

## Hinweis

Die vorliegende Zusammenfassung wurde im Rahmen der jeweiligen Lehrveranstaltung an der Universität Bonn erstellt. Sofern im oberen Teil der ersten Seite oder auf der unten angegebenen Webseite nicht anders vermerkt, wurde diese Zusammenfassung von mir, Marvin Zanke, alleine angefertigt. Für mehr Informationen und meine gesamten Unterlagen, siehe:

<https://www.physics-and-stuff.com/>

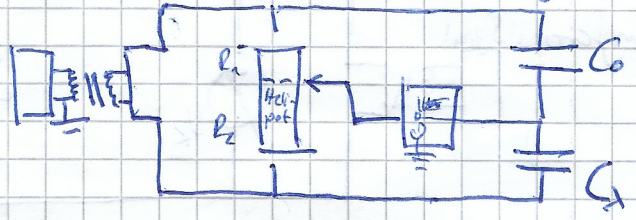
**Ich erhebe keinen Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit der vorliegenden Zusammenfassung!**

Dieses Werk von [Marvin Zanke](#) ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung – Nicht-kommerziell – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz](#).

10.04.16 Wechselstromwiderstände, Phasenschieber, RC-Glieder und Schwingungen

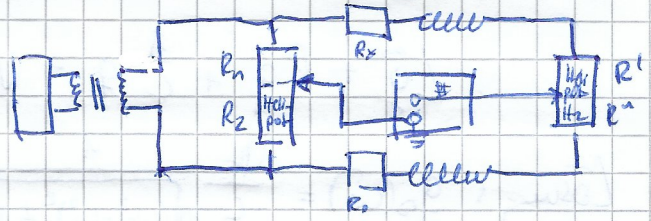
- Umgang mit Wechselströmen, Schaltungen in Wechselstromkreisen;
- Kapazitäten und Induktivitäten auf versch. Weise bestimmen; Wechselstrombrücke, Hochpass, Tiefpass, Sperrfilter; gewisse Frequenzen aus Fr. gemisch unterdrücken
- Erzw.-Schwingung Drehpendel → elektrischer Schwingkreis (Resonanzphänomen)

Messung Kapazität:



wie im Gleichstrom:  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{C_x}{C_0}$

Messung Induktivität:

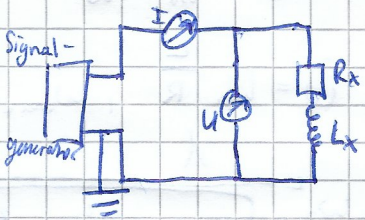


$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_x}{L_0} = \frac{R_x}{R_0}$  i. A. nicht zugleich erfüllbar

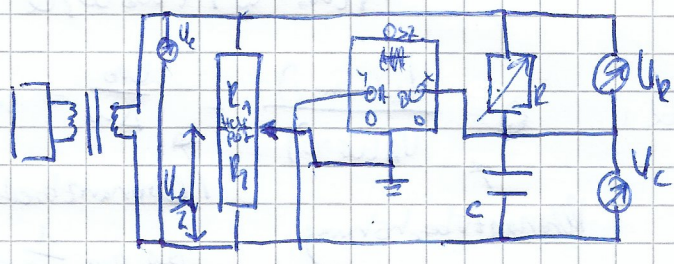
für Phasenabgleich weiter Helipot

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_x}{L_0} = \frac{R_x + R'}{R_0 + R''}$

Messung Impedanzen:

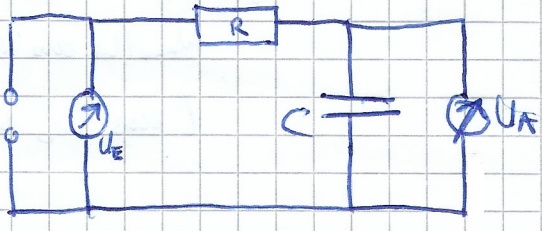


Phasenschieber:



Keine Spule/Kondensator statt Widerstand, weil Widerstand von Frequenz abhängig.

Tiefpass:



$R_c = \frac{1}{\omega C}$   
 →  $\omega$  klein heißt  $R_c$  groß  
 → großer Abfall an C

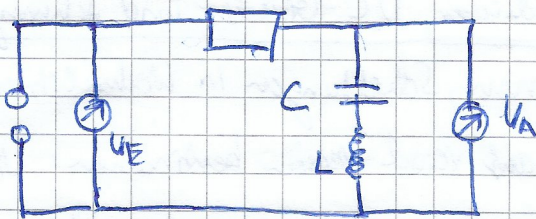
Hochpass:



$R_c = \frac{1}{\omega C}$   
 ⇒  $\omega$  groß heißt  $R_c$  klein  
 ⇒ kleine Spannung fällt an R

$Z_{*Vgr} = \omega_{gr} = \frac{1}{RC}$

Sperrfilter:

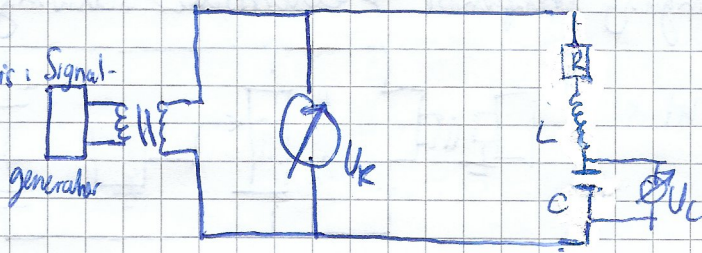


$$V_{gr} = \frac{1}{2\pi RC}, \quad U_A = \frac{U_E}{\sqrt{2}} \text{ bei } V_{gr}$$

$$Q_{exp} = \frac{V_o}{\Delta V}, \quad Q_{theor} = \frac{1}{\omega RC}$$

$$V_{gr} = \omega_0$$

Elektrischer Schwingkreis: Signal-



$$U_L(t) + U_R(t) + U_C(t) = U_E \cos(\omega t)$$

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

Lösung:  $q_0(\omega) = \frac{U_E}{L} \frac{1}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \omega^2 \omega^2 / Q^2}}$

$$q(t, \omega) = q_0(\omega) \cdot \cos(\omega t - \alpha)$$

$$\tan(\alpha) = \frac{1}{Q} \frac{\omega_0 \omega}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

Einsetzen

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC}, \quad Q = \omega_0 \frac{L}{R}, \quad \omega_{max} = \sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}}$$

im max  $\omega_{max}$

$$U(\omega) = U_E \omega_0 \frac{1}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \omega^2 \omega^2 / Q^2}} \quad \text{Resonanzfrequenz}$$

$$U_0 = U_E \cdot Q$$

Peak Q:

$$Q = \frac{U_A(\omega_{max})}{U_A(\omega=0)} = \frac{\omega_0}{\Delta \omega} = \omega_0 \cdot \frac{L}{R}$$

Resonanzüberhöhung

Resonanzbreite:

aus  $\frac{1}{\sqrt{2}}$ -Wert

$$\omega_{max}(\omega_0 \text{ aus } \omega_{max} = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}}$$

L aus  $\omega_0$  und C

Durchführung

Erster Teil: Induktivität (Spule) und Kapazität (Kondensator) mit Wheatstonebrücke für Wechselstromwid.; Außerdem Induktivität mittels Stromf. Spannungsmessung und über Phase im Phasendiagramm

Zweiter Teil: Veränderung Phase einer Ausgangsspannung relativ zur Eingangsspannung mittels Phasenschieber; Variiert R.

Dritter Teil: Hochpass, Tiefpass, Sperrfilter; Man misst Spannungsverhältnis  $\frac{U_A}{U_E}$  in Abhängigkeit von  $\frac{V}{V_{gr}}$ ; über  $U_A = U_E \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$  bestimmt man für HP, TP  $V_{gr}$  und über  $\Delta V$  beim Sperrfilter  $Q'_{\text{Unterdrückgüte}}$  wobei  $\Delta V: U_A < \frac{U_E}{\sqrt{2}}$ ,  $Q'_{\text{exp}} = \frac{V_0}{\Delta V}$  und vergleicht mit  $Q'_{\text{theor}}$ .

Vierter Teil: Messen Resonanzkurve für elektrischen Schwingkreis (dam Kondensator) und bestimmt über verschiedene Verfahren die Güte Q, sowie  $\omega_0$ ,  $\omega_{max}$  und L. Güte Q aus Resonanzbreite, Resonanzhöhe und aus  $\omega_0$ , L, R

Ergebnisse:

- Potentiometer abgestimmt auf  $I=0$  und für zweiten Teil zusätzlichem Polt. angeschlossen; Innenwiderstand Spule mit DMM gemessen, geringe Beeinflussung der Messung durch Messgerät bei Stromf. Spannungsmessung, denn Spannungsmesser hochohmig, Strommesser niedrigohmig; sehr unterschiedliche Werte für Induktivität  $\rightarrow$  große Probleme Brücke abzugleichen (größtes Min. für  $R_n=0$ ,  $R'=0$ ), außerdem: Messfehler in Geräten (U, I); Innenwiderstand Spule, Innenwiderstand Signalgenerator nicht zu vernachlässigen
- $U_E$  messen oder mittels  $U_E$  alle  $U_A$  und  $U_C$ ; eingebragene Werte stimmen sehr gut mit Thaleskreis überein; Auf Oszilloskop entweder Spannungsmomentanwerte in Abh. der Zeit oder Graphen mit x-y-Achse wo Phase aufgetragen ( $\Delta \varphi = 0$ : Gerade,  $\Delta \varphi \in (0, \frac{\pi}{2})$ : Ellipse,  $\Delta \varphi = \frac{\pi}{2}$ : Ellipse)

Im Saal... zeit D = ...

Zweiter Graph Lissajous-Figuren mit  $\omega_1 = \omega_2$  (sonst zusätzlich zur Phasenverschiebung versch. Freq.)

- $U_E$  konstant zu halten war aufwändig, da Transformator nicht zwischengeschaltet und Spannung  $U_E$  variiert mit Frequenz  $\nu$ ;  $Q_{exp}$ ,  $Q_{theo}$  variieren leicht, exp. Wert leicht größer; Abschwächung am größten:  $\left(\frac{U_A}{U_E}\right)_{min} = \frac{R_L}{R_L + R}$

- Spannungsquelle musste ständig verstellt werden, deshalb  $U_E$  nicht = 0,5V gewählt; Spule nicht den vernachlässigbar kleinen Widerstand berücksichtigen;  $\Delta \nu$  aus  $\frac{1}{\sqrt{2}}$ -Breite dann  $Q$  aus Resonanzbreite daraus nach Induktivität;

Werte für  $Q$  innerhalb der Fehlergrenzen nah beieinander

- reine Wechselstrom Impedanz-Bestimmungss Versuche schlecht funktionieren  
Schlechter Abgleich mit Brüchen → große Abweichungen über versch. Verfahren  
Anreisser beim Thales-Kreis; deutlich zu erkennen welche Freq. bei  
HP, TP blockiert (Transmittanz)