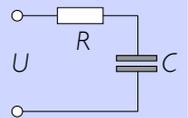


Die Aufladung eines Kondensators erfolgt zwangsläufig nicht in beliebig kurzer Zeit; vielmehr fließt der Ladestrom in der Realität durch einen absichtlich eingebauten oder unvermeidlichen Widerstand  $R$  auf die Kondensatorplatten. Das daraus resultierende Timing für die Stromstärke  $I(t)$  und die Spannung  $U(t)$  am Kondensator werden im Folgenden analysiert.

**Differentialgleichung der RC-Schaltung:** Wir betrachten eine Reihenschaltung aus einem Widerstand  $R$  und einem Kondensator  $C$ . Beim Einschalten der Spannung  $U$  fließt ein zeitabhängiger Ladestrom  $I(t)$ , der der Differentialgleichung

$$\frac{dI}{dt} = -\frac{1}{RC}I(t)$$



genügt.

Diese Differentialgleichung löst man mit dem Ansatz  $I(t) = I_0 e^{-kt}$ , den man in die Differentialgleichung einsetzt. Mit Hilfe der Ableitungsregeln ( $\frac{d}{dt} e^{-kt} = -k e^{-kt}$ ) zeigt man, dass folgende Gesetzmäßigkeit gilt:

**Aufladung eines Kondensators C:** Der zeitliche Verlauf des Ladestroms  $I(t)$  des Kondensators wird beschrieben durch die Funktion

$$I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Dabei ist  $I_0$  die Anfangsstromstärke und  $\tau = RC$  die Zeitkonstante.

Einheit:  $[\tau] = 1\text{s}$

Da die Ladungsmenge und die Spannung  $U(t)$  zueinander proportional sind, kann hieraus leicht die Spannung  $U(t)$  am Kondensator berechnet werden:

Der zeitliche Verlauf der Spannung  $U(t)$  des Kondensators wird beschrieben durch die Funktion

$$U(t) = U(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

Dabei ist  $U$  die Ladespannung und  $\tau = RC$  die Zeitkonstante.

Bei der Entladung des Kondensators ergeben sich analoge Gleichungen; es ist lediglich zu beachten, dass  $U(t)$  gegen Null läuft, während bei der Aufladung die Spannung gegen die Ladespannung  $U$  „konvergiert“:

**Entladung eines Kondensators C:** Der zeitliche Verlauf des Entladestroms  $I(t)$  des Kondensators wird beschrieben durch die Funktion

$$I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Dabei ist  $I_0$  die Anfangsstromstärke und  $\tau = RC$  die Zeitkonstante.

Für den Spannungsverlauf  $U(t)$  bei der Entladung gilt

$$U(t) = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Dabei ist  $U_0$  die Anfangsspannung (vor der Entladung).

