

Auswertung

Das Oszilloskop als Messinstrument
Versuch P1 32, 33, 34

Iris Conradi, Melanie Hauck
Gruppe Mo-02

25. November 2010

Inhaltsverzeichnis

1	Kennenlernen der Bedienelemente	3
2	Messugen im Zweikanalbetrieb	4
2.1	Einweggleichrichter	6
2.2	RC-Differenzierglied	6
2.3	RC-Integrierglied	8
2.4	RC-Phasenschieber	10
2.5	Frequenzmodulation	11
2.6	Addieren	12
3	X-Y-Darstellungen	12
3.1	Lissajous-Figuren	12
3.2	Kennlinien	16
4	Speicherung eines Einmalvorganges	16

1 Kennenlernen der Bedienelemente

Zuerst haben wir uns mit den grundlegenden Funktionen des Oszilloskops im Einkanalbetrieb, anhand eines 10Hz Sinussignals vertraut gemacht. Mit Hilfe der Funktionen im Menü des Oszilloskops und dem Computerinterface haben wir folgende Werte gemessen.

- Scheitel-Scheitel-Spannung: $V_{pp} = 20,2V$
- positive Amplitude: $V_{p+} = 9,2V$
- negative Amplitude: $V_{p-} = -11V$
- Anstiegszeit: 28,1ms
- Frequenz: 10,204 Hz

Diese Werte wurden im DC Betrieb aufgenommen. Im AC-Betrieb haben wir noch Folgendes gemessen:

- Scheitel-Scheitel-Spannung: $V_{pp} = 20V$

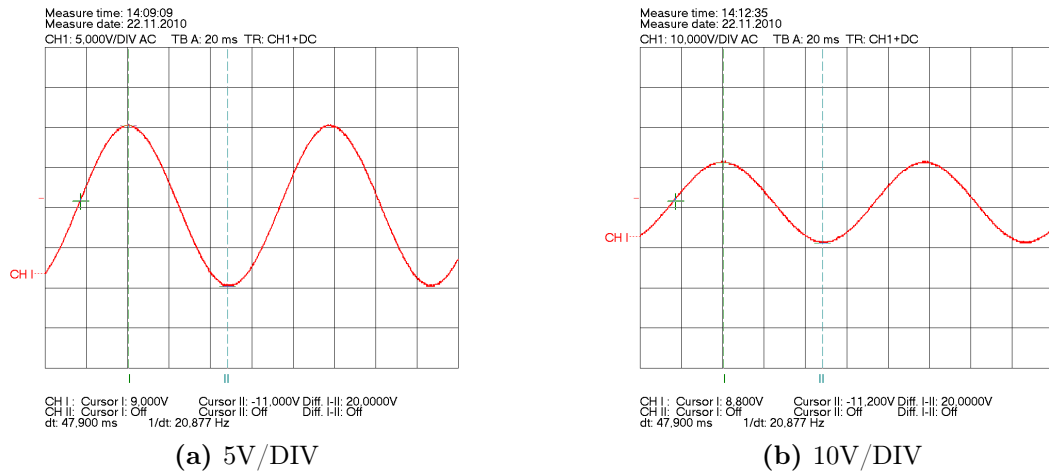


Abbildung 1: Diese Bilder zeigen zwei Einstellungen der Eingangsempfindlichkeit des selben Signals

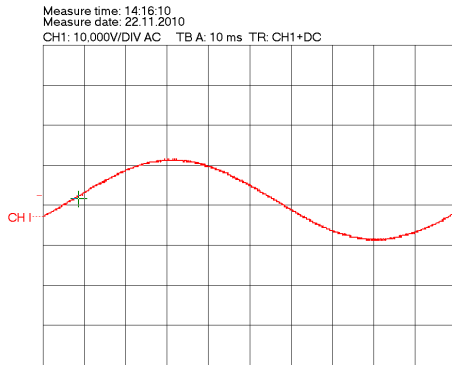
- positive Amplitude: $V_{p+} = 9\text{V}$
- negative Amplitude: $V_{p-} = -11\text{V}$

Eigentlich sollte über den AC-Betrieb der Offset rausgenommen sein. Jedoch unterscheiden sich die Amplituden noch. Deshalb haben wir die GND-Kopplung ausgewählt und die Nulllinie etwas in Richtung der negativen y-Achse bewegt.

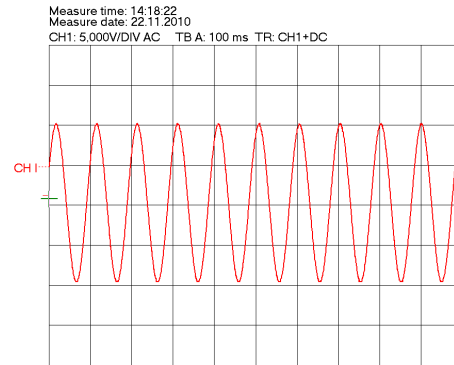
Außerdem haben wir die Einstellung der Eingangsempfindlichkeit und der Zeitablenkung variiert, wie man in Abbildungen 1a, 1b, 2a, 2b sehen kann. Weiterhin haben wir uns mit den Triggerfunktionen beschäftigt. Zum Beispiel haben wir die Lage des Triggerlevels verschoben und bei einem Triggerlevel in der Nähe von 0V die Triggerflanke gewechselt, wie man in Abbildung 3a, 3b sehen kann.

2 Messugen im Zweikanalbetrieb

Im Zweikanalbetrieb konnten gleichzeitig zwei Schwingungen über der Zeit dargestellt werden.

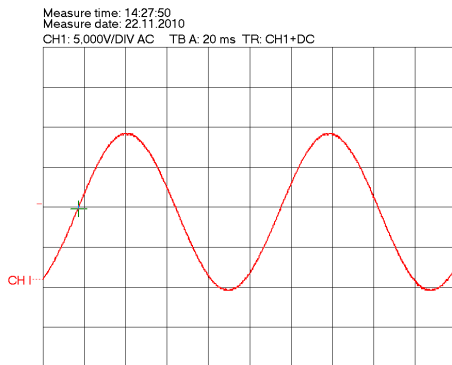


(a) 10V/DIV und 10ms

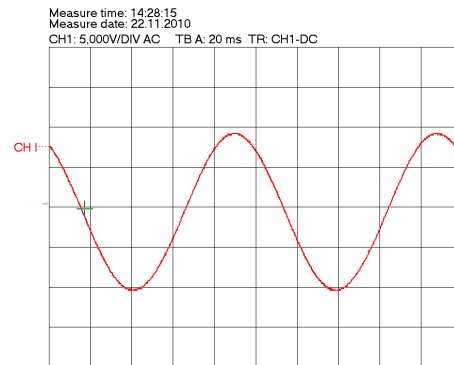


(b) 5V/DIV und 100ms

Abbildung 2: Diese Bilder zeigen zwei Einstellungen der Zeitablenkung des selben Signals



(a) positive Flanke



(b) negative Flanke

Abbildung 3: Diese Bilder zeigen das Triggern auf positive und negative Flanke

2.1 Einweggleichrichter

Wir haben wie in der Vorbereitung beschrieben den Einweggleichrichter mit der Si-Diode aufgebaut. Zuerst haben wir den Versuch ohne Ladekondensator(1nF) durchgeführt. Es sollte bei 0,5V, 1V und 8V Scheitel-Scheitel-Spannung gemessen werden. An CH1 haben wir das Eingangssignal angelegt, an CH2 das Ausgangssignal.

Wie man in Abbildung 4c sehen kann, werden durch die Diode die negativen Spannungen der Wechselfspannung abgeschnitten. Allerdings sieht man, dass auch ein Teil der positiven Spannung den Gleichrichter nicht verlässt. Dies ist darin begründet, dass eine Diode immer auch für niedrige Spannungen in Durchlassrichtung sperrt.

Daher ist in Abbildung 4a die Ausgangsspannung bei $V_{SS} = 500\text{mV}$ Eingangsspannung konstant 0V. Bei $V_{SS} = 1\text{V}$ Eingangsspannung kommen kleine Spitzen der Wechselfspannung durch den Gleichrichter. Somit vermuten wir dass Vorwärtsspannung der verwendeten Diode in der Größenordnung von 0,6V bis 0,7V liegt.

Der Effekt des Ladekondensators ist also bei 1V und 0,5V nicht bzw. kaum zu erkennen. Bei ausreichend hoher Frequenz, konnte man eine Glättung der Ausgangsspannung erkennen (Abbildung 5).

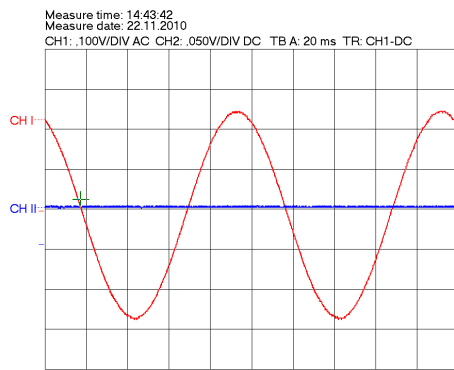
Dies konnte man nur bei hohen Frequenzen beobachten, da sich der Kondensator, wenn die Diode in Durchlassrichtung betrieben wird, aufladen soll. Bei niedrigen Frequenzen hat der Kondensator aber einen hohen Widerstand, sodass über ihn nur wenig Strom fließt und er sich somit kaum aufladen kann.

2.2 RC-Differenzierglied

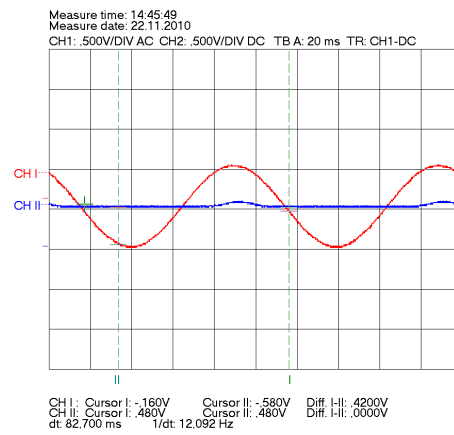
Wir haben einen Differenzierer aufgebaut, wie er im Schaltplan in der Vorbereitung zu sehen ist und haben als Eingangsspannung eine Dreiecksspannung gewählt. Da wir einen Widerstand von $1\text{k}\Omega$ und einen Kondensator mit $0,47\mu\text{F}$ verwendet haben ergibt sich für $R \cdot C = 0,47 \cdot 10^{-3}$. Somit verglichen wir Eingangs- (CH1) und Ausgangssignal (CH2) für 21Hz (niedrige Frequenz), 2,13kHz, 214kHz (hohe Frequenz).

Die Ergebnisse stimmen mit den Vorhersagen aus der Vorbereitung überein. Bei $T \approx RC$ kommt das Signal nahezu ungehindert durch den Differenzierer (Abbildung 6b). Man sieht nur leicht gebogene Linien in der Ausgangsspannung.

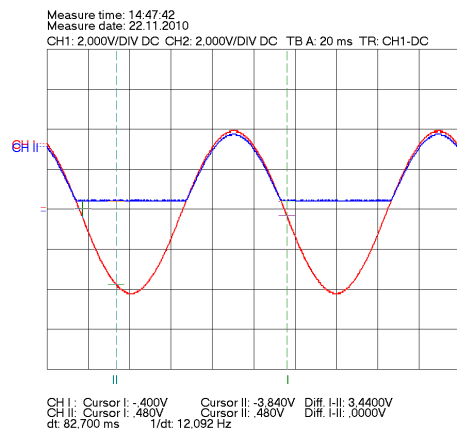
Für $T \ll RC$, d.h. für große Frequenzen, entspricht die Ausgangsspannung in Scheitel-Scheitel-Spannung und Form genau der Eingangsspannung, wie für einen Hochpass zu erwarten war (Abbildung 6c).



(a) bei 500mV



(b) bei 1V



(c) bei 8V

Abbildung 4: Gleichrichter ohne Ladekondensator

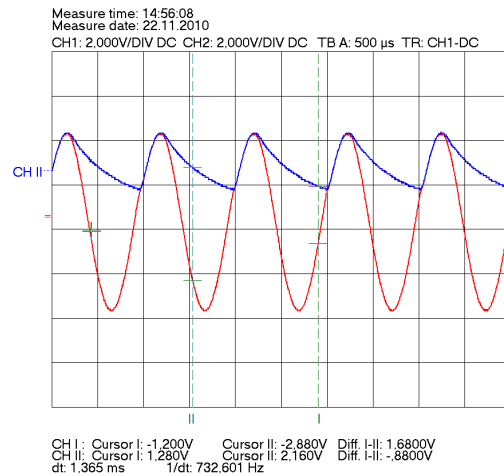


Abbildung 5: Gleichrichter mit Ladekondensator

Für $T \gg RC$ ist die Scheitel-Scheitel-Spannung nur noch 5% der Scheitel-Scheitel-Spannung des Eingangssignals. Außerdem hat das Ausgangssignal die Form einer Rechteckspannung, dies entspricht der Form der differenzierten Dreiecksspannung (Abbildung 6a).

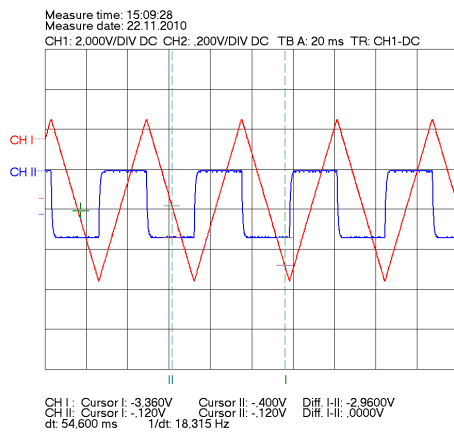
2.3 RC-Integrierglied

Nun haben wir den Integrierer aufgebaut. Da er mit den gleichen Bauteilen wie der Differenzierer realisiert wurde, haben wir die gleichen Frequenzen betrachtet. Hier sollte aber eine Rechteckspannung angelegt werden. Für $T \gg RC$, d.h. kleine Frequenzen, entspricht das Eingangs- ungefähr dem Ausgangssignal. Dies haben wir auch in der Vorbereitung so erwartet, da es sich um einen Tiefpass handelt.

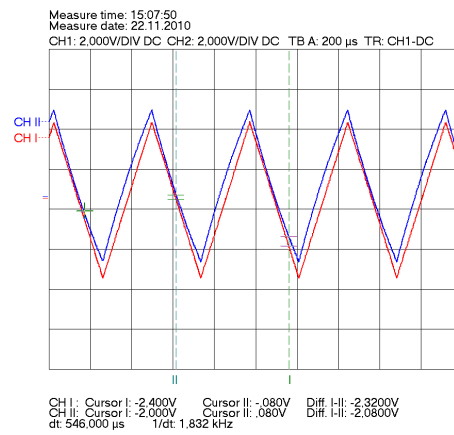
Für $T \approx RC$ ist die Amplitude kaum abgeschächt, aber der integrierende Charakter der Schaltung ist zu erkennen.

Für $T \ll RC$ ist die Scheitel-Scheitel-Spannung des Ausgangssignal nur noch 2,5% der Scheitel-Scheitel-Spannung des Eingangssignals. Außerdem ist die Ausgangsspannung eine Dreiecksspannung, also das Integrierte der Eingangsspannung.

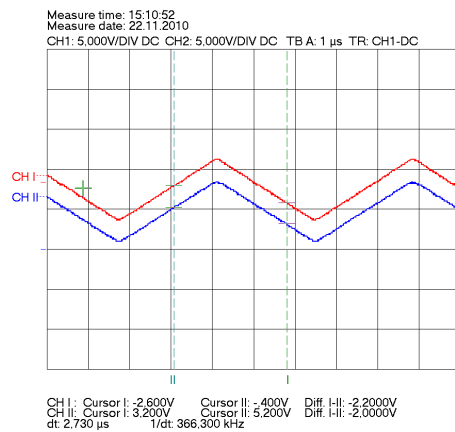
Wie in der Vorbereitung erklärt, kann man sich die integrierende und differenzierende Eigenschaft eines RC-Gliedes mittels Abschätzungen deutlich machen. Jedoch scheint die integrierende Eigenschaft der Schaltung früher einzusetzen.



(a) bei 21Hz

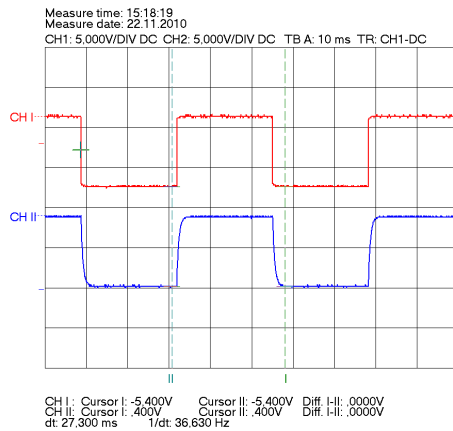


(b) bei 2,13kHz

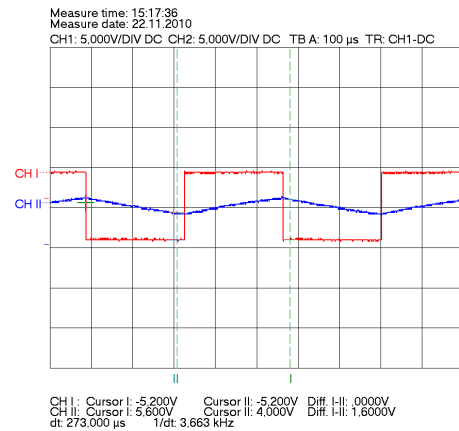


(c) bei 214kHz

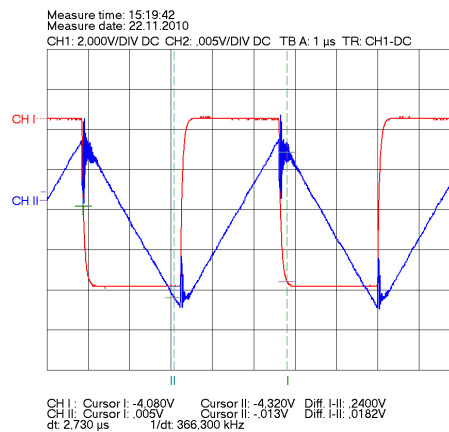
Abbildung 6: Differenzierer bei verschiedenen Frequenzen



(a) bei 21Hz



(b) bei 2,13kHz



(c) bei 214kHz

Abbildung 7: Integrierer bei verschiedenen Frequenzen

2.4 RC-Phasenschieber

Wir haben nun wieder den RC-Phasenschieber aufgebaut, und die in der Vorbereitung berechnete Frequenz möglichst genau eingestellt. Über die Funktion des Computerinterfaces haben wir eine Periodenlänge von 5ms und ein Verschiebung zwischen den Kurven des Eingangs- und Ausgangssignals von $950\mu\text{s}$ gemessen.

Daraus lässt nun mithilfe der Periodenlänge die Phasenverschiebung berechnen.

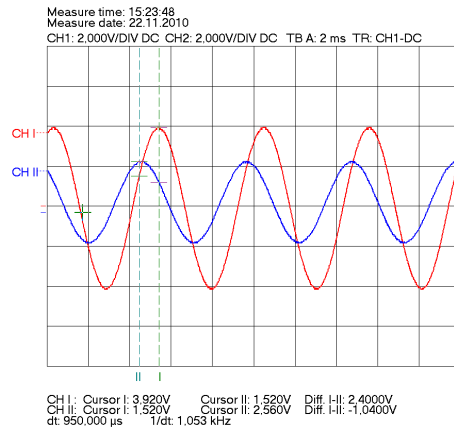


Abbildung 8: Phasenverschiebung (CH1 ist Eingang)

$$\varphi = \frac{\Delta t}{T} \cdot 360^\circ \quad (1)$$

Jedoch muss man beachten, dass das Δt von der verschobenen zur original Schwingung gemessen werden muss. Somit ist unser Δt eigentlich negativ (siehe Abbildung 8). Damit ergibt sich $\varphi \approx -68^\circ$. Zum theoretischen Wert ergibt sich also eine Abweichung von 13%.

2.5 Frequenzmodulation

Wie im Hinweis in der Aufgabenstellung beschrieben, haben wir eine frequenzmodulierte Schwingung hergestellt. Abbildung 9 zeigt eine Übersicht über mehrere Perioden. Am linken Rand sieht man, dass die Frequenz kleiner ist als in der Mitte. Auf dem Oszilloskop ist kein stehendes Bild entstanden.

Im Analogbetrieb wurden viel mehr Schwingungen dargestellt, sodass man mit dem Nachleuchten beim Triggern in der Nähe des Nulldurchganges, das in der Vorbereitung beschriebene Bild sehen konnte.

Wir haben daran abgelesen: $f_{min} = 1,41\text{kHz}$ und $f_{max} = 1,88\text{kHz}$. Damit ergibt sich $2\Delta f = 0,47\text{kHz}$ und somit $\Delta\omega = 1,477\text{kHz}$.

Bei dieser Aufgabe haben wir uns auch den Unterschied zwischen CHOP- und alternierendem Betrieb angeschaut. Beim alternierenden Betrieb hat das Bild deutlich mehr geflackert, da jede Kurve einmal komplett gezeichnet wurde. Im CHOP-Betrieb werden abwechselnd Punkte beider Kurven gezeichnet.

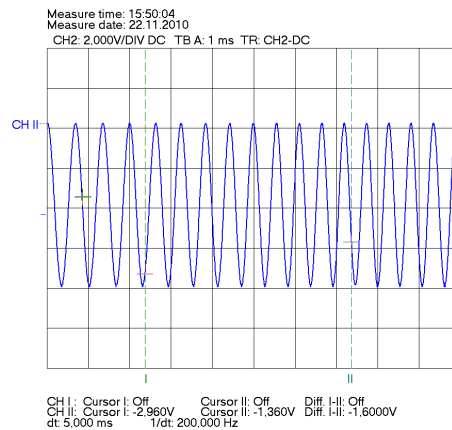


Abbildung 9: Frequenzmodulation

2.6 Addieren

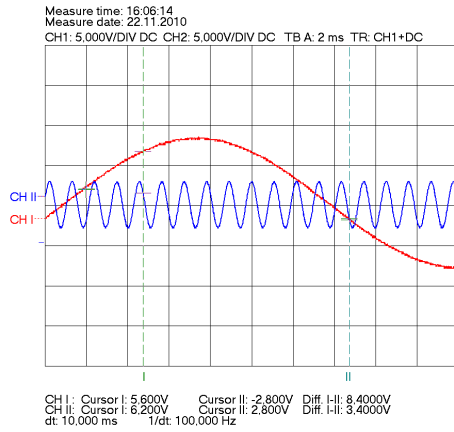
Wir haben nun verschiedenste Schwingungen eingestellt und die Addition bzw Subtraktion (mit INVERT) durchgeführt. Um gleiche Frequenzen einstellen zu können mussten die beiden Generatoren synchronisiert werden, da dies mit der Hand nicht einzustellen war. Es wurde nur auf eine der beiden Kanäle getriggert (TRIG I/II). Wenn nun die Frequenzen exakt gleich waren, sah man beide Schwingungen als stehende Bilder.

3 X-Y-Darstellungen

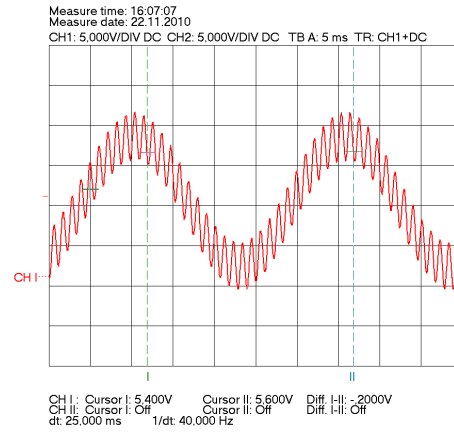
3.1 Lissajous-Figuren

Nun haben wir auf jede Achse eine Sinusspannung gelegt und die in der Vorbereitung angedeuteten Figuren erhalten. Da wir für die meisten Bilder gleiche Frequenz der beiden Signale benötigten, haben wir die Generatoren wieder synchronisiert. Über die Frequenzeinstellräder konnte man die Phasenverschiebung zwischen den Signalen mit gleicher Frequenz verstellen. Jedoch war es nicht möglich eine Verschiebung von 90° einzustellen.

Abbildung 14 zeigt Lissajous-Figuren, die wir aufgenommen haben.

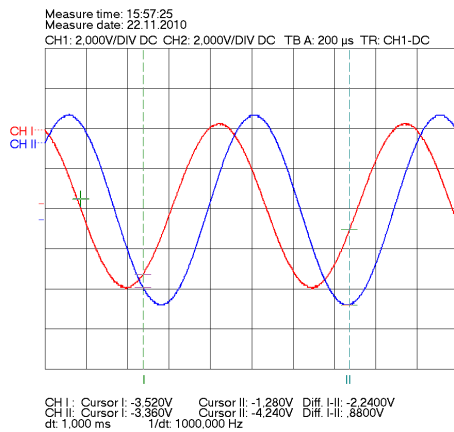


(a) einzelne Schwingungen

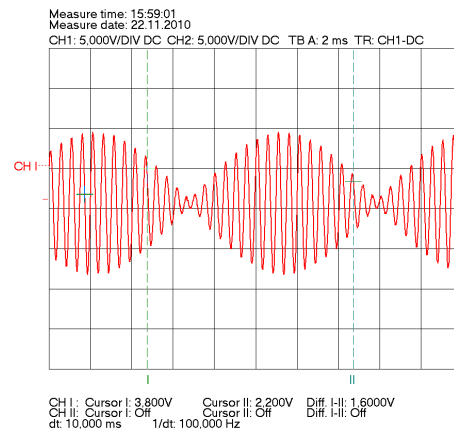


(b) Addition

Abbildung 10: sehr verschiedene Amplituden und Frequenzen

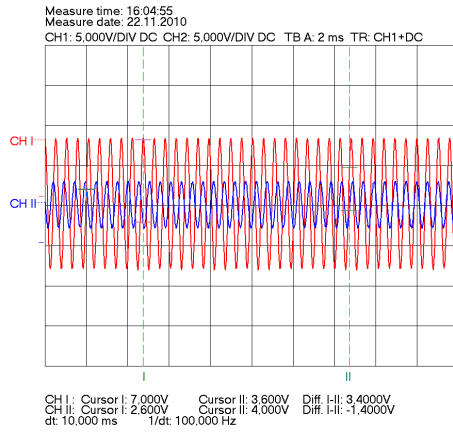


(a) einzelne Schwingungen

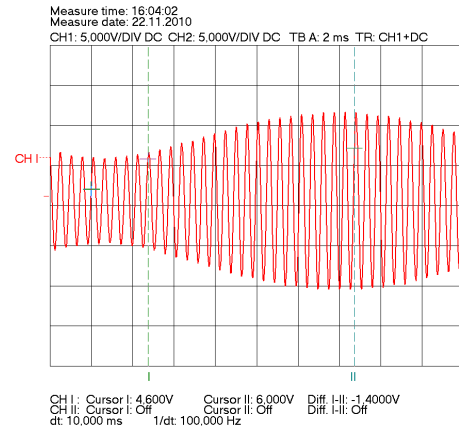


(b) Addition

Abbildung 11: Schwebung mit fast gleicher Amplitude

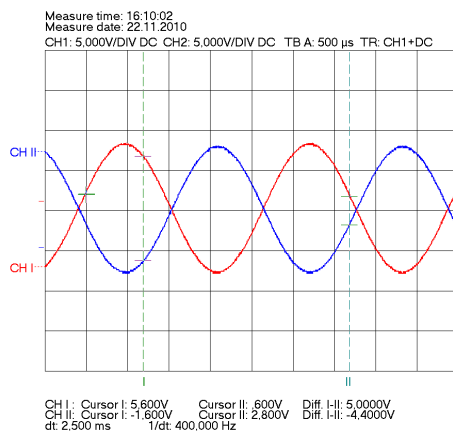


(a) einzelne Schwingungen

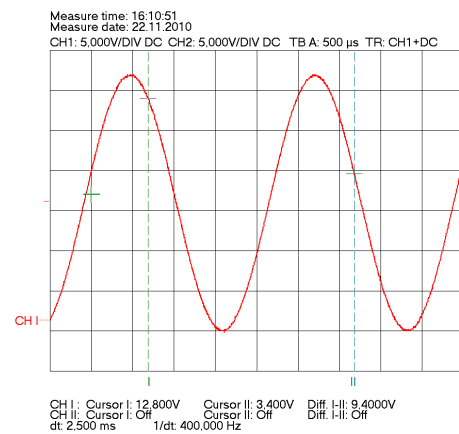


(b) Addition

Abbildung 12: Schwebung mit unterschiedlicher Amplitude

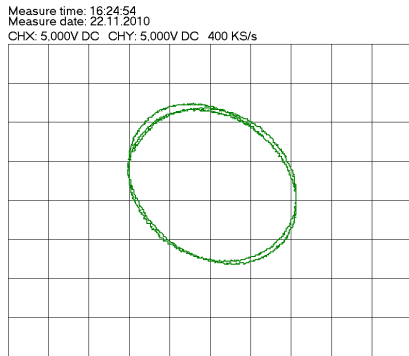


(a) einzelne Schwingungen

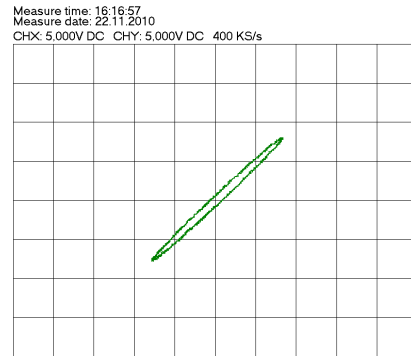


(b) Addition

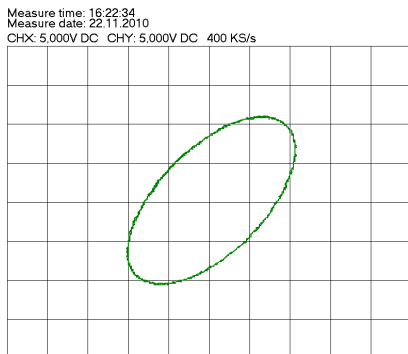
Abbildung 13: Invertiert addiert



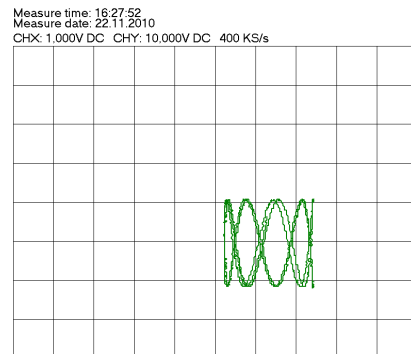
(a) gleiche Amplitude, 90° Phasenverschiebung



(b) Gleiche Amplituden, kaum Phasenverschiebung



(c) vers. Amplituden, Phasenverschiebung



(d) vers. Frequenzen

Abbildung 14: Lissajous Figuren

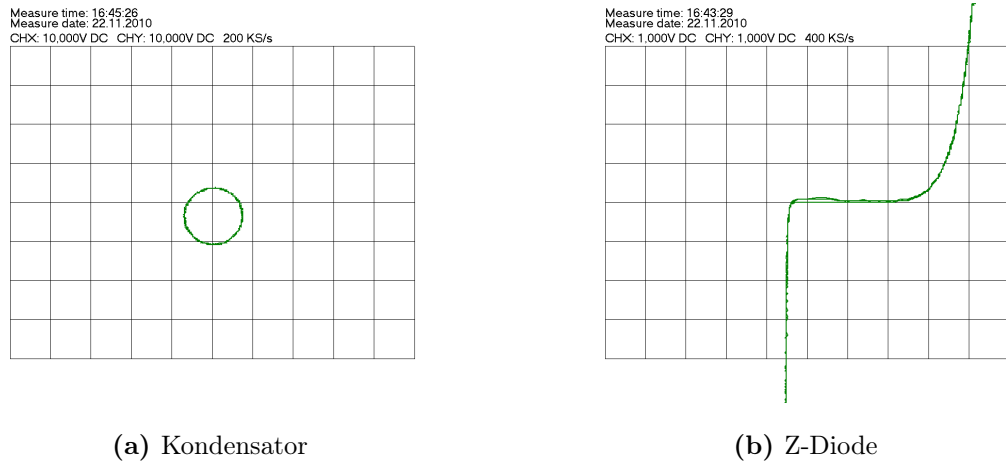


Abbildung 15: sehr verschiedene Amplituden und Frequenzen

3.2 Kennlinien

Wir haben nun wie in der Vorbereitung beschrieben die Kennlinien aufgenommen. Sie entsprechen genau unseren Erwartungen. Mit Hilfe des Komponententesters konnten wir sie auch verifizieren. Jedoch war der Kondensator ($0,47\mu\text{F}$) bei uns ein Kreis und dort eine Ellipse. Dies hängt nur mit den vorgenommenen Einstellungen zusammen. Die von uns aufgenommenen Kennlinien sind in Abbildung 15.

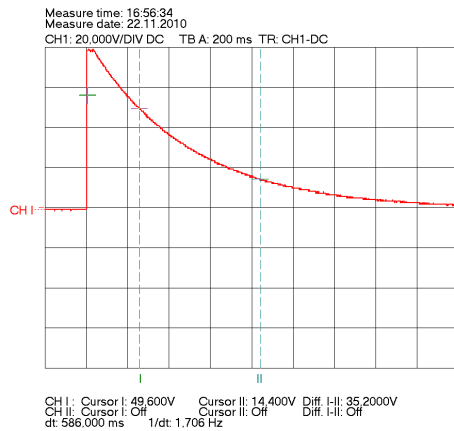
4 Speicherung eines Einmalvorganges

Wir haben nun mit dem Oszilloskop direkt und mit dem 10:1-Tastkopf die in Abbildung 16 zu sehenden Kurven aufgenommen. Mithilfe der Werte die über die Cursor abzulesen sind und der Gleichung aus der Vorbereitung kann man den Eingangswiderstand berechnen. Laut Herstellerangaben hat das Oszilloskop $1\text{M}\Omega$ Eingangswiderstand. Mit dem 10:1-Tastkopf müssten sich also $10\text{M}\Omega$ Eingangswiderstand ergeben.

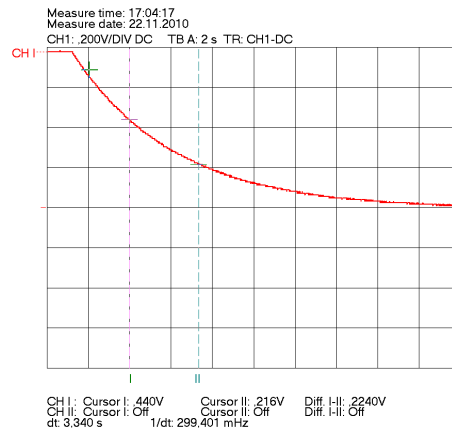
Die Gleichung aus der Vorbereitung nach R aufgelöst ergibt:

$$R = -\frac{\Delta t}{C \cdot \ln \frac{U(t_2)}{U(t_1)}} \quad (2)$$

Wenn man nun aus der Graphik die Werte abliest erhält man:



(a) Oszilloskop



(b) Tastkopf

Abbildung 16: Eingangswiderstände

- $R_{Oszi} \approx 1,01 M\Omega$
- $R_{Tastk} \approx 9,99 M\Omega$

Die in den Bildern abzulesenden Werte für U_0 unterscheiden sich um zwei Zehnerpotenzen (ungefähr 80V und 0,8V). Wir vermuten, dass das verwendete Netzteil eine Spannung von 8V erzeugt hat. Daher könnte es sein, dass bei den beiden Messungen jeweils die falsche Einstellung am Oszilloskop gewählt war. Dieser Fehler kürzt sich natürlich bei der Bestimmung des Eingangswiderstandes heraus, da zwei Spannungen dividiert werden.

Daher haben wir zu Hause nochmals mit einem $0,47\mu\text{F}$ Kondensator und einem Tektronix TDS2014B Digitaloszilloskop die in Abbildung 17 dargestellten Entladekurven aufgenommen.

In dieser Messung sind die Werte für U_0 gleich, wie es auch zu erwarten ist. Es ergeben sich folgende Eingangswiderstände:

- $R_{10:1} \approx 10,4 M\Omega$
- $R_{1:1} \approx 1,07 M\Omega$

Dieses Oszilloskop hat laut Herstellerangaben einen Eingangswiderstand von $1 M\Omega$.

4 Speicherung eines Einmalvorganges

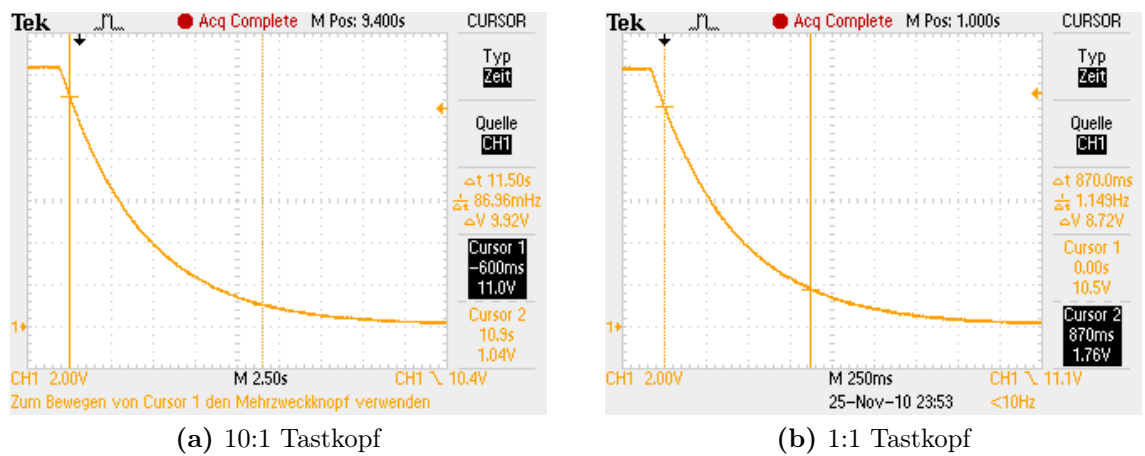


Abbildung 17: Eingangswiderstände