

**Zeitschrift:** Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen  
**Herausgeber:** Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-  
Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere  
**Band:** 27 (1954)  
**Heft:** 1  
  
**Rubrik:** Funk + Draht

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Kurs über Elektrotechnik

(Fortsetzung)

Überlagert ergeben die beiden Kurven folgendes Diagramm:

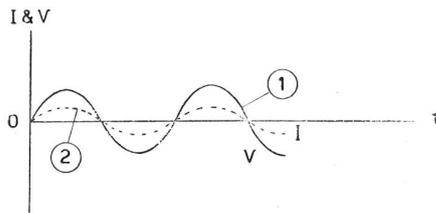


Fig. 108

1 Spannung U  
2 Stromstärke I

Wie ersichtlich, wird in diesem Falle die Spannung in ihrem Verlauf von der Stromstärke begleitet; die Stromstärke weist gegenüber der Spannung keine Verschiebung auf, d. h. beide befinden sich in Phase.

In diesem Ausnahmefall genügt das Ohmsche Gesetz, um die Spannung in Abhängigkeit der Stromstärke zu bestimmen:

$$U_w = R \cdot I_w$$

wobei

$U_w$  = wirksame Spannung  
 $I_w$  = wirksame Stromstärke  
 $R$  = Widerstand (in Ohm)

**Regel:** In einem Wechselstromkreis hat ein reiner ohmscher Widerstand keinerlei Einfluss auf den Verlauf von Stromstärke und Spannung.

b) **Spule (Solenoid) an den Klemmen eines Wechselstromgenerators.** Wenn ein Wechselstrom an den Klemmen einer Spule (mit oder ohne Eisenkern) angeschlossen ist, verhalten sich Stromstärke und Spannung zueinander wie folgt (Fig. 109):

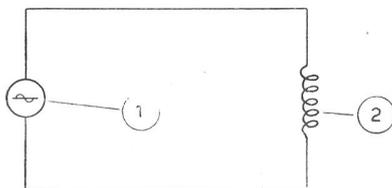


Fig. 109

1 Wechselstromgenerator  
2 Spule + reiner ohmscher Widerstand des Spulendrahtes

Die Kurve der Stromstärke ist gegenüber der Spannungskurve um so mehr verschoben, je grösser die Selbstinduktion gewählt wird.

In diesem Falle hinkt die Stromstärke der Spannung nach, d. h. die Kurven haben nicht mehr denselben Ursprung (Fig. 110 und 111).

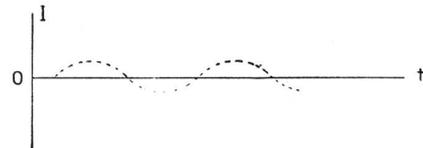


Fig. 110

Stromstärkekurve (Spule)

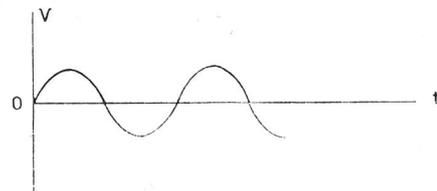


Fig. 111

Spannungskurve (Spule)

Wir überlagern die beiden Kurven und erhalten folgendes Diagramm:

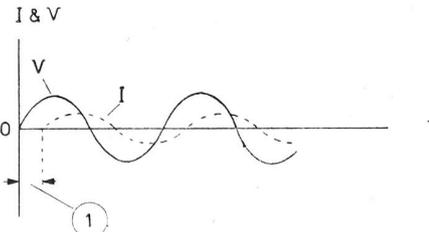


Fig. 112

1 Verschiebung

Man sieht deutlich die Verspätung der Stromstärke gegenüber der Spannung.

Stromstärke und Spannung sind gegeneinander verschoben oder ausser Phase.

Diese Erscheinung hat folgenden Grund:

Wir haben bei der Untersuchung des Elektromagnetismus festgestellt, dass sich eine Spule jederzeit einem elektrischen Stromdurchfluss widersetzt. Die Spule ist also für den elektrischen Strom einer trägen Masse ähnlich, die seinen Durchfluss verzögert, und verhält sich damit wie ein Widerstand.

Die Selbstinduktion widersetzt sich also ständig ihrer Ursache, nämlich den Veränderungen des Stromflusses, oder in einem Wechselstromkreis dem Richtungswechsel des Stromes.

Da dieser Widerstand einer Spule nur in einem Wechselstromkreis auftritt, nennt man ihn scheinbarer Widerstand.

$$R_{sch} \text{ oder Induktanz} = L \omega$$

In einem von Gleichstrom durchflossenen Kreis bleibt die Spule wirkungslos bis auf ihren reinen ohmschen Widerstand.

Im untersuchten Fall hat das Ohmsche Gesetz keine Gültigkeit mehr; denn es müssen noch die neuen, durch die Spule hervorgerufenen Erscheinungen berücksichtigt werden.

Der Widerstand einer Spule in einem Wechselstromkreis setzt sich wie folgt zusammen:

Induktanz  $L \omega$

Ohmscher Widerstand  $R$  (auch wenn nur gering).

Man nennt  $L \omega + R$  die Impedanz ( $Z$ ) der Spule. (Die Bedeutung des Zeichens auf  $L$  und  $R$  wird im nächsten Kapitel erklärt.)

Für die Impedanz gilt die Formel:

$$Z \Omega = \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}$$

wobei

$Z$  in Ohm,  
 $R$  in Ohm  
 $L$  in Henry (Selbstinduktion) } ausgedrückt wird.

$\omega$  die Winkelgeschwindigkeit  $\frac{2\pi}{T}$  oder  $2\pi f$  bedeutet.

Daraus

$$U_w = Z I_w = I_w \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}$$

**Regel:** In einem Wechselstromkreis bewirkt die Spule ein Nachhinken der Stromstärke gegenüber der Spannung. Dieses Nachhinken ist um so grösser, je grösser die Selbstinduktion gegenüber dem reinen ohmschen Widerstand des Stromkreises ist. (Es kann jedoch keinesfalls  $90^\circ$  übersteigen).

c) **Kondensator an den Klemmen eines Wechselstromgenerators.** Wie wir weiter oben gesehen haben, bewirkt der Kondensator in einem Gleichstromkreis einen fast augenblicklichen Unterbruch des elektrischen Stromes (Fig. 91). Der Stromfluss ist tatsächlich nur während der sehr kurzen Ladungszeit des Kondensators möglich.

Ein entsprechender Fall in der Hydraulik ist folgender: In einer Wasserleitung bringen wir eine dehnbare Membran an. Sobald das Wasser zu fließen beginnt, dehnt sich die Membran aus und speichert zwischen ihrer alten und neuen Lage eine gewisse Wassermenge auf; doch sobald dies geschehen ist, wird jeglicher Wasserdurchfluss verunmöglicht (Fig. 113).

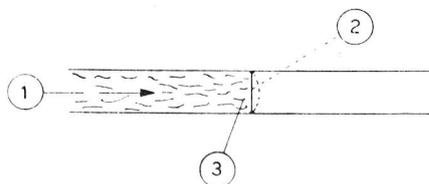


Fig. 113

- 1 Fluss
- 2 Gespannte Membran
- 3 Membran in Ruhelage

Wenn aber das Wasser abwechselungsweise von beiden Richtungen her käme, würde sich die Membran folgendermassen verhalten:

Sobald das Wasser in einer Richtung fliesst (von a nach b), spannt sich die Membran nach b an und speichert eine gewisse Wassermenge; ändert sich nun die Richtung des

Durchflusses (von b nach a), so kommt die Membran zu ihrer Ruhelage zurück und spannt sich erneut aber in entgegengesetzter Richtung.

Ein Beobachter an irgend einem Orte der Wasserleitung würde eine Hin- und Herbewegung des Wassers bemerken, wie wenn keine Membran vorhanden wäre (Fig. 114).

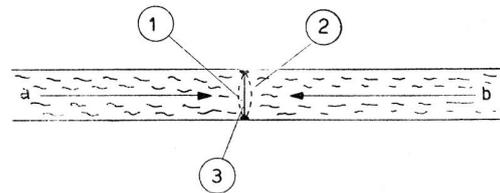


Fig. 114

- 1 Gespannte Membran, Flusswechsel b-a
- 2 Gespannte Membran, Flusswechsel a-b
- 3 Membran in Ruhelage

Ersetzen wir nun das Wasser durch den Wechselstrom, und die Membrane durch einen Kondensator, so können wir sagen, dass der Kondensator den Wechselstrom «durchlässt».

Im hydraulischen Beispiel erkennt man leicht, dass die gespannte Membran in ihre Ruhelage zurückzukommen versucht, und zwar bevor sie durch den Wasserdruck dazu gezwungen wird. Dadurch bedingt sie die Vorzeitigkeit des Wasserflusses gegenüber dem Druck.

Der Kondensator verhält sich in einem Wechselstromkreis ganz ähnlich, d. h. er hat die umgekehrte Wirkung der Spule.

Ein an die Klemmen eines Wechselstromgenerators geschalteter Kondensator (Fig. 115) ergibt folgendes Bild:

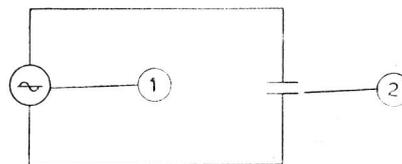


Fig. 115

- 1 Generator
- 2 Kapazität (Stromkreiswiderstand inbegriffen)

Der induktionsfreie Stromkreis weist an seinen Klemmen eine nicht zu vernachlässigende Kapazität auf.

Sein «scheinbarer Widerstand» wird Kapazität genannt.

$$R_{sch} = \text{Kapazität}$$

Dieser scheinbare Widerstand ist umgekehrt proportional der Kapazität und der Winkelgeschwindigkeit, was folgende Formel ausdrückt:

$$\text{Kapazität} = \frac{1}{C \omega}$$

Wie wir bereits festgestellt haben, eilt die Stromstärke der Spannung vor (Fig. 116 und 117).

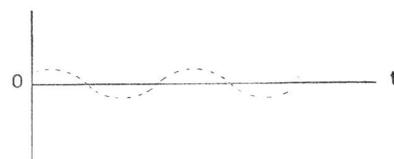


Fig. 116

Stromstärkekurve (Kondensator)

(Fortsetzung folgt.)