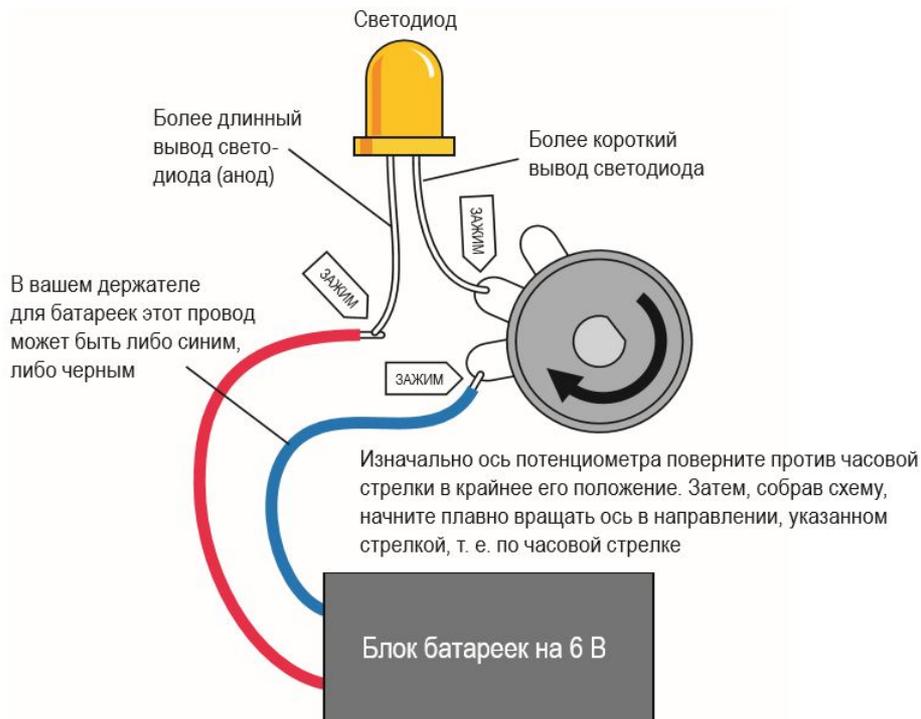
$$***I = U/R.***$$

Теперь надо подставить известные значения в формулу:

$$I = 1,5 \text{ В} / 0,1 \text{ Ом} = 15 \text{ А}$$

Это примерно в 100 000 раз большее значения тока, который проходил по поверхности вашего языка. Причем этот ток выделяет гораздо больше тепла даже при том, что используется намного меньшее напряжение.





технических данных? Максимальное значение прямого напряжения 3 В и безопасная величина тока 20 мА.

Для повышения безопасности я собираюсь ограничиться прямым напряжением 2,5 В. Для питания у нас есть батарейка на напряжение 6 В. Вычтем 2,5 В из 6 и получим 3,5 В. Поэтому нам в данной цепи необходим резистор, падение напряжения на котором должно составлять 3,5 В, и чтобы 2,5 В осталось для светодиода.

$U = 3,5$ В (падение напряжения на резисторе)

$I = 0,02$ А (ток, проходящий через резистор)

Нам нужно узнать сопротивление резистора R . Поэтому мы используем вариант написания закона Ома, в котором сопротивление находится в левой части уравнения:

$$R = U/I.$$

Теперь надо подставить известные значения в формулу:

$$R = 3,5/0,02$$

Выполните вычисление сопротивления с помощью вашего карманного калькулятора, если у вас есть проблемы с определением места, куда надо поставить десятичную запятую. Вы должны получить следующий ответ:

$$R = 175 \text{ Ом}$$

Давайте вернемся назад к цепи со светодиодом. Помните, мы хотели, чтобы на резисторе падало напряжение 3,5 В, а ток был бы равен 20 мА. Какое количество мощности рассеивается на этом резисторе?

Запишите, что вам известно:

$U = 3,5 \text{ В}$ (падение напряжения на резисторе)

$I = 20 \text{ мА} = 0,02 \text{ А}$ (ток, протекающий через резистор)

Мы хотим узнать мощность в ваттах, поэтому используем формулу, где мощность располагается в левой части уравнения:

$$W = U \times I.$$

Теперь надо подставить значения в эту формулу:

$W = 3,5 \text{ В} \times 0,02 \text{ А} = 0,07 \text{ Вт}$ (мощность, которая рассеивается резистором)

Таким образом, мы выяснили, что используемый нами резистор мощностью 0,25 Вт (1/4 ватта) имеет почти 4-кратный запас по сравнению с действительно рассеиваемой им мощностью.

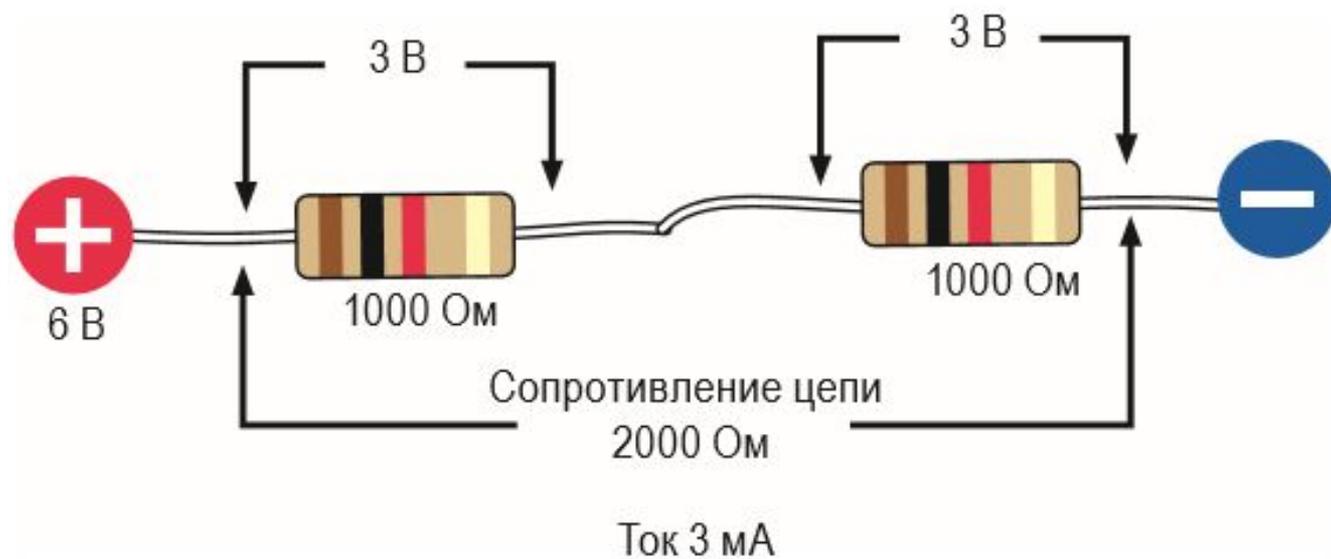


Рис. 1.56. Когда два одинаковых резистора подключены последовательно, электрический ток сначала должен пройти через один из них, а затем только через другой, поэтому на каждом из них падает половина приложенного напряжения. Общее сопротивление теперь становится равным 2000 Ом, и в соответствии с законом Ома по цепи протекает ток величиной $U/R = 6 \text{ В}/2000 \text{ Ом} = 0,003 \text{ А} = 3 \text{ мА}$

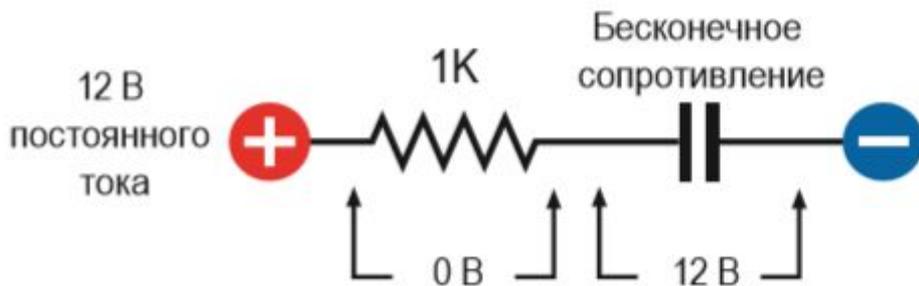
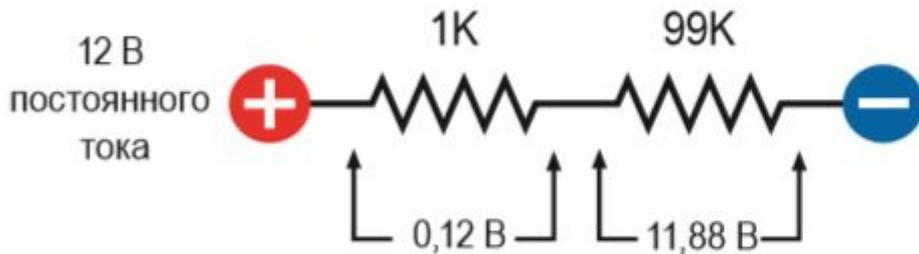
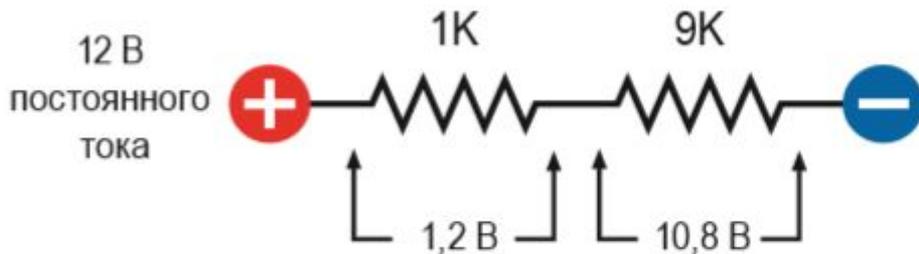
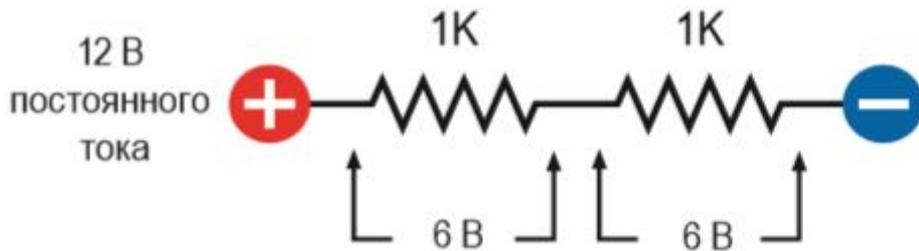


Рис. 2.76. Когда два резистора соединены последовательно, то на большем сопротивлении будет падать большее напряжение, чем на меньшем. Если резистор будет иметь бесконечно большое сопротивление (как это будет в случае конденсатора), то меньшее сопротивление больше не будет давать какой-либо вклад в падение напряжения, а напряжение на его выводах будет одинаковым (т. е. между этими точками разность потенциалов будет равна нулю)

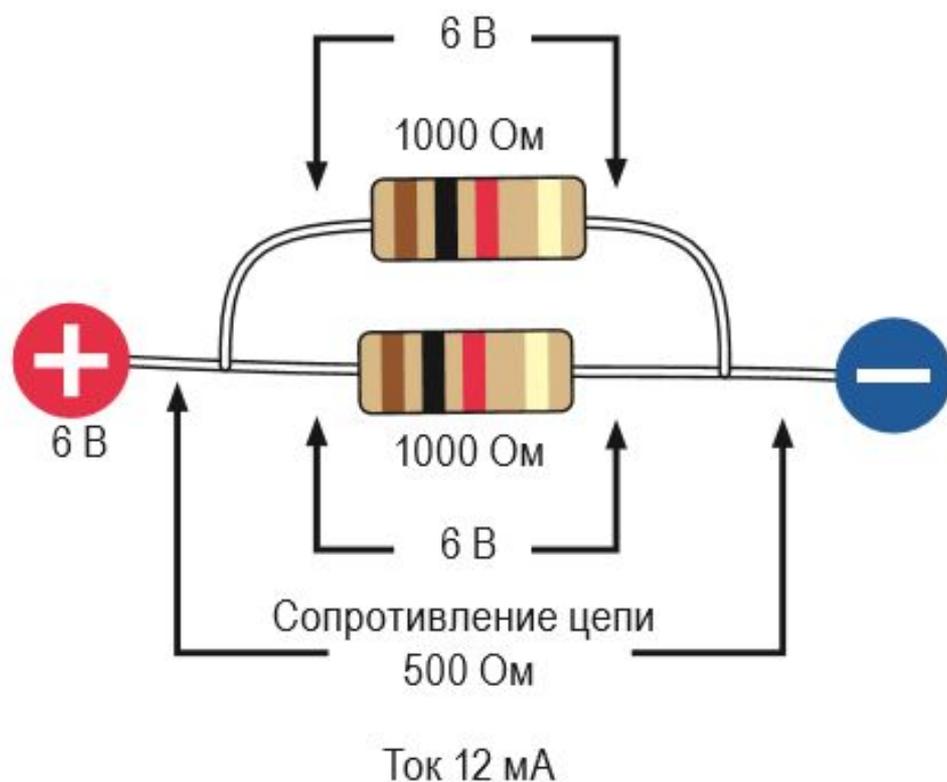
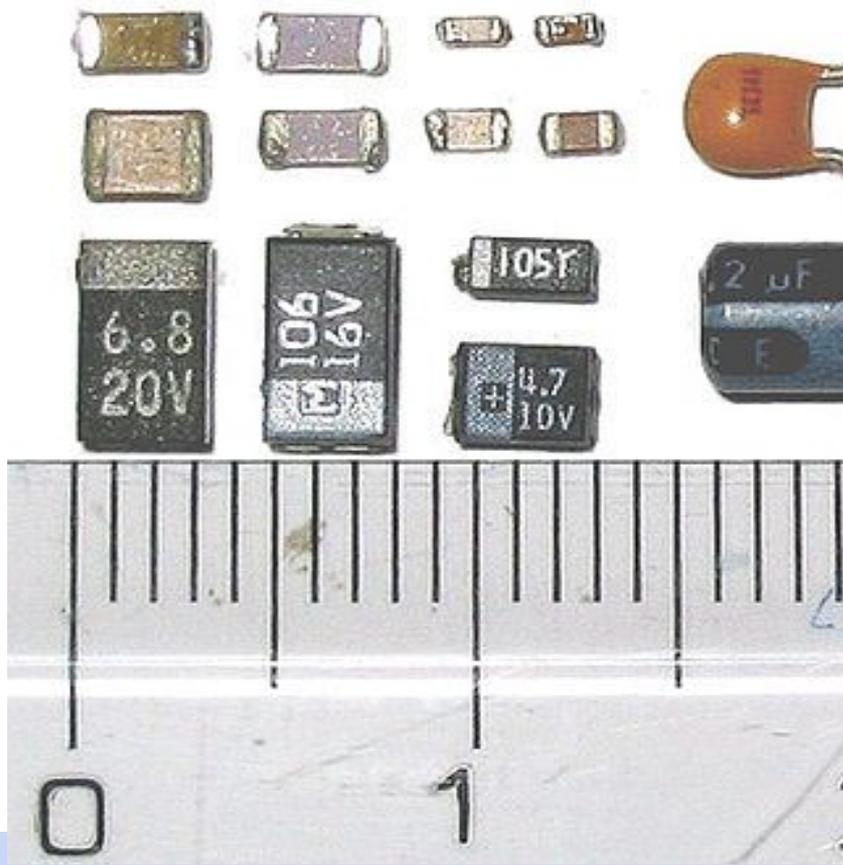
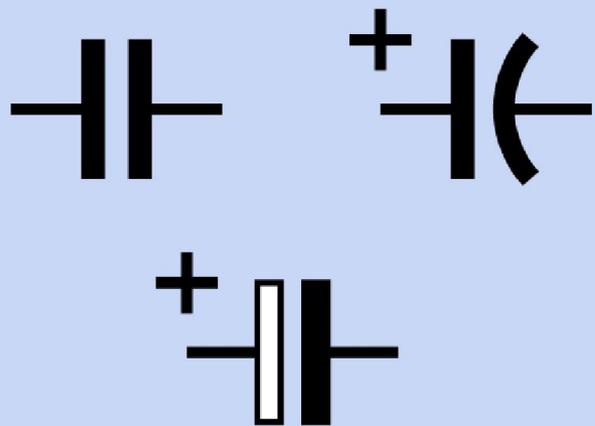


Рис. 1.57. Когда два одинаковых резистора подключены параллельно, то к каждому из них приложено полное напряжение, т. е. напряжения на них составляют по 6 В. Электрический ток проходит через них одновременно, поэтому общее сопротивление становится в два раза меньше по сравнению с тем, что было. В соответствии с законом Ома по цепи проходит ток, равный $U/R = 6 \text{ В}/500 \text{ Ом} = 0,012 \text{ А} = 12 \text{ мА}$

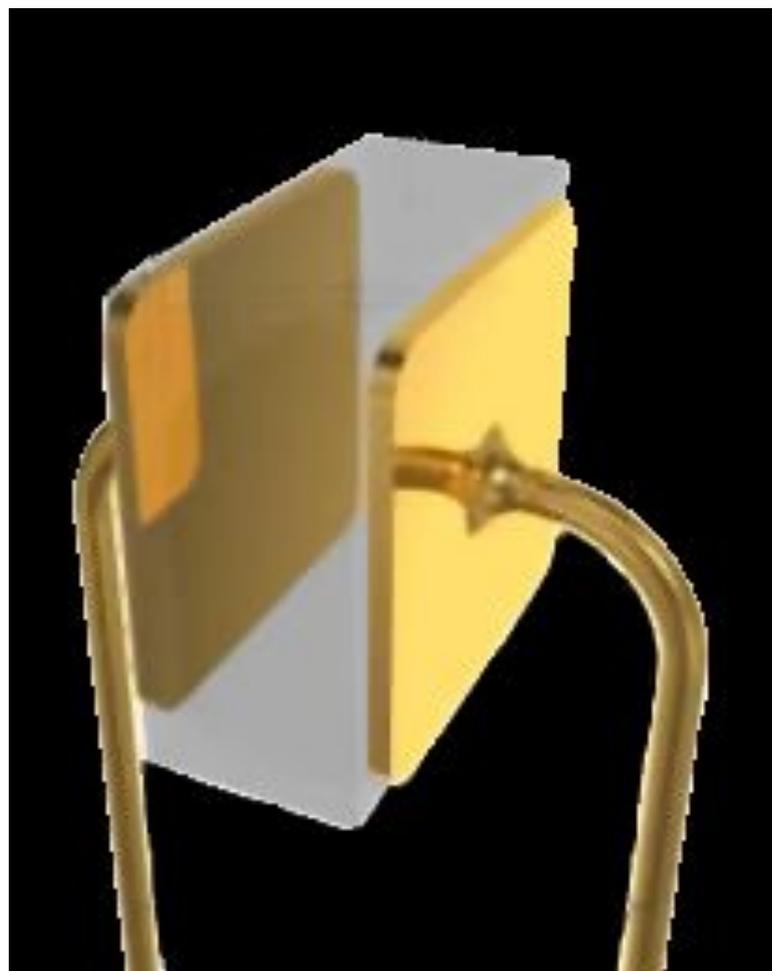
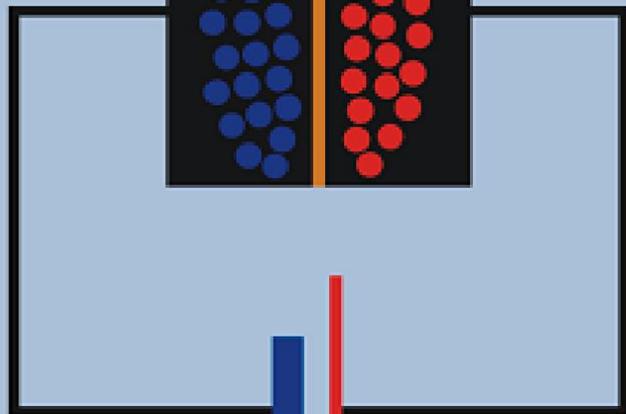
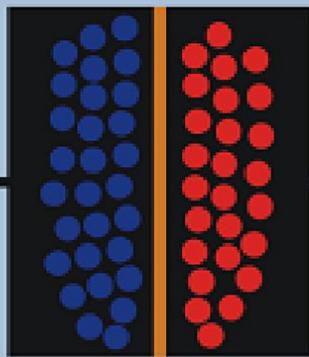
КОНДЕНСАТО РЫ

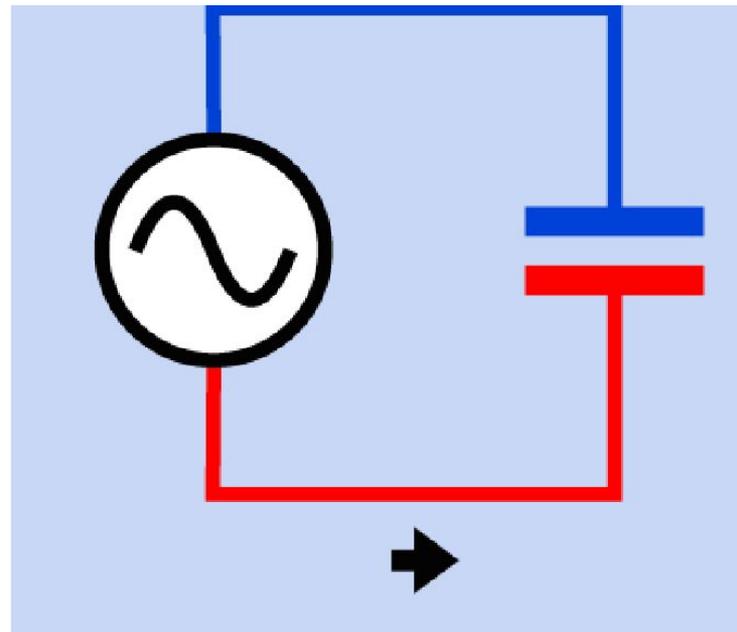
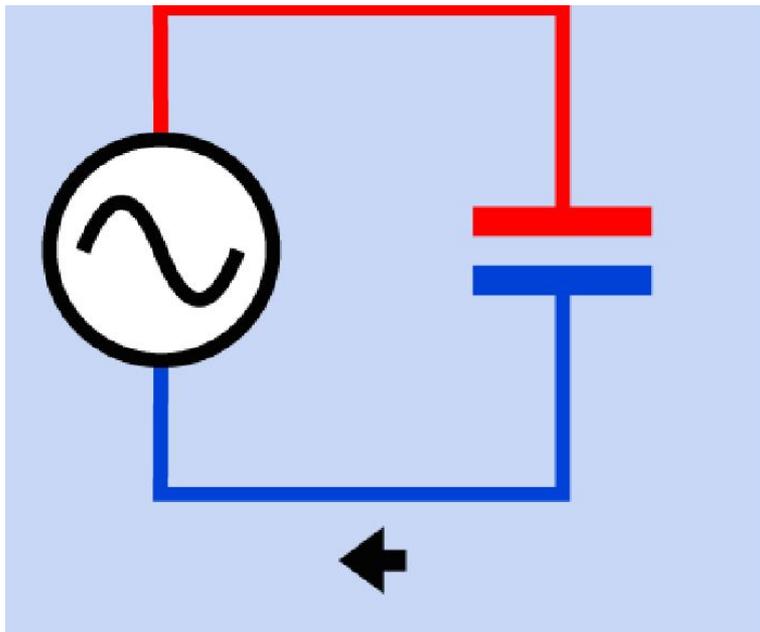
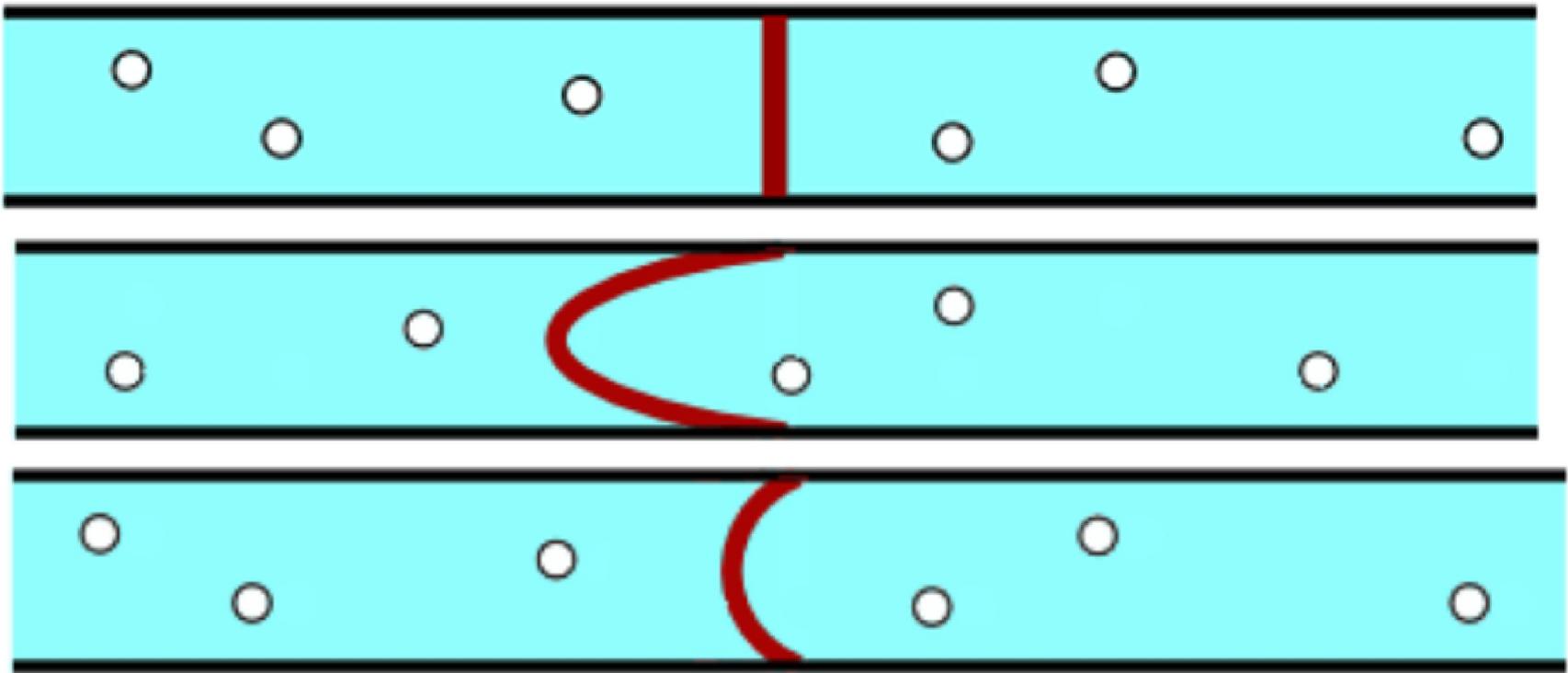


Слева — конденсаторы для поверхностного монтажа; справа — конденсаторы для объёмного монтажа; сверху — керамические; снизу — электролитические. На танталовых конденсаторах (слева) полоской обозначен «+» на алюминиевых (справа) маркируют «-».



Диэлектрик





Ёмкость характеризует способность конденсатора накапливать электрический заряд. Ёмкость бывает номинальная и реальная.

Ёмкость плоского конденсатора, состоящего из двух параллельных металлических пластин площадью S каждая, расположенных на расстоянии d друг от друга, в системе СИ выражается формулой

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}, \text{ где } \epsilon$$
 — диэлектрическая проницаемость среды, заполняющая пространство между пластинами (в вакууме равна единице), ϵ_0 — электрическая постоянная, численно равная $8,854187817 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Эта формула справедлива, когда d намного меньше линейных размеров пластин.

Заряд на обкладке пропорционален напряжению между обкладками

$$q = CU.$$

Задание

Воздушный конденсатор зарядили и отключили от источника тока. Как изменятся ёмкость конденсатора и разность потенциалов между его обкладками, если увеличить расстояние между пластинами?

1) Ёмкость увеличится, а разность потенциалов не изменится

Неверно

2) И ёмкость, и разность потенциалов увеличатся

Неверно

3) Ёмкость уменьшится, а разность потенциалов останется прежней

Неверно

4) Ёмкость уменьшится, а разность потенциалов увеличится $q = CU$

Верно !

НА СФЕРЕ ЕМКОСТЬЮ C НАХОДИТСЯ ЗАРЯД q .

***Заряд увеличили в 2 раза, чему теперь
равна
емкость СФЕРЫ?***

1) $C/2$

2) $2C$

3) C

4) $4C$

Пластины плоского конденсатора изолированы друг от друга слоем диэлектрика. Конденсатор заряжен до разности потенциалов 1 кВ и отключён от источника. Определите диэлектрическую проницаемость диэлектрика, если при его удалении разность потенциалов между пластинами конденсатора возрастает до 3 кВ.

□ Конденсатор отключён от источника $\Rightarrow q = const$

□ При удалении

диэлектрика:

$$C_1 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} \Rightarrow C_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \Rightarrow C \downarrow;$$

□... $U = \frac{q}{C} \quad C \downarrow; \quad q = const \Rightarrow U \uparrow$

2 шаг. Математическая модель

$$U_1 = \frac{q}{C_1}; U_2 = \frac{q}{C_2}$$

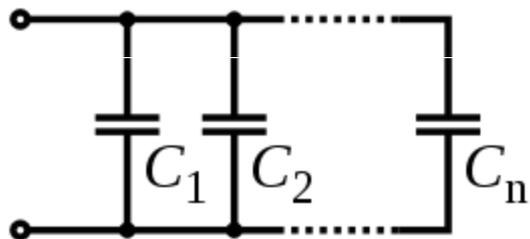
задачи: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_2}{C_1}; \quad \frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{\varepsilon}; \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{\varepsilon}; \Rightarrow \varepsilon = \frac{U_2}{U_1}$

Ответ: 3

Для получения больших ёмкостей конденсаторы соединяют *параллельно*.

При этом напряжение между обкладками всех конденсаторов *одинаково*.

Общая ёмкость батареи *параллельно* соединённых конденсаторов равна сумме ёмкостей всех конденсаторов, входящих в батарею.



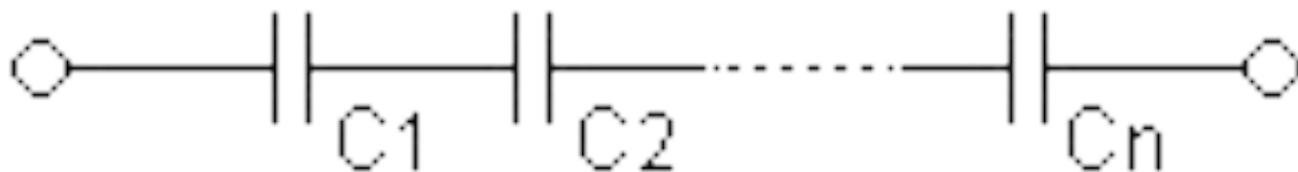
$$C = \sum_{i=1}^N C_i \text{ или } C = C_1 + C_2 + \dots + C_n.$$

Если у всех параллельно соединённых конденсаторов расстояние между обкладками и свойства диэлектрика одинаковы, то эти конденсаторы можно представить как один большой конденсатор, разделённый на фрагменты меньшей площади.

При последовательном соединении конденсаторов заряды всех конденсаторов одинаковы, так как от источника питания они поступают только на внешние электроды, а на внутренних электродах они получают только за счёт разделения зарядов, ранее нейтрализовавших друг друга. Общая ёмкость батареи *последовательно* соединённых конденсаторов равна

Заряд на обкладке пропорционален напряжению между обкладками

$$q = CU.$$

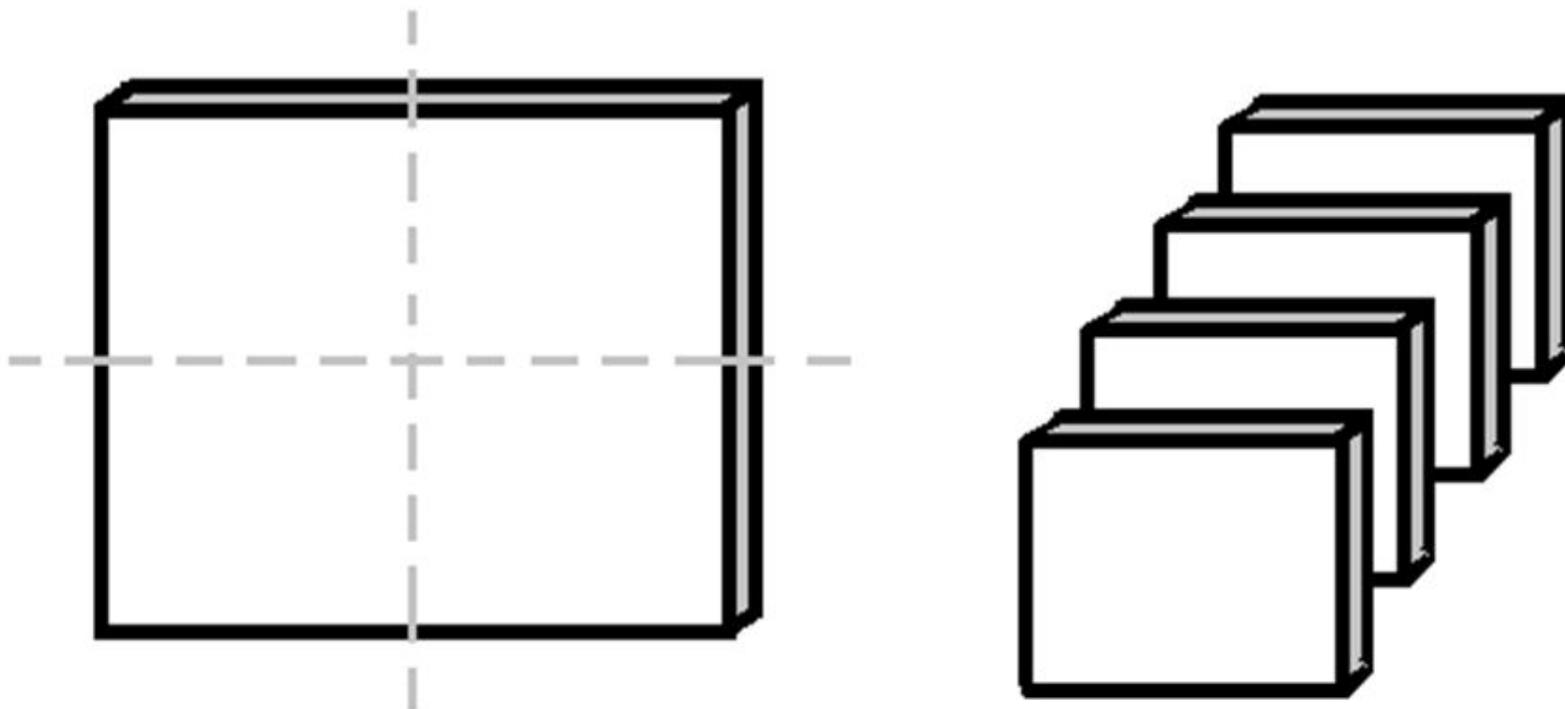


$$C = \frac{1}{\sum_{i=1}^N 1/C_i} \quad \text{или} \quad \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}.$$

Суммарная ёмкость всегда меньше минимальной ёмкости конденсатора, входящего в батарею. Однако при последовательном соединении уменьшается возможность пробоя конденсаторов, так как на каждый конденсатор приходится лишь часть разницы потенциалов источника напряжения.

Если площадь обкладок всех конденсаторов, соединённых последовательно, одинакова, то эти конденсаторы можно представить в виде одного большого конденсатора, между обкладками которого находится стопка из пластин диэлектрика всех составляющих его конденсаторов.

Задача 1. Плоский конденсатор разрезают на равные части вдоль плоскостей, перпендикулярных обкладкам. Полученные конденсаторы соединяют последовательно. Чему равна емкость полученной батареи конденсаторов, если емкость исходного конденсатора 16 мкФ?



Площадь исходного конденсатора:

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$$

Площадь нового конденсатора (одного) – в 4 раза меньше исходного (так как площадь меньше):

$$C_{mal} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{4d}$$

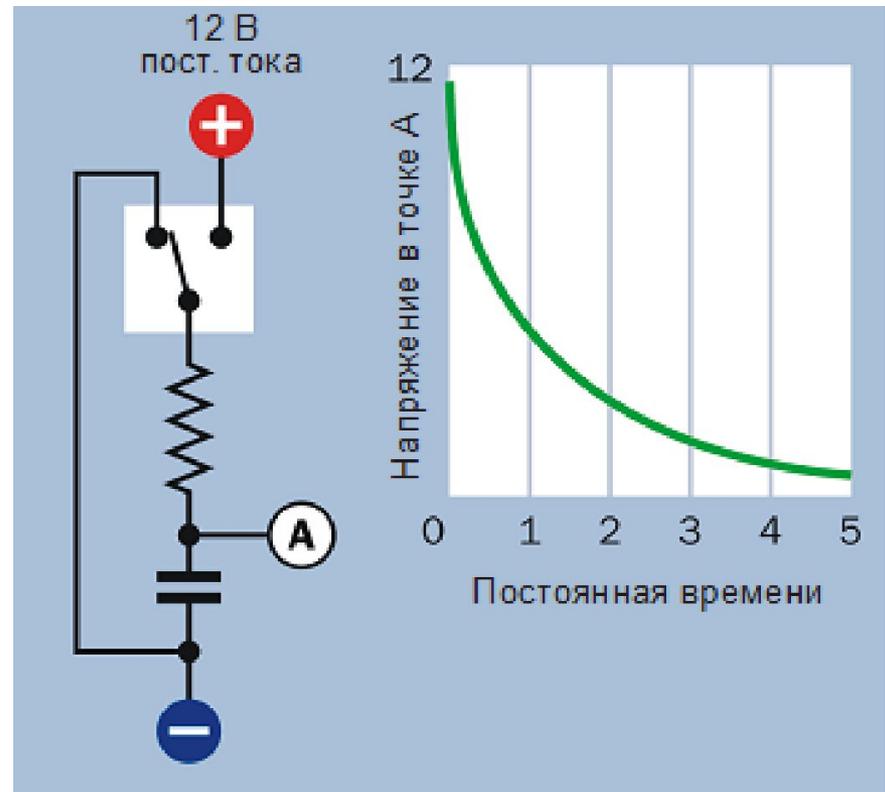
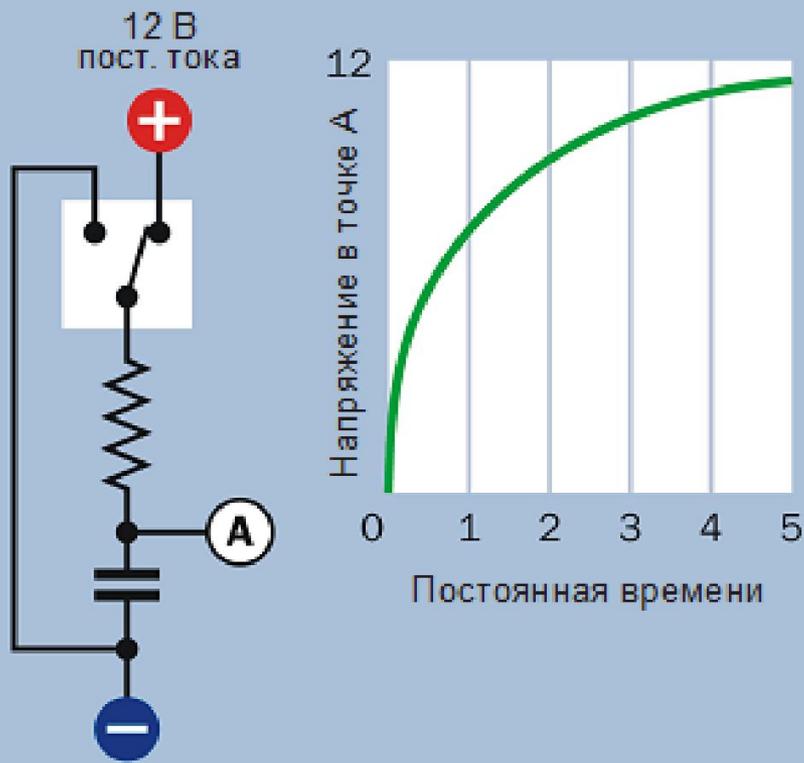
Теперь соединяем последовательно:

$$\frac{1}{C_{bat}} = \frac{1}{C_{mal}} \cdot 4$$

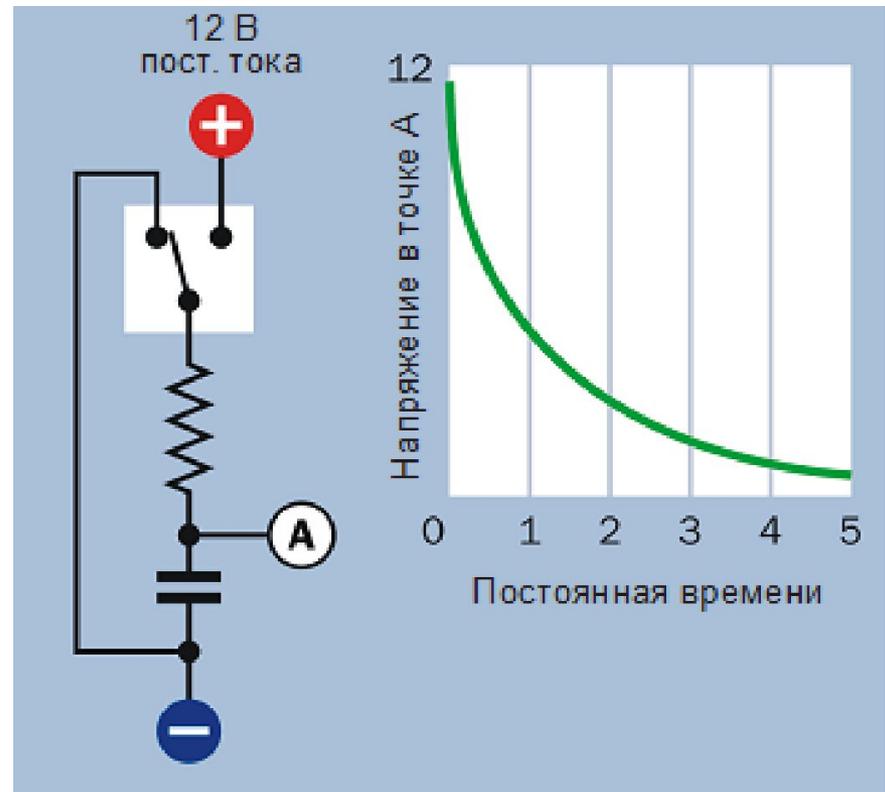
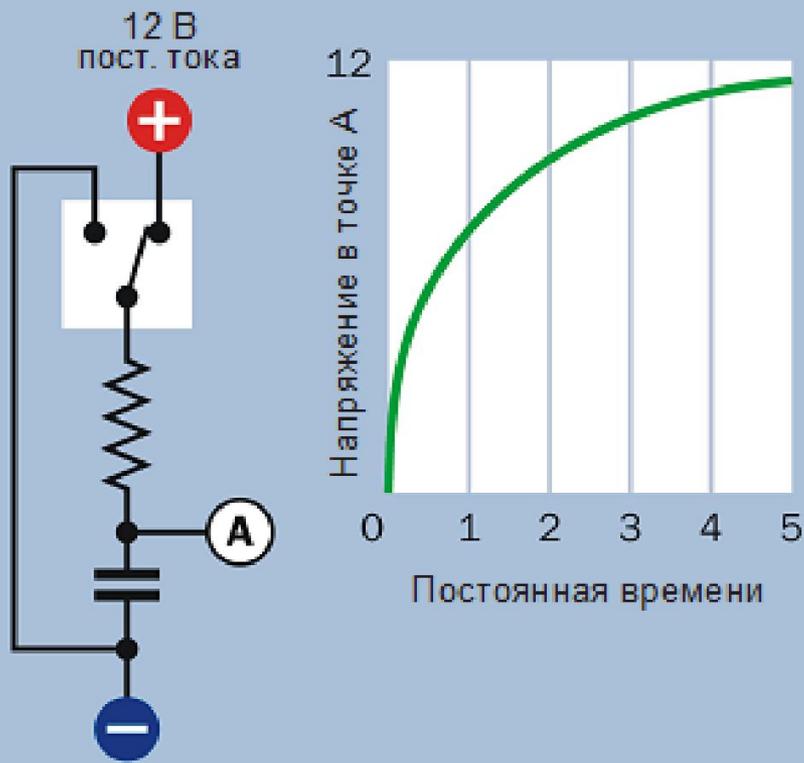
$$C_{bat} = \frac{C_{mal}}{4} = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{16d} = \frac{C_0}{16} = \frac{16}{16} = 1$$

Ответ: 1 мкФ.

Изменение напряжения при заряде и разряде конденсатора



Изменение напряжения при заряде и разряде конденсатора



Тип конденсатора	Используемый диэлектрик	Особенности/применения	Недостатки
Конденсаторы с твёрдым органическим диэлектриком			
бумажные конденсаторы			
Масляные конденсаторы переменного тока	Промасленная бумага	Разрабатывались для обеспечения очень больших ёмкостей для промышленного применения в цепях переменного тока, выдерживают большие токи и высокие пиковые напряжения частотой силовой питающей сети. Задачи: пуск и работа электрических моторов переменного тока, разделение фаз, коррекция коэффициента мощности, стабилизация напряжения и т. д.	Ограничены низкой рабочей частотой, поскольку на высоких частотах имеют высокие диэлектрические потери.



PATENTS

8 MFD.

525 P.V.

TYPE ET 1010

AEROVOX

PATENTS

8 MFD.

525 P.V.

**Полистирольные
конденсаторы**

Полистирол (пенопласт)

Отличные плёночные высокочастотные конденсаторы общего применения. Имеют отличную стабильность, высокую влагостойкость и малый отрицательный температурный коэффициент, позволяющий использовать их для компенсации положительного температурного коэффициента других компонентов. Идеальны для маломощных высокочастотных и прецизионных аналоговых задач.

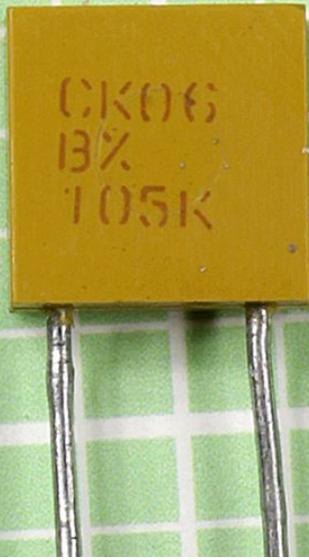
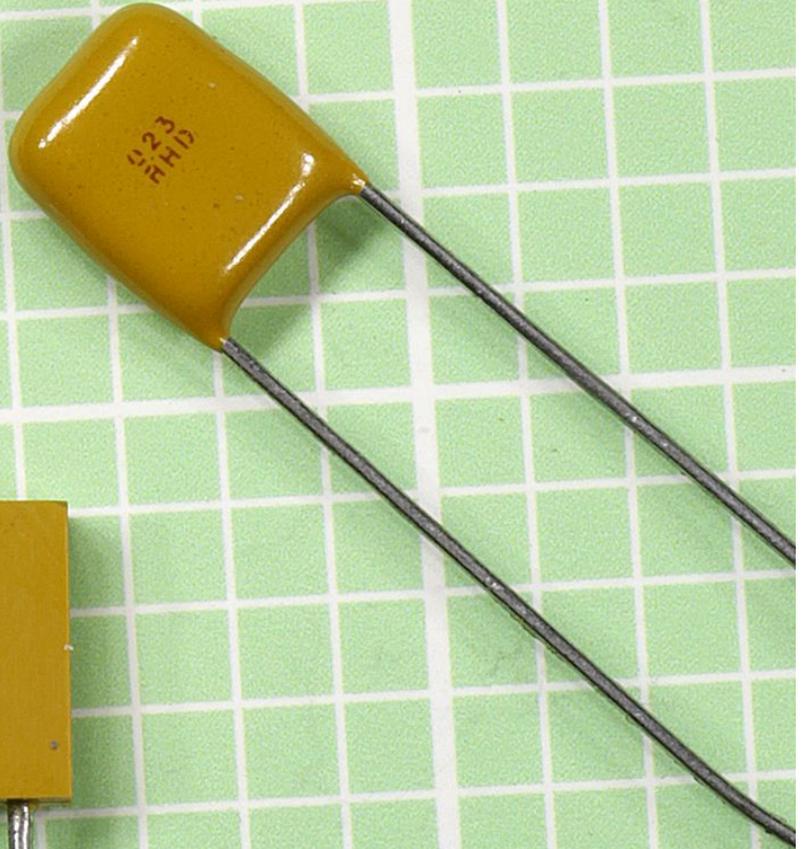
Максимальная рабочая температура ограничена +85 °С. Сравнительно большие по размеру.

Фторопластовые
конденсаторы

Политетрафторэтилен

Отличные плёночные высокочастотные конденсаторы общего применения. Очень низкие диэлектрические потери. Рабочая температура до 250 °С, огромное сопротивление изоляции, хорошая стабильность. Используются в критических задачах.

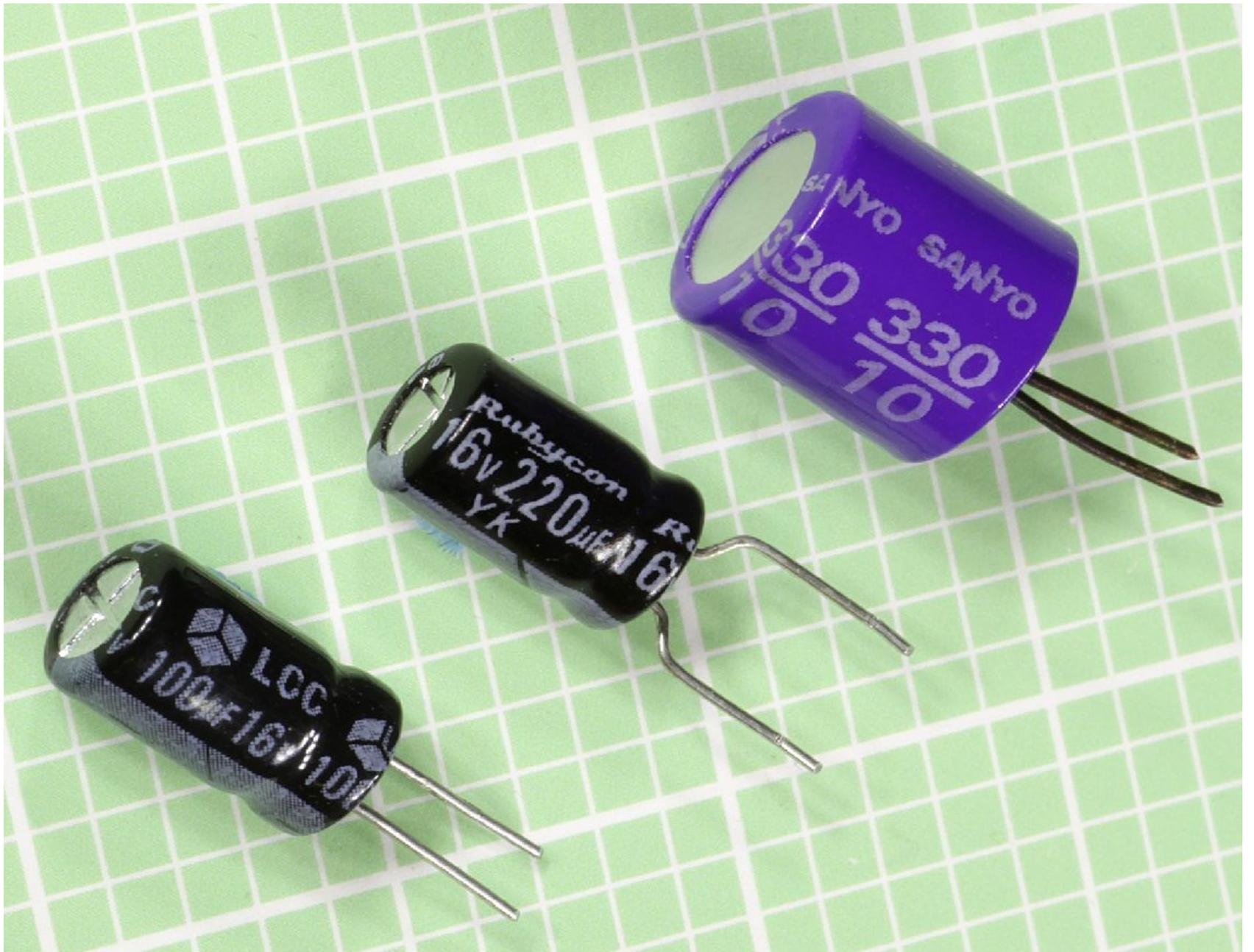
Большой размер из-за низкой диэлектрической постоянной, более высокая цена в сравнении с другими конденсаторами.



Конденсаторы с твёрдым неорганическим диэлектриком:

**слюдяные,
стеклянные,
керамические**

<p>Керамические конденсаторы с высокой диэлектрической постоянной</p>	<p>Диэлектрики, основанные на титанате бария</p>	<p>Миниатюрнее температурно-компенсированных конденсаторов из-за большей диэлектрической постоянной. Доступны для напряжений вплоть до 50000 вольт.</p>	<p>Обладают меньшей температурной стабильностью, ёмкость значительно изменяется при различном приложенном напряжении.</p>
---	--	---	---



SPRAGUE
POWERLYTIC®

36D

13000-15DC

8608L 0903

MADE IN USA

EP15-133

+85°C

Конденсаторы с оксидным диэлектриком

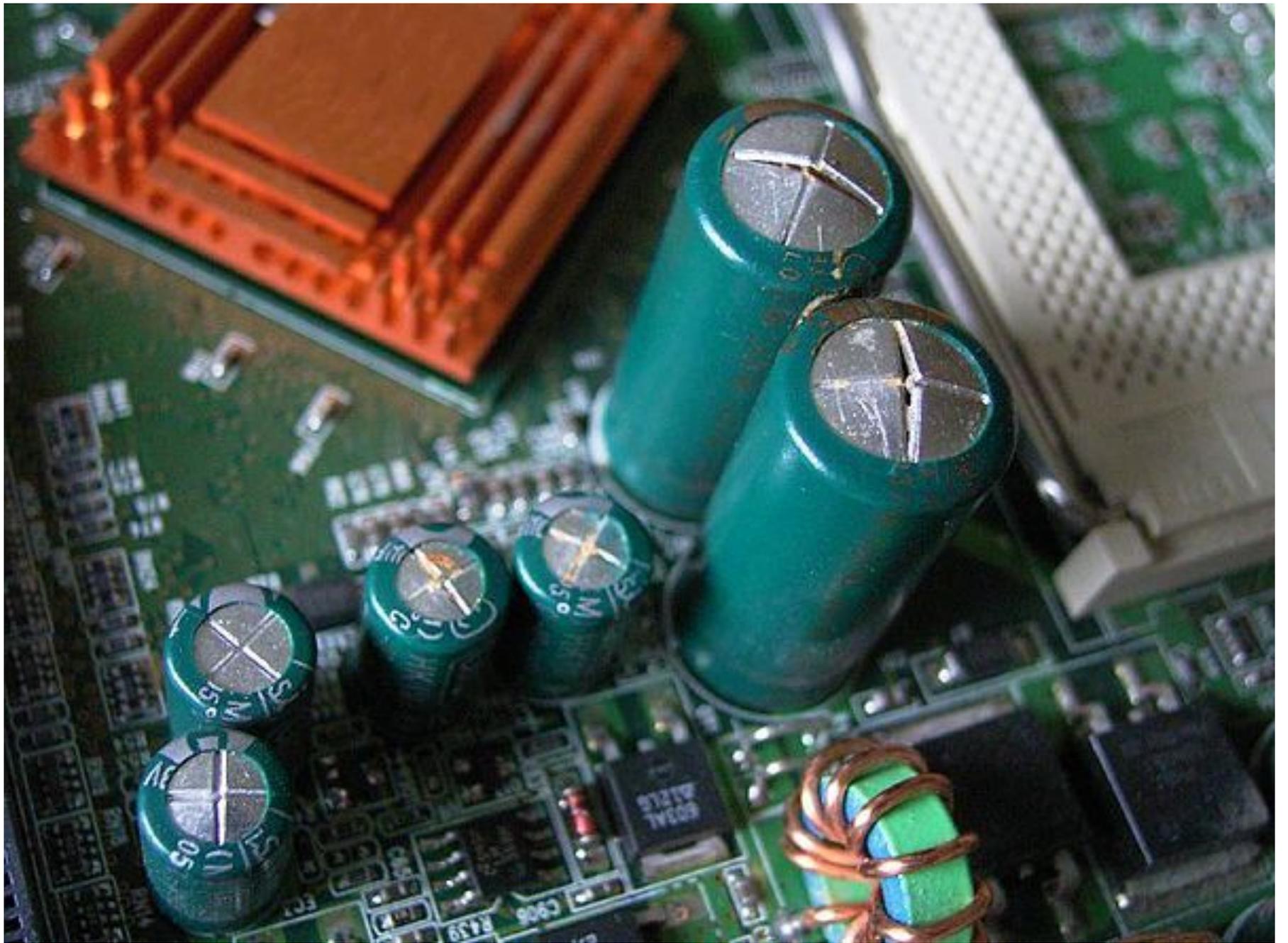
Алюминиевые электролитические конденсаторы

Оксид алюминия

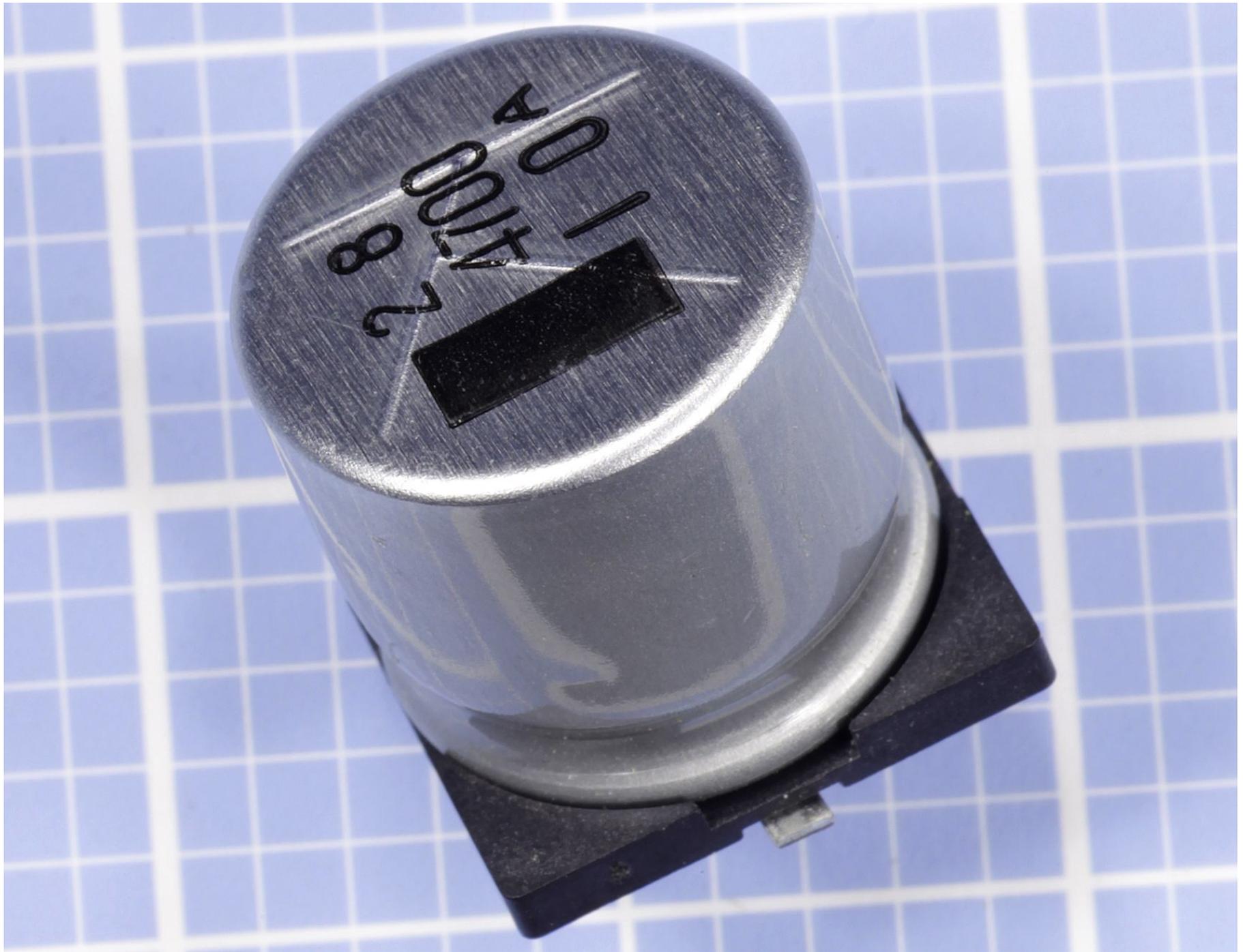
Огромное отношение ёмкости к объёму, недорогие, полярные. В основном применяются как сглаживающие и питающие конденсаторы в источниках питания. Нарботка на отказ конденсатора с максимально допустимой рабочей температурой 105 °С при расчёте составляет до 50000 часов при температуре 75 °С

Высокие токи утечки, большое эквивалентное последовательное сопротивление и индуктивность ограничивают возможность использования их на высоких частотах. Имеют низкую температурную стабильность и плохие отклонения параметров. Могут взорваться при превышении допустимых параметров и/или перегреве, при приложении обратного напряжения. Максимальное напряжение около 500 вольт.









Танталовые конденсаторы



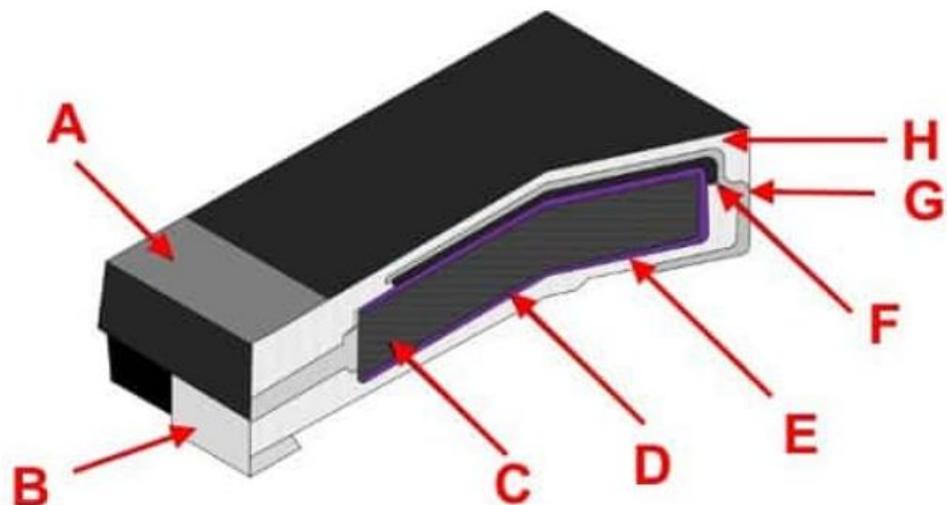
Пленочный конденсатор пленка
полиэстер

Танталовые конденсаторы

Оксид [тантала](#)

Большое отношение ёмкости к объёму, малый размер, хорошая стабильность, большой диапазон рабочих температур. Широко используются в миниатюрном оборудовании и компьютерах. Доступны как в полярном, так и неполярном исполнении. Твёрдотельные танталовые конденсаторы имеют намного лучшие характеристики по сравнению с имеющими жидкий электролит.

Дороже алюминиевых электролитических конденсаторов. Максимальное напряжение ограничено планкой около 50 вольт. Взрываются при превышении допустимого тока, напряжения или скорости нарастания напряжения, а также при подаче напряжения неправильной полярности.



Устройство танталового конденсатора полярного типа

Обозначения:

- A – метка, маркирующая анодный контакт;
- B – контактная пластина анода;
- C – внутренний анод на основе гранулированного тантала, в качестве диэлектрика выступает оксид этого химического элемента (Ta_2O_5), формирующийся в процессе работы;
- D – электролит из диоксида марганца (MnO_2);
- E – внутренний катод (смесь серебра и графита);
- F – адгезив на основе серебра, соединяющий внутренний катод с контактной пластиной;
- G – контактная пластина катода;
- H – компаундное покрытие.

Конденсаторы с двойным электрическим слоем

Конденсаторы с двойным электрическим слоем ([ионисторы](#))

Тонкий слой электролита и [активированный уголь](#)

Огромная ёмкость относительно объёма, маленький размер. Доступны номиналы в сотни фарад. Обычно используются для временного питания оборудования при замене батарей. Могут заряжаться и разряжаться большими токами, чем батареи, имеют очень большое число циклов заряд-разряд. Полярные, имеют низкое номинальное напряжение (вольт на конденсаторную ячейку). Группы ячеек соединяются последовательно для повышения общего рабочего напряжения, при этом обязательно применение устройств для балансировки напряжений.

Относительно высокая стоимость, высокое [эквивалентное последовательное сопротивление](#) (малые разрядные токи), большие токи утечки.

A13. Какой из вариантов соединений конденсаторов надо выбрать для увеличения ёмкости батареи конденсаторов?

- 1) подсоединить последовательно конденсатор с ёмкостью большей, чем ёмкость батареи
- 2) подсоединить последовательно конденсатор любой ёмкости
- 3) подсоединить параллельно конденсатор с ёмкостью большей, чем ёмкость батареи
- 4) подсоединить параллельно конденсатор любой ёмкости

A13. Какой из вариантов соединений конденсаторов надо выбрать для увеличения ёмкости батареи конденсаторов?

- 1) подсоединить последовательно конденсатор с ёмкостью большей, чем ёмкость батареи
- 2) подсоединить последовательно конденсатор любой ёмкости
- 3) подсоединить параллельно конденсатор с ёмкостью большей, чем ёмкость батареи
- 4) подсоединить параллельно конденсатор любой ёмкости

Решение. Известно, что при последовательном соединении конденсаторов общая ёмкость меньше самой меньшей ёмкости одного из соединённых конденсаторов. При параллельном соединении ёмкости конденсаторов складываются. Следовательно, надо подсоединить параллельно конденсатор любой ёмкости.

Ответ: 4.

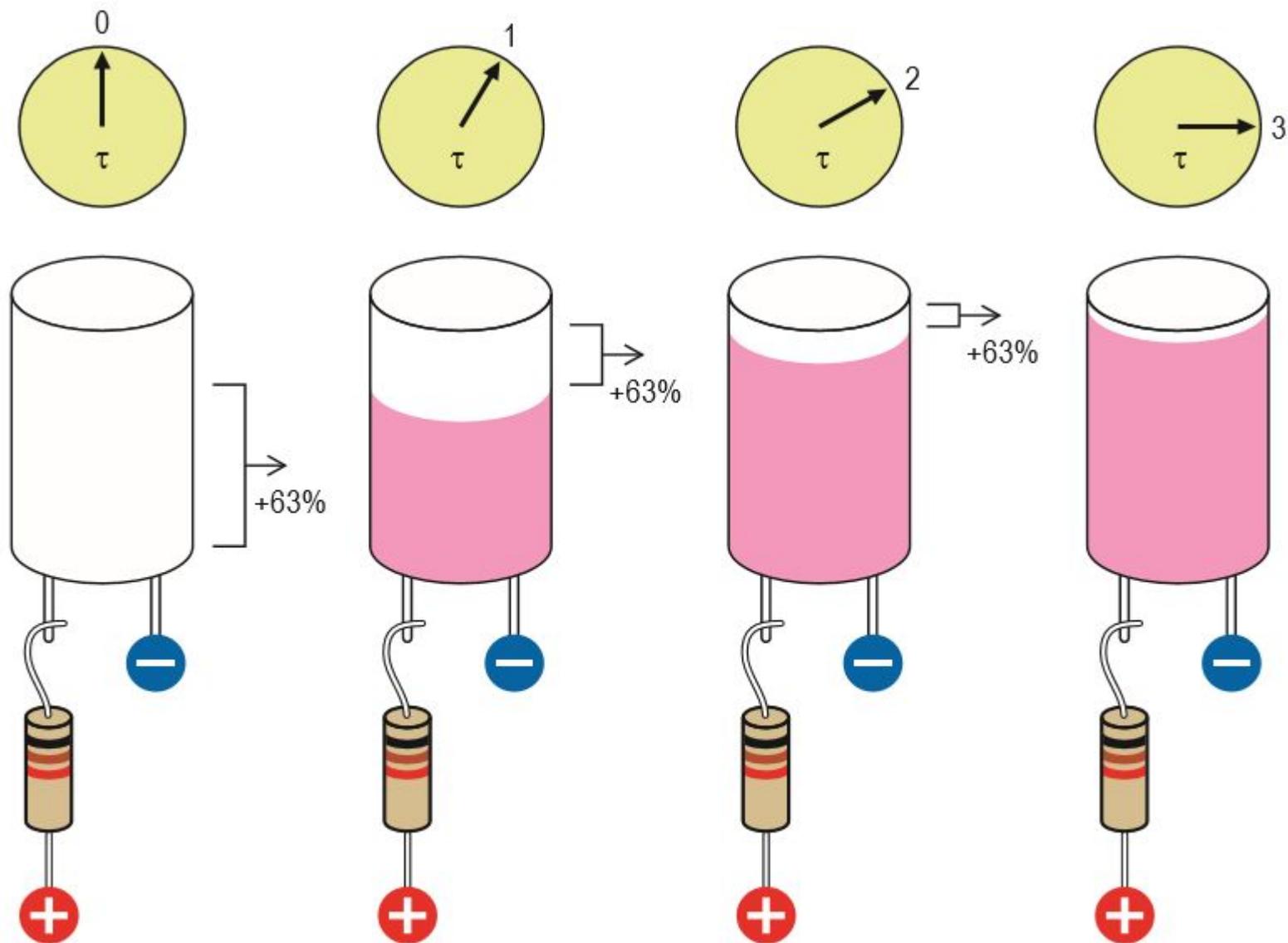


Рис. 2.78. Конденсатор начинает заряжаться, начиная с напряжения 0 В. Через промежуток времени, равный постоянной времени, он добавит 63% от приложенного напряжения. После окончания второго периода такой же длительности будет добавлено еще 63% оставшейся разности напряжений и т. д.

Вы можете удивиться, если узнаете, что существует способ точно предсказать время, в течение которого будут заряжаться различные конденсаторы, когда они подключены к различным резисторам. Существует ли формула для расчета этого?

Естественно, ответ будет — «да», но способ, которым мы будем измерять это время, будет несколько замысловатым, поскольку конденсаторы не заряжаются с постоянной скоростью. Они достигают значения напряжения равного 1 В очень быстро, значения 2 В уже не так быстро, а 3 В еще медленнее и т. д. Вы можете представить себе электроны, накапливающиеся на пластине, людьми, которые прогуливаются в аудитории и которые ищут место для того, чтобы сесть. Чем меньше мест остается, тем больше людям нужно времени, чтобы найти их.

Величина, которая описывает это, называется «*постоянная времени*». Определение этой величины очень простое:

$$\tau = R \times C,$$

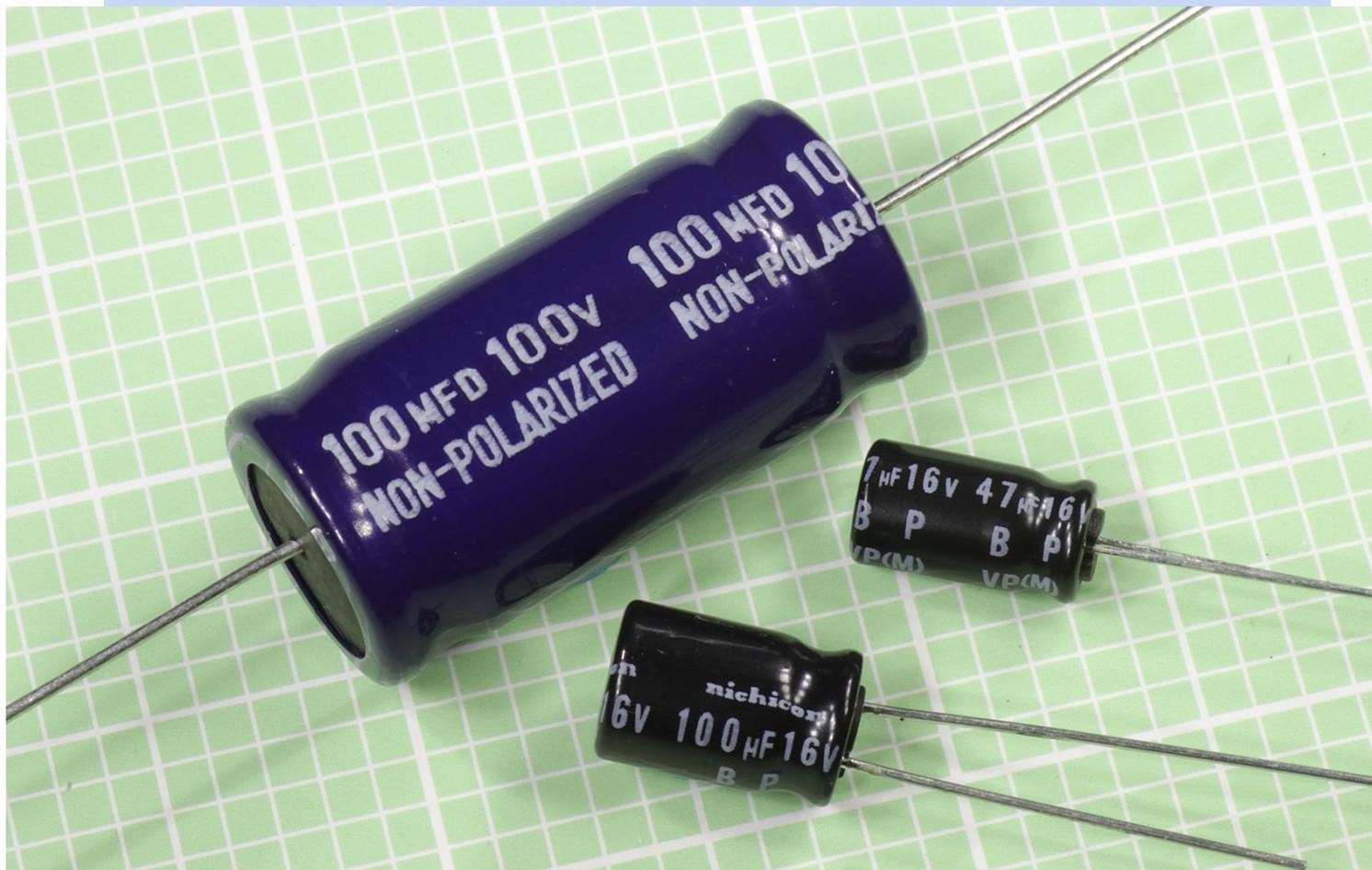
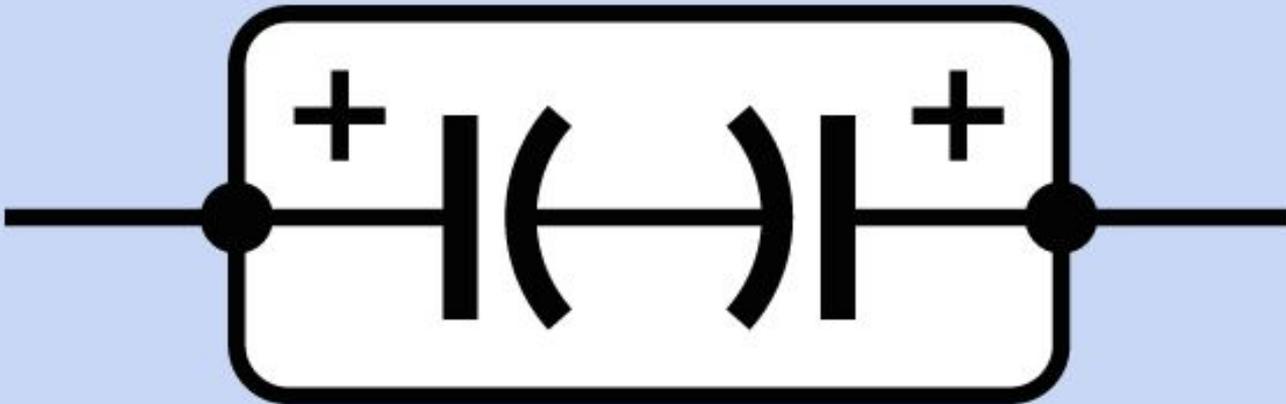
где τ — это постоянная времени; C — емкость конденсатора в фарадах, который заряжается через резистор сопротивлением R в омах.

Возвращаясь к цепи, которую вы только что тестировали, используем резистор на 1 кОм и конденсатор емкостью 1000 мкФ. Мы должны перевести эти значения в фарады и омы прежде, чем использовать их в формуле. Отлично, 1000 мкФ это 0,001 Ф и 1 кОм это 1000 Ом, поэтому формула будет выглядеть следующим образом:

$$\tau = 1000 \times 0,001$$

Резистор с сопротивлением 1 кОм, подсоединенный последовательно с конденсатором емкостью 1000 мкФ, имеет постоянную времени τ равную 1.

Означает ли это, что конденсатор будет полностью заряжен в течение 1 сек? Нет, все не так просто. τ — это постоянная времени, которая указывает время, нужное конденсатору, чтобы достичь 63% от напряжения, которое подается на него, если в начале процесса конденсатор был полностью разряжен, т. е. имел напряжение равное 0 В.



ЖУРНАЛ «РАДИО» 1991г правильно?

ПОЛЕЗНЫЕ МЕЛОЧИ

НЕПОЛЯРНЫЙ — ИЗ ДВУХ ПОЛЯРНЫХ

Возможно, в вашей практике понадобится применить неполярный оксидный конденсатор, приобрести который весьма сложно. Помните, что его можно заменить двумя полярными, включенными встречно (см. рис.). Емкость каждого полярного конденсатора должна быть вдвое больше емкости неполярного.



Неполярный

Полярный

Делаем неполярный конденсатор из 2-х полярных

**КОНДЕНСАТОРЫ ДОЛЖНЫ ИМЕТЬ
ОДИНАКОВУЮ ЕМКОСТЬ И
РАБОЧЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ.**

***КАКИМ ДОЛЖНО ОНО БЫТЬ ДЛЯ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕТИ
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА 220 В?***

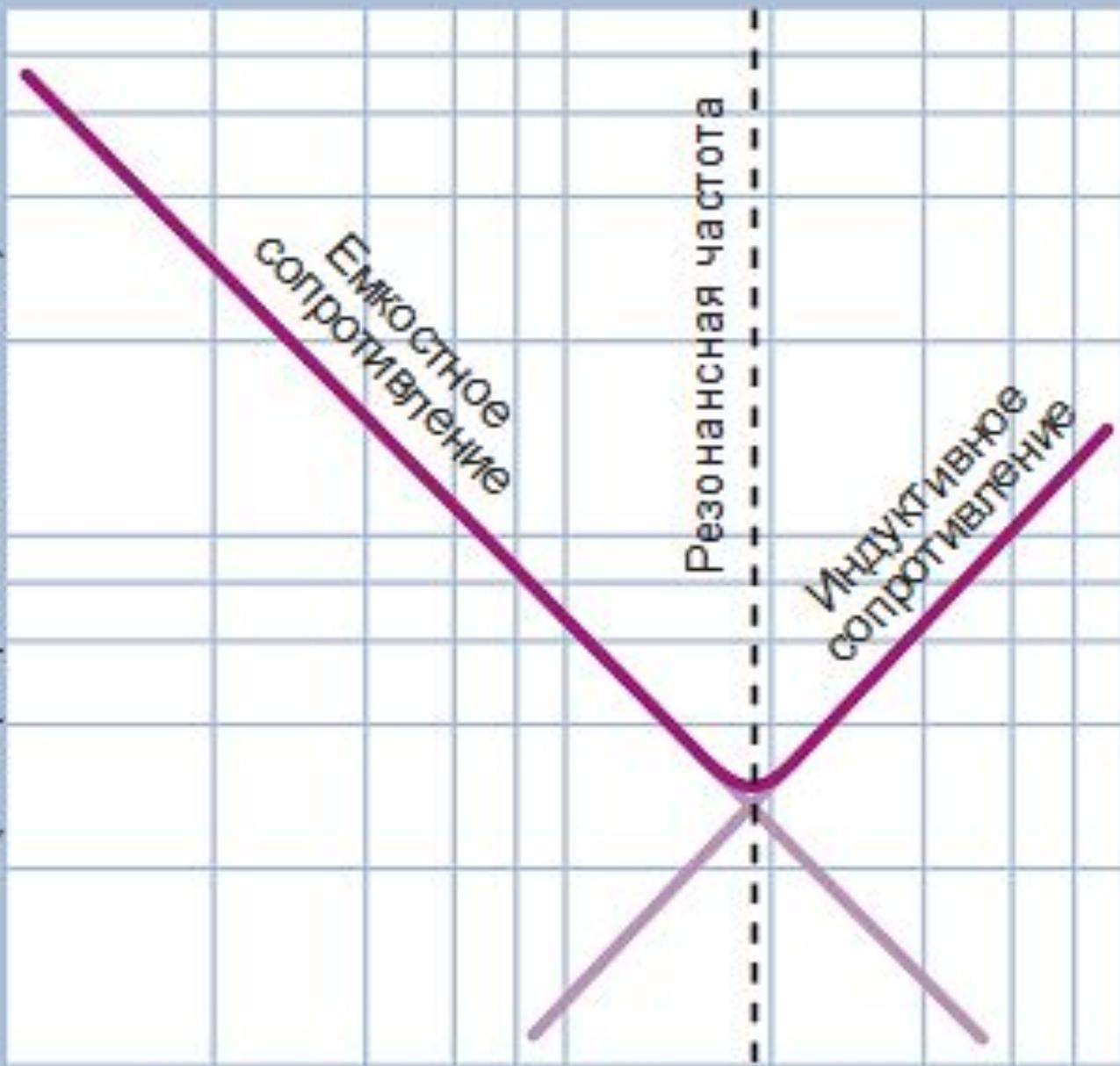
110В

220В

440В

880В?

Эффективное последовательное сопротивление
(логарифмическая шкала)



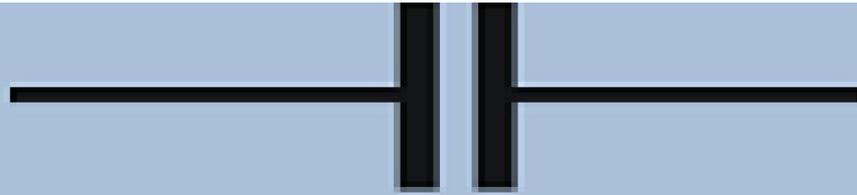
Частота (логарифмическая шкала)

**ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
КОНДЕНСАТОРОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
СХЕМАХ**

Передача одиночного импульса с блокировкой шума

шума

Сигнал

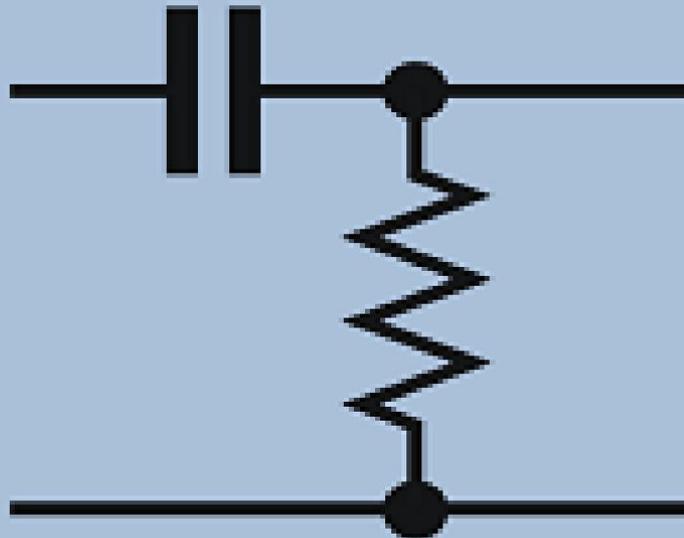


Заземление



Фильтр верхних частот. Конденсатор на 0,1 мкФ проводит высокие частоты. Нижние блокируются

Сигнал



Заземление

Входной сигнал
со смешанными частотами



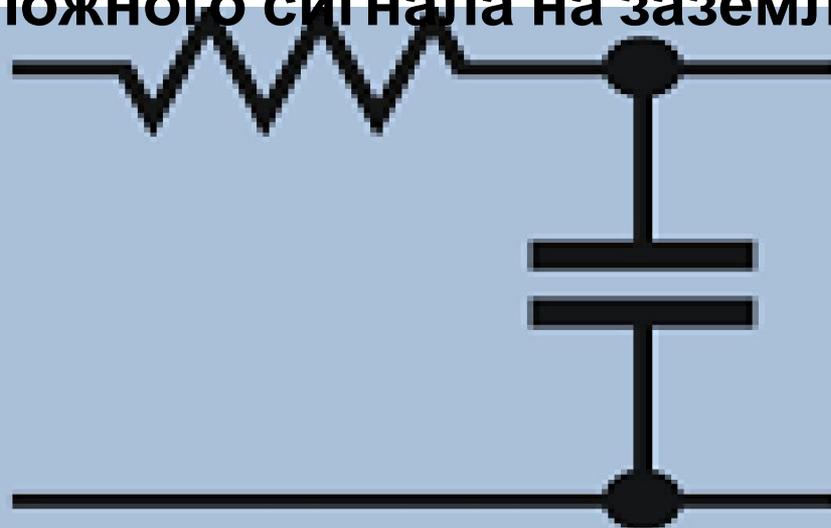
0 В

Фильтрованный
выходной сигнал



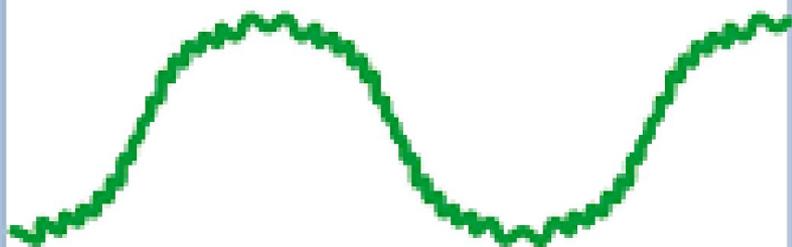
**Фильтр нижних частот. Конденсатор отводит
высокочастотную
составляющую сложного сигнала на заземление**

Сигнал

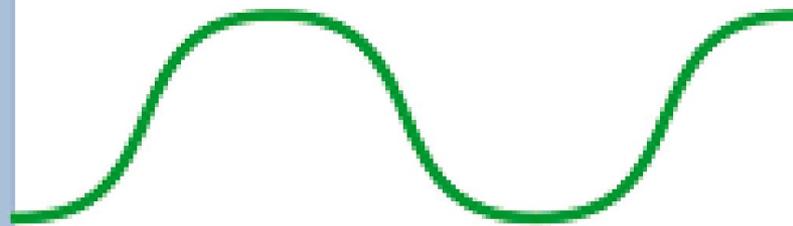


Заземление

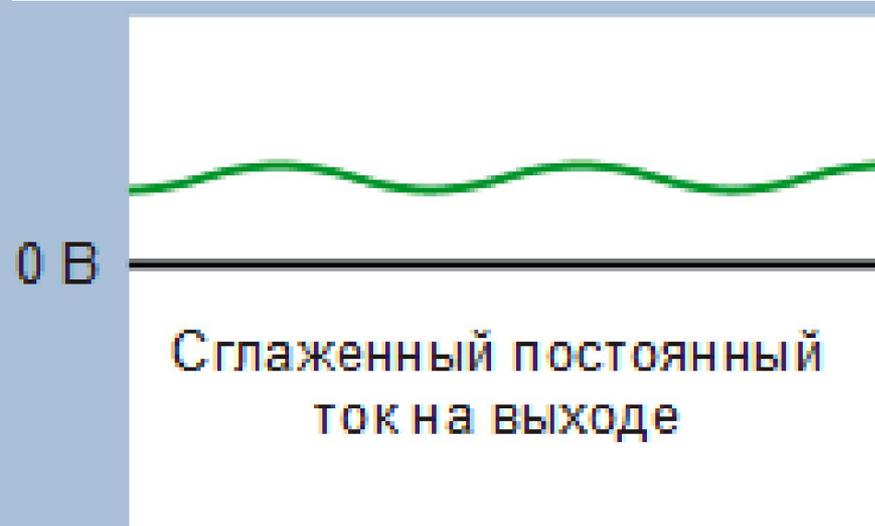
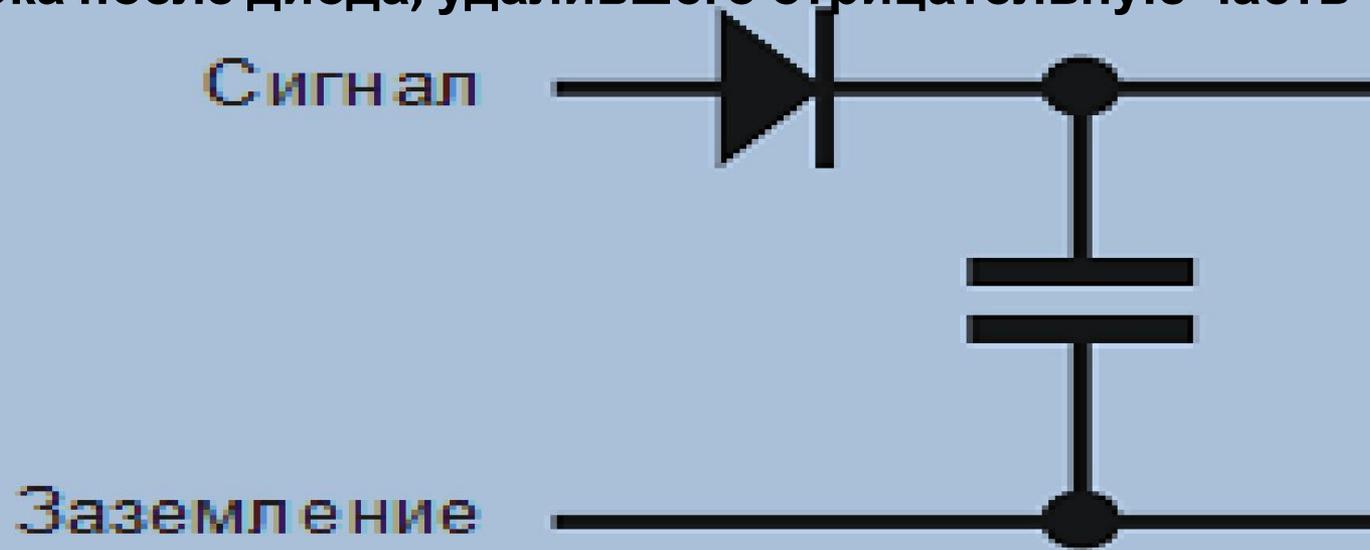
Входной сигнал
со смешанными частотами



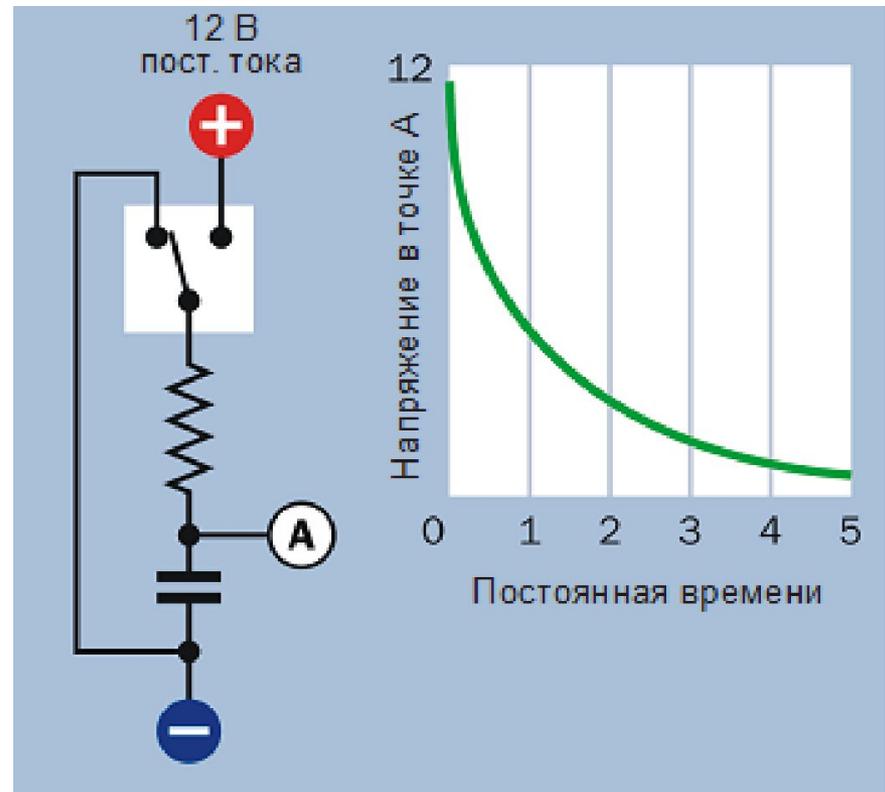
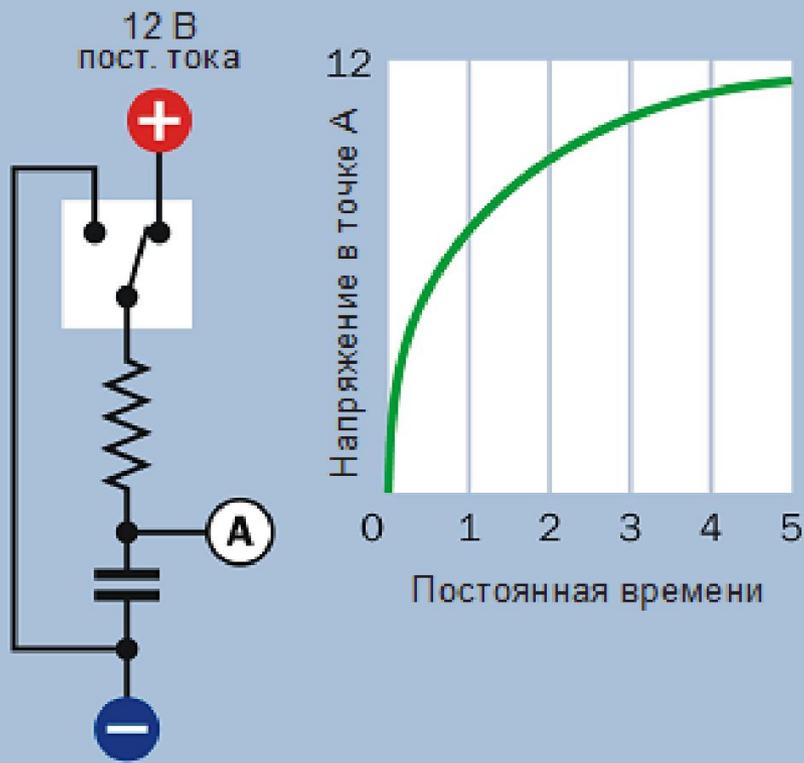
Фильтрованный
выходной сигнал



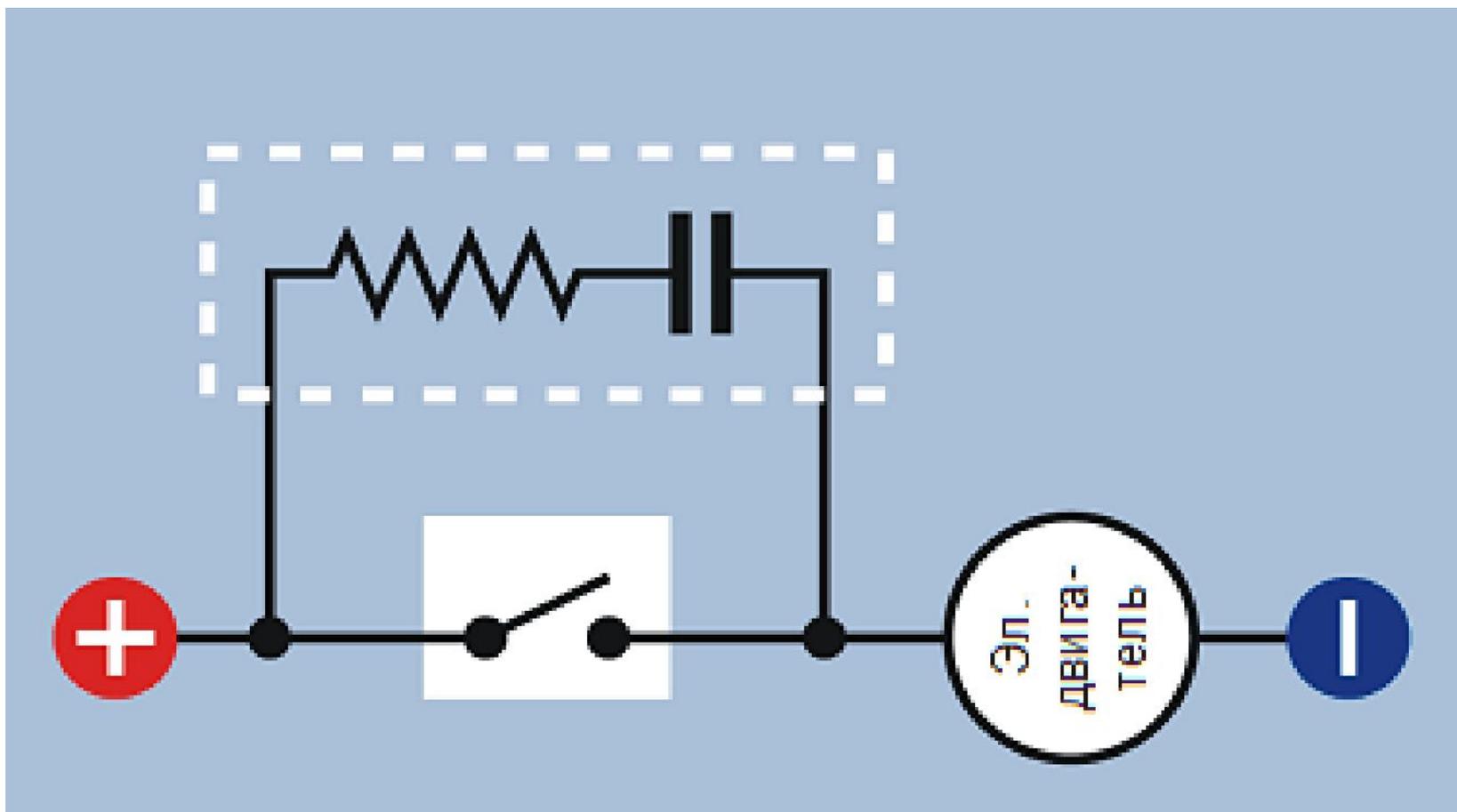
Сглаживающий конденсатор более 100 мкФ сглаживает сигнал переменного тока после диода, удалившего отрицательную часть

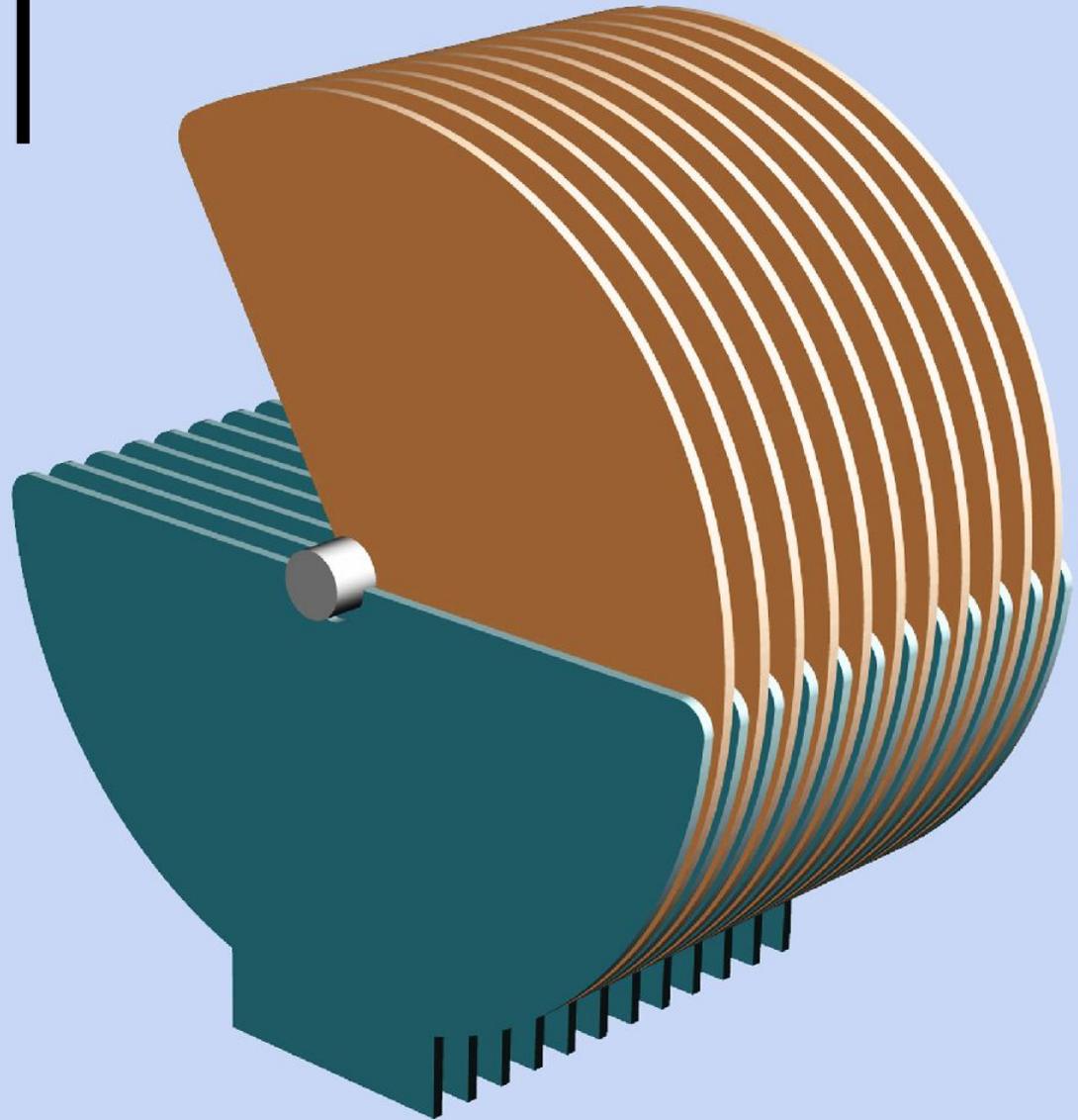
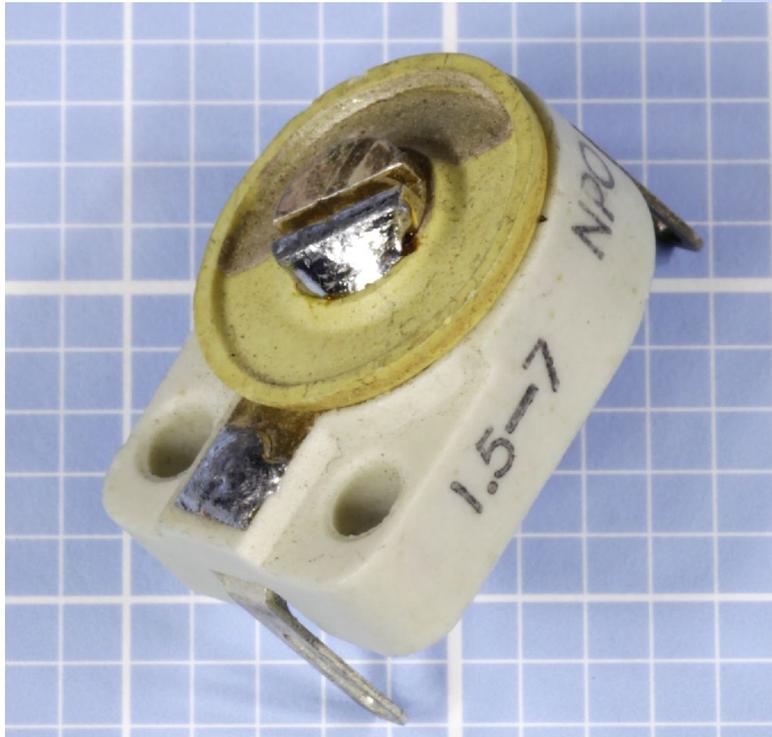
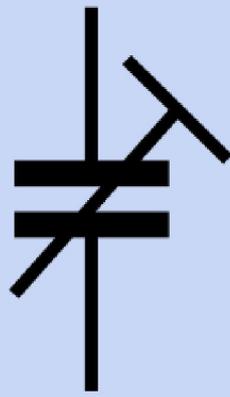
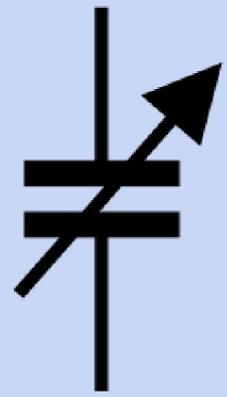


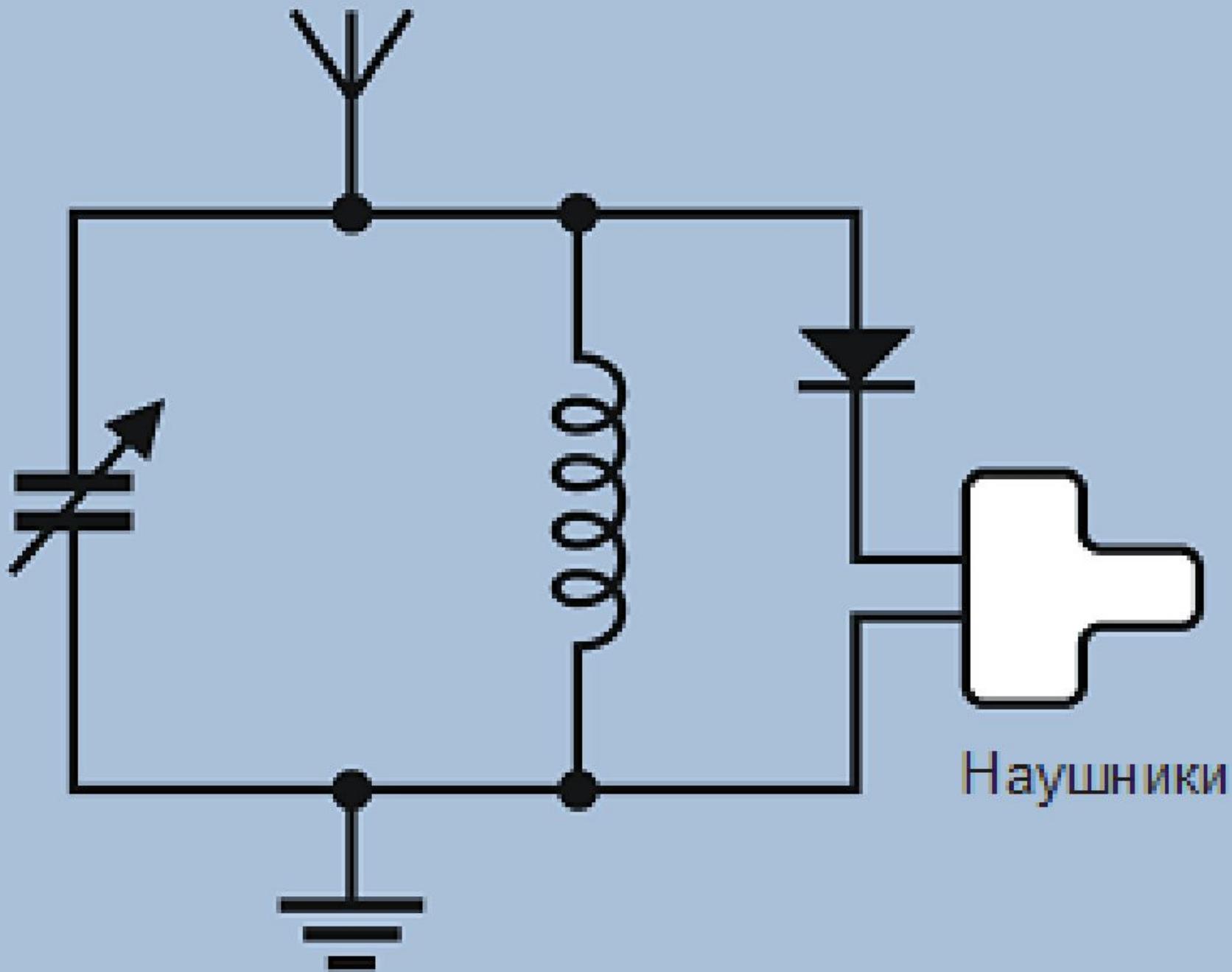
Изменение напряжения при заряде и разряде конденсатора



Демпфер от 10А и 100В для защиты от искрового разряда контактов реле, управляющих двигателем (холодильник)









**ТЕРМЕНВО
КС
1920 г
первый
концерт
Лев Термен**