

A1 0.50 Найдите силу тока через источник и напряжение на нём в зависимости от времени, если его подключили к резистору с сопротивлением R .

Мощность определяется законом Джоуля-Ленца: $P = I^2 R$.

Ответ:

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}}, \quad U = \sqrt{PR}$$

A2 0.50 Найдите силу тока через источник и напряжение на нём в зависимости от времени, если его подключили к конденсатору ёмкости C .

Запишем ЗСЭ: $Pt = \frac{CU^2}{2}$. Ток найдем, как производную заряда $I = \dot{q} = C\dot{U} = \sqrt{\frac{CP}{2t}}$.

Ответ:

$$I = \sqrt{\frac{CP}{2t}}, \quad U = \sqrt{\frac{2Pt}{C}}$$

B1 3.00 Найдите силу тока и напряжение на каждом элементе цепи в момент открытия диода.

В момент открытия диода напряжение на нем равно U_0 , а ток нулевой. Из симметрии схемы следует, что в ветвях будут течь одинаковые токи I , а напряжения на конденсаторах равны. Обозначим напряжение на конденсаторах, как U . Тогда, записав II правило Кирхгофа в любом из контуров резистор-конденсатор-диод, получим $U = IR + U_0$.

Напряжение на источнике $\mathcal{E} = R \cdot 2I + 2RI + U_0$, а полная выделяемая им мощность $P = \mathcal{E} \cdot 2I$. Таким образом, получилось квадратное уравнение на ток I : $8I^2 R + 2IU_0 - P = 0$, его решение $I = \frac{-U_0 + \sqrt{U_0^2 + 8PR}}{8R} = 0.4 \text{ A}$.

Ответ:

Элемент	Ток	Напряжение
Источник	$2I = 0.8 \text{ A}$	$4RI + U_0 = 10 \text{ В}$
“Внутренние” резисторы	$I = 0.4 \text{ A}$	$RI = 2 \text{ В}$
“Внешний” резистор	$2I = 0.8 \text{ A}$	$RI = 4 \text{ В}$
Конденсаторы	$I = 0.4 \text{ A}$	$RI + U_0 = 4 \text{ В}$
Диод	$I = 0 \text{ A}$	$U_0 = 2 \text{ В}$

B2 3.00 Будет ли достигнут установившийся режим? Если да, то рассчитайте силу тока и напряжение на каждом элементе цепи в установившемся режиме.

В начальный момент времени диод закрыт и конденсаторы начинают заряжаться, пока тот диод не откроется. После открытия диода пока через конденсаторы идет ток, напряжение на них, а значит и напряжение на резисторах, повышается. Соответственно, мощность, выделяющаяся на резисторах и на диоде, также возрастает. Так как общая мощность в цепи постоянна, то мощность на конденсаторах будет падать, пока не упадет до нуля – тогда через них престанет идти ток, и мы получим цепь с последовательным соединением трех резисторов и диода. Из пункта A1 состояние такой системы стационарно, значит установившийся режим будет достигнут.

В установившемся режиме через резисторы и диод идет одинаковый ток I , при этом на диоде падает напряжение U_0 . Таким образом, напряжение на источнике $\mathcal{E} = 3RI + U_0$ и выражение для мощности имеет вид: $P = 3RI^2 + U_0 I$. Из него легко получить квадратное уравнение на I , решая которое, получаем $I = \frac{-U_0 + \sqrt{U_0^2 + 12PR}}{6R} = \frac{2}{3} \text{ A}$.

Ответ:

Элемент	Ток	Напряжение
Источник	$I = \frac{2}{3} \text{ A}$	$3RI + U_0 = 12 \text{ В}$
“Внутренние” резисторы	$I = \frac{2}{3} \text{ A}$	$RI = \frac{10}{3} \text{ В}$

“Внешний” резистор	$I = \frac{2}{3} \text{ A}$	$RI = \frac{10}{3} \text{ В}$
Конденсаторы	$I = 0 \text{ A}$	$RI + U_0 = \frac{16}{3} \text{ В}$
Диод	$I = \frac{2}{3} \text{ A}$	$U_0 = 2 \text{ В}$