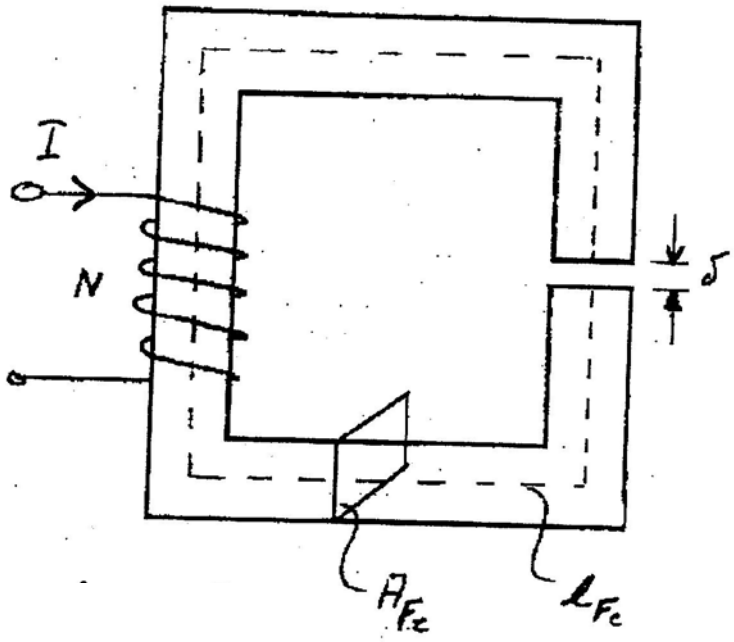
Grundgebiete der Elektrotechnik 3
Übungsklausur: 13.01.2026

1. Aufgabe

Magnetischer Kreis



Eine Spule (N = 100 Windungen) ist wie dargestellt um einen Eisenkern gewickelt (μ_r = 1000). Der Querschnitt des Eisenkerns beträgt durchgehend A_{FE} = 12 cm^2 , seine mittlere Länge ist l_{FE} = 28 cm. Diese Länge soll als konstant und unabhängig von der Länge des Luftspalts δ angesehen werden. Streuung und Randeffekte sollen vernachlässigt werden.

1.1 Berechnen Sie den gesamten magnetischen Widerstand des magnetischen Kreises als Funktion der Luftspaltlänge δ.

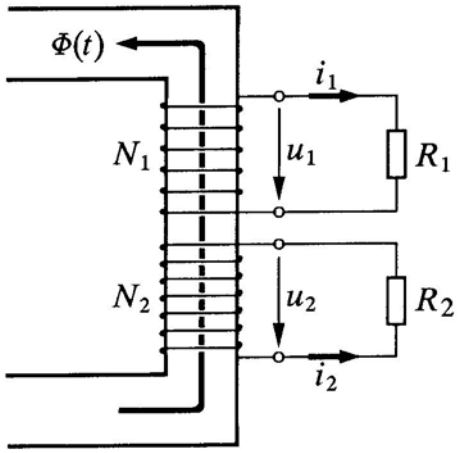
1.2 Berechnen Sie die Induktivität L des magnetischen Kreises als Funktion der Luftspaltlänge δ. Zeichen Sie L = f(δ) im Bereich 0,5 mm $\leq$ δ $\leq$ 4 mm (l_{FE} = konstant = 28 cm). (Hinweis: Berechnen Sie L z.B. für die Luftspaltlängen δ = 0,5 / 1 / 2 / 3 / 4 mm)

1.3 Berechnen Sie den Strom I für eine Luftspaltlänge δ = 1 mm, wenn der magnetische Fluss im Luftspalt 0,1 mVs beträgt.

1.4 Berechnen Sie die mittlere magnetische Feldstärke im Eisen und im Luftspalt für δ = 1 mm (das magnetische Feld soll über den Querschnitt A_{FE} als konstant angesehen werden).

2. Aufgabe

Induktion



Nebenstehend ist ein Teil eines magnetischen Kreises dargestellt, der von einem magnetischen Wechselfluss durchflossen wird:

$$\Phi(t) = \hat{\Phi} \cdot \cos(\omega t) \quad mit \quad \hat{\Phi} = 1{,}91 \cdot 10^{-3} Vs$$

$N_1 = 210$	$R_1 = 42\ \Omega$
$N_2 = 280$	$R_2 = 56\ \Omega$

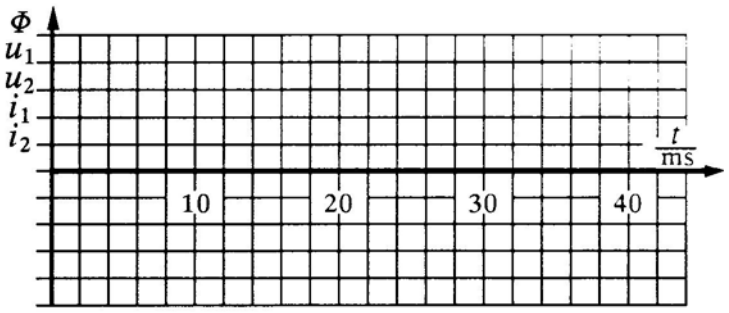
Die Frequenz beträgt f = 50 Hz. Der Drahtwiderstand der beiden Spulen ist vernachlässigbar klein.

Man beachte den Wicklungssinn der beiden auf den Eisenkern aufgewickelten Spulen und die Richtungen der eingetragenen Zählpfeile!

2.1 Berechnen Sie die Spannungen $u_1(t)$ und $u_2(t)$ sowie die Ströme $i_1(t)$ und $i_2(t)$.

2.2 Tragen Sie die zeitlichen Verläufe der Funktionen $\Phi(t)$, $u_1(t)$, $u_2(t)$, $i_1(t)$ *und* $i_2(t)$ in das vorbereitete Diagramm (rechts) ein.

2.3 Geben Sie die Effektivwerte dieser fünf Größen an und stellen Sie die komplexen Effektivwertzeiger $\underline{\Phi}$, $\underline{U}_1$, $\underline{U}_2$, $\underline{I}_1$, $\underline{I}_2$ in einem Zeigerdiagramm dar.



3. Aufgabe

Skin Effekt

Eine Eisenstange mit kreisförmigem Querschnitt (Durchmesser d = 3 cm; Permeabilitätszahl μ_r = 5000; Leitfähigkeit $\kappa = 10^7$ S/m) wird als Starkstromleitung verwendet (f = 50 Hz).

3.1 Bestimmen Sie die Eindringtiefe δ.

3.2 Zur Zeit t = 0 sei die Stromdichte an der Oberfläche des Leiters maximal. In welchen Tiefen x_1 und x_2 liegen die ersten beiden Nullstellen der Stromdichte für t = 0?

3.3 Aus Gründen der Materialersparnis soll die Stange durch ein Rohr mit gleichem Außendurchmesser ersetzt werden. Wie dick muss die Wandstärke x_3 dieses Rohres sein, damit der ohmsche Widerstand bei 50 Hz um nicht mehr als 1% von dem Wert der massiven Stange abweicht?