

	FB Elektrotechnik u. Informationstechnik Laborpraktikum Grundlagen der Elektrotechnik	Versuch 5
Magnetisches Feld / Magnetischer Kreis – Impulsverhalten von Induktivitäten		
Seminargruppe:	Datum:	
Praktikumsgruppe:	Testat:	
Teilnehmer:	Unterschrift
.....		

Literatur

- [1] Führer, Heidemann, Nerreter:
Grundgebiete der Elektrotechnik, Bd. 1 und 2
München: Hanser Verlag 1990
- [2] Weißgerber, W.:
Elektrotechnik für Ingenieure Teil 2,
Braunschweig: Vieweg 1991
- [3] Meyer, G.:
Oszilloskope
Hüttig Verlag 1989

Erforderliche Begriffe:

Magnetischer Fluss, Magnetflussdichte, magnetische Feldstärke, Durchflutung, magnetischer Spannungsabfall, magnetischer Widerstand, magnetische Permeabilität, mittlere Eisenweglänge, Eisen(kern)querschnitt, Induktivität, Induktionsspannung, Durchflutungsgesetz, Induktionsgesetz, $\Theta = f(H)$, $B = f(H)$, $B = f(\Phi, A)$, $\Theta = f(R_m, \Phi)$,

1 Versuchsvorbereitung

- 1 Wiederholen Sie die Größen und Zusammenhänge am magnetischen Kreis unter dem Aspekt der Analogie zum elektrischen Grundstromkreis in Spannungsquellenersatzschaltung.
- 2 Der Eisenkern des Versuchsobjektes ist ein UI - Kern und besitzt als geschlossene Anordnung in $L \times B \times H$ die Maße 8,2cm x 6,8cm x 1,9cm. Die Querschnittsfläche A_{Fe} ist quadratisch. Skizzieren Sie den Kern im Maßstab 1:2 und berechnen Sie die Eisenweglänge l_{Fe} und den Querschnitt A_{Fe} .
Stellen Sie für o. g. Objekt bei vorhandenen Luftspalt die Gleichungen zur Berechnung der magnetischen Spannungsabfälle an Luft und Eisen auf, wenn die Magnetflussdichte B bekannt ist.
- 3 Entwickeln Sie eine Schaltung zur oszilloskopischen Darstellung der Kennlinie $B = f(H)$ und informieren Sie sich über die Gleichungen zur Berechnung der Skalierungsfaktoren C_B und C_H . Berechnen Sie die Werte für C_B und C_H anhand der Daten des Eisenkerns sowie der Ablenkfaktoren $C_Y = 2V/DIV$, $C_X = 0,5V/DIV$ $R = 4,7k$ und $C = 4,7\mu F$.
- 4 Welche Besonderheit zeigt die relative Permeabilität bei ferromagnetischen Materialien? Geben Sie Vorgehensweise und Gleichung für die Bestimmung der Abhängigkeit $\mu_r = f(H)$ aus dem Verlauf $B = f(H)$ an. Skizzieren Sie die zu erwartende Kennlinie $\mu_r = f(H)$.
Leiten Sie die Bemessungsgleichung für die Induktivität einer einlagigen Zylinderspule ab.

- Skizzieren Sie das Ersatzschaltbild eines magnetischen Kreises mit Eisenkern und Luftspalt. Definieren Sie den nichtlinearen magnetischen Widerstand als Last (vgl. Zweipoltheorie).
 - Stellen Sie das Diagramm $\Phi = f(\Theta)$ mit den Kennlinien des aktiven und passiven Zweipols dar. Geben Sie die signifikanten Größen an. Tragen Sie die magnetischen Spannungsabfälle V_{Fe} und V_{Luft} in das Diagramm ein. Nutzen Sie dabei die Größenrelation der Widerstände als Hilfe!
 - Stellen Sie die Gleichungen zur Berechnung von V_{Fe} und V_{Luft} auf.
 - Stellen Sie die Gleichung zur Berechnung des Kurzschlussflusses Φ_K bzw. Φ^* bei bekannter Leerlaufdurchflutung Θ_L bzw. Θ^* auf.
- Wie werden Remanenz und Koerzitivfeldstärke aus der Kennlinie $B = f(H)$ ermittelt? Wie kann die Kommutierungskurve aufgenommen werden?
- Stellen Sie die Gleichungen zur Berechnung der Funktionen $i_L = f(t)$ und $u_L = f(t)$ für den Einschaltvorgang zusammen.
- Berechnen Sie die Zeitkonstante τ für eine R-L- Reihenschaltung. Als Induktivität verwenden Sie eine Spule mit $N = 1000$ Windungen und $L = 18\text{mH}$, der Widerstand beträgt $R = 470\Omega$.

Berechnen Sie die Zeitablenkung und die Frequenz der Eingangsspannung, wenn $3\tau = 0,5\text{T}$ auf dem gesamten Bildschirm (10 DIV) projiziert werden soll.

2 Versuchsdurchführung

- Berechnen Sie anhand der gegebenen Bauelementekennwerte des Messwiderstandes R_M den Grenzwert des Stromes im Primärkreis. Achten Sie darauf, dass der Grenzwert nicht überschritten wird.

Tragen Sie die in der Vorbereitung ermittelten Koeffizienten C_B und C_H in das Arbeitsblatt ein. Verwenden Sie als Versuchsobjekt einen Transformator mit $N_1 = N_2 = 500$ Windungen ohne Luftspalt im Eisenkern.

Achtung! Sie arbeiten mit dem Stelltrafo ausschließlich in Schalterstellung 0 - 50 V!
Stellen Sie den Drehknopf vor dem Einschalten auf Linksanschlag!
Berühren Sie keine spannungsführenden Teile!
Stellen Sie nach jedem Versuchsteil den Stellknopf wieder auf Linksanschlag!
Befolgen Sie die Anweisungen und beachten Sie die Sicherheitsvorschriften!

Bauen Sie die Schaltung nach Bild 1 auf und stellen Sie die angegebenen Ablenkkoefizienten ein!

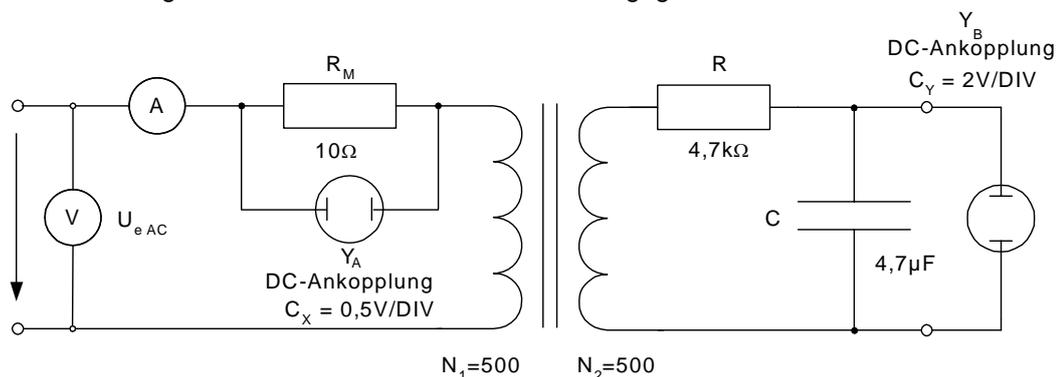
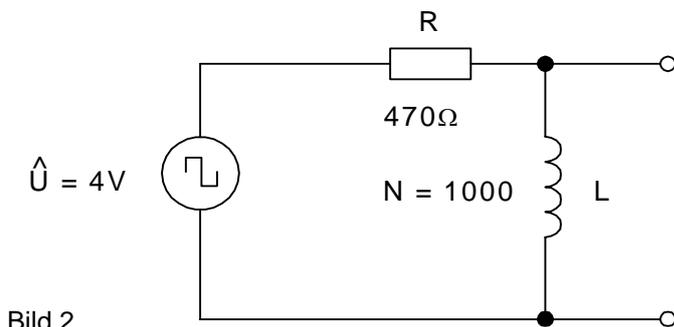


Bild1

- Stellen Sie die Spannung am Stelltrafo (Eingangsspannung der Messschaltung) auf **$U_e \text{ AC} = 40\text{V}$** ! **Achten Sie darauf, dass $U_e \text{ AC} = 40\text{V}$ nicht überschritten wird!** Übertragen Sie die Darstellung der Kennlinie $B = f(H)$ in Bild 4 auf das Arbeitsblatt! Nehmen Sie die Kommutierungskurve auf und tragen Sie diese ebenfalls in Bild 4 ein!

- Realisieren Sie einen Luftspalt im Eisenkern durch Einbringen eines Plastikstreifens mit $d=0,4\text{mm}$ und übertragen Sie die Darstellung der Kennlinie $B = f(H)$ in Bild 4!
(Verwenden Sie die gleiche Erregung wie beim Experiment ohne Luftspalt!)
Diskutieren Sie die Veränderungen im Kurvenverlauf der Kennlinien mit und ohne Luftspalt!
 - Ermitteln Sie aus der Kommutierungskurve für die in Tabelle 1 (Arbeitsblatt) vorgegebenen Werte der Magnetflussdichte B die zugehörigen Werte der magnetischen Feldstärke H .
Ermitteln Sie die Funktion $\mu_r = f(H)$ aus der Kommutierungskurve und geben deren Verlauf in einem Diagramm auf Millimeterpapier an.
 - Berechnen Sie die Induktivität L für eine magnetische Feldstärke von $H = 216\text{Am}^{-1}$.
Warum wurde bei der Berechnung von L ein Wert für die magnetische Feldstärke vorgegeben?
Diskutieren Sie den Verlauf $L = f(H)$.
 - Berechnen Sie unter Verwendung der konstruktiven Daten des Eisenkerns die Werte für den magnetischen Fluss und die Durchflutung und vervollständigen Sie das Tabelle 1.
 - Skizzieren Sie aus den gewonnenen Daten die Kennlinie $\Phi = f(\Theta)$ des Eisenkerns auf Millimeterpapier.
 - Berechnen Sie die Magnetflussdichte bei magnetischem Kurzschluss des magnetischen Kreises B_K bzw. B^* für $\Theta^* = 400\text{A}$.
Berechnen Sie aus B_K bzw. B^* den Kurzschlussfluss Φ_K bzw. Φ^* .
Tragen Sie in das Diagramm $\Phi = f(\Theta)$ die Kennlinie des aktiven Zweipols (Arbeitsgerade) ein.
 - Bestimmen Sie graphisch den magnetischen Fluss im Arbeitspunkt Φ_{Ap} , und die magnetischen Spannungsabfälle V_{Fe} und V_{Luft} .
 - Überprüfen Sie die Werte für V_{Fe} und V_{Luft} rechnerisch.
2. Ermitteln Sie die Funktionen $u_L = f(t)$ und $i_L = f(t)$ am RL-Hochpass mit Hilfe des Oszilloskopes!
Bauen Sie dazu die Schaltung nach Bild 2 auf und legen an den Eingang ein bipolares, rechteckförmiges Signal mit $\hat{U} = 4\text{V}$ und der in der Vorbereitung 8 errechneten Frequenz!
Wählen Sie die Ablenzfrequenz so, dass eine Halbperiode abgebildet wird!



- Verfahren Sie nach folgendem Algorithmus für :
die Aufnahme von $u_L = f(t)$:
 - Legen Sie die Abszisse auf die unterste Linie des Bildschirmrasters,
 - oszilloskopieren Sie die Ausgangsspannung u_L ,
 - bilden Sie die Reaktion auf eine positive Flanke ab (Triggerung),
 - Skalieren Sie die Achsen von Bild 5 auf dem Aufgabenblatt,
 - Übertragen Sie die Funktion $u_L = f(t)$ in Bild 5 auf dem Arbeitsblatt,
- die Aufnahme von $i_L = f(t)$:
 - oszilloskopieren Sie die Spannung u_R ,
 - Legen Sie den unteren Umkehrpunkt auf die unterste Linie des Bildschirmrasters,
 - bilden Sie die Reaktion auf eine positive Flanke ab (Triggerung),
 - Skalieren Sie die Achsen von Bild 6 auf dem Aufgabenblatt,
 - Übertragen Sie die Funktion $i_L = f(t)$ in Bild 6 auf das Arbeitsblatt,
- Ermitteln Sie τ und t_H aus der Funktion $u_L = f(t)$ und kontrollieren Sie die Ergebnisse mathematisch! Berechnen Sie die Abweichungen und vervollständigen Sie Tabelle 2.

Versuch 5 / Magnetisches Feld / Magnetischer Kreis

Kennlinie $B = f(H)$

$C_H = \dots\dots\dots \text{Am}^{-1}/\text{DIV}$

$C_B = \dots\dots\dots \text{T}/\text{DIV}$

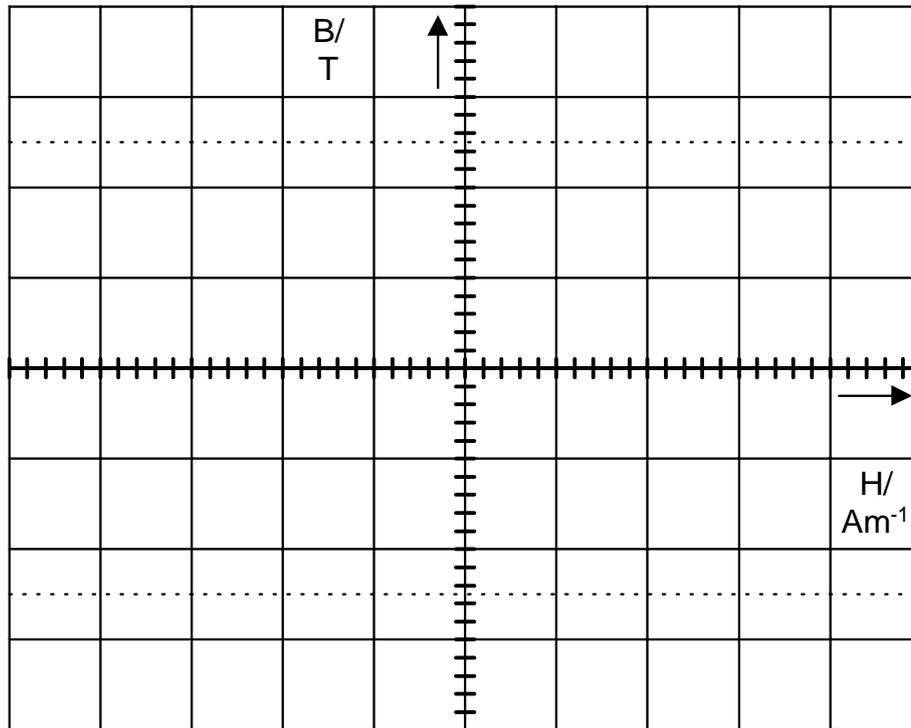


Bild 4

B/T	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,84	Gleichung
H/Am ⁻¹								
Φ/Wb								
Θ/A								

Tabelle 1

Zeitfunktionen am RL-Hochpass

$u_L = f(t)$

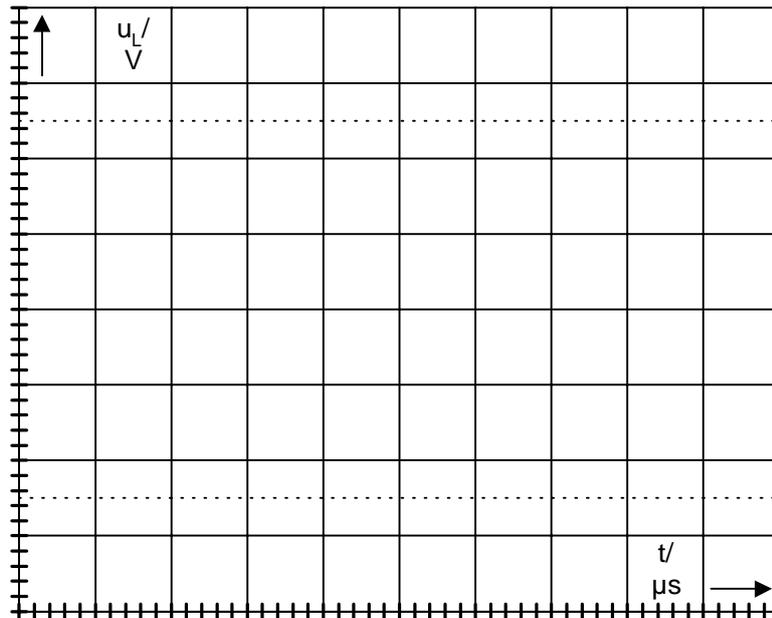


Bild 5

	graphisch	mathematisch	$\frac{\Delta X}{X}/\%$ Gleichung	$\frac{\Delta X}{X}/\%$ Werte
τ				
t_H				

Tabelle 2

$i_L = f(t)$

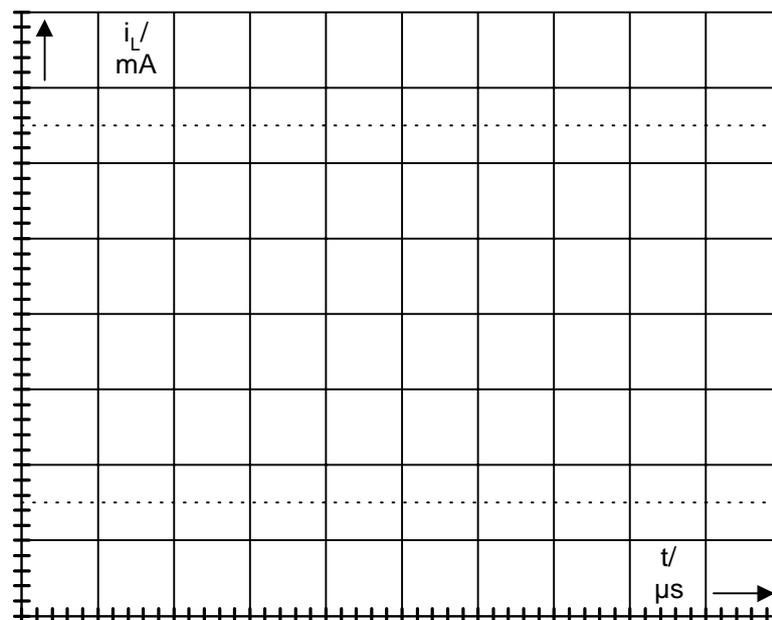


Bild 6