

# Der Transformator

(Kurz.Trafo.)

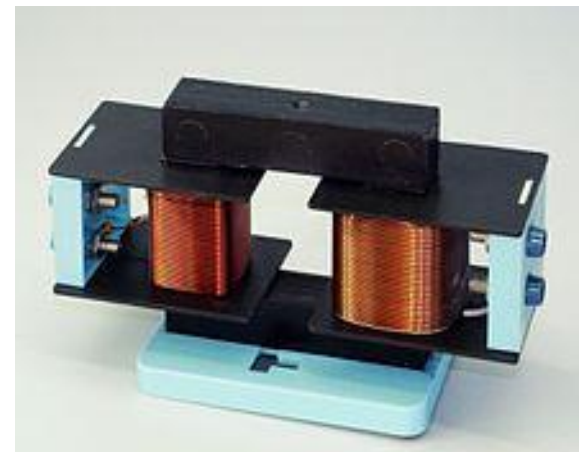
# Gliederung

- ▶ Was ist ein Transformator?
- ▶ Aufbau und Funktionweise
- ▶ Ideal Transformator
- ▶ Real Transformator
- ▶ Anwendung
- ▶ Der Transformator im Netzteil
- ▶ Quellen

# Gliederung

- ▶ Was ist ein Transformator?
- ▶ Aufbau und Funktionweise
- ▶ Ideal Transformator
- ▶ Real Transformator
- ▶ Anwendung
- ▶ Der Transformator im Netzteil
- ▶ Quellen

- ▶ Mit einem Transformator (lat.: transformare; umwandeln) werden Wechselspannungen herauf- oder heruntertransformiert.
- ▶ Transformatoren unterscheiden sich in erster Linie durch Ihre Nennleistung.

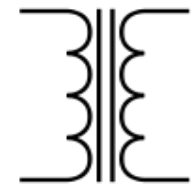
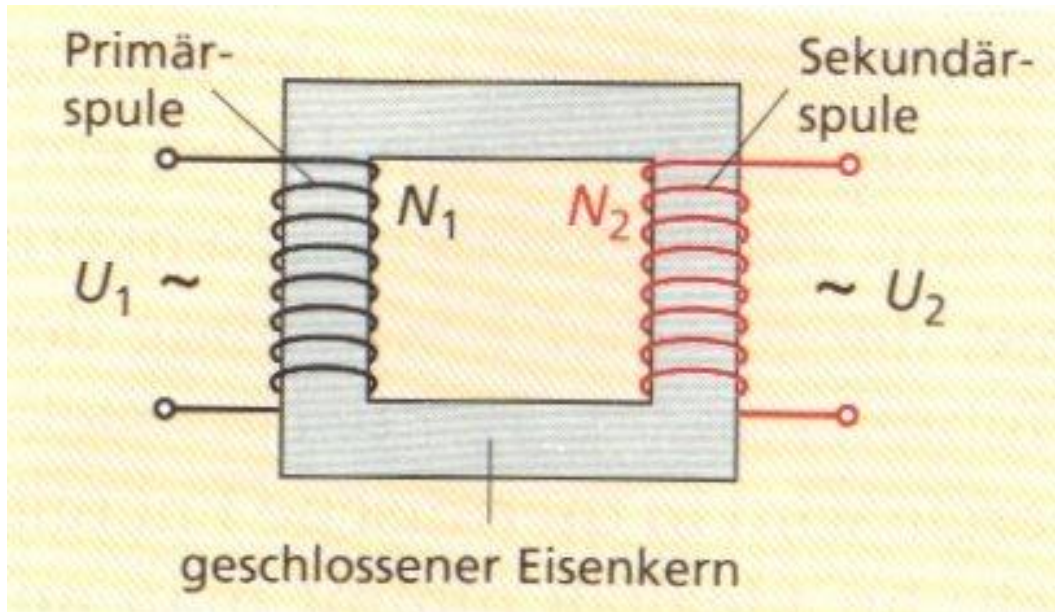


# Gliederung

- ▶ Was ist ein Transformator?
- ▶ **Aufbau und Funktionweise**
- ▶ Ideal Transformator
- ▶ Real Transformator
- ▶ Anwendung
- ▶ Der Transformator im Netzteil
- ▶ Quellen

# Aufbau:

- zwei Spulen, welche auf einen gemeinsamen Eisenkern gewickelt wurden.

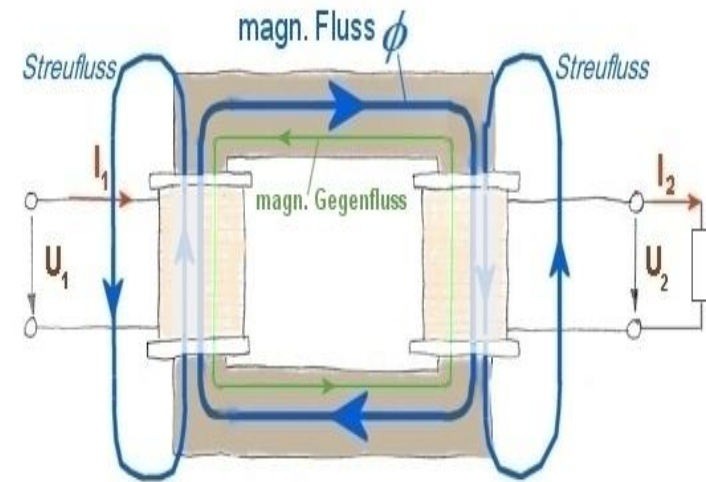


Schaltzeichen  
eines Transformators

Quelle: Physik 9/10 Sachsen; Paetec Verlag 1998

## Funktionsweise :

- ▶ Auf der Eingangswicklung wird ein sich änderndes Magnetfeld durch die anliegende Wechselspannung erzeugt.
- ▶ Auf der Ausgangswicklung wird ein Induktionsspannung erzeugt .
- ▶ Die Induktionsspannung ist abhängig vom Wicklungsverhältnis der Primär - und Sekundärseite des Transformators .
- ▶ Der Teil des magnetischen Flusses, der nur die Primär- oder nur die Sekundärseite durchsetzt, wird als Streufluss bezeichnet.



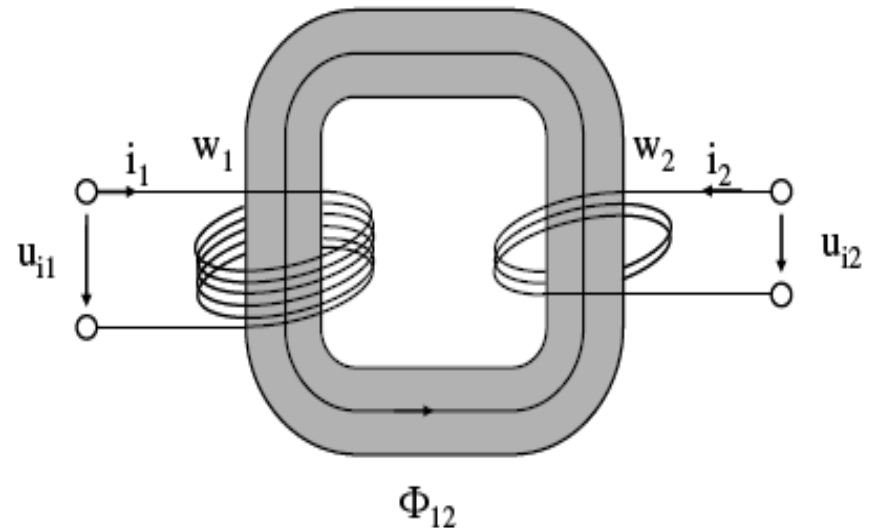
# Gliederung

- ▶ Was ist ein Transformator?
- ▶ Aufbau und Funktionweise
- ▶ **Ideal Transformator**
- ▶ Real Transformator
- ▶ Anwendung
- ▶ Der Transformator im Netzteil
- ▶ Quellen



## Ideal Transformator :

- ▶ keine Streuung
- ▶ keine Verluste (weder Stromwärme– noch Ummagnetisierungsverluste)
- ▶ unendliche Permeabilität des Kerns (unendlich hohe Koppelinduktivität)



# Beziehungen beim Ideal Transformator :

- ▶ Beim idealen Transformator verhalten sich Spannungen und Windungszahlen **proportional**:

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

- ▶ Beim belasteten Transformator verhalten sich Ströme und Windungszahlen **umgekehrt proportional**:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

- ▶ Das Verhältnis von Primärspannung zu Sekundärspannung nennt man **Übersetzungsverhältnis**:

$$\ddot{u} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

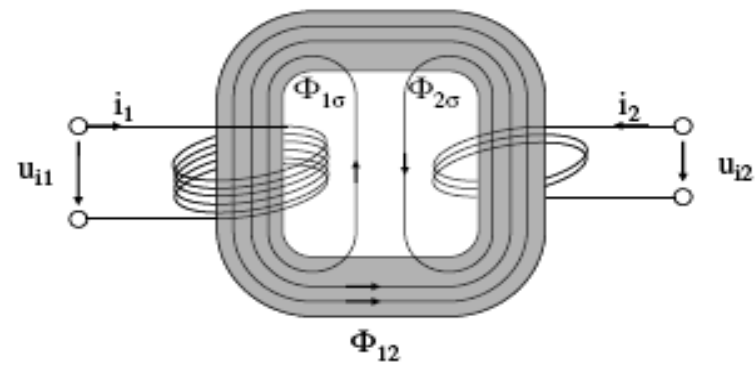
- ❖ Ideale Transformatoren sind praktisch nicht realisierbar

# Gliederung

- ▶ Was ist ein Transformator?
- ▶ Aufbau und Funktionweise
- ▶ Ideal Transformator
- ▶ **Real Transformator**
- ▶ Anwendung
- ▶ Der Transformator im Netzteil
- ▶ Quellen

# Reale Transformator

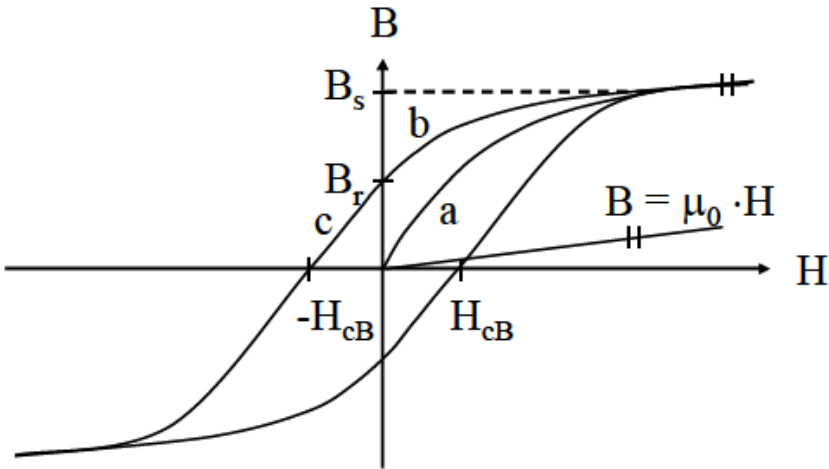
- ▶ Die Wicklungen haben Widerstände
- ▶ im Eisenkern treten Wirbelstromverlust  $\alpha_{WV}$
- ▶ die Ummagnetisierung des Kerns verbraucht Energie
- ▶ Streuflüsse: ein Teil des durch Spule 1 erzeugten Magnetfeldes verläuft abseits vom Kern



# Gliederung

- ▶ Was ist ein Transformator?
- ▶ Aufbau und Funktionweise
- ▶ Ideal Transformator
- ▶ **Real Transformator**
  - ▶ endlicher Permeabilität
  - ▶ der Streuung
  - ▶ Wirkungsgrad
- ▶ Anwendung
- ▶ Der Transformator im Netzteil
- ▶ Quellen

# endlicher Permeabilität :



mittlere Eisenlänge:  $l_{Fe}$   
 Kernquerschnitt:  $A_{Fe}$

$$R_{mag} = \frac{1}{\mu_{Fe}} \cdot \frac{l_{Fe}}{A_{Fe}}$$

a: Hystereseschleife  $B = f(H)$

primäre  
Hauptinduktivität

$$L_{1h} = \frac{W_1^2}{R_{mag}}$$

Koppelinduktivität

$$L_{12} = \frac{W_1 \cdot W_2}{R_{mag}} = \sqrt{L_{1h} \cdot L_{2h}}$$

sekundäre  
Hauptinduktivität

$$L_{2h} = \frac{W_2^2}{R_{mag}}$$

# Gliederung

- ▶ Was ist ein Transformator?
- ▶ Aufbau und Funktionweise
- ▶ Ideal Transformator
- ▶ **Real Transformator**
  - endlicher Permeabilität
  - **die Streuung**
  - Wirkungsgrad
- ▶ Anwendung
- ▶ Der Transformator im Netzteil
- ▶ Quellen

## Die Streuung :

- Feldlinien, die mit nur einer Spule verkettet sind, werden als Streufeldlinien bezeichnet.
- Die Summenwirkung der Streufeldlinien wird durch den Streufluss der jeweiligen Spule beschrieben.
- Der Gesamtfluss einer Spule ergibt sich als Summe des Hauptflusses  $\cdot I_2$  durch beide Spulen und des jeweiligen Streuflusses  $\cdot s$ .



# Gliederung

- ▶ Was ist ein Transformator?
- ▶ Aufbau und Funktionweise
- ▶ Ideal Transformator
- ▶ **Real Transformator**
  - endlicher Permeabilität
  - die Streuung
  - Wirkungsgrad
- ▶ Anwendung
- ▶ Der Transformator im Netzteil
- ▶ Quellen

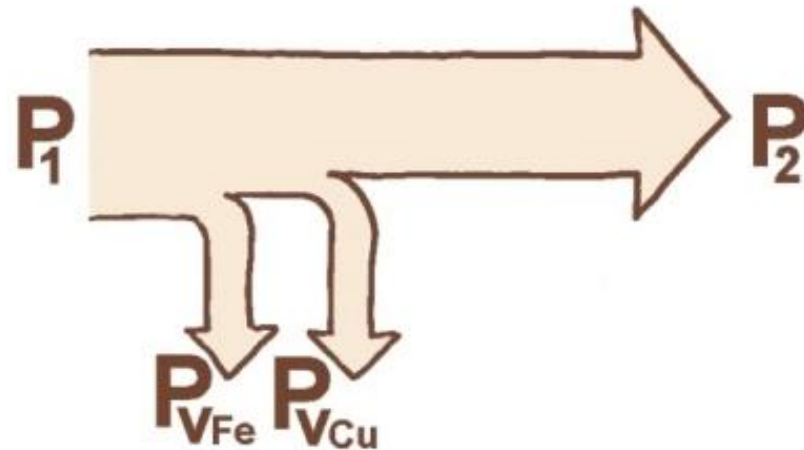
# Wirkungsgrad

- Die dem Transformator zugeführte Wirkleistung wird mit  $P_1$ , die abgegebene Leistung mit  $P_2$  bezeichnet.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

- Beim realen Transformator treten Verluste auf:

Eisenverlust  $P_{VFe}$  und  
Kupferverluste  $P_{VCu}$ .



# Gliederung

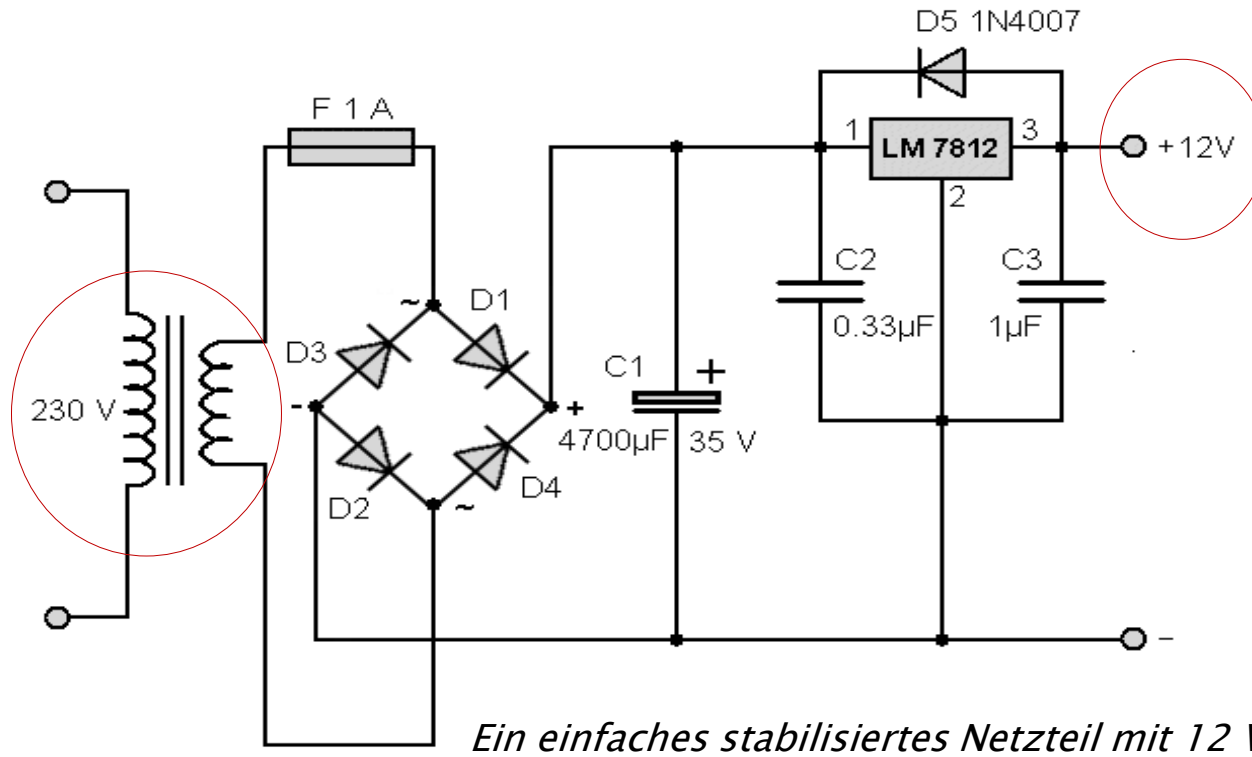
- ▶ Was ist ein Transformator?
- ▶ Aufbau und Funktionweise
- ▶ Ideal Transformator
- ▶ Real Transformator
- ▶ **Anwendung**
- ▶ Der Transformator im Netzteil
- ▶ Quellen

## Anwendungen eines Transformator

- ❖ **Hochstromtransformator**
  - ▶ Induktionsschmelzen
  - ▶ Induktionshärten
- ❖ **Bereitstellen von Betriebsspannungen (die sich von 230 V ~ unterscheiden)**
  - ▶ Modellbahn (16 V)
  - ▶ Klingeltrafo (9 V)
  - ▶ Netzteile
  - ▶ Ladegeräte (für Handys, Batterien ...)
- ❖ **Hochspannungstransformator**
  - ▶ Übertragung von Elektroenergie über lange Strecken

# Gliederung

- ▶ Was ist ein Transformator?
- ▶ Aufbau und Funktionweise
- ▶ Ideal Transformator
- ▶ Real Transformator
- ▶ Anwendung
- ▶ **Der Transformator im Netzteil**
- ▶ Quellen



❖ Für unser Projekt reichen praktische Dimensionierungen aus:

$$U_{eff} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot B \cdot A \cdot F \cdot w \quad \dots \dots \dots > \text{(Transformatorhauptgleichung)}$$

# Gliederung

- ▶ Was ist ein Transformator?
- ▶ Aufbau und Funktionweise
- ▶ Ideal Transformator
- ▶ Real Transformator
- ▶ Anwendung
- ▶ Der Transformator im Netzteil
- ▶ Quellen

# Quelle

- ▶ <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/bau/0207222.htm>
- ▶ [http://www.hobby-bastelecke.de/projekte/netzteil\\_12v.htm](http://www.hobby-bastelecke.de/projekte/netzteil_12v.htm)
- ▶ <http://www.sn.schule.de/~physikms/material/pruefung/phprf95/ls5prf95.htm>
- ▶ [http://home.arcor.de/christian.franzki/anwendungen\\_von\\_trafos.htm](http://home.arcor.de/christian.franzki/anwendungen_von_trafos.htm)
- ▶ <http://de.wikipedia.org/wiki/Transformator>
- ▶ <http://www.reimerhass.pmbrandt.de/>
- ▶ Energiesysteme SoSe 2009 / Kapitel 4/Trafo/Folie 6,7,8  
Prof. Schäfer



Fragen ?

**Danke für euere Aufmerksamkeit !**