EO - Oszilloskop
Blockpraktikum Frühjahr 2005

Alexander Seizinger, Tobias Müller
Assistent René Rexer

Tübingen, den 28. März 2005

1 Einführung

In diesem Versuch geht es hauptsächlich darum, sich mit der Funktionsweise eines Oszilloskops vertraut zu machen. Nachdem im ersten Teil die verschiedenen Betriebsmodi getestet wurden konnten wir im zweiten Teil das Aufladeverhalten von Kondensatoren untersuchen.

1.1 Oszilloskop

1.1.1 y-t-Modus

Im y-t-Modus haben wir für verschiedene Wechselstromfrequenzen den zeitlichen Spannungsverlauf betrachtet. Wichtig ist hierbei die richtige Triggerung, um ein stabiles Bild zu erhalten. (Beispiel siehe Anhang)

1.1.2 x-y-Modus

Hierbei werden die zwei verschiedene Spannungen überlagert, es entstehen die sog. Lissajous-Figuren. Überlagert man zwei sinusförmíge Wechselspannungen gleicher Frequenz ergibt sich ein Kreis. Da es die verwendeten Frequenzgeneratoren nicht ermöglichten, exakt die gleiche Frequenz zu produzieren, gab es leichte Verschiebungen, der Kreis nahm leicht ellyptische Form an.

1.2 Aufladung von Kondensator/Spule

Mit Hilfe eines Oszilloskops ist es möglich, das Aufladeverhalten - bzw. genauer gesagt den Spannungsverlauf - von Kondensatoren und Spulen zu untersuchen.

1.2.1 Kondensator

Als Zusammenhang zwischen Spannung U und Ladestrom I gilt:

$$I = \frac{dQ}{dt} = C \cdot \frac{dU_C}{dt}$$

Durch Lösen dieser DGL mit der Randbedingung $U_C(0) = 0$ ergibt sich für den zeitlichen Verlauf der am Kondansator abfallenden Spannung U_C:

$$U_C(t) = U(1 - e^{\frac{t}{RC}})$$

Aus den Messungen des Spannungsverlaufes lässt sich also die Kapazität des verwendeten Kondensators berechnen.

1.2.2 Spule

Nun betrachten wir statt Kondensator eine Spule der Induktivität L, die über einen ohmschen Widerstand R (sonst Kurzschluss) aufgeladen wird. Nach der Lenzschen Regel induziert die Spule bei sich ändernder Stromstärke eine Gegenspannung U_{ind}

$$U_{ind} = U \cdot \frac{dI}{dt}$$

und damit gilt für den Spannungsverlauf an der Spule:

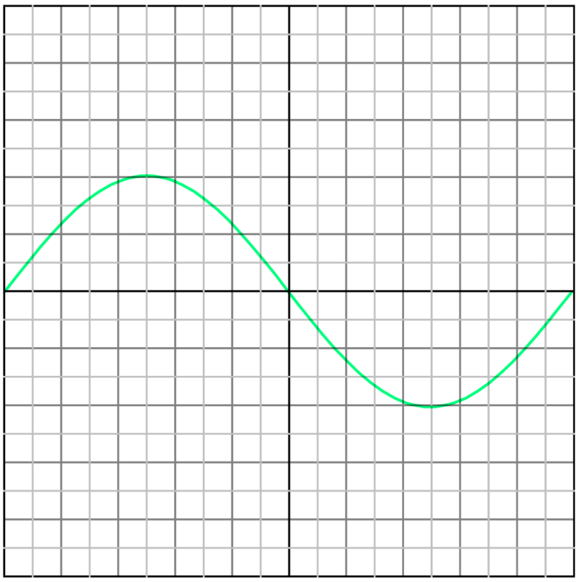
$$U_{ind} = U \cdot e^{-\frac{R \cdot t}{L}}$$

Auch hier läßt sich aus dem gemessenen Spannungsverlauf die Induktivität der Spule bestimmen.

2 Versuchsdurchführung

Im ersten Teil des „Versuches“ ging es darum das Oszilloskop (den Y-T-Modus) mit Hilfe eines Frequenzgenerators auszuprobieren. Dabei wurde versucht ein externes Signal (Sinusspannung) zu triggern.

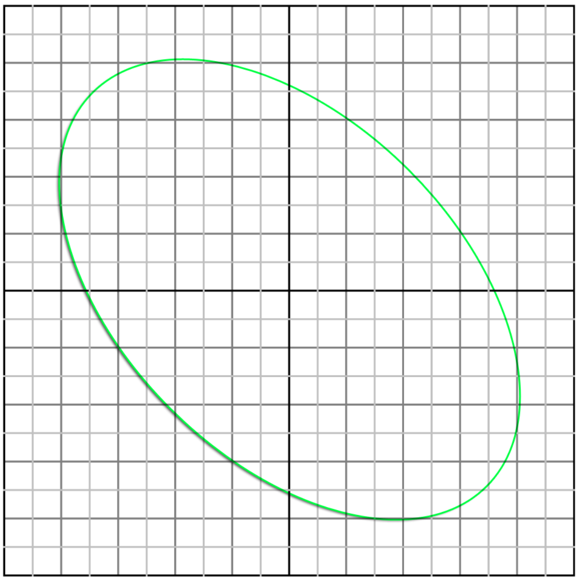
getriggerte Sinus-Spannung



Frequenzgenerator: 50Hz, y-Ablenkung: $0,2\,\text{V}/\text{div}$, Timebase: $2\mu\text{s}$

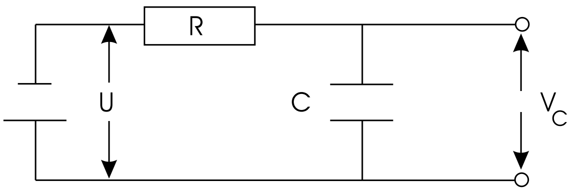
Anschließend wurde mit Hilfe eines zweiten Frequenzgenerators und dem Y-X-Modus des Oszilloskop Lissajous-Figuren erzeugt.

Lissajous-Figur



Frequenzgeneratoren: $254\mathrm{Hz}$, x-Ablenkung: $0,1\mathrm{V}/\mathrm{div}$, y-Ablenkung: $0,1\mathrm{V}/\mathrm{div}$

Im zweiten Teil sollte dann die Kapazität eines Kondensators und die Induktivität einer Spule mit Hilfe eines Frequenzgenerators ermittelt werden. Dabei wurde mit Hilfe folgender Schaltung zuerst die Spannung am Kondensator bzw. der Spule und anschließend (durch Vertausch von Kondensator/Spule und Widerstand) die Spannung am Widerstand (zur Ermittlung des Stromes) gemessen:

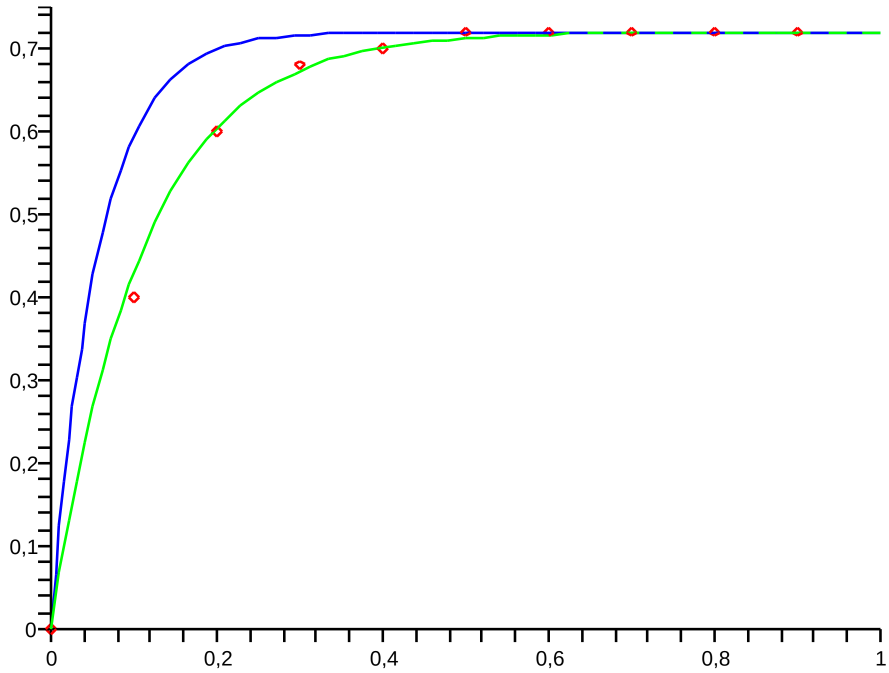


3 Auswertung

In den folgenden Diagrammen wurden immer 3 Graphen eingezeichnet. Díe roten Punkte entsprechen den realen Messwerten. Die blaue Kurve ist eine Ausgleichskurve die mit allen Messwerten erstellt wurde und die grüne Kurve ist eine Ausgleichskurve die mit allen Messwerte außer denen die am Schluss (mehrfach) auftauchen erstellt wurde. Man sieht deutlich, das eine Beschränkung der Messwerte, auf das einfacher zu ermittelnde Intervall, einer viel bessere Ausgleichskurve ermöglicht und somit später auch eine exaktere Bestimmung der Eigenwerte der Bauteile möglich ist.

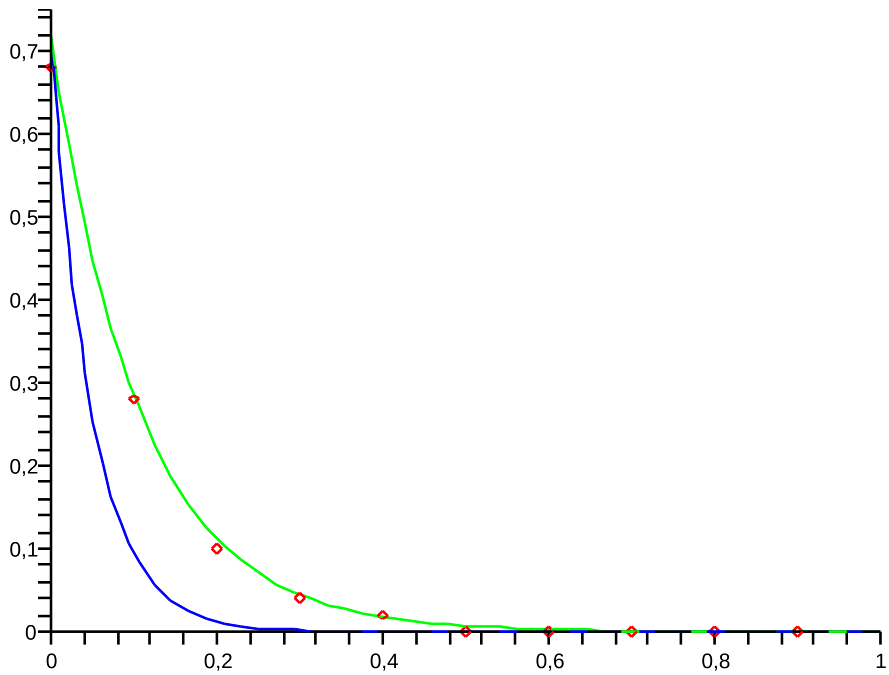
3.1 Kondensator

Spannung am Kondensator



X-Achse: t [ms], Y-Achse: $U(t)$ [V]

Strom am Kondensator



X-Achse: t [ms], Y-Achse: $I(t)$ [mA]

3.1.1 Bestimmung von C (blaue Kurve)

Die Ausgleichskurve läßt sich analytisch darstellen durch:

$$U(t) = 0,72\mathrm{V} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{57,06338913\mathrm{F}\cdot 1000\Omega}}\right)$$

Daraus folgt:

$$C = 57,0\mathrm{nF}$$

3.1.2 Bestimmung von C (grüne Kurve)

Die Ausgleichskurve läßt sich analytisch darstellen durch:

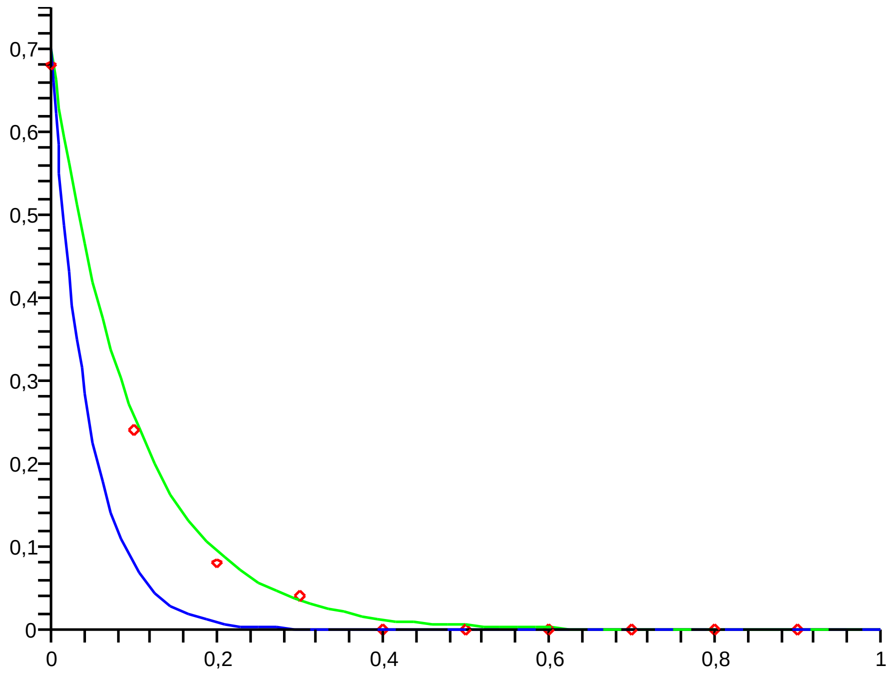
$$U(t) = 0,72\mathrm{V} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{109,4916669\mathrm{F}\cdot 1000\Omega}}\right)$$

Daraus folgt:

$$C = 109\mathrm{nF}$$

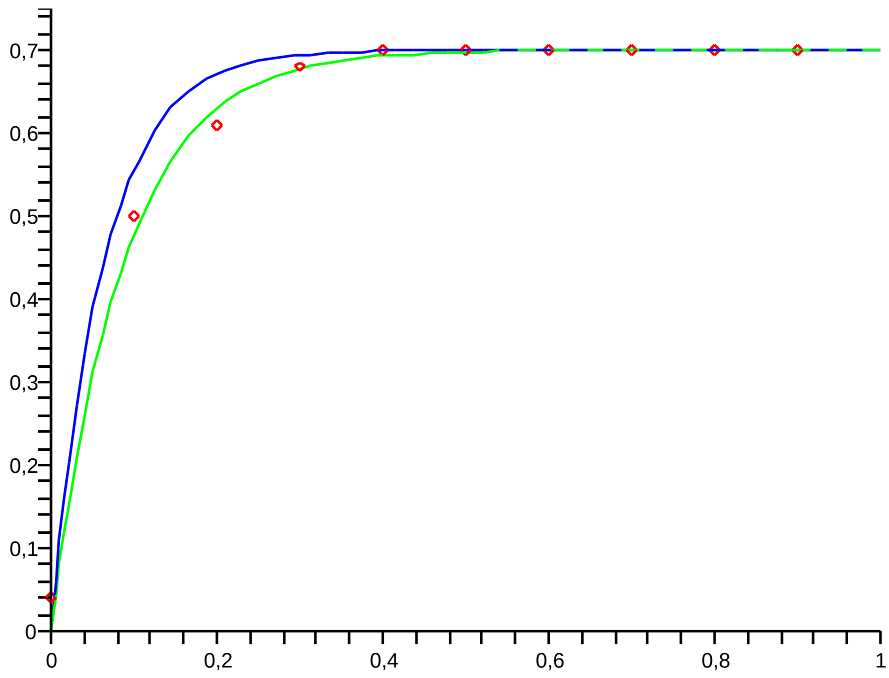
3.2 Spule

Spannung an der Spule



X-Achse: t [ms], Y-Achse: $U(t)$ [V]

Strom an der Spule



X-Achse: t [ms], Y-Achse: $I(t)$ [mA]

3.2.1 Bestimmung von L (blaue Kurve)

Die Ausgleichskurve läßt sich analytisch darstellen durch:

$$U(t) = 0,7\mathrm{V} \cdot e^{-\frac{t \cdot 1000\Omega}{45,33231745\mathrm{H}}}$$

Daraus folgt:

$$L = 45,3\mathrm{H}$$

3.2.2 Bestimmung von L (grüne Kurve)

Die Ausgleichskurve läßt sich analytisch darstellen durch:

$$U(t) = 0,7\mathrm{V} \cdot e^{-\frac{t \cdot 1000\Omega}{100,0346445\mathrm{H}}}$$

Daraus folgt:

$$L = 100\mathrm{H}$$

4 Ergebnisse

Außerdem der Bedienung eines Oszilloskopes, konntem wir bei diesem Versuch sehr schön lernen, wie Ausgleichsfunktionen sich berechnen lassen und wo man seine Messwerte am besten misst: Nämlich dort, wo die Bestimmung viel genauer möglich ist (in unserem Beispiel am „Anfang“ der e-Funktion), da dann der relative Fehler kleiner ist.