

DHBW-Mosb ELTRO1 Klausur 2018/11 Bayer MUSTERLÖSUNG r1.3.0

DHBW Mosbach · MT17B
Elektronik 1 (ELTRO1) · Klausur 2018/11 · Bayer

Matrikel-Nr.:

Blatt 1 / 11

Aufgabenblätter
inkl. Deckblatt

11

Anzahl
Lösungsbogen

DHBW Mosbach

Elektronik 1 (ELTRO1)
MT17B, Bayer

Rev. 1.3.0

Klausur 2018/11

Dozent Dipl.-Ing. FH Rainer Bayer

Datum 19.11.2018

Matrikelnummer auf jedem Blatt/Bogen (Aufgaben und Lösungen) in der Kopfzeile eintragen

Studienjahrgang MT17B

Hilfsmittel Taschenrechner, Formelsammlung 2 Seiten

Zeit 120 min

Bewertung Punktzahl 100%

Erreichte Punktzahl

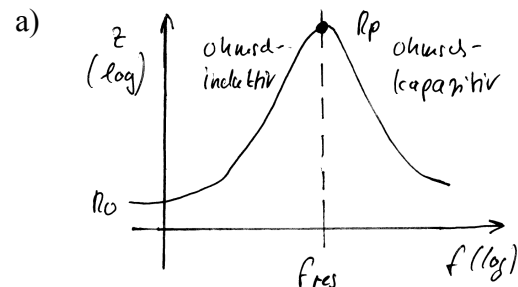
Datum, Signum

Ergebnis

Aufg.	Thema	Blatt	a)	b)	c)	d)	e)	f)	Σ
1	Realer Widerstand	2	6	6	6	2			20
2	Technische Spule	3-4	6	6	2	4			18
3	Realer Kondensator (DC)	5	3	7					10
4	Realer Kondensator (AC)	6	4	1	2	5	2		14
5	Z-Diode	7-8	5	2	7	6			20
6	Mehrwicklungs-drossel	9	4	6					10
7	Magnetischer Kreis	10-11	1	2	7	10			20
Anmerkungen									112

1 Realer Widerstand

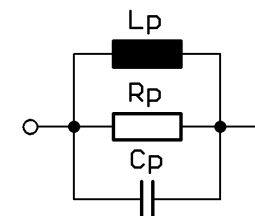
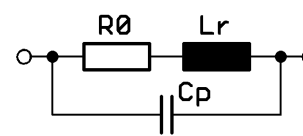
20



Typ. Verlauf der Impedanz $|Z|$ eines Widerstands mit $100 \Omega \leq R_0 \leq 1 \text{ k}\Omega$ in doppelt-log. Darstellung

Lsg-Abb. 1.1

b)



Lsg-Abb. 1.2: Vereinfachtes, physikalisch begründetes ESB

Lsg-Abb. 1.3: Vereinfachtes ESB in Parallelstruktur

c) Bei technischen Wid. ist $L_p \cong L_r := L$; $R_p \gg R_0$

– DC: $Z = R_0 = 562 \Omega$

– bei $0,1 \cdot f_{\text{res}}$ ist $X_{Cp} \gg X_L \rightarrow Z^2 = R_0^2 + (\omega L)^2$

$$\omega L = \sqrt{Z^2 - R_0^2} = \sqrt{830^2 + 562^2} \Omega = 611 \Omega$$

$$L = \frac{611}{2\pi \cdot 22,5 \cdot 10^3} \text{ H} = 4,32 \text{ mH}$$

– $Z_{\text{max}} = R_p \leftrightarrow f_{\text{res}}; f_{\text{res}} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C_p}}$

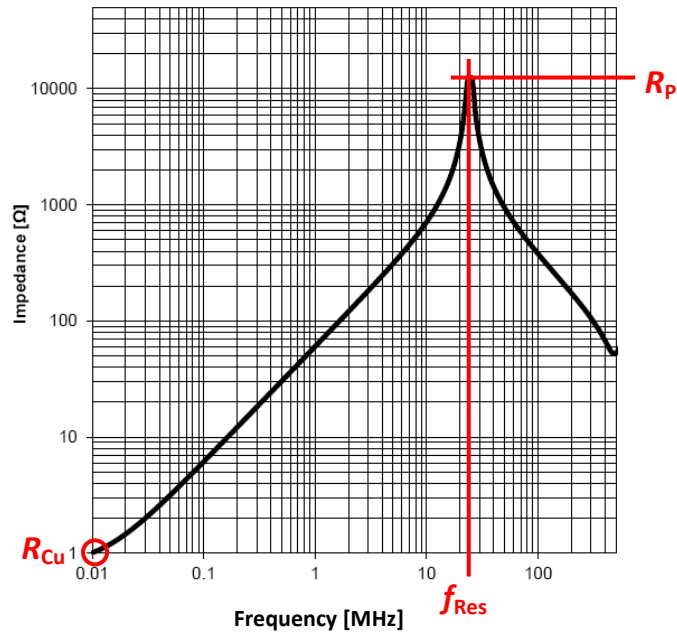
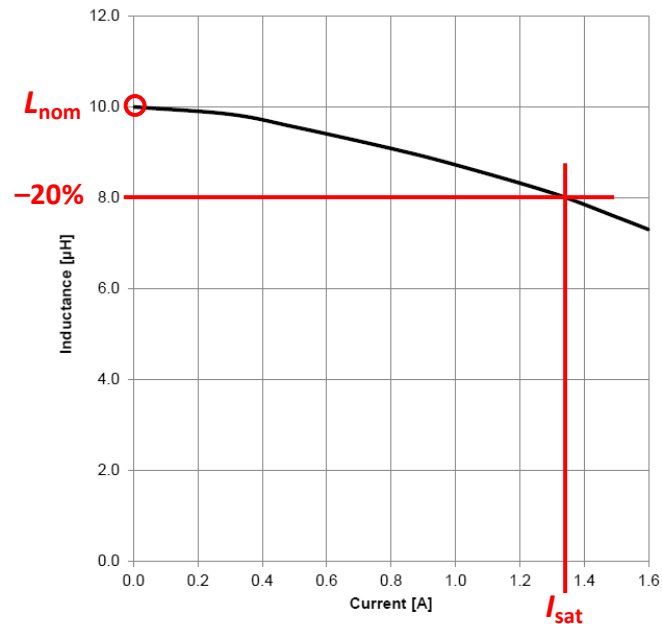
$$C_p = \frac{1}{(f_{\text{res}} \cdot 2\pi)^2 \cdot L} = \frac{1}{(225 \cdot 10^3 \cdot 2\pi)^2 \cdot 4,32 \cdot 10^{-3}} \text{ F} = 116 \text{ pF}$$

d) Kurvenform: Harmonisch (Sinus); Offset: null

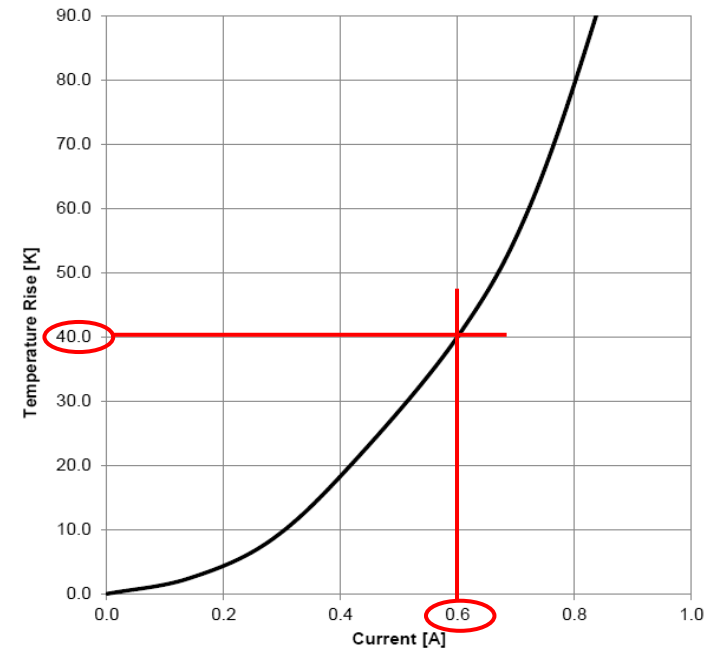
2

2 Technische Spule

18

Lsg-
Abb. 2.1Lsg-
Abb. 2.2

2 Technische Spule (fortgesetzt 1)

Lsg-
Abb. 2.3a) Lsg-Abb. 2-2: $L_{\text{nom}} = 10 \mu\text{H}$ Lsg-Abb. 2-1: $f_{\text{res}} \approx 27 \text{ MHz}$; $R_P \approx 14 \text{ k}\Omega$ Lsg-Abb. 2-2: $R_{\text{Cu}} < 1 \Omega$

6

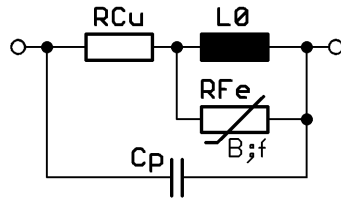
– weiter auf dem nächsten Blatt –

2 Technische Spule (fortgesetzt 2)

- b) – Lsg-Abb. 2.3: Spule mit Kern. $B = f(H)$ mit $\mu_R \rightarrow 1$ für hohe Beträge von H resultiert in $L \downarrow$ für $I \uparrow$ 6

– (Lsg-Abb. 2.2) „Sättigung“

– ESB:



Lsg-Abb. 2.4

- Lsg-Abb. 2.3: $L_{\text{nom}} - 20\% = 8 \mu\text{H}$; $I_{\text{sat}} = 1,35 \text{ A}$

- c) Lsg-Abb. 2.3: $I_r = 0,6 \text{ A}$ ($\Delta T = 40 \text{ K}$) 2

- d) Eisenverlustwiderstand R_{Fe} 4

I. Wirbelstromverluste

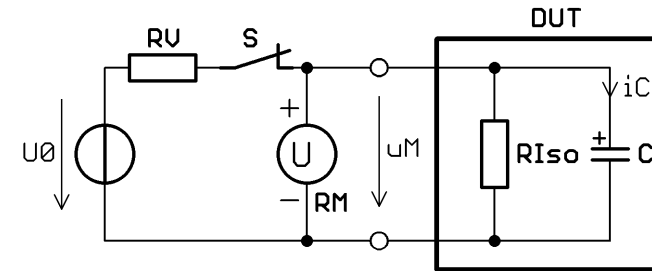
→ Isolation der Kernbleche /
Nichtleitende Bindemittel bei Ferriten

II. Hysteresen-/Ummagnetisierungsverluste

→ Weichmagnetisches Eisen
(schmale Hystereseschleife)

3 Kondensator 1

10



Lsg-Abb. 3

- a) s. Lsg-Abb. 3 3

- b) 1 unabhängiger Energiespeicher (C) – es gilt die Lösung der Differentialgleichung 1. O. mit konstanten Koeffizienten: 7

$$s(t) = [s(0) - s(\infty)] \cdot \exp\{-t / \tau\} + s(\infty)$$

Der Schaltvorgang beginnt beim Öffnen von S ($t = 0$).

Hier: $u_C(0) = U_N$; $u_C(\infty) = 0$; $\tau = R_i \cdot C$; $R_i = R_{Iso} \parallel R_M$

$$t^* = 60 \text{ s}; u_C(t^*) / U_N = 0,97$$

$$\rightarrow u_C(t^*) = U_N \cdot \exp\{-t^* / \tau\}$$

„Entladekurve Spannung auf den Wert 0“

$$t^* / \tau = -\ln \frac{u_C(t^*)}{U_N} = -\ln(0,97)$$

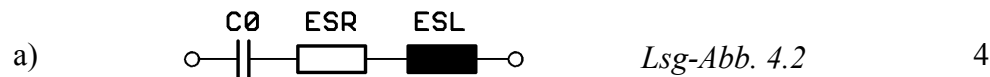
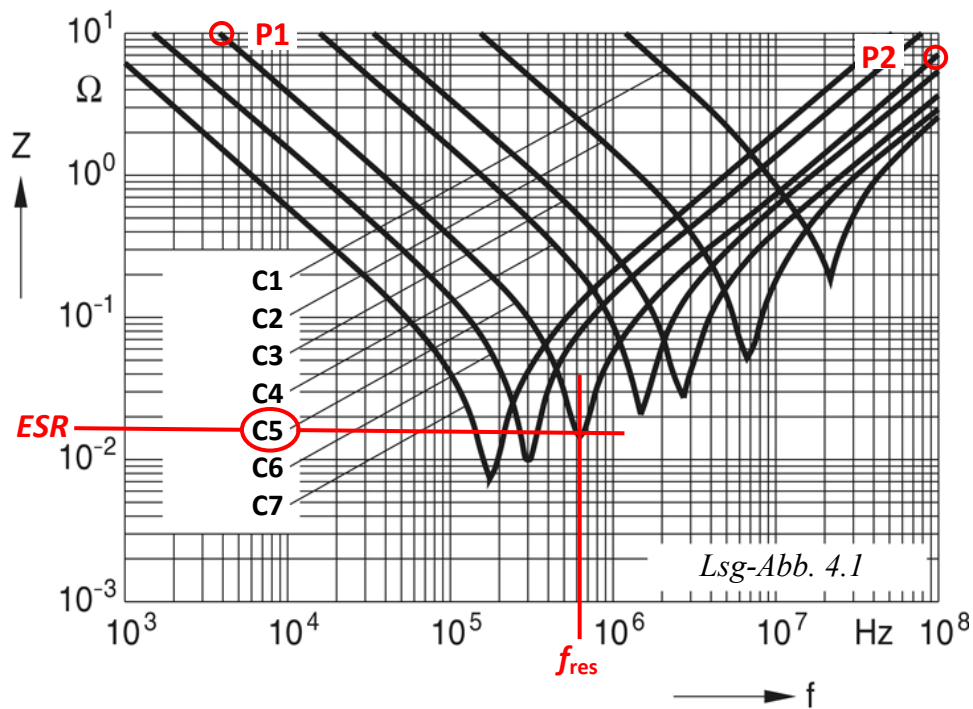
$$\tau = -\frac{t^*}{\ln(0,97)} = -\frac{60 \text{ s}}{\ln(0,97)} = 1,97 \cdot 10^3 \text{ s}$$

$$R_i = \frac{\tau}{C} = \frac{1,97 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^{-6}} \Omega = 197 \text{ M}\Omega$$

$$R_{Iso} = \frac{1}{\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_M}} = \frac{1}{\frac{1}{197 \text{ M}\Omega} - \frac{1}{500 \text{ M}\Omega}} = 325 \text{ M}\Omega$$

4 Kondensator 2

14



b) Kondensator C5 1

c) ESR = $Z_{\min} \cong 14 \text{ m}\Omega$ 2

d) P1 auf ohmsch-kapazitivem Ast: P1 = (4 kHz | 10 Ω) 5

$$\underline{C_0} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{1}{2\pi \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 10} \text{ F} \cong 4 \text{ } \underline{\underline{\mu\text{F}}}$$

P2 auf ohmsch-induktivem Ast: P2 = (100 MHz | 7 Ω)

$$\underline{ESL} = \frac{X_L}{2\pi \cdot f} = \frac{7}{2\pi \cdot 100 \cdot 10^6} \text{ H} \cong 11 \text{ } \underline{\underline{\text{nH}}}$$

4 Kondensator 2 (fortgesetzt)

ESL über f_{res} :

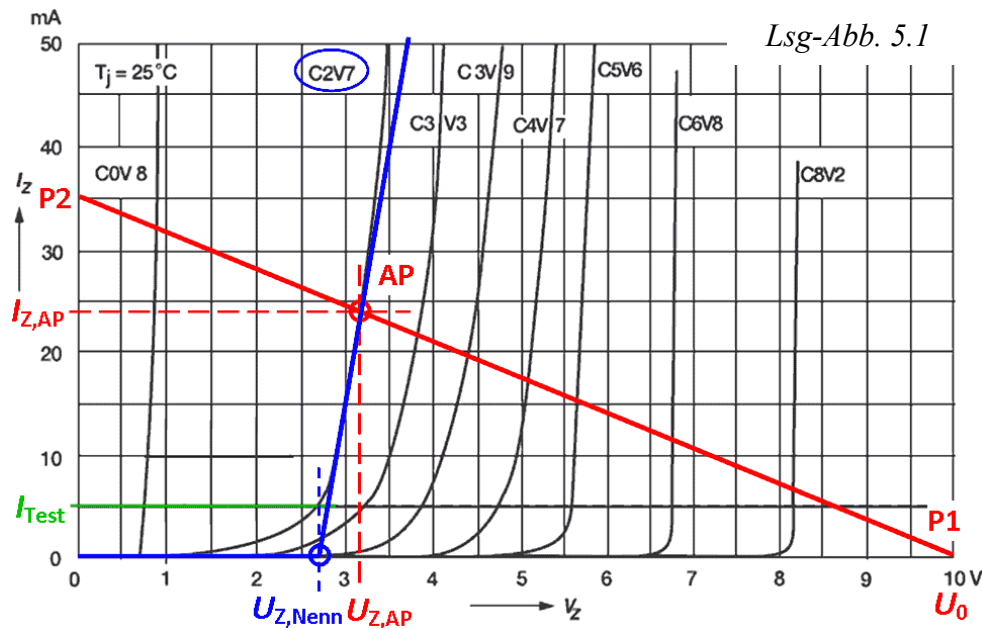
$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{ESL \cdot C_0}}$$

$$\underline{ESL} = \frac{1}{(2\pi \cdot f_{\text{res}})^2 \cdot C_0} = \frac{1}{(2\pi \cdot 0,63 \cdot 10^6)^2 \cdot 4 \cdot 10^{-6}} \text{ H} \cong 16 \text{ } \underline{\underline{\text{nH}}}$$

e) $P = I_{\text{eff}}^2 \cdot ESR = (1,5 \text{ A})^2 \cdot 14 \text{ m}\Omega = 31,5 \text{ mW}$ 2

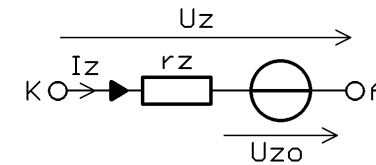
5 Z-Diode

20



- a) $\underline{P1} = (U_0 | 0) = (10 \text{ V} | 0)$ 5
 $\underline{P2} = (0 | U_0 / R_V) = (0 | 10 \text{ V} / 286 \Omega) = (0 | 35 \text{ mA})$
 AG und AP s. Lsg-Abb. 5.1; $\underline{AP} = (3,15 \text{ V} | 23,5 \text{ mA})$
- b) Abgel. aus Lsg-Abb. 5.1: $(U_{Z,Nenn} | I_{Z,Test}) \rightarrow \underline{I_{Z,Test} = 5 \text{ mA}}$ 2
- c) Aus ESB Knickkennlinie (siehe auch Lsg-Abb. 5.2): $(U_{Z0} | 0)$; 7
 lt. Spezifikation: $(U_{Z,Nenn} | I_{Z,Test})$
 $\rightarrow U_{Z,Nenn} > U_{Z0}$; hier laut Aufgabenstellung Näherung $(U_{Z,Nenn} | 0)$
 – Siehe Lsg-Abb. 5.1 oben
 – Siehe Lsg-Abb. 5.2 recht.
- $\underline{r_Z} = \left| \frac{\Delta U_{Z,AP}}{\Delta I_{Z,AP}} \right| = \frac{U_{Z,AP} - U_{Z,Nenn}}{I_{Z,AP} - 0} = \frac{(3,15 - 2,7) \text{ V}}{23,5 \text{ mA}} = \underline{19,1 \Omega}$

5 Z-Diode (fortgesetzt)



Lsg-Abb. 5.2

$$d) \underline{R_{Z,AP}} = \frac{U_{Z,AP}}{I_{Z,AP}} = \frac{3,15 \text{ V}}{23,5 \text{ mA}} = \underline{134 \Omega}$$

6

$$- P_{ZD} = I_{Z,AP}^2 \cdot R_{Z,AP} + \frac{\hat{I}^2}{2} \cdot r_Z$$

$$P_{ZD} = (23,5 \text{ mA})^2 \cdot 134 \Omega + \frac{(7,5 \text{ mA})^2}{2} \cdot 19,1 \Omega$$

$$\underline{P_{ZD}} = \underbrace{74,00 \text{ mW}}_{\text{AP (DC)}} + \underbrace{0,5372 \text{ mW}}_{\text{Aussteuerung (AC)}} = \underline{74,54 \text{ mW}}$$

$$- P_{RV} = \left[I_{Z,AP}^2 + \frac{\hat{I}^2}{2} \right] \cdot R_V$$

$I_{\text{eff,ges}}^2$

$$P_{RV} = \left[(23,5 \text{ mA})^2 + \frac{(7,5 \text{ mA})^2}{2} \right] \cdot 286 \Omega$$

$$\underline{P_{RV}} = \underbrace{157,9 \text{ mW}}_{\text{AP (DC)}} + \underbrace{8,044 \text{ mW}}_{\text{Aussteuerung (AC)}} = \underline{165,9 \text{ mW}}$$

6 Mehrwicklungsdrossel**10**

- a) Die Koppelmatrix **K** ist gegeben als symmetrische Matrix. Die Hauptdiagonalelemente besitzen sämtlich den Wert 1. 4

$$\mathbf{K} = \begin{vmatrix} 1 & 0,940 & 0,900 \\ 0,940 & 1 & 0,920 \\ 0,900 & 0,920 & 1 \end{vmatrix}$$

- b) Die Gegeninduktivitätsmatrix **M** ist damit ebenfalls symmetrisch; es gilt mit den Indizes $Z = \text{Zeile}$ und $S = \text{Spalte}$: 6

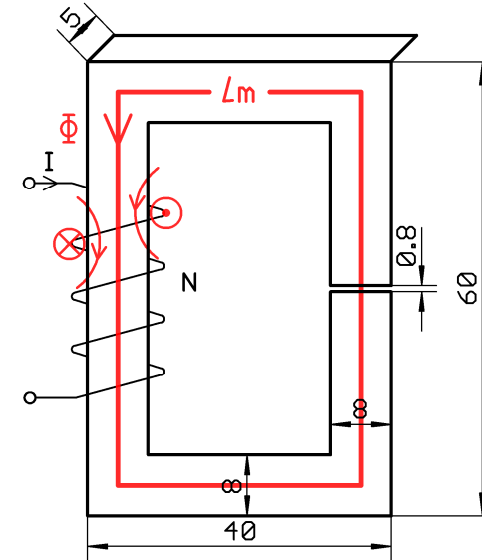
$$M_{ZS} = k_{SZ} \cdot \sqrt{L_S} \cdot \sqrt{L_Z}$$

Die Hauptdiagonalelemente von **M** entsprechen damit den Induktivitäten L_i :

$$\mathbf{M} = \begin{array}{c|ccc} & L_1 & L_2 & L_3 \\ \hline L_1 & 2,10 & 2,02 & 1,98 \\ L_2 & 2,02 & 2,20 & 2,07 \\ L_3 & 1,98 & 2,07 & 2,30 \end{array} \text{ mH}$$

7 Magnetischer Kreis**20**

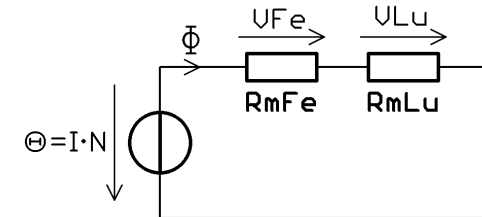
- a);
b)



Richtung von Φ
über Stromrichtung
und Rechte-Hand-
Regel

Lsg-Abb. 7.1

- c)



Lsg-Abb. 7.2

- d) $\delta = 0,8 \text{ mm} = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ 10

$$l_{m,Fe} \gg \delta \rightarrow$$

$$l_{m,Fe} \cong 2 \cdot [(40 - 2 \cdot 4) + (60 - 2 \cdot 4)] \text{ mm} = 0,168 \text{ m}$$

$$A_{Lu} = A_{Fe} := \underline{A} = 8 \cdot 5 \cdot \text{mm}^2 = 40 \text{ mm}^2 = 40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$B_{Lu} = B_{Fe} := \underline{B} = 1,22 \text{ Vs/m}^2$$

$$\underline{I} = 2 \text{ A}$$

– weiter auf dem nächsten Blatt –

7 Magnetischer Kreis (fortgesetzt)

$$R_{m,Lu} = \frac{\delta}{\mu_0 \cdot \mu_r \cdot A}$$

$$R_{m,Lu} = \frac{0,8 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} \text{ A/Vs} = \underline{15,92 \cdot 10^6 \text{ A/Vs}}$$

abgelesen aus Afg-Abb. 7.2, Kurve Elektroblech:

$$B_{Fe} = 1,22 \text{ T} \rightarrow \underline{H_{Fe} = 400 \text{ A/m}} \rightarrow \underline{\mu_0 \cdot \mu_{r,Fe} = \frac{1,22}{400} \cdot \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}}$$

$$\underline{R_{m,Fe}} = \frac{l_{m,Fe}}{\mu_0 \cdot \mu_{r,Fe} \cdot A} = \frac{0,168}{\frac{1,22}{400} \cdot 40 \cdot 10^{-6}} \text{ A/Vs} = \underline{1,377 \cdot 10^6 \text{ A/Vs}}$$

$$R_{m,ges} = R_{m,Fe} + R_{m,Lu}$$

$$\underline{R_{m,ges}} = (1,377 + 15,92) \cdot 10^6 \text{ A/Vs} = \underline{17,30 \cdot 10^6 \text{ A/Vs}}$$

$$R_{m,ges} = \frac{\Theta}{\Phi} = \frac{I \cdot N}{B \cdot A} \rightarrow$$

$$\underline{N} = \frac{R_{m,ges} \cdot B \cdot A}{I} = \frac{17,30 \cdot 10^6 \cdot 1,22 \cdot 40 \cdot 10^{-6}}{2} = \underline{\underline{422}} \text{ (Wdg)}$$

– diese Seite ist absichtlich leer –