

E 16 Schwingkreise

1 Aufgabenstellung

1.1 Eigenfrequenz und logarithmisches Dekrement der **freien** elektromagnetischen Schwingung sind oszillographisch zu messen, die Güte Q des Schwingkreises ohne Zusatzdämpfung ist zu bestimmen.

1.2 Für einen **Reihenschwingkreis** sind die Resonanzkurven des Stromes I und der Kondensatorspannung U_C bei 2 unterschiedlichen Dämpfungen aufzunehmen und graphisch darzustellen. Resonanzfrequenzen, Resonanzüberhöhungen und Bandbreiten sind zu bestimmen, Dekrement und Güte daraus zu berechnen.

Wahlaufgaben

1.3 a) Am **Reihenschwingkreis** ist der Phasenwinkel φ zwischen Strom I und Spannung U als Funktion der Frequenz f bei den beiden in 1.2 benutzten Dämpfungen oszillographisch zu messen und graphisch darzustellen, die Resonanzfrequenzen sind anzugeben. Außerdem ist $(f \cdot \tan \varphi)$ als Funktion von f^2 darzustellen; Resonanzfrequenz und Güte sind durch lineare Regression zu ermitteln.

1.3 b) Am **Parallelschwingkreis** ohne Zusatzdämpfung sind die Resonanzkurven des Gesamtstroms I und des Teilstroms I_C durch den Kondensator aufzunehmen und graphisch darzustellen. Aus der I_C -Resonanzkurve sind die in 1.2 genannten Größen zu bestimmen; daraus ist die Güte Q zu berechnen.

2 Literatur

- 2.1 Ilberg, W., Kröttsch, M., Geschke, D. Physikalisches Praktikum
B. G. Teubner Verlagsgesellschaft Stuttgart, Leipzig
10. Auflage 1994, S. 194 - 198, 202 - 204
- 2.2 Becker, J., Jodl, H.-J. Physikalisches Praktikum für Naturwissenschaftler und Ingenieure
VDI-Verlag GmbH Düsseldorf
1. Auflage 1991, S. 86 - 90
- 2.3 Stroppe, H. Physik
Fachbuchverlag Leipzig, Köln
10. Auflage 1994, S. 270 - 274, 293 - 303

3 Hinweise zum Versuch

3.1 Zur Anregung **freier** Schwingungen wird in den Schwingkreis **ohne Zusatzdämpfung** eine niederfrequente Sägezahnspannung ($f_{\text{Err.}} = 1/5 \dots 1/10 f_{\text{Eig.}}$) **kapazitiv** eingekoppelt. Die Periodendauer wird mit Hilfe der kalibrierten Zeitbasis eines Oszillografen bestimmt. Die Schaltung ist zu entwerfen.

3.2 Die **Effektiv**werte von Stromstärke I und Kondensatorspannung U_C werden in der Schaltung nach Bild 1 mit Digitalmultimetern gemessen. Die Messgrößen sind auf die Schwingkreis-Spannung U zu normieren (Darstellung von I/U , U_C/U), deren **Scheitel**wert oszillographisch gemessen wird. Die Normierung kann entfallen, wenn die **Spannung U** durch Nachregeln am Generator **konstant gehalten wird**.

Die Resonanzkurven sind für 2 Dämpfungswiderstände $R = 3 \dots 10 \Omega$ aufzunehmen, die an Dekadenwiderständen eingestellt werden. Zunächst sind die (bei vorhandener Dämpfung unterschiedlichen) Resonanzfrequenzen von I und U_C möglichst genau zu bestimmen und die zugehörigen Wertepaare dieser Größen zu registrieren.

Anschließend sind weitere Wertepaare bei mindestens je 7 Frequenzen ober- und unterhalb der Resonanzfrequenz zu erfassen, so dass **der gesamte Flankenbereich der Resonanzkurven überdeckt wird**.

Achtung! Die Strombelastung des Tonfrequenzgenerators darf $I = 100 \text{ mA}$ nicht übersteigen!

Die Generatorspannung ist daher zunächst auf kleine Werte $U_0 < 1 \text{ V}$ einzustellen und darf erst **nach** Ermittlung der Resonanzfrequenz $f_r(I)$ soweit erhöht werden, dass auch bei $f_r(I)$ die Bedingung $I < 100 \text{ mA}$ erfüllt ist.

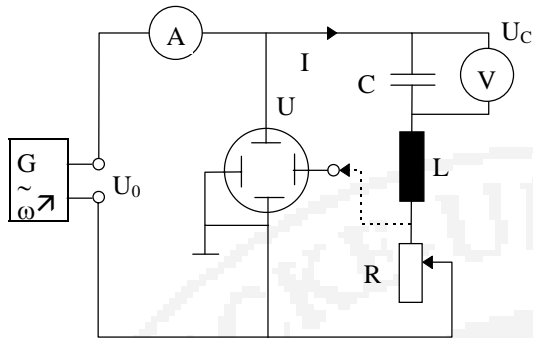


Bild 1: Schaltung zur Aufnahme der Resonanzkurven am Reihenschwingkreis

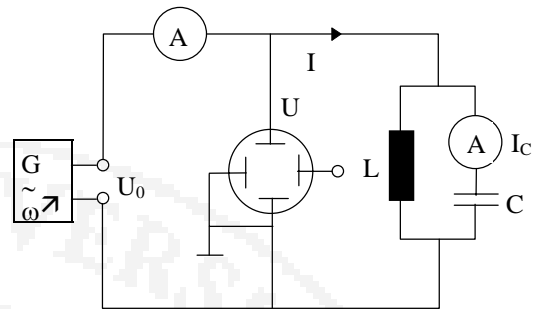


Bild 2: Schaltung zur Aufnahme der Resonanzkurven am Parallelschwingkreis

Das logarithmische Dekrement D kann aus der Differenz der beiden Resonanzfrequenzen des Stromes $f_r(I)$ und der Kondensatorspannung $f_r(U_C)$ nach der Beziehung

$$D = \delta \cdot T = \pi \cdot \frac{\sqrt{2 \cdot f_r^2(I) - 2 \cdot f_r^2(U_C)}}{f_r(I)} \quad (1)$$

berechnet werden. Die Güte Q des Kreises ergibt sich

- aus dem Dekrement nach $Q = \pi/D$,
- der Bandbreite $\Delta f(I)$ der Stromresonanzkurve nach $Q = f_r(I)/\Delta f(I)$ oder
- aus der Resonanzüberhöhung $(U_C/U)_{res} \approx Q$.

Die Ergebnisse sind miteinander zu vergleichen, Ursachen von Abweichungen sind zu diskutieren.

3.3 Zur Messung des **Phasengangs** des Reihenschwingkreises wird die Spannung U am Schwingkreis den Vertikalablenkplatten, eine dem Strom I phasengleiche, am Dämpfungswiderstand R abgegriffene Spannung den Horizontalplatten zugeführt (gestrichelte Leitungsführung in Bild 1). Nach möglichst genauer Bestimmung der Resonanzfrequenz wird die Lissajous-Ellipse in vorzugebenden kleinen Schritten verbreitert und vermessen, indem sie durch Veränderung der Ablenkempfindlichkeiten so eingestellt wird, dass horizontale und vertikale Rasterlinien berührt werden (siehe Bild 3). Der Phasenwinkel φ errechnet sich aus

$$\sin \varphi = \frac{2 \cdot x_0}{2 \cdot a} = \frac{2 \cdot y_0}{2 \cdot b} \quad (2)$$

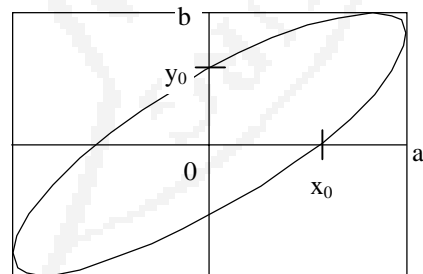


Bild 3: Lissajous-Ellipse

3.4 Bei der Aufnahme der Resonanzkurven des **Parallelschwingkreises** ohne Zusatzdämpfung in der Schaltung nach Bild 2 ist analog 3.2 zu verfahren (zunächst genaue Bestimmung der Resonanzfrequenz usw.). Die Spannung ist auf einen solchen Wert $U_0 \leq 0,3$ V einzustellen, dass auch bei den Grenzfrequenzen des Messbereichs 20 kHz und 50 Hz ein **Maximalstrom I von 100 mA keinesfalls überschritten wird**.

Die Resonanzkurve von I ist auf die Schwingkreis-Spannung U , die Resonanzkurve von I_C auf den Strom I zu normieren (d. h. Darstellung von I/U , I_C/I). Die Güte Q ist näherungsweise aus der Stromüberhöhung $(I_C/I)_{res} \approx Q$ und aus der Bandbreite nach $Q \approx \frac{f_r(I_C/I)}{\Delta f(I_C/I)}$ zu berechnen. (3)

4 Zugeordnete Themenkomplexe

Freie gedämpfte elektrische Schwingungen, Eigenfrequenz, Dämpfungskonstante, Dekrement
 Erzwungene Schwingungen, Amplitudengang, Phasengang; Strom- und Spannungsresonanz
 Wechselstromkreise mit komplexen Widerständen