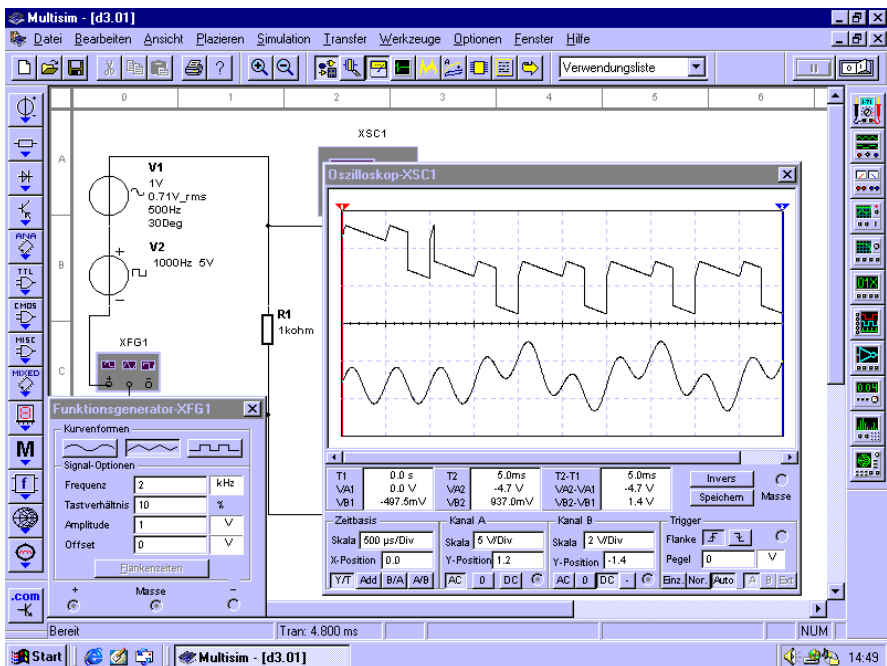


### 3 Elektrotechnik in der Mechatronik

Spannungen und Ströme, bei denen sich Polarität und Betrag fortlaufend ändern, werden als Wechselspannung bzw. Wechselstrom bezeichnet. Sie haben in der Elektrotechnik und Elektronik neben der Gleichspannung ebenfalls eine große Bedeutung. In der Praxis unterscheidet man zwischen

- sinusförmigen Wechselspannungen (Bild 2.3)
- nichtperiodischen Wechselspannungen (**Bild 3.1** oben)
- periodischen Wechselspannungen (Bild 3.1 unten)



**Bild 3.1** Kurvenverlauf von nichtperiodischen Wechselspannungen (oben) und periodischen Wechselspannungen (unten)

Wie der Name sagt, hat eine sinusförmige Wechselspannung einen sinusförmigen Verlauf; Spannungswerte und Polarität ändern sich nach der mathematischen Gesetzmäßigkeit der Sinusfunktion. Eine nichtperiodische Wechselspannung zeigt im betrachteten Zeitraum zu jedem Zeitpunkt einen anderen Spannungswert. Die

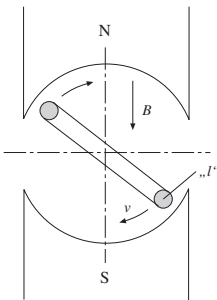
periodische Wechselspannung wird deshalb so bezeichnet, weil sich ihr Verlauf jeweils nach festen Zeitabständen wiederholt.

In der Elektronik kennt man außerdem rechteck-, dreieck- und sägezahnförmige Wechselspannungen. Die Überlagerung einer Gleichspannung mit unterschiedlichen Spannungsformen bezeichnet man als Mischspannung.

In Bild 3.1 sind neben dem Oszilloskop mit den beiden Wechselspannungen auch der Funktionsgenerator und Wechselspannungsquellen gezeigt. Wenn Sie diese Schaltung aufrufen, erkennen Sie die einzelnen Funktionseinheiten, die in diesem Kapitel noch erklärt werden.

### 3.1 Spannungserzeugung

Zum Erzeugen einer Spannung nach dem elektrodynamischen Prinzip ist eine magnetische Flussänderung in einer Leiterschleife erforderlich. Praktisch wird das durch Bewegen einer Spule in einem Magnetfeld oder durch Bewegen eines Magnetfelds in einer Spule realisiert. Dabei ist die Höhe der erzeugten Spannung (induzierte Spannung) von der Stärke des Magnetfelds ( $B$  in T bzw.  $\text{Vs/m}^2$ ), von der Geschwindigkeit der Feldänderung ( $v$  in  $\text{m/s}$ ) und der Länge ( $l$  in m) des von den Feldlinien „geschnittenen“ Leiters abhängig. **Bild 3.2** zeigt die Anordnung der Leiterschleife innerhalb eines Dauermagneten. Die Leiterschleife bildet den Rotor, der Dauermagnet den Stator.



**Bild 3.2** Anordnung der Leiterschleife innerhalb eines Dauermagneten

Die induzierte Spannung berechnet sich aus

$$U_{\text{ind}} = B \cdot l \cdot v \cdot z$$

*Beispiel:* Der Dauermagnet hat eine magnetische Flussdichte von  $B = 1,5 \text{ T}$ , die wirksame Leiterlänge beträgt  $l = 10 \text{ cm}$ , die Geschwindigkeit wird mit  $v = 1 \text{ m/s}$  angegeben, und die Leiterzahl ist  $z = 1$ . Welche induzierte Spannung ergibt sich?

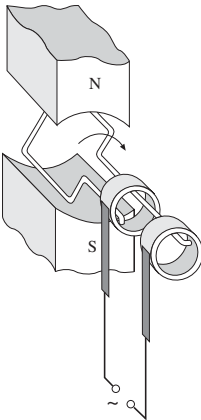
$$U_{\text{ind}} = 1,5 \text{ T} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m/s} \cdot 1 = 0,15 \text{ V}$$

Da in der Praxis nicht mit einer Leiterzahl von  $z = 1$ , sondern mit  $z = 100$  (oder mehr) gearbeitet wird, erhält man eine Spannung von  $U = 15\text{ V}$  bzw. entsprechend mehr.

### 3.1.1 Elektromotor und Elektrogenerator

Die Anordnung einer Leiterschleife innerhalb eines Dauermagneten bildet das Prinzip eines Elektromotors bzw. eines Elektrogenerators. Der Elektromotor beruht auf der Bewegung eines stromführenden Leiters in einem Magnetfeld, der Generator basiert umgekehrt auf der Induktionswirkung.

In der Realität verwendet man statt einer einfachen Leiterschleife einen mit vielen Drahtwindungen bewickelten Eisenkern (Rotor). Er verstärkt das Magnetfeld. Die Ebenen der Drahtwindungen sind gegeneinander geneigt, sodass sich stets nur eine Windung im toten Punkt befindet, während die anderen angetrieben werden. Ist der feststehende Magnet (Stator) ein Dauermagnet, lässt sich der Elektromotor nur mit Gleichstrom betreiben. Meistens ist aber der Stator ebenfalls ein Elektromagnet, der von derselben Stromquelle wie der Rotor gespeist wird. In diesem Fall kann der Elektromotor nicht nur mit Gleichstrom, sondern auch mit Wechselstrom betrieben werden. Bei Gleichstrom fließt der Strom immer in derselben Richtung. Bei Wechselstrom dagegen fließt er abwechselnd in der einen und in der anderen Richtung. Im gleichen Rhythmus ändern Stator und Rotor ihre Magnetpole. Da dies aber bei beiden stets gleichzeitig erfolgt, bleibt die Drehrichtung erhalten. Die notwendige Umpolung des Rotors durch den mechanischen Kommutator ist davon unabhängig.



**Bild 3.3** Prinzip eines Wechselstromgenerators; an den Schleifringen wird die Wechselspannung abgenommen

Beim Wechselstromgenerator von **Bild 3.3** wird eine Spule in einem Magnetfeld gedreht. So entsteht eine Induktionsspannung. Sie wird durch Änderung der von der Spule umfassten Kraftlinienzahl beim Drehen erzeugt. Bei gleichförmiger Drehung ändert sich die induzierte Spannung nach einer Sinuskurve. Nach einer halben Drehung wechselt die Spannung das Vorzeichen. Man bezeichnet daher diese Spannung