

# **Praktikum Messtechnik Ausarbeitung**

Fachbereich: **NT**

Semester: **4**

Gruppe: **4.3.2**

Dozent: **Prof. Dr. Schnapper**

Versuchsnummer: **405**

Versuchstitel: **Digital-Speicheroszilloskop**

Versuchsdatum: **26.03.2003**

Abgabetermin: **09.03.2003**

Teilnehmer: **Hornung Jörg, Karg Michael, Uhl Michael**

Versuchsvorbereitung:**Aufgabe 2.4: Messung von Amplitude, Anstiegsgeschwindigkeit und Frequenz**

- a)  $\underline{\underline{U_{ss}}} = 20 \frac{V}{Div} \cdot 8 Div = \underline{\underline{160V}}$   $\underline{\underline{U_{eff}}} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} = \frac{80V}{\sqrt{2}} = \underline{\underline{56,569V}}$
- b)  $\underline{\underline{U_{ss}}} = 2mV$   $\underline{\underline{U_{eff}}} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} = \frac{1mV}{\sqrt{2}} = \underline{\underline{707\mu V}}$
- c)  $\underline{\underline{T}} = 2s$   $\underline{\underline{f}} = \frac{1}{T} = \frac{1}{2s} = \underline{\underline{0,5Hz}}$
- d)  $\underline{\underline{T}} = 50\mu s$   $\underline{\underline{f}} = \frac{1}{T} = \frac{1}{50\mu s} = \underline{\underline{20kHz}}$
- e)  $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1MHz} = 1\mu s$  Bedingung: min. 1 Periode / Div  $\Rightarrow 1 \frac{\mu s}{Div}$
- f) Amplitude:  $\underline{\underline{\hat{u}}} = 4V$   
 Frequenz:  $\underline{\underline{f}} = 3,33kHz$   
 Anstiegsgeschwindigkeit:  $\underline{\underline{\frac{dU}{dt}}} = \frac{8V}{300\mu s} = \underline{\underline{26,67 \frac{kV}{s}}}$

**Aufgabe 2.5: Arbeiten mit dem Zweikanaloszilloskop**

- a) Erwarteter Spg.-Stromverlauf der Schaltung 9a  
 Der Strom eilt hinterher

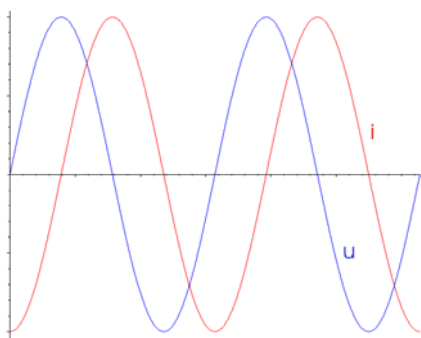


Abbildung 1

- Erwarteter Spg.-Stromverlauf der Schaltung 9b  
 Der Strom eilt voraus

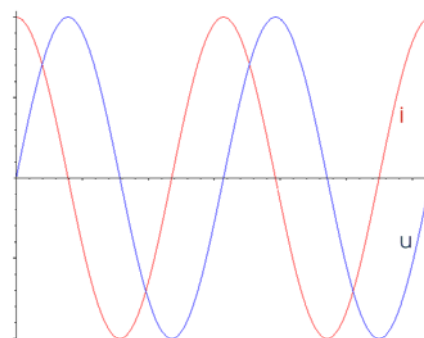


Abbildung 2

- b) Wegen den entgegengesetzten Richtungen der Zählpfeile  $U_{Y1}$  und  $U_{Y2}$  entspricht die Darstellung der einer Induktivität.

c) Schaltung 9a:

Nachteile: - Die Zählpfeile der Spannungen  $U_{Y1}$  und  $U_{Y2}$  an den Eingängen  $Y_1$  und  $Y_2$  des Oszilloskops zeigen in entgegengesetzter Richtung. Daher wird die Phasenlage der Spannungen nicht richtig angezeigt (um  $180^\circ$  verschoben).

Vorteil: - Die Spannungen  $U_C$  und  $U_R$  werden vom Wert her richtig aufgenommen.

Schaltung 9b:

Nachteil: - Die Spannung  $U_C$  wird nicht direkt dargestellt, da:  
 $U_{Y1} = U_C + U_{Y2}$ , also:  $U_C = U_{Y1} - U_{Y2}$ .

Vorteil: - Die Zählpfeile der Spannungen  $U_{Y1}$  und  $U_{Y2}$  zeigen in die selbe Richtung. Der Strom eilt in dieser Schaltungsart der Spannung voraus. Die Phasenlage der Spannungen wird also richtig dargestellt.

d) Schaltung 9a:

Dimensionierungsmaßnahme: Der Widerstand R sollte möglichst klein gewählt werden.

Oszilloskopeigenschaft: Der Kanal  $Y_2$  sollte invertiert werden um die Richtungen der Zählpfeile auszugleichen. Somit wird die Phasenlage richtig dargestellt.

Schaltung 9b:

Dimensionierungsmaßnahme: Der Widerstand R sollte möglichst klein gewählt werden, so dass:  $U_C \approx U_{Y1}$

## Durchführung und Auswertung:

### **Aufgabe 3.1: Abgleich des Tastkopfes**

Der Tastkopf wurde an den einen Eingang des Oszilloskops angeschlossen. Der „Messhaken“ des Tastkopfes wurde an den Ausgang „Cal“ des Oszilloskops, welcher eine Rechteckspannung mit der Frequenz 1kHz liefert, angebracht. Am Bildschirm war eine nicht abgegliche Rechteckspannung zu sehen (siehe Bild 5 überkompensiert, unterkompensiert). Durch verändern der Kapazität änderte sich das Schirmbild der Rechteckspannung. Die Kapazität wurde so lange verändert, bis sich ein sauberes Bild der Rechteckspannung ergab.

### **Aufgabe 3.2: Frequenzbestimmung mit Hilfe von Lissajous-Figuren**

An den Eingang CH1 des Oszilloskops wurde eine Spannung vom Regeltrenntrafo ( $\hat{u} = 9V, f = 50Hz$ ) gelegt. An den Eingang CH2 wurde eine sinusförmige Spannung des Funktionsgenerators gelegt ( $\hat{u} = 9V, f = \text{variabel}$ ). Wählte man als Darstellungsart den „REFR“-Modus aus, so erhielt man folgendes Schirmbild:

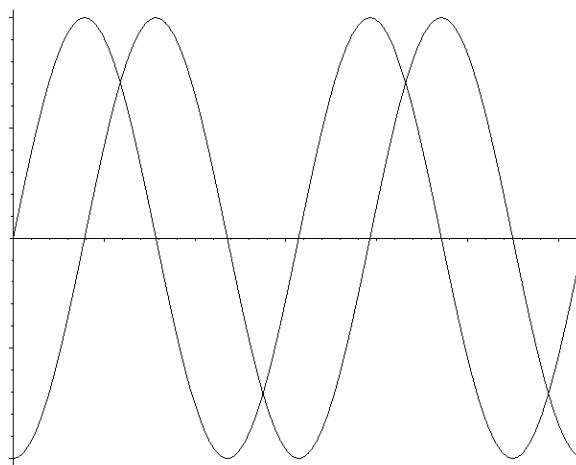


Abbildung 3

Die beiden Spannungen wurden als Funktion der Zeit dargestellt. Addiert man nun die einzelnen Spannungswerte zu einem bestimmten Zeitpunkt, und trägt diese in ein Koordinatensystem ein (x-Achse: Spannungswerte der Spannung  $u_1$ , y-Achse: Spannungswerte der Spannung  $u_2$ ) so ergeben sich sog. Lissajous-Figuren. Den gleichen Effekt erreicht man, wenn man den „XY-Modus“ am Oszilloskop wählt.

Zuerst wurde am Eingang CH1 die Spannung des Regeltrenntrafo  $\hat{u} = 9V, f = 50Hz$  gelegt. Am Eingang CH2 die Spannung des Funktionsgenerators  $\hat{u} = 9V, f = 50Hz$ . Als Darstellungsart wurde der „XY-Modus“ gewählt. Dabei ergab sich folgendes Schirmbild:

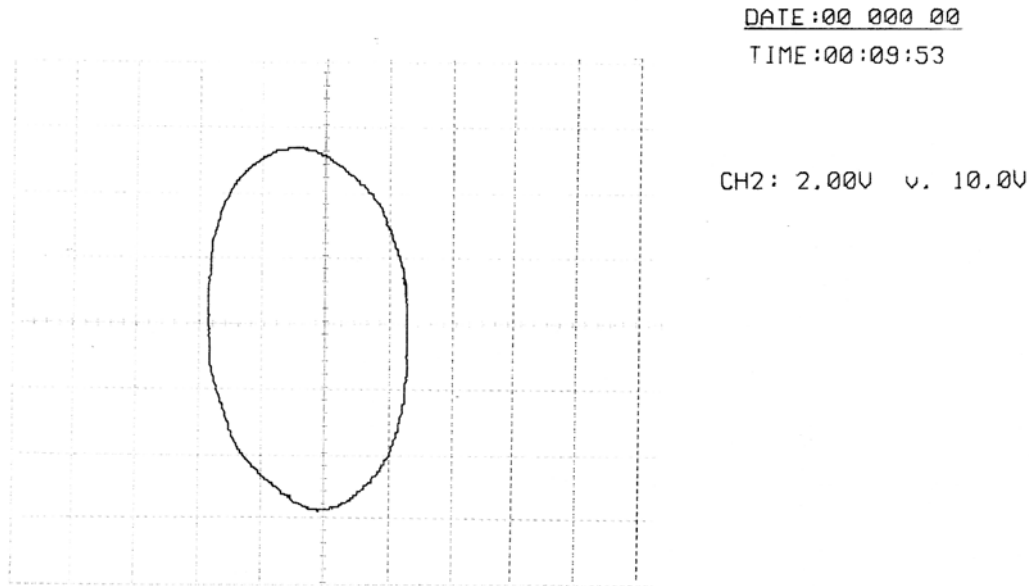


Abbildung 4

Die Abbildung 4 zeigt ein Frequenzverhältnis  $\frac{f_x}{f_y} = 1:1$ . Daraus lässt sich nun die Frequenz der Spannung am Eingang CH2 bestimmen:  $\frac{f_x}{f_y} = \frac{1}{1}; f_x = 50Hz \Rightarrow \underline{\underline{f_y = \frac{50Hz}{1} = 50Hz}}$ .

Anschließend wurde ein Frequenzverhältnis von 1:2 erzeugt. Folgendes Schirmbild wurde angezeigt:

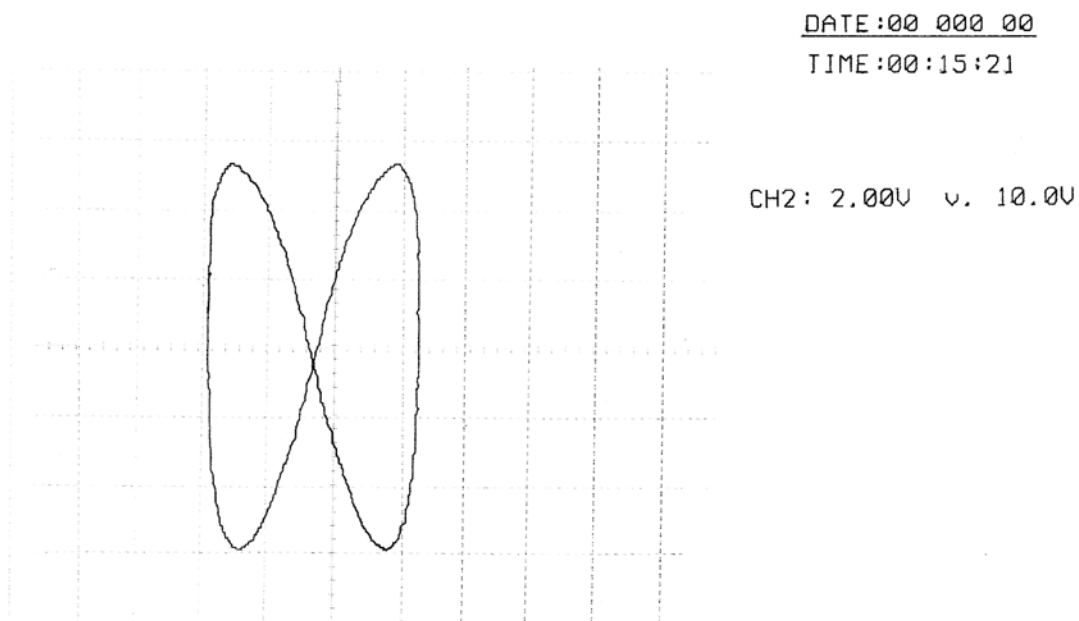


Abbildung 5

Demnach betr t die Frequenz der Spannung  $u_y$   $\frac{f_x}{f_y} = \frac{1}{2}; f_x = 50\text{Hz} \Rightarrow \underline{\underline{f_y = \frac{50\text{Hz}}{\frac{1}{2}} = 100\text{Hz}}}$ .

Die Durchführung der Messung mit dem Frequenzverhältnis 3:1 wurde nicht gefordert.

Die Rechnung würde ergeben, dass die Spannung eine Frequenz von

$u_y$  von  $\frac{f_x}{f_y} = \frac{3}{1}; f_x = 50\text{Hz} \Rightarrow \underline{\underline{f_y = \frac{50\text{Hz}}{3} = 16\frac{2}{3}\text{Hz}}}$  zur Folge hat.

### Aufgabe 3.3: Messung des Brummanteils einer Gleichspannung

Am Eingang CH1 des Oszilloskops wurde die in Bild 12 beschriebene Spannung eingespeist. Als Eingangskopplung wurde „AC“ gewählt. Dabei wurde folgendes Bild erzeugt:

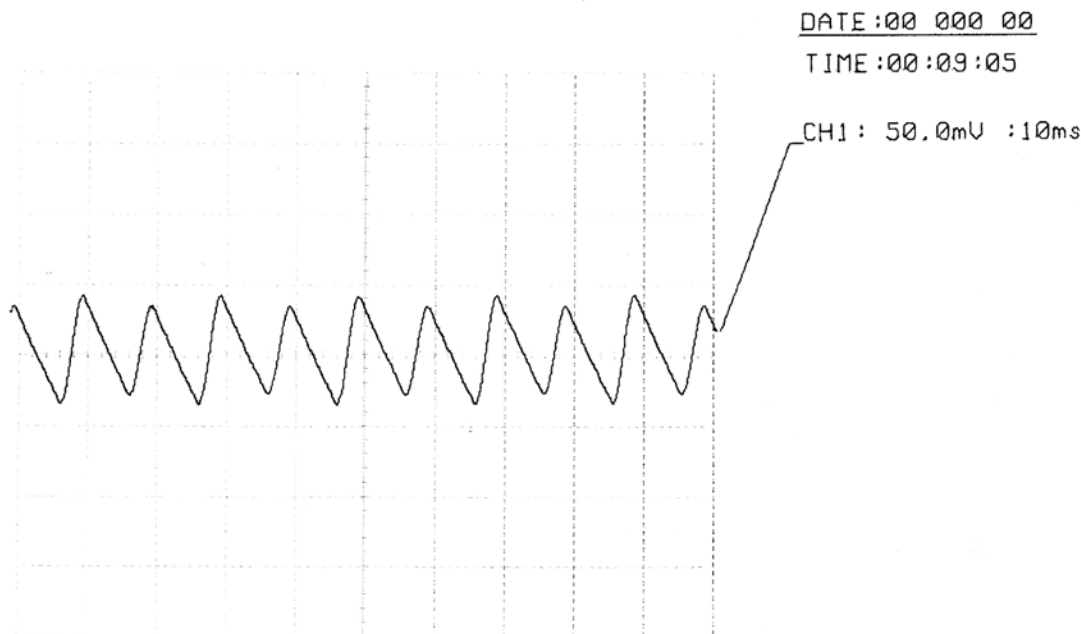


Abbildung 6

Mit der Oszilloskopeinstellung  $50\text{mV}/\text{Div}$ ,  $10\text{ms}/\text{Div}$  und Eingangskopplung „AC“ entspricht der Spannungsverlauf in Abb. 6 der Spannung, welche an C und  $R_L$  abfällt. Die Eingangskopplung „AC“ bewirkt dabei, dass der Gleichanteil der Spannung nicht dargestellt wird. Es wird nur der Wechselanteil (also der Brummanteil) angezeigt.

Wählt man als Eingangskopplung „DC“, so wird der Gleichanteil ebenfalls mit dargestellt.

Die Brummspannung wäre somit nicht sichtbar, denn ihre Amplitude ist gegenüber der, der gleichgerichteten Spannung sehr viel kleiner.

Würde man den Kondensator bzw. den Widerstand entfernen ergäbe sich nach dem Gleichrichter der gleiche Spannungsverlauf, es wäre also auch ein Brummanteil vorhanden.

Laut dieser Messung beträgt der Brummanteil:

$$\underline{\underline{f = \frac{1}{10ms} = 100Hz}}}$$

(da gleichgerichtet, doppelt so hohe Frequenz wie Eingangsspannung)

### Aufgabe 3.4: Darstellung des Aliasing-Effeks

Folgenden Messungen wurden mit einer Messschaltung wie nach Bild 13 durchgeführt. Dabei wurde eine Dreiecksspannung mit  $\hat{u} = 3V$ ;  $f = 1kHz$  an den Eingang CH1 des Oszilloskops gelegt.

3.4.1 Folgendes Bild zeigt die angelegte Dreiecksspannung mit der Oszilloskopeinstellung  $1V/Div$ ;  $200\mu s/Div$  und Eingangskopplung „DC“:

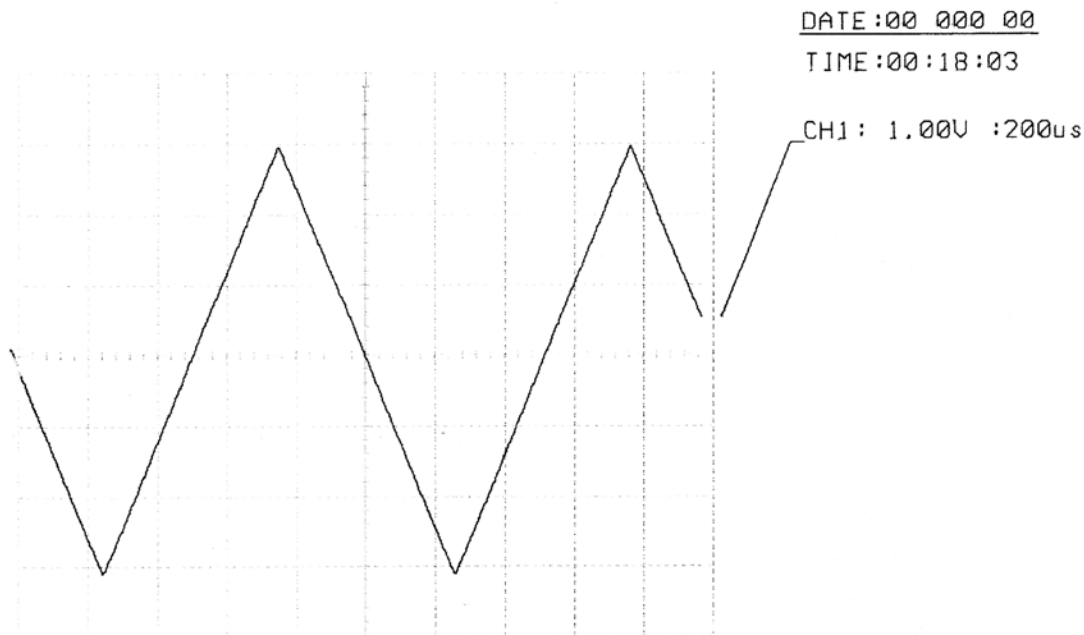


Abbildung 7

Aus dieser Messung ergibt sich eine Periodendauer von  $\underline{\underline{T = 5Div \cdot \frac{200\mu s}{1Div} = 1ms}}$ .

Die Frequenz beträgt  $\underline{\underline{f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1ms} = 1kHz}}$ .

3.4.2 Nun wurde die Zeitablenkung des Oszilloskop unter Beibehaltung aller sonstigen Einstellung und des Messaufbaus auf  $100\text{ms}/\text{Div}$  verändert. Dies ergab folgendes Bild:

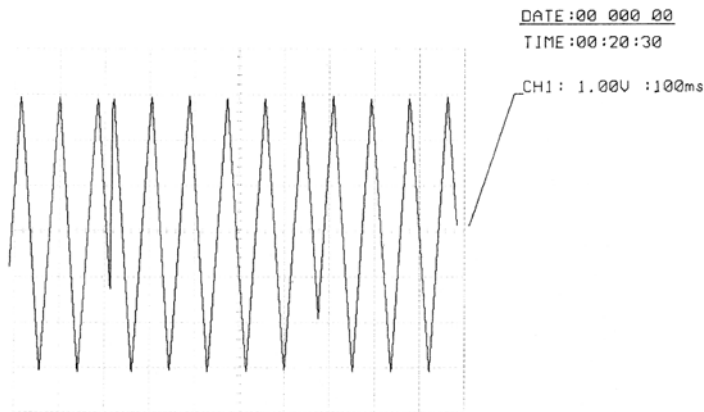


Abbildung 8

Aus dieser Messung ergibt sich eine Periodendauer von  $\underline{T} = 0,75\text{Div} \cdot \frac{100\text{ms}}{1\text{Div}} = \underline{75\text{ms}}$ .

Die Frequenz beträgt hierbei  $\underline{f} = \frac{1}{T} = \frac{1}{75\text{ms}} = \underline{13,33\text{Hz}}$ .

3.4.3 Nun wurde unter Beibehaltung des Messaufbaus die Funktion „X-Mag“ mit 200-facher Vergrößerung gewählt. Was folgendes Schirmbild ergab:

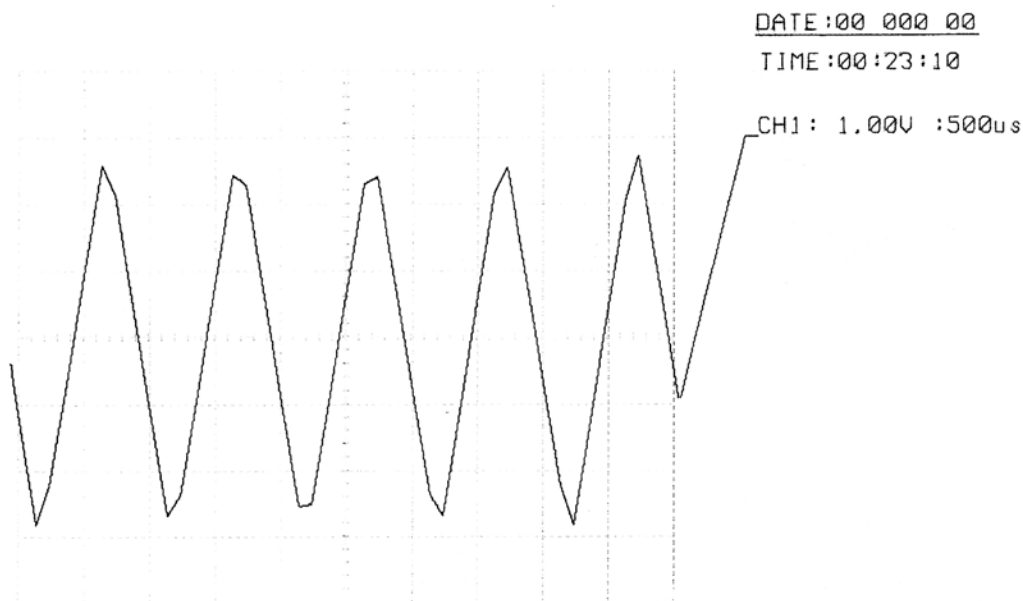


Abbildung 9

Hierbei ergibt sich eine Periodendauer von  $\underline{T} = 2\text{Div} \cdot \frac{500\mu\text{s}}{1\text{Div}} = \underline{1\text{ms}}$ .

Welche eine Frequenz von  $\underline{f} = \frac{1}{T} = \frac{1}{1\text{ms}} = \underline{1\text{kHz}}$  zur Folge hat.



**Aufgabe 3.5: Frequenzbestimmung aus der Periodendauer, Messung der Anstiegszeit  $t_a$** 

Es wurde ein Messaufbau wie in Bild 14 beschrieben verwendet. 12 V Gleichspannung von einem Konstanter wurde in einen Zerhacker eingespeist. Dieser lieferte eine Rechteckspannung, welche an den Eingang CH1 des Oszilloskops gelegt wurde.

3.5.1 Die Periodendauer und die Amplitude der Ausgangsspannung eines Zerhackers wurde mit der Eingangskopplung „AC“ gemessen. Damit ergab sich folgendes Schirmbild:

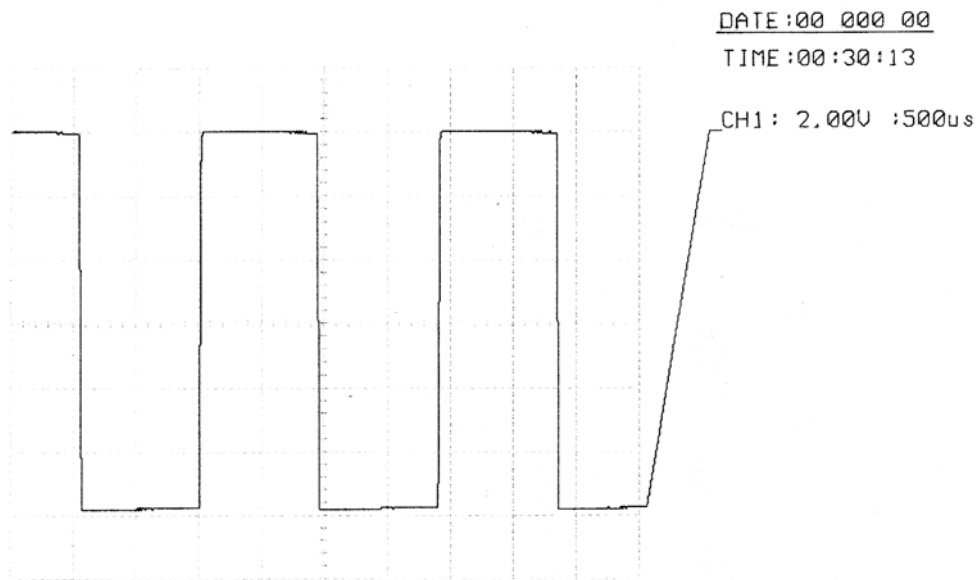


Abbildung 10

Aus diesem Schirmbild lassen sich nun die Amplitude und die Periodendauer bestimmen

$$\hat{u} = \frac{1}{2} \cdot u_{ss} = \frac{1}{2} \cdot 5,9 \text{ Div} \cdot \frac{2V}{1 \text{ Div}} = \underline{\underline{5,9V}} \quad T = 3,8 \text{ Div} \cdot \frac{500 \mu s}{1 \text{ Div}} = \underline{\underline{1,9ms}}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,9ms} = \underline{\underline{526,3Hz}}$$

3.5.2

a) Eingang wurde mit DC-gekoppelt

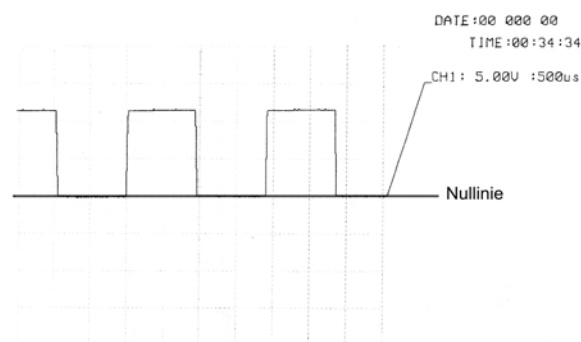


Abbildung 11

b) Eingang wurde mit AC gekoppelt

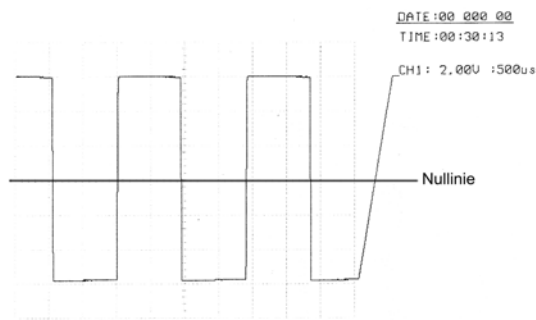


Abbildung 12

3.5.3 Der Spannungsverlauf wird mit AC-Kopplung richtig dargestellt.

3.5.4 Um die Anstiegszeit zu messen wurde die Zeitablenkung auf  $500\text{ns}/\text{Div}$  gestellt.  
Die Anstiegszeit wird zwischen 10% und 90% des Anstiegs gemessen.

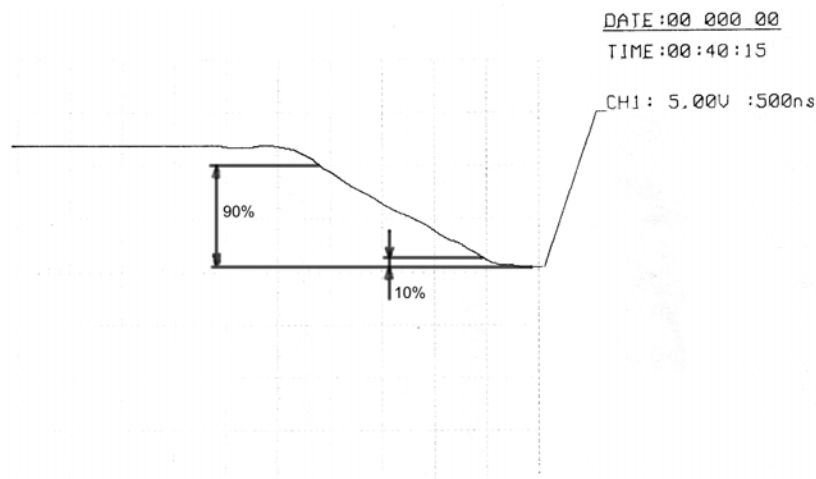


Abbildung 13

Daraus lässt sich die Anstiegszeit bestimmen:

$$\underline{\underline{t_a}} = 2,0\text{Div} \cdot \frac{500\text{ns}}{1\text{Div}} = \underline{\underline{1,00\mu\text{s}}}$$

3.5.5 Berechnung der Effektivspannungen bei „AC“- und „DC“-Betrieb.

$$\text{Bei „DC“-Betrieb: } \underline{\underline{U_{Eff}}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int U^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{1,9 \cdot 10^{-3} \text{ms}} \int_0^2 (11,8\text{V})^2 dt} = \underline{\underline{8,344\text{V}}}$$

$$\text{Bei „AC“-Betrieb: } \underline{\underline{U_{Eff}}} = \underline{\underline{\hat{u}}} = \underline{\underline{5,9\text{V}}}$$

**Aufgabe 3.6: Messung der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung**

Mit einem Messaufbau wie in Bild 15 beschrieben wurden Strom und Spannung oszilloskopiert. Die Spannung wurde dem Eingang CH1 und der Strom dem Eingang CH2 zugeführt. Die Triggerung wurde so gelegt, dass die Aufzeichnung mit dem ersten Nulldurchgang der Spannung beginnt. Anschließend wurde der Cursor in y-Richtung in den ersten Nulldurchgang der Spannung und der Cursor in x-Richtung in den ersten Nulldurchgang des Stromes gelegt. Der Abstand des Cursors in x-Richtung von 0 (Triggerung) entspricht der Phasenverschiebung in ms.

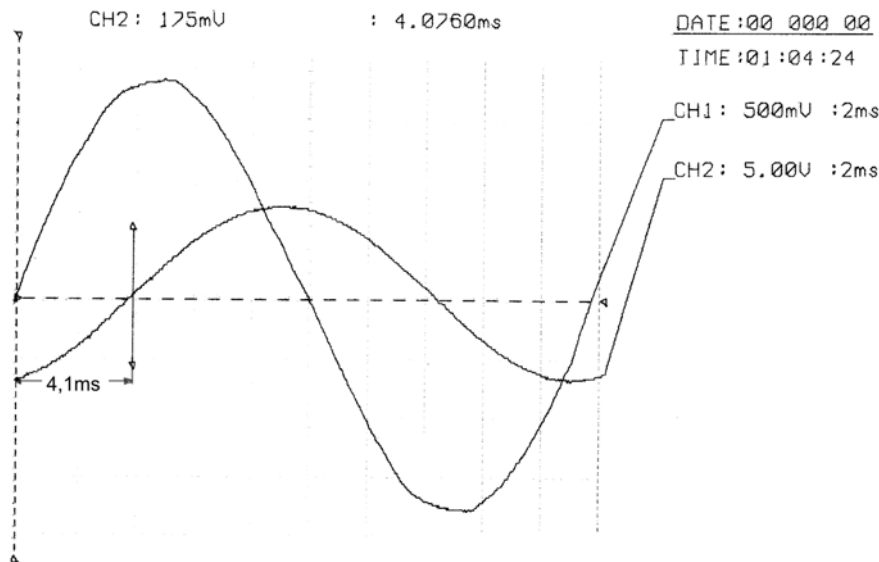


Abbildung 14

Daraus lässt sich nun der Phasenwinkel bestimmen:

Zeitpunkt des ersten Nulldurchgangs der Spannung  $0ms = 0^\circ$

Zeitpunkt des zweiten Nulldurchgangs der Spannung  $10ms = \pi = 180^\circ$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\varphi = \frac{180^\circ \cdot 4,1ms}{10ms} = 73,8^\circ}}$$

Berechnung des theoretischen Phasenwinkels:

$$jX_C = -j \frac{1}{2\pi f C} = -j \frac{1}{2\pi \cdot 50Hz \cdot 100nF} = -j31,83k\Omega$$

$$\underline{\underline{\varphi = \arctan \frac{|X_C|}{R} = \arctan \frac{31,83k\Omega}{8,2k\Omega} = 1,319rad = 75,55^\circ}}}$$

**Aufgabe 3.7: Der Ladevorgang eines Kondensators**

Mit dem Messaufbau nach Bild 16 wurde der Ladevorgang eines Kondensators aufgenommen. Dabei wurde mit 10% Pre-Triggerung gearbeitet. Der Cursor wurde nach erfolgter Messung auf ca. 63% des Endwertes der Spannung an die Kurve angebracht.

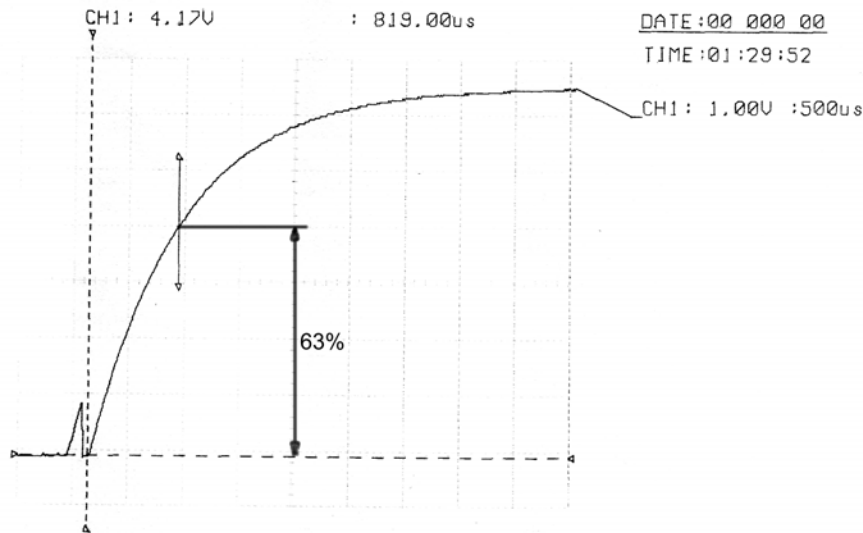


Abbildung 15

Aus der Messung ergibt sich folgende Zeitkonstante:  $\tau = 0,819ms$

Der theoretische Wert beträgt:  $\tau = R \cdot C = 100nF \cdot 8,2k\Omega = 0,82ms$

**Aufgabe 3.8: Hystereseschleife eines magnetischen Kreises und zeitliche Verläufe**

Der Versuch konnte nicht durchgeführt werden, da der Trenntrafo defekt war.

Berechnung der Flussdichte:

$$\hat{B} = \frac{\hat{U}}{2\pi N_1 A} = \frac{\sqrt{2} \cdot 11V}{2\pi \cdot 50Hz \cdot 350 \cdot 150mm^2} = 0,943T$$

$$B = \frac{\hat{B}}{\sqrt{2}} = 666,9mT$$