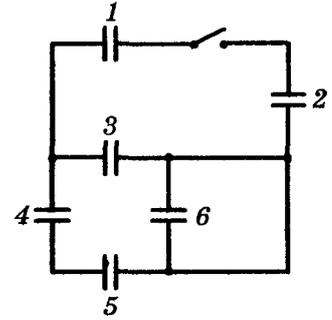


## 10 КЛАСС

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  $U_3$ :

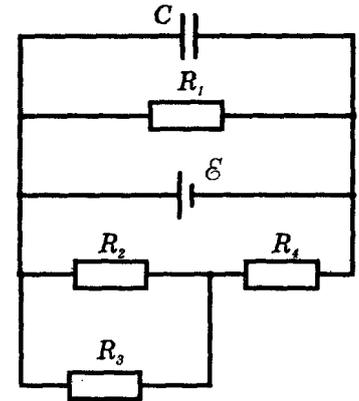
$$U_3 = U_1 - U_2 = \frac{5U_0}{8} - \frac{3U_0}{8} = \frac{U_0}{4} \quad (8)$$

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.