

Elektronik Praktikum – Versuch 0: Einführung und Vorversuch

Angelo V. Brade*¹

¹Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

27. August 2024

*s72abrad@uni-bonn.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Theorie	1
2.1	Das Netzgerät	1
2.2	Signalquellen	1
2.3	Messgeräte	1
2.4	Anstiegszeit	1
3	Voraufgaben	2
3.1	Aufgabe A	2
3.2	Aufgabe B	2
3.3	Aufgabe C	2
3.4	Aufgabe D	2
3.5	Aufgabe E	2

1 Einführung

In diesem Versuch werden die folgend zu benutzenden Geräte, Netzgerät für die Versorgungsspannungen, Signalquellen und Messgeräte, wie Oszillographen, betrachtet und verstanden.

2 Theorie

2.1 Das Netzgerät

Das Netzgerät ist eine Eigenentwicklung mit 4 verschiedenen Spannungen:

1. +5 V, ca. 1 A, grüne Steckbuchse
2. +15 V, ca. 100 mA strombegrenzt, rote Steckbuchse
3. -15V, ca. 100 mA strombegrenzt, gelbe Steckbuchse
4. 0 bis 15 V regelbar, ca. 100 mA

Die Apperatur ist in Abb. 1 dargestellt.



Abbildung 1: Netzgerät

2.2 Signalquellen

Signalen lassen sich folgende beschreibene Größen zuordnen:

Spitze-Spitze: Die Differenzspannung U_{SS} , die von der unteren zur oberen Spitze geht.

Spitzenwert: Die Differenzspannung U_S , die von der x-Achse zur oberen Spitze geht.

Effektivwert: Die Spannung $U_{eff} = \sqrt{\langle U^2(t) \rangle}$ bei Wechselstrom, die die gleiche Leistung für Gleichstrom hätte. Nun lassen sich mit einem Funktionsgenerator verschieden Verläufe, wie Sägezahn- oder Sinuskurven mit verschiedenen Frequenzen und Amplituden darstellen.

2.3 Messgeräte

Die Messgeräte werden unterschieden in Digital- und Analogmessgeräte. Letzteres ist z.B. das Drehspulmessgerät,

auch Galvanometer genannt, welches auch schon in zu-vorliegen Praktika untersucht wurde. Generell lässt sich meist ein Messgerät in Messverstärker, Bereichswahlnetzwerk und Messwandler unterteilen. Der angelegte Strom durchläuft die Unterteilungen auch in dieser Reihenfolge. Als Digitalmessgerät lässt sich anstatt des Drehspulmessgeräts ein Digitalmultimeter verwenden, welches zusätzlich die Funktionalität auf die Strom- und Widerstandsmessung erweitert. Neben dem weist dieses einen kleineren Fehler auf.

Das Oszilloskop lässt sich digital, also auch analog bauen. Für die analoge Variante ist die Elektronenstrahlröhre essentiell. Dort wird, ähnlich zu einem Kathodenstrahlröhrenbildschirm, mit einer Kathode Elektronen freigesetzt und dann mit einer Anode beschleunigt. Sie werden erst mit einer zylinderförmigen Elektrode in einem Strahl gebündelt, bevor Sie von Kondensatoren in eine x- und y-Richtung abgelenkt werden. Die Apperatur ist in Abb. 2 skizziert.

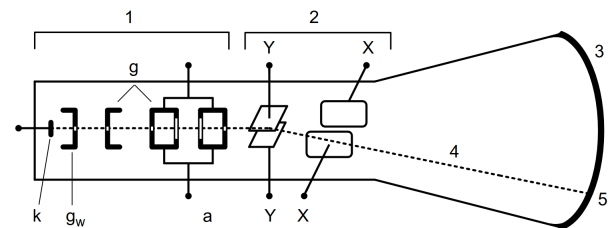


Abbildung 2: Strahlerzeugung und Ablenkung der Elektronenstrahlröhre

Die Spannungen des Kondesators der y-Richtung wird durch das zu messende Signal geliefert. Die Spannung des Kondesators der x-Richtung wird hingegen intern konstant vergrößert und bei Erreichen der Schirmbreite zurückgesetzt. Um zwei Signale zu erzeugen, wird zwischen beiden eingehenden Spannung mit 500 kHz alterniert. Durch Fluoreszenz und Trägheit des Auges erscheinen dann beide Signale gleichzeitig auf dem Schirm.

Gelegentlich ist eine Synchronisation des Signals mithilfe eines Triggers erforderlich. Dazu wird ein Sägezahnsignal als sog. Trigger Impuls angelegt.

Um einen Phasenvergleich durchzuführen lassen sich mit dem XY-Betrieb z.B. Lissajous-Figuren darstellen. Dafür werden die anliegenden Signal jeweils auf eine Achse gelegt.

2.4 Anstiegszeit

Aufgrund von Impedanzen in dem Funktionsgenerators und Oszilloskops, sowie der Frequenzbandbreite eines Geräts, haben Singal eine endliche Anstiegszeit in ihrer Spannung. Allgemein lässt sich jedes Gerät in 1. Ordnung durch einen Tiefpass beschreiben. Dies lässt sich anschaulich an einem Koaxialkabel verstehen, wobei der

Innere und Äußere Lieter einen Kondensator bilden und, wie bei dem Herz'schen Dipol, das Kabel insgesamt eine Spule mit null Windungen darstellen. So lässt sich über die Grenzfrequenz dieses vereinfachten RC-Tiefpasses eine Bandbreite

$$B = f_{\text{grenz}} = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi\tau}$$

definieren. Dabei führen wir die Zeitkonstante $\tau = RC$ ein, die außerhalb dieses Rahmens noch weitere Bedeutungen mit sich trägt.

Oft wird die Anstiegszeit Δt angegeben, die die Zeitdifferenz von 10% zu 90% der Amplitude des Signals ist. Ferner wird noch gezeigt, dass $B \cdot \Delta t \approx 0.35$.

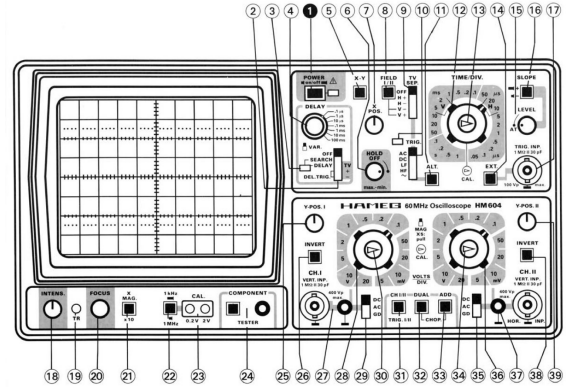


Abbildung 3: Frontalansicht des Oszilloskops

3 Voraufgaben

3.1 Aufgabe A

Für eine Spannung $U(t) = U_0 \sin \omega t$ ist $U_{\text{SS}} = 2 \cdot U_0$, $U_S = U_0$ und $U_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} U_0$. Letzteres wurde wegen der Definition von $U_{\text{eff}} = \sqrt{\langle U^2(t) \rangle}$ mit der trivialen Sinusintegration von 0 bis f^{-1} durchgeführt.

3.2 Aufgabe B

Für eine Spannung von $U_S = 10 \text{ V}$ ist $U_{\text{eff}} = 10 \text{ V}$, da durch die Quadrierung die Integration sich zu $\frac{U_S^2}{f}$ ergibt.

3.3 Aufgabe C

$$U_n = U_0 \frac{R_n}{R_n + R_i}$$

Wähle $U_n \in \{U_1, U_2\}$ und setzt über U_0 gleich.

$$\begin{aligned} \Rightarrow U_1 \frac{R_1 + R_i}{R_1} &= U_2 \frac{R_2 + R_i}{R_2} \\ \Rightarrow U_1 \left(1 + \frac{R_i I_1}{U_1} \right) &= U_2 \left(1 + \frac{R_i I_2}{U_2} \right) \\ \Rightarrow U_1 + R_i I_1 &= U_2 + R_i I_2 \\ \Rightarrow R_i (I_1 - I_2) &= U_2 - U_1 \\ \Rightarrow R_i &= \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2} \end{aligned}$$

Mit $U_2 = 20 \text{ V}_{\text{SS}}$, $R_2 = \infty \Rightarrow I_2 = 0 \text{ A}_{\text{SS}}$ und $U_1 = 10 \text{ V}_{\text{SS}}$, $R_1 = 50 \Omega \Rightarrow I_1 = 0.2 \text{ A}_{\text{SS}}$ folgt $R_i = 50 \Omega$.

3.4 Aufgabe D

Um sich das Oszilloskop vertrauter zu machen betrachten und vergleichen wir Abb. 3 mit Abb. 4.

Front Panel Elements HM 604

Element	Function	Element	Function
1 POWER on/off (pushbutton + LED)	Mains switch; when depressed: on. LED indicates operating condition.	21 X-MAG. x10 (pushbutton)	10 fold expansion in X direction. When depressed, max. resolution = 5 mV/cm.
2 DELAY OFF, SEARCH DELAY, DEL. TRIG. (TV +/-) (lever switch)	5pos. switch for DELAY mode operation: OFF = normal; SEARCH = delay time select; DELAY = delayed timebase. Turning TIME/DIV. cw = expansion. DEL. TRIG. = additional triggering after delayed time has elapsed. TV +/- = selection of slope from delayed signal when in TV trig. mode.	22 1kHz - 1MHz (pushbutton)	Selects calibrator frequency. Button released = 1 kHz; button depressed = 1 MHz.
3 DELAY (LED)	Indicator for DELAY mode: OFF = normal; SEARCH = flashes DELAY = permanently illuminated.	23 CAL. 0.2V-2V (test sockets)	Calibrator square wave output, 0.2V _{pp} or 2V _{pp} (freq. adjust 2)
4 DELAY (7pos. rotary switch, outer knob. Fine adjustment = center pot.)	Coarse adjustment of delay time. Operative only during SEARCH, DELAY and DEL. Trig modes of DELAY lever switch.	24 COMPONENT TESTER (pushbutton switch and single pole socket)	Switch to convert oscilloscope to component tester mode. Connector for single test lead. Second test lead is connected to chassis ground socket.
5 X-Y (pushbutton)	Selects XY operation. Switches off the internal timebase generator and connects channel II (HOR. INP) to the X-amplifier.	25 Y-POS I (knob)	Controls vertical position of channel I display.
6 HOLD OFF (knob)	Controls holdoff time between sweeps. Normal position = fully cw.	26 INVERT (CH I) (pushbutton)	Inversion of CH. I display. In combination with ADD button 28 = difference CH. II - CH. I. (Does not influence triggering).
7 X-POS. (knob)	Controls horizontal position of trace.	27 CH. I (BNC connector) (Ground (4mm socket))	Channel I signal input. Input impedance 1MΩ 30pF. Separate ground jack.
8 FIELD/I/I (pushbutton)	Selects first or second half frame (only in TV SEP. V+ or V- position).	28 VOLTS/DIV. (12 position rotary switch)	Channel I input attenuator. Selects Y input sensitivity in mV/div. or V/div. in 1-2-5 sequence.
9 TV SEP. (lever switch)	Switch for TV sync separator. OFF = normal operation, V+ / V- = trig. of line (pos. or neg.) V+ / V- = trig. of frame (pos. or neg.).	29 DC-AC-GD (slide switch)	Selects input coupling of CH. I vertical amplifier. DC = direct coupling; AC = coupling via capacitor; GD = signal disconnected from input. Y amplifier input grounded.
10 TRIG. (AC-DC-HF-LF-~ (lever switch, LED indicator))	Trigger selector: AC: 10Hz - 20MHz; DC: 0 - 20MHz; HF: 50kHz - 100MHz; LF: 0 - 50kHz; ~: Internal line triggering. LED illuminated, when timebase is triggered.	30 Variable Y amplification (knob, pull-push switch)	Fine adjustment of Y amplitude CH. I. Increases attenuation factor min. by 2.5 (left hand stop). For amplitude measurements must be in CAL. position (right hand stop). When knob pulled out increasing sensitivity by a factor of 5 (max. 1 mV/div.).
11 ALT. (pushbutton)	Alternating triggering in dual channel mode.	31 CH. II/II-TRIG. I/II (pushbutton)	No button depressed: CH. I only and triggering from channel I. When depressed, channel II only and triggering from channel II. (Trigger selection in DUAL mode).
12 TIME/DIV. (23 step rotary switch)	Selects time coefficients (speeds) of timebase from 0.05μs/cm to 1 s/cm.	32 DUAL (pushbutton)	Button depressed: channel I and channel II in alternating mode. DUAL and ADD buttons depressed: CH. I and CH. II in chopped mode.
13 Variable timebase control (center knob)	Variable adjustment of timebase. Decreases X deflection speed at least 2.5 fold. For time measurements turn to right hand stop.	33 ADD. (pushbutton)	ADD depressed only: algebra addition; In combination with INVERT: difference.
14 EXT. (pushbutton)	Input for external trigger signal. Trigger input signal via 2.	34 Variable Y amplification (knob, pull-push switch)	Fine adjustment of Y amplitude CH. I. Increases attenuation factor min. by 2.5 (left hand stop). For amplitude measurements must be in CAL. position (right hand stop). When knob pulled out increasing sensitivity by a factor of 5 (max. 1 mV/div.).
15 LEVEL (knob)	Adjustment of trigger level. Automatic triggering in AT position (knob on left hand stop).	35 DC-AC-GD (slide switch)	Selects input coupling of the CH. II vertical amplifier. Similar to 29.
16 SLOPE +/- (pushbutton)	Selection of triggering on positive or negative going edge of signal.	36 VOLTS/DIV. (12 position rotary switch)	Channel II input attenuator. Selects Y input sensitivity in mV/div. or V/div. in 1-2-5 sequence.
17 TRIG. INP. (BNC connector)	Input for external trigger signal. (Pushbutton 24 depressed).	37 CH. II (BNC connector) (Ground (4mm socket))	Channel II signal input. Input impedance 1MΩ 30pF. Separate ground jack.
18 INTENS. (knob)	Intensity control for trace brightness.	38 INVERT (CH II) (pushbutton)	Inversion of Channel II display. Similar to 26.
19 TR (potentiometer adjustment with screwdriver)	Trace Rotation. To align trace with horizontal graticule line. Compensates influence of earth's magnetic field.	39 Y-POS. II (knob)	Controls vertical position of CH. II display. No function in XY mode.
20 FOCUS (knob)	Focus control for trace sharpness.		

K2 604

Subject to change without notice

Abbildung 4: Beschriftung des Oszilloskops

3.5 Aufgabe E

Um zu Zeigen, dass $\Delta t \cdot B \approx 0.35$, müssen wir mit

$$U(t) = U_0 \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right]$$

die Zeitpunkte t_1 und t_2 berechnen.

$$U(t) = U_0 \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right] \quad (1)$$

$$\Rightarrow t = -\tau \ln \left(1 - \frac{U(t)}{U_0} \right) \quad (2)$$

Mit $U(t_1) = 0.1U_0$ und $U(t_2) = 0.9U_0$ ergibt sich

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (3)$$

$$= \tau \ln 0.9 - \tau \ln 0.1 \quad (4)$$

$$= \tau \ln 9 \quad (5)$$

Somit erhalten wir

$$B \cdot \Delta t = \frac{1}{2\pi\tau} \cdot \Delta t \quad (6)$$

$$= \frac{1}{2\pi\tau} \tau \ln 9 \approx 0.35 \quad (7)$$

Abbildung 5: Frontalansicht des Oszilloskops