

Versuche P1-32,33,34

Vorbereitung

Thomas Keck Gruppe: Mo-3
Karlsruhe Institut für Technologie, Bachelor Physik

Versuchstag: 15.11.2010

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines	3
1.1 Allgemeine Begriffe	3
1.2 Bedienelemente	3
2 Aufgabe 1: Kennenlernen der Bedienelemente	5
2.1 Versuchsaufbau	5
2.2 Versuchsdurchführung	5
3 Aufgabe 2: Messung im Zweikanalbetrieb	6
3.1 Allgemeines zu den verwendeten Bausteinen	6
3.2 Versuchsaufbau der ersten 4 Teilaufgaben	7
3.3 Versuchsdurchführung der ersten 4 Teilaufgaben	7
3.4 Versuchsaufbau von Teilaufgabe 2.5	7
3.5 Versuchsdurchführung der Teilaufgabe 2.5	7
3.6 Versuchsaufbau von Teilaufgabe 2.6	8
3.7 Versuchsdurchführung von Teilaufgabe 2.6	8
4 Aufgabe 3: X-Y Darstellungen	9
4.1 Versuchsaufbau von Teilaufgabe 3.1	9
4.2 Versuchsdurchführung von Teilaufgabe 3.1	9
4.3 Bausteine des Teilversuches 3.2	9
4.4 Versuchsaufbau von Teilaufgabe 3.2	9
4.5 Versuchsdurchführung von Teilaufgabe 3.2	9
5 Aufgabe 4: Speichern von Einmalvorgängen	10
5.1 Versuchsaufbau	10
5.2 Versuchsdurchführung	10
Literatur	11

1 Allgemeines

1.1 Allgemeine Begriffe

Die in der Versuchsbeschreibung hervorgehobenen Begriffe werden an dieser Stelle nochmals genauer erläutert.

Abtastrate Bei einem digitalen Oszilloskop gibt die **Abtastrate** an, wie viele Werte des Eingangssignals pro Sekunde erfasst und gespeichert werden.

Abtasttheorem - Aliasing Nach dem **Abtasttheorem** kann ein Signal vollständig rekonstruiert werden, falls es mit mindestens der doppelten Abtastrate der höchsten im Signal enthaltenen Frequenz erfasst wurde. Wird diese Grenze unterschritten, man spricht von **Unterabtastung** kommt es zum sogenannten **Aliasing-Effekt**, aus den vorhandenen Daten wird dann eine falsche Frequenz ermittelt. Das im Versuch verwendete Oszilloskop gibt in diesem Fall eine Warnung aus.

Triggerbedingungen Um auf dem Oszilloskop einen stehenden Kurvenverlauf darstellen zu können, muss die Sägezahnspannung der Ablenkplatten in x-Richtung den Kurvenverlauf phasenrichtig neu zeichnen. Um dies zu erreichen kann man verschiedenste **Triggerbedingungen angeben**, üblich ist etwa einen bestimmten Schwellwert für die steigende oder fallende Flanke vorzugeben ab dem eine Neuzeichnung des Signals stattfindet. Damit das Signal flimmerfrei dargestellt werden kann muss es mit mindestens 25 Hz neu gezeichnet werden.

Bandbreite Eine wichtige Kenngröße von Oszillographen ist die **Bandbreite**, sie gibt den Abstand zwischen minimaler und maximaler Frequenz des Eingangssignals an.

Erfassungsrate Bei digitalen Oszillographen besteht das Problem dass infolge der Digitalisierung des Signals und der Verzögerung beim Abspeichern dieser Daten in Halbleiterbausteinen nicht das gesamte Signal erfasst wird und so die Gefahr besteht dass interessante Signale übersehen werden können.

1.2 Bedienelemente

Die in der Vorbereitungshilfe genannten Bedienelemente werden hier nochmals kurz aufgezählt und ihre Bedeutung erläutert.

Y-Ablenkung Über einen Vorverstärker kann die **Empfindlichkeit** des Eingangssignals in $\frac{V}{Div}$ eingestellt werden. Die **Kopplung** erfolgt entweder direkt (**DC**), über einen Kondensator um Gleichstromanteile im Signal herauszufiltern (**AC**), oder der Eingang wird auf Masse gelegt (**GND**). Über die **Y-Position** lässt sich die vertikale Position der Kurve auf dem Bildschirm festlegen.

X-Ablenkung / Zeitbasis Die **Zeitbasis** gibt an, in welchem Zeitintervall die Sägezahnspannung das Signal einmal komplett über den Bildschirm führt. Diese Bedingung hängt hauptsächlich von der Frequenz des zu untersuchenden Signals ab.

Triggerung Um eine stehende Aufnahme des Signals zu erzeugen muss die x-Ablenkung immer phasengleich zu einem definierten Zeitpunkt beginnen. Als **Triggerquelle** kann das Signal selbst, ein externes Triggersignal oder die Netzfrequenz dienen. Auch die (externe) Triggerquelle kann dabei auf verschiedene Weisen gekoppelt werden. Ein Drehschalter dient zur Einstellung des **Schwellwerts** ab dem der Trigger auslöst.

Extraktion von Messwerten Das Oszilloskop verfügt über die Möglichkeit bestimmte Kenngrößen des Signals automatisch zu ermitteln, darunter: Periode, Frequenz, Amplitude, Flankenanstiegszeit, Tastverhältnis, Mittelwert,... Über 2 einstellbare Hilfslinien können Größen wie die Frequenz und die Amplitude auch direkt ermittelt werden.

2 Aufgabe 1: Kennenlernen der Bedienelemente

Ziel dieses Versuches ist es sich mit der grundlegenden Bedienung des Oszilloskops vertraut zu machen.

2.1 Versuchsaufbau

Generator 1 (Ausgangsspannung 10 Hz Sinus) wird mit Channel 1 des Oszilloskops verbunden. Als Zeitbasis für das Oszilloskop werden $100 \frac{\text{ms}}{\text{Div}}$ verwendet, um exakt eine Periode des Signals zu erfassen. Der Trigger des Oszilloskops wird auf den Nulldurchgang des Sinus bei steigender Flanke festgelegt.

2.2 Versuchsdurchführung

Das Signal wird im analog und im Digitalbetrieb des Oszilloskops betrachtet. Weiterhin werden Anstiegszeit, Frequenz und Amplitude des Signals mithilfe des Oszilloskops bestimmt.

3 Aufgabe 2: Messung im Zweikanalbetrieb

3.1 Allgemeines zu den verwendeten Bausteinen

Allgemeine Beschreibung der in Aufgabe 2 verwendeten Bausteine mit den benötigten Formeln. Diese wurden der Literatur entommen [Demtroeder]. Auf eine Herleitung über die (leicht zu lösende) Differentialgleichung wurde verzichtet.

Si-Dioden-Einweggleichrichter Besteht aus einer Diode die das Signal nur in eine Richtung durchlässt. Bei einem Sinus wird also nur jeweils eine Halbwelle durch diesen Baustein kommen.

RC-Differenzierglied In Reihe geschalteter Kondensator und Widerstand. Die über dem Widerstand abfallenden Spannungen sind dabei die hohen Frequenzanteile, es handelt sich also um einen Hochpass. Hoch dabei gegenüber der Kenngröße

$$f_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C} \quad (1)$$

Liegt das betrachtete Signal, z.B. eine Rechteckspannung unterhalb dieser Grenzfrequenz, so wirkt der Baustein wie ein analoger Differenzierer für dieses Signal. Bei einer Rechteckspannung entstehen dabei scharfe Impulse an den vertikalen Kanten des Rechtecks.

RC-Integrierglied Entspricht dem RC-Differenzierglied, jedoch wird die Spannung über dem Kondensator abgenommen. Hier fallen die tiefen Frequenzen des Signals ab, es handelt sich nun um einen Tiefpassfilter. Die Grenzfrequenz bleibt gleich. Liegt das Signal über dieser Grenzfrequenz, so wirkt der Baustein wie ein analoger Integrierer und glättet das Eingangssignal.

RC-Phasenverschieber Das RC-Differenzierglied besitzt noch eine weitere Eigenschaft: Die hohen Frequenzen die über dem Widerstand abfallen sind phasenverschoben. Je niedriger die Frequenz desto größer wird die Phasenverschiebung, da der Lade und Entladevorgang des Kondensators im Vergleich zur „Restzeit“ immer mehr ins Gewicht fällt. Dabei sinkt wiederum natürlich auch die Ausgangsspannung.

Phasenverschiebung

$$\varphi(\omega) = -\arctan \frac{1}{(\omega \cdot C \cdot R)} \quad (2)$$

Amplitudenverhältnis

$$\frac{U_a}{U_e} = \frac{\omega RC}{\sqrt{1 + (\omega \cdot C \cdot R)^2}} \quad (3)$$

3.2 Versuchsaufbau der ersten 4 Teilaufgaben

Generator 1 liefert Spannung U und wird mit Channel 1 des Oszilloskops, sowie mit einem Baustein B verbunden. Die Ausgangsspannung des Bausteines wird mit Channel 2 des Oszilloskops verbunden, und beide Signale werden über derselben Zeitachse dargestellt. Als Triggerbedingung kann wieder der Nulldurchgang des Signals auf Channel 1 bei steigender Flanke gewählt werden.

3.3 Versuchsdurchführung der ersten 4 Teilaufgaben

Für die ersten 4 Teilaufgaben werden folgende Spannungen mit den dazugehörigen Bausteinen verwendet. Dabei werden die Bedeutungen von CHOP, DUAL, ADD und TRIG-I/II erprobt werden.

1. Sinusspannung im Bereich $[0,5V,1V,8V]$ mit einem Si-Dioden-Einweggleichrichter mit $1k\Omega$ Lastwiderstand, einmal mit und einmal ohne Ladekondensator
2. Dreiecksspannung mit Periode T mit einem RC-Differenzglied für die Fälle: $T \ll RC$, $T \approx RC$, $T \gg RC$
3. Rechtecksspannung mit Periode T mit einem RC-Integrierglied für die Fälle: $T \ll RC$, $T \approx RC$, $T \gg RC$
4. Sinusspannung mit vorgeschaltetem Widerstand $R = 1k\Omega$ und einem Kondensator mit $C = 0,47\mu F$ zusammen mit einem RC-Phasenschieberbaustein dessen Eingangssignal über dem Widerstand R ab.

Beim letzten Teilversuch wird nun noch die Frequenz und die Phasenverschiebung berechnet für den die Ausgangsspannung gerade halb so groß ist wie die Eingangsspannung, als Grundlage dienen die Formeln 3 und 2. So dass mit den angegebenen Werten für R und C eine Phasenverschiebung von $\varphi = -\frac{1}{3}\pi$ bei einer Frequenz von $f = 195,5\text{Hz}$ erfolgt, unter der Bedingung dass das Amplitudenverhältnis $\frac{1}{2}$ entspricht.

3.4 Versuchsaufbau von Teilaufgabe 2.5

Um folgende frequenzmodulierte Schwingung darzustellen:

$$u(t) = u_0 \cdot \sin \varphi(t) = u_0 \cdot \sin \left(\Omega_0 \cdot t + \left(\frac{\Delta\omega}{\omega} \right) \cdot \sin(\omega \cdot t) \varphi_0 \right) \quad (4)$$

Wird ein 50 mV_{SS} -50Hz-Sinusspannung aus dem Generator 2 an die Buchse VC_{in} von Generator 1 angelegt, der auf 1,5KHz eingestellt ist. [Aufgabenstellung]

3.5 Versuchsdurchführung der Teilaufgabe 2.5

Zunächst wird eine Übersicht mit mehreren Modulationsperioden, anschließend eine einzige Momentanperiode auf dem Oszilloskop aufgezeichnet, mittels einer Triggerung nahe am Nulldurchgang. Nun wird der Frequenzhub $\Delta\omega$ bestimmt. Dabei ist die Momentankreisfrequenz

gegeben durch:

$$\Omega(t) = \frac{d\varphi}{dt} = \Omega_0 + \Delta\omega \cdot \cos(\omega \cdot t) \quad (5)$$

3.6 Versuchsaufbau von Teilaufgabe 2.6

Generator 1 erzeugt eine Sinusschwingung und wird mit Channel 1 des Oszilloskops verbunden, Generator 2 erzeugt ebenfalls eine Sinusschwingung und wird mit Channel 2 verbunden.

3.7 Versuchsdurchführung von Teilaufgabe 2.6

Die beiden Signale werden nun mithilfe der ADD Funktion bei verschiedenen und gleichen Amplituden, sowie verschiedenen, fast gleichen und gleichen Frequenzen addiert angezeigt. Und in einem Fall mittels der INVERT Funktion des Oszilloskops auch subtrahiert angezeigt. Um von beiden Generatoren die exakt gleiche Frequenz zu erhalten muss Generator 2 durch das Ausgangssignal von Generator 2 synchronisiert werden.

4 Aufgabe 3: X-Y Darstellungen

4.1 Versuchsaufbau von Teilaufgabe 3.1

Der Versuchsaufbau gleicht dem von Aufgabe 2.6. Statt der Zeitbasis wird jedoch nun das 2. Eingangssignal für die x-Ablenkung verwendet.

4.2 Versuchsdurchführung von Teilaufgabe 3.1

Infolge entstehen die bekannten Lissajous-Figuren (Kreise, Ellipsen, sich überschneidende Kurven, etc...). Dabei wird die Phasenverschiebung zweier Sinussignale mit gleicher Frequenz aus einer Ellipse berechnet, und einige weitere Lissajous-Figuren aufgezeichnet.

Bei Ellipsen lässt sich die Phasenverschiebung besonders einfach aus den Lissajous-Figuren bestimmen:

$$\sin \varphi = \frac{y_0}{b} \quad (6)$$

Dabei ist y_0 der Schnittpunkt der Ellipse mit y-Achse und b die kleine Halbachse der Ellipse. [Grundpraktikum]

4.3 Bausteine des Teilversuches 3.2

Z-Diode Die Z-Diode verhält sich wie eine normale Diode, wird jedoch ab einer gewissen Durchbruchspannung in Sperrrichtung niederohmig.

Kondensator Ein Kondensator

4.4 Versuchsaufbau von Teilaufgabe 3.2

Wie in Versuch 3.1 wird die Zeitbasis durch ein zweites Eingangssignal ersetzt. Dabei wird der Strom der durch einen Baustein fließt, über der Spannung die an ihm anliegt, gemäß der Schaltskizze 1 von [Aufgabenstellung] auf die Eingänge des Oszilloskops gelegt

4.5 Versuchsdurchführung von Teilaufgabe 3.2

Nun wird die charakteristische **Kennlinie** der Bausteine Z-Diode und Kondensator ermittelt. Beim Kondensator sollte sich eine vertikal gedrehte Ellipse ergeben, während die Z-Diode ein Strich mit einem Knick beim Übergang zwischen dem leitenden zum nichtleitenden Zustand als Kennlinie besitzt.

Die Kennlinien werden mithilfe des Komponententesters überprüft. Hierzu wird der Baustein direkt mit dem Oszilloskop verbunden an den dafür vorgesehenen Eingängen für den Komponententest, der Komponententest läuft vollautomatisch und liefert die entsprechenden Kennlinien.

5 Aufgabe 4: Speichern von Einmalvorgängen

Bei diesem Versuch wird das Oszilloskop im digitalen Betriebsmodus verwendet, indem das Speichern von einmaligen Kurvenverläufen möglich ist.

5.1 Versuchsaufbau

Ein aufgeladener Kondensator mit $C = 0.47\mu\text{F}$ wird an das Oszilloskop über DC eingekoppelt. DC, da wir in diesem Fall den Entladungsvorgang messen wollen und den Gleichstromanteil deshalb nicht mittels des vorgeschalteten Kondensators bei AC Kopplung verlieren wollen! Bei der zweiten Messung wird der Kondensator über den 10:1 Tastkopf des Oszillators eingekoppelt.

5.2 Versuchsdurchführung

Mittels der externen Spannungsversorgung wird der Kondensator aufgeladen, anschließen wird dieser wieder über den Innenwiderstand des Oszilloskops entladen. Dieser Entladevorgang wird aufgezeichnet, über den exponentiellen Abfall kann man bei bekannter Kapazität C und bekannter Ladespannung U_0 nun den Innenwiderstand R des Oszilloskops an den untersuchten Anschlüssen errechnen, mittels [Demtroeder]:

$$U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \quad (7)$$

Die Entladevorgänge werden abgespeichert und in der Auswertung später zur Berechnung der Innenwiderstände und einem anschließenden Vergleich mit den Herstellerangaben herangezogen.

Literatur

[Aufgabenstellung]

Aufgabenstellung der Versuche P1-31,32,33

[Demtroeder]

Demtröder, Experimentalphysik 2

[Grundpraktikum]

Eichler, Kronfeld: Das neue physikalische Grundpraktikum

Versuche P1-32,33,34

Vorbereitung - Nachtrag

Thomas Keck Gruppe: Mo-3
Karlsruhe Institut für Technologie, Bachelor Physik

Versuchstag: 15.11.2010

1 Oszilloskop

Das Oszilloskop soll in diesem Praktikumsversuch näher betrachtet werden. Es handelt sich um ein elektrisches Messgerät zur optischen Darstellung einer oder mehrerer Spannungen, sowie deren zeitlichen Verlauf. Oft symbolisieren diese Spannungen andere Messgrößen, wie Magnetfeldstärke, Lichtintensität, Schallwellen, etc. Mit einem Oszilloskop lassen sich viele physikalischen Vorgänge der Form $y = f(x)$ qualitativ und quantitativ messen und auswerten. Wurden früher analoge Oszillographen verwendet, so findet man heute immer mehr digitale Geräte die das Abspeichern der Signalverläufe auf einem Datenträger erlauben.

2 Aufgabe 2: Messung im Zweikanalbetrieb

2.1 Motivation der Formeln und des RC-Gliedes

Das RC-Integrierglied wirkt als Integrator, da die Spannung die am Kondensator abfällt:

$$U_C = \frac{Q}{C} = \frac{\int I}{C} \quad (1)$$

Proportional zum Integral über den durchfließenden Strom, und damit zum Integral der angelegten Spannung ist.

Das RC-Differenzierglied wirkt als Differenzierer, da die Spannung U_a die am Widerstand abfällt, von der Spannung $U = \frac{Q}{C}$ am Kondensator beeinflusst wird.

$$U_a = R \cdot I = R \cdot \dot{Q} = R \cdot C \cdot \dot{U} \quad (2)$$

Die Ausgangsspannung ist also proportional zur Ableitung der Eingangsspannung.

Das Übertragungsverhalten eines Hochpasses, lässt sich über folgende Formel berechnen:

$$H = \frac{U_a}{U_e} = \frac{R}{\sqrt{(Z_C^2 + R^2)}} \quad (3)$$

Mit dem bekannten Wechselstromwiderstand eines Kondensators

$$Z_C = \frac{1}{i \cdot \omega \cdot C} \quad (4)$$

Hieraus kann man bei bekanntem Verhältnis $H = \frac{1}{2}$, den Wechselstromwiderstand $Z_C = 1.73\text{k}\Omega$ bestimmen, und hierüber die einzustellende Frequenz $f = 195.5\text{Hz}$. Dieser Rechengang führt gerade zur Formel (1).

2.2 Schaltskizzen

Nachtrag der Schaltskizzen:

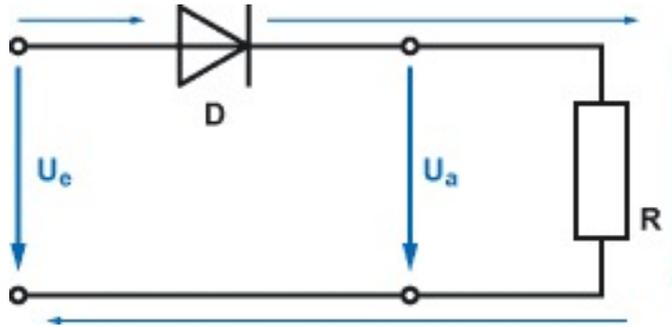


Abbildung 1: Gleichrichter

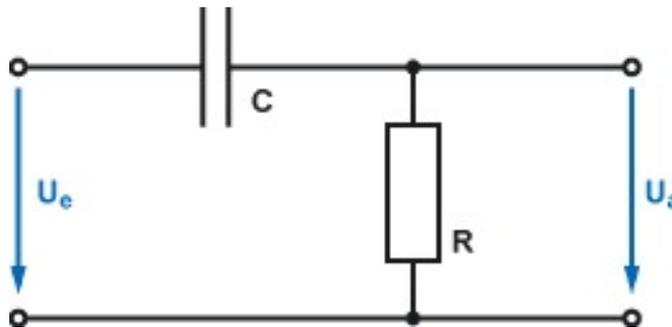


Abbildung 2: Differenzierglied

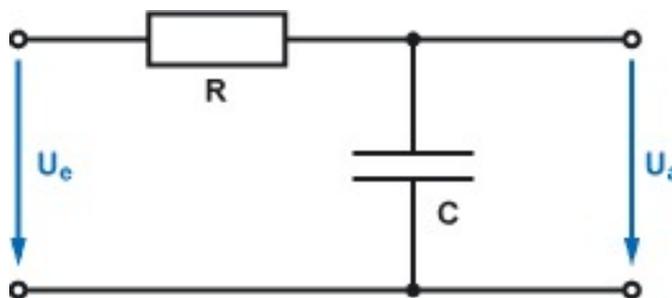


Abbildung 3: Integrierglied

2.3 Versuchsdurchführung der ersten 4 Teilaufgaben

Für die ersten 4 Teilaufgaben werden folgende Spannungen mit den dazugehörigen Bausteinen verwendet. Dabei werden die Bedeutungen von CHOP, DUAL, ADD und TRIG-I/II erprobt werden.

1. Sinusspannung im Bereich [0.5V,1V,8V] mit einem Si-Dioden-Einweggleichrichter mit $1\text{k}\Omega$ Lastwiderstand, einmal mit und einmal ohne Ladecondensator. Der Ladecondensator

glättet dabei die Ausgangsspannung.

2. Dreiecksspannung mit Periode T mit einem RC-Differenzglied für die Fälle: $T \ll RC$, $T \approx RC$, $T \gg RC$
3. Rechtecksspannung mit Periode T mit einem RC-Integrierglied für die Fälle: $T \ll RC$, $T \approx RC$, $T \gg RC$
4. Sinusspannung mit vorgeschaltetem Widerstand $R = 1\text{k}\Omega$ und einem Kondensator mit $C = 0.47\mu\text{F}$ zusammen mit einem RC-Phasenschieberbaustein dessen Eingangssignal über dem Widerstand R ab.

Beim letzten Teilversuch wird nun noch die Frequenz und die Phasenverschiebung berechnet für den die Ausgangsspannung gerade halb so groß ist wie die Eingangsspannung, als Grundlage dienen die Formeln (2) und (3). So dass mit den angegebenen Werten für R und C eine Phasenverschiebung von $\varphi = -\frac{1}{3}\pi$ bei einer Frequenz von $f = 195.5\text{Hz}$ erfolgt, unter der Bedingung dass das Amplitudenverhältnis $\frac{1}{2}$ entspricht.

2.4 Bausteine des Teilversuches 3.2

Z-Diode Die Z-Diode verhält sich wie eine normale Diode, wird jedoch ab einer gewissen Durchbruchspannung in Sperrrichtung niederohmig, ohne dabei beschädigt zu werden, auch bei sehr häufiger Wiederholung dieses Vorganges.

Kondensator Ein Kondensator besteht im einfachsten Fall aus 2 Leiterplatten, auf denen bei einer gewissen Spannung ein gewisses Maß an Ladung „gespeichert“ werden kann. Der Quotient aus Ladung und angelegter Spannung heißt Kapazität.

3 Aufgabe 4: Speichern von Einmalvorgängen

Bei diesem Versuch wird das Oszilloskop im digitalen Betriebsmodus verwendet, indem das Speichern von einmaligen Kurvenverläufen möglich ist.

3.1 Versuchsaufbau

Ein aufgeladener Kondensator mit $C = 0.47\mu\text{F}$ wird an das Oszilloskop über DC eingekoppelt. DC, da wir in diesem Fall den Entladungsvorgang messen wollen und den Gleichstromanteil deshalb nicht mittels des vorgeschalteten Kondensators bei AC Kopplung verlieren wollen! Bei der zweiten Messung wird der Kondensator über den 10:1 Tastkopf des Oszillators eingekoppelt. Der Tastkopf macht durch den 10 fach höheren Eingangswiderstand von 10Ω , das Oszilloskop 10 mal unempfindlicher gegenüber aufgenommenen Spannungen

Versuche P1-32,33,34

Oszilloskop Versuchsauswertung

Marco A. Harrendorf, Thomas Keck, Gruppe: Mo-3
Karlsruhe Institut für Technologie, Bachelor Physik

Versuchstag: 15.11.2010

1 Versuch 2.5

Der Versuch wurde entsprechend der Vorbereitung aufgebaut und durchgeführt.

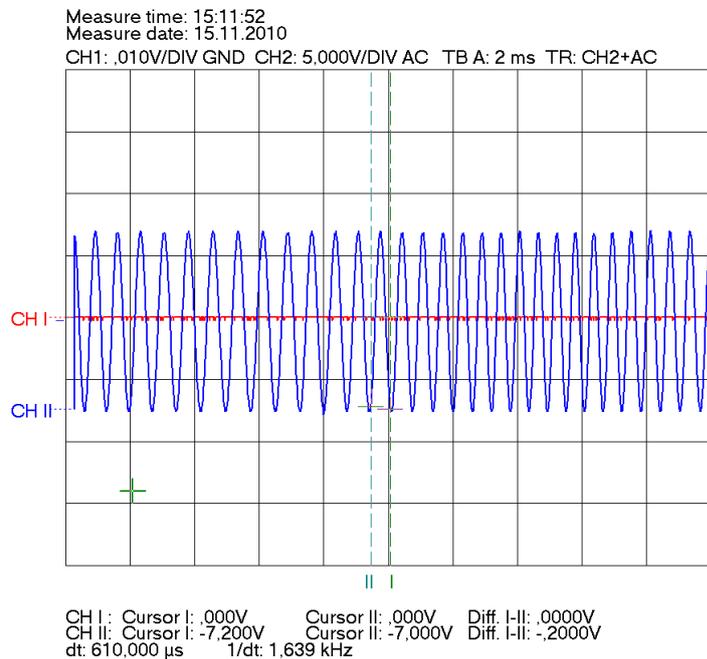


Abbildung 1: Frequenzmodulierte Schwingung

Den Frequenzhub $\Delta\omega$ erhält man auf 2 verschiedene Weisen:

1. Im Praktikum wurde die frequenzmodulierte Schwingung am Nullpunkt getriggert, sodass eine Kurvenschaar zu erkennen war. Der Abstand zwischen den ersten Nulldurchgängen, also zwischen Nulldurchgang der minimalen und maximalen Frequenz, wurde mittels der Cursorsen auf $dt = 219\mu s$ bestimmt. Mit der bekannten Formel für die Momentankreisfrequenz

$$\Omega(t) = \frac{d\varphi}{dt} = \Omega_0 + \Delta\omega \cos(\omega t) \quad (1)$$

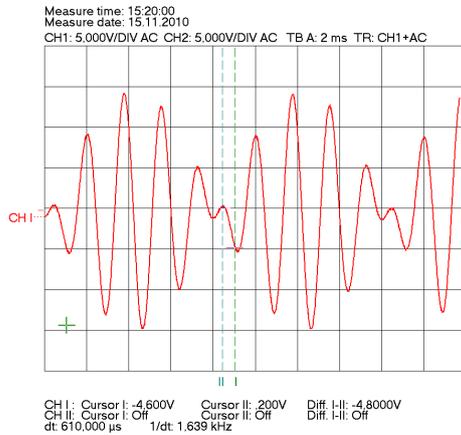
Ergibt sich $\Delta\omega$ demnach zu:

$$\Delta\omega = \frac{\Delta f}{2\pi} = \frac{1}{\frac{dt}{2} \cdot 2\pi} = \frac{1}{dt \cdot \pi} = 1.45\text{kHz} \quad (2)$$

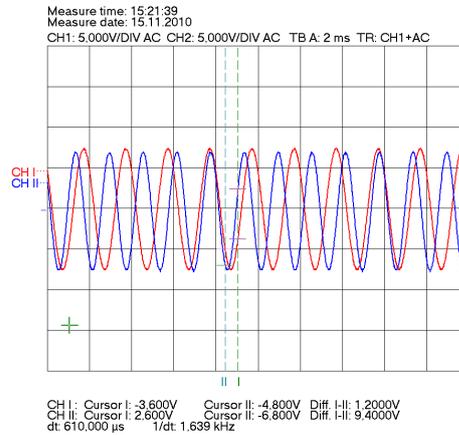
2. Über die vom Oszilloskop einzeln aufgezeichneten Messwerte lässt sich jeweils der Zeitabstand der Nulldurchgänge, und somit die Momentanfrequenz als Kurve bestimmen. Hieraus könnte man $\Delta\omega$ ebenfalls direkt ablesen. Auf die tatsächlich Durchführung dieses Verfahrens wird jedoch verzichtet.

2 Versuch 2.6

Der Versuch wurde entsprechend der Vorbereitung aufgebaut und durchgeführt. Nachfolgend die aufgezeichneten Kurven mit den jeweiligen Bedingungen unter denen diese erstellt wurden:

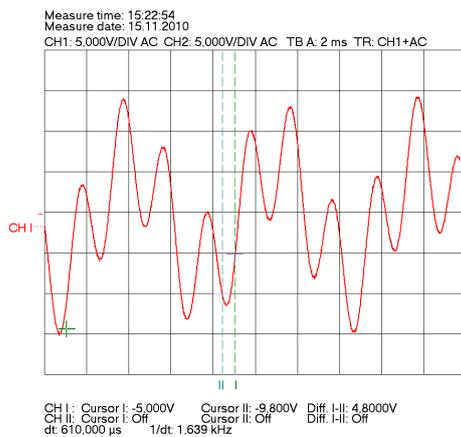


(a) Überlagerung der Signale

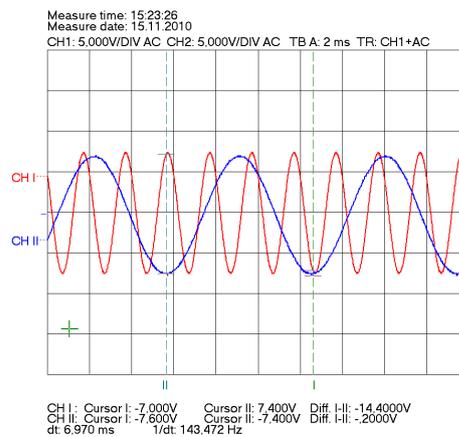


(b) Einzelsicht der Signale

Abbildung 2: Schwebung bei gleicher Amplitude und fast gleicher Frequenz $f = 500\text{Hz}$

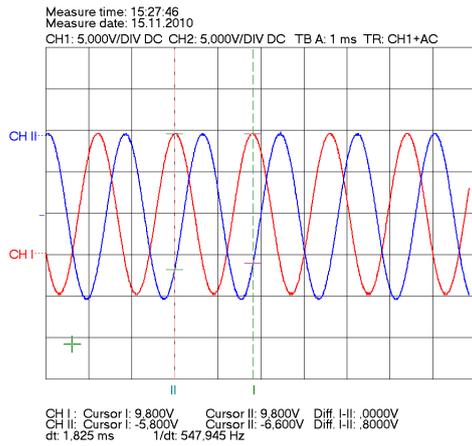


(a) Überlagerung der Signale

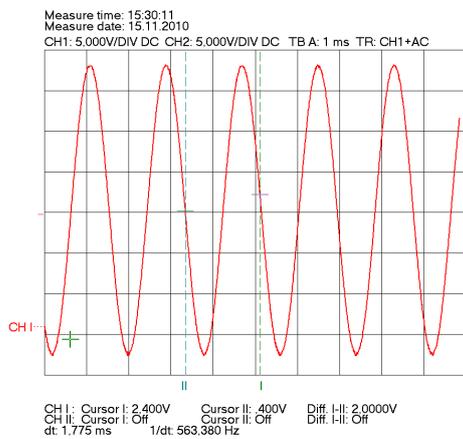


(b) Einzelsicht der Signale

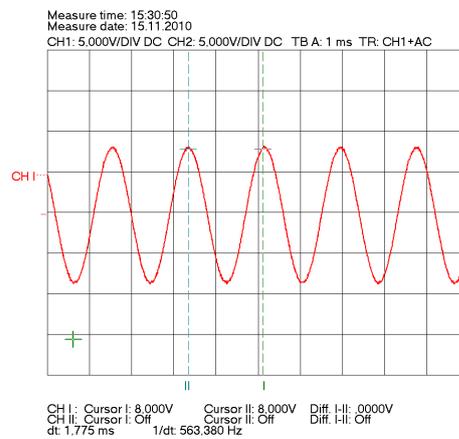
Abbildung 3: Schwebung bei gleicher Amplitude und verschiedenen Frequenzen $f_1 = 144\text{Hz}$ und $f_2 = 500\text{Hz}$



(a) Einzelansicht der Signale



(b) Subtraktion mittels INVERT und ADD

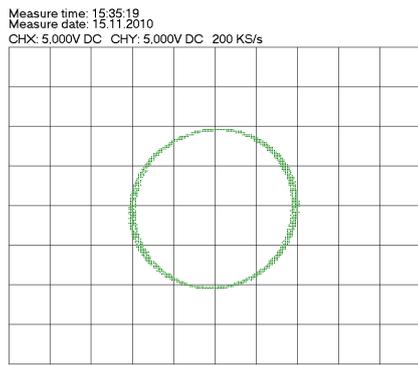


(c) Addition mittels ADD

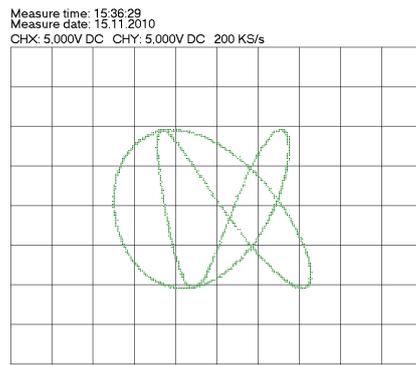
Abbildung 4: Überlagerung bei gleicher synchronisierter Frequenz $f = 560\text{Hz}$

3 Versuch 3.1

Der Versuch wurde entsprechend der Vorbereitung aufgebaut und durchgeführt. Die hierbei entstandenen Aufnahmen von Lissajous Figuren folgen:



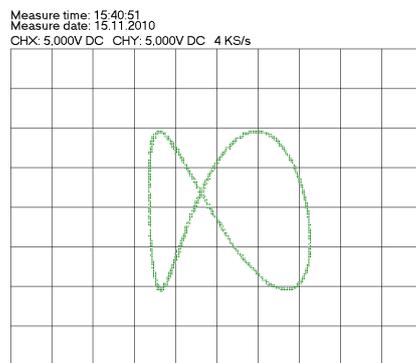
(a) $f_1 = f_2 = 500\text{Hz}$ Phasenversatz $\varphi = \frac{\pi}{2}$



(b) $f_1 = 750\text{Hz}$ und $f_2 = 536\text{Hz}$



(c) $f_1 = f_2 = 500\text{Hz}$ Phasenversatz $\varphi = 0$

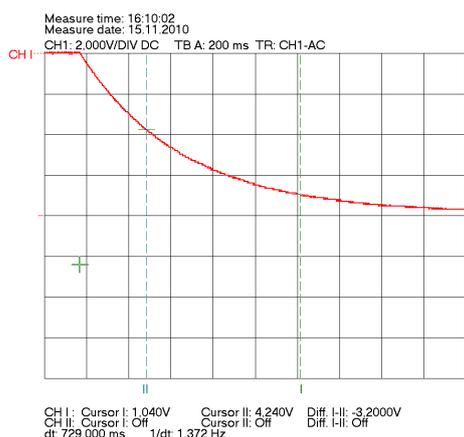


(d) $f_1 = 10\text{Hz}$ und $f_2 = 20\text{Hz}$

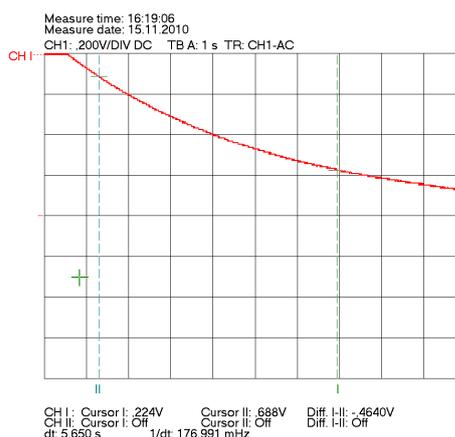
Abbildung 5: Lissajous Figuren

4 Versuch 4

Der Versuch wurde entsprechend der Vorbereitung aufgebaut und durchgeführt. Die dabei aufgezeichneten Einmalvorgänge folgen:



(a) Über den Eingangswiderstand des Oszilloskops



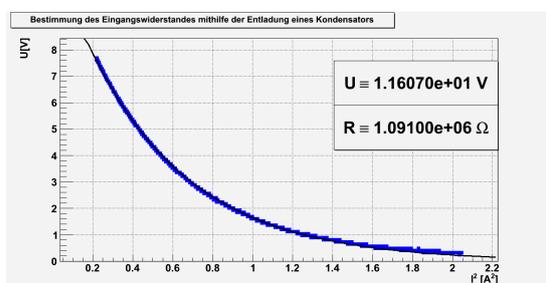
(b) Über den Eingangswiderstand des 10:1 Tastkopfes am Oszilloskop

Abbildung 6: Spannungsverlauf beim Entladen eines $C = 0.47\mu\text{F}$ Kondensators

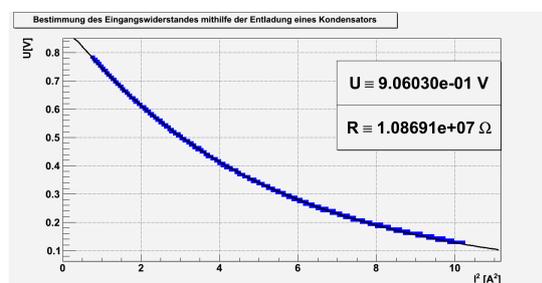
Die einzelnen vom Oszilloskop gespeicherten Messwerte wurden ebenfalls ausgewertet. Da der Spannungsverlauf beim Entladen eines Kondensators bekannt ist, kann man mithilfe eines geeigneten Programms den Eingangswiderstand berechnen. Es gilt:

$$U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \quad (3)$$

Mithilfe von ROOT ergeben sich folgende Fit-Kurven und damit der jeweilige Eingangswiderstand:



(a) Über den Eingangswiderstand des Oszilloskops



(b) Über den Eingangswiderstand des 10:1 Tastkopfes am Oszilloskop

Abbildung 7: Spannungsverlauf beim Entladen eines $C = 0.47\mu\text{F}$ Kondensators - ROOT Fit
 $U \hat{=}$ Ladespannung und $R \hat{=}$ Eingangswiderstand

Literatur

[Aufgabenstellung] Aufgabenstellung der Versuche P1-32,33,34

[Elektronik-Kompendium] Elektronik-Kompendium: <http://www.elektronik-kompendium.de>

[RC-Glied] Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/RC-Glied>