

Name:

Datum:

Stationenlernen Kondensator T8 - Leistung und Energie

Beim Aufladen eines Kondensators über einen Widerstand durch eine Elektrische Quelle führt diese beiden Bauteilen Elektrische Energie zu. Während ein Teil dieser Energie im OHMschen Widerstand in Wärme umgewandelt wird, verbleibt der Rest als Feldenergie im Elektrischen Feld des Kondensators.

1. Leistung und Energie am Widerstand

- Bestimme mit Hilfe des Zusammenhangs $P = U \cdot I = R \cdot I^2$ die Funktionsvorschrift $P_R(t)$ der Funktion P_R , die den zeitlichen Verlauf der elektrischen Leistung, die im OHMschen Widerstand während des Aufladevorgangs in Wärme umgewandelt wird, beschreibt.
- Erstelle den Graphen der Funktion P_R ($U_0 = 5V$, $R = 1k\Omega$, $C = 1000\mu F$) mit Hilfe eines Funktionsplotters und erkläre den Graphen physikalisch.
- Bestimme 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 Aufladevorgangs in Wärme umgewandelt wird.

2. Leistung und Energie am Kondensator

- Bestimme mit Hilfe des Zusammenhangs $P = U \cdot I$ die Funktionsvorschrift $P_C(t)$ der Funktion P_C , die den zeitlichen Verlauf der elektrischen Leistung, die dem Kondensator während des Aufladevorgangs zugeführt wird, beschreibt.
- Erstelle in dem Koordinatensystem aus **1.b)** zusätzlich den Graphen der Funktion P_C ($U_0 = 5V$, $R = 1k\Omega$, $C = 1000\mu F$) mit Hilfe eines Funktionsplotters und erkläre den Graphen physikalisch.
- Bestimme rechnerisch den Zeitpunkt t , an dem dem Kondensator die maximale elektrische Leistung $P_{C; \max}$ zugeführt wird und bestimme auch diese maximale Leistung $P_{C; \max}$.
- Bestimme 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 dem Kondensator während des Aufladevorgangs zugeführt wird.
- Physikalisch interessant ist nun noch die Frage, wo diese Energie im Kondensator gespeichert wird. Betrachte und kommentiere 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 im Kondensator ist also proportional zum Quadrat der Elektrischen Feldstärke und zum Volumen des Kondensators. Dies deutet darauf hin, dass die dem Kondensator zugeführte Energie im Elektrischen Feld zwischen den Platten verbleibt.

3. Leistung und Energie am RC-Glied

- Bestimme rechnerisch mit Hilfe der Ergebnisse von **1.a)** und **2.a)** die Funktionsvorschrift 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.
- Erstelle in dem Koordinatensystem aus **1.b)** bzw. **2.b)** zusätzlich den Graphen der Funktion P ($U_0 = 5V$, $R = 1k\Omega$, $C = 1000\mu F$) mit Hilfe eines Funktionsplotters und erkläre den Graphen physikalisch.
- Bestimme mit Hilfe der Ergebnisse von **1.c)** und **2.d)** die Gesamtenergie $W = W(t = \infty)$, die dem gesamten RC-Glied während des Aufladevorgangs zugeführt wird.