

Entladen eines Kondensators - Leistung und Energie - Theorie

Beim Entladen eines Kondensators über einen Widerstand wird die als Feldenergie im Elektrischen Feld des Kondensators gespeicherte Elektrische Energie im OHMschen Widerstand in Wärme umgewandelt.

1. Leistung und Energie am Widerstand

- Bestimmen Sie mit Hilfe des Zusammenhangs $P = U \cdot I = R \cdot I^2$ den Funktionsterm $P_R(t)$ der Funktion P_R , die den zeitlichen Verlauf der elektrischen Leistung, die im OHMschen Widerstand während des Entladevorgangs in Wärme umgewandelt wird, beschreibt.
- Erstellen Sie den Graphen der Funktion P_R ($R = 100\text{k}\Omega = 1,0 \cdot 10^5 \Omega$, $C = 47\mu\text{F} = 4,7 \cdot 10^{-5} \text{F}$ und $U_0 = -10\text{V}$) mit Hilfe eines Funktionenplotters und erklären Sie den Graphen physikalisch.
- Bestimmen Sie mit Hilfe des Zusammenhangs $P(t) = \frac{dW(t)}{dt}$ bzw. $W(t) = \int_0^t dW(t) = \int_0^t P(t)dt$ rechnerisch die Energie $W_R = W_R(t = \infty)$, die im OHMschen Widerstand während des Entladevorgangs in Wärme umgewandelt wird.

2. Leistung und Energie am Kondensator

- Bestimmen Sie mit Hilfe des Zusammenhangs $P = U \cdot I$ den Funktionsterm $P_C(t)$ der Funktion P_C , die den zeitlichen Verlauf der elektrischen Leistung, die der Kondensator während des Entladevorgangs abführt, beschreibt.
- Erstellen Sie in dem Koordinatensystem aus **1.b)** zusätzlich den Graphen der Funktion P_C ($R = 100\text{k}\Omega = 1,0 \cdot 10^5 \Omega$, $C = 47\mu\text{F} = 4,7 \cdot 10^{-5} \text{F}$ und $U_0 = -10\text{V}$) mit Hilfe eines Funktionenplotters und erklären Sie den Graphen physikalisch.
- Bestimmen Sie mit Hilfe des Zusammenhangs $P(t) = \frac{dW(t)}{dt}$ bzw. $W(t) = \int_0^t dW(t) = \int_0^t P(t)dt$ rechnerisch die Gesamtenergie $W_C = W_C(t = \infty)$, die der Kondensator während des Entladevorgangs abführt.
- Physikalisch interessant ist nun noch die Frage, wo die vom Kondensator abgeführte Energie gespeichert war. Betrachten und kommentieren Sie dazu die folgende Umformung:

$$W_C = \frac{1}{2} C U_0^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d} (E \cdot d)^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r E^2 \cdot (A \cdot d) = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r E^2 \cdot V$$

Die Energie, die der Kondensator beim Entladevorgang abführt, ist also proportional zum Quadrat der Elektrischen Feldstärke und zum Volumen des Kondensators. Dies deutet darauf hin, dass die vom Kondensator abgeführte Energie aus dem Elektrischen Feld zwischen den Platten stammt.

3. Leistung und Energie am RC-Glied

- Bestimmen Sie rechnerisch mit Hilfe der Ergebnisse von **1.a)** und **2.a)** den Funktionsterm der Funktion $P(t)$ der Funktion P , die den zeitlichen Verlauf der elektrischen Leistung, die dem gesamten RC-Glied während des Aufladevorgangs zugeführt wird, beschreibt.
- Erstellen Sie in dem Koordinatensystem aus **1.b)** bzw. **2.b)** zusätzlich den Graphen der Funktion P ($R = 100\text{k}\Omega = 1,0 \cdot 10^5 \Omega$, $C = 47\mu\text{F} = 4,7 \cdot 10^{-5} \text{F}$ und $U_0 = -10\text{V}$) mit Hilfe eines Funktionenplotters und erklären Sie den Graphen physikalisch.