

Schaltungen

1 Allgemein

1.1 Formeln

$$U = E \cdot d = \frac{\varrho \cdot d}{\epsilon_0} = \frac{Q \cdot d}{\epsilon_0 \cdot F}$$

$$C = \frac{Q}{U} = \epsilon_0 \cdot \frac{F}{d}$$

$$Q = C \cdot U$$

$$U = R \cdot I \Rightarrow R = \frac{U}{I} \Rightarrow R = \varrho \cdot \frac{l}{A}, \varrho = \text{spezifischer Widerstand}$$

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

1.2 Einheiten

$$1T = 1 \frac{N \cdot s}{C \cdot m} = 1 \frac{N \cdot m \cdot s}{C \cdot s^2} = 1 \frac{V \cdot s}{m^2}$$

$$1A = 1 \frac{C}{s}$$

$$1N = 1 \frac{kg \cdot m}{s^2}$$

$$1F = 1 \frac{C}{V} = 1 \frac{A \cdot s}{V} = 1 \frac{A^2 \cdot s^4}{kg \cdot m^2}$$

$$\frac{V}{m} = \frac{N}{C}$$

2 Kirchhoffschen Gesetze

2.1 Maschenregel

Die Maschenregel betrachtet die Teilspannungen in einer Masche eines Stromkreises. Geht man in einem Stromkreis einmal rund herum, bis wieder der gleiche Punkt erreicht wird, so muss die Spannungsdifferenz null sein:

$$\sum_k U_k = 0$$

Wäre dies nicht so, würde der Energieerhaltungssatz verletzt. Eine Ladung könnte sich immer in der gleichen Richtung im Stromkreis bewegen und würde dabei ein immer höheres Potential erreichen.

2.2 Knotenregel

Die Knotenregel besagt, dass an eine Knoten im Stromkreis die Summe aller Ströme null sein muss. Dafür muss den Strömen ein Vorzeichen zugeordnet werden:

$$\sum_k I_k = 0$$

Ladungen die pro Zeiteinheit zufließen, müssen auch wieder abfließen, wenn die Schaltung nur aus leitenden Drähten und Widerständen besteht.

3 Kondensatoren

3.1 Serienschaltung

$$C = E \cdot \frac{A}{d_1 + d_2} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)^{-1}$$

3.2 Parallelschaltung

$$C = E \cdot \frac{A_1 + A_2}{d} = C_1 + C_2$$

$$C = C_1 + C_2$$

4 Widerstände

4.1 Serienschaltung

$$R = \rho \cdot \frac{l_1 + l_2}{A} = R_1 + R_2$$

$$R = R_1 + R_2$$

4.2 Parallelschaltung

$$R = \frac{1}{\rho \cdot \frac{A_1}{l} + \rho \cdot \frac{A_2}{l}} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1}$$

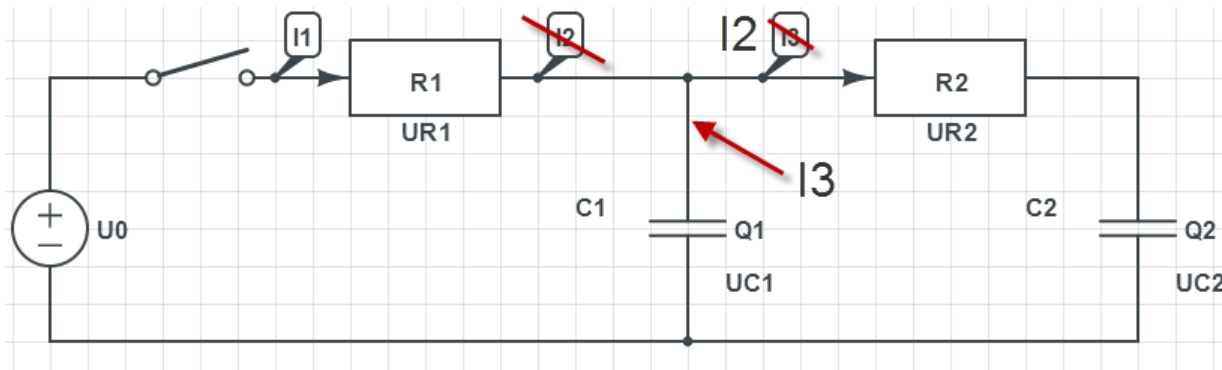
5 Lorentz-Kraft

$$\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

Lorentz-Kraft = Zentripetal-Kraft:

$$evB = \frac{mv^2}{r}$$

6 Beispiele



6.1 Maschenregel

$$U_{R1} + U_{C1} - U_0 = 0$$

$$\Rightarrow R_1 \cdot (I_2 + I_3) + \frac{Q_1}{C_1} - U_0 = 0$$

$$U_{R1} + U_{R2} + U_{C2} - U_0 = 0$$

$$\Rightarrow R_1 \cdot (I_2 + I_3) + R_2 \cdot I_2 + \frac{Q_2}{C_2} - U_0 = 0$$

6.2 Knotenregel

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$\Rightarrow I_1 - \frac{dQ_2}{dt} - \frac{dQ_1}{dt} = 0$$

BM-Beispiel

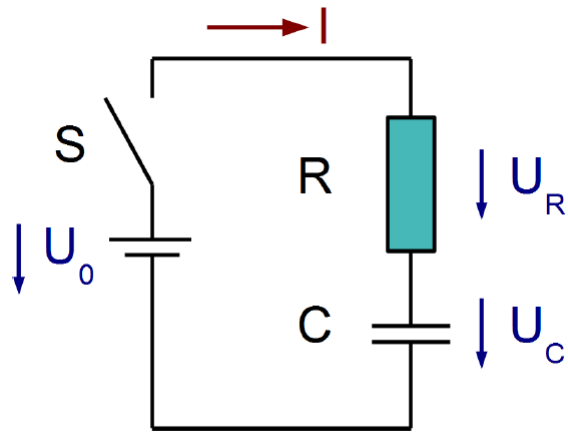


Figure 1.1: RC - Schaltung

Gegeben:

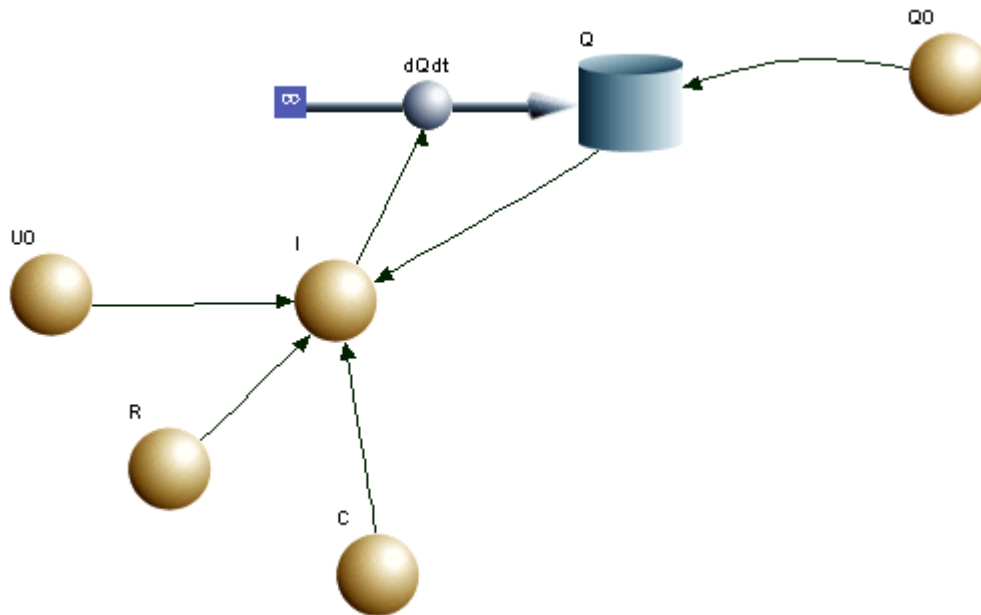
$$R = 1000\Omega, U_0 = 5V, C = 0.001F$$

Formeln:

$$U_0 = U_R + U_C = I \cdot R + \frac{Q}{C}$$

$$I = \frac{U_R}{R} = \frac{1}{R} \cdot (U_0 - \frac{Q}{C})$$

$$U_R = U_0 - U_C$$



Spulen

Allgemein

- B = Elektromagnetisches Feld
- N = Anzahl Windungen einer Spule
- L = Länge einer Spule
- A = Fläche der Spule
- $1 \frac{Vs}{A} = 1H = 1Henry$

Elektromagnetisches Feld

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot I = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot I = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot \frac{N \cdot U}{L \cdot R} = \frac{\phi}{A}$$
$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{Vs/Am}$$

Induzierte Spannung

$$U_{ind} = -N \cdot B \cdot \frac{dA}{dt} = N \cdot B \cdot A \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$$
$$U_{ind} = -L \cdot \frac{dI}{dt} = -\frac{d\phi}{dt} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$
$$\phi = N \cdot B \cdot A$$

Gespeicherte Energie in einer Spule

$$E(I) = L \cdot \frac{I^2}{2}$$

Transformatorengleichung

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \implies N_2 = N_1 \cdot \frac{U_2}{U_1}$$

Selbstinduktion

$$L \simeq N^2 \iff N \simeq \sqrt{L}$$
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}}$$