

Verbesserung der Vorbereitung: Das Oszilloskop als Messinstrument

Carsten Röttele

17. Dezember 2011

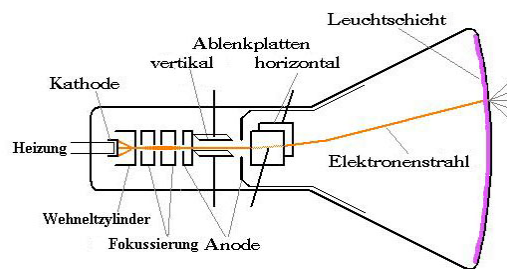
Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	2
2	Kennenlernen der Bedienelemente	2
2.1	Wichtige Begriffe	2
2.1.1	Eingangsempfindlichkeit eines Verstärkers	2
2.1.2	Signaleinkoppelung	3
2.1.3	Zeitablenkung	3
2.1.4	Triggerung	3
2.2	Stehendes Bild bei einem 10 Hz Signal	3
3	Messungen im Zweikanalbetrieb	3
3.1	Si-Dioden-Einweggleichrichter	4
3.2	RC-Differenzglied	4
3.3	RC-Integrierglied	5
3.4	RC-Phasenschieber	5
3.5	Frequenzmodulierte Schwingung	6
3.6	Addieren und Subtrahieren	6
4	X-Y-Darstellungen	7
4.1	Lissajous-Figuren	7
4.2	Kennlinien	8
4.2.1	Z-Diode	8
4.2.2	Kondensator	9
5	Speichern eines Einmalvorgangs	9
6	Quellen	9

1 Allgemeines

Wie der Name des Versuches schon vermuten lässt, ist das Oszilloskop ein Messinstrument, welches in vielen Bereichen zur Messung von elektrischen Größen eingesetzt wird. Das wichtige dabei ist, dass man die zu messenden Größen hierfür in Spannungen umwandelt.

Es gibt z.B. Analogoszilloskope, deren wichtigste Elemente Kathodenstrahlröhre, y-Verstärker bzw Abschwächer hinter dem Eingang und Trigger- sowie Zeitablenkeinheit sind. Zunächst werden in der Kathodenstrahlröhre, die an der Kathode emittierten Elektronen, durch den Wehneltzylinder zur Anode beschleunigt. Damit der Strahl abgelenkt werden kann, befinden sich dahinter zwei Kondensatoren, welche parallel der x- und y-Achse angeordnet sind. Dadurch erkennt man auf dem Schirm ein Bild.



Hier wird allerdings der Combiscope verwendet. Der Vorteil ist hierbei, dass er sowohl im Analog- als auch im Digitalbetrieb arbeiten kann. Dies geschieht über einen analog/digital- Wandler(ADC).

Einerseits sind die Vorteile eines Combiscope ein asynchrones Ein- und Auslesen des Speichers. Dadurch können langsame Signale als geschlossene Signalform dargestellt werden. Außerdem kann man damit Einmalvorgänge durch die Speicherung besser untersuchen. Andererseits hat das Combiscope auch Nachteile, wie etwa das die Abtast- und Erfassungsrate beschränkt ist.

2 Kennenlernen der Bedienelemente

2.1 Wichtige Begriffe

2.1.1 Eingangsempfindlichkeit eines Verstärkers

Die Spannung, die gemessen werden soll, wird nicht direkt an die Ablenkplatten angelegt, sondern mit Hilfe eines Verstärkers/Abschwächers vor der Bildschirmgröße entsprechend angepasst. An einem Drehschalter kann der Vorverstärker zwischen Volt/Divison umgestellt werden.

2.1.2 Signaleinkoppelung

Wir haben hier drei Möglichkeiten der Einkoppelung:

- a) **AC:** Hier wird der Gleichstromanteil durch einen Koppelkondensator unterdrückt und es eignet sich somit für Wechselspannung.
- b) **DC:** Jetzt wird die Gleich- und Wechselspannung direkt an den Verstärker angelegt.
- c) **GND:** Das Signal wird unterdrückt durch die Erdung, da eine Masse angelegt wird.

2.1.3 Zeitablenkung

Hat man die Absicht eine zeitlich ändernde Spannung zu untersuchen, so ist es sinnvoll an den in x-Richtung liegenden Platten eine periodische Spannung anzulegen, da man falls sie an der y-Achse anliegt, nur einen Strich sehen würde. Im sinnvollen Fall ergibt sich aber ein Bild. Dabei verwendet man die sogenannte Sägezahn- oder Kippspannung. Diese kann man durch einen Drehschalter TIME/DIV einstellen.

2.1.4 Triggerung

Sie wird dazu verwendet, um ein stehendes Bild einer periodischen Wechselspannung zu bekommen. Die x-Ablenkung (Sägezahnspannung), wird so gewählt, dass sie immer dann einsetzt, wenn U_y eine vorab eingestellte Höhe (Trigger Level) erreicht hat. Hierbei kann man dann auf der x-Achse die Zeit messen. Der Slope wird für die Einstellung benötigt, wann der Trigger auslösen soll. Wenn er bei einer Steigung der Spannung eingestellt ist, spricht man vom positivem Slope, im andere Fall vom negativen.

2.2 Stehendes Bild bei einem 10 Hz Signal

Ziel ist es jetzt ein stehendes Bild bei einem Sinussignal, sowohl im Analog- als auch im Digitalbetrieb, zu erhalten. Dazu soll die Anstiegszeit, die Frequenz und die Amplitude mit den im Menü zur Verfügung stehenden Werkzeuge gemessen werden.

Dies geschieht durch Triggerung, wobei man dabei die Anstiegszeit richtig anpassen muss. Hierzu werden die Bedienelemente Select Cursor und Measure benötigt und zusätzlich zum Wechseln vom Analog in den Digitalbetrieb die Taste Hold.

3 Messungen im Zweikanalbetrieb

Das Oszilloskop hat 2 Eingänge, nämlich CH1 und CH2. Die Signale sollen nun über der selben Zeitachse betrachtet werden. Zudem werden jetzt noch die folgenden Begriffe erklärt:

a) **CHOP:** Hier wird das Signal sozusagen "zerhackt". Immer wenn der Elektronenstrahl horizontal durchläuft, wird abwechselnd entweder das Signal des ersten oder zweiten Kanals gezeichnet.

b) **DUAL:** Dies beschreibt die normale 2 Kanalbetriebsart. CH1 und CH2 werden hier gleichzeitig dargestellt. Beide Signale werden mit hoher Frequenz alternierend gezeichnet, weil es nur eine Kathodenstrahlröhre gibt. Somit zeichnet das Oszilloskop bei einem

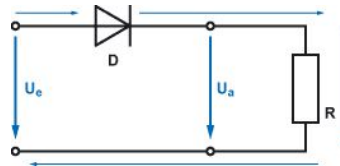
Durchlauf stets beide Kurven.

c) ADD: Wie der Name schon vermuten lässt, kann man hiermit Signale addieren oder subtrahieren.

d) TRIG-I/II: Hier kann man die Kanäle wechseln, also zwischen CH1 und CH2 auswählen.

3.1 Si-Dioden-Einweggleichrichter

Hier ist das Eingangssignal ein Sinus und das Ausgangssignal ein Si-Dioden-Einweggleichrichter.



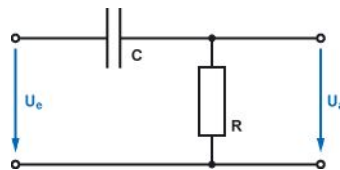
Es sollen beide Signale am Oszilloskop dargestellt werden. Der Si-Dioden-Einweggleichrichter besteht aus einem $1k\Omega$ Lastwiderstand, welcher das Quellgerät belastet. Die Ausgangsspannung wird über dem Widerstand gemessen. Durch die Eigenschaft einer Si-Diode, wird der Strom ab einer gewissen Spannung (Schwellenspannung) nur in eine Richtung (Durchflussrichtung) passieren.

Wir sollen nun das ganze für unterschiedliche Eingangsspannungen, wie etwa $0,5V$; $1V$; $8V$ durchführen, wobei das jeweils die Spitze-Spitze Spannungen sind. Es ist zu vermuten, dass bei kleinen Spannungen kein Ausgangssignal entsteht.

Zusätzlich soll noch ein Ladekondensator dazwischengeschaltet werden, wodurch das Signal bei hohen Frequenzen geglättet wird. Auch hier sollte bei niedrigen Spannungen nichts zu beobachten sein, da hier der Kondensator sich nicht aufladen kann, weil die Diode noch nicht leitet.

3.2 RC-Differenzglied

Jetzt haben wir als Eingangssignal ein Dreieck mit Periodendauer T und als Ausgangssignal ein RC-Differenzglied.



Dies entspricht einer Reihenschaltung mit einem Kondensator und einem Widerstand, also einer RC-Schaltung. Wieder wird die Ausgangsspannung über dem Widerstand gemessen, wobei diese nun auch vom Kondensator abhängt. Nämlich:

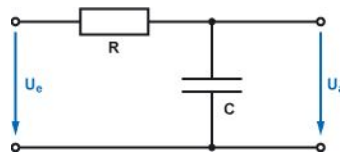
$$U_A = RI = R\dot{Q} = RC\dot{U}_C$$

Jetzt gilt es folgende Fälle zu unterscheiden:

- a) $T \ll RC$: Hier ist die Periodendauer sehr klein. Somit hat der Kondensator nicht genug Zeit um sich komplett auf- bzw zu entladen. Dadurch fällt fast die komplette Spannung Widerstand ab. Wir erhalten also $U_E \approx U_A$.
- b) $T \approx RC$: Wir haben nun etwa gleich große Impedanzen, wodurch beim Laden und Entladen des Kondensators, ein gedämpftes und verschobenes Signal entsteht.
- c) $T \gg RC$: Im Gegensatz zum Fall a) fällt jetzt fast die komplette Spannung am Kondensator ab, wodurch aus dem Dreieckssignal eine Rechteckspannung entsteht. Man spricht hier auch vom Differenzieren der Schaltung.

3.3 RC-Integrierglied

Dieses Mal ist das Eingangssignal ein Rechteck mit Periodendauer T und das Ausgangssignal entsteht ein RC-Integrierglied.



Ähnlich wie beim RC-Differenzierglied haben wir wieder ein RC-Kreis, nur wird jetzt die Spannung am Kondensator als Ausgangsspannung benutzt. Somit erhalten wir nun:

$$U_A = \frac{Q}{C} = \frac{1}{C} \int I dt = \frac{1}{RC} \int U_R dt$$

Hierbei ist unsere Spannung am Widerstand U_R etwa gleich groß, wie die Eingangsspannung U_E . Auch hier wieder die Fallunterscheidung:

- a) $T \ll RC$: Wieder fällt fast die komplette Spannung am Widerstand ab. Man spricht vom integrieren der Schaltung. Es entsteht ein Dreieckssignal am Ausgang.
- b) $T \approx RC$: Auch hier entsteht wieder ein gedämpftes und phasenverschobenes Ausgangssignal.
- c) $T \gg RC$: Fast die komplette Spannung fällt am Kondensator ab. Hier ist also in etwa die Eingangs- gleich der Ausgangsspannung.

3.4 RC-Phasenschieber

Hier ist das Eingangssignal eine sinusförmige Wechselspannung und das Ausgangssignal der RC-Phasenschieber, wobei die Schaltung äquivalent zum RC-Differenzierglied ist. Somit gilt für die Ein- und Ausgangsspannung:

$$\begin{aligned} U_E &= Z_{ges} I \\ U_A &= RI \end{aligned}$$

Laut Aufgabenstellung soll die Frequenz $f = \frac{2\pi}{\omega}$ so gewählt werden, dass gilt:

$$U_A = \frac{U_E}{2}$$

Somit erhalten wir:

$$U_A = RI = \frac{U_E R}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{3}}$$

Es ist gegeben, dass $R = 1k\Omega$ und $C = 0,47\mu F$, wodurch wir eine Frequenz von $f = 195,5Hz$ erhalten.

Für die Phasenverschiebung gilt:

$$\tan \Phi = \frac{\Im Z}{\Re Z} \Rightarrow \Phi = \arctan\left(\frac{-1}{\omega CR}\right) = -60^\circ$$

3.5 Frequenzmodulierte Schwingung

Jetzt sollen zwei Generatoren hintereinander geschaltet werden, damit eine frequenzmodulierte Schwingung entsteht. Laut Aufgabenstellung wird hierzu der Generator 2 mit $50mV - 50Hz$ an die Buchse VC_{in} von Generator 1 mit etwa $1,5kHz$ geschlossen. Wir erhalten folgende Form für das Signal:

$$u(t) = u_0 \cdot \sin \phi(t) = u_0 \cdot \sin(\Omega_0 \cdot t + \left(\frac{\Delta\omega}{\omega}\right) \cdot \sin \omega t + \phi_0)$$

Wir müssen nun den Frequenzhub $\Delta\omega$ und die Momentankreisfrequenz bestimmen:

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

3.6 Addieren und Subtrahieren

In diesem Versuch sollen mit Hilfe der ADD Funktion des Oszilloskops zwei unabhängige Spannungsverläufe addiert werden. Indem man die INVERT-Taste verwendet, soll man zudem auch eine Subtraktion durchführen.

Dadurch kann man verschiedene Effekte, wie Schwebung (bei fast gleicher Frequenz) oder Addition (bei genau gleicher Frequenz) beobachten.

4 X-Y-Darstellungen

Jetzt wird der Zeitbasisgenerator durch eines der zwei Eingangssignale ersetzt, wodurch CH1 über CH2 aufgetragen wird. Dadurch erhält man auf dem Bildschirm des Oszillators $U_y = f(U_x)$ abgebildet.

4.1 Lissajous-Figuren

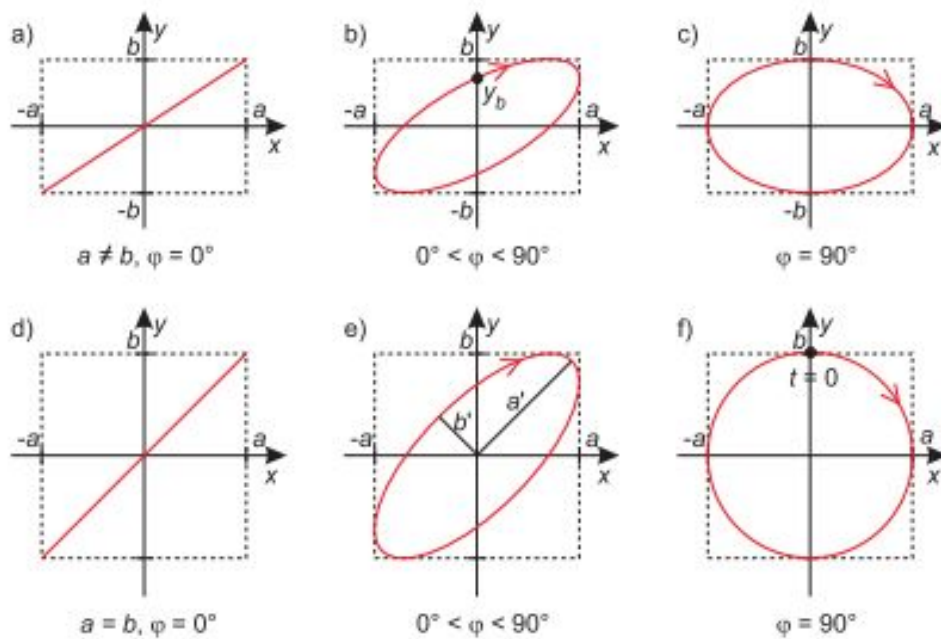
Bei verschiedenen Phasendifferenzen der Schwingungen am x- und y-Eingang ergeben sich unterschiedliche Bilder. Bei gleichen Frequenzen ergeben sich im allgemeinen Ellipsen. Die Parameterdarstellung einer Ellipse ist folgende:

$$\begin{aligned}x(t) &= a \sin(2\pi ft) \\ y(t) &= b \sin(2\pi ft + \phi)\end{aligned}$$

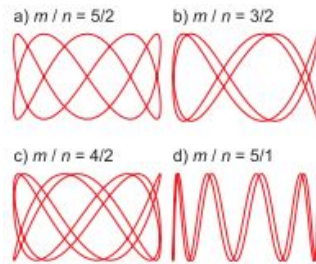
Wobei die Phasenverschiebung gegeben ist durch:

$$\sin(\phi) = \frac{y_b}{b}$$

Dies führt zu folgenden Schaubildern (die Frequenz ist noch gleich):



Wenn nun die Frequenzen nicht mehr gleich sind, entstehen schwierigere Bilder. Für den Fall, dass die Frequenzen in einem rationalen Verhältnis zueinander stehen, dh. $f = \frac{m}{n} f_0$, wobei m und n natürliche Zahlen sind, entstehen z.B. folgende Bilder:



Zudem kann man m und n ablesen, indem man für m die Umkehrpunkte am oberen oder unteren Rand zählt und für n die am linken oder rechten Rand.

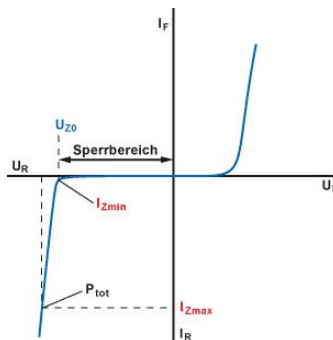
4.2 Kennlinien

Falls man bei einem Bauteil Strom gegen Spannung aufträgt, lassen sich spezielle Eigenschaften an der dadurch entstehenden Kurve erkennen. Diese Kurve wird auch Kennlinie genannt.

Die Bauteile, welche es zu untersuchen gilt, sollen anhand der Schaltskizze 1 eingebaut werden.

4.2.1 Z-Diode

Die Z-Diode ist eine SI-Diode, welche eine geringe Sperrschicht hat und zudem besonders dotiert ist. Sie arbeitet in Durchlassrichtung wie jede andere Diode und in Sperrrichtung wird sie ab einer bestimmten Spannung (Sperrspannung) niederohmig und lässt somit den Strom durch.



4.2.2 Kondensator

Im optimalen Fall erkennt man hier einen Kreis, da die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung genau $\frac{\pi}{2}$ entspricht. Es wird aber wahrscheinlich nicht so einfach sein, einen Kreis zu erhalten, man bekommt stattdessen wahrscheinlich eine Ellipse.

Alle Ergebnisse sollen nun noch mit der Option Komponententester verifiziert werden.

5 Speichern eines Einmalvorgangs

Hier ist die Aufgabe den Spannungsverlauf beim Entladen eines $0,47\mu F$ Kondensators auf zwei Arten zu speichern.

1. Über den Eingangswiderstand des Oszilloskops am DC Eingang (DC, weil bei AC vor dem Verstärker noch ein Kopplungskondensator geschaltet ist).
2. Über den Eingangswiderstand des 10:1-Tastknopfs am Oszillator.

Nun können wir durch den bekannten Kapazitätswert und den Speicherbildern die Eingangswiderstände am Oszilloskop und Tastknopf bestimmen. Für den Entladevorgang gilt:

$$U(t) = U_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$
$$\Rightarrow R = -\frac{t}{\ln\left(\frac{U(t)}{U_0}\right) \cdot C}$$

Da man auf dem Aufgabenblatt eine Eingangsimpedanz von $1M\Omega$ ablesen kann, ergibt sich beim 10:1-Tastknopf ein Eingangswiderstand von $10M\Omega$.

6 Quellen

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/7/79/Oszirschema.jpg>

<http://www.elektronik-kompodium.de/>

Vorbereitungsmappe

Musterprotokolle

H.J.Eichler, H.-D.Kronfeldt, J.Sahm, Das Neue Physikalische Grundpraktikum, 2.Auflage, Springer-Verlag

Verbesserung der Vorbereitung

Oszilloskop

Stefan Schierle

Versuchsdatum: 29. 11. 2011

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung - Aufbau eines Oszilloskops	2
2	Aufgaben	2
2.1	Kennenlernen der Bedienelemente	2
2.2	Messungen im Zweikanalbetrieb	3
2.2.1	Si-Dioden-Einweggleichrichter	3
2.2.2	RC-Differenzierglied	4
2.2.3	RC-Integrierglied	5
2.2.4	RC-Phasenschieber	6
2.2.5	Frequenzmodulierte Schwingung	7
2.2.6	Addieren	7
2.3	X-Y-Darstellungen	7
2.3.1	Lissajous-Figuren	7
2.3.2	Kennlinie einer Diode	8
2.3.3	Kennlinie eines Kondensators	8
2.4	Speichern eines Einmalvorganges	8
2.4.1	DC-Eingang	9
2.4.2	10:1 Tastkopf	9
3	Literatur	9

1 Einleitung - Aufbau eines Oszilloskops

Das klassische (**analoge**) **Oszilloskop** besteht grob gesagt aus einer Elektronenstrahlröhre. Die von der Anode beschleunigten Elektronen werden durch den Wehneltzylinder fokussiert, so dass ein kleiner Leuchtfleck auf dem Schirm erscheint. Dabei ist darauf zu achten, dass die Intensität des Elektronenstrahls möglichst gering ist, da sich sonst der Fleck auf dem beschichteten Schirm einbrennen kann. Der Elektronenstrahl kann durch zwei kondensatorartige Ablenkplattenpaare in x- und y-Richtung abgelenkt werden. Durch die beiden Eingänge CH1 und CH2 können unterschiedliche Spannungsverläufe angelegt und entweder überlagert oder in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt werden.

Die angelegten Spannungen können von den unterschiedlichsten Quellen stammen, die dann als elektrische Spannungen umgewandelt, bzw. erfasst werden können (z.B.: Akustische Wellen, Temperaturänderungen und weitere physikalische Messgrößen). Das Oszilloskop ist daher ein Universalmessgerät. So lassen sich Funktionen für physikalische Zusammenhänge der Art $y(U) = f(x(U))$ darstellen, da die jeweiligen Größen von der jeweiligen Eingangsspannung abhängen.

Wie schon erwähnt gibt es die Möglichkeit ein angelegtes Signal über die Zeit darstellen zu lassen. Hierfür wird das sogenannte **Triggersignal** benötigt, da sonst zum Beispiel bei einer an der y-Achse angelegten Sinusspannung nur die Maxima und Minima zu erkennen wären, da der Schirm nachleuchtet, und sämtliche Werte für $x(t) = 0$ dargestellt werden. So wird in den meisten Fällen eine Sägezahnspannung an den x-Achseingang angelegt. Diese steigt linear an, so, dass der Elektronenstrahl so abgelenkt wird, dass eine vollständige Kurve zu erkennen ist. Die Periode der Sägezahnspannung muss so gewählt werden, dass ein stehendes Bild auf dem Schirm abgebildet wird, was bei periodischen Messspannungen ein beliebiges Vielfaches der y-Spannungsfrequenz wäre.

Das verwendete Triggersignal kann auf das zu messende Problem auch angepasst werden, um beispielsweise eine sinnvollere Achsenskalierung zu erzwingen.

Um bei einer $y(t)$ -Messung ein stehendes Bild auf dem Schirm zu erzeugen, Bei **digitalen Oszilloskopen** wird das Eingangssignal durch einen Analog-Digital-Wandler mit hoher Abtastrate an einen Rechner weiter gegeben. Der so entstehende und ausgegebene Graph hat den Vorteil, dass dieser flimmerfrei ist, solange genügend Bilder pro Sekunde (min. 25) aufgezeichnet werden. Zudem haben digitale Oszilloskope weitere Vorzüge, die aber erst in Aufgabe 4 näher erläutert werden.

2 Aufgaben

2.1 Kennenlernen der Bedienelemente

- Die Eingangsempfindlichkeit des Verstärkers lässt uns einen Maßstab für die Skalierung auf dem Schirm bestimmen. Da diese in (VOLTS/DIV) angegeben wird. DIV (Division) ist nichts anderes, als die Rasterweite auf dem Schirm also (Volt/Einheit).
- Ein Signal lässt sich auf drei unterschiedliche Weisen einkoppeln, was am Oszilloskop selbst einzustellen ist. Die Bedeutungen:
 - Bei der Einstellung DC (Direct Current) die am Eingang angelegte Spannung wird direkt mit dem Verstärker verbunden. Und somit nicht weiter beeinflusst oder verfälscht.
 - Die Einstellung AC (Alternating Current) sorgt dafür, dass durch einen Koppelkondensator mögliche Gleichspannungsanteile des Eingangssignals herausgefiltert wer-

- den. Somit wird aber das angezeigte Signal verfälscht, was bei einer Auswertung beachtet werden sollte.
- Durch die Einstellung GND (Ground) lässt sich der Eingang erden, was dazu führt, dass am Schirm nur noch ein Strich (im Falle der $y(t)$ -Messung) ausgegeben wird. So lässt sich das Nullniveau der Spannung bestimmen und das Oszilloskop eichen, indem man dieses auf dem Schirm durch die zusätzliche Gleichspannung in y-Richtung verschiebt.
 - Die Zeitablenkung (Time/Division) gibt analog zur Eingangsempfindlichkeit die Zeit pro Skaleneinheit an, die von der Triggerung abhängt.
 - Die **Triggerkopplung** kann von einer internen oder externen Quelle erfolgen. Sie dient dazu (siehe auch Einleitung) periodische Signale auf dem Schirm darzustellen. Die Triggerkopplung kann so gewählt werden, dass nur ein Ausschnitt der Kurve gezeigt wird, wenn die Ablenkzeit kleiner ist als die Periodendauer des Signals. Es kann genau eine Periode oder auch mehrere dargestellt werden. Zu beachten bleibt, dass nach der positiven Flanke (Slope) der Elektronenstrahl kurz unterbrochen wird, da dieser an den linken Bildschirmrand zurückgesetzt wird. Somit kann bei der Einstellung $t_{Trigger} = \tau_{Signal}$ ein Teil bei der Darstellung verloren gehen. Das **Triggerlevel** ist die Einstellung, dass das Oszilloskop erst bei der definierten Spannung mit der Abbildung des Signals beginnt.

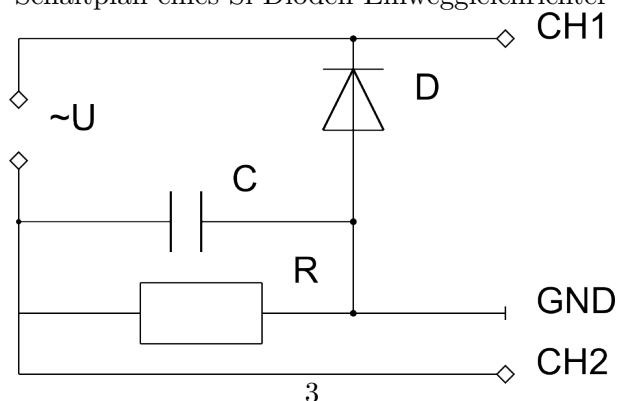
Wir sollen mit die Anstiegszeit, die Frequenz und die Amplitude des angelegten Signals im analogen und digitalen Modus ermitteln. Dies ist durch die Auswahl der Messwerkzeuge *Measure* möglich. Die ermittelten Werte müssen jedoch immer noch mit dem Skalierungsfaktor multipliziert werden.

2.2 Messungen im Zweikanalbetrieb

- **DUAL:** Es werden beide Eingangskanäle angezeigt. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten:
 - Es werden beide Signale nacheinander dargestellt, so dass eine Periode des ersten Signals zu sehen ist und dann erst die des zweiten Signals
 - **CHOP:** In diesem Modus werden zwei Signale gleichzeitig auf dem Schirm dargestellt, indem der Elektronenstrahl immer von einem Signal zum anderen springt.
- **ADD:** Hier werden die angelegten Signale addiert (oder subtrahiert) und die so resultierende Kurve ausgegeben.
- **TRIG-I/II:** Hier wird nur ein Signal ausgegeben.

2.2.1 Si-Dioden-Einweggleichrichter

Schaltplan eines Si-Dioden-Einweggleichrichter

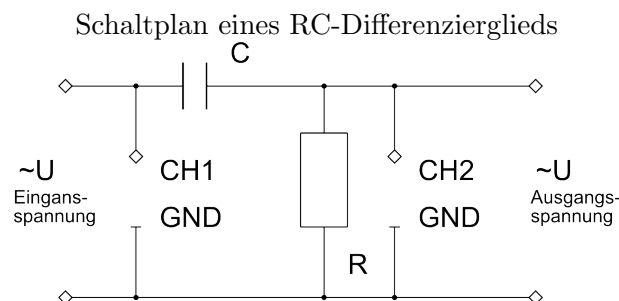


In unserem Versuchsaufbau soll $R = 1k\Omega$ sein, und wir sollen die Eingangsspannungen mit den Spitze-Spitze-Spannungen $V_{SS} = 0,5V; 1V; 8V$ betrachten. Hier sollen wir zwei Fälle unterscheiden; mit und ohne Ladekondensator C .

Es ist zu erwarten, dass durch die Diode nur noch der positive Teil der Sinusspannung sichtbar wird, da bei negativer anliegender Spannung die Diode sperrt. Zudem sollte die Diode um den Betrag der Schwellenspannung der Diode von der t-Achse abheben. Der Widerstand R sorgt dafür, dass die Spannungsamplitude gedämpft wird.

Mit dem Ladekondensator C sollte der zu erwartende Graph den ansteigenden Teil einer Sinuskurve haben, wobei sich bei dieser Zeit der Kondensator auflädt. Beim Entladen, also wenn die Eingangsspannung abfällt, hält dieser eine messbare aber langsam abfallende Spannungskurve aufrecht. Sollte sich der Kondensator während eines solchen Zyklus nicht vollständig entladen, so beginnt die Sinuskurve bei dieser noch vorhandenen Spannung.

2.2.2 RC-Differenzierglied



Beim RC-Differenzierglied sind ein Kondensator und ein Widerstand in Reihe geschaltet. Es wird eine Dreiecksspannung $U_E(t)$ an der Schaltung angelegt, und am Widerstand der Spannungsverlauf gemessen. Wegen der Eigenschaften des Kondensators gilt für die Ausgangsspannung $U_A(t)$ zwischen CH1 und GND:

$$\begin{aligned} U_A(t) &= R \cdot I(t) \\ &= R \cdot \dot{Q}(t) \\ &= R \cdot C \cdot \dot{U}_C(t) \end{aligned}$$

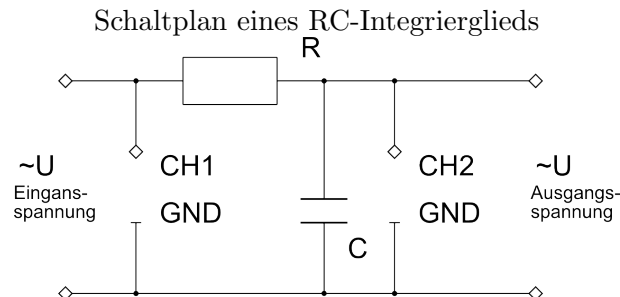
Wobei $U_C(t)$ die Kondensatorspannung, $I(t)$ der Gesamtstrom der Reihenschaltung und C die Kapazität des Kondensators ist.

Wird nun eine Dreiecksspannung angelegt, ist zu erwarten, dass das Differenzierglied diese in eine Rechtecksspannung umwandelt. Dies ist aber nur der Fall, wenn der kapazitive Widerstand ($X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$) des Kondensators wesentlich größer ist, als der Widerstand des Ohmschen Widerstandes. Es ist also auch ersichtlich, dass das gemessene Spannungssignal von der Frequenz (weil $f = \frac{\omega}{2\pi}$) der Eingangsspannung, dem verbauten Widerstand und der Kapazität des Kondensators abhängig ist. Wir unterteilen deshalb in folgende mögliche Fälle:

- $X_C \gg R$: In diesem Fall fällt nahezu die ganze Eingangsspannung am Kondensator ab ($U_E(t) = U_C(t)$). Also messen wir hier tatsächlich die Ableitung der Eingangsspannung.
- $X_C \approx R$: Hier messen wir immer noch die Ableitung der Eingangsspannung, aber nur gedämpft, da am Ohmschen Widerstand nicht mehr eine vernachlässigbar niedrige Spannung anliegt.

- $X_C \ll R$: Da kaum Spannung am Kondensator abfällt, wegen dessen niedrigem kapazitivem Widerstand, ist zu erwarten, dass wir die fast unveränderte Eingangsdreiecksspannung messen werden.

2.2.3 RC-Integrierglied



Beim RC-Integrierglied sind wie beim RC-Differenzierglied Kondensator und Widerstand in Reihe geschaltet, jedoch wird beim RC-Integrierglied die Spannung nicht am Widerstand gemessen, sondern am Kondensator. Der Name "RC-Integrierglied" lässt sich anhand folgender Rechnung erklären.

$$U_A(t) = R \cdot C \cdot \dot{U}_C(t)$$

Wie bereits oben hergeleitet. Wir messen aber nun die Kondensatorspannung U_C , daher gilt:

$$U_A(t) = U_C(t)$$

$$U_C(t) = \frac{Q}{C}$$

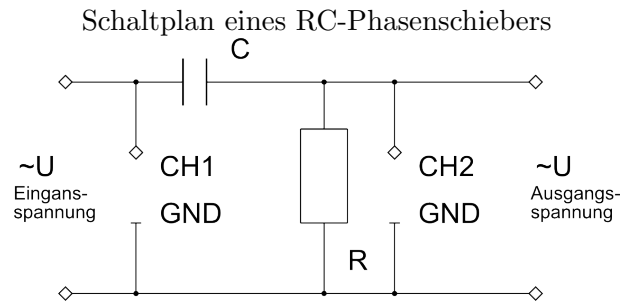
Wobei $Q = \int I dt$ und $I = \frac{U_R}{R}$

$$\begin{aligned} U_C(t) &= \int \frac{I}{C} dt \\ &= \frac{1}{R \cdot C} \int U_R dt \end{aligned}$$

Analog zum RC-Differenzierer werden hier wieder 3 Fälle unterschieden, wenn eine Rechteckspannung an den Schaltkreis angelegt wird:

- $X_C \gg R$: In diesem Fall fällt nahezu die ganze Eingangsspannung am Kondensator ab, wodurch nur das (evtl. gedämpfte Eingangssignal) gemessen werden kann.
- $X_C \approx R$: Hier wird die integrierte Eingangsspannung gemessen, aber nur gedämpft, da wieder ein nicht vernachlässigbarer Anteil der Eingangsspannung am Kondensator anliegt.
- $X_C \ll R$: So fällt nahezu die gesamte Spannung am Widerstand ab, was dazu führt, dass wir das integrierte Eingangssignal messen, was hoffentlich einer Dreiecksspannung entspricht.

2.2.4 RC-Phasenschieber



An dieser Schaltung wird nun auch der CH2-Eingang benötigt. Der eigentliche Trick bei dieser Schaltung ist, dass der kapazitive Widerstand des Kondensators von der Frequenz abhängt, bzw. ω ($X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$), und eine Kapazität in einem Wechselstromkreis eine Phasenverschiebung der an ihr anliegenden Spannung verursacht. Diese Eigenschaften wollen wir uns zu Nutze machen. Der von uns aufzubauende Phasenschieber soll mit folgenden Bauteilgrößen realisiert werden: $R = 1k\Omega$; $C = 0,47\mu F$ mit einer Sinusspannung als Eingang, mit noch zu bestimmender Frequenz.

Nach der Aufgabenstellung soll die Frequenz die Bedingung $U_{A0} = \frac{U_{E0}}{2}$ der Effektivspannungen erfüllen. Die Frequenz wird wie folgt bestimmt:

$$\begin{aligned}
 U_{A0} &= I \cdot R \\
 &= \frac{U_{E0}}{Z_C} \cdot R & Z_C &= \sqrt{R^2 + X_C^2} \\
 U_{A0} &= \frac{U_{E0}}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} \cdot R & X_C &= -i \frac{1}{\omega \cdot C} \\
 U_{A0} &= \frac{U_{E0}}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2}} \cdot R & U_{A0} &= \frac{U_{E0}}{2} \\
 \Rightarrow \frac{1}{2} &= \frac{1}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2}} \cdot R \\
 \frac{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2}}{2} &= R \\
 R^2 + \left(\frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2 &= 4 \cdot R^2 \\
 \left(\frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2 &= 3 \cdot R^2 \\
 \omega &= \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{RC}
 \end{aligned}$$

Mit den obigen Zahlenwerten:

$$\begin{aligned}\omega &= 1288,40 \frac{1}{s} \\ f &= \frac{\omega}{2 \cdot \pi} \\ &= 195,51 \text{ Hz}\end{aligned}$$

Die Phasenverschiebung φ lässt sich aus $Z_C = R - i \frac{1}{\omega \cdot C}$ bestimmen, in dem man nur das Argument dieser komplexen Zahl betrachtet:

$$\begin{aligned}\varphi &= \arg(Z_C) \\ &= \arctan\left(\frac{-1}{\frac{\omega C}{R}}\right) \\ &= -60^\circ\end{aligned}$$

2.2.5 Frequenzmodulierte Schwingung

Bei der Frequenzmodulation werden zwei Sinus-Wechselspannungsgeneratoren hintereinander schaltet. Wodurch sich ein Signal der Art

$$U(t) = U_0 \cdot \sin(\varphi(t)) = U_0 \cdot \sin\left(\Omega_0 \cdot t + \frac{\Delta\omega}{\omega} \cdot \sin(\omega t) + \varphi_0\right)$$

erzeugen lässt. Hierbei ist U_0 die Trägerwellenamplitude, ω die Modulationsfrequenz und $\frac{\Delta\omega}{2\pi}$ der Frequenzhub.

Letzterer bleibt in der Aufgabe über die Momentankreisfrequenz $\Omega(t) = \frac{d\varphi}{dt} = \Omega_0 + \Delta\omega \cos(\omega t)$ zu bestimmen.

2.2.6 Addieren

Bei diesem Versuch sollen wir durch die ADD-Funktion des Oszilloskopes zwei Signale mit...

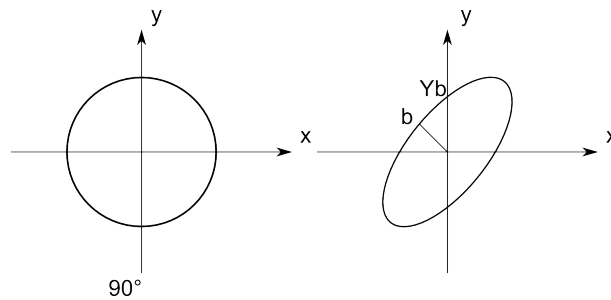
- ... verschiedener Amplitude
- ... gleicher Amplitude
- ... verschiedener Frequenz
- ... fast gleicher Frequenz
- ... gleicher Frequenz

addieren und subtrahieren. Zu erwarten sind destruktive und konstruktive Interferenzen, Schwebungen als Graph am Oszilloskop.

2.3 X-Y-Darstellungen

2.3.1 Lissajous-Figuren

Für die Lissajous-Figuren werden zwei (Sinus-)Signale gegeneinander aufgetragen, nicht mehr wie bisher das Signal gegen die Zeit. Durch eine Phasenverschiebung der Signale kann die abgebildete Figur beeinflusst werden.

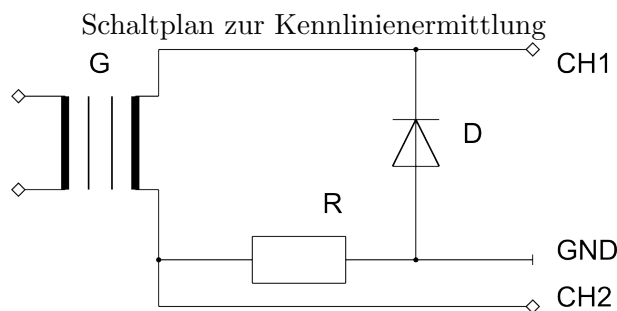


Hier ersichtlich, und auch logisch, wenn man die Vektordarstellung im 2-Dimensionalen betrachtet, ist bei einer Phasenverschiebung von 90° das Verhältnis von $\sin$ und $\cos$ gegeben. Bei anderen Phasenverschiebungen bilden sich Ellipsen aus, deren Phasenwinkel durch $\sin\varphi = \frac{y_b}{b}$ berechnet werden kann, solange die Größen Y_b und b bekannt sind.

Bei unterschiedlichen Frequenzen kann es zu komplizierten periodisch wiederholenden Mustern kommen.

2.3.2 Kennlinie einer Diode

Die Kennlinie einer Diode kann durch folgende Schaltung ermittelt werden:



Zur Ermittlung der Kennlinie wird der Strom über die Spannung aufgetragen. Da wir den Strom schlecht am Oszilloskop darstellen können, benötigen wir den Widerstand R , über den wir die Stromstärke rechnerisch durch die bekannten Größen $I = \frac{U}{R}$ ermitteln und so die Achse skalieren können.

Die Zener-Diode hat die in Durchlassrichtung die gleichen Eigenschaften, wie eine normale Diode. In Sperrrichtung aber, wird sie ab einer bestimmten Spannung niederohmig, also gut leitend.

2.3.3 Kennlinie eines Kondensators

Mit der bereits bei der Diode verwendeten Schaltung wird nun die Kennlinie eines Kondensators bestimmt. dafür ersetzen wir einfach die Diode durch einen Kondensator.

Bei einem kapazitiven Widerstand in einem Wechselstromkreis ist der Strom gegen die Spannung um $\frac{\pi}{2}$ phasenverschoben, was dazu führen müsste, dass die Kennlinie ein Kreis wird. Aber wir müssen noch den verwendeten (möglichst kleinen) Widerstand berücksichtigen, was unseren Kreis zu einer Ellipse Formen wird, da die Phasenverschiebung nicht mehr exakt $\frac{\pi}{2}$ beträgt.

2.4 Speichern eines Einmalvorganges

Hier betrachten wir den Spannungsverlauf beim Entladen eines Kondensators.

2.4.1 DC-Eingang

Der Kondensator muss an den Eingangswiderstand des DC-Anschlusses angeschlossen werden, da der AC-Eingang selbst einen Kondensator enthält (siehe 2.1), der die Messung beeinflusst.

Es ist bekannt, dass $U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ für den Spannungsverlauf eines Kondensators gilt, wobei $\tau = \frac{1}{R \cdot C}$ ist. Durch Umformen dieser Gleichungen nach R erhalten wir:

$$R = \frac{-t}{C \cdot \ln\left(\frac{U(t)}{U(0)}\right)}$$

2.4.2 10:1 Tastkopf

Am 10:1 Tastkopf ist ein weiterer anderer Widerstand eingebaut, der analog zu dem im DC-Eingang ermittelt werden soll.

In beiden Fällen sollen wir unser Messergebnis mit den Herstellerangaben vergleichen.

3 Literatur

- Literatur der Vorbereitungsmappe
- <http://www.ph.tum.de/studium/praktika/mw/Praktikumsversuche/PDFs/OSZ.pdf>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Zener-Diode>
- <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/slt/0206173.htm>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Oszilloskop>

Verbesserung der Auswertung

Das Oszilloskop als Messinstrument

Carsten Röttele

Stefan Schierle

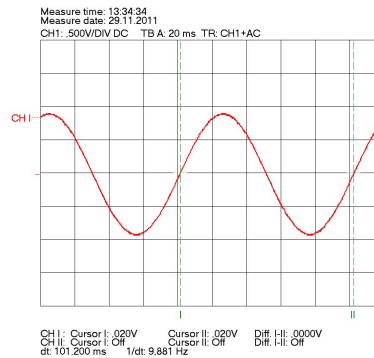
Versuchsdatum: 29. 11. 2011

Inhaltsverzeichnis

1	Kennenlernen der Bedienelemente	2
2	Messungen im Zweikanalbetrieb	2
2.1	Si-Dioden-Einweggleichrichter	2
2.2	RC-Differenzierglied	4
2.3	RC-Integrierglied	6
2.4	RC-Phasenschieber	7
2.5	Frequenzmodulierte Schwingung	8
2.6	Addieren	10
3	X-Y-Darstellung	11
3.1	Lissajous-Figuren	11
3.2	Kennlinien	12
4	Einmalvorgang	13
4.1	Eingangswiderstand	14
4.2	10:1 Tastkopf	14

1 Kennenlernen der Bedienelemente

Am Anfang des Versuches sollte man sich erst einmal mit dem Oszilloskop vertraut machen. Hierzu war es nützlich z.B. den Unterschied zwischen einem analogen und einem digitalen Bild zu sehen. Wir haben dazu ein stehendes 10 Hz Sinussignal erzeugt, welches wir im Digitalbetrieb mit einem Programm auf dem Computer in eine Bilddatei umwandeln konnten. Wir erhielten dabei folgendes Bild:



Jetzt war es möglich einmal über das Oszilloskop selbst und einmal über das Computerprogramm die Frequenzen, Amplituden und Anstiegszeiten zu messen. Hierfür bekamen wir folgende Werte:

Am Computer:

$$f = 9,881 \text{ Hz}$$

$$U_0 = 0,920 \text{ V}$$

$$t = 36,3 \text{ ms}$$

Am Oszilloskop:

$$f = 9,92 \text{ Hz}$$

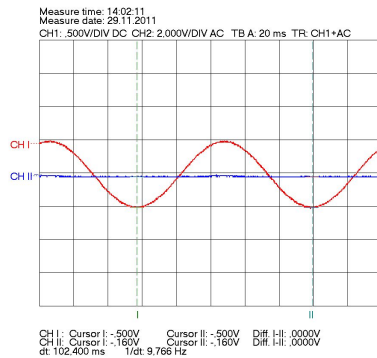
$$U_0 = 0,92 \text{ V}$$

$$t : \text{nicht gemessen}$$

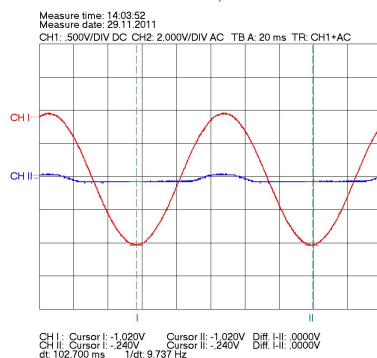
2 Messungen im Zweikanalbetrieb

2.1 Si-Dioden-Einweggleichrichter

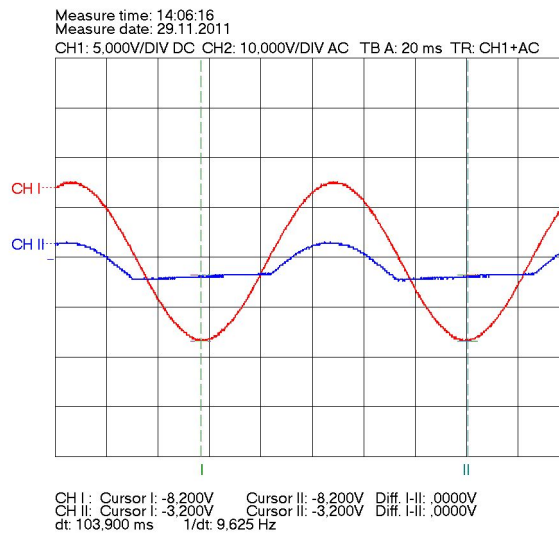
Wir haben nun, wie in der Vorbereitung bereits beschrieben, eine Reihenschaltung mit einer Diode und einem Widerstand aufgebaut, wobei wir die Ausgangsspannung an dem Widerstand gemessen haben. Zudem wurde für das Eingangssignal an Channel 1 des Oszilloskops eine Sinusspannung angelegt. Diese Eingangsspannung wurde im Folgenden variiert und wir bekamen folgende Graphen:



bei 0,5V



bei 1V



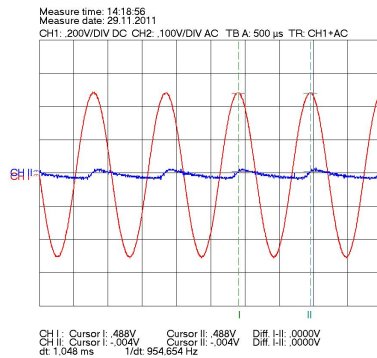
bei 8V

Man erkennt, dass bei einer Spannung von 0,5V kein Strom von der Diode durchgelassen wird, weshalb wir kein Ausgangssignal beobachten können.

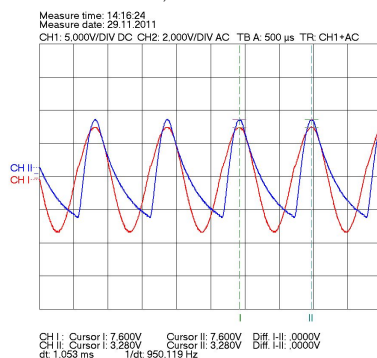
Bei der nächsten Spannung von 1V kann man schon eine leichte Ausgangsspannung erkennen, die allerdings nur bei dem positiven Anteil der Wechsellspannung entsteht, da ansonsten die Diode sperrt. Allerdings wird hier nur ein geringer Teil der Spannung durchgelassen.

Im letzten Fall, also bei 8V erhalten wir eine deutlich bemerkbare Ausgangsspannung, was sich auch mit unseren Erwartungen deckt, da nun die Diode fast den kompletten Strom durchlässt und somit an dem Widerstand annähernd die Eingangsspannung anliegt. (Beachte: Die Graphen haben eine unterschiedliche y-Achsenkalierung, die man oben ablesen kann). Leider wird durch die etwas ungeschickte Wahl des Nullniveaus die Schwellenspannung der Diode im Graphen nicht sichtbar, die jedoch bei der Messung zu erkennen war.

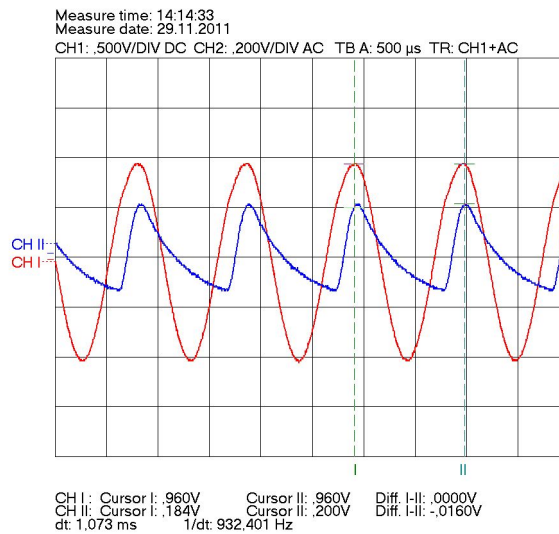
Außerdem sollte nun noch ein Kondensator parallel zum Widerstand geschaltet werden und wir erhielten bei den gleichen Eingangsspannungen:



bei 0,5V



bei 8V



bei 1V

Man erkennt beim Ausgangssignal der Eingangsspannung von 1 Volt den typischen Verlauf einer Einweggleichrichterschaltung mit Ladekondensator. Die positive Flanke des Signals entspricht der Steigung einer Sinusfunktion. Nur bei der abfallenden Flanke wird deutlich, dass der Kondensator eine Rolle spielt, da sich dieser nun entlädt und diese abfallende Kurve durch die typische Entladekurve $(U(t) = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}})$ des Kondensators gedämpft wird. Durch die Entladung des Kondensators wird hier auch die durch die Diode ausgelöschte negative Sinushalbwellen überbrückt. Auch hier fällt auf, dass mit steigender Eingangsspannung auch die Amplitude der gleichgerichteten Wechselspannung größer wird. Hierbei muss auch wieder der jeweilige Maßstab beachtet werden.

2.2 RC-Differenzierglied

Beim RC-Differenzierglied wurde natürlich auch die in der Vorbereitung erarbeitete Schaltskizze aufgebaut und dem entsprechend an das Oszilloskop angeschlossen. Wir erwarteten bei einer am Eingang angelegten Dreiecksspannung durch das Differenzierglied eine Rechteckspannung, die sich tatsächlich einstellt. Da der kapazitive Blindwiderstand des Kondensators frequenzabhängig ist, müssen die in der Vorbereitung erwähnten Frequenzverhältnisse betrachtet werden.

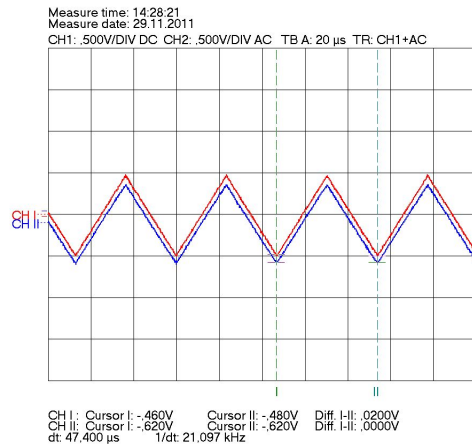
Zur Bestimmung der benötigten Schwingungsdauer T des RC-Kreises:

Da T des RC-Kreises zur Quantifizierung der einzustellenden Schwingungsdauern benötigt

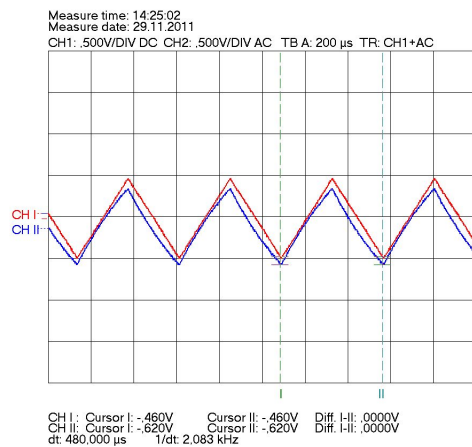
wird, berechneten wir dies kurzerhand unter der Berücksichtigung der Kennwerte der verwendeten Bauteile. (Widerstand: $1k\Omega$; Kondensator: $0,47\mu F$).

$$\begin{aligned} T &= RC \\ &= 1k\Omega \cdot 0,47\mu F \\ &= 0,47ms \end{aligned}$$

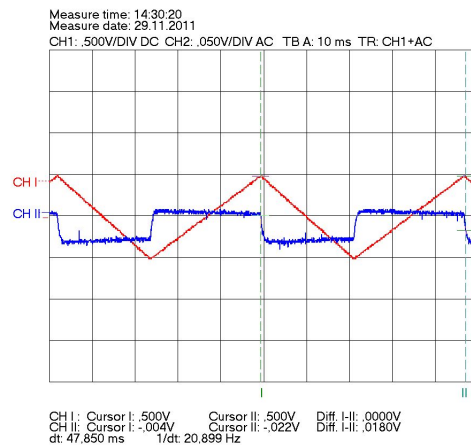
Wir wählten für die Fälle $T \ll RC$: $T = 0,047ms$; $T \approx RC$: $T = 0,47ms$; $T \gg RC$: $T = 47ms$.



bei $T = 0,047ms$



bei $T = 0,47ms$



bei $T = 47ms$

Wie man in den jeweiligen Graphen erkennen kann, zeigt sich, dass sich unsere Erwartungen der Vorbereitung bestätigt haben.

- Für $T \ll RC$ haben wir keine merkliche Änderung des Eingangssignals, da nahezu die ganze Spannung am Widerstand abfällt, und so nicht vom Kondensator differenziert werden kann.

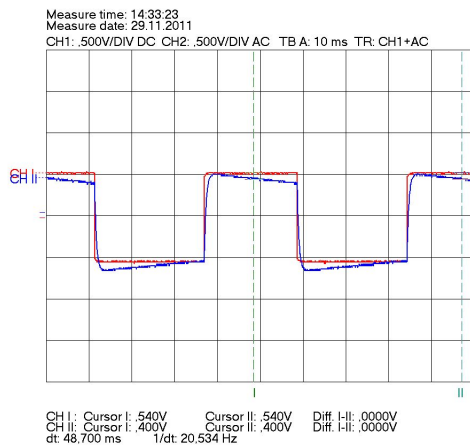
- Für $T \approx RC$ sieht man, dass sich die differenzierte Kurve leicht bei der abfallenden Flanke krümmt, aber noch nicht unserem gewünschten Ergebnis entspricht.
- Für $T \gg RC$ ist nun klar eine Rechteckspannung zu erkennen, die jeweils ihren Sprung vom Positiven ins Negative beim Extrempunkt des Eingangssignals hat. Dies entspricht genau der Ableitung der Eingangsfunktion am Differenzierglied.

Somit wäre auch die Funktion des Differenzierglieds experimentell bestätigt.

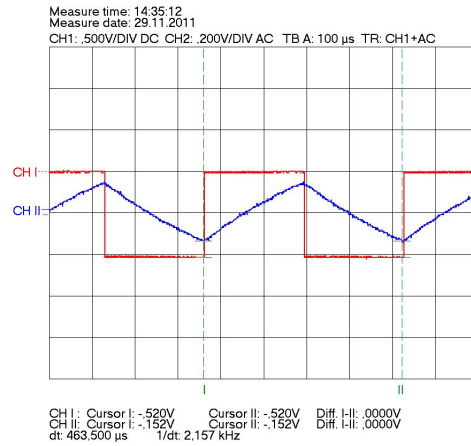
2.3 RC-Integrierglied

Beim Integrierglied messen wir nun die Spannung am Kondensator anstatt am Widerstand. Unser Eingangssignal wird nun eine Rechteckspannung sein.

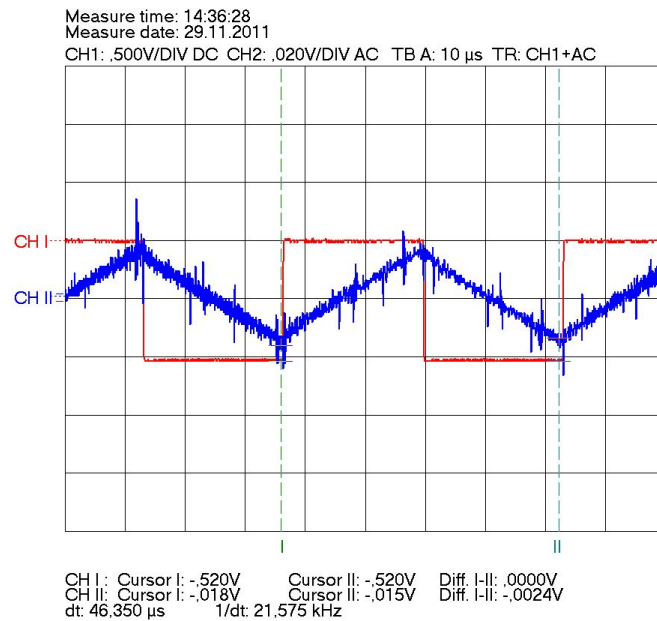
Wir haben hier analog zum Differenzierglied die jeweiligen Periodendauern für die einzelnen die Fälle $T \ll RC$: $T = 0,0467ms$; $T \approx RC$: $T = 0,466ms$; $T \gg RC$: $T = 47ms$ verwendet. Die Abweichung der Werte resultiert aus der schweren Einstellungsmöglichkeit am Generator, was beim Differenzierer irgendwie sehr genau ging; jedoch sind diese Abweichungen nicht von Belang, da wir sowieso nur ungefähre Werte betrachten.



bei $T = 47ms$



bei $T = 0,47ms$



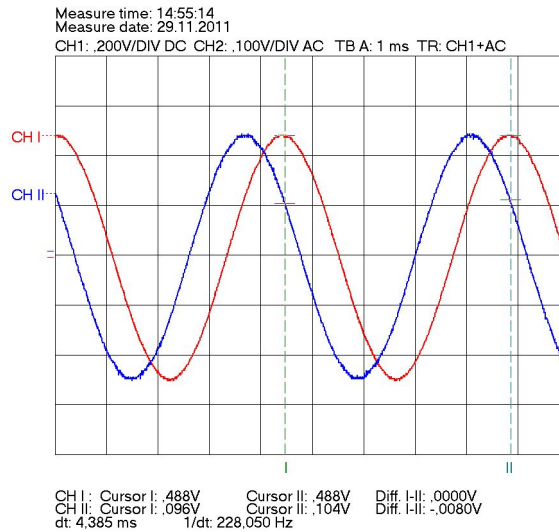
bei $T = 0,047ms$

- Für $T \gg RC$ erkennt man, dass die gesuchte integrierte Funktion eine nur leicht verzerrte Rechteckspannung ist. daher kann man hier nicht unbedingt von einer Integration sprechen.
- Für $T \approx RC$ sieht man schon die Integration der eingehenden Rechteckspannung.
- Für $T \gg RC$ ist ebenfalls die Integration der Rechteckspannung als Dreiecksfunktion zu sehen.

Womit auch die Funktion des RC-Integrierglieds experimentell verifiziert wäre.

2.4 RC-Phasenschieber

Der Phasenschieber entspricht vom Aufbau her dem RC-Differenzierglied. Jedoch machen wir uns hier die Phasenverschiebung des kapazitiven Widerstandes des Kondensators zu nutze. Die Aufgabe ist nun, die Amplitude des Eingangssignals zu halbieren, indem wir die Frequenz dem entsprechend anpassen. Zur besseren Ermittlung der halben Amplitude wählten wir einfach die y-Skalierung des Ausgangssignals doppelt so groß, als die des Eingangssignals.



Phasenverschobene Sinuskurve

Nun konnten wir uns am Oszilloskop die Frequenz des Eingangssignal ermitteln lassen, was zu $f = 228\text{Hz}$ führte. Graphisch konnten wir dann noch die Phasenverschiebung von $\Delta T = -740\mu\text{s}$ mit Hilfe des Auswertungsprogramms am Computer ermitteln. Mit diesen Werten können wir nun die Phasenverschiebung ϕ errechnen:

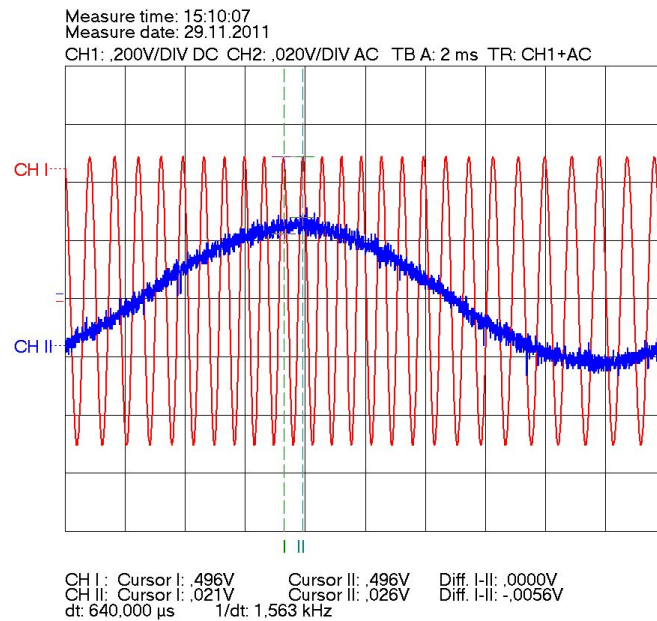
$$\begin{aligned}\phi &= 360^\circ \cdot \frac{-740\mu\text{s}}{228\text{Hz}} \\ &= -60,74^\circ\end{aligned}$$

Somit wäre auch die Funktion des Phasenschiebers bewiesen, obwohl die angelegte Frequenz doch um ca. 33Hz abweicht, erhalten wir eine Phasenverschiebung von $-60,74^\circ$, was sich doch sehr mit den erwarteten -60° deckt.

2.5 Frequenzmodulierte Schwingung

Bei diesem Versuch erzeugten wir eine frequenzmodulierte Schwingung, indem wir zwei Sinuswellen erzeugende Generatoren miteinander koppelten. Am ersten Generator stellten wir die Frequenz (Ω_0) von $1,5\text{kHz}$ und die Modulationsfrequenz (ω) von 50Hz am zweiten Generator ein.

Zur Ermittlung des Frequenzhubs muss nun die maximale (Δt_{max}) und die minimale (Δt_{min}) Schwingungsdauer ermittelt werden. Dies taten wir mit Hilfe der Measure-Funktion des Oszilloskops und dem Computerauswertungsprogramm.



Phasenverschobene Sinuskurve

Durch die Momentanfrequenz lässt sich der Frequenzhub ermitteln:

$$\Omega(t) = \Omega_0 + \Delta\omega \cos(\omega t)$$

Da wir hier die maximale und die minimale Momentanfrequenz betrachten, wählen wir für $\cos(\omega t)$ einmal 1 und einmal -1 .

$$\Omega_{max} = \Omega_0 + \Delta\omega$$

$$\Omega_{min} = \Omega_0 - \Delta\omega$$

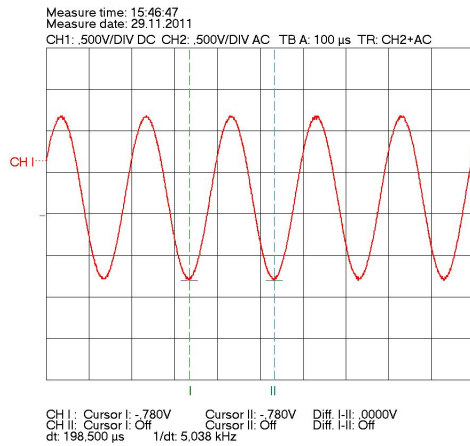
$$\Delta\omega = \pi \left(\frac{1}{\Delta t_{min}} - \frac{1}{\Delta t_{max}} \right)$$

Somit ergeben sich folgende Werte für unsere beiden Messungen:

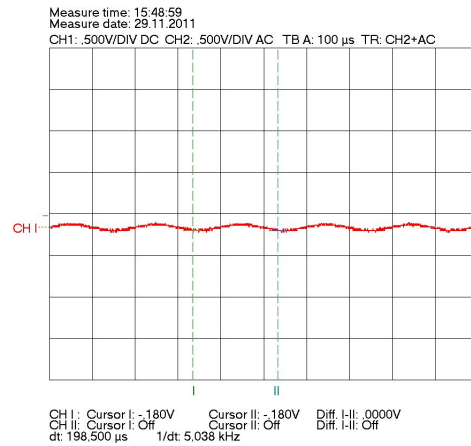
- Oszilloskop: $\Delta\omega = 1433,54 \text{ Hz}$
- Computer: $\Delta\omega = 1378,86 \text{ Hz}$

Die Abweichung zeigt, dass die Messmethoden unterschiedlich genau sind.

2.6 Addieren



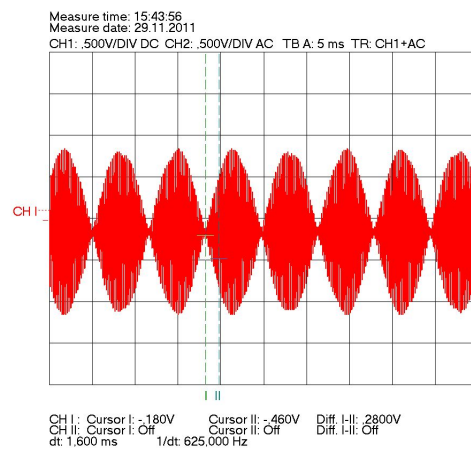
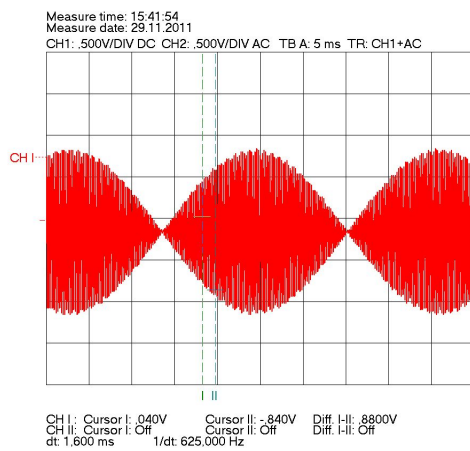
Konstruktive Interferenz



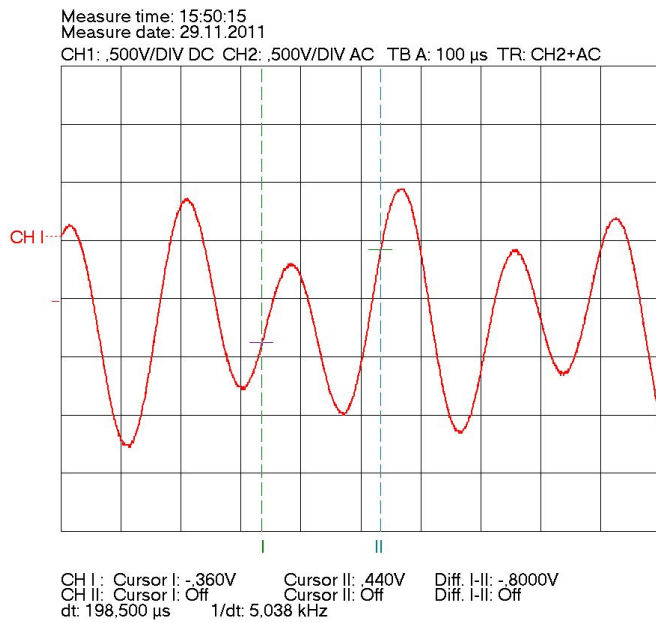
Destruktive Interferenz

Bei der konstruktiven Interferenz addierten wir 2 Schwingungen mit je 5kHz und einer Spannungsamplitude $U_0 \approx 500\text{mV}$. Bei der destruktiven Interferenz subtrahierten wir diese beiden von einander. Da hier keine Gerade erscheint, ist klar, dass die Amplituden nicht exakt gleich waren.

Indem wir die Frequenz minimal geändert haben, und immer noch annähernd die gleichen Amplituden verwendeten, erhielten wir die folgenden Schwebungsschaubilder:



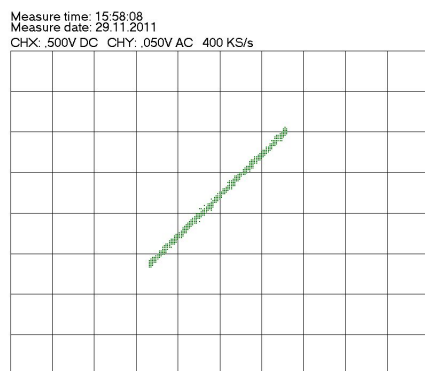
Zudem führten wir noch eine Messung mit $f_1 = 5,5\text{kHz}$, $f_2 = 3,5\text{kHz}$, $U_{01} = 0,82\text{V}$ und $U_{02} = 4,2\text{mV}$ durch:



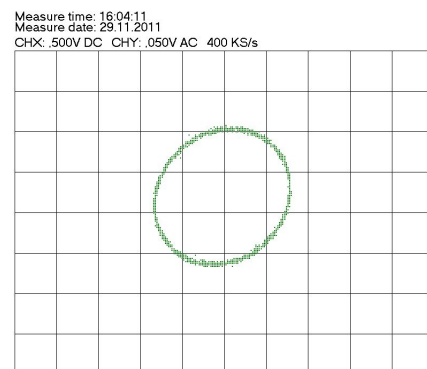
3 X-Y-Darstellung

3.1 Lissajous-Figuren

Hierfür werden zwei Schwingungen gegeneinander aufgetragen. Durch das Frequenzverhältnis und die Phasenverschiebung der einzelnen Schwingungen entstanden folgende Figuren.



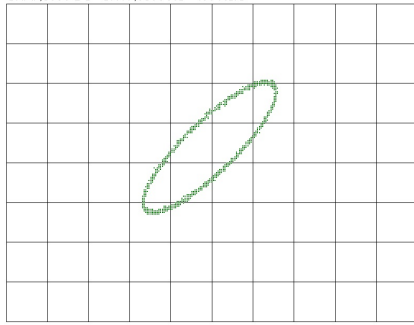
Gleichphasig



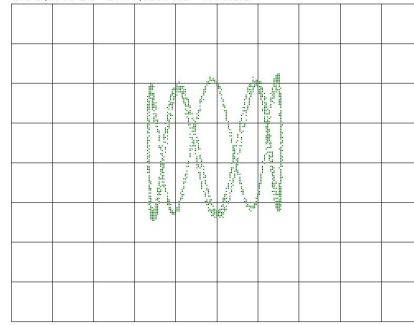
Phasenverschiebung: $\frac{\pi}{2}$

Hierbei wählen wir die gleiche Frequenz von $1,5\text{kHz}$. Den Kreis erhielten wir durch eine Phasenverschiebung der Schwingungen um $\frac{\pi}{2}$ gegeneinander.

Measure time: 16:04:59
Measure date: 29.11.2011
CHX: .500V DC CHY: .050V AC 400 KS/s



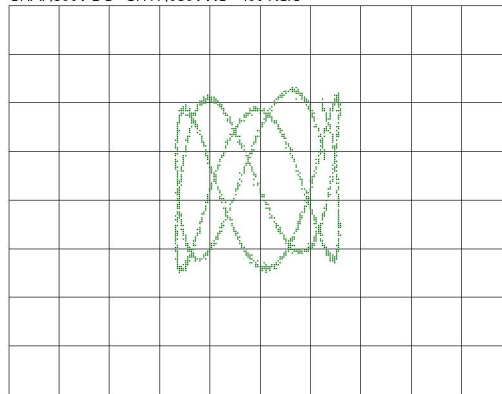
Measure time: 16:06:43
Measure date: 29.11.2011
CHX: .500V DC CHY: .050V AC 400 KS/s



Ellipse

$$f_1 = 1kHz, f_2 = 1,5kHz$$

Measure time: 16:07:58
Measure date: 29.11.2011
CHX: .500V DC CHY: .050V AC 400 KS/s



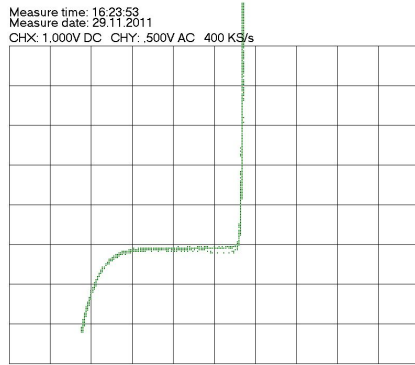
$$f_1 = 1kHz, f_2 = 1,5kHz$$

Die Ellipse entsteht bei gleicher Frequenz mit einer Phasenverschiebung, die nicht Null oder $\frac{\pi}{2}$ ist.

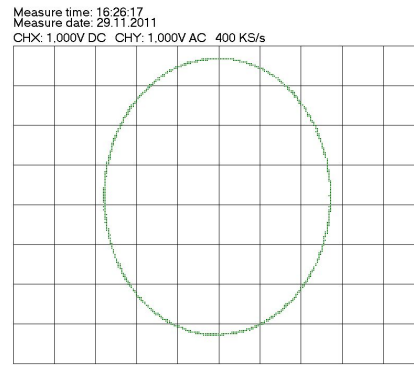
Die beiden anderen ergeben sehr komplexe Bilder, durch die jeweiligen Frequenzverhältnisse.

3.2 Kennlinien

Zur Ermittlung der Kennlinie einer Diode, bzw. eines Kondensators wird der Strom auf der y-Achse und die Spannung auf der x-Achse aufgetragen.



Z-Diode



Kondensator

Bei der Zenerdiode ist klar zu erkennen, dass in Durchlassrichtung erst die niedrige Schwellenspannung überwunden werden muss. In Sperrichtung wird eine wesentlich höhere Spannung zum Durchschalten der Diode benötigt.

Die Kondensatorkennlinie resultiert aus der Phasenverschiebung um $\frac{\pi}{2}$. Dies stellt analog zu den Lissajous-Figuren einen Kreis dar.

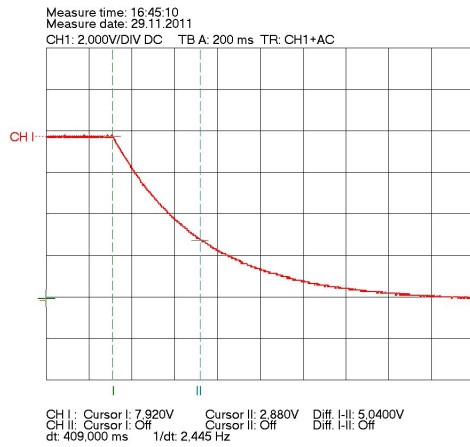
Durch den Componenttester des Oszilloskops verifizierten wir unsere Ergebnisse.

4 Einmalvorgang

Wir ermitteln bei dieser Aufgabe die Entladekurve eines Kondensators über zwei verschiedene Anschlüsse am Oszilloskop. Durch $R = -\frac{t}{\ln\left(\frac{U(t)}{U_0}\right) \cdot C}$ lässt sich der Ein-

gangswiderstand ermitteln, den wir danach mit dem angegebenen Herstellerwert vergleichen sollen. Verwendet wurde bei beiden Messungen ein Kondensator der Kapazität $F = 0,47\mu F$.

4.1 Eingangswiderstand



Hier erhielten wir:

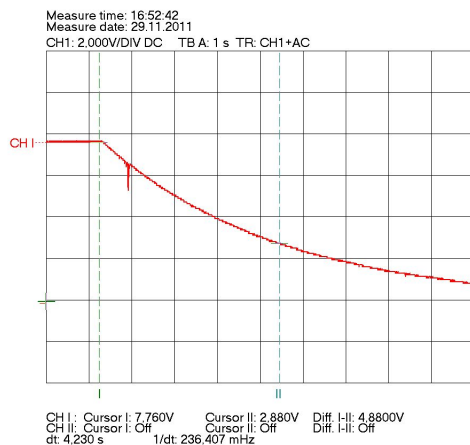
$$U(0) = 7,92V$$

$$U_{\frac{1}{e}}(t) = 2,88V$$

$$t = 409ms$$

Was letztendlich zu einem Widerstand von $R = 0,86M\Omega$ führt. Wir haben hier eine relativ große Abweichung (14%) vom Herstellerwert von $1M\Omega$.

4.2 10:1 Tastkopf



Hier erhielten wir:

$$U(0) = 7,76V$$

$$U_{\frac{1}{e}}(t) = 2,89V$$

$$t = 4,23s$$

Hier erhalten wir den experimentellen Wert von $R = 9,11M\Omega$, was auch zu einer Abweichung um 8,89% von den Herstellerangaben führt.

Diese Abweichung ist relativ hoch, wir vermuten daher einen Messfehler unsererseits, da wir Probleme hatte einen vernünftigen Graphen zu erzeugen.