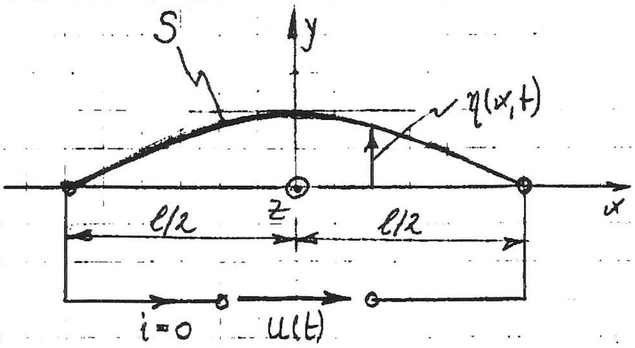
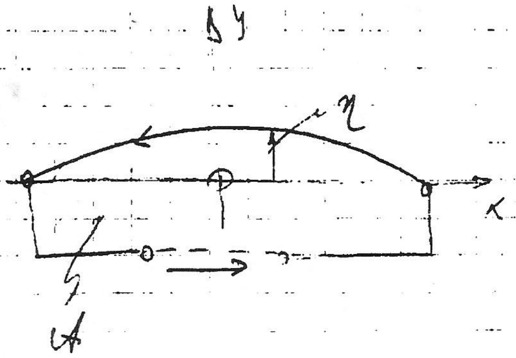


In der skizzierten Anordnung schwingt eine metallene Saite in der xy-Ebene mit der Auslenkung

$$\eta(x,t) = \hat{\eta}\cos(\pi x/l)\cos(\omega t).$$

Senkrecht dazu steht ein räumlich und zeitlich konstantes Magnetfeld der Flußdichte $\vec{B} = B\vec{e}_z$. Berechnen Sie den Zeitverlauf $u(t)$ der Leerlaufspannung.



$$U(\partial A) = u(t) = -\dot{\Phi}(A)$$

$$\Phi(A) = B \cdot A,$$

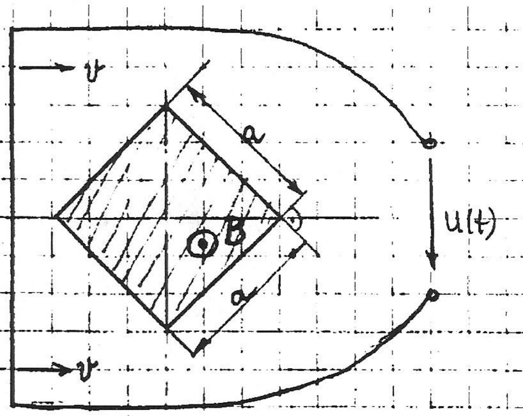
$$A = A_0 + \int_{-l/2}^{l/2} \eta\, dx = A_0 + \hat{\eta}\cos(\omega t)\int_{-l/2}^{l/2}\cos(\pi x/l)\, dx$$

$$= A_0 + \frac{2}{\pi}\hat{\eta}\, l\cos(\omega t)$$

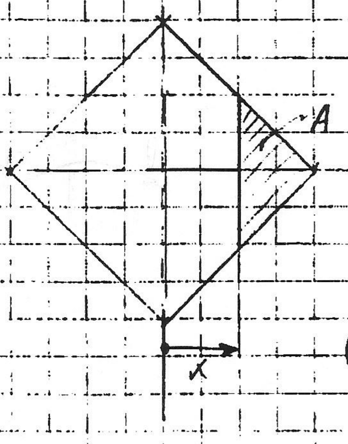
$$\dot{A} = -\frac{2}{\pi}\hat{\eta}\, l\,\omega\sin(\omega t)$$

$$\underline{u(t) = \frac{2}{\pi}\omega B\hat{\eta}\, l\sin(\omega t)}.$$

$\square$



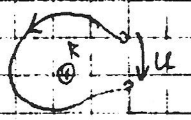
Die skizzierte Schleife wird, wie angegeben, mit konstanter Geschwindigkeit v durch ein annähernd homogenes magnetisches Spaltfeld gezogen. Berechnen und zeichnen Sie – vorzeichenrichtig – den Zeitverlauf $u(t)$ der Leerlaufspannung.



$x = v \cdot t,$

$-\frac{a}{\sqrt{2}} \le x \le 0 \;:\; A = a^2 - \left(\frac{a}{\sqrt{2}} + x\right)^2,$ (2)

$0 \le x \le \frac{a}{\sqrt{2}} \;:\; A = \left(\frac{a}{\sqrt{2}} - x\right)^2,$ (2)

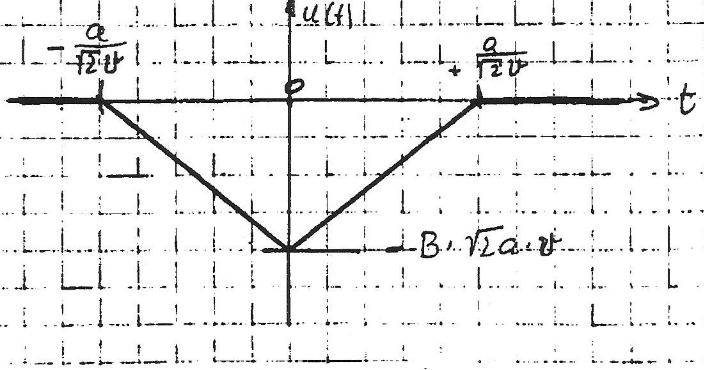


$U(\partial x) = -u = -\dot{\Phi}(x) = -B \cdot \dot{A}$ (2)

$u(t) = B\dot{A}(t)$

$-\frac{a}{\sqrt{2}} < x < 0 \;:\; u(t) = -B \cdot 2v\left(\frac{a}{\sqrt{2}} + vt\right),$

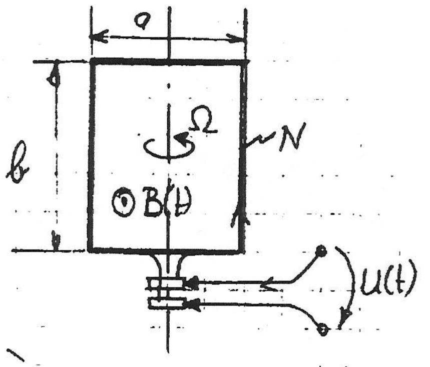
$0 < x < \frac{a}{\sqrt{2}} \;:\; u(t) = -B \cdot 2v\left(\frac{a}{\sqrt{2}} - vt\right).$ (2)



(2)

□

G2



Eine rechteckige Rahmenspule rotiert mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit Ω um eine feste Achse in der Zeichenebene. Senkrecht zur Zeichenebene verläuft ein räumlich konstantes Magnetfeld, dessen Flußdichte sich zeitlich sinusförmig ändert:

$$B(t) = \hat{B}\cos(\omega t + \varphi).$$

Die gezeichnete 'Stellung' entspricht dem Zeitpunkt $t = 0$.

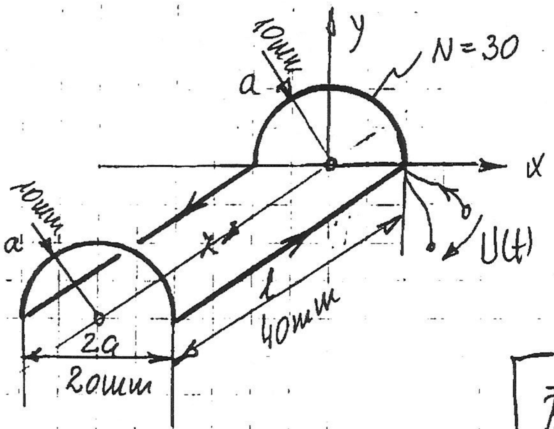
Berechnen Sie den Zeitverlauf der Leerlaufspannung $u(t)$ als Summe von Sinusschwingungen. Geben Sie insbesondere die darin vorkommenden Frequenzen an.

$$\Phi_v = N A(t) B(t) = N a b \cos(\Omega t)\hat{B}\cos(\omega t + \varphi), \quad \boxed{\hat{\Phi} = N a b \hat{B}}$$

$$= \hat{\Phi}\cos(\Omega t)\cos(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}\hat{\Phi}\left\{\cos[(\omega+\Omega)t+\varphi] + \cos[(\omega-\Omega)t+\varphi]\right\}$$

$$u(t) = -\frac{\omega+\Omega}{2}\hat{\Phi}\sin[(\omega+\Omega)t+\varphi] - \frac{\omega-\Omega}{2}\hat{\Phi}\sin[(\omega-\Omega)t+\varphi]$$

Es kommen die beiden Frequenzen $f_1 = \frac{|\omega+\Omega|}{2\pi}$ und $f_2 = \frac{|\omega-\Omega|}{2\pi}$ (für $\omega \neq \Omega$) vor.



Die skizzierte Spule mit N=30 Windungen ist einem homogenen magnetischen 60 Hz-Sinus-Wechselfeld der Flußdichte

$$\vec{B} = (2{,}1\,\vec{e}_x + 1{,}8\,\vec{e}_y - 1{,}5\,\vec{e}_z)\cos(\omega t)\ \mathrm{mT}$$

ausgesetzt.

Berechnen Sie die Leerlaufspannung $U(t)$.

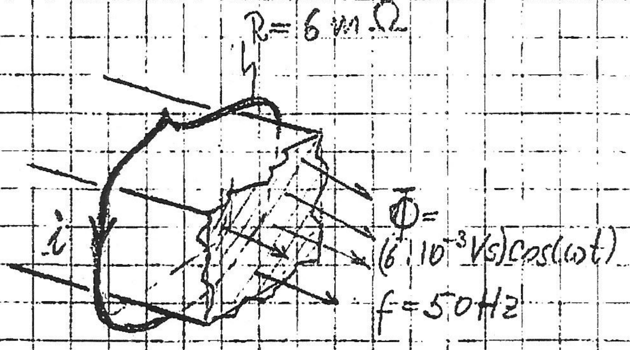
Durch die Spulen tritt der magn. Fluß (Betrachtung der Projektionen) $\Phi = 2a \cdot l \cdot B_y$ (2). Somit ist der Verkettungsfluß $\Phi_v = N\Phi$ (2) und das Induktionsgesetz liefert

$$U(t) = \dot{\Phi}_v = N2al\dot{B}_y = -N2al\omega\hat{B}_y\sin(\omega t),$$ (2) (7)

also $U(t) = -\hat{U}\sin(\omega t)$, $\omega = 2\pi\, 60\,s^{-1} = 377\,s^{-1}$,

mit $$\hat{U} = N2al\omega\hat{B}_y = 30 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 4\,cm^2 \cdot 2\pi\, 60\,s^{-1} \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-7}\,\frac{Vs}{cm^2} = 16{,}3\,mV.$$

(7)

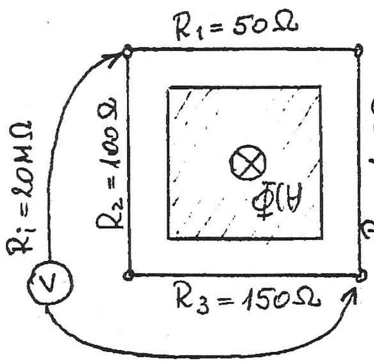


Angenommen, Sie legen um ein Transformatorjoch, das den angegebenen (magnetischen) Wechselfluß führt, eine kurzgeschlossene Drahtschleife. Wie groß ist der Effektivwert des Schleifenstroms?

$$u = 0 = Ri + \dot{\Phi} \Rightarrow i = I\sqrt{2}\sin(\omega t),$$

$$\underline{\underline{I}} = \frac{\omega \hat{\Phi}}{\sqrt{2}\, R} = \frac{100\pi \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2} \cdot 6 \cdot 10^{-3}} A = \underline{\underline{222\, A}}$$

$$\hat{I} \propto \hat{\Phi}$$

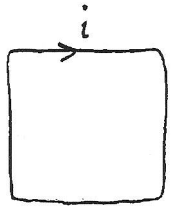


Der schraffierte Querschnitt führt den angegebenen magnetischen Wechselfluss. Berechnen Sie den Effektivwert der Spannung am Meßgerät.

$\Phi(t) = \hat{\Phi} \cos(\omega t)$,

$\hat{\Phi} = 20\,mVs$, $f = 60\,Hz$

2



$U(\partial A) = R i = -\dot{\Phi}(A)$, $R = 500\,\Omega$; $\frac{1}{R_i}$ vernachl.,

$i = -\frac{1}{R}\dot{\Phi} = \frac{\omega\hat{\Phi}}{R}\sin(\omega t) = I\sqrt{2}\sin(\omega t)$, 2

$$U_2 + U_3 = (R_2 + R_3) I = \frac{R_2 + R_3}{R}\,\frac{\omega\hat{\Phi}}{\sqrt{2}} = \frac{250}{500}\cdot\sqrt{2}\pi\cdot 60\,\frac{1}{s}\cdot 2\cdot 10^{-2}\,Vs$$

$$= \underline{2{,}66\,V}$$ 2