

**Zeitschrift:** Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen  
**Herausgeber:** Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-  
Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere  
**Band:** 27 (1954)  
**Heft:** 5  
  
**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:** 08.02.2025

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

## Kurs über Elektrotechnik

(Fortsetzung)

### 10. «Resonanz» — Thomsonsche Formel

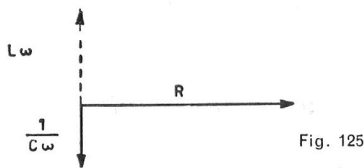
Wenn man gezwungen ist, in einem Stromkreis eine Spule zu haben, kann deren Wirkung mehr oder weniger aufgehoben werden, indem man in den Stromkreis einen Kondensator einschaltet, der im entgegengesetzten Sinne wirkt.

Die Formel für die Impedanz eines solchen Kreises ist nun:

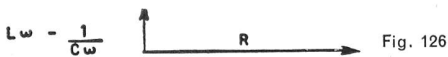
$$Z = \sqrt{\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2 + R^2}$$

wie wir weiter oben gesehen haben.

Die graphische Darstellung dieser Impedanz wäre also (Fig. 125):



die auf Fig. 126 reduziert werden kann.



Wird die Wirkung der Spule durch die einer geeigneten Kapazität vollständig aufgehoben, haben wir einen speziellen Effekt, der **Resonanz** genannt wird.



Die Bedingungen für Resonanz sind durch folgende Formel gegeben:

$$L\omega = \frac{1}{C\omega} \text{ oder } \frac{L\omega}{1} = \frac{1}{C\omega}$$

oder durch Multiplizieren der beiden Aussenglieder dieser Gleichung:  $LC\omega^2 = 1$

Im Resonanzfall ersieht man also, sei es aus der Formel oder aus der graphischen Darstellung (Fig. 127)

**Regel 1: Dass die Impedanz Z auf den ohmschen Widerstand des Stromkreises zurückgeführt wird, d. h.  $Z=R$**

**Regel 2: Wir wissen, dass in diesem Fall I und U phasengleich sind.**

**Bemerkung:** Man kann die Bedingungsformel für Resonanz wie folgt weiterentwickeln:

$$LC\omega^2 = 1 \quad (1)$$

Dividieren wir die beiden Glieder dieser Gleichung durch LC, erhalten wir:

$$\frac{LC\omega^2}{LC} = \frac{1}{LC} \quad (2)$$

Vereinfachen wir:

$$\omega^2 = \frac{1}{LC} \text{ daraus: } \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (3)$$

Wollen wir den Wert  $\omega$  ermitteln, haben wir:

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad (4)$$

Oder was auf das gleiche herauskommt:

$$\omega = \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{LC}}$$

Nun wissen wir aber: Die Quadratwurzel aus 1 ist 1; wir können also schreiben:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (5)$$

Wir haben am Anfang unserer Betrachtungen über den Wechselstrom gesehen, dass

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Ersetzen wir in dieser Formel (5)  $\omega$  durch seinen Wert, erhalten wir:

$$\frac{2\pi}{T} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (6)$$

Wir wissen, dass in jeder Proportion das Produkt der Innenglieder gleich dem Produkt der Aussenglieder ist. Wenden wir diese Regel an, erhalten wir:

$$T \cdot 1 = 2\pi \cdot \sqrt{LC}$$

oder

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

**Formel von Thomson**, welche die Resonanzbedingungen für einen induktiv-kapazitiven Stromkreis angibt.

Aus dieser Formel ersehen wir: Die Frequenz eines Schwingungskreises variiert umgekehrt proportional dem Wert der Kapazität und der Spule, woraus dieser besteht. (Wir erinnern uns, dass die Periode T der Frequenz umgekehrt proportional ist.)

Wir werden beim Untersuchen der Schwingungskreise wieder auf diese Fragen zurückkommen.

## Grundlagen für die Gleichstrom-Motoren und Generatoren

### 1. Gleichstromgenerator oder Dynamomaschine

Das ist eine Maschine, die von einem mechanischen Motor (elektrischer, hydraulischer oder Explosionsmotor) angetrieben wird und durch die Erscheinung der Induktion, die wir studiert haben, Gleichstrom liefert.

Die Dynamomaschine besteht aus drei Teilen.

- A) **dem Erreger:** er liefert den magnetischen Fluss. Er besteht fast immer aus Elektromagneten, manchmal aber auch aus permanenten Magneten.
- B) **dem Anker:** er besteht aus einer Folge von Wicklungen in Form einer zylindrischen Spule. In diesen Wicklungen entstehen die induzierten Ströme als Folge ihrer Rotation im Magnetfeld des Erregers nach den von uns gelernten Prinzipien.
- C) **dem Kollektor:** der eigentlich der «Gleichrichter» des induzierten Stromes ist und den Gleichstrom liefert.

Bei der industriellen Herstellung dieser Maschinen kann der Anker beweglich und der Erreger starr sein oder umgekehrt. Im allgemeinen aber ist der Erreger starr.

Der Anker kann auf zwei Arten gewickelt werden:

- a) Die **Ringwicklung**, die am einfachsten ist, wird nicht mehr verwendet, wir studieren aber mit ihr das Funktionsprinzip des Dynamos.
- b) Die **Trommelwicklung** ist am weitesten verbreitet. Bei dieser befinden sich die Ankerwicklungen in den Nuten eines zylindrischen Ankerkerns, der aus Lamellen aus Weicheisen zusammengesetzt ist. Daher der Name «Trommelwicklung».

### 2. Grundlagen der Dynamomaschinen

Wir bringen zwischen die zwei Pole eines Magneten einen Eisenring, der mit aneinanderliegenden Wicklungen versehen ist und drehen diesen Ring, den wir als Anker kennen, im Uhrzeigersinn einmal pro Sekunde zwischen den zwei Polen des Magneten (des Erregers). Betrachten wir nun, was in einer Wicklung geschieht, die von A ausgehend eine ganze Umdrehung beschreibt und wieder zu A zurückkommt.

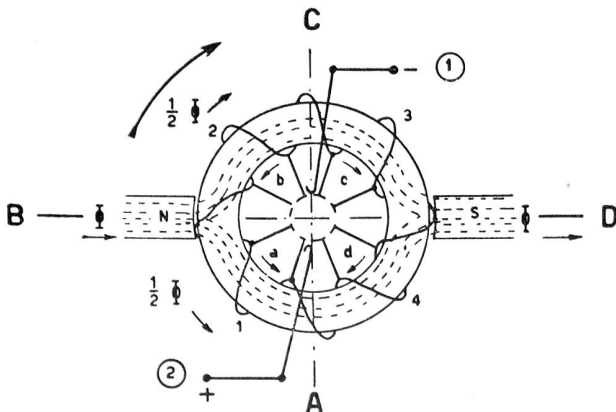


Fig. 128  
1 Klemme 1—  
2 Klemme 2+

Von A bis B variiert der aufgefangene Fluss von  $\frac{1}{2} \Phi$  bis 0.  
Von B bis C variiert der aufgefangene Fluss von 0 bis  $\frac{1}{2} \Phi$ .  
Von C bis D variiert der aufgefangene Fluss von  $\frac{1}{2} \Phi$  bis 0.  
Von D bis A variiert der aufgefangene Fluss von 0 bis  $\frac{1}{2} \Phi$ .

Wir sehen, dass mit jeder Viertelsdrehung des Ringes, bzw. der Wicklungen, der elektromagnetische Fluss variiert.

Es entsteht also in jeder Wicklung eine elektromotorische Kraft (EMK), eine induzierte Spannung.

Da unser Wicklungskreis geschlossen ist, d. h. unsere Wicklungen in Serie sind, haben wir einen induzierten Strom. Wir werden weiter unten sehen, in welcher Weise sich die Teilspannungen summieren.

Versuchen wir nun die Stromrichtung des in jeder Wicklung induzierten Stromes zu bestimmen (Fig. 128).

- In 1 nimmt der aufgefangene Magnetfluss ab; der induzierte Strom wird also einen Fluss a bewirken, der den Fluss des Erregers  $\frac{1}{2} \Phi$  verstärkt. Eine bekannte Regel gibt die Stromrichtung in der Wicklung an (Pfeil über der Wicklung).
- In 2 nimmt der aufgefangene Magnetfluss zu; der induzierte Strom wird also einen Fluss b bewirken, der demjenigen des Erregers  $\frac{1}{2} \Phi$  entgegengesetzt ist.
- In 3 ereignet sich dasselbe wie in 1.
- In 4 ereignet sich dasselbe wie in 2.

Jede in einer Wicklung induzierte Spannung entsteht nach und nach in jeder darauffolgenden, so dass wir in jedem beliebigen Augenblick die Stromrichtung im Anker **genau angeben** können.

Wir sehen, dass links der Linie A—C (Fig. 128 und entsprechendes Schema 129) die Spannungen in Serie sind, rechts von A—C sind sie ebenfalls alle in Serie.

Wir haben also die Entsprechung von zwei entgegengesetzt in Serie geschalteten Generatoren.

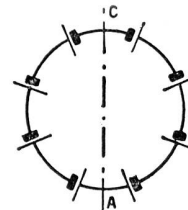


Fig. 129

Legen wir A und C mittels eines Stromabnehmers an einen äusseren Stromkreis, sind diese Spannungen also parallel geschaltet, erhalten wir einen Strom mit der Spannung U und der Stromstärke 2 I (siehe Schema Fig. 130.)

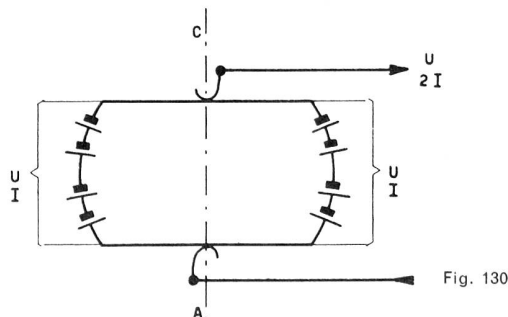


Fig. 130

Theoretisch genügt es, den oberen Teil der Wicklungen abzuisolieren und Stromabnehmer, sogenannte Bürsten, anzubringen. (Sie bestehen meistens aus Kohlestücken, die mittels Federn gegen die Wicklungen gepresst werden, um einen guten Kontakt zu sichern.)

(Fortsetzung folgt)