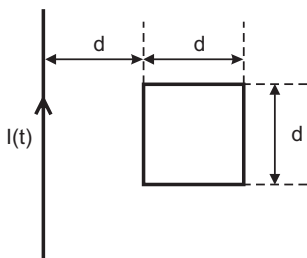


1. *Induktion durch zeitabhängige Magnetfelder:*

Durch einen ruhenden, unendlich langen Draht fließt ein Strom $I(t) = I_0(1 - \exp(-at))$. Im Abstand d vom Draht liegt eine ebenfalls ruhende, quadratische Leiterschleife mit der Seitenlänge d . Vernachlässigen Sie im Folgenden die Induktivitäten des Drahtes und der Leiterschleife.

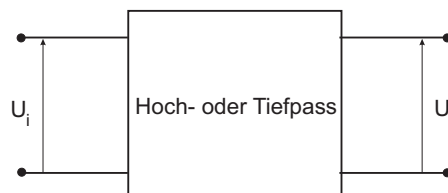


- a) Betrachten Sie das Magnetfeld innerhalb der Fläche, die durch die Leiterschleife eingeschlossen wird. Zeichnen Sie in die linke Abbildung die Vektoren der magnetischen Feldstärke und ihrer zeitlichen Ableitung ein!
- b) Leiten Sie ausgehend vom Induktionsgesetz die Richtung des in der Leiterschleife induzierten Stromes her!

Berechnen Sie:

- c) die Spannung $U_{ind}(t)$, die in der Leiterschleife induziert wird,
- d) die Kraft $\vec{F}(t)$, die auf die Leiterschleife durch das Magnetfeld des unendlich langen Drahtes wirkt! Nehmen Sie hierfür an, dass die Leiterschleife den ohmschen Widerstand R besitzt. Welche Richtung hat die Kraft?

2. *Hochpass, Tiefpass:*



- a) Zeichnen Sie die Schaltungen für einen unbelasteten Hoch- und einen Tiefpass, bestehend aus einem ohmschen Widerstand und einem Kondensator!
- b) Berechnen Sie für beide Schaltungen das Verhältnis der Effektivspannungen $\frac{U_f}{U_i}$!
- c) Auf einer Dezibel-Skala wird das Dämpfungsmaß β der oben beschriebenen Filter definiert durch

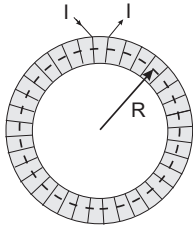
$$\beta = 20 \text{ dB } \log_{10} \left(\frac{U_f}{U_i} \right) .$$

Berechnen Sie für den obigen Hochpass

- (i) die sogenannte Grenzfrequenz ν_c , bei der $U_f = U_i \cdot 2^{-1/2}$ ist,
- (ii) β als Funktion von ν/ν_c für Frequenzen $\nu \ll \nu_c$,
- (iii) um wieviel dB das Ausgangssignal mit jeder Oktave (Halbierung der Frequenz ν , $\nu \ll \nu_c$) schwächer wird!

3. Ringspule mit Eisenkern

- a) Ein zylindrischer Weicheisenstab mit der relativen magnetische Permeabilität $\mu_r = 2000$ wird ringförmig gebogen, so dass die Stirnflächen des Stabes aneinanderstoßen und einen geschlossenen Torus mit mittlerem Radius $R = 0,2$ m bildet. Der Torus wird gleichmäßig mit $N = 100$ Windungen eines Drahtes umwickelt, durch die ein Strom $I = 5$ A fließt.

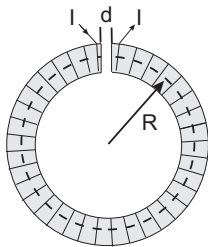


Bestimmen Sie zunächst für den geschlossenen Torus die Beträge der folgenden Felder auf der gestrichelten Linie, also in der Mitte des Weicheisenkerns:

- (i) magnetische Erregung H_E ,
- (ii) magnetische Feldstärke B_E und
- (iii) Magnetisierung M_E !

- b) Zwischen den Stirnflächen des gebogenen Weicheisenstabes soll nun ein Luftspalt der Breite $d = 3$ mm bestehen.

Wie groß sind entlang der gestrichelten Linie (i) B_L und (ii) H_L im Luftspalt sowie (iii) B_E und (iv) H_E im Eisenkern?



Streufelder am Rand zum schmalen Luftspalt sollen vernachlässigt werden, so dass die magnetischen Feldlinien sowohl im Eisen als auch im Luftspalt entlang der gestrichelten Linie verlaufen, und die Beträge der Felder im jeweiligen Medium konstant sind. Die Normalkomponente B_n der magnetischen Feldstärke ist an den Stirnflächen des Eisenkerns, die die Grenzfläche zum Luftspalt bilden, stetig, d.h. $B_{n,E} = B_{n,L}$.