

Elektrischer Strom durch Ladungsänderungen

Es fließt immer dann ein elektrischer Strom i , wenn „äußere“ oder „innere“ Ladungsänderungen auftreten, d.h. wenn:

$$\frac{dQ}{dt} \neq 0$$

für C = konst. → $i = C \cdot \frac{dU}{dt}$

Stromfluss bei Schaltvorgängen, Wechselspannungsbeanspruchungen, Impulsspannungen, ...

für U = konst. → $i = U \cdot \frac{dC}{dt}$

Stromfluss bei Kapazitätsänderungen (Änderung der Polarisationsvorgänge durch thermische, elektrische oder mechanische Beanspruchungen) oder inneren Ladungsänderungen (Raumladungen, Oberflächenladungen)

Bei gleichzeitiger Spannungs- und Kapazitätsänderung

→ mit $Q = C \cdot U$ → $i = \frac{dQ}{dt} = i = C \cdot \frac{dU}{dt} + U \cdot \frac{dC}{dt}$

Zusammenhang von Verschiebungsstromdichte Verschiebungsflussdichte und elektr. Feldstärke

Def. der Verschiebungsstromdichte: $\vec{S}_v = \frac{di_v}{dA_\perp}$

$$\rightarrow i_v = \int \vec{S}_v \cdot d\vec{A}$$

$$\text{mit } i_v = \frac{d\Psi_{ges}}{dt} \rightarrow \delta i_v = \frac{d}{dt}(\delta\Psi_{ges.})$$

$$\text{mit } \frac{\delta i_v}{\delta A_\perp} = \frac{\frac{d}{dt}(\delta\Psi_{ges.})}{\delta A_\perp} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\delta\Psi_{ges.}}{\delta A_\perp} \right) = \frac{d}{dt} \left(\frac{\delta Q}{\delta A_\perp} \right) = \frac{d\vec{D}}{dt}$$

$$\rightarrow \vec{S}_v = \frac{d\vec{D}}{dt} \quad \text{bzw. } S_v = \frac{dD}{dt} \quad (\text{Betragsgleichung})$$

$$\rightarrow i_v = \int \frac{d\vec{D}}{dt} \cdot d\vec{A}$$

$$\text{mit } \vec{D} = \varepsilon \cdot \vec{E} \rightarrow \vec{S}_v = \frac{d}{dt}(\varepsilon \cdot \vec{E})$$

$$\text{für } \varepsilon \text{- konst.} \rightarrow \vec{S}_v = \varepsilon \cdot \frac{d\vec{E}}{dt}$$

$$\text{für } E \text{- konst.} \rightarrow \vec{S}_v = \vec{E} \cdot \frac{d\varepsilon}{dt}$$

$$\text{allgemein gilt für } \varepsilon, E \neq \text{konst.}: \vec{S}_v = \varepsilon \cdot \frac{d\vec{E}}{dt} + \vec{E} \cdot \frac{d\varepsilon}{dt}$$