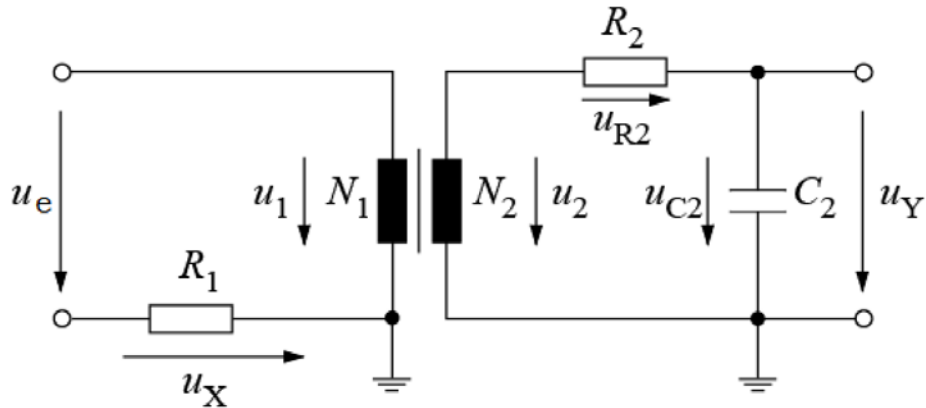


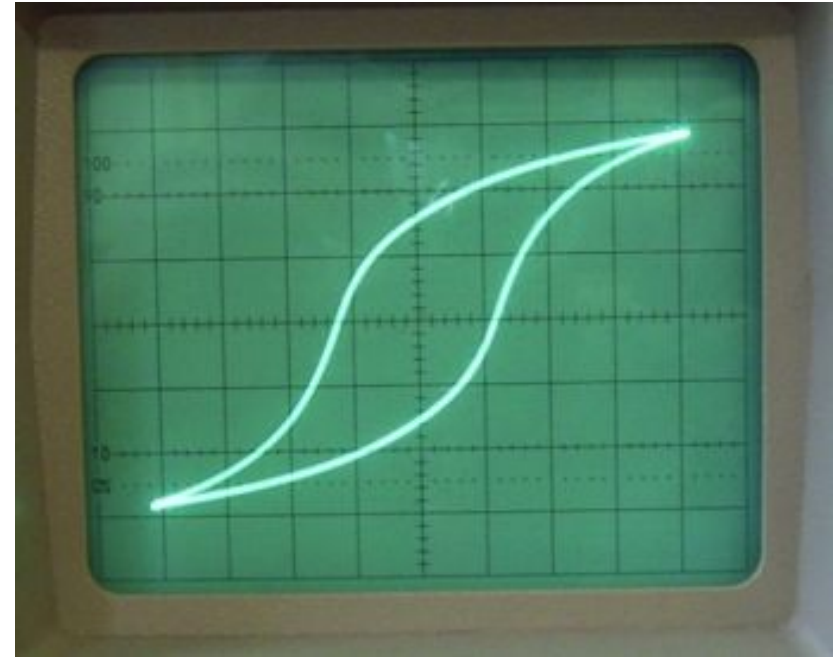
# Hystereseverluste

Messschaltung zur Aufnahme der B-H-Kennlinie eines Eisenkreises:



Messwiderstand  $R_1=100\Omega$ ,  $R_2=30k\Omega$ ,  $C_2=4,7\mu F$ ,  
 $N_1=2600$ ,  $N_2=90$ ,  $l_{Fe}=13cm$ ,  $A_{Fe}=3,1cm^2$

Darstellung auf dem Oszilloskop:



**x – Richtung: Feldstärke H**

$$u_x = i_1 \cdot R_1 \text{ und } \Theta = N_1 \cdot i_1$$

$$\Theta = \oint_l \vec{H} \cdot d\vec{l}, \text{ da } \vec{H} \parallel d\vec{l} \text{ und } |H| \text{ constant,}$$

$$\Theta = H \cdot l_{Fe} = N_1 \cdot i_1 = N_1 \cdot \frac{u_x}{R_1}$$

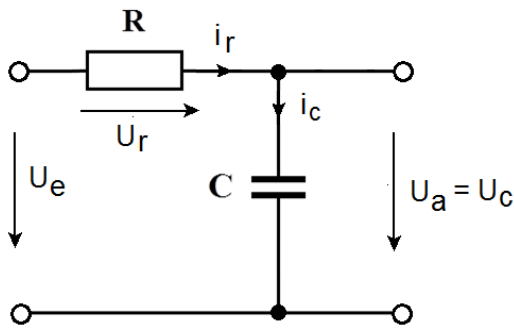
$$H = N_1 \cdot \frac{u_x}{R_1 \cdot l_{Fe}}$$

## y – Richtung: Flussdichte B

$$u_2 = N_2 \cdot \frac{d\Phi}{dt} = N_2 \cdot \frac{A_{Fe} \cdot dB}{dt}$$

da  $B$  gesucht, integrieren:

### Integrierglied:



$$i_c = C \cdot \frac{du_c}{dt} \quad u_c = \frac{1}{C} \cdot \int i_c \cdot dt \quad i_c = i_r \text{ und } i_r = \frac{u_r}{R}$$

$$u_c = \frac{1}{C} \cdot \int \frac{u_r}{R} \cdot dt = \frac{1}{R \cdot C} \cdot \int u_r \cdot dt$$

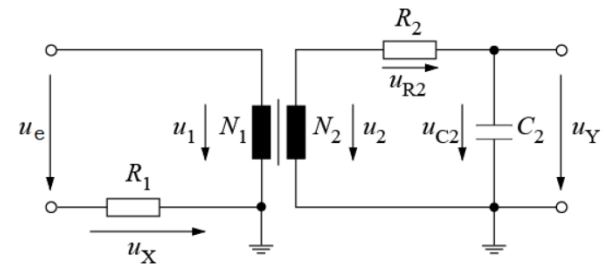
wenn  $u_c \ll u_r$  dann gilt  $u_e \approx u_r$ ,

hier gilt  $u_2 \hat{=} u_e$  und  $u_a \hat{=} u_y$

$$u_y = \frac{1}{R_2 \cdot C_2} \cdot \int \frac{N_2 \cdot A_{Fe} \cdot dB}{dt} \cdot dt = \frac{N_2 \cdot A_{Fe} \cdot B}{R_2 \cdot C_2}$$

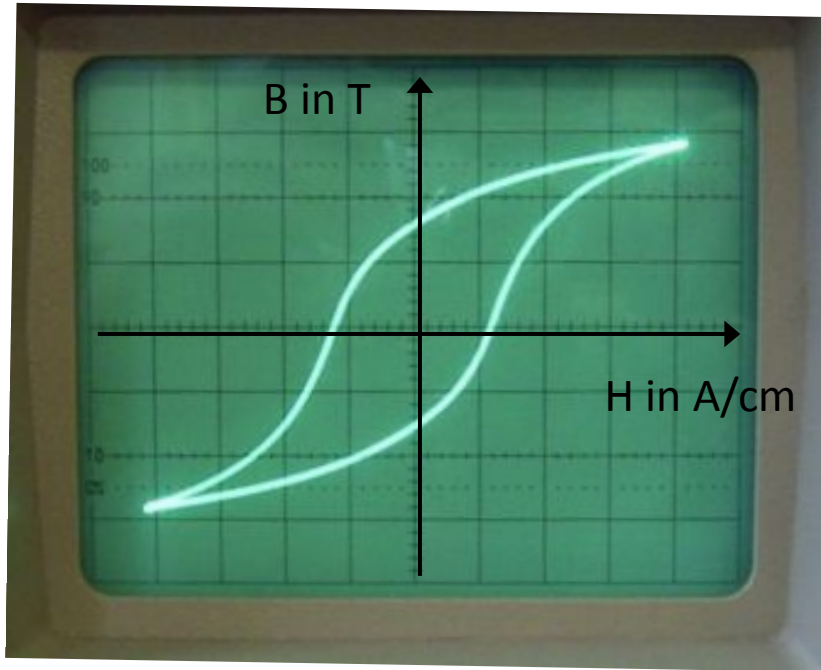
$$u_a = \frac{1}{R \cdot C} \cdot \int u_e \cdot dt$$

$$B = \frac{u_y \cdot R_2 \cdot C_2}{N_2 \cdot A_{Fe}}$$



Messwiderstand  $R_1=100\Omega$ ,  $R_2=30k\Omega$ ,  $C_2=4,7\mu F$ ,  
 $N_1=2600$ ,  $N_2=90$ ,  $l_{Fe}=13cm$ ,  $A_{Fe}=3,1cm^2$

quantitative Darstellung der B-H-Kennlinie:



Berechnung der Hystereseverluste im Eisen:

$$dW_H = p \cdot dt = u \cdot i \cdot dt = \frac{d\psi}{dt} \cdot i \cdot dt = i \cdot d\psi$$

$$i = \frac{1}{N} H \cdot l_{Fe}$$

$$d\psi = N \cdot dB \cdot A_{Fe}$$

$$dW_H = A_{Fe} \cdot l_{Fe} \cdot H \cdot dB = Vol_{Fe} \cdot H \cdot dB$$

$$W_H = \int dW_H = Vol_{Fe} \cdot \int H \cdot dB$$

$$P_H = \frac{W_H}{t} \text{ und } t \hat{=} T \text{ und } T = \frac{1}{f} \text{ und } Vol_{Fe} = A_{Fe} \cdot l_{Fe}$$

$$P_H = A_{Fe} \cdot l_{Fe} \cdot f \cdot \int H \cdot dB$$

$\int H \cdot dB \hat{=} \text{Fläche der Hystereseschleife}$

Welcher Leistung  $P_H$  entspricht  $1\text{cm}^2$  ?

Beispiel: Ablenkempfindlichkeit  $A_y = 50 \frac{\text{mV}}{\text{cm}}$  und  $A_x = 500 \frac{\text{mV}}{\text{cm}}$

$$P_H = N_1 \cdot \frac{u_x}{R_1 \cdot l_{Fe}} \cdot \frac{u_y \cdot R_2 \cdot C_2}{N_2 \cdot A_{Fe}} \cdot A_{Fe} \cdot l_{Fe} \cdot f = N_1 \cdot \frac{u_x}{R_1} \cdot \frac{u_y \cdot R_2 \cdot C_2}{N_2} \cdot f$$

$P_H = 0,0509\text{W}$  oder  $50,9 \text{ mW}$  (je  $\text{cm}^2$  Fläche)

(Messwiderstand  $R_1=100\Omega$ ,  $R_2=30\text{k}\Omega$ ,  $C_2=4,7\mu\text{F}$ ,  
 $N_1=2600$ ,  $N_2=90$ ,  $l_{Fe}=13\text{cm}$ ,  $A_{Fe}=3,1\text{cm}^2$ )