

Messprotokoll Versuch TRA

1. Allgemeines

- Ort: Universität Bayreuth, NWII
- Raum: 2.1.02.669
- Datum: 23.10.2020
- Startzeit: 09:15
- Gruppe: 3
- (Auswerteperson: Paul Schwanitz) ^{*)}
- Messperson: Dominik Müller
- Protokollperson: Anna-Maria Player
- Einziger Arbeitsplatz im Raum

*) Ausfall wegen Quarantäne

⇒ Auswertung als Team

2. Verwendete Geräte

- Digitalmultimeter (Ampere)

seriennummer: MY 56180168

Fehler (Bereich 5A): Auflösung: 0,1mA

Präzision: 0,25% + 5

kleinste Einheit

- Digitalmultimeter (Volt)

seriennummer: MY 56080029

Fehler (Bereich 500mV): Auflösung: 10µV

Präzision: 0,02% + 4

- Netzteil

seriennummer: ELUB 1/153-3

- Widerstandsdekade

seriennummer: 76. 2462

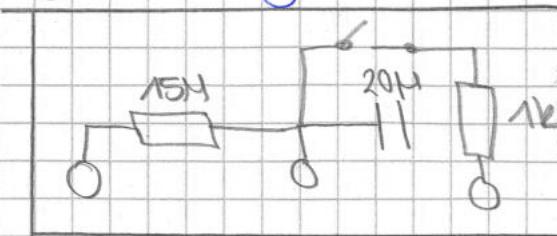
Fehler: 1% des eingestellten Messwertes

- Widerstand: 10Ω

$P = 5W$, Nachmessung: $11,72\Omega$

Präzision: 0,1% + 5, Auflösung: $10m\Omega$

- Integrationsglied: $T = 299s$



Angaben in Ω

• Spule 1:

Inventarnummer: 4398

Windungen: $n = 1000$

Widerstand: ca. $9,5\Omega$

Fehler: grobe Abschätzung 1.1.

$$L = 0,044 \text{ H}$$

max. $1,25 \text{ A}$

• Spule 2:

Nummer: 56217

$$n = 2300$$

max. 10000 V max $0,02 \text{ A}$

$$L \approx 20 \text{ H}$$

• Spule 3:

Inventarnummer: 4393

Windungen: $n = 1000$

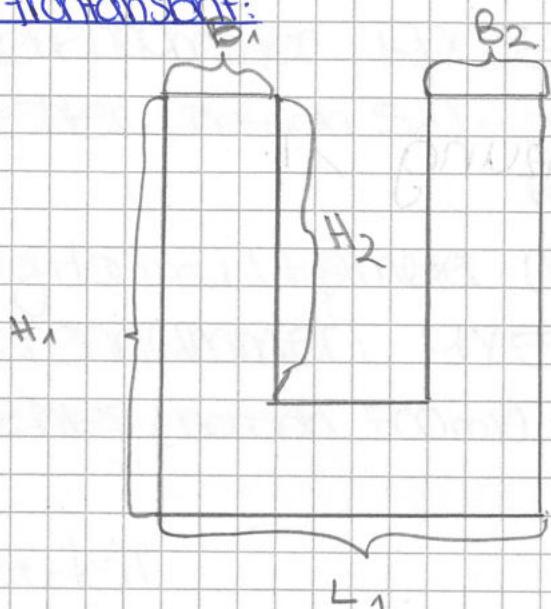
Widerstand: ca. $9,5\Omega$

$$L = 0,044 \text{ H}$$

max. $1,25 \text{ A}$

Ein U-förmiger Eisenkern mit Joch aus
gebläftem Transformatorkleinteil

U-Frontansicht:



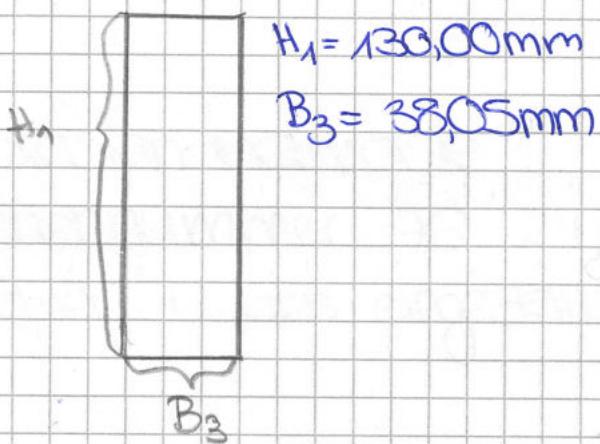
$$B_1 = B_2 = 40,00 \text{ mm}$$

$$L_1 = 150,00 \text{ mm}$$

$$H_1 = 130,00 \text{ mm}$$

$$H_2 = 90,00 \text{ mm}$$

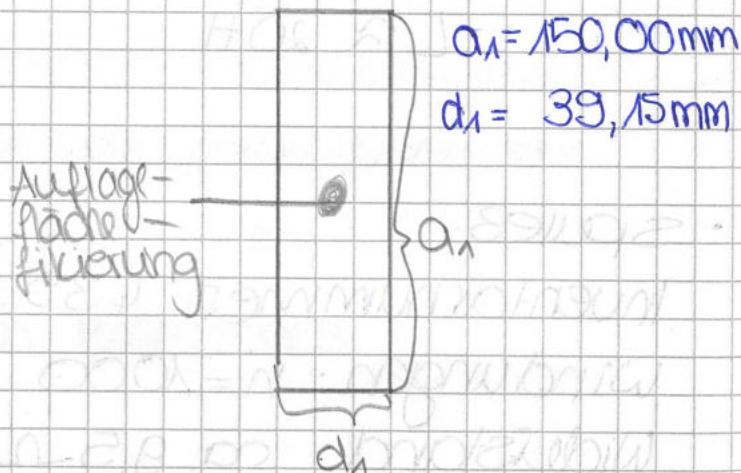
U-Seitenansicht:



$$H_1 = 130,00 \text{ mm}$$

$$B_3 = 38,05 \text{ mm}$$

Joch - Seitenansicht



$$a_1 = 150,00 \text{ mm}$$

$$d_1 = 39,15 \text{ mm}$$

gemessen mit Messschlüssel

Nummer wurde nicht angegeben

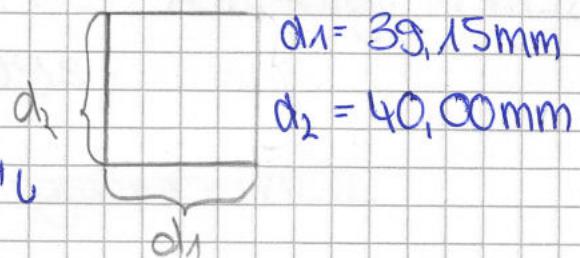
Fehler: Ablesefehler: $0,05 \text{ mm}$

$$\Delta l = 0,05 \text{ mm} + 1 \cdot 10^{-4} l$$

Δl ist der Restfehler,

l ist die gemessene Länge

Joch - Frontansicht



$$d_1 = 39,15 \text{ mm}$$

$$d_2 = 40,00 \text{ mm}$$

3. Hysteresekurve von Trafoblech

3.1. Skizze



Der Versuch wird nach obigen Schaltbild aufgebaut.
Es werden hierbei zwei Spulen mit
den Windungszahlen $N_1 = 1000$ und $N_2 = 23.000$
für den Transformator benutzt.

3.2. Messung des Stroms durch Primärspule

Wie aus dem Schaltbild ^(3.1) ersichtlich,
wird zwischen Spule 1 und Spannungssteiler (Netzteil)
ein Digitalmultimeter gebaut eingebaut und
der Sekundärkreislauf der Spule 2 ist
offen. Gemessen wird der Strom durch die
Primärspule mithilfe des Digitalmultimeters
(Ampere), bei diesem ist Autorange deaktiviert.
Der Str. Die Stromstärke wird für alle
Schalterstellungen des Netzteils (0 bis 11),
gemessen.

Schalterstellung

0

1

2

Spannung in V

0

0,1

Strom in A

0

0

Schalterstellung

Strom in mA

Spannung
in V

0

0,0374

0

1

8,9415

0,1

2

16,8459

0,2

3

33,6346

0,4

4

58,96

0,7

5

83,51

1,0

6

124,64

1,5

7

165,74

2,0

8

248,97

3,0

9

331,67

4,0

10

414,64

5,0

11

693,70

7,0

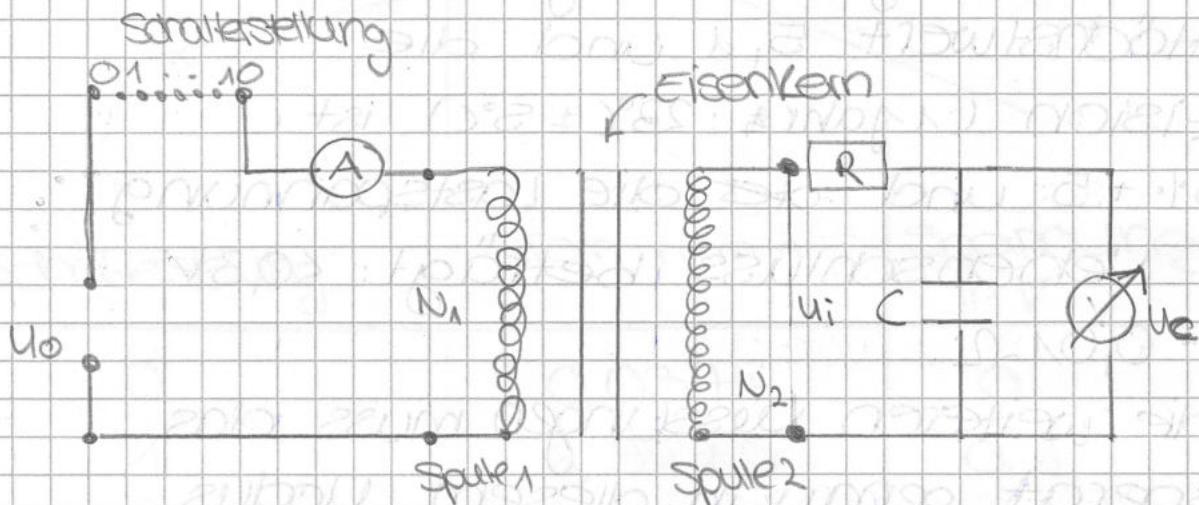
Für den weiteren Verlauf stellen wird das Tischmultimeter auf den Messbereich bis 5A eingestellt.

Die Auflösung beträgt $100 \mu\text{A}$, der Höchstwert 5,1 und die Präzision (1 Jahr : $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$) ist 0,25% + 5 und die Lastspannung und Niederschluss beträgt: <0,3V und 0,01Ω.

Für die weiteren Messungen muss das Messgerät, genau in diesem Modus eingestellt werden, da durch Änderung des Messbereichs kurzzeitig der Strom nicht konstant fließt und somit würde sich die Messwerte nicht mehr auf der Hysteresekurve befinden.

3.3 Messung der Hysteresekurve und Neukurve

Skizze:



Zuerst wird die Neukurve bestimmt indem man jeweils die Stromstärke I und Spannung U_C unter schrittweise für jede Schalterstellung (0 bis 11) misst. Nachdem der maximal Wert der Spannung erreicht wird, wird der Kondensator kurzgeschlossen, damit sich dieser entlädt.

Ausgehend von Schalterstellung 11 wird der Strom nun in Stufen bis zur Stellung 0 erniedrigt, das Ausgang umgepolzt und weiter bis „-11“ erniedrigt. Anschließend wird der Strom wieder von -11 bis 11 durchschalten und umpolten. Anschließend wird der Strom wieder von -11 bis 11 wieder erhöht. Dies wiederholt man noch einmal.

Der Zahn Eisenkern wird entmagnetisiert, indem man die Wechselspannung auf 12V aufdreht und langsam OV zurück dreht, dies ist wichtig für die Bestimmung der Neukurve. Die Entmagnetisierung wird überprüft indem man versucht das Zahn abzugeben, wenn dies relativ leicht (also abgesehen von der Schwerkraft) funktioniert kann der Kern als entmagnetisiert angesehen werden

a) Vierkurve (Nessung 1)

schalter- stellung	angelegte Spannung in V	stromstärke in A	gemessene Spannung in V
11	7,0	0,6401	$6,77 \cdot 10^{-3}$
10	5,0	0,4513	$5,11 \cdot 10^{-3}$
9	4,0	0,3585	$7,61 \cdot 10^{-3}$
8	3,0	0,2669	$12,85 \cdot 10^{-3}$
7	2,0	0,1771	$10,85 \cdot 10^{-3}$
6	1,5	0,1331	$18,56 \cdot 10^{-3}$
5	1,0	0,0891	$19,05 \cdot 10^{-3}$
4	0,7	0,0629	$36,13 \cdot 10^{-3}$
3	0,4	0,0355	$23,8 \cdot 10^{-3}$
2	0,2	0,0180	$2,03 \cdot 10^{-3}$
1	0,1	0,0092	$1,18 \cdot 10^{-3}$
0	0	0,0004	$0,03 \cdot 10^{-3}$

hier wird von 0 bis 11 gemessen.

b) Hysteresekurve (Messung 1)

Schaltstellung	angelegte Spannung in V	Strom in A	gemessene Spannung in mV
11	7,0	0,6401	6,77
10	5,0	0,4485	-4,05
9	4,0	0,3598	-2,85
8	3,0	0,2703	-4,22
7	2,0	0,1804	-6,81
6	1,5	0,1358	-5,23
5	1,0	0,0100*	-7,76
4	0,7	0,0643	-6,99
3	0,4	0,0363	-11,23
2	0,2	0,0184	-11,18
1	0,1	0,0094	-7,67
0	0	0,0003	-9,62
-1	-0,1	-0,0086	-1,270
-2	-0,2	-0,0176	-18,30
-3	-0,4	-0,0355	-49,19
-4	-0,7	-0,0635	-57,77
-5	-1,0	-0,0902	-30,26
-6	-1,5	-0,1349	-26,46
-7	-2,0	-0,1797	-14,03
-8	-3,0	-0,2693	-15,01
-9	-4,0	-0,3605	-8,29
-10	-5,0	-0,4493	-5,35
-11	-7,0	-0,6301	-7,23

* 0,1000
versprochen
der Auswerte-
person

Fortsæzung

Schalterstellung	spannung in v	Strom in A	gemessene Spannung in mV
- 10	- 5,0	- 0,4612	3,48
- 9	- 4,0	- 0,3689	2,80
- 8	- 3,0	- 0,2774	4,14
- 7	- 2,0	- 0,1849	6,63
- 6	- 1,5	- 0,1390	5,14
- 5	- 1,0	- 0,0929	7,66
- 4	- 0,7	- 0,0654	6,81
- 3	- 0,4	- 0,0366	11,25
- 2	- 0,2	- 0,0182	11,36
- 1	- 0,1	- 0,0089	7,97
0	0	0,0003	10,14
1	0,1	0,0096	13,64
2	0,2	0,0189	20,14
3	0,4	0,0373	53,03
4	0,7	0,0662	57,19
5	1,0	0,0937	28,83
6	1,5	0,1400	25,03
7	2,0	0,1860	13,35
8	3,0	0,2788	14,48
9	4,0	0,3700	7,89
10	5,0	0,4580	5,14
11	7,0	0,6468	6,82

a) Naukurve : 2 Messung

Schalterstellung	Spannung in V	Strom in A	gemessene Spannung in mV
0	0	0,0004	0,01
1	0,1	0,0095	3,58
2	0,2	0,0187	5,75
3	0,4	0,0366	21,96
4	0,7	0,0650	43,23
5	1,0	0,0920	22,08
6	1,5	0,1373	20,10
7	2,0	0,1822	11,08
8	3,0	0,2726	12,78
9	4,0	0,3654	7,63
10	5,0	0,5489	5,81 5,18
11	7,0	0,6577	6,87

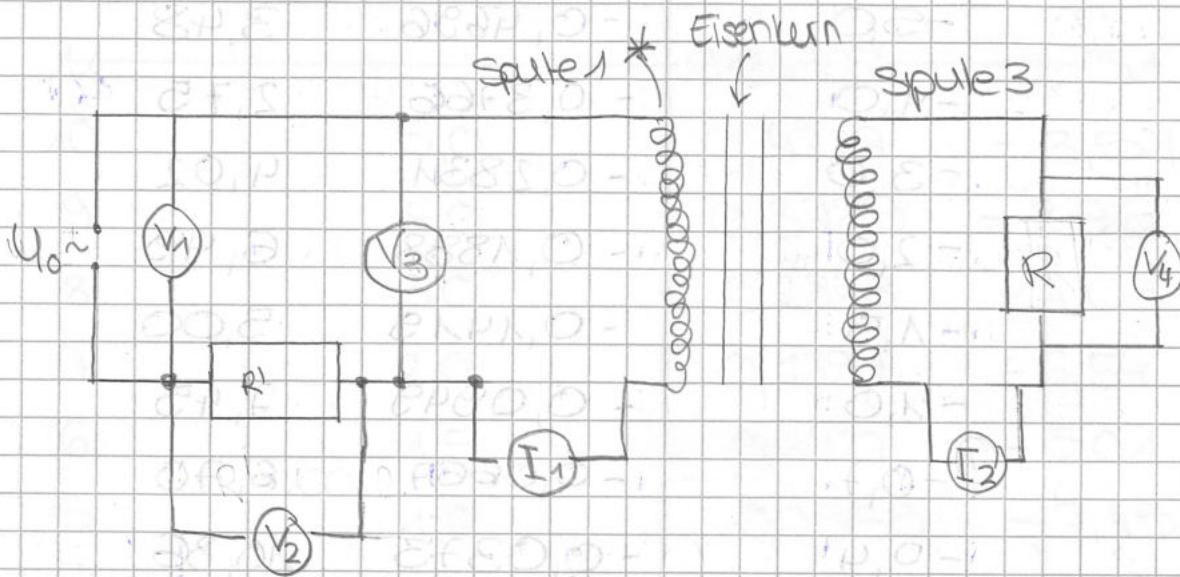
b) Hysteresekurve 2. Messung

Schalterstellung	Spannung in V	Strom in A	gemessene Spannung in mV
11		0,04727	-3,54
10	5,0	0,4727	-3,54
9	4,0	0,3789	-2,76
8	3,0	0,2848	-4,08
7	2,0	0,1897	-6,54
6	1,5	0,1427	-5,01
5	1,0	0,0955	-7,45
4	0,7	0,0674	-6,68
3	0,4	0,0380	-10,08 -10,80
2	0,2	0,0183	-10,85
1	0,1	0,0098	-7,52
0	0	0,0003	-9,62
-1	-0,1	-0,0090	-12,85
-2	-0,2	-0,0183	-18,84
-3	-0,4	-0,0369	-5,611
-4	-0,7	-0,0660	-59,93
-5	-1,0	-0,0938	-28,75
-6	-1,5	-0,1403	-24,64
-7	-2,0	-0,1868	-13,16
-8	-3,0	-0,2801	-14,14
-9	-4,0	-0,3729	-7,78
-10	-5,0	-0,4639	-5,07
-11	-7,0	-0,6548	-6,86

Schalterstellung	Spannung in V	Strom in A	gemessene Spannung in mV
-10	-5,0	-0,4696	3,48
-9	-4,0	-0,3766	2,75
-8	-3,0	-0,2831	4,02
-7	-2,0	-0,1888	6,49
-6	-1,5	-0,1419	5,00
-5	-1,0	-0,0949	7,45
-4	-0,7	-0,0667	6,70
-3	-0,4	-0,0373	10,86
-2	-0,2	-0,0186	10,97
-1	-0,1	-0,0091	7,65
0	0	0,0003	9,85
1	0,1	0,0037	13,25
2	0,2	0,0191	19,60
3	0,4	0,0377	5,791
4	0,7	0,0670	58,87
5	1,0	0,0949	27,92
6	1,5	0,1416	24,11
7	2,0	0,1883	12,76
8	3,0	0,2828	14,03
9	4,0	0,3757	7,70
10	5,0	0,4696	5,04
11	7,0	0,6605	6,65

4. Der reale Transformator

4.1 Skizze



Die verwendeten Digitalmultimeter (Hand):

V₁: H 160575 065

V₂: H 160575 070

V₃: H 160575 169

V₄: H 160575 179

* Spule 1:

es wird ein Mittelabgang verwendet
da $N_1 = 500$

$$R' = 10^{-2} \Omega$$

Fehler:

$\Delta V_1: \pm(1,3 \cdot 1 + 7)$ Auflösung: 0,01 V

$\Delta V_2: \pm(1,3 \cdot 1 + 7)$ Auflösung: 0,001 V

$\Delta V_3: \pm(1,3 \cdot 1 + 7)$ Auflösung: 0,01 V

$\Delta V_4: \pm(1,3 \cdot 1 + 7)$ Auflösung: 0,1 V

Fehler Tischmultimeter (Ampere) für I₁:

Bereich: 500 mA, Auflösung: 10 µA, Präzision: 1,51 + 40

Lastspannung und Nebenwiderstand: 40,8 V | 1 Ω

Die Schaltung wurde nach Schaltplan aufgebaut. Das Netzteil wird auf die Maximal Spannung (Wechselspannung 12V) eingestellt. Der Lastwiderstand R im sekundärkreis misst die Widerstandsdeckade, welche auf unterschiedliche Werte eingestellt wird, um unterschiedliche Lasten zu simulieren.

Es werden jeweils die Effektivwerte für U_0 , U_1 , U_2 , R , I_1 und I_2 gemessen.

Für die Stromstärke Messungen wird das Tischmultimeter (Daten s. 2.) verwendet und die Spannung wird mit den Handmultimetern (s. 4.1 Geräte) gemessen.

4.2. Messungen

R_{in} Ω	$U_0 \text{ in V}$	$U_0 \text{ in V}$	$U_1 \text{ in V}$	$U_2 \text{ in V}$	$I_1 \text{ in mA}$	$I_2 \text{ in mA}$
$\rightarrow \infty$	12,12	0,383	11,99	0 Δ	38,996	0
10^4	12,12	0,396	11,91	22,01	40,484	2,2055
$5 \cdot 10^3$	12,10	0,414	11,85	21,60	62,306	4,3216
$2 \cdot 10^3$	12,10	0,492	11,69	21,45	49,885	10,731
10^3	12,07	0,641	11,45	20,47	65,08	20,443
500	12,06	0,945	11,07	18,56	95,69	37,097
200	12,03	1,586	10,48	13,80	159,40	69,24 \oplus
100	12,00	2,060	10,28	09,28	207,03	92,55
50	12,00	2,383	10,37	5,44	239,41	108,040
20	12,00	2,581	10,53	2,460 $\star\star$	259,46	118,42
10	11,99	2,644	10,61	1,233	266,01	121,75
0	11,98	2,705	10,75	0	272,88	125,26
gemessenes Gesetz:		(V_1)	(V_2)	(V_3)	(V_4)	

\oplus ob hier gilt Genauigkeit
von I_1

$\star\star$ ob hier

Genauigkeitsänderung:
 $\approx (1,31 \cdot +7)$

Auflösung: 0,001V

Fehler Tischmultimeter (Volt) für I_2 :

Bereich: 50mA, Auflösung: 1mA

Präzision: 1,5 · +40

Lastspannung und Widerstand: 10,08V | 1-2

④ Nachmessung: 22,43 V (U_2)

5. Unterschrift

Bayreuth, der 23.10.20

Dominik Müller
MES: Dominik Müller

Anna-Maria Pleyer
Prot: Anna-Maria Pleyer