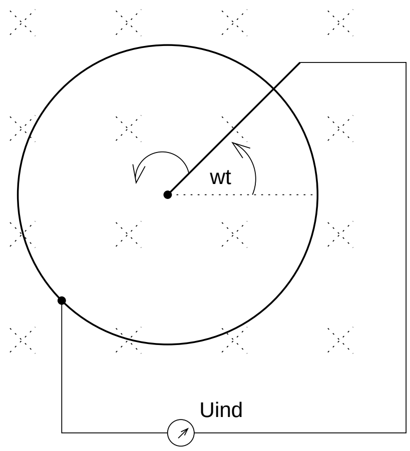
14.03.2006

0.1 70. und 71. Hausaufgabe

0.1.1 Zusammenfassung der Stunde: Gleichspannungsgenerator

Ein kreisförmiger Leiter befindet sich in einem Magnetfeld. Aufgesetzt ist ein zweiter, geradliniger Leiter, dessen Anfangspunkt der Kreismittelpunkt ist.

Greift man nun die Spannung zwischen einem Punkt des kreisförmigen Leiters und dem Mittelpunkt ab, so wird man – dreht man den aufsitzenden Leiter mit konstanter Winkelgeschwindigkeit – eine konstante Gleichspannung messen können.

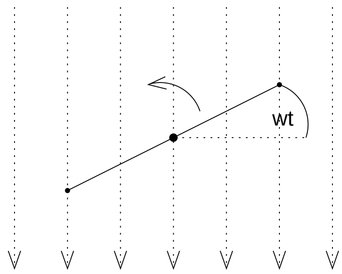


Dies kann mittels des bekannten Induktionsgesetzes gezeigt werden – der Zeiger überstreicht eine Fläche, genauer ein Kreissegment. Diese Fläche kann problemlos berechnet werden, und damit kann man auch den fürs Induktionsgesetz benötigte magnetischen Fluss berechnen:

$U_{\text{ind}}(t) = \dot{\phi}(t) = \mathcal{B}\dot{A}(t) = \mathcal{B}\dot{\left(\frac{\varphi(t)}{2}r^2\right)} = \mathcal{B}\dot{\left(\frac{1}{2}\omega t r^2\right)} = \frac{1}{2}\mathcal{B}\omega r^2;$

0.1.2 Zusammenfassung der Stunde: Wechselspannungsgenerator

Ein rechteckiger Leiter befindet sich in einem Magnetfeld. Die magnetische Flussdichte und die Leiterausmaße sind bekannt; mit den Leiterenden wird ein Verbraucher verbunden. Kann man durch Drehung des Leiters um seine Mittelachse einen Energiefluss gegebener Energiestromstärke erreichen?



Zur Beantwortung dieser Frage ist es zuerst zweckmäßig, die Unterschiede zur vorherigen Aufgabe herauszuarbeiten. Bei beiden Fällen wird ein Leiter gedreht – beim Gleichspannungsgenerator überstreicht der Leiter eine Fläche, beim hier vorliegenden Fall dagegen dreht sich eine orientierte Fläche – die Leiterfläche.

Bekannt ist bereits das Ergebnis dieser Drehung: Es wird Wechselspannung induziert. Kann man aber eine angestrebte Leistung P_{eff} erreichen?

Zur Beantwortung ist es hilfreich, vom einfachen Ansatz $P_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{eff}}^2}{R}$ auszugehen und dann schrittweise unbekannte Größen durch andere auszudrücken.

$P_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{eff}}^2}{R}; \Leftrightarrow R = \frac{U_{\text{eff}}^2}{P_{\text{eff}}} = \left(\frac{\widehat{U_{\text{ind}}(t)}}{\sqrt{2}}\right)^2 \frac{1}{P_{\text{eff}}} = \left(\frac{\widehat{-n\dot{\phi}(t)}}{\sqrt{2}}\right)^2 \frac{1}{P_{\text{eff}}} = \left(\frac{\widehat{n\mathcal{B}A_0\omega \sin \omega t}}{\sqrt{2}}\right)^2 \frac{1}{P_{\text{eff}}} = \left(\frac{n\mathcal{B}A_0\omega}{\sqrt{2}}\right)^2 \frac{1}{P_{\text{eff}}} = \frac{1}{2}\frac{1}{P_{\text{eff}}} n^2\mathcal{B}^2A_0^2\omega^2; \Leftrightarrow f = \frac{\sqrt{2RP_{\text{eff}}}}{nBA_0 2\pi};$ $\rightarrow$ realistisch nur bei hoher Windungszahl.

Eine gegebene Leistung zu erzielen ist also genau dann möglich, wenn der Verbraucherwiderstand der obigen Gleichung genügt.

Ich möchte besonders hervorheben, dass der Knackpunkt dieser Hausaufgabe nicht im Auflösen der Gleichungen besteht, sondern in den Unterschieden der beiden Szenarien: Beides mal wird ein Leiter mit konstanter Winkelgeschwindigkeit gedreht, jedoch wird einmal Gleichspannung und einmal Wechselspannung induziert.

(Benötigte Zeit: 74 min)