

Der Wechselstrom

Der 1 Phasen Wechselstrom

Wechselstrom ist elektrischer Strom, dessen Größe und Richtung nach bestimmter Gesetzmäßigkeit periodisch wechselt, im Idealfall sinusförmig. Er läßt sich in Transformatoren auf höhere oder niedrigere Spannung umspannen. Speicherung von Wechselstromenergie in Batterien ist nur über Gleichrichter möglich.

Effektivwert des sinusförmigen Wechselstroms

$$I (= I_{eff}) = \hat{i} / \sqrt{2} = 0,71 \hat{i}$$

$$U (= U_{eff}) = \hat{u} / \sqrt{2} = 0,71 \hat{u}$$

Ein Wechselstrom mit den Effektivwerten U_{eff} und I_{eff} erzeugt dieselbe Wärmemenge wie ein Gleichstrom mit den Werten $U = U_{eff}$ und $I = I_{eff}$.

Wirkleistung

$$P = UI \cos \varphi$$

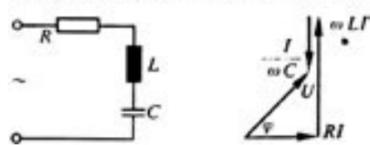
Blindleistung

$$P_q = UI \sin \varphi$$

Scheinleistung

$$P_s = UI$$

Ohmsches Gesetz für Wechselstrom
Ohmscher Widerstand (R), Spule (Induktivität L) und Kondensator (Kapazität C) in Reihe.



$$U = I Z$$

Z = Impedanz oder Scheinwiderstand

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

R = Ohmscher Widerstand

X = Reaktanz oder Blindwiderstand

$$X = \omega L - \frac{1}{\omega C}$$

ωL = Induktiver Widerstand

$\frac{1}{\omega C}$ = kapazitiver Widerstand

Wellenwiderstand

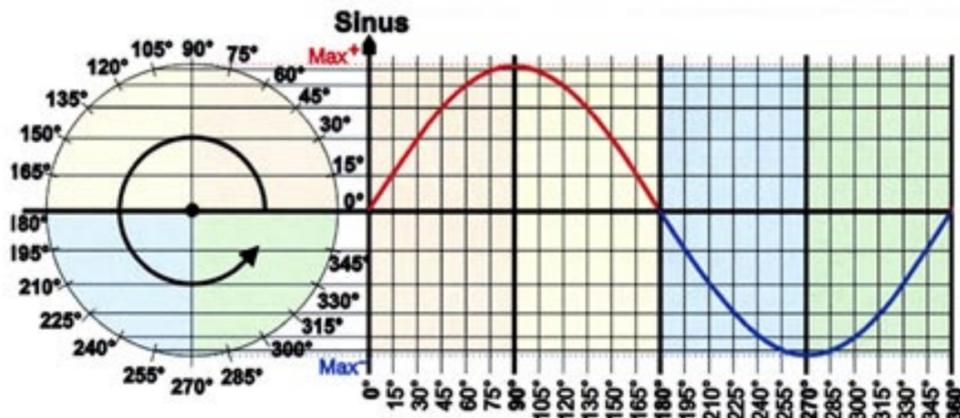
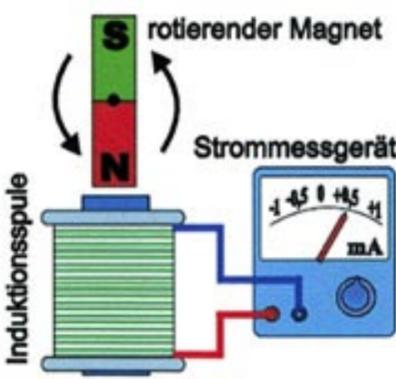
$$\Gamma = \sqrt{L/C}$$

Leistungsfaktor

$$\cos \varphi = R/Z$$

Im Resonanzfall ist

Wechselstrom-Generator:



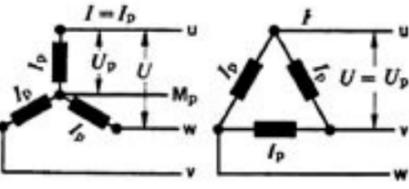
Der 3 Phasen Drehstrom

Drehstrom

Der Drehstrom entsteht in drei voneinander unabhängigen Wicklungssträngen eines Drehstromgenerators, die um Zweidrittel einer Polteilung (= 120 elektrische Grad) gegeneinander versetzt sind. Durch Verkettung der drei getrennten Wicklungsstränge wird die Anzahl der Leitungen von sechs auf drei herabgesetzt. Die Verkettung kann in Sternschaltung oder Dreieckschaltung erfolgen (s. Bild).

Leistung unabhängig von der Schaltung

$$P = 3 U_p I_p \cos \varphi = \sqrt{3} UI \cos \varphi$$



Sternschaltung

Dreieckschaltung

$$I = I_p, U = \sqrt{3} U_p \quad I = \sqrt{3} I_p, U = U_p$$

I Leiterstrom, I_p Strangstrom, U Leiterspannung, U_p Strangspannung

Effektiv-Spannung vom Phasenleiter zum Nulleiter = 230V~ (Durchschnittswert)

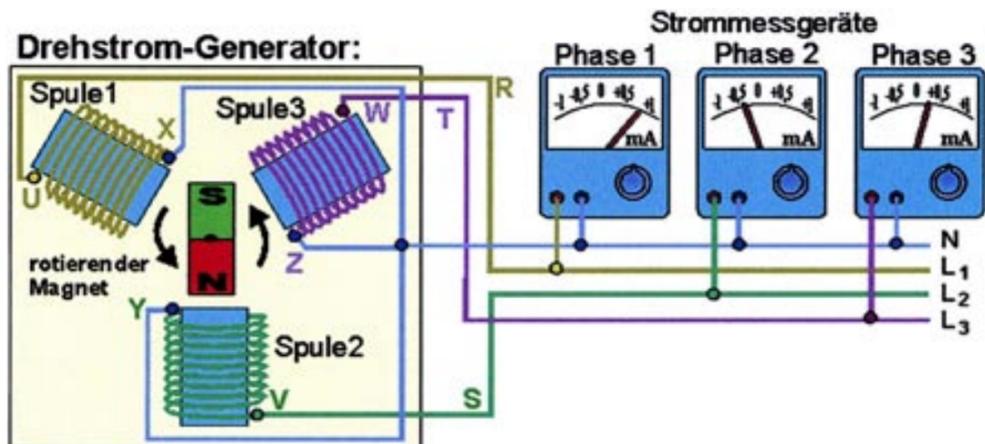
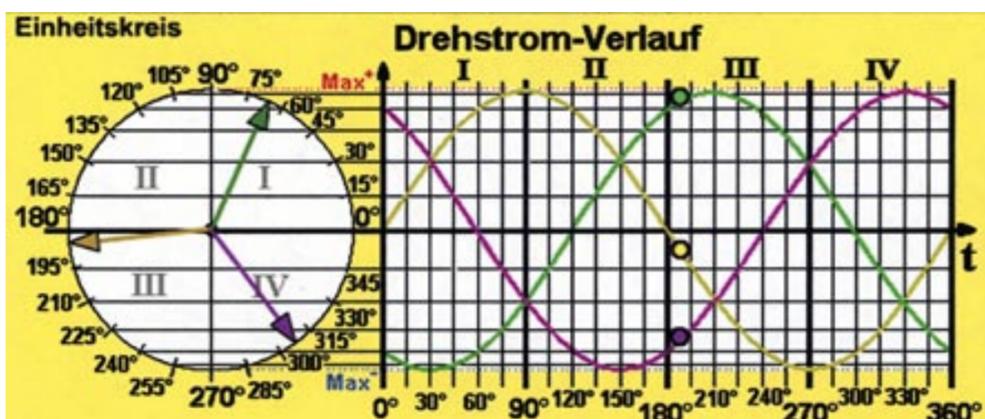
Maximal-Spannung von Phase zum Nulleiter = 325V

$$U_{max} = U_{eff} \cdot \sqrt{2}$$



Effektiv-Spannung zwischen zwei Phasenleitern = 400V~ (Durchschnittswert)

Maximal-Spannung zwischen zwei Phasenleitern ca. 560V~



Ihr Experiment

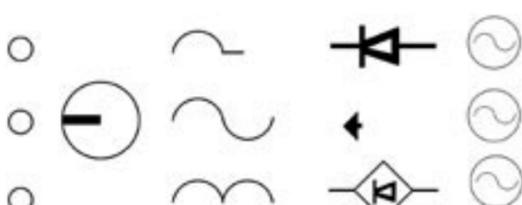


Learning by doing

Versuch A:

Der 1 Phasen Wechselstrom

Taste gedrückt halten und Kurbel A drehen und der Wechselstrom - Generator beginnt Wechselstrom zu erzeugen, in dem der rotierende Magnet in der Induktionsspule Spannung erzeugt, siehe + und - Ausschlag am Ampere-Meter (also eine sinusförmige Spannung). Diese Wechsel-Spannung kann mit Einweg-Gleichrichtung oder mit einer Brücken-Gleichrichtung in eine Gleichspannung umgewandelt werden (mittlerem Drehschalter hierzu einstellen).



Versuch B:

Der 3 Phasen Wechselstrom

Taste B gedrückt halten und Kurbel B drehen. Der Drehstrom-Generator beginnt zu arbeiten, wie man an den 3 Ampere-Metern durch periodisch wechselnde Stromrichtungen (120° Phasenwechsel) erkennen kann. Gleichzeitig zeigen wir durch 3 Farben LED-Kurven die jeweilige Phasenlage - auch untereinander - gemäß der Abwicklung der drei Vektoren im Einheitskreis.