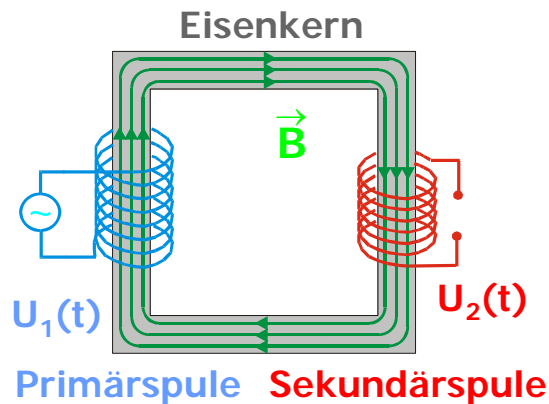


Zusammenfassung vom 16.06.2010

VIII Wechselstrom und Wechselstromwiderstand

Transformator mit Leerlaufspannung (= ohne Last, $I_2=0$):



$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \mu_0 \vec{M} = \mu_r \vec{B}_0 \quad \text{Eisenkern verstärkt Magnetfeld}$$

- Eisenkern verstärkt magnetischen Fluss Φ_m
- Feldlinien verlaufen fast ausschließlich im Kern
- magnet. Fluss ist überall im Eisenkern gleich groß
- sehr gute Übertragung von Φ_m von der Primär- zur Sekundärspule

$$\rightarrow \Phi_{m1}(t) = \Phi_{m2}(t) \quad \rightarrow \dot{\Phi}_{m1}(t) = \dot{\Phi}_{m2}(t)$$

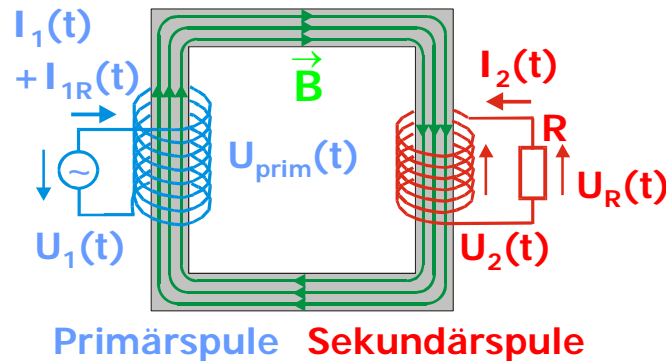
$$\rightarrow U_1(t) = -N_1 \dot{\Phi}_{m1}(t) \rightarrow \dot{\Phi}_{m1}(t) = -\frac{U_1(t)}{N_1} \quad \text{Primärspule}$$

$$\rightarrow U_2(t) = -N_2 \dot{\Phi}_{m2}(t) = -N_2 \dot{\Phi}_{m1}(t) = \frac{N_2}{N_1} U_1(t) \quad \text{Sekundärspule}$$

Übersetzungsverhältnis der Leerlaufspannung

$$\rightarrow \frac{U_2(t)}{U_1(t)} = \frac{N_2}{N_1} \quad \rightarrow U_1 \text{ und } U_2 \text{ sind in Phase!}$$

Transformator mit Ohm'schem Lastwiderstand:



$$N_1 \dot{\Phi}_{m1}(t) = -U_1(t) \quad \rightarrow \quad \Phi_{m1}(t) \quad \text{muss gleich bleiben}$$

$$\rightarrow \Phi_{m1}(t) = \Phi_{m2}(t) \quad \rightarrow \quad \dot{\Phi}_{m1}(t) = \dot{\Phi}_{m2}(t)$$

$$\rightarrow U_1(t) = -N_1 \dot{\Phi}_{m1}(t) \quad \rightarrow \quad \dot{\Phi}_{m1}(t) = -\frac{U_1(t)}{N_1} \quad \text{Primärspule}$$

$$\rightarrow U_2(t) = -N_2 \dot{\Phi}_{m2}(t) = -N_2 \dot{\Phi}_{m1}(t) = \frac{N_2}{N_1} U_1(t) \quad \text{Sekundärspule}$$

Übersetzungsverhältnis der Spannung mit Lastwiderstand:

$$\rightarrow \frac{U_2(t)}{U_1(t)} = \frac{N_2}{N_1} \quad \rightarrow \quad U_1 \text{ und } U_2 \text{ sind in Phase!}$$

$U_2(t) = U_R(t) = R I_2(t) \quad \rightarrow \quad \text{Strom } I_2 \text{ ist in Phase mit } U_2 \text{ und induziert zusätzlichen Fluss } \Phi_R \text{ im Eisenkern, der dem Fluss } \Phi_{m1} \text{ entgegengesetzt ist (Lenz'sche Regel)}$

$\rightarrow \Delta\Phi_1(t) = \Phi_R(t) \quad \text{zusätzl. Fluss } \Delta\Phi_1 \text{ auf Primärseite, um den Gesamtfluss wieder auf } \Phi_{m1} \text{ zu erhöhen (Gesamtfluss ist durch } U_1 \text{ festgelegt!)}$

$\rightarrow \text{auch } B(t) \text{ muss gleich groß bleiben wie ohne Last}$

$\rightarrow I_{1R}(t) \quad \text{zusätzlicher Strom auf Primärseite, um } \Delta\Phi_1 \text{ zu erzeugen}$

$\rightarrow \text{in Phase mit } I_2 \text{ und } U_2 \text{ und damit mit } U_1$

→ $\frac{1}{\mu_0} \int_{\text{Kern}} \vec{B}(t) \cdot d\vec{S} = I_{\text{innen}} = N_1(I_1 + I_{1R}) - N_2 I_2 \stackrel{\substack{\vec{B} \text{ muss} \\ \text{gleich bleiben!}}}{=} N_1 I_1$ *Ampère'sches Gesetz angewandt auf den gesamten Eisenkern*

→ $N_1 I_{1R}(t) = N_2 I_2(t)$ $I_{1R} = \text{Wirkstrom, da in Phase mit } I_2 \text{ und } U_2 \text{ und damit auch mit } U_1$

→ $I_{\text{primär}}^{\text{tot}}(t) = I_1(t) + I_{1R}(t)$ $I_1 \rightarrow \text{Blindstrom, da } \pi/2 \text{ verschoben zu } U_1$

Übersetzungsverhältnis des Stromes mit Lastwiderstand: → $\frac{I_2(t)}{I_{1R}(t)} = \frac{N_1}{N_2}$

Primärleistung: $\bar{P}_{\text{prim}} = \langle U(t)_1 I_{\text{primär}}^{\text{tot}}(t) \rangle_t = \langle U_1(t) [I_1(t) + I_{1R}(t)] \rangle_t = \langle U_1(t) I_{1R}(t) \rangle_t = U_{1,\text{eff}} I_{1R,\text{eff}}$

Sekundärleistung: $\bar{P}_{\text{sekund}} = \langle U_2(t) I_2(t) \rangle_t = U_{2,\text{eff}} I_{2,\text{eff}} = \frac{N_2}{N_1} U_{1,\text{eff}} \frac{N_1}{N_2} I_{1R,\text{eff}} = \bar{P}_{\text{prim}}$

Leistungsübertragung: → $\bar{P}_{\text{prim}} = \bar{P}_{\text{sekundär}}$ *Leistung Primärseite = Leistung Sekundärseite*

Verständnisfragen: *Funktioniert der Transformator auch, wenn der Eisenkern nicht die gleiche Querschnittfläche hat bei Primär- und Sekundärspule? Wie verhält sich dann der magn. Fluss und wie das Magnetfeld?*