

Versuch: Oszilloskop

Versuchsziel

Ziel dieses Versuchs ist es, ein analoges Zweistrahl-Oszilloskop bedienen zu können. Mit dem Oszilloskop sollen anhand von kleinen Versuchsschaltungen sowohl zeitliche Verläufe einer elektrischen Spannung sichtbar gemacht werden ($U_x = f(t)$; $U_y = f(t)$) als auch der Zusammenhang zwischen zwei Spannungen im xy-Betrieb dargestellt werden ($U_y = f(U_x)$).

Einleitung

Mit einem Oszilloskop ist es möglich, den zeitlichen Verlauf einer elektrischen Spannung sichtbar zu machen. Dies erfolgt mit Hilfe eines Elektronenstrahls, der in einer Bildröhre (Elektronenstrahlröhre) fast trägheitslos abgelenkt werden kann. Die ausgesandten Elektronen werden zu einem Strahl gebündelt. Die Stelle, wo der Strahl auf den Bildschirm fällt, leuchtet auf.

Der Elektronenstrahl kann in vertikaler und horizontaler Richtung abgelenkt werden. Hierfür wird bei der Darstellung als Zeitfunktion das Signal $U_y(t)$ an die Vertikalablenkung und eine zeitproportional anwachsende Spannung $U_x(t)$ (Sägezahnspannung) an die Horizontalablenkung angelegt, so dass der Leuchtpunkt vom linken Bildrand her mit konstanter Geschwindigkeit über den Bildschirm geführt wird. Infolge der gleichzeitig auftretenden Vertikalablenkung durch $U_y(t)$ entsteht dann auf dem Bildschirm ein Abbild der Zeitfunktion.

Damit die Abbildung nicht „wegläuft“, sondern ein stehendes Bild entsteht, ist es erforderlich, die Horizontalablenkung genau mit dem Signal $U_y(t)$ zu synchronisieren (triggern). Das Triggersystem hat die Aufgabe, die Horizontalablenkung immer genau dann zu starten, wenn das abzubildende periodische Signal $U_y(t)$ einen ganz bestimmten, im voraus eingestellten Spannungswert (Triggerschwelle) in positiver oder negativer Richtung durchläuft.

Wird bei der Triggerung die Betriebsart „automatisch“ gewählt, kann die Triggerschwelle nur auf solche Werte eingestellt werden, die im darzustellenden Signal vorkommen. Auch Gleichspannungen werden dargestellt. In der Betriebsart „normal“ ist dies nicht möglich.

Es gibt drei mögliche Triggerquellen:

1. „Intern“: Das Triggersignal zu Steuerung der Horizontalablenkung wird intern aus dem y-Kanal bezogen.
2. „Extern“: Das Triggersignal wird über einen besonderen Eingang extern zugeführt.
3. „Netz“: Das Triggersignal wird intern von der Netzfrequenz abgeleitet (wenn man z.B. das „Netzbrummen“ bestimmen möchte).

Der Eingang eines Oszilloskops hat i.a. einen Eingangswiderstand von $R_{\text{ein}} = 1\text{M}\Omega$, dem eine Eingangskapazität C_{ein} (Schaltkapazität) zwischen 15 pF und 40 pF parallel liegt. Mit einem Schalter können am Eingang folgende Funktionen eingestellt werden:

AC: Nur der Wechselspannungsanteil des Eingangssignals wird übertragen.

DC: Das gesamte Eingangssignal (Gleich- u. Wechselspannungsanteil) werden übertragen.

GND: Der Eingang ist mit Masse (ground) verbunden. Diese Einstellung dient zur Kontrolle des Nullwerts.

Das Zweistrahloszilloskop kann zwei zeitabhängige Vorgänge gleichzeitig darstellen. Das ist sinnvoll, wenn man die Abhängigkeit eines Signals vom anderen untersuchen möchte (z.B. Phasenverschiebung). Mittels elektronischer Umschaltmaßnahmen wechselt der Elektronenstrahl so schnell zwischen beiden Vorgängen hin und her, dass das Auge dieses Wechseln nicht bemerkt. Man unterscheidet hier zwei Möglichkeiten:

- Hackbetrieb („Chopped“): Der Elektronenstrahl springt sehr schnell und sehr häufig während der Darstellung eines Bildes zwischen beiden abzubildenden Vorgängen hin und her. Diese Betriebsart ist für die Abbildung langsamer Vorgänge zweckmäßig.
- Wechselbetrieb („Alternate“): Die Vorgänge werden abwechselnd *vollständig* dargestellt. Diese Betriebsart ist für die Abbildung von Vorgängen höherer Frequenzen zweckmäßig.

Man wählt jeweils die Betriebsart, die ein ungestörtes und flimmerfreies Gesamtbild liefert.

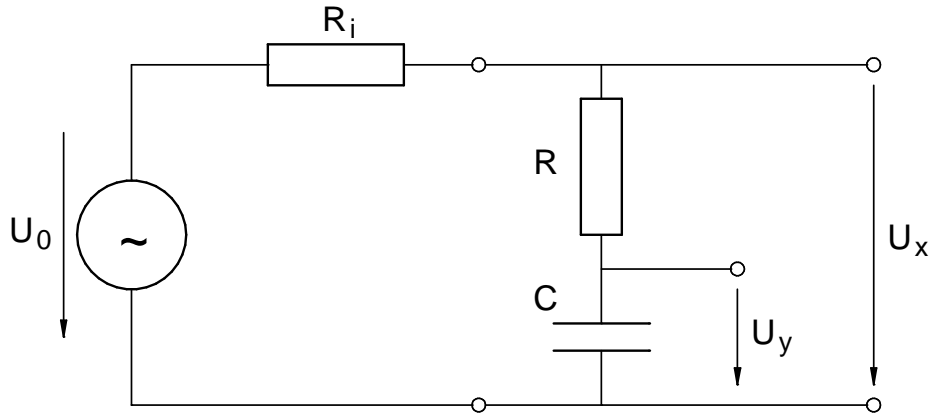
Im xy-Betrieb wird der Zusammenhang zwischen zwei Spannungen durch die Funktion $U_y = f(U_x)$ dargestellt. Damit lassen sich beispielsweise sog. Lissajous-Figuren zur Phasen- und Frequenzmessung darstellen.

Messvorbereitung

Schalten Sie den Frequenzgenerator und das Oszilloskop an. Stellen Sie am Funktions-Generator eine Sinusfunktion ein (Amplitude 1 V, Frequenz 1 kHz). Überprüfen Sie diese Einstellungen am Oszilloskop (sinnvolle Zeitauflösung?).

Durchführung der Messungen

1. Ermittlung der Phasenverschiebung zwischen zwei sinusförmigen Spannungen gleicher Frequenz auf zwei verschiedene Arten

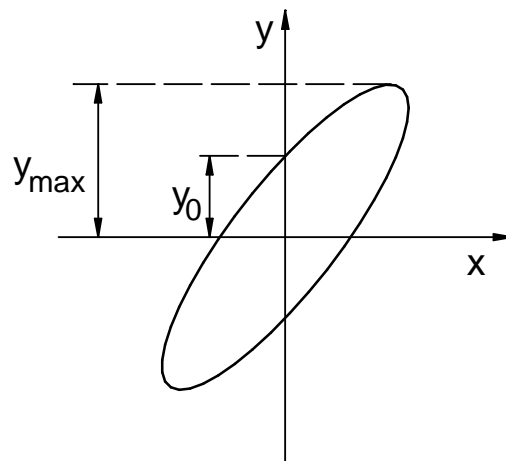


$R = 2,2 \text{ k}\Omega \quad C = 0,068 \text{ }\mu\text{F} \quad f = 1\text{kHz}$

a) Messen Sie in einem gemeinsamen Zeitdiagramm $U_x = f(t)$ und $U_y = f(t)$ und skizzieren Sie die Verläufe. Berechnen Sie daraus die Phasenverschiebung φ .

b) Messen und skizzieren Sie die Lissajous-Figur $U_y = f(U_x)$. Berechnen Sie daraus die Phasenverschiebung. Wie entstehen „Lissajous-Figuren“ (kurze Erläuterung)? Wie sehen sie für obige Schaltung für die Phasenverschiebungen $\varphi = 0, \pi/4$ und $\pi/2$ aus (Handskizze)?

$$\sin \varphi = \frac{y_0}{y_{\max}}$$



c) Berechnen Sie die theoretische Phasenverschiebung. Tipp: Komplexer Spannungsteiler!

2. Einfluss von hohen Geräte-/Leitungswiderständen und Kapazitäten von Koaxialkabeln

Stellen Sie am Funktionsgenerator eine Rechteckfunktion ein (Amplitude 2V, Frequenz 2 MHz). Überprüfen Sie diese Einstellungen am Oszilloskop (sinnvolle Zeitauflösung?). Skizzieren Sie das dargestellte Signal.

- a) Schalten Sie einen Widerstand (600Ω) zwischen den Ausgang des Funktionsgenerators und das Koax-Kabel zum Eingang des Oszilloskops (Simulation eines hohen Ausgangswiderstands). Skizzieren Sie das dargestellte Signal. Ist es besser oder schlechter als vorher? Warum?
- b) Ersetzen Sie das Koaxialkabel zwischen Widerstand und Oszilloskop-Eingang durch einfache Messkabel mit Bananensteckern und skizzieren Sie das dargestellte Signal. Ist es besser oder schlechter als vorher? Warum?
- c) Kalibrieren Sie einen Tastkopf am Oszilloskop. Entfernen Sie dazu die Bananenstecker und schließen Sie das Tastkopfkabel mit dem BNC-Stecker am Oszilloskop an. Führen Sie die Prüfspitze des Kabels in die Kalibrierbuchse des Oszilloskops. Stellen Sie mit dem beiliegenden kleinen Schraubendreher die Stellschraube am Tastkopf so ein, dass die dargestellte Rechteckfunktion weder steigende noch fallende Flanken besitzt, sondern „waagerechte Treppenstücke“. Nun kompensiert der Tastkopf als Hochpass den Tiefpass des RC-Glieds (Geräte- und Leitungswiderstände, Kapazität des Koaxialkabels). Benutzen Sie nun den kalibrierten Tastkopf, um den Widerstand mit dem Oszilloskopeingang zu verbinden (Koax-Stecker an Oszilloskopeingang, Masseklemme an Masse am Widerstand, Messklemme direkt an Widerstand). Skizzieren Sie das dargestellte Signal. Warum hat sich die Amplitude des Signals verändert?

3. Schalterprellen

Alle mechanischen Schalter neigen dazu, nach dem Schließen des Kontaktes diesen noch einmal oder mehrfach zu öffnen und wieder zu schließen. Dieser Vorgang wird Prellen (von Abprallen) genannt und soll in diesem Versuchsteil sichtbar gemacht und quantifiziert werden.

Schalten Sie den Funktionsgenerator aus. Schließen Sie die Schaltung bestehend aus Schalter, Widerstand und Verbraucher (Lampe) an die 9V-Batterie an. Stellen Sie die über dem Widerstand abfallende Spannung auf dem Oszilloskop dar (Einstellung „STOR“ zum Speichern, Manuelle Einstellung eines sinnvollen Triggerpegels).

Wie oft prellt der Schalter? Wie viel Zeit vergeht zwischen den Prellvorgängen und nach welcher Gesamtzeit wird ein konstanter Spannungswert erreicht?

Versuchsauswertung

Beantworten Sie alle in obestehender Anleitung gestellten Fragen.

Viel Erfolg!