

Versuch 238 Transformator

In dieser Versuchsreihe geht es um Übertragungseigenschaften eines Transformators.

Dabei werden wir verschiedene Faktoren

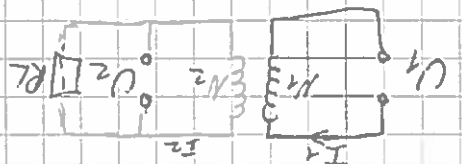
bei der Spannungsumwandlung wie

Streuinduktivität, Verluste, Verminderungen im

Eisenkern, wie auch Spulenwicklungsstand betrachten.

Theorie:

Bei einem idealen Transformator, geht keine Energie beim/im Transformator verloren



$$U_1 = -N_1 \cdot \dot{\Phi}$$

$$U_2 = -N_2 \cdot \dot{\Phi}$$

$$\Rightarrow \frac{U_1}{N_1} = \frac{U_2}{N_2}$$

$$P_1 = P_2$$

$$P_1 = I_1 \cdot U_1$$

$$P_2 = I_2 \cdot U_2$$

$$\Rightarrow \frac{U_1}{N_1} = \frac{U_2}{N_2}$$

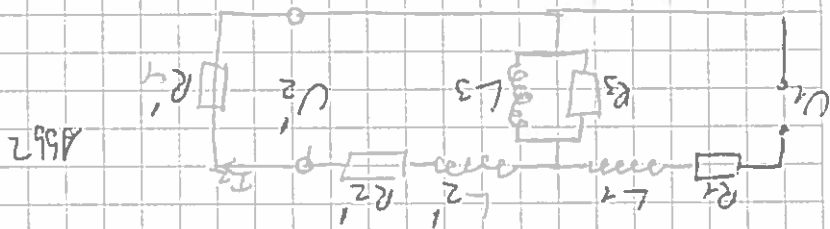
$$\Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_L} = \frac{U_1}{\frac{U_2}{I_2} \cdot N_1} = \frac{I_2 \cdot U_2}{U_1 \cdot N_1}$$

$$R_L = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U_1}{I_1} = \frac{U_1^2}{P_1}$$

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_L = \frac{U_1^2}{R_L}$$

Beim realen Transformator wird die Leistung nicht fehlerfrei übertragen und durch Spulenwiderstand, Hysteresis, Wirbelungen im Eisenkern und Streuinduktion geht ein wenig verloren. Dabei kann die Schaltkreis wie folgt beschrieben werden:



T-Symmetrie:

$$R_1 = R_2' \\ L_1 = L_2'$$

$$R_2' = \frac{1}{n^2} \cdot R_2 \\ L_2' = \frac{1}{n^2} \cdot L_2 \\ U_2' = \frac{1}{n} \cdot U_2 \\ R_4' = \frac{1}{n^2} \cdot R_4 \\ I_2 = \frac{1}{n} \cdot I_2'$$

Kurzschlussversuch:

Die Idee des Kurzschlussversuchs ist,

mit $R_L = R_1' = 0 \Omega$, R_3 und L_3

aus der Gleichung zu bekommen,

um R_1, R_2', L_1, L_2' zu bestimmen.

$$R_K = R_1 + R_2' = 2R_1$$

$$L_K = L_1 + L_2' = 2L_1$$

~~S = Scheinleistung~~

~~Q = Blindleistung~~

$$R_K = \frac{P_K}{I_1^2} \Rightarrow R_K = \frac{I_2}{I_1^2}$$

$$\frac{U_1}{I_1} = \omega L_1 \quad I_2 = \frac{M}{\omega L_1 L_2} U_1$$

$$\frac{I_1}{I_2} \approx \sqrt{1 - \frac{\sigma}{2}}$$

Leerlaufversuch

Dieser Versuch ist der gleiche Aufbau,

nur mit $R_L \rightarrow \infty$

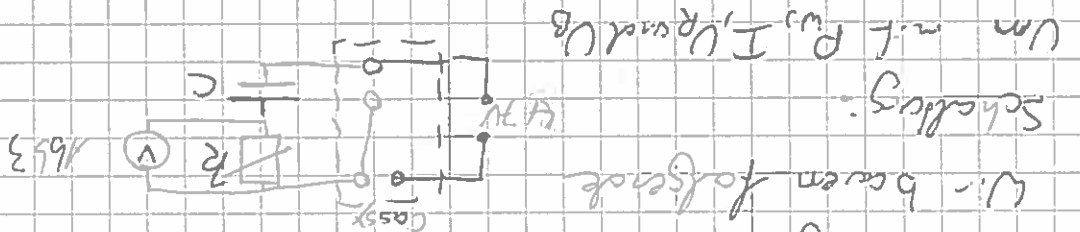
$$u_L = \frac{U_1}{R_L} = R + R_V$$

$$\frac{U_2}{U_1} \approx 1 - \sigma$$

Durchführung: 238-a)

Wir haben folgende

Schaltung:



von mit P_w, I_w, U_w und U_B

sowie bekannten C und verstellbaren R

in P_S, P_V und $P_{scout(f)}$ gegen R aufzuheben

Bestimmt wird dann Scheinleistung und max.

238-b)

Wirkleistung

~~Korrekturen:~~

238-c

Mit der Versuchsschaltung:

Messen wir für verschiedene



Werte $P_w, P_{w2}, U_1, U_2, I_1, I_2$ und rechnen

darauf weitere Werte raus, welche wir gegen R

plotten und σ_1, σ_2 sowie $\frac{U_1}{U_2}$ ausrechnen.

All dies geschieht in einem $M_1 = M_2$ Transformator.

238. a. ~~last Gen. ist $R_{\text{max}} = 33 \Omega$~~
~~in unserer Fids. ist $R_{\text{max}} = 27 \Omega$~~

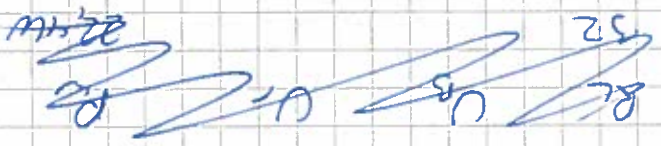
Was reduziert
 die A-1?

$U_{\text{eff}} = 47V \pm 0,1V$

$\Delta U_B = 0,1V$

$\Delta I = 0,1A$

$C = 80 \mu F$



$I_r = I$

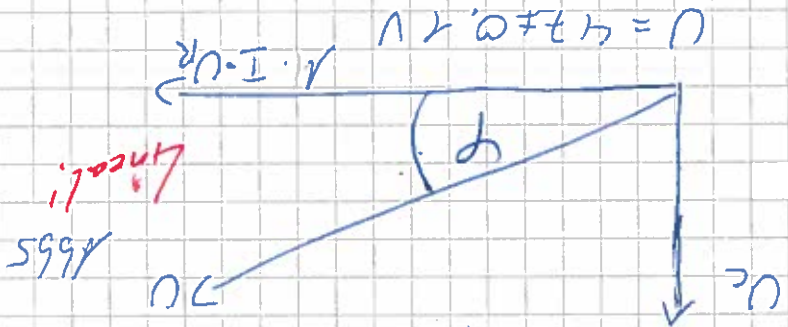
$U_{B1} = U_B$

$R = 32 \Omega - 3n \quad n \in \mathbb{Z}$

(in 3e. Schritten nur von 32Ω)

238. a) b)

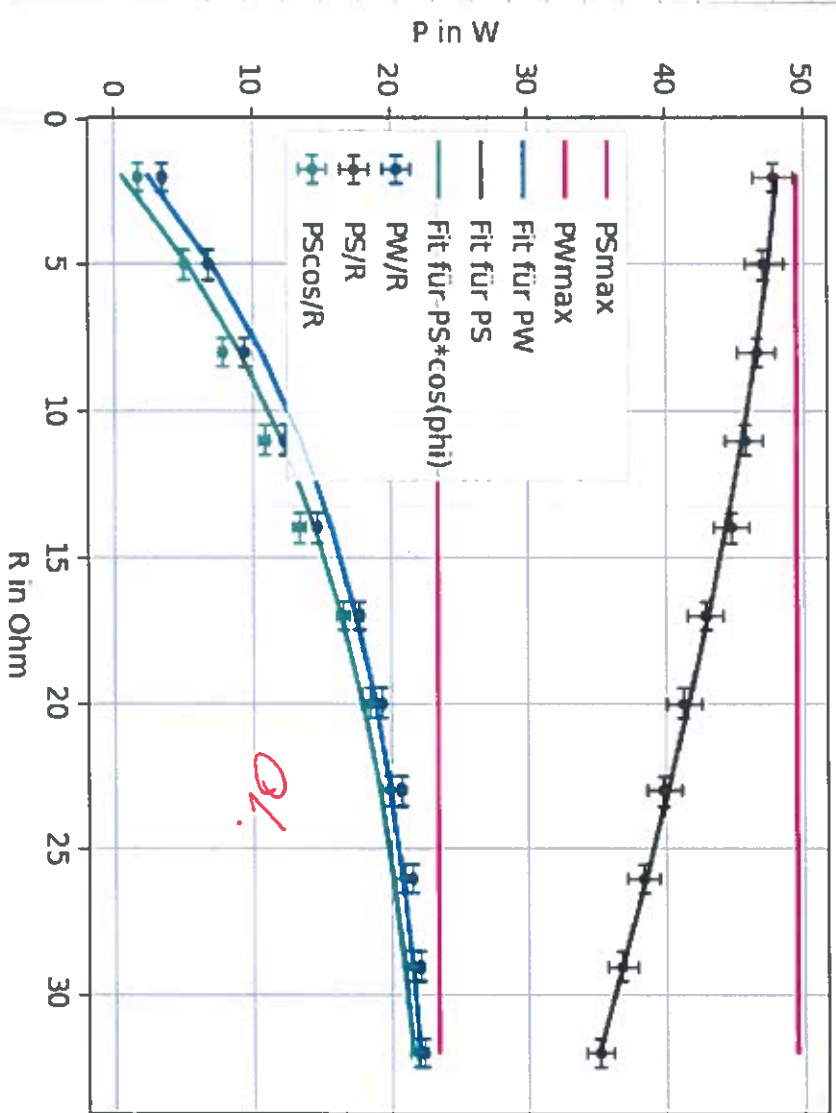
Wir haben Schaltkreis 238.6 gebaut und U_A, U_B, I und $P_A, P_B, \cos(\varphi)$ gemessen. Das Zeigerdiagramm sieht folgendermaßen aus



$\Delta I = 0,1A, \Delta U_R = \Delta U_B = 0,1V$
 $C = 80 \mu F \quad \Delta R = 0,5 \Omega$

I in A	UB in V	UR in V	PW in W	cos phi	R in Ohm	dI in A	dUB in V	dUR in V	dP in W	dR in Ohm	d cos phi	PS	PS cos phi
0,7492	46,8939	29,332	22,3619	0,6365	32	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,02	35,1328	22,3619
0,7833	46,9181	27,5503	22,1089	0,6016	29	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,02	36,753	22,1089
0,8175	46,9472	25,5696	21,5826	0,5624	26	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,02	38,377	21,5826
0,849	46,9837	23,4761	20,7469	0,5201	23	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,02	39,8879	20,7469
0,8802	46,9157	21,0072	19,4044	0,4699	20	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,02	41,2953	19,4044
0,912	46,9132	18,1737	17,7303	0,4144	17	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,02	42,7832	17,7303
0,9526	47,06	14,0693	14,7401	0,3288	14	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,02	44,8285	14,7401
0,9746	47,1043	11,1085	12,2831	0,2675	11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,02	45,9102	12,2831
0,9922	47,1029	7,8612	9,3708	0,2005	8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,02	46,7354	9,3708
1,0039	47,1077	5,0576	6,7579	0,1429	5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,02	47,2934	6,7579
1,0181	47,0946	1,6541	3,4784	0,0725	2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,02	47,9491	3,4784

P gegen R



$P_{max} = \frac{U^2}{4R}$
 $P_{cos\phi} = \frac{U^2}{4R} \cos\phi$
 $P_{cos\phi} = \frac{U^2}{4R} \cos\phi$

$R = \frac{U}{I}$
 $\cos(\phi) = \frac{U_R}{U}$
 $P_{Wmax} = 48,3 \pm 0,4 W$
 $P_{S \cdot \cos(\phi)}$ ist sehr ähnlich zu P_W , was zu erwarten war, zu erwarten ist allerdings auch, dass alle 3 Graphen auf DV ablesen für hohe Widerstände, was keine nützlichkeit ist.

Fazit: Diese Versuch hat eindeutig

die Zusammenhänge zwischen Wirk und
Scheinleistung gezeigt für niedrige

Widerstände. Jede haben wir es nur
bis 32Ω für die vorhandene

Kondensatorkapazität gemessen, doch

es genügt um zu zeigen, dass $P_s \cos(\varphi) \approx P_v$
und, dass $P_s > P_v$

236.c - g

In diesem Versuch wurde mit Schallkreis
238.7 eine Reihe an Werten für

$U_1, U_2, I_1, I_2, P_{v1}, P_{v2}$ gemessen für
verschiedene Widerstände.

Zusätzlich berechnet ich P_{s1}, P_{s2}, P_v und
 η mit folgenden Formeln

$$P_{s1} = U_1 I_1 \quad \Delta P_{s1} = \sqrt{I_1^2 \cdot \Delta U_1^2 + U_1^2 \cdot \Delta I_1^2}$$

$$P_{s2} = U_2 I_2 \quad \Delta P_{s2} = \sqrt{I_2^2 \cdot \Delta U_2^2 + U_2^2 \cdot \Delta I_2^2}$$

$$P_v = P_{v1} - P_{v2} \quad \Delta P_v = \sqrt{\Delta P_{v1}^2 + \Delta P_{v2}^2}$$

$$\eta = P_{v2} / P_{v1}$$

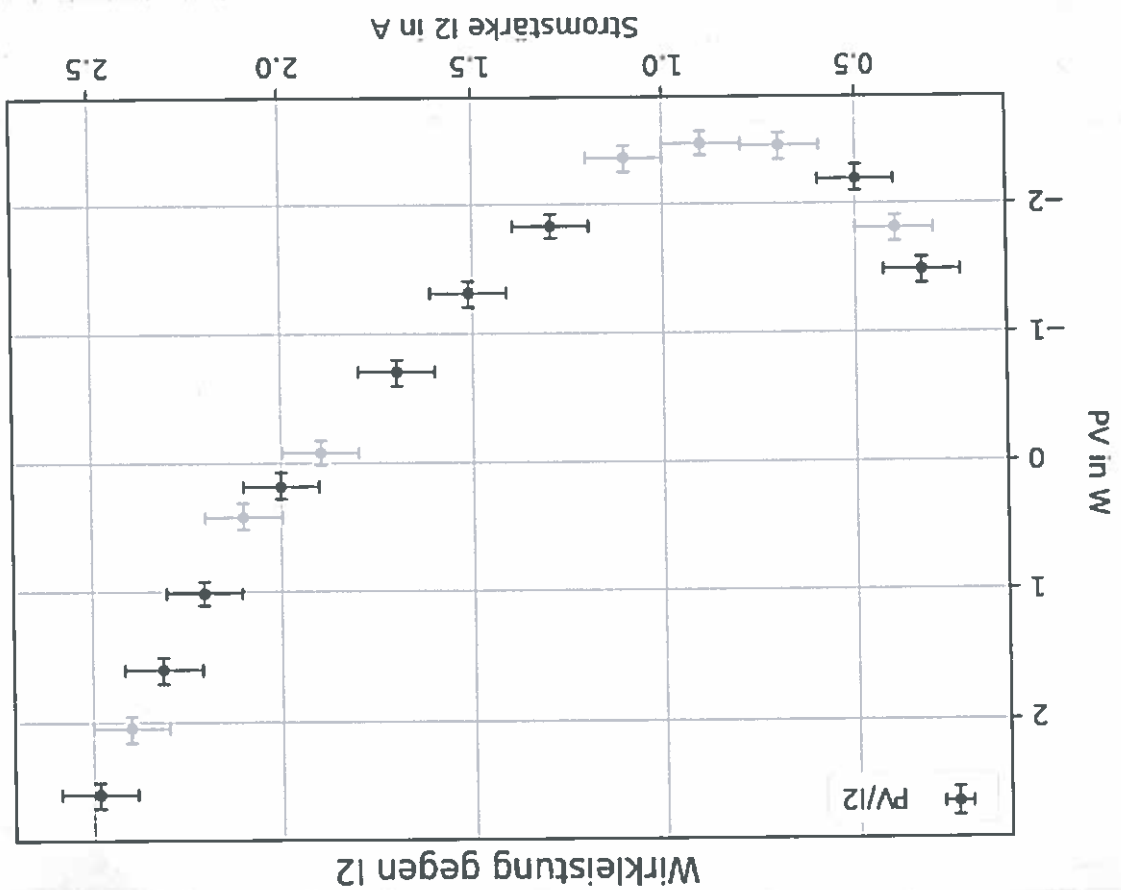
$$\Delta \eta = \sqrt{\left(\frac{\Delta P_{v2}}{P_{v1}}\right)^2 + \left(\frac{P_{v2}}{P_{v1}} \cdot \frac{\Delta P_{v1}}{P_{v1}}\right)^2}$$

... $\sqrt{\text{Berechnung!}}$

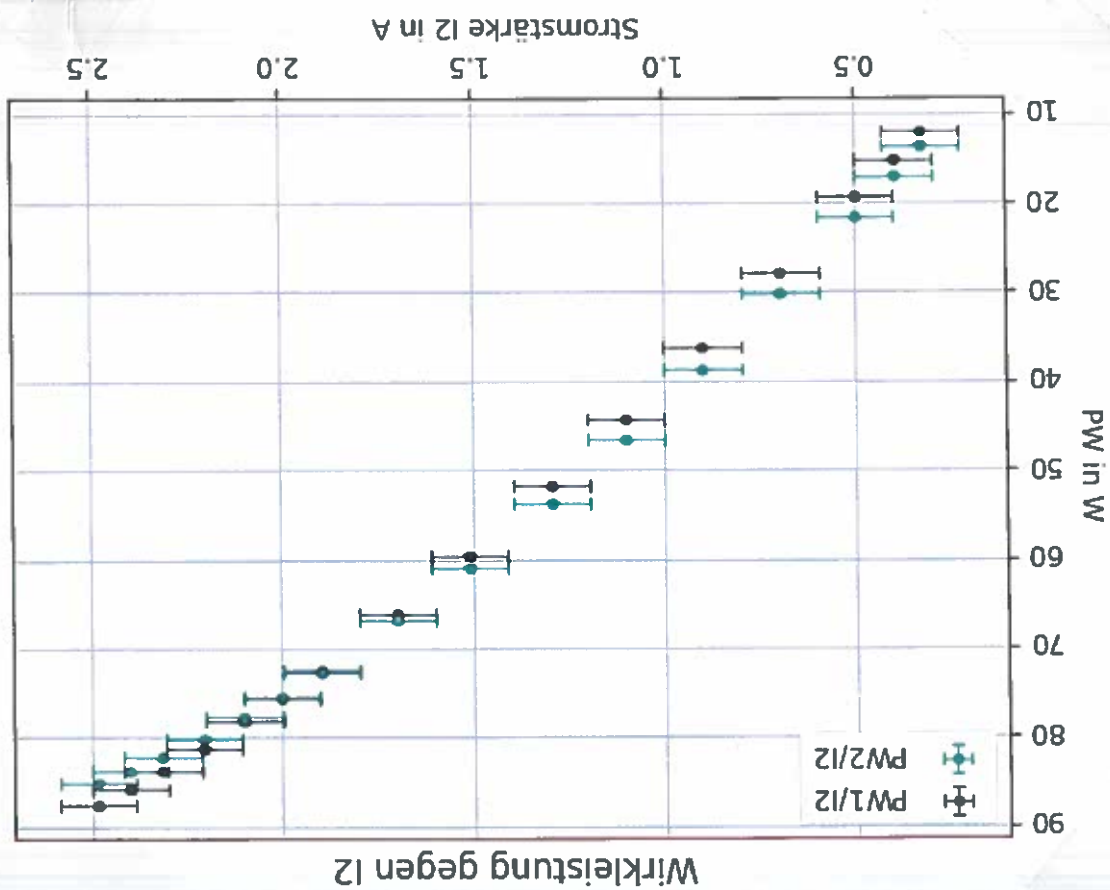
Masse 1145,06
1568

L_A1/A	U_B / V	PW1 /W	PS1 in W	L_A2 in A	U_B2 in V	PW2 in W	PS2 in W	eta	PV
0,3302	47,06	12,0974	15,5684	0,3257	45,2772	13,5839	14,7474	0,9473	-1,4865
0,3967	47,1546	15,1699	18,7050	0,3979	45,0915	16,9838	17,9400	0,9591	-1,8139
0,4885	47,0807	19,3768	23,0005	0,4995	44,7746	21,5726	22,3642	0,9723	-2,1958
0,6759	47,0493	27,7529	31,8028	0,6966	44,2050	30,2023	30,7919	0,9682	-2,4494
0,8725	46,9470	36,2096	40,9627	0,9008	43,4667	38,6816	39,1558	0,9559	-2,4720
1,0670	46,9335	44,3160	50,0802	1,1013	42,7435	46,6771	47,0737	0,9400	-2,3611
1,2611	46,8706	51,8420	59,1073	1,2962	41,6603	53,6734	54,0004	0,9136	-1,8314
1,4692	46,8051	59,6038	68,7660	1,5082	40,5730	60,9155	61,1921	0,8899	-1,3118
1,6571	46,7734	66,2110	77,5088	1,6973	39,5728	66,9161	67,1658	0,8666	-0,7051
1,8550	46,7277	72,5734	86,6788	1,8984	38,3902	72,6571	72,8789	0,8408	-0,0837
1,9559	46,6444	75,5779	91,2300	2,0010	37,7862	75,4011	75,6105	0,8288	0,1769
2,0497	46,5952	78,1707	95,5042	2,0985	37,1523	77,7632	77,9622	0,8163	0,4075
2,1567	46,6600	81,2376	100,6317	2,2061	36,4502	80,2289	80,4142	0,7991	1,0088
2,2624	46,6144	83,8159	105,4598	2,3128	35,6216	82,2084	82,3867	0,7812	1,6075
2,3481	46,6091	85,8494	109,4439	2,3994	34,9919	83,7912	83,9591	0,7671	2,0582
2,4333	46,5655	87,6170	113,3073	2,4844	34,2966	85,0450	85,2071	0,7520	2,5721
Fehler L_A1	Fehler U_B	Fehler PW1	Fehler PS1	Fehler L_A2	Fehler U_B2	Fehler PW2	Fehler PS2	Fehler eta	Fehler PV
0,1	0,1	0,1	4,7144	0,1	0,1	0,1	4,5278	0,1126	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,7156	0,1	0,1	0,1	4,5093	0,1122	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,7083	0,1	0,1	0,1	4,4777	0,1115	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,7054	0,1	0,1	0,1	4,4210	0,1089	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,6955	0,1	0,1	0,1	4,3476	0,1069	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,6946	0,1	0,1	0,1	4,2758	0,1054	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,6888	0,1	0,1	0,1	4,1680	0,1036	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,6828	0,1	0,1	0,1	4,0601	0,1022	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,6803	0,1	0,1	0,1	3,9609	0,1011	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,6765	0,1	0,1	0,1	3,8437	0,1001	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,6685	0,1	0,1	0,1	3,7839	0,0998	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,6640	0,1	0,1	0,1	3,7212	0,0995	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,6710	0,1	0,1	0,1	3,6517	0,0988	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,6669	0,1	0,1	0,1	3,5697	0,0981	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,6668	0,1	0,1	0,1	3,5074	0,0976	0,1414
0,1	0,1	0,1	4,6629	0,1	0,1	0,1	3,4386	0,0971	0,1414

Di. Kustor?



*15510
P_V
I₂*



*15510
P_W
I₂*

Abb 11 η/I_2

8 e/f) Nun bestimme ich auf verschiedene

weisen α_L und vergleiche die Ergebnisse:

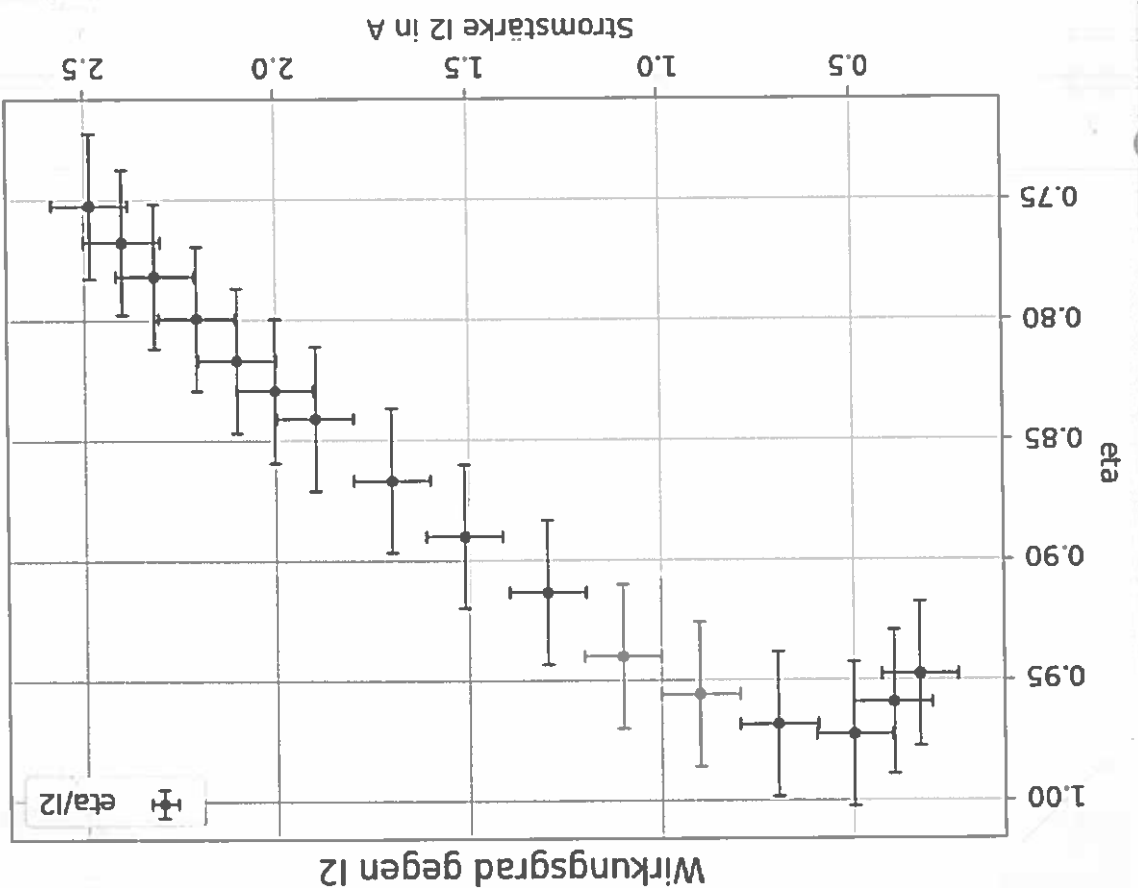
$$\alpha_L = \frac{U_1}{I_2} \text{ für } R = \infty, I_2 \approx 0$$

$$\alpha_L = 142.7 \pm 43.3 \%$$

Bei diesen Messungen haben wir auf Grund der geringen Stromstärke einen großen Fehler.

Messungen können nur nicht $R = \infty$ Messungen

$I_2 = 0$ wäre und $\frac{U_1}{I_2}$ nicht definiert ist!



Method 2

$$c_{ul} = \frac{c_r}{I_r} \cdot \sqrt{2} = 204,9 \pm 612 \frac{\text{N}}{\text{A}}$$

Diese Wert ist ebenso wie der zuvor selb fehleranfällig, allerdings durch

$\sqrt{2}$ nochmal etwas mehr. Beide war

aus den vorher genannten Gründen $c_{ul} = R$

nicht absolut möglich/wurde nicht gemessen.

Method 3

Da wir R auf Grund von Ableiten und

verkleinern Widerständen häufig gerechnet

haben und das eine OMM ebenfalls

kaputt war, kann ich die Methode nicht

machen.

Fazit: Ich habe ich nicht selber bestimmen

können, da die Fehlerbreite auf keine

Werte sehr groß sind und die Aufgaben

eine bessere Methode nicht zu Lieg.

dennoch dürfte die Größenordnung stimmen

Nun werde ich σ bestimmen.

im Kurzschlussfall: $1 - \frac{\sigma}{2} \approx \frac{I_1}{I_2}$

$$\Rightarrow \sigma \approx 0,0273 \pm 0,0017$$

im Freelauf Fall:

Nun bestimme ich σ :

im Kurzschlussfall: $\frac{I_2}{I_1} \approx 1 - \frac{\sigma}{2}$

$\frac{2,48447}{2,43334} \approx 1 - \frac{\sigma}{2} \rightarrow \sigma = 0,042 \pm 0,021$

im Leerlauffall: $\frac{U_2}{U_1} \approx 1 - \frac{\sigma}{2}$

$\frac{45,2772V}{47,7426V} \approx 1 - \frac{\sigma}{2} \rightarrow \sigma = 0,075 \pm 0,019$

$\sigma = \frac{U_1}{U_2} \cdot \frac{I_{2E}}{I_{1E}}$ mit $U_1 = 34V \pm 0,5V$

$I_{1E} = 1,71 \pm 50 \frac{A}{V}$

$I_{2E} = 2,5 A$

$\sigma = 0,079 \pm 0,028$

Da mir die Werte nicht abschätzen wollten,

ist der Kurzschlussstrom nicht erreicht und

aus zuvor besprochenen Gründen ist auch der

Leerlauf nicht fehlerfrei.

Werte der großen Rollen sind sich nahe

Werte recht nah und $0,063 - 0,060$ ist

ist allen 3 Fehler berechnen erhalten.

g) Nun vergleicht man die theoretische

berechneten Spannungsschalt mit dem

realen Schalt

$$\frac{U_2}{U_1} = \text{reale Spannungsschalt}$$

$$\frac{M}{L_1}$$

$$\frac{M}{L_1} = \text{theoretische Spannungsschalt} = \sqrt{\frac{\sigma \omega L_2}{2}} \sqrt{1 + \frac{R}{\omega L_2}}$$

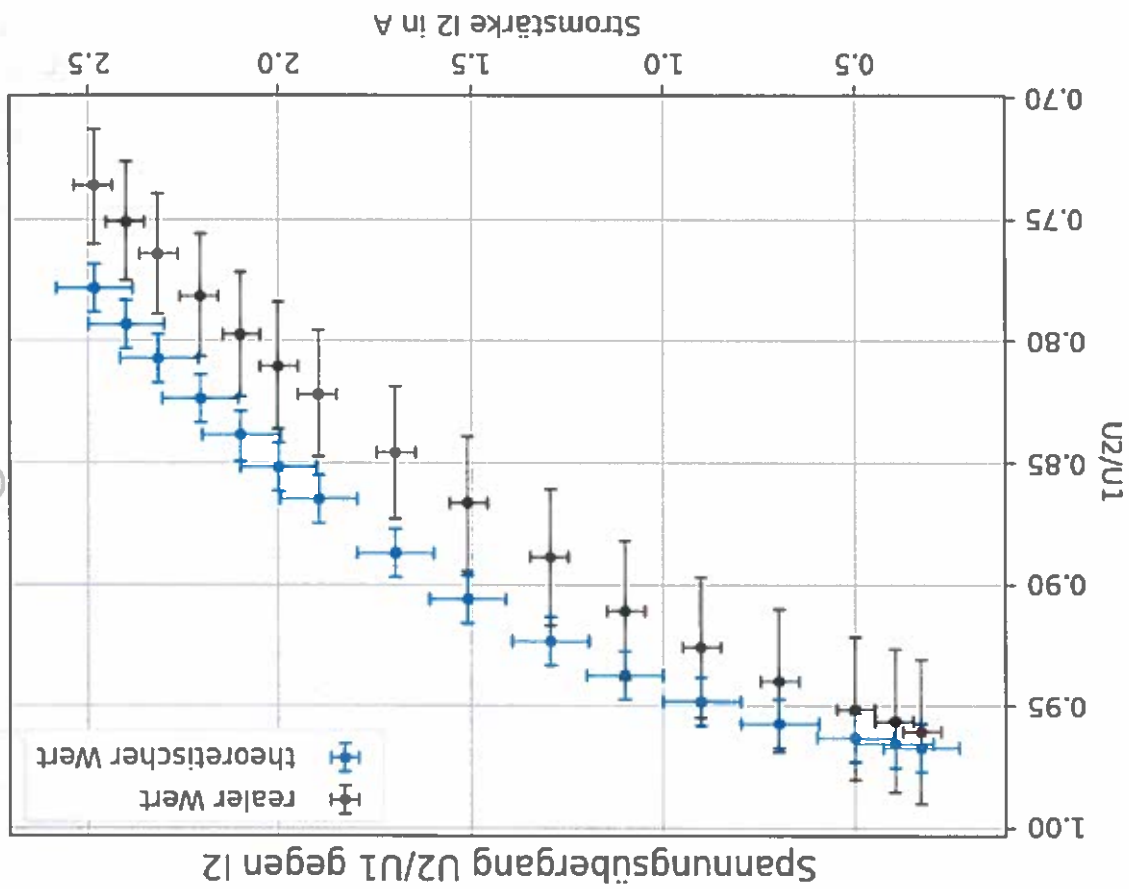
$$\text{mit } R = \frac{U_2}{I_2}$$

$$\sigma = 0,06 \pm 0,02$$

$$\omega L = 171 \pm 50 \frac{V}{A}$$

$$\frac{M}{L_1} = \sqrt{1 - \sigma^2} = 0,9695 \pm 0,0105$$

Abb. 12



0.1

Wie man in Abs 12 sel gut sieht ist die Trennfähigkeit

Wet leicht unter den rechen Wet. Dies ist nicht

auf die großen Unsicherheiten bei σ und σ_{rel}

zurück zu führen. Danach sehen die Werte

einheitliche Abweichung von fast 50% an

werden als Erfolg und Bestätigung der

Messreihe. Während die beiden Werte für σ und

σ_{rel} eher ungenau sind, haben die Berechnungen

rund um die (Wirk-) Leistung eher genau und

selbstpassend. Dies liegt auch daran, dass

• Adert nur Werte aus der Messung oder andere

Nachfolger verwendet wurden, während

grade in Teil g) viele bereits fehlerbehaftete

Werte zum Werte-rechnen genutzt wurden.

Schade ist ebenso, dass wir R_1 , R_2 und

R_3 damit nicht gemessen haben und somit

R_1 und R_2 nicht genauer betrachten konnten

und nicht mit R_3 vergleichen konnte.

insgesamt hat der Versuch im Allgemeinen

gelingt und die Zusammenhänge entsprechen

den Erwartungen / der Formeln.

Q..

Anmerkung: x viele direkt in Mobil, sonst !:)

~~Handwritten text, mostly illegible due to blurring and crossing out.~~

11/11/11