

Versuch 234 Wechselstromwiderstände Phasenschieber, RC-Glieder und Schwingungen

Einleitung: In diesem Versuchspack werde ich
Eigenschaften von Wechselstromgeräten ~~mit~~
erforschen. *Sehr knapp*

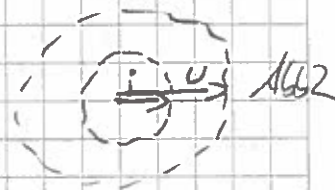
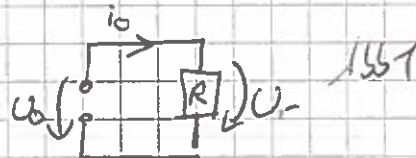
(ideale) Ohmscher Widerstand

$i_0 =$ Strom

$U_0 =$ Spannung der Quelle

$U_R =$ Spannung Widerstand

$R =$ Widerstand



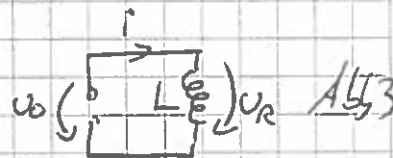
$$i_0 = \frac{U_R}{R} \quad (\text{in dem Fall } U_0 = U_R = U)$$

$$I = \text{maximalwert } i \quad \hat{I} = \frac{\hat{U}_R}{R}$$

(ideale) Wechselstromspule

$L =$ Induktivität

Stromdurchfllossene Leiter



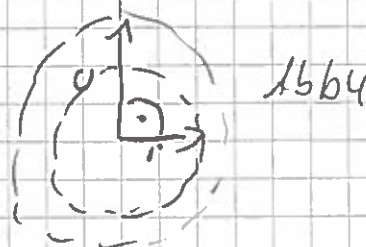
→ Selbstinduktion (Lenz'sche Regel)

→ Strom wird gebremst

→ keine Wärme → Blindwiderstand X_L

$$X_L = \omega \cdot L$$

$\omega =$ Kreisfrequenz in Hz



(1. Clerk) Kondensator



Abb 6



Laden/Entladen erzeugt Gegenspannung

→ Strom wird gebremst.

→ Blindleistungsstand X_C

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$C = \text{Kapazität}$

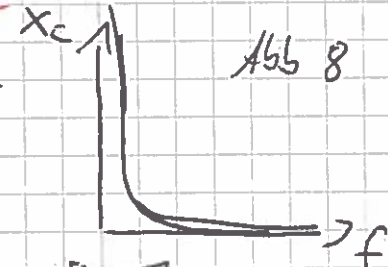


Abb 8

Blindleistung $Q_C = U_C \cdot I_C \text{ [var]}$

$$I_C \text{ bzw } U_C = \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ bzw } \frac{1}{\sqrt{2}}$$

RL-Reihenschaltung

Abb 9

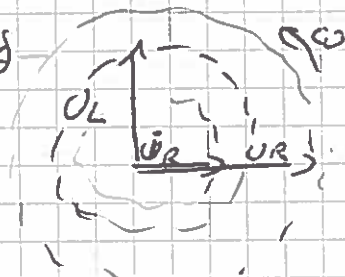
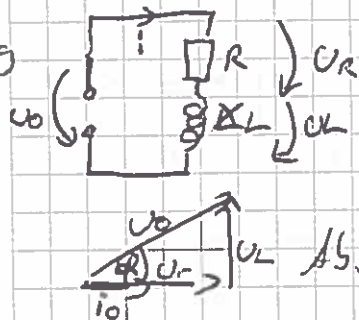


Abb 10

$\varphi = \text{Phasenverschiebung}$

$$U_0 = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$$

$$U_R = \cos(\varphi) U_0$$

$$U_L = \sin(\varphi) U_0$$

$$L \ddot{q} + R \dot{q} + \frac{1}{C} q = U_0 \cos(\omega t)$$

x Theorie ohne wirkliche Erfahrungen

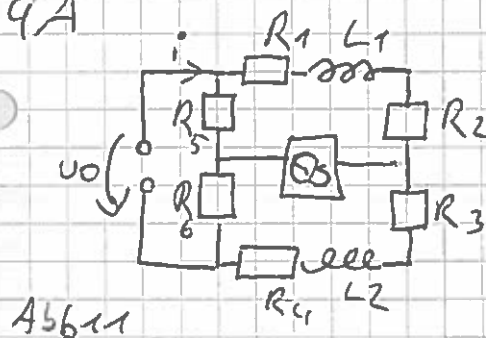
Passive Filterschaltungen

Grenzfrequenz = Frequenz, bei der Verstärkung
- 3dB beträgt oder $\frac{\sqrt{2}}{2}$

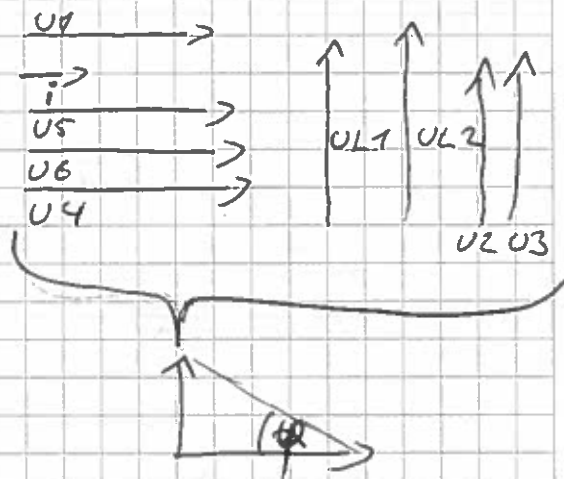


$$\text{Grenzfrequenz } f_0 = \frac{1}{2\pi RC} \Leftrightarrow X_C = X_R = R$$

234A



(alle Parallelen Pfeile
liegen auf einer Linie
Nur zur Ansicht so.)



234.B

Man kann statt R_1/R_2 auch 2 Kondensatoren
oder 2 Spulen nehmen, da diese auch
einen Widerstand haben, aber dadurch
filtert man Frequenzen und sonst bringt es
keinen Nutzen. Außerdem wird U dann um
 $\frac{\pi}{2}$ verschoben.

234.C

$$I_2 = \frac{U_0}{R + X_c} \tan(\varphi)$$

$$\tan(\varphi) = \frac{|Z_c|}{|Z_R|} = \frac{1}{\omega RC}$$

234.D

$$F_0 \cos(\omega t) = I \ddot{\varphi} + r \dot{\varphi} + D \varphi$$

234.E

$$U_0 \cos(\omega t) = L \ddot{q} + R \dot{q} + \frac{1}{C} q$$

$$q \hat{=} \varphi, U_0 \hat{=} F_0, L \hat{=} I, r \hat{=} R, D \hat{=} \frac{1}{C}$$

234.a



$$R_x = 181,6 \pm 0,1 \Omega$$

$$R_y = 22,1 \pm 0,1 \Omega$$

$$C_1 = 1,5 \mu F$$

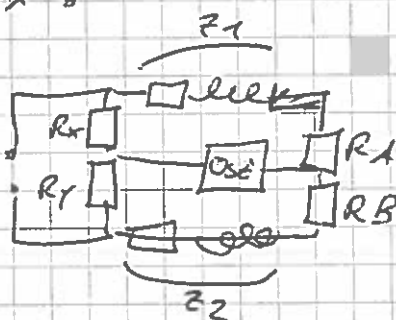
$$C_x = ?$$

$$203,3 \Omega = R_x + R_y$$

$$f = 1800 \text{ Hz}$$

234.b

Abb 14



$$R_x = 0,5 \Omega$$

$$R_y = 203,3 \Omega$$

$$R_A = 205 \Omega$$

$$R_B = 0,007 \Omega$$

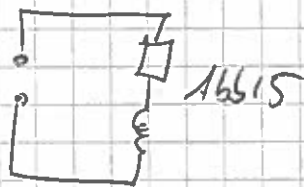
$$f = 100 \text{ Hz}$$

$$L_2 = 240 \mu H$$

$$V_{PP} = 1,07$$

$$\Delta V = 0,15 V$$

234.c



$$RL = 1,8 \pm 0,1 \Omega$$

$$I_{max} = 25,9 \text{ mA}$$

$$U_{eff} = 1,0317 \text{ V}_{eff} \pm 0,0002 \text{ V}_{eff}$$

$$f = 20.000 \text{ Hz}$$

234.d

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$R_x = 102,1 \Omega$$

$$R_y = 102,4 \Omega$$

$$C = 20 \mu\text{F}$$

$U_{ch} \text{ V}$	$U_{Rin} \text{ V}$	$R_{in} \Omega$
0,81	0,0006	1,5
0,798	0,054	10
0,711	0,25	50,0
0,642	0,36	80
0,5958	0,4178	100
0,5411	0,4876	130
0,4902	0,541	160
0,4340	0,5935	200

234.e

		5,3 - 8,5			
200,337	0,5821	200	0,6478	0,1138	200
221,4	0,3915	270	0,4725	0,1173	270
244,7	0,2426	365	0,3462	0,1110	365
270,4	0,1212	493	0,2547	0,1105	493
298,9	0,0159	665	0,1896	0,11	665
330,3	0,0919	900	0,1411	0,1098	900
365,0	0,2061	1211	0,1066	0,1097	1210
R = 100 Ω	0,3414	1636	0,0812	0,1096	1636
C = 15 μF	0,5042	2208	0,0632	0,1093	2208
	0,7220	2981	0,0514	0,1091	2981
	1,0097	4024	0,0435	0,1090	4024
	1,2816	5000	0,0399	0,1089	5000
	Spektr. d. the	gaulle f	U_C	U_R	f
	U_A				

234.i

U_C	0,6336	0,3072	0,2028	0,1512
f	200	400	600	800

$V_{pp} = 3V$

U	0,1205	0,1	0,085	0,0711	0,0656
f	1000	1200	1400	1600	1800

0,0587

2000

234.a) Siehe Abb 13

Hier haben wir mit einer Wheatstoneschen Brücke das Potenziometer so eingestellt, dass die Spannung zwischen den Massen Null beträgt.

Gemessen:

x *Wahrheit* *Sicherheit*

$$R_x = 181,6 \pm 0,1 \Omega \quad R_y = 22,1 \pm 0,1 \Omega \quad C_1 = 1,5 \mu F \pm 3\%$$

$$\frac{R_x}{R_y} = \frac{C_x}{C_1} \Rightarrow \frac{R_x}{R_y} C_1 = C_x$$

$$\Delta C_x = \frac{C_1}{R_y} \Delta R_x + \frac{R_x}{R_y} \Delta C_1 + \frac{C_1 \cdot R_x}{R_y^2} \Delta R_y$$

$$C_1 = (12,33 \pm 0,08) \cdot 10^{-6} F$$

Da bei C_1 keine Ungenauigkeit stand, nahm ich 3 % an, was jedoch gut passt:

$$\frac{R_x}{R_y} \Delta C_1 = 0,02 \cdot 10^{-6} F, \text{ und damit ist}$$

$$C_x \text{ bestimmt als } (12,33 \pm 0,08) \mu F$$

234.b Siehe Abb 14

Hier haben wir eine ähnliche Situation wie in 234.a, aber mit Spulen und einem zusätzlichen Widerstand.

$$R_x = 0,5 \pm 0,1 \Omega$$

$$R_y = 203,7 \pm 0,1 \Omega$$

$$R_A = 205 \pm 0,1 \Omega$$

$$R_B = 0,7 \pm 0,1 \Omega$$

$$\frac{R_x}{R_y} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{R_A + R_B}{R_2 + R_B}$$

$$L_1 = \frac{R_x}{R_y} \cdot L_2$$

$$L_2 = 210 \pm 3\% \mu H \quad \Delta L = \frac{R_x}{R_y} \Delta L_2 + \frac{L_2}{R_y} \Delta R_x + \frac{L_2 R_x}{R_y^2} \Delta R_y$$

$$L_1 = ?$$

$$L_1 = 0,52 \mu H \pm 0,12 \mu H$$

Da die Potenziometer beide auf Anschlag waren, war die Messung etwas ungenau, aber sie ist dennoch verlässlich.

234.c Mit einem anderen Aufbau
messen wir Spule L_1 aus 234.b erneut.
Siehe Abb 15.

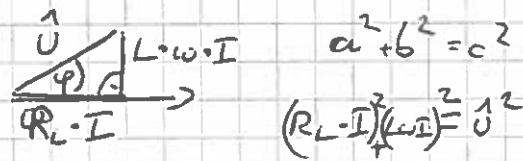
$$R_L = 1,8 \pm 0,1 \Omega$$

$$I_{\text{max}} = 25,9 \text{ mA}$$

$$U_{\text{eff}} = 1,0317 \pm 0,0002 \text{ V}$$

$$f = 20.000 \text{ Hz}$$

$$\hat{U} = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2} = 1,459 \pm 0,001 \text{ V}$$



$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$(R_L \cdot I)^2 + (L \cdot \omega \cdot I)^2 = \hat{U}^2$$

$$(R_L \cdot I)^2 = 0,0022 \Omega^2 \text{ A}^2 \pm 0,0002 \Omega^2 \text{ A}^2$$

$$\hat{U}^2 = 2,129 \pm 0,001 \text{ V}^2$$

$$(L \omega I)^2 = \hat{U}^2 - (R_L I)^2 = 2,129 \pm 0,001 \text{ V}^2 \text{ A}^2 \Omega^2$$

$$L = \frac{\sqrt{L \omega I}}{\omega I}$$

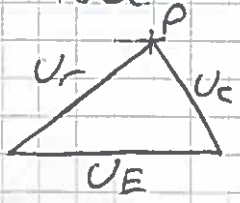
$$\omega = 2\pi f = 125663 \text{ Hz}$$

$$L = 448 \mu\text{H} \pm 13,4 \mu\text{H}$$

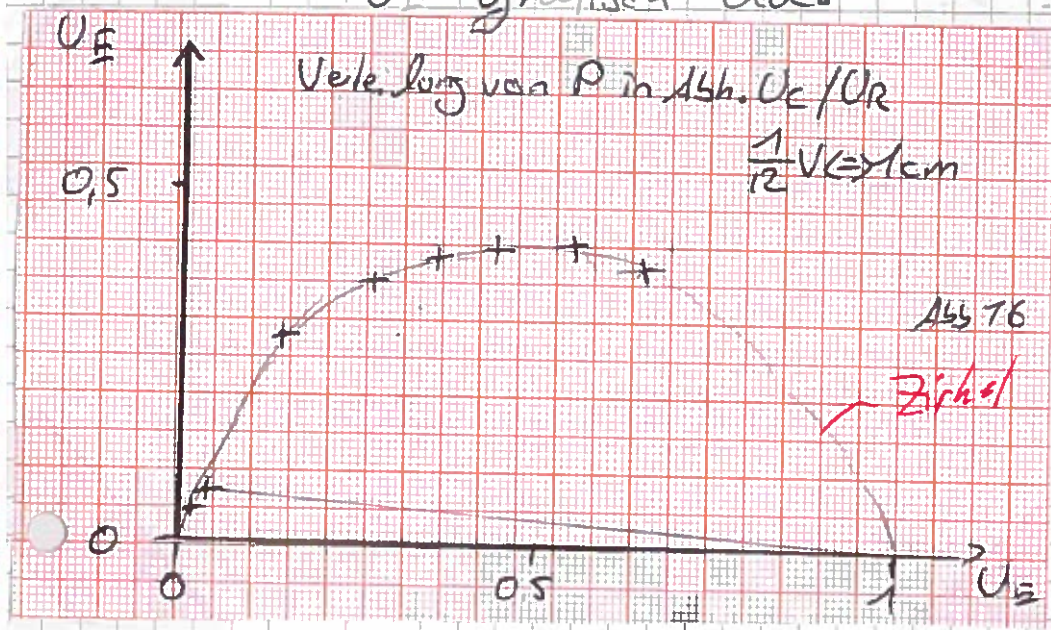
Diskussion:

Die Werte liegen ~~um~~ um einen Faktor 10^3 aus einander. Der Fehler jedoch in beiden Fällen recht klein (3% und 23%) weshalb ich mir den Fehler durch falsches Ablesen beim Experimentieren erkläre. Der exakte Faktor 10^3 spricht auch dafür.

234. d. In diesem Versuch (siehe Abb 234.5)



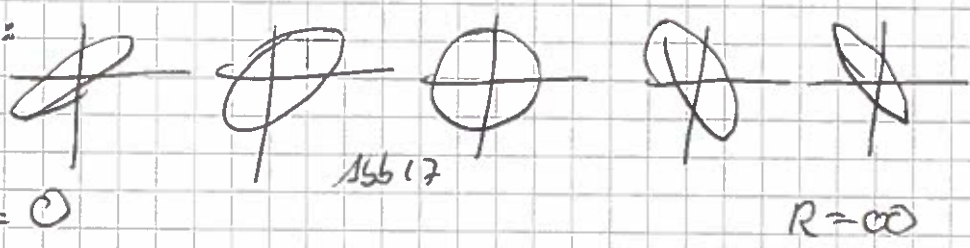
errechne ich die Spannungen U_r/U_c und Weise den Zusammenhang mit U_E grafisch dar.



Man erkennt den Halbkreis gut, aber auf der y-Achse wird $0.5 U_E$ nicht erreicht, was daran liegt, dass wir nicht kontrolliert haben, ob U_E wirklich konstant war.

Wir haben es nicht geschafft, die Figuren auf dem Oszilloskop einzustellen, weshalb ich sie nicht zeichnen kann, aber zu erwarten wäre etwas wie folgt:

1/35



Solch eine Lissajous-Figur entsteht bei der Überlagerung von harmonischen, rechtwinklig aufeinander stehenden Schwingungen verschiedener Frequenz

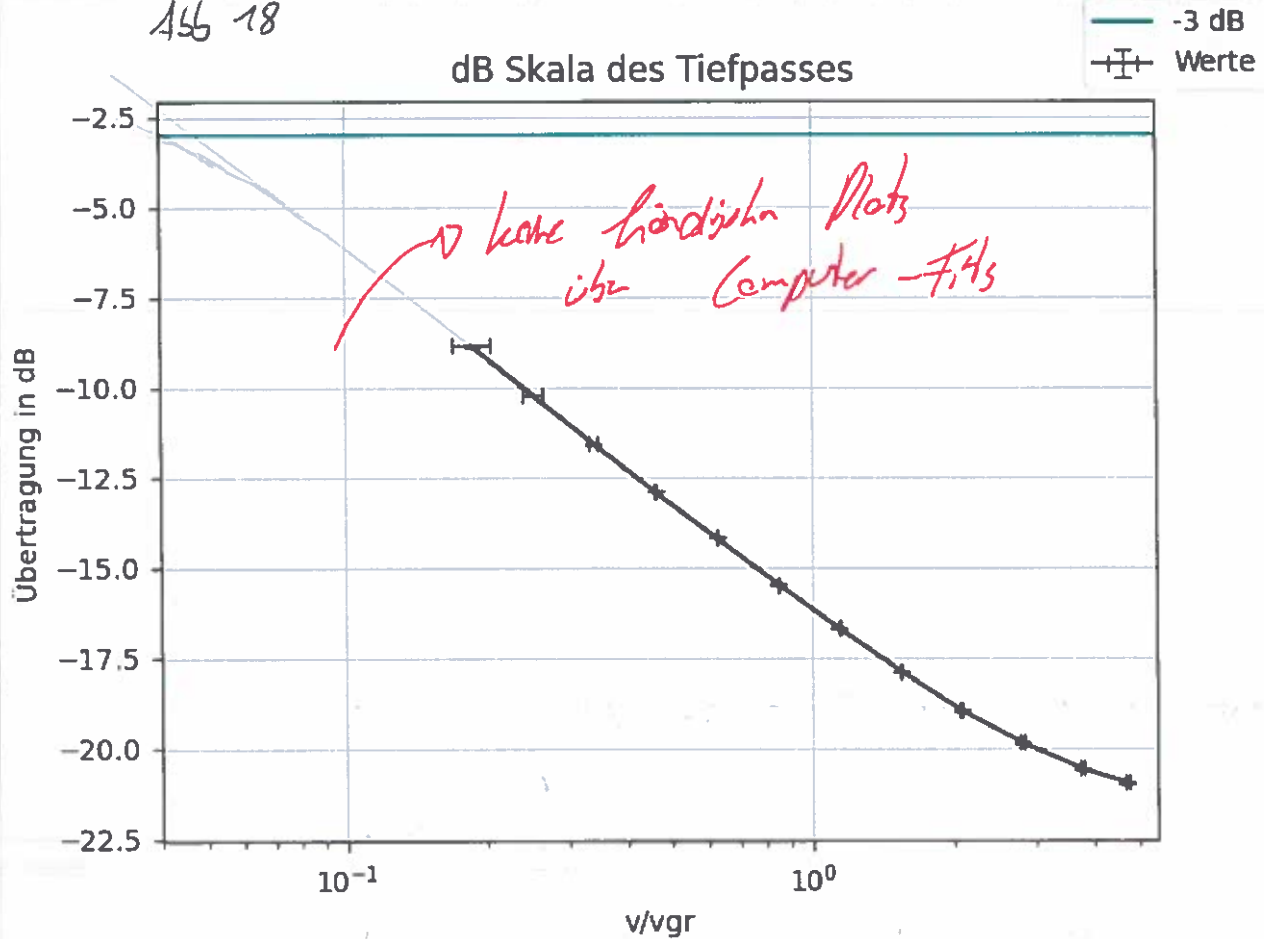
234.e

In diesem Versuch werden die dB Dämpfungskurven von Hoch/Tiefpass und eines Sperrfilters plottet.

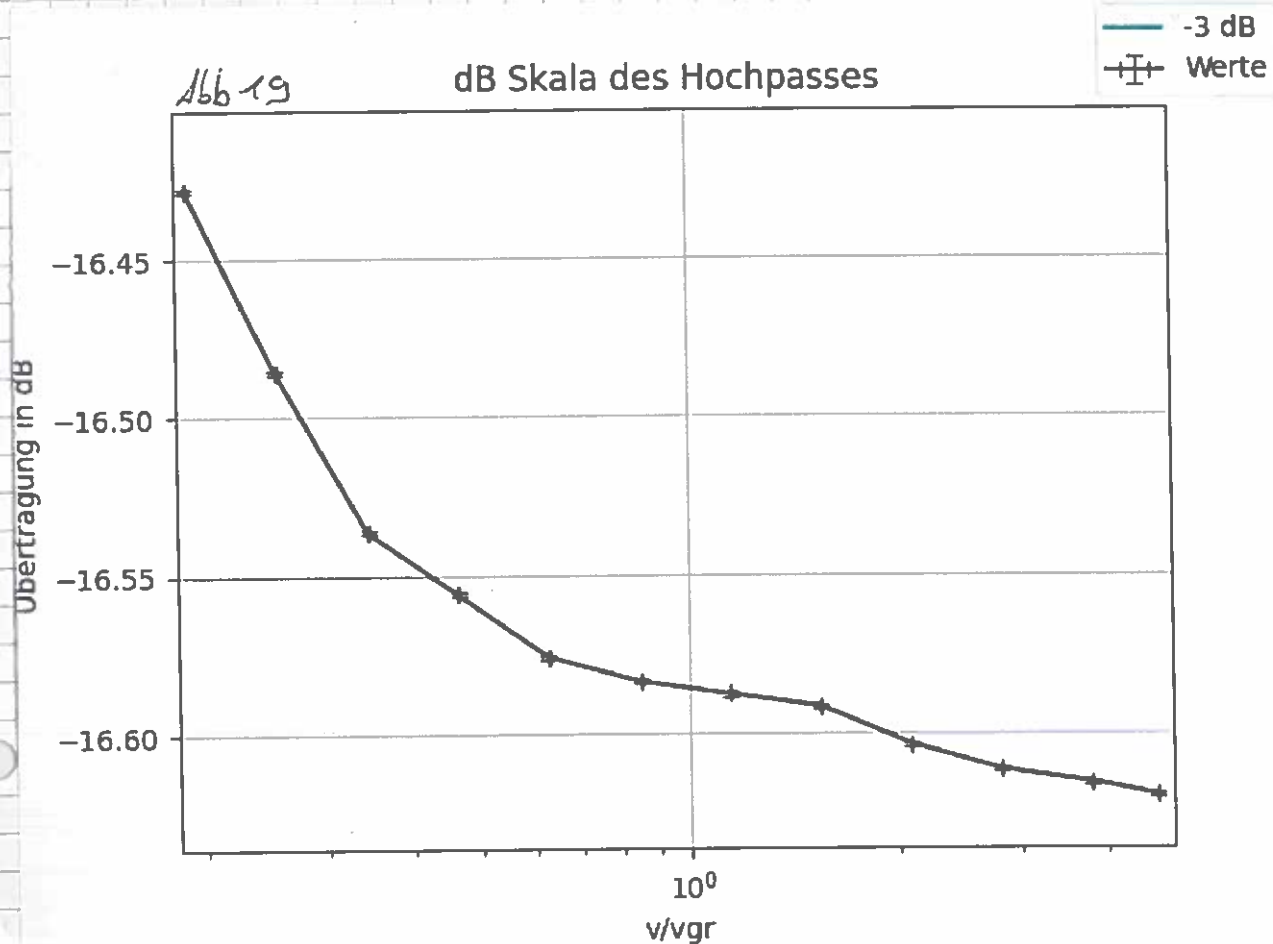
Tiefpass:

$$f_g = \frac{1}{2\pi CR} = 106.1 \text{ Hz}$$

Abb 18

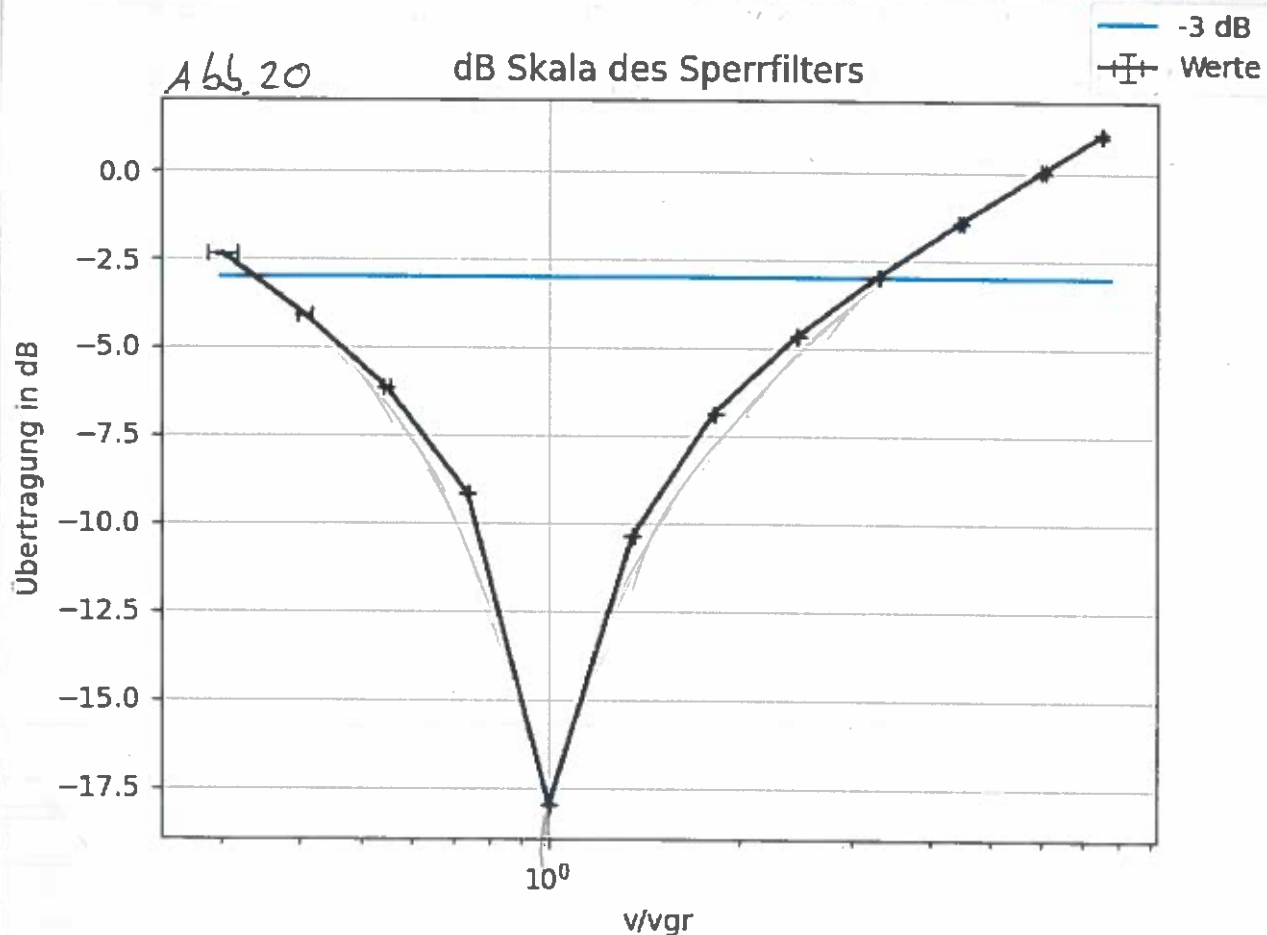


Diskussion dazu auf der nächsten Seite, da sie auch den Hochpass betrifft. *on*



Diskussion (auch bzgl. 134.f):

Der errechnete Wert für f_g passt in beiden Fällen nicht und der Hochpass ist um 16 dB verschoben und zeigt eine falsche Kurve. Wir haben damals U_c und U_R (also U_i für Hoch/Tiefpass) gleichzeitig gemessen. An sich haben wir die Schaltung kontrolliert, aber der Fehler ist schon in den Rohdaten, weshalb er nicht durch schlechte Rechnungen entstanden sein kann. Dafür spricht auch, dass der Sperrfilter mit gleichen Rechnungen funktioniert. Deswegen rechne ich nur noch mit dem Sperrfilter, da das einen anderen Aufbau hatte.



$$Q'_{\text{theo}} = \frac{1}{\omega_0 R C} = 1596$$

Ich lese ab: $\Delta \nu = |226 \text{ Hz} - 2190 \frac{1}{2}| = 1964 \text{ Hz}$

$$Q'_{\text{er}} = \frac{\Delta \nu_0}{\Delta \nu} = 0.339$$

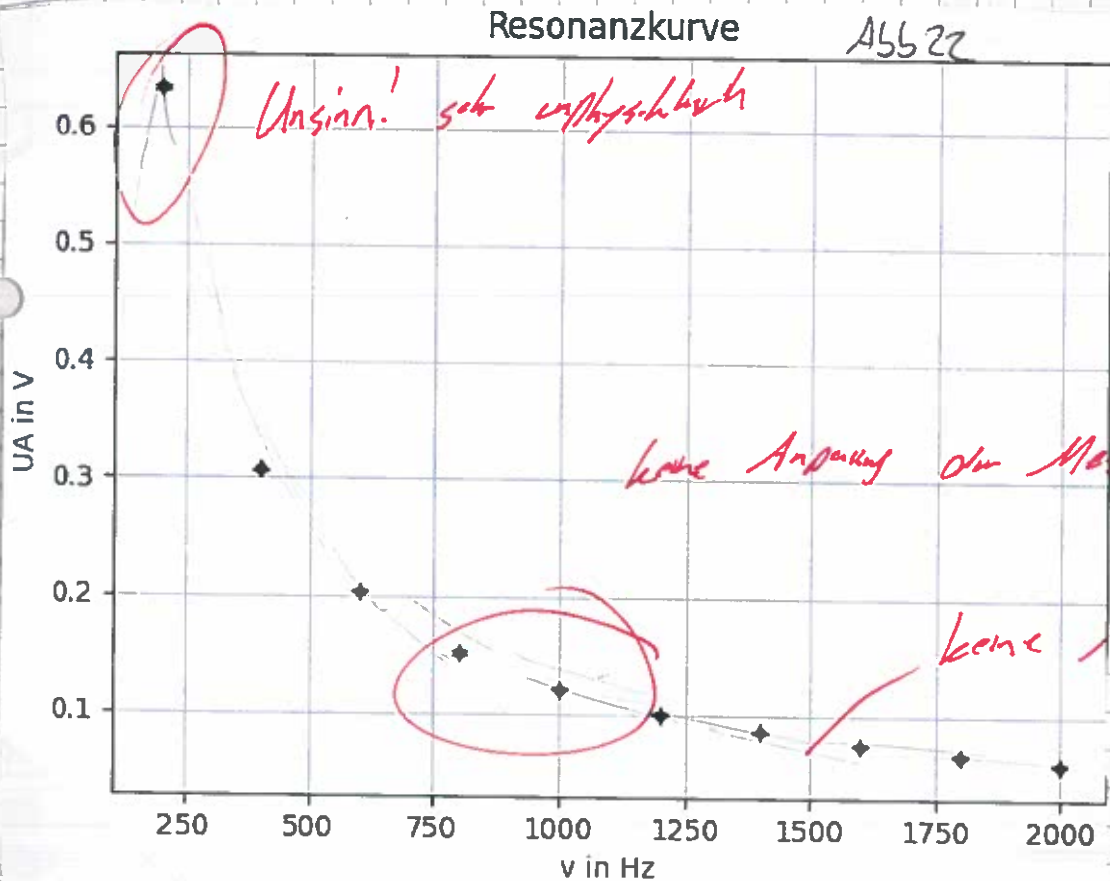
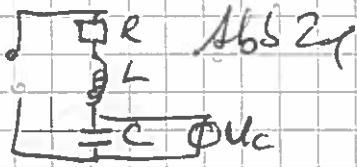
Wie der Graf zeigt, ist die Absolutanz um einen gewissen Faktor verschoben, was zu der großen Q' Differenz führt.

Q wird vor allem durch R_L (Sperrkreisstand) bestimmt.

f) / g) ?

239.i In diesen Versuch werde ich durch den Aufbau Abb 21 eine Resonanzkurve als Funktion der Spannung gegenüber der ~~Zeit~~ Frequenz messen.

$$\omega_0 < 200 \text{ Hz}$$



Wir haben die Resonanz verpasst, aber ich rechne dennoch mit meinen Werten, um das Prinzip zu zeigen, dabei nehme ich die Resonanz im 200 Hz Punkt an und spiegele die Werte an der Achse im Faktor 2.

Der Geradenfit ist in dem Fall $f_0 = 180,6 \times 10^3 \frac{V}{Hz}$

$\Delta\omega = 120 \text{ Hz}$ $\omega_0 = 200 \text{ Hz}$ $R = 100 \Omega$ $C = 1,5 \mu F$

$$Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} = 1,6$$

$$Q = \omega_0 \frac{L}{R} = 2L \quad (L \text{ habe ich nicht notiert})$$

$U_{A0}Q = 2U_{Amax} \rightarrow$ beide U_A Werte nicht vorhanden

richtige Funktion,
 U_{A0} ist da für?

Fazit: Beim experimentieren ist viel
schief gelaufen. Anfangs sind die
Werte gut, bei 234.e haben wir
falsch aufgebaut und bei
234.i haben wir aus E.k zu
schnell experimentiert und dadurch
wichtige Größen nicht gemessen und
zu wenige Punkte gemessen; allgemein
haben wir das Versuchsziel aus
den Augen verloren.

Eigentlich ist das komplette Protokoll
absolut unzureichend. Kaum ein Teil ist
ohne Fehler teils wurde sehr unvorsichtlich
geurteilt.

Nacharbeiten:

- x umfangreichere Einleitung
- x Teil zu 234.i neu, Fit neu
mit Fitfunktion und Ausgleichsgerade
an Computer einzeln, sinnvoller Nachtrag

Nacharbeiten:

Einleitung: In dieser Versuchsreihe werde ich das Verhalten von Wechselstromschaltungen und Komponenten der Wechselstromschaltung untersuchen. Dabei werde ich Hoch-, Tiefpass, Sperrfilter, Phasenschieber, Schwingkreis und Kondensator, sowie Spule mit Hilfe von verschiedenen Messgeräten und zusammenhängen betrachten. Dabei nutze ich beispielsweise einen Oszillator, um den Wechselstrom zu visualisieren und erzeuge damit Lissajous-Figuren.

234.i

Resonanzkurve

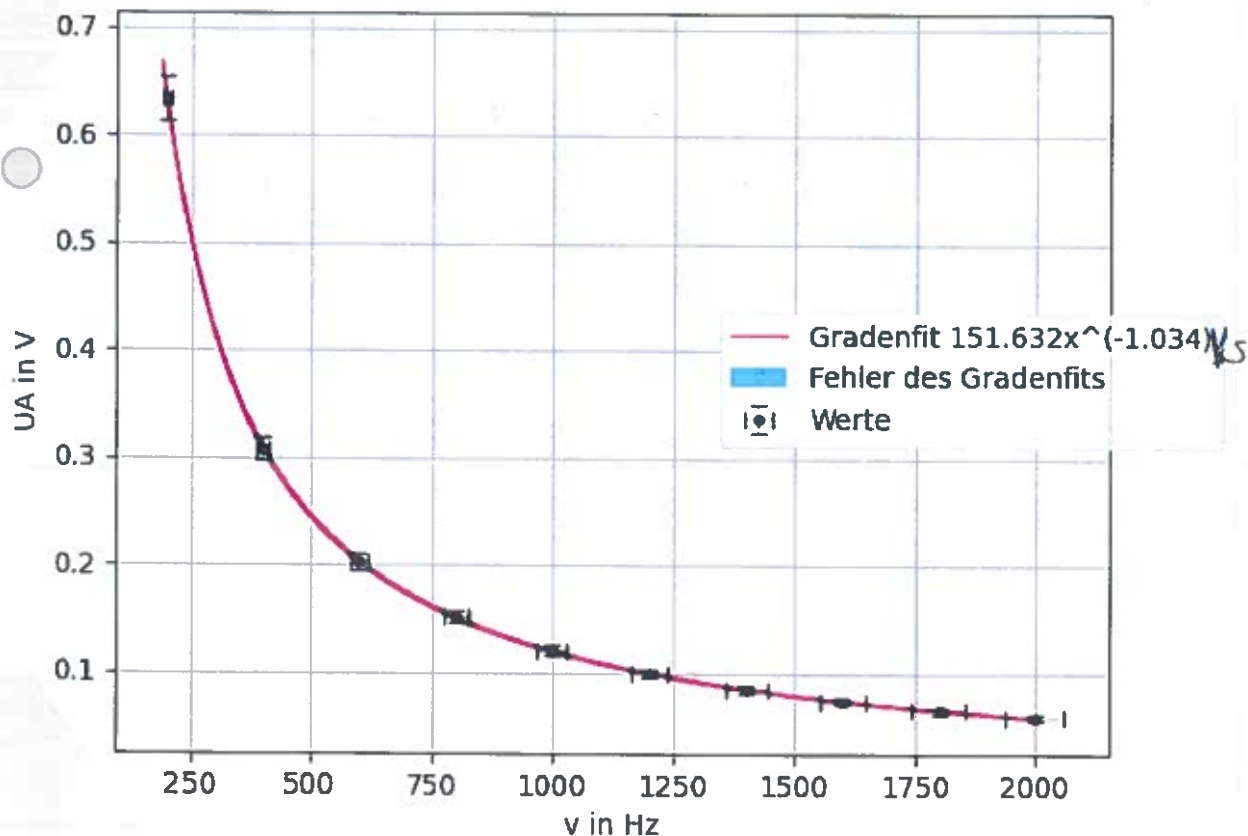


Abb 23

Diskussion zu 239i

Die Werte haben einen kleinen Fehler von ca. 3% und auch der erwartete exponentiell wirkende Anstieg zur Resonanzfrequenz hin ist klar sichtbar, aber die Wahl der Werte lässt die exakte Bestimmung der Resonanzfrequenz nicht zu. Aus den gemessenen Werten lässt sich nur schließen, dass diese Grenzfrequenz in einen

Frequenzbereich von 0 - 200 Hz liegt.

Da ich allerdings ab 200 Hz erst in 200 Hz Schritten gemessen habe, ist dieser nicht da. Dennoch

habe ich ausrechnen können, dass die Grenzfrequenz im Verhältnis

$$151,632 \times 10^{34} V_s \text{ steht, und dass}$$

die genau anliegende Spannung unbekannt ist,

aber der ungefähre Bereich dieser Spannung

vom Vorversuch bekannt ist, lässt sich

der Bereich, der die Eigenfrequenz beinhaltet

durch $2V < U_E < 6V$ (großzügige Abschätzung, da

der Signalgenerator etwa 4V im Versuch abgeben

$$\text{lieferte) } 2V = 151,632 \times 10^{34} V_s (\Rightarrow) x \leq 66 \text{ Hz}$$

$$6V = 151,632 \times 10^{34} V_s (\Rightarrow) x \geq 22 \text{ Hz}$$

Dadurch lässt sich weiter abschätzen, dass

die Resonanzfrequenz des Systems zwischen

22 und 66 Hz liegt. Mit einem exakten U_E

wäre es berechenbar, allerdings ist dieser

Wert nicht gemessen werden und dadurch lässt sich die Resonanzfrequenz nur auf den sicheren Bereich 0-200 Hz bzw. den abgeschätzten Bereich 22-66 Hz abschätzen/berechnen.

5: (1) Die 2-6 V kommen von der angelegten $U_{pp} = 4 \text{ V}$ mit einem Fehler von 2 V, um sicher zu gehen. Ich gehe davon aus, dass im Resonanzfall ein Großteil der angelegten Spannung weitergegeben wird und nehme den Wert des (abg.)

dt.