

aufgabe_7.2.6_mit_rechnung

Student Group

First Name	Surname	Matrikel Nr.

Table of Contents

Excercise 7.2.6: temperature dependent resistor of a winding (exam task, ca. 11% of a 60 minute exam, WS2020) 2

Exercise 7.2.6: temperature dependent resistor of a winding (exam task, ca. 11% of a 60 minute exam, WS2020)



The adjacent circuit with the following data is given:

- $U = 10 \text{ V}$
- $I = 4 \text{ mA}$
- $R_1 = 100 \text{ } \Omega$, $R_2 = 80 \text{ } \Omega$, $R_3 = 50 \text{ } \Omega$, $R_4 = 10 \text{ } \Omega$
- $C = 40 \text{ nF}$

At first the capacitor is empty and all switches are open. The switch S_1 will be closed at $t=0$.

1. Determine the time constant τ for this charging process.

Tips

- What equivalent circuit can be found for the mentioned states of the switches?
- What parameter do you need to determine τ ?
- The charging current is flown through which component?

Solution

The electrical components R_1 , R_2 and C are connected in series with a source U . The time constant τ is therefore:
$$\tau = (R_1 + R_2) \cdot C = 180 \text{ } \Omega \cdot 40 \text{ nF}$$

Final value

$$\tau = 7,2 \text{ } \mu\text{s}$$

2. How high is the voltage at the capacitor C when $t=10 \text{ } \mu\text{s}$?

Solution

$$U_C(t) = U \cdot (1 - e^{-t/\tau}) \quad U_C(t) = 10 \text{ V} \cdot (1 - e^{-10 \text{ } \mu\text{s}/7,2 \text{ } \mu\text{s}})$$

Final value

$$\begin{aligned} U_C(t) = 7,506 \text{ V} \rightarrow 7,5 \text{ V} \end{aligned}$$

3. How high is the energy when the capacitor is fully charged?

Solution

$$\begin{aligned} W_C &= \frac{1}{2} C U^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 40 \text{ nF} \cdot (10 \text{ V})^2 \end{aligned}$$

Endergebnis

$$\begin{aligned} W_C = 2 \text{ } \mu\text{J} \end{aligned}$$

4. Bestimmen Sie die neue Zeitkonstante, die wirksam ist, wenn nach dem vollständigen Laden der Schalter S1 geöffnet und gleichzeitig S2 geschlossen wird.

Lösungsweg

Hierbei entlädt sich der Kondensator C über die in Reihe geschalteten Widerstände R_2 und R_3 .

$$\begin{aligned} \tau &= (R_2 + R_3) \cdot C \\ \tau &= 130 \text{ } \Omega \cdot 40 \text{ nF} \end{aligned}$$

Endergebnis

$$\begin{aligned} \tau = 5,2 \text{ } \mu\text{s} \end{aligned}$$

5. Nachdem der Kondensator vollständig entladen wurde, werden alle Schalter wieder geöffnet. Der Schalter S4 wird für $t = 1 \text{ } \mu\text{s}$ geschlossen. Welche Spannung stellt sich an C ein?

Tipps

- Durch die Stromquelle ergibt sich ein kontinuierlicher Fluss an Ladungen in den Kondensator.
- Die Widerstände auf dem Weg sind für den Strom in den Kondensator irrelevant. Sie erhöhen bei einer idealen Stromquelle nur die notwendige Spannung, um den Strom zu treiben.

Lösungsweg

Die Spannung U_C ergibt sich allgemein über: $U_C = \frac{Q}{C}$. In diesem Fall erzeugt der konstante Strom I die Ladung $Q = \int I dt = I \cdot t$

$$\begin{aligned} U_C(t) &= \frac{Q}{C} \\ U_C(t) &= \frac{I \cdot t}{C} \\ U_C(1 \text{ } \mu\text{s}) &= \frac{4 \text{ mA} \cdot 1 \text{ } \mu\text{s}}{40 \text{ nF}} \\ &= \frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ s}}{40 \cdot 10^{-9} \text{ F}} \end{aligned}$$

Endergebnis

$$\begin{aligned} U_C(1 \text{ } \mu\text{s}) = 1 \text{ V} \end{aligned}$$

From:

<https://wiki.mexle.org/> - **MEXLE Wiki**

Permanent link:

https://wiki.mexle.org/electrical_engineering_1/aufgabe_7.2.6_mit_rechnung?rev=1634386283

Last update: **2021/10/16 14:11**

