

## Der Wechselstrom

Bei der Erzeugung elektrischer Energie durch Induktion im elektrischen Generator entsteht primär eine Wechselspannung, die in einem äußeren Stromkreis Wechselstrom liefert. Durch Kapazitäten und Selbstinduktionen im Stromkreis können Phasenverschiebungen zwischen Spannung und Strom auftreten (Abb.1b). Das Produkt aus Spannung und Strom ist dabei die elektrische Leistung. Dort, wo Spannung und Strom gleiches Vorzeichen haben, ist die Leistung positiv (Abb.1a): Beim Auftreten einer Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom entstehen immer dann, wenn Spannung und Strom verschiedene Vorzeichen haben, negative Leistungen, so daß die Wirkleistung (nutzbare Leistung) bei nicht in Phase liegendem Strom wegen der negativen Anteile kleiner ist (Abb.1b) als bei in Phase liegendem Strom (Abb.1a). Ist der Strom um eine Viertelperiode gegenüber der Spannung verschoben, so wird überhaupt keine Wirkleistung erbracht, obwohl die Leitungen durch die sog. Blindströme belastet sind.

Die Verschlechterung der Leistung bei phasenverschobenen Strömen drückt man durch den Leistungsfaktor  $\cos q$  aus (elektrische Leistung  $N = U \cdot I \cdot \cos q$ ).

Drei Wechselströme, die in der Phase um 120 jeweils gegeneinander verschoben sind, zeichnen sich dadurch aus, daß die Summe ihrer Ströme bzw. Ihrer Spannungen in jedem Zeitmoment Null ist. Man braucht zu ihrer Fortleitung statt sechs Leitungen nur deren drei, wenn man sie entweder im Stern oder im Dreieck verkettet. Bei entsprechender geometrischer Anordnung der von einem solchen Strom gespeisten Elektromagnete nehmen die Ströme in den einzelnen Spulen (Elektromagneten) nacheinander um 120 phasenverschoben ihren größten Wert an, so daß sich in ihnen ein mit dem Strommaximum wanderndes und dadurch drehendes Magnetfeld aufbaut (daher nennt man diesen dreifachen verketteten Wechselstrom "Drehstrom"). In diesem magnetischen Drehfeld kann man z.B. einen geschlossenen Käfiganker sich drehen lassen, so daß die Konstruktion von Drehstrommotoren äußerst einfach ist.

Man unterscheidet Wechselströme nach der Zeitdauer ihrer Periode bzw. deren reziproken Wert, der Frequenz (d.h. der Wechselzahl je Sekunde; Einheit: 1 Hertz

[Hz]). Man spricht von Niederfrequenz Wechselstrom bis zu Frequenzen von 20000 Hz\*.

Der gebräuchliche Wechselstrom im Netz der Energieversorgung hat 50 Hz. Wechselströme hoher Frequenzen bis zu einigen GHz (Gigahertz  $\equiv 10^9 \text{ Hz} \equiv 1$  Milliarde Hertz) finden in der Nachrichtentechnik und dort speziell in der Funktechnik Verwendung. Dies hat seine Ursache darin, daß ein Wechselstrom ein mit seiner Frequenz schwankendes Magnetfeld erzeugt und selbst von einem Hochfrequenz-elektrischen Feld erzeugt wird. Dieses elektromagnetische Feld wandert mit Lichtgeschwindigkeit in den Raum, d.h. mit 300000 km je Sekunde. Bei Niederfrequenzen Wechselstrom findet diese in den Raum gewanderte Energie Zeit genug, beim Richtungswechsel des Wechselstromes wieder in den elektrischen Leiter zurückzukehren; bei sehr hohen Frequenzen jedoch hatte der Richtungswechsel schon stattgefunden, ehe die gesamte Energie aus dem Raume zurückgekehrt ist. Ein Teil bleibt also abgeschnitten und wandert als elektromagnetische Strahlung in den Raum hinaus. Wegen des periodischen Charakters dieser Strahlung spricht man von einer elektromagnetischen Schwingung und wegen der Ähnlichkeit der Ausbreitung mit der einer Wasserwelle von einer elektromagnetischen Welle.

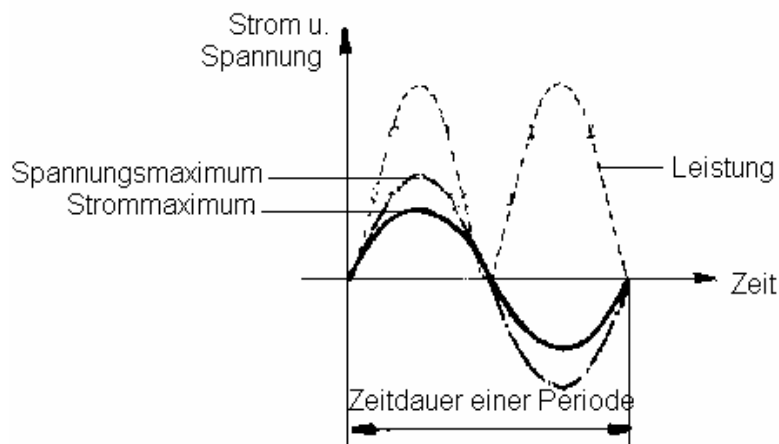


Abb. 1a Zeitlicher Verlauf eines Wechselstromes

---

\* Übliche Einteilung der Frequenzbereiche: Niederfrequenz bis 20000 Hz, Mittelfrequenz bis 300000 Hz, Hochfrequenz bis 3000 MHz, darüber Höchsthfrequenz.

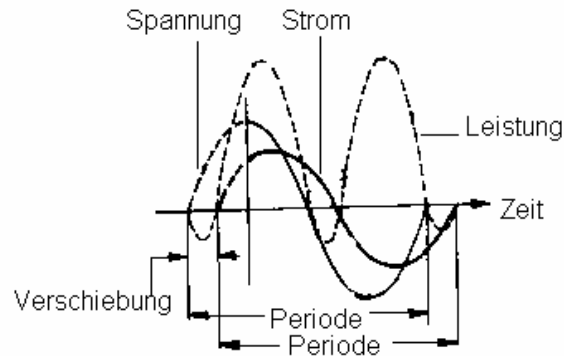


Abb. 1b Zeitliche Verschiebung von Strom und Spannung

### Wortschatz

Wechselstrom	curent alternativ
Blindstrom	curent reactiv
Drehstrom	curent alternativ trifazat
Drehstrommotor	motor cu curent alternativ trifazat
Wechselspannung	tensiune alternativă
Wechselzahl	frecvență
Selbstinduktion	autoinducție
Phasenverschiebung	defazare, decalaj de fază
Verschlechterung	deteriorare, agravare
Drehfeld	câmp rotativ
Käfiganker	rotor (indus) în colivie de veveriță
Nachrichtentechnik	tehnica transmiției informațiilor
Funktechnik	tehnica radio

### Hausaufgaben

#### Übersetzen Sie ins Rumänische:

Die effektive Stromstärke und die effektive Spannung eines sinusförmigen Wechselstroms ergeben sich, indem man die Scheitelwerte von Strom und Spannung durch  $\sqrt{2}$  dividiert.

Ein Kondensator, der für Gleichstrom einen unendlich großen Widerstand hat, bildet für Wechselstrom einen endlichen Widerstand. In einem Wechselstromkreis

bewirkt eine Selbstinduktion, dass der Strom der Spannung nacheilt. In einem Wechselstromkreis bewirkt eine Kapazität, dass der Strom der Spannung voran ist.

### Übersetzen Sie ins Deutsche:

Prin valorile efective ale tensiunii și curentului în curent alternativ se înțeleg acele valori ale tensiunii și curentului din curentul continuu ce produc într-un rezistor același efect Joule ca și curentul alternativ considerat.

Cu cât frecvența curentului alternativ este mai mare cu atât mai mică este impedanța unui condensator străbătut de acest curent. Circuitele de curent alternativ prezintă pentru anumite valori ale frecvenței fenomenul de rezonanță.

### Lösen Sie

1. In einem elektromagnetischen Schwingkreis, bestehend aus Induktivität  $L$ , Kapazität  $C$ , und Widerstand  $R$ , werden durch anfängliches Aufladen des Kondensators Schwingungen angeregt.

a) Man bestimme mit  $L = 40 \text{ mH}$ ,  $C = 20 \mu\text{F}$  und  $R = 2 \text{ Ohm}$  die ungedämpfte Schwingungsfrequenz  $f_0$ , die Abklingzeit  $\tau$  der Energie und den Gütefaktor  $Q$  unter der Voraussetzung  $f \approx f_0$ .

b) Für welchen  $R_{\text{ap}}$  erhält man den aperiodischen Grenzfall?

2. a) Man berechne den Betrag  $R_{1,2}$  und die Phase  $\varphi_{1,2}$  der komplexen Widerstände  $Z_1 = 5 - 8 i \Omega$  und  $Z_2 = -3 + \pi i \Omega$ .

b) Man schreibe die Summe  $Z_1 + Z_2$  in der Form  $Z_1 + Z_2 = R \cdot e^{i\varphi}$ .

### Fragen zur Konversation

Wann erscheinen in einen Wechselstromkreis die sog. Blindströme?

Was für eine Verschiebung gibt es zwischen Strom und Spannung, wenn die Wirkleistung null ist?

Wie unterscheidet man Wechselströme nach der Zeitdauer ihrer Periode?

Wie kann man Drehstrom erzeugen?