

Schaltvorgänge und Energie

Ein Kondensator wird über eine gesteuerte Stromquelle aufgeladen.

$i(t)$:

$0 \dots T/4 : 0$

$T/4 \dots 3T/4 : \text{linearer Abfall von } i \text{ bis } i_0/2$

$3T/4 \dots T : 0$

- Auf welche Spannung lädt sich der Kondensator auf?
- Welche Energie hat der Kondensator gespeichert?
- Welche Energie würde beim Entladen in einem angeschlossenen Widerstand umgesetzt?
- Welche Energie würde umgesetzt, wenn $i(t)$ nur durch den angeschlossenen Widerstand fließen würde?

Lösung:

a) $Q = \int i(t) dt$, bzw. Fläche des Graphen.

$$Q = T/2 * 3/4 i = 3Ti / 8$$

$$U = Q/C$$

$$E = \int 1/C * (i(t))^{1/2} dt$$

b) $E = 1/C * (Q/C)^2 = 1/C * (3Ti / 8C)^2$

c) Die gleiche wie bei b) berechnet

Begründungswort: Energieerhaltung

Wem das nicht einfällt, kann auch das Integral über den exponentiellen Verlauf der Spannung des RC-Gliedes aufstellen und berechnen. Es sollte das gleiche Ergebnis heraus kommen.

d) $E = \int R * (i(t))^2 dt$

Vereinfachen des Integrals mit der Verschiebungsregel.

$$i(t) = i + i/T * t \quad \text{für } t = 0 \dots T/2$$

$$i(t)^2 = i^2 + 2 i^2 / T * t + i^2 / T^2 * t^2$$

$$E = R * (i^2 * t + i^2 / T * t^2 + i^2 / 3T^2 * t^3)$$

$$E = R * (i^2 * T/2 + i^2 / T * T^2/4 + i^2 / 3T^2 * T^3/8)$$

$$E = R * i^2 * (T/2 + T/8 + T/24)$$

Man beachte die Energie bei c) und d) sind unterschiedlich. Es könnte aber ein R berechnet werden, so dass die Gesamtenergie über den Zeitraum insgesamt gleich wäre.