

Versuchsprotokoll zum Versuch Nr.9

Gruppe: A2
Karsten Klein (Protokollant)
Sky Lemke

„Messungen mit dem Elektronenstrahl-Oszilloskop“ vom 05.05.1997

Künzell, den 29.03.2002

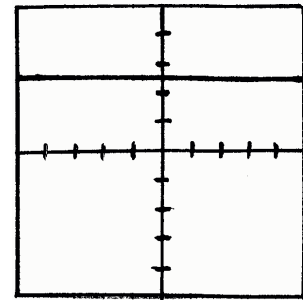
In diesem Versuch geht es darum, mit einem modernen Elektronenstrahloszilloskop verschiedene Messungen durchzuführen. Dazu kommen folgende Geräte zum Einsatz:

Gerät	Bezeichnung/Hersteller	Inventarnummer
Oszilloskop	Hameg HM303	020000055
Frequenzgenerator	HP 33120A	020000255
Spule 300 Wdg, 2mH	Phywe	
R-Dekade	Beha	020000251
C-Dekade	Beha	020000253
Amperemeter	MA 1H	020000450
Festfrequenzgenerator		

Wir beginnen den Versuch damit, daß wir die Regler am Oszilloskop auf „cal“ stellen, alle Tasten in Ausgangsstellung bringen (nicht gedrückt). Anschließend stellen wir die Leuchtintensität und die Schärfe ein und verschieben die Nulllinie mit Hilfe des Drehreglers y-Position auf die mittlere Rasterlinie.

1.a) Messung der Gleichspannung des DC-Netzteils

Um die Ausgangsspannung des Netzteils zu bestimmen, verbinden wir das Netzteil über ein BNC-Kabel mit dem 1. Eingang des Oszilloskops, stellen den Eingang auf DC und die Empfindlichkeit auf 2V/div. Auf dem Oszilloskop entsteht nach dem anlegen der Spannung eine Gerade, die um 2,5 Einheiten von der Ausgangslinie verschoben ist. Daraus folgt eine Spannung von 5V.

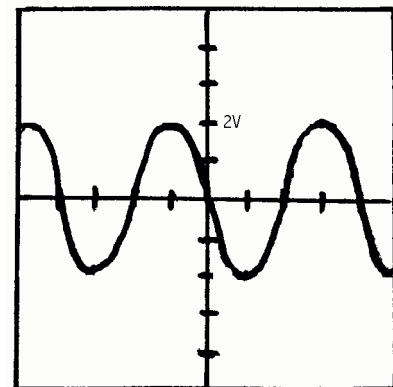


b) Messung der überlagerten Störspannung (Ripple)

Nun schalten wir auf AC-Betrieb um, so daß wir nur noch die Wechselspannungsanteile angezeigt bekommen. Da die Störspannung im Bereich der Netzfrequenz zu erwarten ist, stellen wir eine Zeitbasis auf 5ms ein. Die volle Bildschirmbreite entspricht also 50ms. Anschließend drehen wir die Empfindlichkeit hoch, bis wir die Störspannung ablesen können. Sie beträgt 0,8mV Spitze (1,6cm bei 0,5mV/div).

2.a) Messung des Effektivwertes der Wechselspannung des Festfrequenzgenerators

Für diese Messung stellen wir das Oszilloskop wieder auf AC-Messung und stellen die Nulllinie ein. Anschließend verbinden wir das Oszilloskop mit dem im Tischaufbau befindlichen Festfrequenzgenerator und stellen die Empfindlichkeit so ein, daß sich ein vernünftiges Bild ergibt. Wir messen eine Spitzenspannung von 2V. Da es sich um eine sinusförmige Spannung handelt, kann man nun einfach den Effektivwert der Spannung bestimmen, indem man die Spitzenspannung durch die Wurzel aus 2 teilt. Damit ergibt sich:



$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{Spitze}}}{\sqrt{2}} = 1,414V$$

Versuchsprotokoll zum Versuch Nr.9
„Messungen mit dem
Elektronenstrahl-Oszilloskop“
vom 05.05.1997

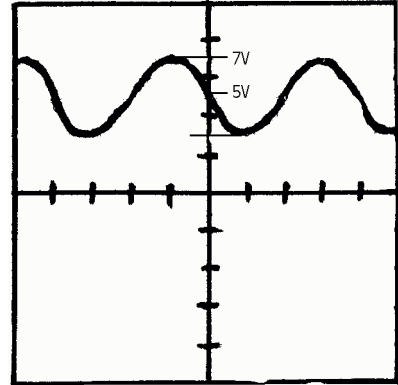
Gruppe: A2
Karsten Klein (Protokollant)
Sky Lemke

Künzell, den 29.03.2002

Zum Vergleich schließen wir ein Digitalmultimeter an, was uns eine Spannung von 1,37V +/- 0,016V anzeigt.

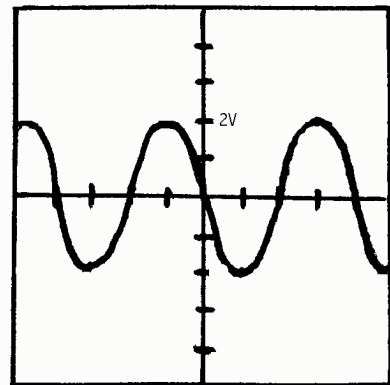
b) Reihenschaltung Festfrequenzgenerator und DC-Netzteil

Wir schalten nun den Festfrequenzgenerator und das DC-Netzteil in Reihe. Am Oszilloskop schalten wir wieder auf Gleichspannungsmessung. Auf dem Oszilloskop ist nun die Gleichspannung mit der überlagerten Wechselspannung zu sehen. Die gemessene Gesamtspannung ist die Gleichspannung, die durch den Wert der Wechselspannung erhöht bzw. vermindert wird. Der Mittelwert der Spannung liegt auf dem Niveau der Gleichspannung.



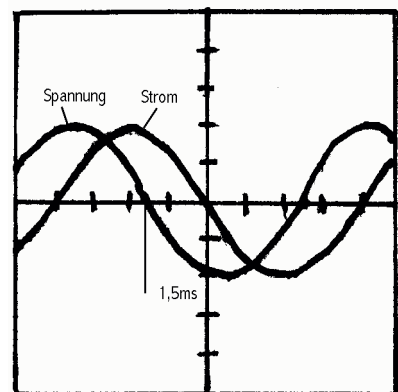
4. Messung der Frequenz des Festfrequenzgenerators

Um die Frequenz des Festfrequenzgenerators zu ermitteln, verbinden wir den Festfrequenzgenerator mit dem Oszilloskop und wählen die Zeitbasis so, daß auf dem Bildschirm nur eine Periode voll zu sehen ist. Nun bestimmen wir die Länge der Periode auf dem Bildschirm, welche 4 Einheiten lang ist. Das entspricht bei 2ms/div 8ms, woraus sich durch Kehrwertbildung eine Frequenz von 125Hz ergibt.



5. Messung der Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom an einer Spule

Dazu bauen wir die Schaltung gemäß des Schaltplans auf und verbinden die beiden Eingänge des Oszilloskops so mit der Schaltung, daß der gemeinsame Massepunkt der beiden Eingänge auch auf gleichem Potential in der Schaltung liegt. Würde man dies nicht beachten, so würde man über die Masseleitungen des Oszilloskops Teile der Schaltung kurzschließen. Dadurch, das sich beide Eingänge auf die Gleich Masse beziehen müssen, muß ein Eingang verpolt angeschlossen werden, was jedoch durch drücken der INV-Taste an einem Kanal wieder behoben wird. Das Signal des einen Kanals wird dann intern umgedreht, so das eine richtige Abbildung entsteht.



Auf dem Bildschirm sehen wir nun den Strom, d.h. den Spannungsabfall am Amperemeter, und die Spannung an der Spule, wobei die Spannung dem Strom um 1,5 Einheiten vorausseilt, was bei 1ms/div 1,5ms entspricht. Der Phasenwinkel ergibt sich dann wie folgt:

$$\varphi = \frac{t}{T} \cdot 360^\circ = \frac{1,5ms}{8ms} \cdot 360^\circ = 67,5^\circ$$

Als nächstes schalten wir in den x-y-Betrieb. Dabei wird der erste Kanal auf die x-Achse und der zweite Kanal auf die y-Achse gelegt. Haben beide Kanäle die gleiche Phasenlage und gleiche Amplitude, so entsteht eine gerade mit einem Winkel von 45°, besteht eine

Versuchsprotokoll zum Versuch Nr.9
„Messungen mit dem
Elektronenstrahl-Oszilloskop“
vom 05.05.1997

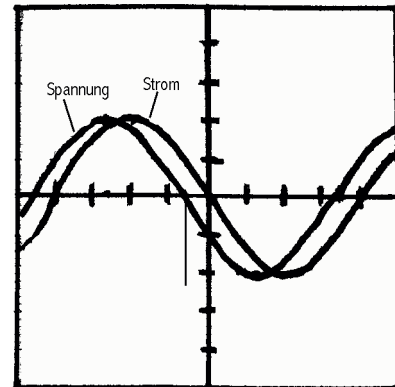
Gruppe: A2
 Karsten Klein (Protokollant)
 Sky Lemke

Künzell, den 29.03.2002

Phasenverschiebung zwischen den Kanälen von 90° so entsteht ein Kreis. In unserem Fall entstand eine nach rechts geneigte Ellipse.

In der nächsten Aufgabe sollte nun noch ein Widerstand in Reihe zur Spule geschaltet, und den Spannungsabfall und den Strom auf dem Schirm dargestellt werden. Aus den beiden Kurven sollte dann wiederum die Phasenverschiebung ermittelt werden. Diesmal beträgt die Verschiebung 0,9 Einheiten auf dem Schirm, was 0,9ms entspricht. Daraus ergibt sich ein Winkel von:

$$\varphi = \frac{t}{T} \cdot 360^\circ = \frac{0,9ms}{8ms} \cdot 360^\circ = 40,5^\circ$$

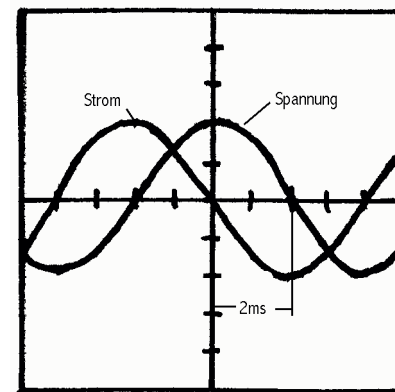


6. Messung der Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom an einem Kondensator

In diesem Versuch verwenden wir die gleiche Versuchsanordnung wie in Aufgabe 5, nur die Spule wurde gegen einen Kondensator ausgetauscht. Bei der Anordnung ohne Widerstand eilt der Strom der Spannung um 2 Einheiten voraus, was 2ms entspricht. Daraus ergibt sich ein Winkel von:

$$\varphi = \frac{t}{T} \cdot 360^\circ = \frac{2ms}{8ms} \cdot 360^\circ = 90^\circ$$

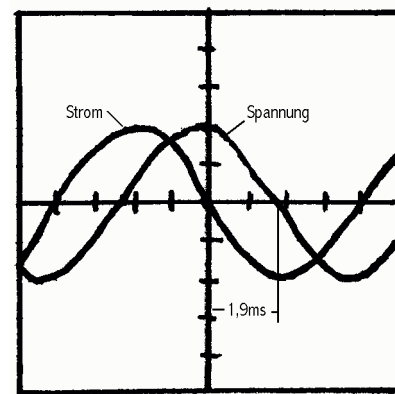
Der verwendete Kondensator verhält sich in diesem Versuch wie ein idealer Kondensator.



Als nächstes schalten wir auf den x-y-Betrieb des Oszilloskops um, wobei ein Kreis entsteht, was bei einer Phasenverschiebung um 90° auch zu erwarten war.

Nun schalten wir wieder den Widerstand in Reihe zum Kondensator und messen den Spannungsabfall an der Reihenschaltung. Hierbei tritt nun eine Phasenverschiebung von 1,9 Einheiten auf, was 1,9ms entspricht. Das ergibt einen Winkel von:

$$\varphi = \frac{t}{T} \cdot 360^\circ = \frac{1,9ms}{8ms} \cdot 360^\circ = 85,5^\circ$$



7. Lissajouse Figuren durch Reihenschaltung der Frequenzgenerators

In diesem Versuch schließen wir an den einen Kanal den Festfrequenzgenerator und an den anderen den variablen Frequenzgenerator HP 33120A an. Anschließend stellen wir das Oszilloskop auf x-y-Betrieb. Dabei entsteht zunächst eine sich ständig verändernde Figur. Wir regeln nun die Frequenz nun immer weiter herunter und kommen den 125Hz des Festfrequenzgenerators immer näher. Dabei ist zu beobachten, daß sich die Ellipse immer langsamer dreht. Als wir nun die Frequenz von 124,85Hz eingestellt hatten, bewegte sich die Ellipse fast überhaupt nicht mehr, was bei gleichen Frequenzen auch zu erwarten war. Die

Versuchsprotokoll zum Versuch Nr.9
„Messungen mit dem
Elektronenstrahl-Oszilloskop“
vom 05.05.1997

Gruppe: A2
Karsten Klein (Protokollant)
Sky Lemke

Künzell, den 29.03.2002

Frequenzen betragen also 124,85Hz. Leider ist der Fehler des Frequenzgenerators nicht bekannt, so daß keine nähere Genauigkeitsangabe gemacht werden kann.

Man würde auch eine stehende Figur bekommen, wenn die Frequenz des einen genau ein Vielfaches der Frequenz des anderen wäre.

8. a) Effektivwert der Summenspannung aus Aufgabe 2b)

In der Aufgabe 2b) wurden die Festfrequenzgenerator mit dem DC-Netzteil in Reihe geschaltet, so daß sich die Spannungen überlagerten. Den Effektivwert der Summenspannung läßt sich dabei wie folgt ermitteln:

$$U_{\Sigma} = \sqrt{U_{=}^2 + U_{eff}^2} = \sqrt{(5V)^2 + 2V^2} = 5,196V$$

b) Rechnerische Überprüfung der Ergebnisse der Aufgaben 5b) und 6b)

Für die Reihenschaltung von Spule und Widerstand läßt sich der Winkel mit folgender Formel berechnen:

$$\varphi_{RL} = \arctan\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L}{R}\right) = \arctan\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot 125\text{Hz} \cdot 0,1\text{H}}{100\Omega}\right) = 38,15^\circ$$

Gemessen hatten wir allerdings $31,5^\circ$. Dies ist dadurch zu erklären, daß diese Formel von einer idealen Spule ausgeht. Die verwendete Spule war jedoch nicht ideal, was man in 5a) deutlich sehen konnte. Dort betrug nämlich der Phasenwinkel nicht 90° wie es bei einer idealen Spule der Fall gewesen wäre, sondern nur $67,5^\circ$. Die Spule hat folglich einen gewissen ohmschen Anteil, der jedoch nicht in die Formel mit eingeht.

Bei der Überprüfung der Reihenschaltung aus Kondensator und Widerstand dürfte kein derartiger Fehler auftauchen, da sich der Kondensator (siehe 6a)) ideal verhalten hat. Den Phasenwinkel dieser Reihenschaltung können wir nach folgender Formel berechnen.

$$\varphi = \arctan\left(-\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot R}\right) = \arctan\left(\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 125\text{Hz} \cdot 1\mu\text{F} \cdot 100\Omega}\right) = -85,5^\circ$$

Gemessen haben wir ebenfalls $85,5^\circ$. Der Unterschied beim Vorzeichen resultiert daraus, daß wir oben gesagt haben, daß der Strom der Spannung um $85,5^\circ$ vorausgeht. Genauso kann man sagen, die Spannung eilt um $85,5^\circ$ dem Strom nach, oder der Strom eilt der Spannung um $-85,5^\circ$ nach.

Leistungsbilanz

Die Wirkleistung läßt sich auf zwei Arten bestimmen, einmal durch $P_W = I_{eff}^2 \cdot R$

oder durch $P_W = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos\varphi$.

Für die Schaltung mit dem Kondensator bedeutet dies:

$$P_W = I_{eff}^2 \cdot R = 0,0011\text{A}^2 \cdot 100\Omega = 121 \cdot 10^{-6}\text{W}$$

$$P_W = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos\varphi = 1,414\text{V} \cdot 0,0011\text{A} \cdot \cos(85,5^\circ) = 122 \cdot 10^{-6}\text{W}$$

Wie man sieht stimmen die Ergebnisse fast exakt überein.

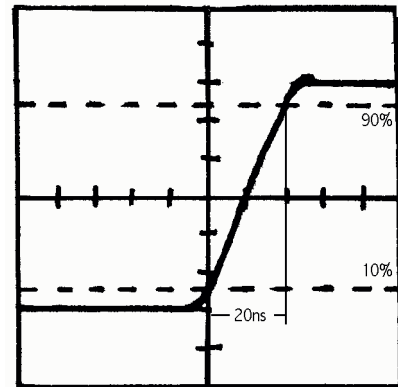
Versuchsprotokoll zum Versuch Nr.9
„Messungen mit dem
Elektronenstrahl-Oszilloskop“
vom 05.05.1997

Gruppe: A2
Karsten Klein (Protokollant)
Sky Lemke

Künzell, den 29.03.2002

9. Ermittlung der Anstiegszeit des Frequenzgenerators HP 33120

Um die Anstiegszeit des Frequenzgenerators zu bestimmen, verbinden wir dessen Ausgang mit dem Eingang des Oszilloskop und stellen ein Rechtecksignal mit einer Frequenz von 1.000 MHz ein. Nachdem wir eine passende Zeitbasis eingestellt haben, sehen wir nun eine Kurve, deren Flanken nicht exakt senkrecht verlaufen. Es dauert also eine gewisse Zeit, bis sich die Spannung aufgebaut hat. Die Anstiegszeit ist die Zeit, die die Spannung braucht um von 10% der Endspannung auf 90% zu kommen. Um diese Ausmessen zu können sind auf dem Schirm zwei Linien eingezeichnet die mit 10% und 90% beschriftet sind. Das Signal des Frequenzgenerators wird nun genau auf 6 Einheiten Höhe eingestellt, so daß die Nulllinie auf der Rasterlinie unter der 10%-Linie und die Endspannung des Rechtecksignals auf der Rasterlinie oberhalb der 90% zu liegen kommt. Nun braucht man nur noch die Zeit auf der x-Achse abzulesen, die das Signal braucht um von 10% auf 90% zu kommen. Diese betrug in unserem Fall $0,02\mu s$. In dieser Zeit ist jedoch noch die Anstiegszeit des Oszilloskops von ca. 12ns enthalten. Um den Wert für den Frequenzgenerator allein zu erhalten, müssen wir die Anstiegszeit des Oszilloskop noch abziehen, und zwar quadratisch. Danach ergibt sich eine Anstiegszeit von:



$$t_a = \sqrt{t_{ges}^2 - t_{Osz}^2} = \sqrt{(0,02\mu s)^2 - (12ns)^2} = 16ns$$

Die Anstiegszeit des Oszilloskops ist mit $<12ns$ angegeben, was bedeutet die Anstiegszeit des Frequenzgenerators ist $>16ns$.

10. Bestimmung von Komponenten mit dem Komponententester des Oszilloskop

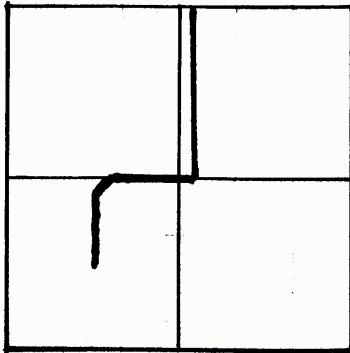
Im Oszilloskop ist ein Komponententester eingebaut, mit dem die beigegebenen Komponenten bestimmt werden sollen. Diese sind in einem Gehäuse eingebaut, so daß die Anschlüsse nur über eine BNC-Kupplung herausgeführt sind. Diese werden dann nacheinander mit dem Komponententester verbunden. Dieser gibt eine Wechselspannung über einen internen Widerstand auf die zu testende Komponente. Dabei wird der Spannungsabfall am internen Widerstand auf der y-Achse angezeigt und ist damit proportional zum Strom. Auf der x-Achse wird der Spannungsabfall an der Komponente aufgetragen. Sind die Klemmen offen so ändert sich nur die Spannung, es fließt jedoch kein Strom, so daß eine waagrechte Linie angezeigt wird. Schließt man die Anschlußklemmen kurz so entsteht eine senkrechte Linie (großer Strom, keine Spannung). Schließt man nun eine Kapazität oder eine Induktivität an, so sind Strom und Spannung nicht mehr in Phase und es entstehen Ellipsen.

Versuchsprotokoll zum Versuch Nr.9
„Messungen mit dem
Elektronenstrahl-Oszilloskop“
vom 05.05.1997

Gruppe: A2
Karsten Klein (Protokollant)
Sky Lemke

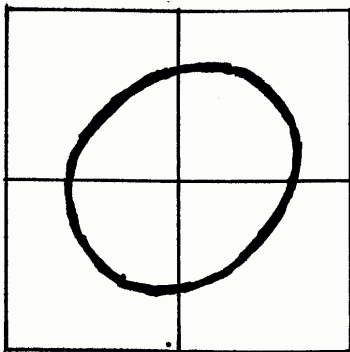
Künzell, den 29.03.2002

Die Komponente A lieferte folgendes Bild:



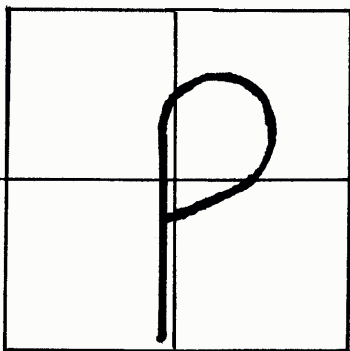
Dies entspricht einer Z-Diode, und zwar ist der Sperrbereich in Form der waagrechten Linie zu erkennen (kein Strom). Auf der linken Seite im Bild ist zu sehen, wie die Z-Diode in den leitenden Zustand übergeht. Auf der rechten Seite geht der Strom plötzlich nach oben, dies ist der Teil in der die Diode in Flußrichtung geschaltet ist. Sie bildet sozusagen einen Kurzschluß. Zu beachten ist, daß aufgrund der Schleußenspannung auch in Flußrichtung anfangs kein Strom fließt.

Die Komponente B lieferte das folgende Bild:



Da es sich um eine fast kreisförmige Figur handelt, muß die Phasenverschiebung fast 90° betragen. Aufgrund der Schräglage nach rechts handelt es sich um eine Impedanz mit einem geringen ohmschen Anteil.

Die Komponente C lieferte das folgende Bild:



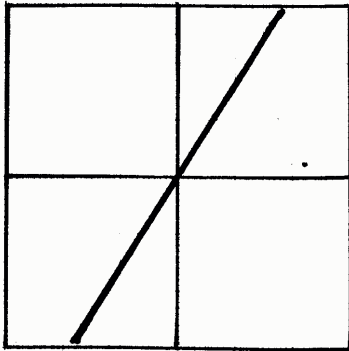
Das Bild stellt eine Kombination aus einer Diode und einem Kondensator dar.

Versuchsprotokoll zum Versuch Nr.9
„Messungen mit dem
Elektronenstrahl-Oszilloskop“
vom 05.05.1997

Gruppe: A2
Karsten Klein (Protokollant)
Sky Lemke

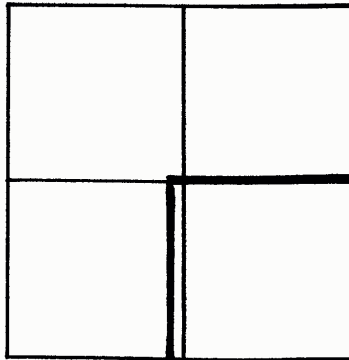
Künzell, den 29.03.2002

Die Komponente D:



Dieses Bild ist typisch für einen ohmschen Widerstand. Da es sich um eine schräge Gerade handelt gibt es keine Phasenverschiebung und außerdem ist es ein lineare Widerstand. Der Grad der schräge hängt vom Widerstand ab.

Die Komponente E:



Hierbei handelt es sich um ein Diode. In Sperrrichtung fließt kein Strom (waagrechter Teil), in Flußrichtung wirkt sie wie ein Kurzschluß, senkrechter Teil (hoher Strom). Zu beachten ist, daß aufgrund der Schleußenspannung auch in Flußrichtung anfangs kein Strom fließt.