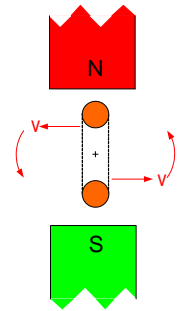
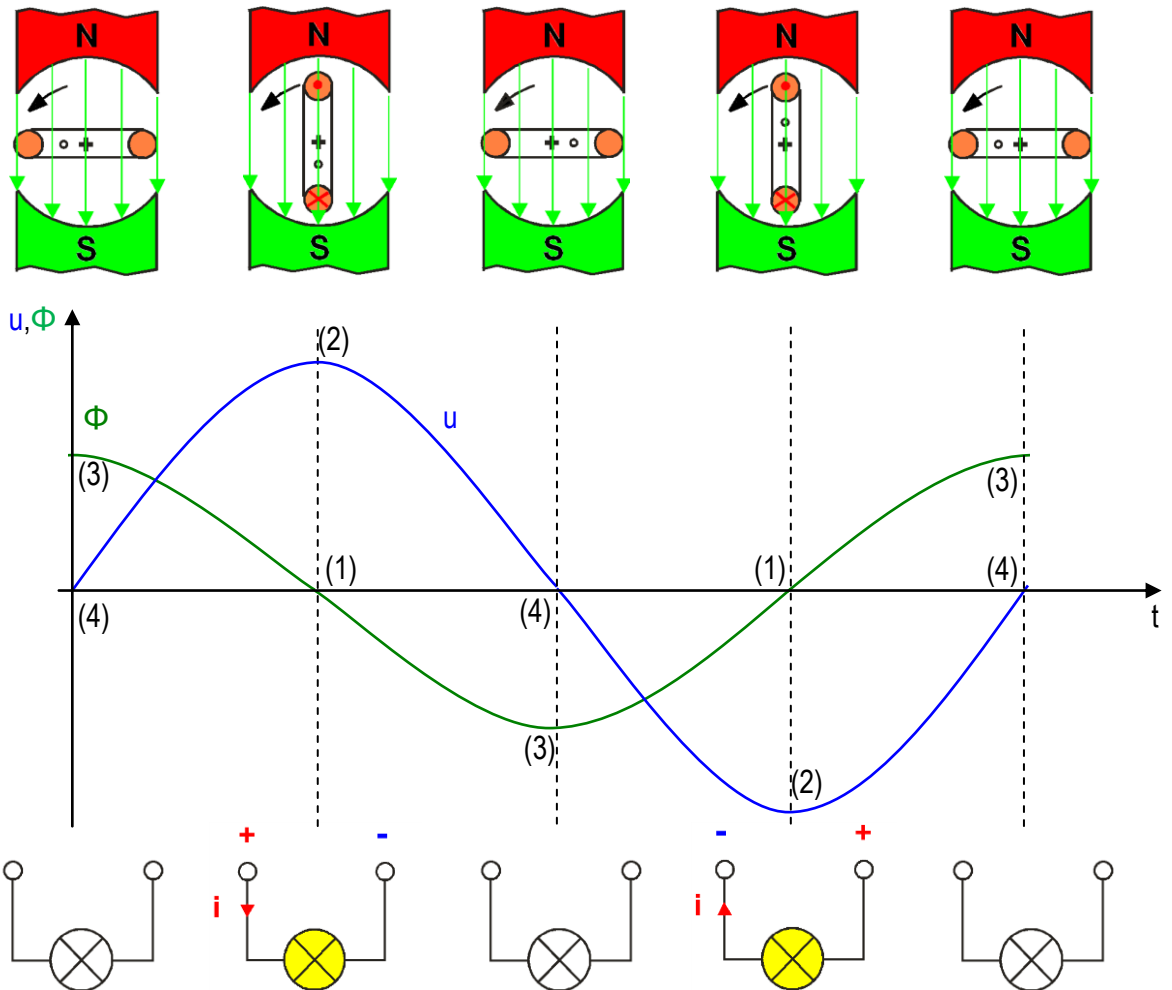


9.1 Erzeugung einer Wechselspannung

Wechselspannungen für unser Niederspannungsnetz werden mittels Wechselspannungsgeneratoren erzeugt. Diese Generatoren arbeiten nach dem Induktionsprinzip und werden als Innenpol- oder Aussenpolmaschinen gebaut. Das Prinzip der Aussenpolmaschine basiert auf einer gleichförmig drehenden Leiterschleife in einem konstanten Magnetfeld (siehe Abbildung rechts).



Welcher Spannungsverlauf bei der Drehung einer Leiterschleife entsteht und welcher magnetische Fluss die Spule bei verschiedenen Positionen durchdringt, soll nachfolgend analysiert werden.



Merke

Bei gleichmässiger Drehung einer Leiterschleife in einem gleichförmigen Magnetfeld ändert sich in der Leiterschleife der magnetische Fluss  $\Phi$  in Grösse und Richtung sinusförmig. Es wird eine sinusförmige Wechselspannung induziert!

Erklärung

Die grösste Flussänderung (1) findet statt, wenn die Leiterschleife parallel zu den magnetischen Feldlinien steht. Dabei werden am meisten Feldlinien geschnitten und die grösste Spannung induziert (2). Befindet sich die Spule in horizontaler Lage, so findet für die Spule keine Flussänderung statt (3). Damit wird auch keine Spannung induziert (4). In dieser Position schneidet die Spannungskurve die Zeitachse (Nullstellen) und es fliesst auch kein Strom durch das Lämpchen.

Übung 1.1

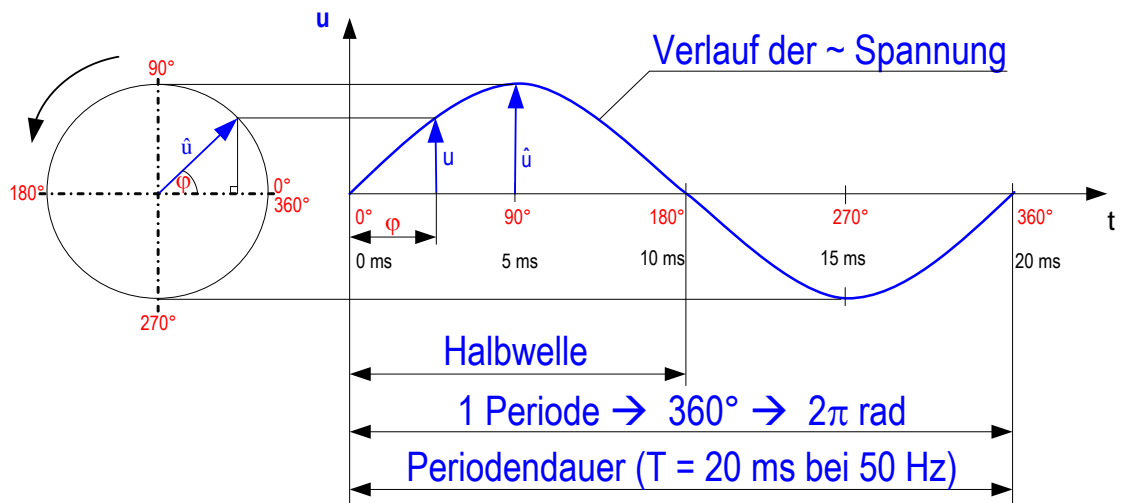
Welche wesentlichen Vorteile hat ein Wechselstromnetz gegenüber einem Gleichstromnetz?

**Wechselstrom ist transformierbar und lässt sich besser schalten.**



9.2 Begriffe

9.2.1 Wechselspannung, Wechselstrom, Periode



$u$  = Momentanwert, Augenblickswert der Wechselspannung

$\hat{u}$  = Scheitelwert (Amplitude, Maximalwert) der Wechselspannung

**Bemerkung**

In der Elektrotechnik werden Momentanwerte immer mit Kleinbuchstaben ( $u, i$ , usw.) angegeben.

für Momentanwerte der Spannungen gilt:

$$u = \hat{u} \cdot \sin \varphi$$

$\varphi$ : Drehwinkel [°]

für Momentanwerte der Ströme gilt:

$$i = \hat{i} \cdot \sin \varphi$$

$i$ : Momentanwert [A]  
 $\hat{i}$ : Scheitelwert [A]  
 $\varphi$ : Drehwinkel [°]

9.2.2 Frequenz und Periodendauer

Frequenz bedeutet: Anzahl Perioden während 1s (Häufigkeit)

Einheit der Frequenz: Hertz [Hz, 1/s]

Periodendauer bedeutet: Die Zeitdauer einer Periode bzw. einer Sinuskurve

Einheit der Periodendauer: Sekunden [s]

**Merke**

Die Frequenz ist der Kehrwert der Periodendauer. Die Frequenz ist umso grösser, je kleiner die Periodendauer ist.

$$f = \frac{1}{T}$$

$f$ : Frequenz [Hz]  
 $T$ : Periodendauer [s]

$$T = \frac{1}{f}$$

9.3 Trigonometrie Repetition

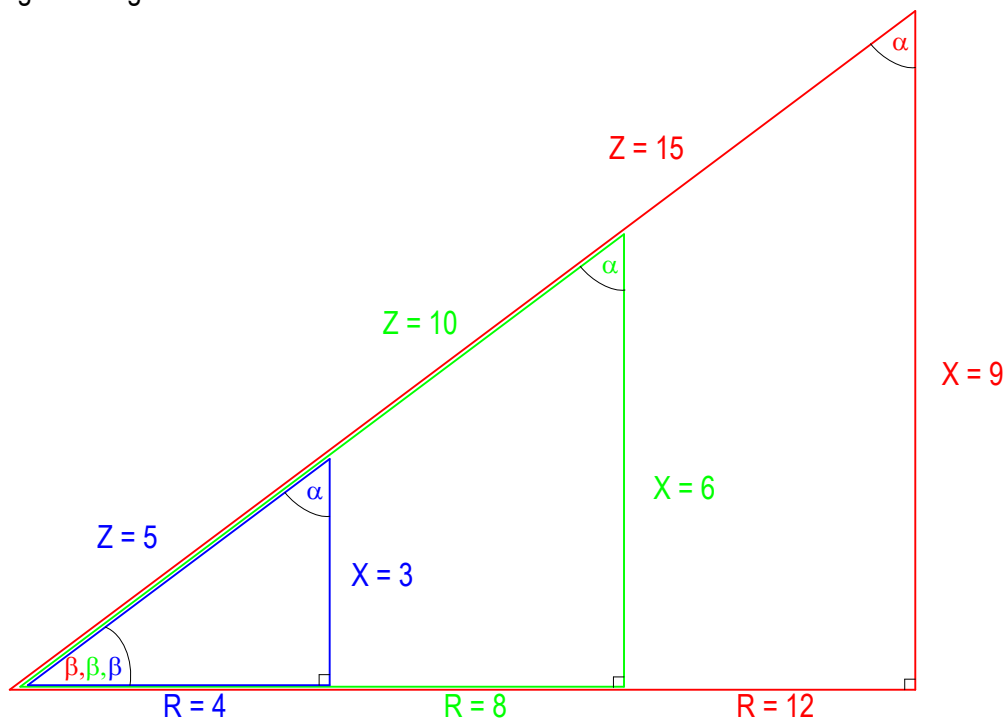
Obwohl wir erst am Anfang der Wechselstromtheorie stehen, kamen bereits trigonometrische Zusammenhänge vor. Deshalb wird hier das Wichtigste aus diesem mathematischen Themenbereich repetiert.

9.3.1 Allgemeines

Die Trigonometrie untersucht die Verhältnisse zwischen den Seiten und Winkeln von rechtwinkligen Dreiecken. Mit Trigonometrie kann man die Länge einer Seite berechnen, wenn zum Beispiel eine Seite und ein Winkel gegeben sind. Man kann aber auch die Winkel eines rechtwinkligen Dreiecks bestimmen, wenn die Längen von zwei Seiten bekannt sind.

Übung 3.1

Bilden Sie verschiedene Seitenverhältnisse und versuchen Sie aufgrund der Resultate eine wichtige Aussage herzuleiten.



$$\frac{X}{Z} = \frac{X}{Z} = \frac{X}{Z} \rightarrow 0,6$$

$$\frac{R}{Z} = \frac{R}{Z} = \frac{R}{Z} \rightarrow 0,8$$

$$\frac{X}{R} = \frac{X}{R} = \frac{X}{R} \rightarrow 0,75$$

$$\frac{R}{X} = \frac{R}{X} = \frac{R}{X} \rightarrow 1,333$$

**Erkenntnis:** Das Verhältnis von Kathete und Hypotenuse bzw. der Katheten ist ein Mass für den Winkel. Die Grösse des Dreiecks spielt keine Rolle!

**Bemerkung** Wenn die Resultate der vier oberen Seitenverhältnisse miteinander verglichen werden, ist erkennbar, dass alle Werte unterschiedlich sind. Je nach dem, welches Seitenverhältnis in einer Aufgabe gebildet werden kann, braucht es eine bestimmte trigonometrische Funktion um einen Winkel herauszufinden. Beispiel: Der Winkel  $\beta$  soll bestimmt werden und gegeben sind die Hypotenuse Z und die dem Winkel  $\beta$  gegenüberliegende Kathete X (Gegenkathete von  $\beta$ ). Egal mit welchem der oberen Dreiecke nun das Verhältnis von Gegenkathete X zur Hypotenuse Z ausgerechnet wird, es kommt immer das Verhältnis 0,6 heraus. Und diesem Verhältnis kann jetzt über die Sinusfunktion genau ein Winkel zugeordnet werden. (Siehe nächste Seite)