

-2. Осциллограммы

Условие

Задача 9-2. Осциллограммы

Зависимость напряжения от времени на участках электрических цепей исследуют с помощью осциллографа. Осциллограф подключат к участку электрической цепи, так же как и вольтметр, при этом на экране осциллографа появляется зависимость напряжения (на входе осциллографа) от времени.

Во 1-3 частях задачи рассматривается источник переменного напряжения. График зависимости напряжения на выходе источника от времени показан на рисунке 1.

Рис. 1

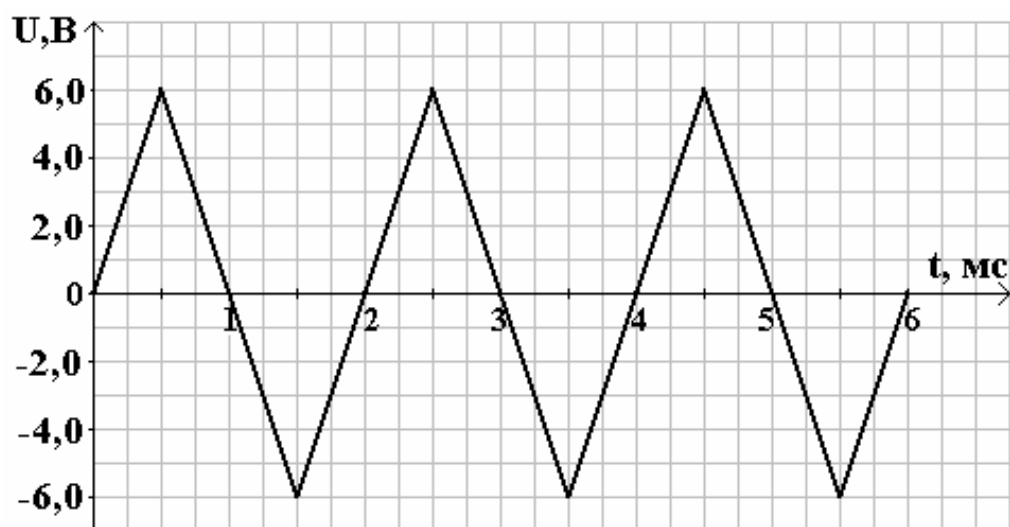


Рис. 1

Указание. Считайте, что на временном промежутке от 0 до 1 мс клемма A имеет положительный заряд, клемма B – отрицательный. На временном промежутке от 1 мс до 2 мс клемма A имеет отрицательный заряд, клемма B – положительный. Сопротивлением соединительных проводов во всех схемах пренебречь.

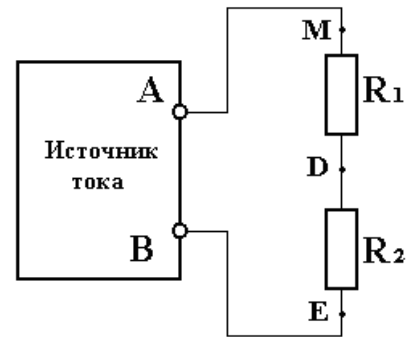


Рис. 2

1. К источнику тока подключены последовательно друг другу два резистора $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 20$ Ом (рис 2). Изобразите графики зависимости напряжения от времени, которые покажет осциллограф, если его подключить сначала к точкам M и D , а затем к D и E .

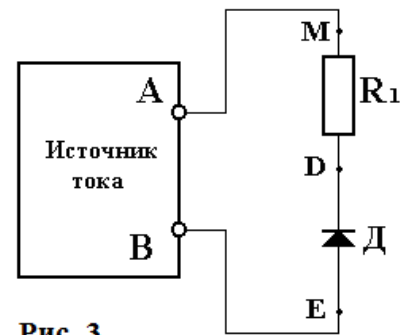


Рис. 3

2. К источнику тока подключены последовательно друг другу идеальный диод (D) и резистор $R_1 = 10$ Ом (рис 3). Изобразите графики зависимости напряжения от времени, которые покажет осциллограф, если его подключить сначала к точкам M и D , а затем к точкам D и E (рис. 3).

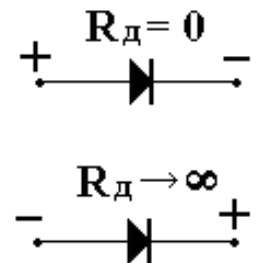


Рис. 4

Примечание. Сопротивление диода зависит от направления протекающего через него электрического тока. При прямом включении сопротивление идеального диода равно нулю (диод открыт). При обратном включении сопротивление идеального диода бесконечно большое (диод закрыт). См. рис. 4

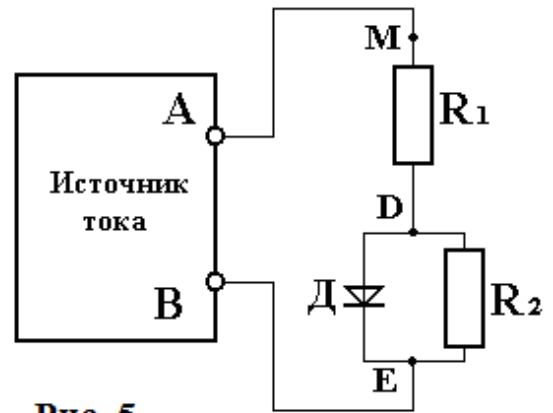


Рис. 5

3. К источнику тока подключены резисторы $R_1 = 10 \text{ Ом}$ и $R_2 = 20 \text{ Ом}$ и идеальный диод, как показано на рисунке 5. Изобразите графики зависимости напряжения от времени, которые покажет осциллограф, если его подключить поочерёдно к резисторам R_1 , R_2 и диоду Д.

4. К источнику тока подключены последовательно друг другу конденсатор (С) и резистор $R_2 = 20 \text{ Ом}$ (рис 6). **Источник создаёт напряжение, которое зависит от времени по закону, график которого представлен на рис.7.** Изобразите примерные графики зависимости напряжения от времени, которые покажет осциллограф, если его подключить сначала к конденсатору, а затем к резистору R_2 (рис. 6).

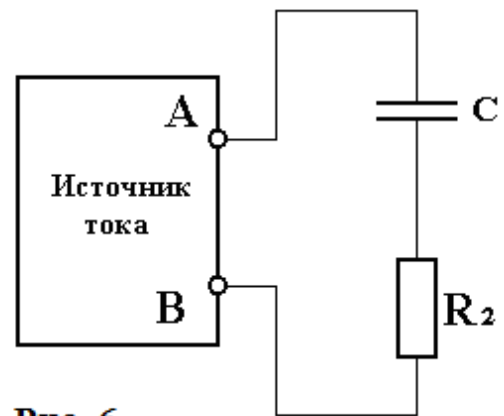


Рис. 6

Точные значения параметров точек графиков в данном пункте вычислять не требуется.

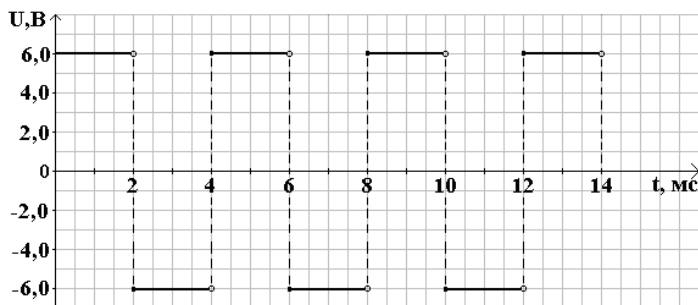


Рис. 7

Примечания. Конденсатор – устройство, состоящее из двух проводящих обкладок (пластин), разделённых слоем диэлектрика. Самый простой конденсатор – две параллельные металлические пластины, разделённые воздушным промежутком. На пластинах конденсатора может накапливаться электрический заряд. После полной зарядки конденсатора его сопротивление стремиться к бесконечности ($R_C \rightarrow \infty$).

При подключении конденсатора к источнику постоянного тока напряжение на конденсаторе меняется в соответствии с графиком, представленным на рис. 8. При смене полярности источника тока напряжение на конденсаторе меняется в соответствии с графиком, представленным на рис. 9. где U_C – напряжение на конденсаторе в данный момент времени, U_0 – максимальное напряжение до которого может зарядиться конденсатор.

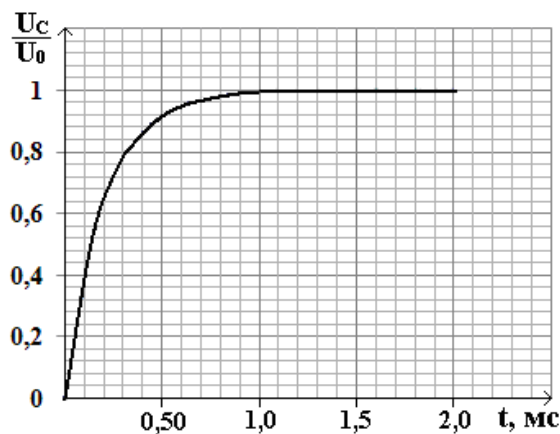


Рис. 8

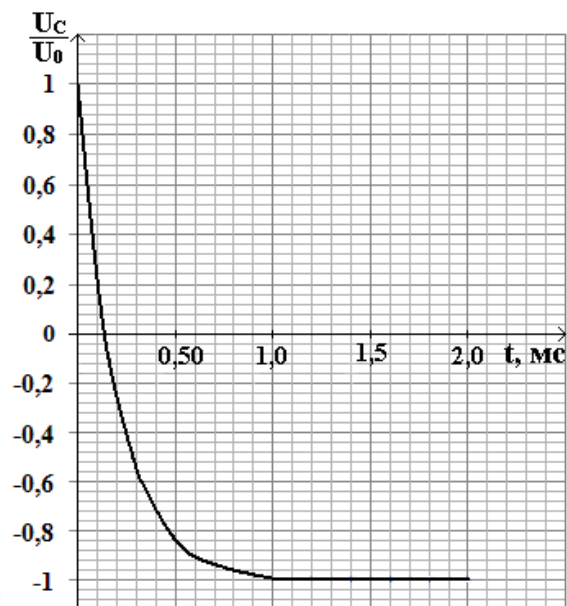


Рис. 9

Решение

Задача 9-2. Осциллограммы

1. При подключении осциллографа к точкам М и D он будет показывать напряжение на резисторе R_1 , при подключении к точкам D и E осциллограф покажет напряжение на резисторе R_2 . При последовательном соединении напряжения на резисторах распределяется прямо пропорционально их сопротивлениям. Следовательно диапазон напряжений на резисторе R_1 составит от $-2,0\text{В}$ до $2,0\text{В}$, на резисторе R_2 – от $-4,0\text{В}$ до $4,0\text{В}$. Графики зависимости напряжения от времени на резисторах R_1 и R_2 представлены на рисунках 1 и 2.

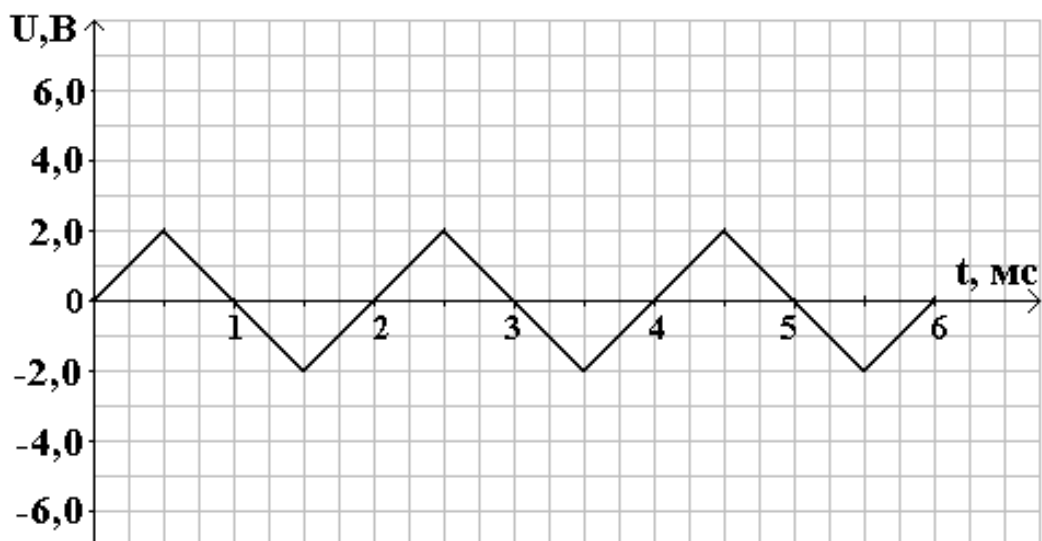


Рисунок 1. График зависимости напряжения от времени на резисторе R_1 .

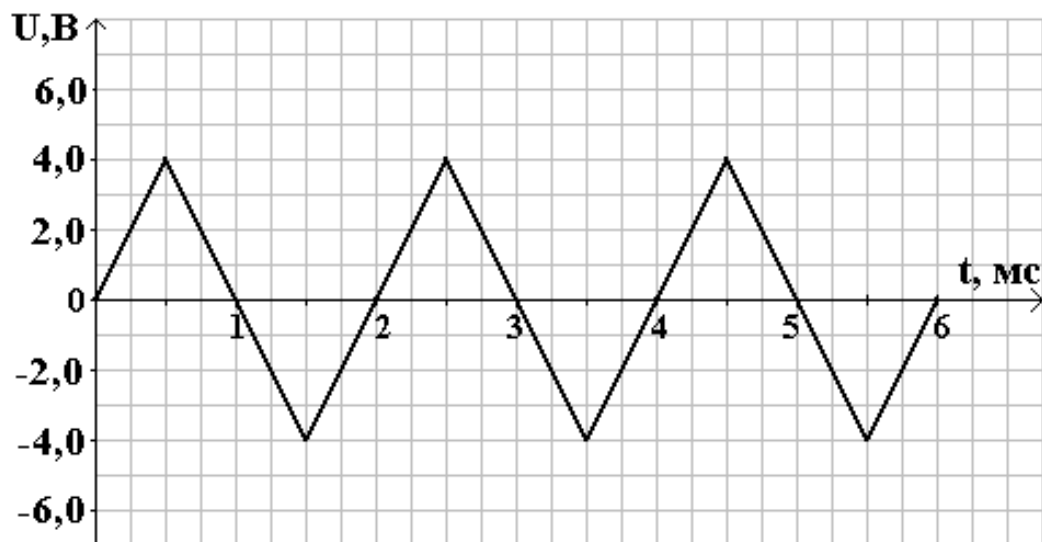


Рисунок 2. График зависимости напряжения от времени на резисторе R_2 .

2. При подключении осциллографа к точкам М и D он будет показывать напряжение на резисторе R_1 , при подключении к точкам D и E осциллограф покажет напряжение на диоде.

На временных интервалах от 0 до 1мс, от 2 до 3мс, от 4 до 5мс диод закрыт. Сопротивление диода бесконечно большое, сопротивлением резистора R_1 на данных временных интервалах можно пренебречь. Всё напряжение, которое выдаёт источник в эти временные интервалы, будет приходиться на диод, напряжение на резисторе R_1 будет равно нулю.

На временных интервалах от 1 до 2мс, от 3 до 4мс, от 5 до 6мс диод открыт. Сопротивление диода равно нулю. Всё напряжение, которое выдаёт источник в эти

временные интервалы, будет приходиться на резистор R_1 , напряжение на диоде будет равно нулю. Графики зависимости напряжения от времени на резисторе R_1 и диоде представлены на рисунках 3 и 4.

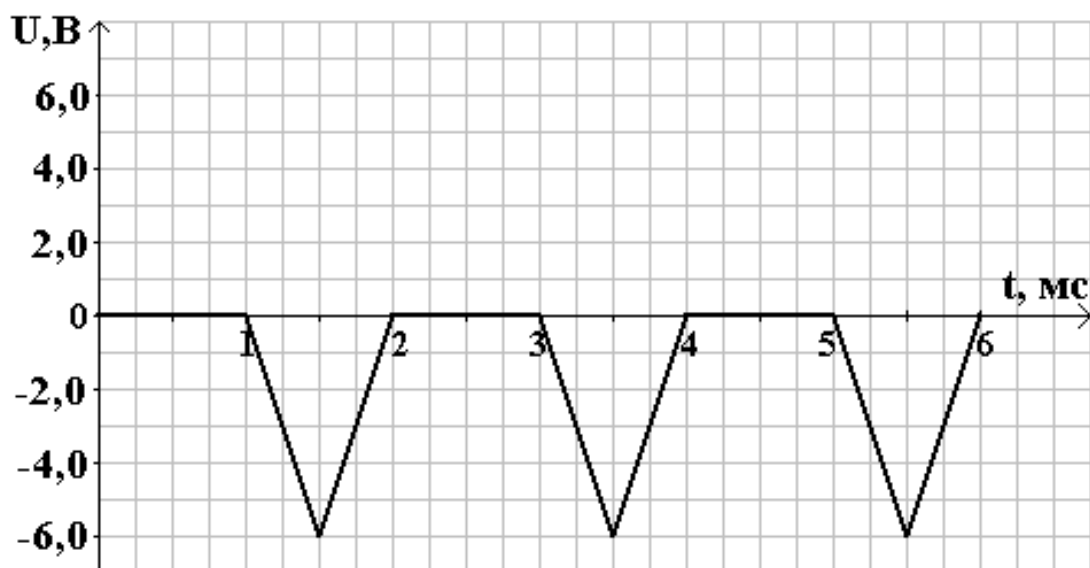


Рисунок 3. График зависимости напряжения от времени на резисторе R_1 .

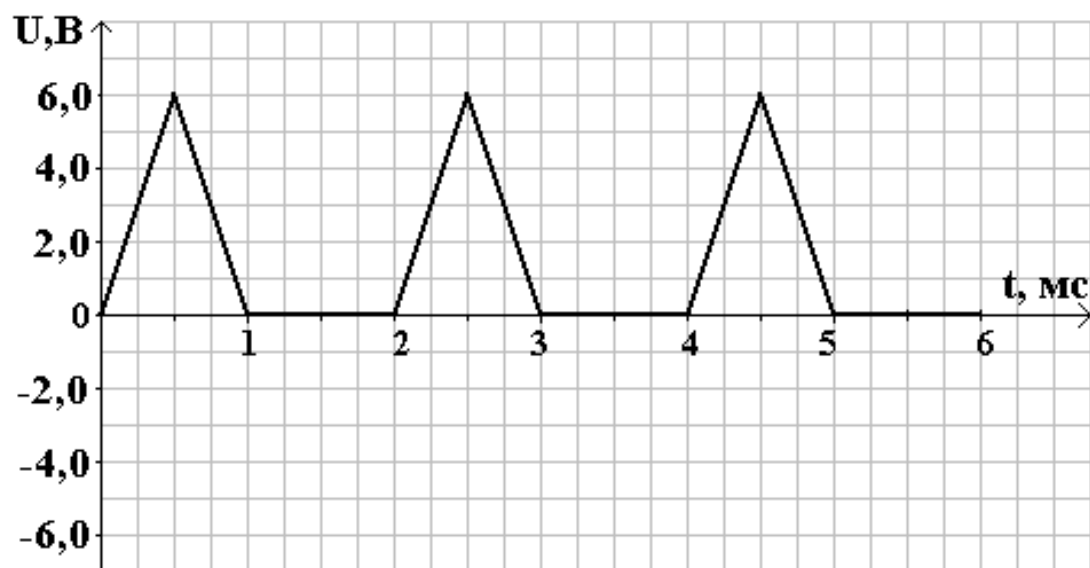


Рисунок 4. График зависимости напряжения от времени на диоде.

3. Для того чтобы осциллограф показал напряжение на резисторе R_1 его необходимо подключить к точкам М и D. Так как диод и резистор R_2 включены параллельно друг другу, то зависимость напряжения от времени для них будет одна и та же. Осциллограф, подключенный к точкам D и E будет одновременно показывать напряжение и на резисторе R_2 и на диоде. На временных интервалах от 0 до 1мс, от 2 до 3мс, от 4 до 5мс диод открыт. Сопротивление диода равно нулю, следовательно и сопротивление участка цепи между точками D и E тоже равно нулю. Всё напряжение, которое выдаёт источник в эти временные интервалы, будет приходиться на резистор R_1 , напряжение на диоде и резисторе R_2 будет равно нулю. На временных интервалах от 1 до 2мс, от 3 до 4мс, от 5 до 6мс диод закрыт. Сопротивление диода бесконечно большое, поэтому сопротивление участка цепи между точками D и E на

данных временных интервалах будет равно сопротивлению резистора R_2 . Напряжение, которое выдаёт источник в эти временные интервалы, будет распределяться между участками М-Д и Д-Е прямо пропорционально сопротивлению резисторов R_1 и R_2 .

Графики зависимости напряжения от времени на резисторе R_1 , резисторе R_2 и диоде представлены на рисунках 5 и 6.

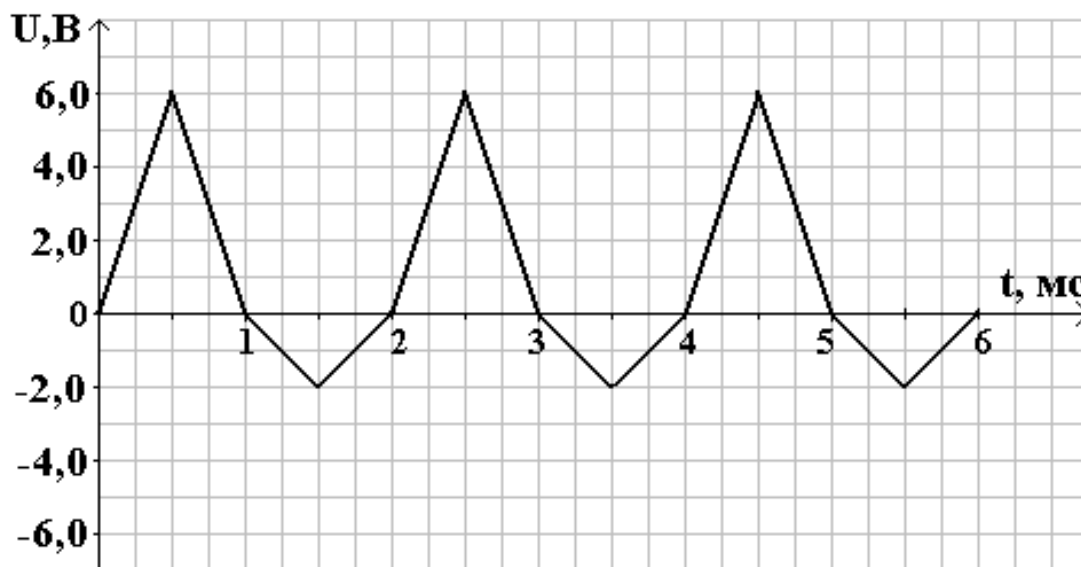


Рисунок 5. График зависимости напряжения от времени на резисторе R_1 .

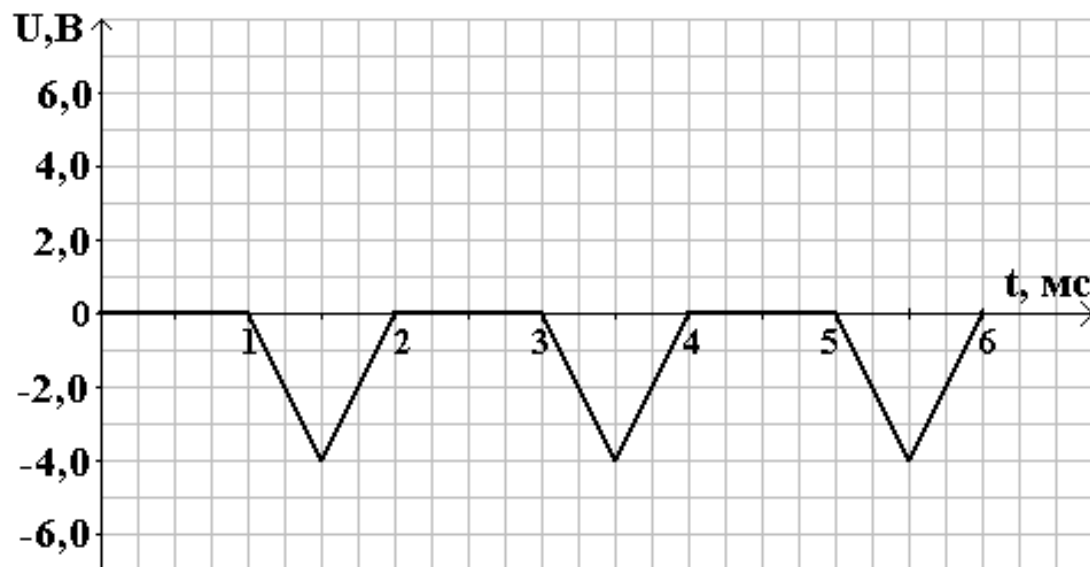


Рисунок 6. График зависимости напряжения от времени на резисторе R_2 и диоде.

4. Сопоставляя графики на рисунках 9 и 10 с графиком на рисунке 8 видим, что зарядка или перезарядка конденсатора до максимального напряжения U_0 длится в течении 1мс, а импульс напряжения, создаваемого источником, длится 2мс. Следовательно, за время импульса конденсатор успевает полностью зарядиться или перезарядиться. Так как сопротивление

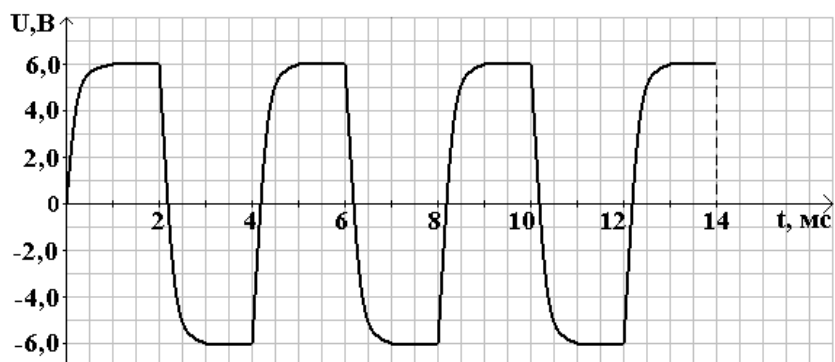
конденсатора постоянному току бесконечно большое, то конденсатор будет заряжаться или перезаряжаться до напряжения создаваемого источником. То есть первую половину длительности импульса напряжение на конденсаторе будет изменяться в соответствии с графиком 9 или 10, а вторую половину длительности импульса – будет равным напряжению источника. Напряжение на резисторе R_2 в любой момент будет равно разности напряжений на источнике и конденсаторе. В момент времени 2мс напряжение на источнике $U_0 = -6,0\text{В}$, а на конденсаторе напряжение ещё не успевает измениться и напряжение на нём можно считать равным $U_C = 6,0\text{В}$. Следовательно, напряжение на резисторе R_2 в момент времени 2мс составит:

$$R_2 = U_0 - U_C = -6,0\text{В} - 6,0\text{В} = -12\text{В} \quad (1)$$

$$R_2 = U_0 - U_C = -6,0\text{В} - 6,0\text{В} = -12\text{В} \quad (1)$$

Напряжение на резисторе R_2 в момент времени 4мс составит:

$$R_2 = U_0 - U_C = 6,0\text{В} - (-6,0\text{В}) = 12\text{В} \quad (2)$$



Графики зависимости напряжения от времени на конденсаторе и резисторе R_2 представлены на рисунках 7 и 8.

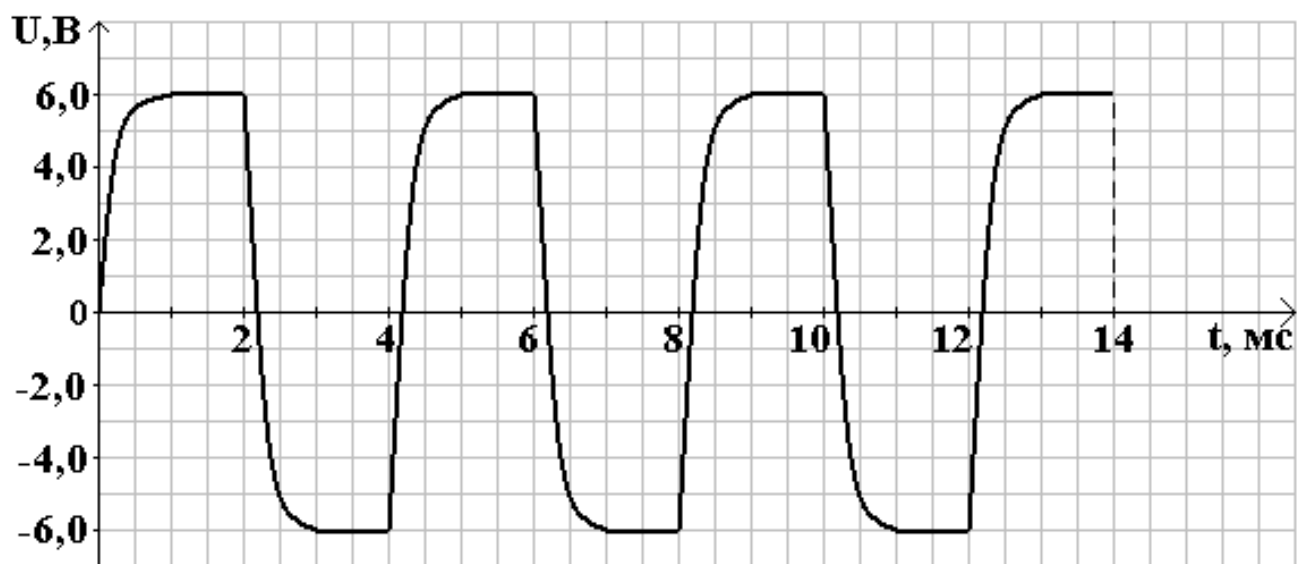


Рисунок 7. График зависимости напряжения от времени на конденсаторе.

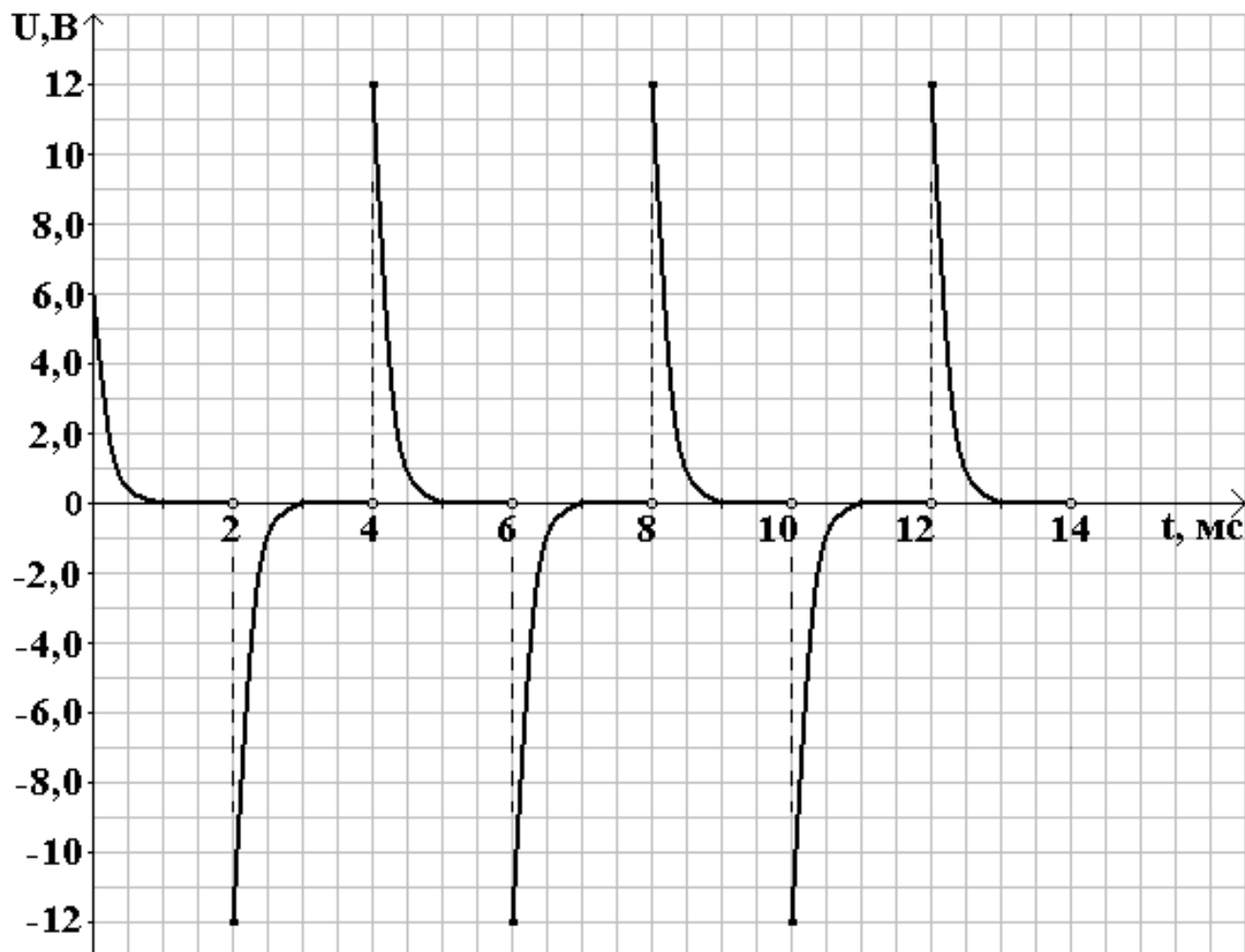


Рисунок 8. График зависимости напряжения от времени на резисторе R_2 .

¹ Мы не касаемся такой интересной проблемы, как человеческой восприятие глубины (дальности до изображаемого предмета), которое обусловлено главным образом стереоскопическим эффектом. С этой же проблемой тесно связана и проблема глубины резкости изображения фотоаппарата: почему точки, находящиеся на разных расстояниях от линзы могут давать одинаково четкие изображения.