

Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik

1. Versuch

GET 6: Frequenzverhalten einfacher Schaltungen

2. Standort

In unseren Laboren im Helmholtzbau H2546, H2547, H2548 und H2549.

3. Ziel und Inhalt

Methoden zur Messung von Amplituden und Phasengängen von frequenzselektiven Schaltungen: RC-Tiefpass, RC-Hochpass, doppelter RC-Tiefpass und RC-Bandpass. Grafische Darstellung der Messergebnisse.

Methoden zur Ermittlung der Parameter des Reihenschwingkreises.

4. Vorausgesetztes Wissen

- Grundlagen der Wechselstromtechnik
- Frequenzabhängige Eigenschaften von RC-Tiefpass, RC-Hochpass, doppeltem RC-Tiefpass und RC-Bandpass und die grafische Darstellung der Übertragungsfunktion in Amplituden- und Phasengang, Grenzfrequenz(en) und Bandmittenfrequenz.
- Bestimmung der Parameter von Schwingkreisen: Resonanzfrequenz, 45° Eckfrequenzen, Bandbreite und Resonanzgüte.

5. Literatur zur Vorbereitung

- Lernprogramm „Frequenzselektive Schaltungen“ im LearnWeb unter <http://getsoft.net/>
- Vorlesungs- und Übungsunterlagen Allgemeine Elektrotechnik
- Seidel, Wagner: Allgemeine Elektrotechnik, Carl Hanser Verlag München
- Lunze: Theorie der Wechselstromschaltungen, Verlag Technik Berlin

6. Vorbereitung

Drucken Sie sich die Diagrammblätter mit einfach-logarithmischer Lineatur **viermal** aus.
Siehe: <https://getsoft.net/labweb/dokumente-und-vorlagen>

Die Werte für 6.1 bis 6.4 sind $R = 1,99 \text{ k}\Omega$ und $C = 100,1 \text{ nF}$

Tiefpass

6.1. Zeichnen Sie das Schaltbild des RC-Tiefpasses. Geben Sie allgemein die Übertragungsfunktion $\underline{H}(\omega)$, den Amplitudengang $H(\omega)$ und den Phasengang $\varphi_H(\omega)$ an. Berechnen Sie mit den gegebenen Parameterwerten die Grenzfrequenz f_g . Berechnen Sie die Übertragungsfunktion dieses Tiefpasses bei den 10 Frequenzen 20, 40, 80, 200, 400, 800, 2k, 4k, 8k, 20kHz. Stellen Sie den Amplitudengang und den Phasengang auf dem vorgegebenen einfach-logarithmischem Papier dar.

Hochpass

6.2. Führen Sie die Aufgabe 6.1. für den Hochpass durch.

Doppelter Tiefpass (Schaltung in 8.3)

6.3. Führen Sie die Aufgabe 6.1. für den doppelten Tiefpass durch. Die Übertragungsfunktion berechnen Sie entweder mit dem doppelten Spannungsteiler oder über die Kettenschaltung der Grundvierpole.

Bandpass (Schaltung in 8.4)

6.4. Führen Sie die Aufgabe 6.1. für den Bandpass bei den 12 Frequenzen 20, 40, 80, 200, 400, 600, 800, 1k, 2k, 4k, 8k, 20kHz durch. Berechnen Sie die beiden Grenzfrequenzen sowie die Bandmittenfrequenz. Die Übertragungsfunktion berechnen Sie entweder mit dem doppelten Spannungsteiler oder über die Kettenschaltung der Grundvierpole.

Reihenschwingkreis (Schaltung in 8.5)

6.5. Bestimmen Sie allgemein die Resonanzfrequenz f_0 , die zwei 45° -Eckfrequenzen f_{-45° und f_{+45° , die Bandbreite b_f und daraus die Resonanzgüte Q des Reihenschwingkreises. Wie groß ist die Spannung über der Kapazität C im Resonanzfall?

6.6. Stellen Sie die Übertragungsfunktion $\underline{H}(\omega) = \underline{U}_A / \underline{U}_E$ mit $\underline{U}_A = \underline{U}_{RM}$ auf und geben Sie die Formeln für den Amplituden- und Phasengang an.

6.7. Leiten Sie die Formel für den Verlustwiderstand R_L aus der Übertragungsfunktion $\underline{H}(\omega)$ bei Resonanz her. (Spannungsteiler: R_M bekannt, U_A und U_E gemessen.)

7. Geräte und Baugruppen am Versuchsplatz

- 1 Zweikanal-AC-Millivoltmeter GVT 427
- 1 Funktionsgenerator OR-X 310
- 1 Digitaler Phasenmesser DPM 609
- 2 Digitalmultimeter
- 2 Bauteile Hochpass/Tiefpass (umsteckbar)
- 1 Bauteil Reihenschwingkreis

8. Aufgabenstellung und Versuchsauswertung

Hinweise zur praktischen Versuchsdurchführung:

Funktionsgenerator

Sinusförmige Spannung (Funktionswahltaste Sinus) einstellen.
Amplitude über dem Frequenzbereich auf **1V konstant** halten.

Zur genauen Frequenzmessung verwenden Sie ein Digitalmultimeter parallel zum Tongenerator.

Einfach-logarithmisches Papier

Benutzen Sie das Blatt „Millimeterpapier A4“ aus den „Vorlagen“ im „LabWeb“ von GetSoft.

Achten Sie darauf, dass der Massepunkt für alle Geräte an der gleichen Stelle der Schaltung liegt, da sie, bis auf die Digitalmultimeter, nicht erdfrei sind.

8.1. Tiefpass bei sinusförmiger Erregung

Messen Sie den Amplituden- und Phasengang des Tiefpasses bei den 10 Frequenzen 20, 40, 80, 200, 400, 800, 2k, 4k, 8k, 20 kHz und der Grenzfrequenz. Stellen Sie die Verläufe in den vorbereiteten Diagrammen von 6.1 dar.

8.2. Hochpass bei sinusförmiger Erregung

Messen Sie den Amplituden- und Phasengang des Hochpasses bei den 10 Frequenzen 20, 40, 80, 200, 400, 800, 2k, 4k, 8k, 20 kHz und der Grenzfrequenz. Stellen Sie die Verläufe in den vorbereiteten Diagrammen von 6.2 dar.

8.3. Doppelter Tiefpass bei sinusförmiger Erregung

Messen Sie den Amplituden- und Phasengang des doppelten Tiefpasses bei den 10 Frequenzen 20, 40, 80, 200, 400, 800, 2k, 4k, 8k, und 20 kHz und der Grenzfrequenz. Stellen Sie die Verläufe in den **vorbereiteten** Diagrammen von 6.3 dar.

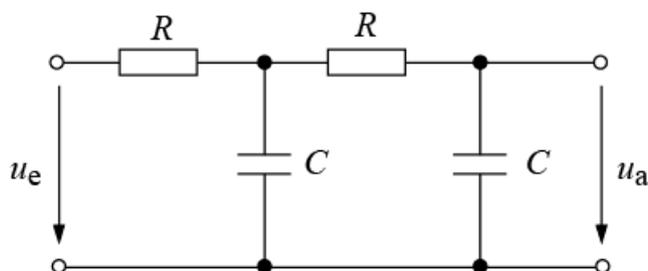


Bild 1. Doppelter Tiefpass

8.4. Bandpass bei sinusförmiger Erregung

Messen Sie den Amplituden- und Phasengang des Bandpasses bei den 12 Frequenzen 20, 40, 80, 200, 400, 600, 800, 1k, 2k, 4k, 8k, 20 kHz sowie bei den zwei Grenzfrequenzen und der Bandmittenfrequenz. Stellen Sie die Verläufe in den vorbereiteten Diagrammen von 6.4 dar.

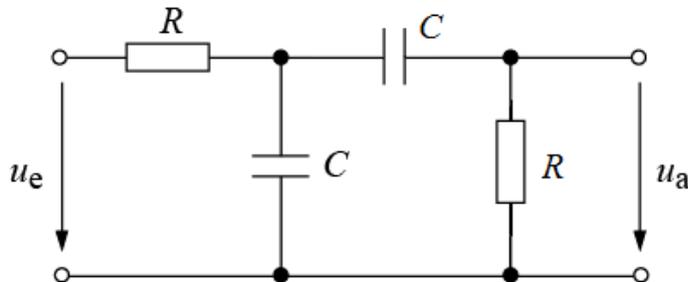


Bild 2. RC-Bandpass

8.5. Reihenschwingkreis

8.5.1. Messen Sie die Werte von R_M , L und C mit dem Digitalmultimeter.

8.5.2. Messen Sie über die jeweiligen Phasenwinkel die Resonanzfrequenz f_0 sowie die beiden 45° -Eckfrequenzen. Bestimmen Sie die Bandbreite b_f und die Güte Q des Schwingkreises.

8.5.3. Bestimmen Sie die Güte Q des Schwingkreises durch Messen der Spannungsüberhöhung am Kondensator mit dem Digitalmultimeter bei Resonanz.

8.5.4. Messen Sie den Frequenzgang (Betrag und Phase) der Ausgangsspannung $\underline{U}_A = \underline{U}_{RM}$ bei eingprägter Eingangsspannung $U_E = 1V$ und stellen Sie ihn grafisch über der linear geteilten Frequenzachse dar: Für den Frequenzbereich 400 - 600 Hz und 1000 - 1500 Hz in 100Hz-Schritten und für den Frequenzbereich 650 - 950 Hz in 50 Hz-Schritten.

8.5.5. Ermitteln Sie den Verlustwiderstand R_L bei Resonanz gemäß 6.7.

8.5.6. Berechnen Sie mit den nun bekannten Werten für R_M , L , C und R_L die Resonanzfrequenz, die 45° -Eckfrequenzen und die Resonanzgüte. Vergleichen Sie die berechneten mit den gemessenen Werten von 8.5.2 und 8.5.4 und diskutieren Sie die Abweichungen.

8.5.7. Berechnen Sie den Frequenzgang (Betrag und Phase) der Ausgangsspannung \underline{U}_A und zeichnen Sie die Werte in das Diagramm von 8.5.4 ein. Diskutieren Sie die Abweichungen.

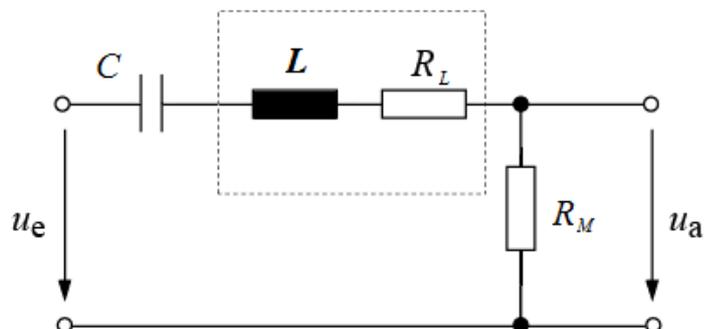


Bild 3. Reihenschwingkreis