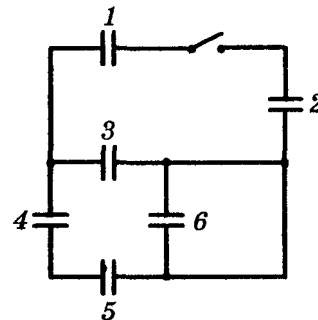


10 КЛАСС

1. Конденсаторы используются во многих электронных схемах, выполняя важную функцию накопителя электрических зарядов. На рисунке представлена схема из шести одинаковых конденсаторов, емкостью C каждый. Конденсатор 1 заряжен до напряжения U_0 , остальные конденсаторы не заряжены. С начала ключ разомкнут. Определите напряжение на каждом конденсаторе после замыкания ключа.



РЕШЕНИЕ:

Дано:

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C_5 = C_6 = C, U_{C1} = U_0.$$

$$U_1 - ?, U_2 - ?, U_3 - ?, U_4 - ?, U_5 - ?, U_6 - ?$$

Как видно из рисунка конденсатор C_6 закорочен, поэтому напряжение U_6 будет равно нулю после замыкания ключа и этот конденсатор можно исключить из схемы при дальнейшем рассмотрении. Рассчитаем емкость конденсаторной батареи $C_1 - C_2 - C_3 - C_4 - C_5$.

Конденсаторы $C_4 - C_5$ соединены последовательно, поэтому их общая емкость C_{4-5} равна:

$$C_{4-5} = \frac{C_4 \cdot C_5}{C_4 + C_5} = \frac{C}{2} \quad (1)$$

Конденсатор C_3 соединен с общей емкостью C_{4-5} параллельно, поэтому эта общая емкость C_{3-4-5} равна:

$$C_{3-4-5} = C_3 + C_{4-5} = C + \frac{C}{2} = \frac{3C}{2} \quad (2)$$

Конденсатор C_2 соединен последовательно с емкостью C_{3-4-5} , поэтому их общая емкость равна:

$$C_{2-3-4-5} = \frac{C_{3-4-5} \cdot C_2}{C_{3-4-5} + C_2} = \frac{\frac{3C}{2} \cdot C}{\frac{3C}{2} + C} = \frac{3}{5} C \quad (3)$$

После замыкания ключа к этой батарее конденсаторов $C_{2-3-4-5}$ подключится параллельно конденсатор C_1 . Поэтому заряд конденсатора C_1 , обозначим его $q_0 = CU_0$, распределится между этим конденсатором и батареей конденсаторов $C_{2-3-4-5}$, причем напряжения U_1 на конденсаторе C_1 и батарее конденсаторов будут равны. Поэтому можно записать:

$$CU_0 = (C + C_{2-3-4-5})U_1 \quad (4)$$

Откуда следует, что

$$U_1 = \frac{CU_0}{C + C_{2-3-4-5}} = \frac{5U_0}{8} \quad (5)$$

Вычислим заряд q_2 конденсатора C_2 и батареи конденсаторов $C_{2-3-4-5}$. т.к. общий заряд последовательно соединенных конденсаторов равен заряду конденсатора C_2 и батареи конденсаторов C_{3-4-5} :

$$q_2 = C_{2-3-4-5} \cdot U_1 = \frac{3CU_0}{8} \quad (6)$$

Из (6) находим напряжение U_2 :

$$U_2 = \frac{q_2}{C} = \frac{3U_0}{8} \quad (7)$$

Вычислим напряжение U_3 :

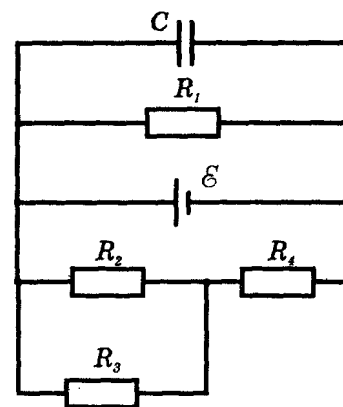
$$U_3 = U_1 - U_2 = \frac{5U_0}{8} - \frac{3U_0}{8} = \frac{U_0}{4} \quad (8)$$

Так как конденсаторы C_4 и C_5 соединены последовательно, то $U_4 + U_5 = U_3$, поэтому

$$U_4 = U_5 = U_3 / 2 = \frac{U_0}{8}.$$

ОТВЕТ: $U_1 = \frac{5U_0}{8}$, $U_2 = \frac{3U_0}{8}$, $U_3 = \frac{U_0}{4}$, $U_4 = U_5 = \frac{U_0}{8}$, $U_6 = 0$.

2. На приведенной схеме конденсатор C емкостью 5 мкФ, имеет заряд 1,08 мКл. Резистор $R_1 = 90$ Ом, $R_2 = 30$ Ом, $R_3 = 60$ Ом, $R_4 = 40$ Ом, внутреннее сопротивление источника $r = 1$ Ом. Определите ЭДС источника.



РЕШЕНИЕ:

Дано:

$C = 5$ мкФ, $q = 1,08$ мКл, $R_1 = 90$ Ом, $R_2 = 30$ Ом, $R_3 = 60$ Ом, $R_4 = 40$ Ом, $r = 1$ Ом.

$\mathcal{E} - ?$

ЭДС источника \mathcal{E} можно определить по закону Ома для полной цепи:

$$\mathcal{E} = I(R_{\text{общ.}} + r) \quad (1)$$

Вычислим $R_{\text{общ.}}$. Как видно из схемы резисторы R_2 и R_3 , соединенные параллельно, включены последовательно с резистором R_4 :

$$R_{234} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_4 = \frac{30 \cdot 60}{30 + 60} = 60 \text{ Ом}, \quad (2)$$

$$R_{\text{общ.}} = \frac{R_{234} R_1}{R_{234} + R_1} = \frac{60 \cdot 90}{60 + 90} = 36 \text{ Ом}.$$

Чтобы найти ток в цепи I , надо вычислить напряжение U на источнике, которое равно напряжению на конденсаторе U_C , так как он подключен параллельно источнику:

$$U = U_C = \frac{q}{C} = \frac{1,08 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-6}} = 216 \text{ В.} \quad (3)$$

Тогда ток в цепи I равен:

$$I = \frac{U}{R_{\text{общ.}}} = \frac{216}{36} = 6 \text{ А.}$$

Таким образом, ЭДС источника равна:

$$\mathcal{E} = I(R_{\text{общ.}} + r) = 6(36 + 1) = 222 \text{ В.}$$

ОТВЕТ: ЭДС источника равна 222 В.