



UNIVERSITÄT REGENSBURG

Fakultät für Physik

Anleitung zum Anfängerpraktikum A2

2 - Das Oszilloskop

24. überarbeitete Auflage 2023

Dr. Stephan Giglberger

Prof. Dr. Christian Schüller

Prof. Dr. Jascha Repp

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Lernziele	3
1.2	Vorkenntnisse	3
2	Grundlagen	3
2.1	Erde und Masse in der Elektronik	3
2.2	Funktionsweise eines Oszilloskopes	4
3	Vorbereitende Fragen zum Versuch	7
4	Hinweise zum Versuchsaufbau	8
4.1	Das Oszilloskop Siglent SDS1052DL+	8
5	Aufgabenstellung	10
5.1	Kennenlernen der Gerätefunktionen, Kalibrierung	10
5.2	Messung von Amplitude und Frequenz verschiedener Wechselspannungen	13

Das Oszilloskop

1 Einleitung

Das Oszilloskop ist eines der wichtigsten Messgeräte für die Untersuchung zeitlich veränderlicher Vorgänge. Es kann eine schnell veränderliche elektrische Spannung aufzeichnen und als $V(t)$ -Funktionsgraph auf dem Bildschirm darstellen.

Da viele physikalischen Meßgrößen im Labor ohnehin durch einen geeigneten Detektor in ein Spannungssignal umgewandelt und als solches verarbeitet werden, lässt sich so das Zeitverhalten physikalischen Meßgrößen darstellen und untersuchen. Typische Anwendungsbeispiele in der Elektronik sind beispielsweise Signale in RC- oder RLC-Kreise.

1.1 Lernziele

- Prinzipielle Wirkungsweise des Oszilloskops
- Zeitkonstante für RC-Schaltung

1.2 Vorkenntnisse

- Kirchhoffsche Gesetze
- Zusammenhang zwischen Strom, Ladung und Spannung am Kondensator

2 Grundlagen

2.1 Erde und Masse in der Elektronik

Bevor das Oszilloskop erklärt wird, sollen die Begriffe **Erde** und **Masse** erklärt werden. Spannung ist definiert als eine Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten. Wenn man eine Spannung in einer komplexen Schaltung betrachtet, müsste man also stets zwei Punkte (oder Pole) benennen, zwischen denen die Spannung anliegt. Dies ist für komplexe Schaltungen umständlich. Stattdessen definiert man meistens einen allgemeinen Bezugspunkt, an dem das elektrische Potential Null ist. Ausgehend davon kann man nun allen anderen Punkten in der Schaltung ein elektrisches Potential (relativ zum

Bezugspunkt) zuordnen. Man spricht vereinfachend oftmals von einer Spannung an diesem Punkt, obwohl man eigentlich das elektrische Potential an diesem Punkt meint.

Den gemeinsamen Bezugspunkt nennt man **Masse**, welcher oft (aber nicht immer) dem Minuspol der Spannungsquelle entspricht.

In Haushalts- oder Laborstromnetz gibt es einen Schutzleiter, der mit dem Potential der Erde verbunden ist und daher **Erde** genannt wird. Dieser Schutzleiter ist in jeder Steckdose (als freiliegende Kontakte) vorhanden.

Bei vielen Geräten (Oszilloskop, Frequenzgenerator, Netzgeräte, etc.) liegt der Masseanschluss (in der Regel der schwarze Anschluss, oder der Außenleiter der BNC-Buchsen) intern über das Netzkabel auf Erde. Wichtig wird dies in Schaltungen mit mehreren solchen Geräten. Dann können über die Verbindung über die Erde zwei Pole verbunden sein, die in der gewünschten Schaltung nicht verbunden sind und auch nicht verbunden werden dürfen. Abb. 1 zeigt dies anhand eines Beispiels: wegen der ungewollten Verbindung über die Erden von Oszilloskop und Netzteil fällt in Abb. 1a am Vorwiderstand keine Spannung mehr ab, da beide Seiten des Widerstands geerdet werden. Folglich liegt an der Leuchtdiode die gesamte Spannung an und sie kann zerstört werden.

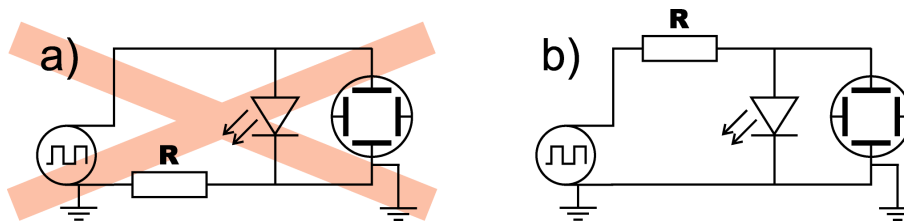


Abbildung 1: a) Durch die Erdung von Netzteil und Oszilloskop wird der Vorwiderstand über die Erde kurzgeschlossen und die Leuchtdiode kann zerstört werden. b) Richtiger Aufbau: die Massen beider Geräte sind direkt miteinander verbunden, so dass kein Bauteil kurzgeschlossen werden kann.

2.2 Funktionsweise eines Oszilloskopes

Sie haben A1-Praktikum bereits den x-y-Schreiber kennen gelernt. Auch dieser visualisiert zeitlich veränderliche elektrische Signale. Beim x-y-Schreiber wird im $y(t)$ -Modus der Stift mit konstanter Geschwindigkeit horizontal über das Papier gezogen, während die angelegte Spannung in einer vertikale Position des Stiftes überföhrt wird. Ein Oszilloskop arbeitet grundsätzlich nach dem gleichen Prinzip. Während bei einem x-y-Schreiber die Spannungen nur auf der Sekundenskala oder langsamer variieren dürfen, kann ein kostengünstiges Oszilloskop für den Hobby-Bereich bereits zeitlich veränderliche Signale auf der Zeitskala weniger Nanosekunden darstellen; teure Laborgeräte kommen bis in den Pikosekundenbereich.

Früher wurden Oszilloskope mit einer Braun'schen Röhre realisiert. Dort wurde ein Elektronenstrahl horizontal und vertikal abgelenkt und hat dabei auf einem Phosphorbildschirm eine Leuchtspur

hinterlassen. Dies war damit eine sehr direkte Entsprechung des x-y-Schreibers auf schneller Zeitskala: Der Elektronenstrahl entspricht dem Stift und kann durch Plattenkondensatoren im Vakuum horizontal und vertikal abgelenkt werden.

Moderne Oszilloskope digitalisieren die Eingangssignale und verarbeiten sie dann digital.

Skalierung

Wie bei jedem Funktionsgraphen und auch beim x-y-Schreiber muss man festlegen, in welcher Skalierung die Darstellung erfolgt. Bei einem Oszilloskop geschieht die durch eine einstellbare Vorverstärkung des Signals. Die Achsen des Funktionsgraphen haben eine feste Teilung (Division) und die Skalierung wird als Spannungshub pro Teilung angegeben, also zum Beispiel als „50 mV/div“, manchmal auch ohne den Zusatz „/div“. Entsprechendes gilt für die horizontale Teilung. Üblicherweise gibt es eine grobe Teilung in Kästchen und eine kleine Teilung in kleinen Strichen auf den Achsen und die Skalierung bezieht sich auf die grobe Teilung in Kästchen. Beachten Sie, dass bei vielen Oszilloskopen der Graph vergrößert werden kann, in diesem Modus gilt die Skalenteilung dann nicht.

Kopplung

In vielen Fällen möchte man eine kleine, zeitlich variable Spannungskomponente vor dem Hintergrund eines großen konstanten Spannungsanteils darstellen. Dazu kann man die Eingangskopplung zwischen DC (mit Gleichspannungsanteil) und AC (ohne Gleichspannungsanteil) umschalten. Die Einstellung GND ermöglicht das Ablesen der Nulllinie.

Trigger

Bei den Versuchen im A1-Praktikum mit dem x-y-Schreiber musste man im richtigen Moment den Schreiber starten, damit die eigentliche Messung aufgezeichnet wurde. Da man dies nicht exakt mit dem Beginn des Experimentes synchronisieren konnte, musste man zusätzlich im Nachhinein feststellen, wann genau das Experiment eigentlich begonnen hatte. Diese Synchronisation zwischen zeitlichem Startpunkt des anzuzeigenden Signals und dem Beginn der graphischen Darstellung übernimmt der Trigger.

Auf den Zeitskalen, die ein Oszilloskop erreichen kann, ist ein händisches Auslösen der Aufzeichnung unmöglich. In manchen Fällen wird der Startpunkt des Experimentes durch ein elektrisches Signal auf einer anderen Leitung angezeigt. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn ein elektrisches Signal die eigentliche Messung auslöst. In diesem Fall kann man dieses Signal zum Auslösen (Trigger) des Aufzeichnungsprozesses nutzen. Dies wird üblicherweise als **external Trigger** bezeichnet und das Signal wird über die Buchse „Ext“ eingespeist.

In anderen Fällen muss ein charakteristischer Punkt des Signals selber die Aufzeichnung auslösen. Diese charakteristische Punkt könnte zum Beispiel eine besonders große Signalspitze sein, oder auch ein Nulldurchgang mit positiver Steigung. Die günstige Auswahl eines solchen charakteristischen Punktes hängt von der Art des Signals selber ab und muss daher vom Nutzer vorgenommen werden. Dazu wird ein bestimmtes Spannungsniveau (Triggerlevel) angewählt und die Richtung des Durchgangs (Slope). Beim Trigger kann auch der Gleichspannungsanteil unterdrückt werden (AC-Kopplung). Manchmal können für den Trigger auch bestimmte Frequenzkomponenten unterdrückt werden, damit nicht die Rauschanteile im Signal schon den Trigger auslösen.

Stellen Sie sich ein digitales Signal vor, das zwischen zwei Spannungsniveaus (zum Beispiel 0V und 5V als 0 bzw. 1) hin- und herspringt um eine Datensequenz zu übertragen. Die Sequenz enthalte viele Bits und werde aber ansonsten ständig wiederholt. Ein solches Signal erfordert noch weitere Tricks, um stabil abgebildet zu werden. Würde man z. B. auf 3V mit positiver Richtung triggern, so wäre der Zeitnullpunkt immer ein Bitübergang zwischen 0 und 1, aber innerhalb der Sequenz nicht immer derselbe. Für solche Anwendungen gibt es noch ausgefeiltere Techniken, wie den Trigger Holdoff, auf die hier nicht näher eingegangen wird. Besonders Interessierte sind aber im letzten Versuchsteil eingeladen, damit zu experimentieren.

Da das Oszilloskop so viele Anwendungsmöglichkeiten hat, muss man unterschiedliche Fälle unterscheiden.

Möchte man ein **nicht-periodisches** Signal darstellen, so soll die Aufzeichnung nur einmalig ablaufen. Dies entspricht dem Vorgehen beim x-y-Schreiber. In diesem Fall stellt man den Trigger auf „Single“. Hat der Trigger ausgelöst, so muss man ihn erneut scharf machen, bevor er wieder auslösen kann.

Bei einem **periodischen** Signal wäre es hingegen mühsam, wenn man ständig den Trigger wieder scharf stellen müsste, damit ein nächstes Signal angezeigt wird. Das gilt insbesondere dann, wenn sich zum Beispiel bei einem periodische Sägezahnsignal die Amplitude auf langsamer Zeitskala ändert. In diesem Fall sollte das periodische Sägezahnsignal ständig wiederholt auf dem Bildschirm sichtbar sein, so dass man die Änderung der Amplitude direkt optisch mitverfolgen kann. Auch in diesem Fall ist ein Trigger notwendig, denn sonst würde das periodische Signal ständig zufällig horizontal versetzt angezeigt und man könnte nichts erkennen. Auch hier muss der Trigger am immer gleichen Punkt innerhalb des periodischen Signals auslösen, z.B. immer am Nulldurchgang mit positiver Steigung. Dieser Modus nennt sich „Continuous“ oder einfach „Run“.

Wenn das Spannungsniveau des Triggers fälschlich so gewählt wurde, dass das Signal dieses Spannungsniveau nie erreichen kann, wird der Trigger nicht ausgelöst und daher auch nichts angezeigt. Das macht es schwierig, den Trigger anzupassen, da gar keine visuelle Darstellung des Signals vorhanden ist. Dazu gibt es meist den Modus „Auto(matic)“, in dem der Trigger zufällig ausgelöst wird, wenn zu lange kein Triggersignal erfasst wird. Dann wird das Signal zwar zufällig horizontal ver-

setzt angezeigt, aber dies gibt wenigstens eine Orientierungshilfe, wie der Trigger besser eingestellt werden könnte.

Der Status des Triggers wird angezeigt als

- „armed“ oder „ready“ wenn der Trigger im Einzelmodus scharf ist, aber noch nicht ausgelöst hat,
- „triggered“ wenn der Trigger regelmäßig ausgelöst wird,
- „stop“ wenn im Einzelmodus fertig aufgezeichnet wurde,
- „auto“ wenn kein Trigger registriert wird, und die Signalaufzeichnung zufällig erfolgt, und
- „scan“ wenn besonders langsame Signale kontinuierlich angezeigt werden.

x-y-Modus

Wie auch der Schreiber hat das Oszilloskop einen xy-Modus, in dem zwei Spannungen an zwei unterschiedlichen Eingängen die horizontale bzw. vertikale Position bestimmen. Es wird damit ein $y(x)$ -Graph dargestellt, wobei x und y den beiden Spannungen mit geeigneter Skalierung entsprechen. Bei einem Zwei-Kanal Oszilloskop werden die beiden Spannungen über die Eingänge der beiden Kanäle eingespeist. Im x-y-Modus gibt es keinen Trigger.

3 Vorbereitende Fragen zum Versuch

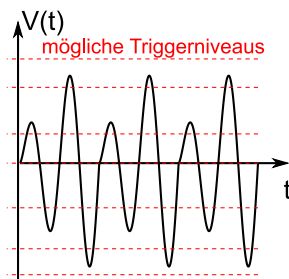
1. Zur Signaldarstellung im x-y-Modus:

- a) Gegeben ist eine Sägezahnspannung $U_x(t)$ der Kreisfrequenz ω_x , die im x-y-Modus die horizontale Ablenkung (x -Achse) steuert. Welche Frequenzen ω_y muss eine Sinusspannung $U_y(t)$ haben, damit ein stehendes Bild der Sinusfunktion entsteht?
- b) Was erwarten Sie, wenn die Sinusfrequenz ω_y geringfügig von den in [1a](#)) ermittelten Werten abweicht?

2. Zur Signaldarstellung im x-y-Modus: Welche Bilder erwarten Sie auf dem Schirm, wenn an den x - bzw. y -Eingang die Spannungen $U_x = U_0 \sin(\omega_x t)$ und $U_y = U_0 \sin(\omega_y t + \varphi)$ angelegt werden, für die Fälle

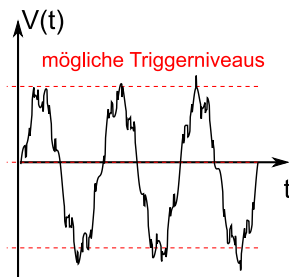
- a) $\omega_x = \omega_y$. Welche Bedeutung hat hierbei die Phase φ ?
Diskutieren Sie die Fälle $\varphi = 0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}, \dots$
Welche Formen ergeben sich (qualitativ) für Zwischenwerte von φ ?

- b) Für welche Verhältnisse von ω_x/ω_y ergeben sich geschlossene Kurven? Wählen Sie zwei solche Verhältnisse mit $\omega_x \neq \omega_y$ beispielhaft aus, geben Sie sie an, und zeichnen Sie welche Bilder Sie auf dem Schirm erwarten.
3. Es liegt ein Sinussignal von $2 V_{pp}$ an. Ihr Triggerniveau ist auf $0 V$ bzw. $0.5 V$ eingestellt. Skizzieren Sie, wie Ihr Signal aussieht, wenn Sie auf steigende oder fallende Signalrichtung oder auf beide Signalrichtungen triggern. (Skizzieren Sie alle sechs Fälle: zwei Triggerniveaus mit jeweils drei Möglichkeiten)
4. Sie haben folgendes Signal anliegen:



Diskutieren Sie, welche der eingezeichneten Triggerniveaus sinnvoll gewählt sind und welche nicht.

5. Sie haben ein Sinussignal mit Rauschen anliegen:



Diskutieren oder skizzieren Sie, wie sich das Rauschen in Zusammenhang mit dem Trigger auf die Abbildung des Signals auswirkt. Wäre der Effekt für alle eingezeichneten Triggerniveaus gleich?

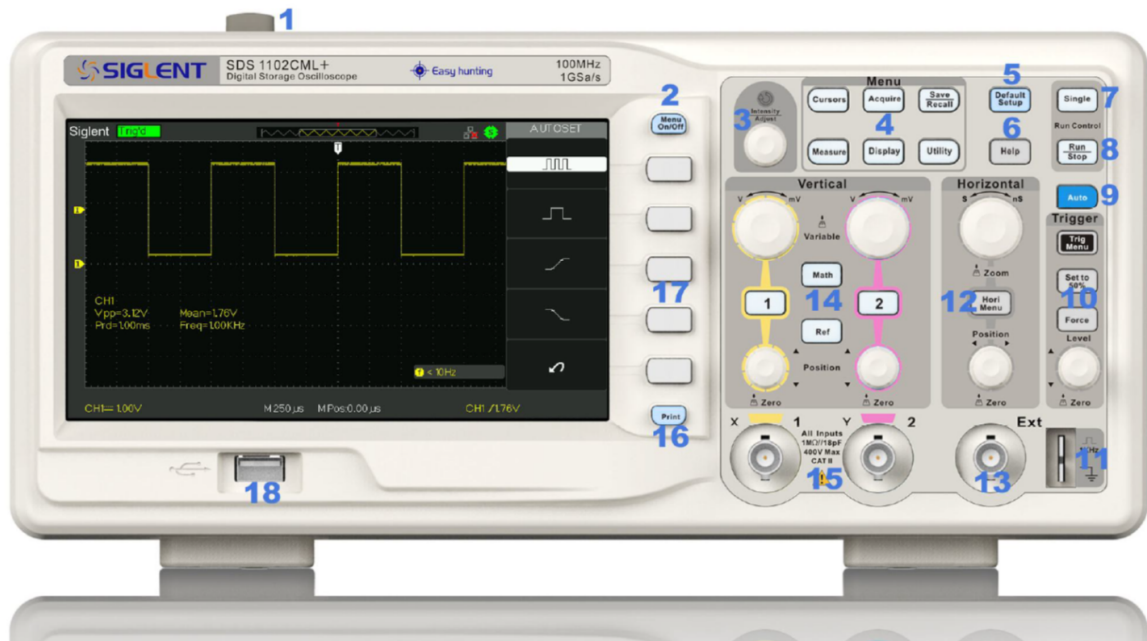
4 Hinweise zum Versuchsaufbau

4.1 Das Oszilloskop Siglent SDS1052DL+

Die wichtigsten Bedienungselemente finden Sie in der Einleitung zum A2-Praktikum kurz genannt.

Da das Gerät sehr komplex ist und eine Vielzahl von Möglichkeiten bietet, ist die Steuerung nicht nur durch wenige Tasten fester Bedeutung, sondern in Menüs organisiert. Diese Praktikumsanleitung

kann daher die komplette Bedienung nicht wiedergeben, die wichtigsten Knöpfe sind im Folgenden jedoch erläutert. Die komplette Bedienungsanleitung steht im Internet elektronisch zur Verfügung.



1. An/Aus Schalter
2. Ein- und Ausblenden des Menüs im Bildschirm
3. Drehknopf zur Anwahl einer Option von mehreren in einem Menü
4. Menüwahlknöpfe, um in die Menüs „Ablesezeiger (Cursors)“, „Erfassung (Acquire)“, „Speicher (Save)“, „Messung (Measure)“, „Anzeige (Display)“, „Hilfsmittel (Utility)“ zu gelangen
5. Rücksetzen auf Werkseinstellungen
6. Hilfe
7. Einmalige Signalaufzeichnung
8. Umschalten zwischen dauerhaft wiederholter Signalaufzeichnung und -anzeige und Einfrieren des angezeigten Signals
9. Automatische Voreinstellung des Geräts, so dass das aktuell vorliegende Signal gut angezeigt wird
10. Trigger: (von oben nach unten) Trigger-Menüaufruf, Trigger auf Signalmitte, Einmaliger forcierter Manueller Trigger, Triggerniveau
11. Kontakte für ein Testsignal und Masse

12. horizontale Ablenkung: (von oben nach unten) Skalierung der Zeitachse, Zeitachsen-Menüaufruf, horizontale Position
13. externer BNC-Eingang
14. vertikale Ablenkung für die beiden Kanäle x und y: (von oben nach unten) Skalierung der Spannungsachse, Kanal-Menüaufruf, vertikale Position; Mitte: Mathematik-Menüaufruf, Referenz-Menüaufruf
15. BNC-Eingänge für die beiden Kanäle 1 und 2
16. Bildschirmkopie
17. Menüwahlknöpfe (kontextbezogen)
18. USB Buchse

Dieser Praktikumsversuch soll aber explizit dazu einladen, sich mittels Versuch und Irrtum mit dem Gerät vertraut zu machen. Solange Sie keine Hochspannungen anlegen und keine Kurzschlüsse erzeugen, kann durch die Bedienung kein Defekt entstehen.

Vermeiden Sie jedoch, die Sprache der Steuerung umzustellen. Falls Sie einmal unüberschaubar viele Einstellungen verstellt haben, können Sie mit dem Taster DEFAULT SETUP zur Werkseinstellung zurückkehren.

Darüber hinaus kann Ihnen das Oszilloskop durch Drücken des Tasters AUTO helfen, eine geeignete Einstellung zu finden, um ein Signal darzustellen. Die Verwendung dieser Taste sollte jedoch nicht dazu führen, dass Sie sich alle Überlegungen vom Gerät abnehmen lassen und daher nicht mit den notwendigen Einstellungen vertraut werden. Vermeiden Sie also nach Möglichkeit die Verwendung dieses Knopfes.

5 Aufgabenstellung

Der Sinn des ersten Versuchsteils besteht nicht im quantitativen Messen, sondern darin, mit der Bedienung des Oszilloskops sowie mit einigen Anwendungen vertraut zu werden.

5.1 Kennenlernen der Gerätefunktionen, Kalibrierung

1. Gleichspannungsmessung

Bauen Sie folgende Schaltung (Abb. 2) auf und legen Sie eine Gleichspannung von z.B. 5 V an. Beachten Sie vor dem Anlegen der Gleichspannung, dass der Empfindlichkeitsbereich für

den jeweiligen Eingang, den Sie verwenden, geeignet gewählt ist.

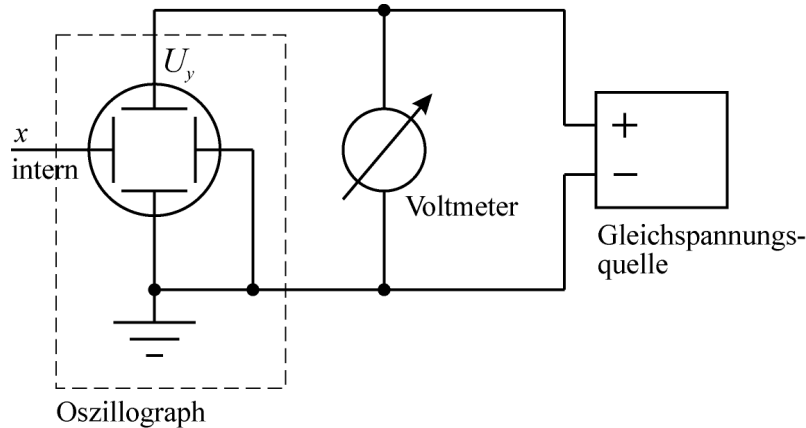


Abbildung 2: Messung einer Gleichspannung mit dem Oszilloskop

Notieren Sie die Anzeigen des Voltmeters und des Oszilloskops! Hier ist das Voltmeter als das genauere Messgerät zu betrachten. Berechnen Sie für die nachfolgenden Messungen, welche Spannung in Volt einer Auslenkung von einem Kästchen entspricht. Stellen Sie fest, wie sich die Wahl der Eingangssignalankopplung (DC-AC-GD) auf die Anzeige auswirkt und wiederholen Sie diesen Versuchsteil auch mit dem zweiten Eingang. Machen Sie mit Hilfe des Menüs „Measure“ eine Mittelwertmessung mit dem Oszilloskop und vergleichen Sie mit Ihren beiden anderen Werten (Voltmeter und eigene Ablesung).

2. Wechselfspannungsmessung

Legen Sie nun die Ausgangsspannung (Sinus) des Funktionsgenerators anstelle der Gleichspannung an. Beachten Sie, dass Sie den Masseanschluss des Oszilloskops mit dem des Funktionsgenerators direkt verbinden, da der Funktionsgenerator nicht erdfrei ist. Stellen Sie eine Spannung von unter 1 V ein und vergleichen Sie die Anzeige am Oszilloskop und am Voltmeter. Erklären Sie eventuelle Abweichungen. Untersuchen Sie auch hier wieder die Auswirkungen der Eingangssignalankopplung. Variieren Sie dazu auch den Offset des Sinussignals am Funktionsgenerator. Führen Sie auch diesmal mit Hilfe des Menüs „Measure“ eine geeignete Messung der Amplitude durch und vergleichen Sie mit Ihren beiden anderen Werten.

3. Zeitablenkung

Stellen Sie die Zeitablenkung auf die sehr langsamen Werte 0.2 s/div und 0.1 s/div (vgl. Abb. 3) sodass man auf dem Schirm verfolgen kann, wie das Signal aufgezeichnet und angezeigt wird. Überprüfen Sie mit der Stoppuhr mit mindestens 5 Messungen die Zeitablenkung.

Die Zeiteichnung soll zusätzlich mit dem Frequenzgenerator überprüft werden. Benutzen Sie hierfür folgende Schaltung:

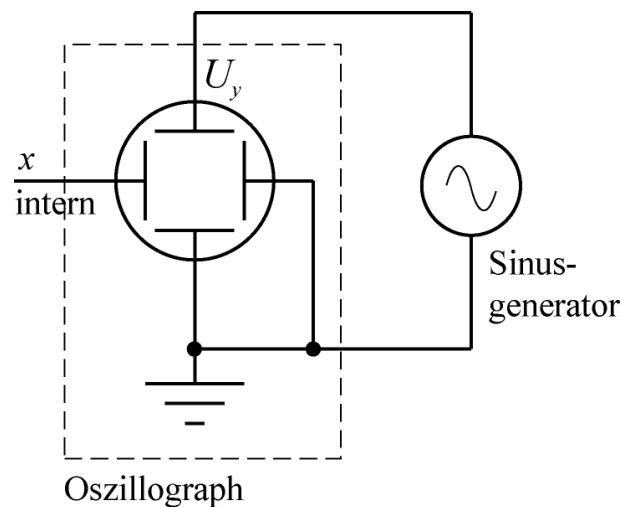


Abbildung 3: Zeitablenkung

Stellen Sie die Frequenz am Generator bzw. die Zeitablenkung so ein, dass z.B. fünf Schwingungen auf die ganze Breite des Bildschirms fallen. Lesen Sie die Frequenz am Generator ab und ermitteln daraus die horizontale Skalierung am Oszilloskop.

Versuchen Sie möglichst geeignete Einstellungen für die Positionierung des Graphen und die Zeitablenkung zu finden, um das Ablesen von Zeiten und damit das Ermitteln von Frequenzen zu vereinfachen.

4. Triggern

Stellen Sie nun die Zeitablenkung auf 2 ms/div ein. Welche Zeitspanne wird auf der horizontalen Achse Ihres Oszilloskops angezeigt? Stellen Sie sicher, dass der Trigger abgeschaltet ist oder so eingestellt ist, dass kein Trigger erfolgt, und legen Sie den Frequenzgenerator (Sinus) an einen Eingang des Oszilloskops. Stellen Sie jetzt die Frequenz so ein, dass kein stehendes Bild entsteht und schalten Sie dann die (interne) Triggereinstellung ein. Verstellen Sie ausgiebig alle möglichen Einstellungen des Triggers (Pegel, Slope, Modus, ...) und untersuchen Sie die Auswirkungen. Skizzieren Sie kurz die Unterschiede.

5. Triggern (2)

Überprüfen Sie explizit Ihre Antworten zur vorbereitenden Frage 3, indem Sie ein entsprechendes Signal erzeugen und die sechs vorgegebenen Triggereinstellungen nacheinander einstellen.

5.2 Messung von Amplitude und Frequenz verschiedener Wechselspannungen

1. Funktionsgenerator

Stellen Sie am Funktionsgenerator eine Sinusfrequenz im kHz-Bereich bei $\simeq 1 V_{SS}$ ein und messen Sie sie nacheinander mit einem Multimeter und mit dem Oszilloskop die Amplitude. Bestimmen mit dem Oszilloskop zusätzlich die Frequenz. Welche Einstellungen am Oszilloskop sind sinnvoll, um eine relativ hohe Ablesegenauigkeit für die Frequenz zu ermöglichen? Machen Sie die Frequenzbestimmung zusätzlich mit Hilfe des Menüs „Measure“ am Oszilloskop und vergleichen Sie.

Wiederholen Sie Obiges mit Dreieck und Rechteck bei jeweils anderen Frequenzen.

2. Vermessung des Testsignals

Das Oszilloskop stellt ein Testsignal zur Verfügung, das zur Kalibrierung der Tastköpfe verwendet werden kann. Sie finden es an der oberen blanken Klemme rechts unten an der Front. Schließen Sie dieses Signal mit einem Tastkopf an Ihr Oszilloskop. Bestimmen Sie Form, Amplitude und Frequenz dieses Signals durch Ablesen am Schirm, sowie durch Verwenden der Messfunktionen.

3. Wechselstromnetz

Bestimmen Sie die Frequenz des Wechselstromnetzes. Verwenden Sie aus Sicherheitsgründen dazu den zur Verfügung gestellten Transformator, denn 230 V sind für den menschlichen Körper lebensgefährlich. Stimmt die übliche Angabe 50 Hz? Bestimmen Sie auch die Spannung an der Sekundärseite des Transformators.

4. x-y-Betrieb und Lissajous-Figuren

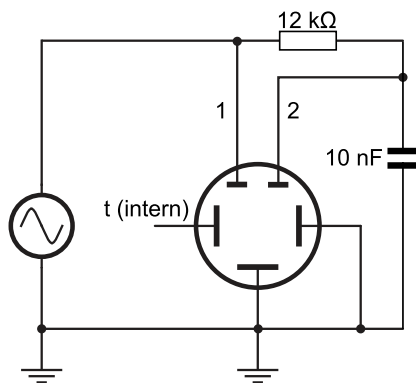
Lassen Sie von der vorangegangenen Aufgabe die Netzspannung über den Tastkopf an einen der beiden Kanäle weiter anliegen. Schließen Sie an den anderen Kanal den Funktionsgenerator an. Schalten Sie das Oszilloskop auf x-y-Betrieb um. Wählen Sie am Funktionsgenerator eine Sinusspannung aus und variieren Sie die Frequenz in einem möglichst weiten Bereich, um Figuren verschiedenster Formen auf dem Bildschirm zu erzeugen. Beachten Sie, dass die Einstellung der horizontalen Ablenkung seine ursprüngliche Funktion verloren hat, da die horizontale Ablenkung durch den x-Kanal bestimmt wird. Allerdings hängt die Aufzeichnungsdauer der Signals nach wie vor von der Einstellung der horizontalen Ablenkung ab; wenn Sie diese verstellen, ändert sich die dargestellte Länge des Segmentes der Lissajous-Figur. Diese Figuren nennt man Lissajous-Figuren. Finden und notieren Sie drei Frequenzen, bei denen die Figuren still stehen. Wenn Sie dann ganz geringfügig die Frequenz variieren, bewegen sich die Figuren langsam. Versuchen Sie, diesen Sachverhalt zu erklären.

Stellen Sie nun sicher, dass der Funktionsgenerator an x und das Netzsignal an y anliegt. Können Sie eine Einstellung am Funktionsgenerator finden, so dass das Bild eine Sinuswelle zeigt? Falls ja, können Sie erklären, wie es dazu kommt?

5. Messung von Phasenverschiebungen - Vergleich mehrerer Signale

Das verwendete Oszilloskop besitzt zwei Eingangskanäle, somit können zwei Signale zeitgleich erfasst, dargestellt und miteinander verglichen werden.

Bauen Sie folgende Schaltung auf:



In der Zeichnung soll die geteilte obere Ablenkplatte die Unabhängigkeit der beiden Kanäle bzw. Eingänge 1 und 2 symbolisieren.

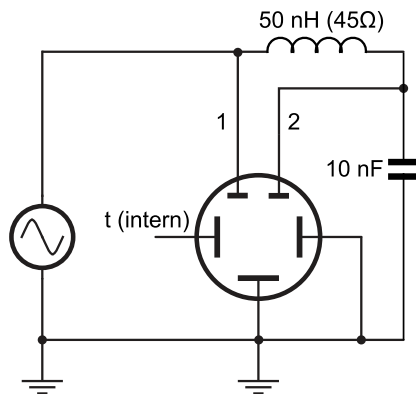
Auf Kanal 1 liegt direkt das Signal des Funktionsgenerators an, was hier ein Sinus sein sollte. An Kanal 2 wird dasselbe Signal nach Durchlaufen eines RC-Kreises wiedergegeben. Den RC-Kreis (RC steht für Widerstand und Kondensator) lernen wir erst im folgenden Versuch genauer kennen; hier dient er uns lediglich dazu, zwei phaseverschobene Signale zu generieren. Die sogenannte Grenzfrequenz ν eines RC-Kreises errechnet sich aus

$$\nu = (2\pi R \cdot C)^{-1}.$$

Berechnen Sie die Grenzfrequenz für den angegebenen RC-Kreis. Wählen Sie dann am Funktionsgenerator einen Sinus und stellen Sie nacheinander die Frequenzen $\nu/4$, ν und 4ν ein. Messen Sie möglichst exakt $\Delta\varphi$ sowie die Amplitudenverhältnisse für diese drei Fälle.

6. Triggern bei nicht-harmonischen Signalen

Bauen Sie folgende Schaltung auf:



Wie im vorangegangenen Versuch verwenden wir beide Kanäle; Kanal 1 zeigt das Signal vom Funktionsgenerator, Kanal 2 das am LC-Kreis. Auch hier wollen wir uns nicht näher mit dem LC Kreis befassen, dieser dient lediglich der Bereitstellung eines nicht-harmonischen Signals. Wählen Sie am Funktionsgenerator eine Rechteckspannung mit einer Frequenz von 100 Hz an. Das Signal am LC Kreis sollte eine sich wiederholende gedämpfte harmonische Schwingung zeigen. Versuchen Sie das Signal stabil abzubilden. Triggern Sie nacheinander auf Kanal 1 und dann auf Kanal 2 und variieren Sie die üblichen Trigger-Parameter. Unter welchen Bedingungen bekommen Sie die beste Abbildung? Können Sie erklären, warum dies so ist? Lesen Sie schließlich noch die Frequenz des abklingenden oszillierenden Signals ab.