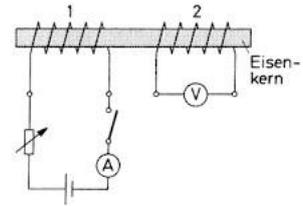


## Induktion durch Änderung der magnetischen Flussdichte (bei konstanter Fläche)

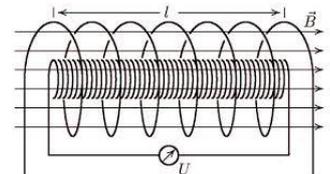
1. Auf einen langen Eisenkern mit  $\mu_r=250$  und  $d=1\text{cm}$  sind zwei Spulen (1) und (2) gewickelt (s. Abbildung). Die Spule 1 ist  $15\text{cm}$  lang und besitzt  $1500$  Windungen und einen Widerstand von  $R=45\Omega$ .

- a) Berechnen Sie die Änderung der erzeugten magnetischen Flussdichte im Kern, wenn die Spannung in  $\Delta t=0,5\text{s}$  von  $0$  auf  $10\text{V}$  gleichmäßig vergrößert wird.  
 b) Wie groß ist die in der Spule 2 mit  $N=250$  induzierte Spannung bei der unter a) berechneten Änderung der Flussdichte?  
 c) Der Ausschaltvorgang erfolgt in einer kurzen Zeit von  $dt=5\mu\text{s}$ .  
 Schätzen Sie rechnerisch den Betrag der Induktionsspannung in der Spule 2 ab.



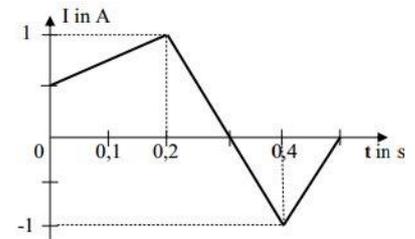
2. In einer (äußeren) Feldspule mit  $2500$  Windungen und  $20\text{cm}$  Länge befindet sich achsenparallel eine zweite kürzere Induktionsspule mit  $A=80\text{cm}^2$  und  $100$  Windungen.

- a) Leiten Sie aus den gegebenen Größen eine allgemeine Gleichung zur Berechnung der Induktionsspannung aus der zeitlichen Änderung  $\Delta t$  der Stromstärke her.  
 b) Berechnen Sie die Induktionsspannungen, wenn die Stromstärke in  $\Delta t_1=0,2\text{s}$  von  $0$  auf  $1,5\text{A}$  gleichmäßig ansteigt und nachfolgend in  $\Delta t_2=0,5\text{s}$  auf  $1\text{A}$  reduziert wird.  
 c) Bei der Umpolung der von  $1,5\text{A}$  durchflossenen Spule wurde eine Induktionsspannung von  $0,75\text{V}$  gemessen. In welcher mittleren Zeit erfolgte der Umschaltvorgang?



3. Zwei Spulen mit  $N_1=700$  Windungen und  $N_2=350$  Windungen sind auf einen gemeinsamen Spulenkörper aus einem ferromagnetischen Stoff mit  $\mu_r=500$  gewickelt und ergeben eine  $10\text{cm}$  lange Spulenkombination von  $5\text{cm}$  Durchmesser.

Das Diagramm zeigt den Verlauf der Stromstärke der Erregerspule. Berechnen Sie die induzierten Spannungen in den Zeitintervallen und stellen Sie den Verlauf  $U_{\text{ind}}(t)$  grafisch dar.



### Lösungen:

1. a)  $I = \frac{U}{R} = \frac{10\text{V}}{45\Omega} = 0,22\text{A}$        $\Delta B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N \cdot \Delta I}{l} = \mu_0 \cdot 250 \cdot \frac{1500 \cdot 0,22\text{A}}{0,15\text{m}} = 0,7\text{T}$   
 b)  $A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} \cdot (0,01\text{m})^2 = 7,85 \cdot 10^{-5}\text{m}^2$        $U_{\text{ind}} = -N_2 \cdot A \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = -250 \cdot 7,85 \cdot 10^{-5}\text{m}^2 \cdot \frac{0,7\text{T}}{0,5\text{s}} = -0,027\text{V}$   
 c) ungleichmäßige Änderung von B:       $U_{\text{ind}} = -250 \cdot 7,85 \cdot 10^{-5}\text{m}^2 \cdot \frac{0,7\text{T}}{5 \cdot 10^{-6}\text{s}} = -2747\text{V}$

2. a) (1)  $U_{\text{ind}} = -N_2 \cdot A \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$       (2)  $\Delta B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N_1 \cdot \Delta I}{l}$        $U_{\text{ind}} = -\frac{N_1 \cdot N_2 \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot A}{l} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$   
 b)  $|U_1| = \frac{2500 \cdot 100 \cdot \mu_0 \cdot 1,8 \cdot 10^{-3}\text{m}^2}{0,2} \cdot \frac{1,5\text{A}}{0,2\text{s}} = 0,094\text{V}$        $|U_2| = \frac{2500 \cdot 100 \cdot \mu_0 \cdot 1,8 \cdot 10^{-3}\text{m}^2}{0,2} \cdot \frac{0,5\text{A}}{0,5\text{s}} = 0,0126\text{V}$   
 c)  $\Delta I = 3\text{A}$        $\Delta t = \frac{N_1 \cdot N_2 \cdot \mu_0 \cdot A \cdot \Delta I}{l \cdot U_{\text{ind}}} = 0,05\text{s}$

3.  $A = \frac{\pi}{4} d^2 = 1,96 \cdot 10^{-3}\text{m}^2$   
 (1)  $\Delta t=0,2\text{s}$        $\Delta I = +0,5\text{A}$        $U_1 = -\frac{700 \cdot 350 \cdot \mu_0 \cdot 500 \cdot 1,96 \cdot 10^{-3}\text{m}^2}{0,1\text{m}} \cdot \frac{0,5\text{A}}{0,2\text{s}} = -7,5\text{V}$   
 (2)  $\Delta t=0,2\text{s}$        $\Delta I = -2\text{A}$        $U_2 = \dots = +30\text{V}$   
 (3)  $\Delta t=0,1\text{s}$        $\Delta I = +1\text{A}$        $U_3 = -30\text{V}$

