

E2 Oszilloskop

E2.1 Einleitung

Das Oszilloskop (auch Elektronenstrahloszillograph genannt) ist ein sehr häufig eingesetztes Mess- und Anzeigeeinstrument, das Sie in vielen Labors finden werden. Mit diesem Gerät können Spannungen, die im Allgemeinen zwischen ± 1 mV und ± 20 V liegen, dargestellt werden. Da das Gerät Spannungen nahezu verzögerungsfrei anzeigt, können auch sehr kurze Spannungsimpulse sichtbar gemacht werden. In der Medizin findet das Oszilloskop Einsatz z. B. bei der Aufnahme von Elektrokardiogrammen (EKG) und Elektroenzephalogrammen (EEG). Auch die sehr kleinen Spannungen in den Nervenreizleitungen können damit gemessen werden.

E2.2 Aufgabenstellung

1. Oszilloskop

Listen Sie alle Knöpfe des Oszilloskops auf und beschreiben Sie kurz deren jeweilige Funktion.

2. Frequenzgenerator

Stellen Sie den Frequenzgenerator so ein, dass eine sinusförmige Kurve auf dem Oszilloskop zu sehen ist. Anschließend

- drehen Sie am Knopf **OFFSET** des Frequenzgenerators;
- drehen Sie am Knopf **Y-SHIFT** des Oszilloskops.

Beschreiben Sie die Unterschiede und notieren Sie diese im Protokollheft.

3. Erzeugung und Darstellung einer bestimmten Wechselspannung

Überlegen Sie, wie das Oszilloskop und der Frequenzgenerator eingestellt werden müssen, damit auf dem Bildschirm des Oszilloskops eine Wechselspannung der Frequenz 1 kHz und der Amplitude 2 V (siehe Abbildung E2.1) dargestellt wird.

Notieren Sie Ihre Einstellungen im Protokollheft. Schließen Sie zusätzlich zum Oszilloskop einen Kopfhörer an den Ausgang des Frequenzgenerators an. Sie hören dann den Testton der Fernsehsender, der oftmals gemeinsam mit dem Testbild ausgestrahlt wird.

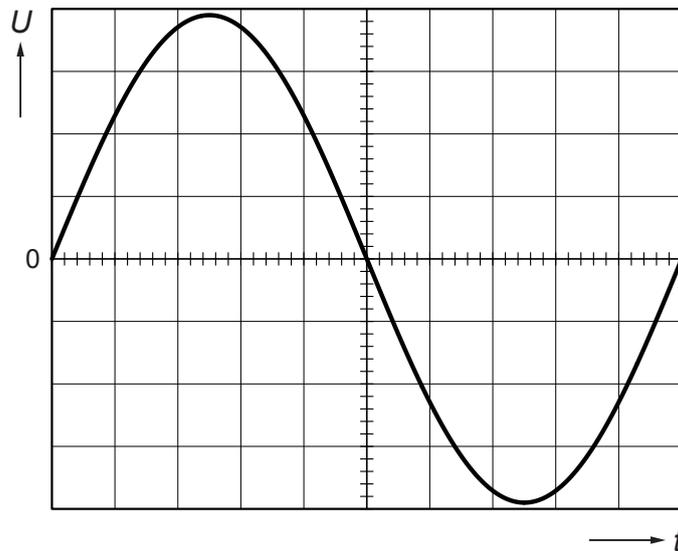


Abbildung E2.1: Sinusförmige Wechselspannung.

4. Überprüfung des Hörvermögens

Verbinden Sie den Kopfhörer mit dem 20-V-Ausgang am Frequenzgenerator. Wählen Sie den 10-kHz-Bereich und stellen Sie sowohl die Frequenz als auch die Lautstärke auf den jeweils maximalen Wert. Setzen Sie den Kopfhörer auf und verringern Sie langsam die Frequenz, bis Sie Ihre persönliche obere Hörgrenze erreichen. Stellen Sie nun das Oszilloskop so ein, dass die Schwingung auf dem Bildschirm gut zu sehen ist und bestimmen Sie aus dem Bild die Frequenz des Tons. Für die untere Hörgrenze wählen Sie am Frequenzgenerator den 100-Hz-Bereich. Stellen Sie wiederum die Lautstärke auf ihren Maximalwert. Bestimmen Sie die Frequenz des gerade noch wahrnehmbaren Tons mit Hilfe des Oszilloskops und notieren Sie Ihre persönlichen Werte im Protokollheft.

5. Eigenfrequenzen des Kopfes

Wählen Sie den 10-kHz-Bereich und stellen Sie eine Ihnen angenehme Lautstärke ein. Drehen Sie die Frequenz langsam und gleichmäßig aus dem tiefen in den hohen Bereich und achten Sie auf Ihre Wahrnehmung. Es gibt im Allgemeinen zwei Frequenzen, bei denen Ihr Kopf in Resonanz gerät. Sie nehmen diese beiden Töne deutlicher wahr. Versuchen Sie, die Töne zu finden und lesen Sie am Oszilloskop wiederum deren Frequenz ab. Notieren Sie die Werte im Protokollheft.

6. Effektivwert der Spannung

Stellen Sie eine Frequenz von ungefähr 100 Hz ein und bestimmen Sie am Oszilloskop die Amplitude U_0 . Denken Sie wieder daran den ganzen Bereich des Bildschirms auszunutzen, um eine möglichst hohe Messgenauigkeit zu erhalten. Messen Sie die Spannung auch mit einem Multimeter. Sie erhalten dann den Wert U_{eff} . Tragen Sie Ihre Messwerte in das Protokollheft ein und überprüfen Sie, ob $U_0 = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2}$. Zur weiteren Erklärung beachten Sie bitte den Abschnitt E2.3.4 über den Effektivwert von Wechselspannungen.

7. Aufladen und Entladen eines Kondensators über einen Widerstand

Bei der Durchführung dieses Versuchs lernen Sie, wie man mit dem Oszilloskop sehr schnelle Spannungsänderungen genau erfassen kann. Kondensatoren sind z. B. in Radios und Verstärkern eingebaut. Sie speichern für kurze Zeit eine gewisse Ladungsmenge. Die Zeit zum Aufladen eines Kondensators liegt meist im Mikrosekunden-Bereich.

Stellen Sie den Funktionsgenerator so ein, dass am Ausgang ein Rechteck-Signal anliegt. Entsprechend der in Abbildung E2.2 gezeigten Schaltung schließen Sie nun einen Kondensator C an den Frequenzgenerator an, und messen Sie anschließend mit dem Oszilloskop das Signal am Ausgang des Tiefpass-Filters.

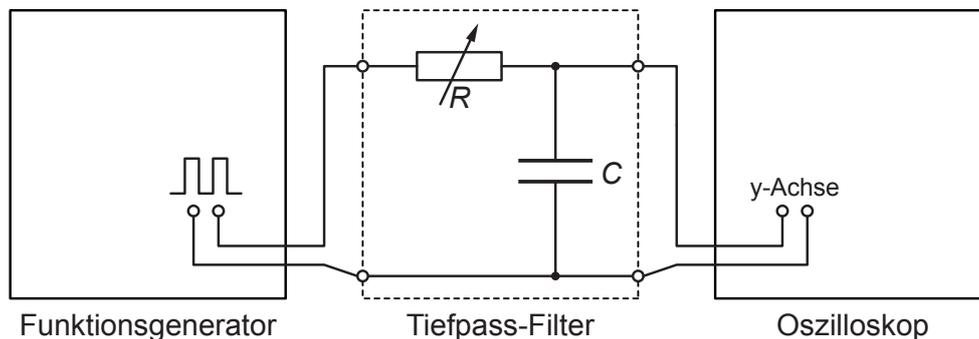


Abbildung E2.2: Schaltung zur Messung des Auflade- und Entladevorgangs eines Kondensators C .

Auf dem Bildschirm des Oszilloskops sollten Sie nun einen Spannungsverlauf sehen, der ähnlich dem in Abbildung E2.3 gezeigten ist.

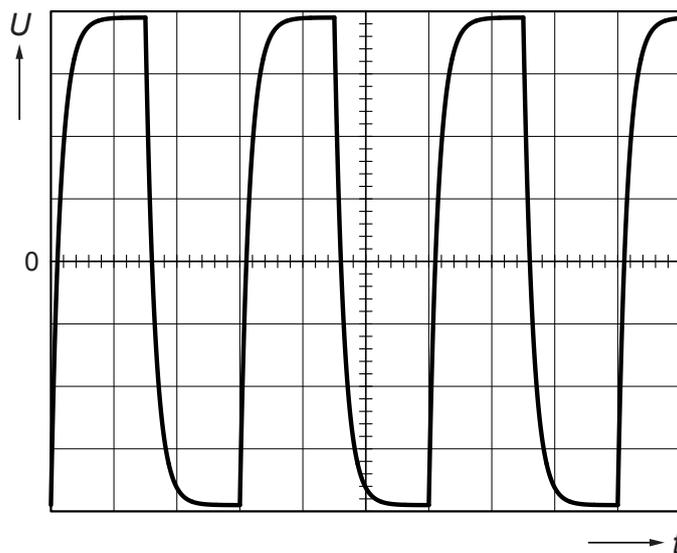


Abbildung E2.3: Spannungsverlauf beim Auflade- und Entladevorgang eines Kondensators.

Von Interesse ist bei dieser Messung die Zeit, die vergeht bis die Spannung auf den e -ten Teil des Maximalwerts abgefallen ist ($e \approx 2.7183$, $1/e \approx 0.3679$). Lassen Sie sich diesen Sachverhalt von Ihrem Versuchsleiter näher erläutern. Skizzieren Sie die beobachtete Auflade- und Entladekurve in Ihrem Protokollheft. Was passiert, wenn Sie den Widerstand R des Potentiometers (einstellbar durch einen Drehknopf) verändern? Entscheiden Sie sich für eine Einstellung und behalten Sie diese für die nachfolgenden Versuche bei.

8. Negativ triggern

Um den Entladevorgang des Kondensators zu verfolgen, müssen Sie das Oszilloskop nun so einstellen, dass Sie den abfallenden Teil der Kurve aus Abbildung E2.3 sehen. Man nennt diesen auch „negative Flanke“. Haben Sie die Triggerung des Oszilloskops verstanden? Falls nicht, lesen Sie bitte die Abschnitte E2.3.2 und E2.3.5 über die Triggerung eines Oszilloskops aufmerksam durch.

Bei richtiger Einstellung sollten Sie auf dem Bildschirm des Oszilloskops einen Spannungsverlauf sehen, der ähnlich dem in Abbildung E2.4 gezeigten ist.

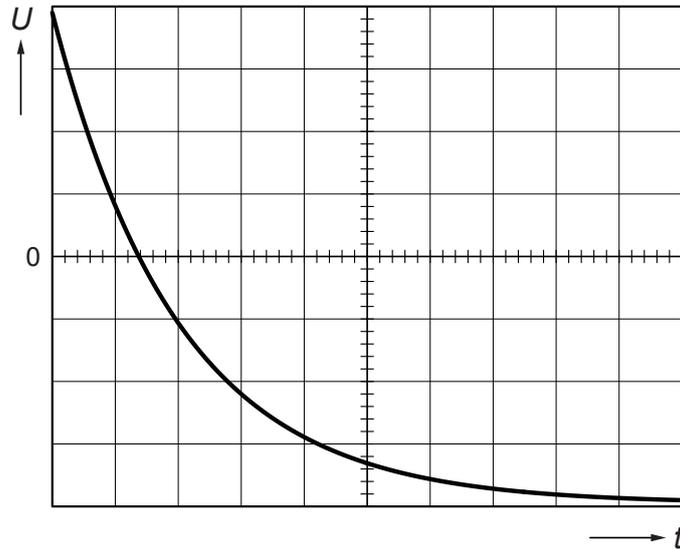


Abbildung E2.4: Entladevorgang eines Kondensators.

Bestimmen Sie nun die Zeitkonstante τ nach der die Spannung auf den e -ten Teil des Maximalwerts abgefallen ist und vergleichen Sie τ mit dem nach $\tau = R \cdot C$ berechneten Wert. Der Widerstand R ist im Bereich zwischen 10Ω und 100Ω einstellbar. Die Kapazität des Kondensators beträgt $C = 1 \mu\text{F}$. Tragen Sie Ihre Werte in das Protokollheft ein.

9. Tiefpass-Filter

Kondensatoren werden häufig in Spannungsteilern bestehend aus einem Kondensator und einem Widerstand, einem so genannten Tiefpass, eingesetzt. Da der Wechselstromwiderstand eines Kondensators umgekehrt proportional zur Frequenz abnimmt, fallen Wechselspannungen mit tiefen Frequenzen in erster Linie über dem Kondensator und Wechselspannungen mit hohen Frequenzen zum Großteil über dem Widerstand ab. Greift man nun die Spannung über dem Kondensator ab, passieren tiefe Frequenzen den Filter (Tiefpass) während hohe Frequenzen gedämpft werden.

Schalten sie den Generator wieder in die Stellung zur Ausgabe einer Sinuskurve und beobachten Sie die Veränderung der Amplitude auf dem Oszilloskop während Sie die Frequenz am Funktionsgenerator verändern. Schreiben Sie Ihre Beobachtungen auf.