	Laborpraktikum	
	FB AI Prof. Dr. J. Krauser	
Hochschule für angewandte Wissenschaften (FH) W e r n i g e r o d e	Versuch: ET 1 Version: 09.05.05	Thema: <b>Versuche mit dem Oszilloskop</b>

### Versuchsziele

1. Kennenlernen der Bedienung und der Betriebsarten des Zweikanal-Oszilloskops HM 303-6
2. Messen von Spannung und Stromstärke mit dem Oszilloskop
3. Messen der Amplitude, Frequenz und Periodendauer von Wechselgrößen

### Versuchsgrundlagen und Versuchsvorbereitung

Oszilloskope (Elektronenstrahl-Oszillografen) dienen in der elektronischen Messtechnik vorwiegend zur Darstellung und Messung zeitabhängiger elektrischer Größen. Die oszillografischen Messungen im Laborversuch ET 16 werden mit einem Zweikanaloszilloskop durchgeführt. Der innere Aufbau des verwendeten Oszilloskops HM 303-6 wird in der Betriebsanleitung von Hameg-Instruments beschrieben, die bei Bedarf aus dem Internet ([www2.hs-harz.de/~wbaier](http://www2.hs-harz.de/~wbaier)) im PDF-Format heruntergeladen werden kann. Im Anhang dieser Versuchsanleitung befindet sich eine Kurzerklärung der 40 Bedienelemente des Oszilloskops HM 303-6.

Die Aufzeichnung eines Signals ist mit dem Oszilloskop nur dann möglich, wenn die Zeitablenkung getriggert wird. Die Triggerrung muss synchron mit dem Messsignal erfolgen, damit sich auf dem Bildschirm ein stehendes Bild ergibt.

#### **Automatische Triggerung**

Bei ungedrückter Taste (21) AT/NM (Automatische Triggerung) wird die Zeitablenkung auch ohne angelegte Messspannung oder externe Triggerspannung periodisch ausgelöst. Ohne Messspannung ist nur die Zeitachse der ungetriggerten Zeitablenkung zu sehen. Bei anliegender Messspannung beschränkt sich die Bedienung im Wesentlichen auf die richtige Amplituden- und Zeitbasis-Einstellung bei sichtbarem Strahl. Eine Triggerpegel-Einstellung (10) ist bei automatischer Triggerung nicht möglich.

#### **Nichtautomatische Triggerung**

Im Modus „Nichtautomatische Triggerung“ - Taste AT/NM (21) gedrückt - und entsprechender Trigger-Pegel-Einstellung kann die Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle der Signalflanke erfolgen. Der mit dem LEVEL-Einstellknopf (10) erfassbare Triggerbereich ist stark abhängig von der Amplitude des Triggersignals. Bei falscher Trigger-Pegel-Einstellung bleibt daher der Bildschirm dunkel.

#### **Alternierende Triggerung**

Mit der alternierenden Triggerung - Taste ALT (22) gedrückt - kann bei alternierendem Dualbetrieb von beiden Kanälen K I (28) und K II (32) mit AT- oder NM-Triggerung (NM = normal modus, nichtautomatisch) gearbeitet werden. Die beiden Signalfrequenzen können dabei zueinander asynchron sein. Um die beiden Signale im Rasterfeld beliebig gegeneinander verschieben zu können, sollte für beide Kanäle die AC-Ankopplung (29, 33) verwendet werden. Das Triggersignal wird dabei alternierend dem gerade dargestellten Kanal entnommen. Die Darstellung nur eines Signals ist bei alternierendem Betrieb mit dieser Triggerart nicht möglich.

### **Netztriggerung**

Zur Triggerung mit der Netzfrequenz (AT/NM und ALT gedrückt) wird eine Spannung aus dem Netztransformator als Triggersignal (50 Hz) genutzt. Diese Triggerart ist unabhängig von Amplitude und Frequenz des Y-Signals und empfiehlt sich daher für alle Signale, die netzsynchron sind. Dies gilt ebenfalls - in gewissen Grenzen - für ganzzahlige Vielfache oder Teile der Netzfrequenz. Die Netztriggerung erlaubt eine Signaldarstellung auch unterhalb der Triggerschwelle. Sie ist deshalb besonders geeignet zur Messung kleiner Brummspannungen von Netzgleichrichtern oder netzfrequenten Einstreuungen in eine Schaltung.

### **Betriebsarten der Vertikalverstärker**

Die gewünschte Betriebsart der Vertikalverstärker wird mit 3 Tasten im Vertikal-Mode-Feld gewählt. Für Mono-Betrieb werden alle Tasten ausgerastet. Dann ist nur Kanal I (28) betriebsbereit. Bei Mono-Betrieb mit Kanal II (32) ist die Taste CH I/II (15) zu drücken. Diese Taste trägt unten die Bezeichnung TRIG. I/II, weil damit gleichzeitig die Kanalumschaltung der Triggerung erfolgt. Wird die Taste DUAL (16) gedrückt, erfolgt die Aufzeichnung alternierend. Die Signaltbilder beider Kanäle werden abwechselnd einzeln dargestellt und sind bei schneller Zeitablenkung gleichzeitig sichtbar. Für das Oszilloskopieren langsam verlaufender Vorgänge mit Zeitkoeffizienten  $\geq 1$  ms/cm ist diese Betriebsart nicht geeignet, da das Schirmbild zu stark flimmert. Im Chopper-Mode - Add + Dual gedrückt (16,17) werden daher beide Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet, so dass langsam verlaufende Vorgänge dann flimmerfrei aufgezeichnet werden können.

Wird nur die Taste ADD (17) gedrückt, werden die Signale beider Kanäle algebraisch addiert ( $I \pm II$ ). Ob sich hierbei die Summe oder die Differenz der Signalspannungen ergibt, hängt dabei von der Phasenlage der Signale und von der Stellung der INVERT-Taste (35) ab.

### **Versuchsdurchführung**

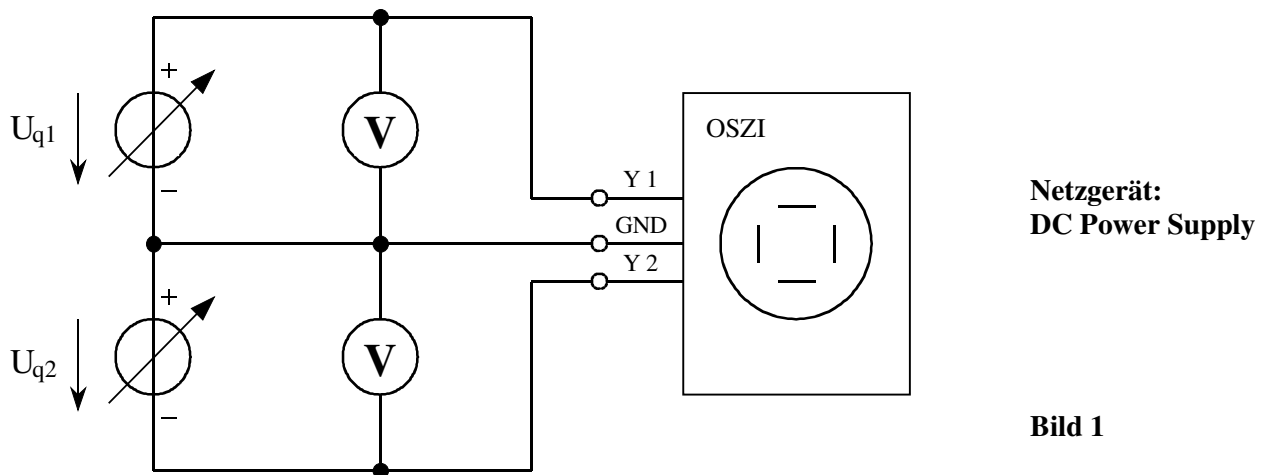
Zunächst sind vorwiegend Beobachtungsaufgaben durchzuführen. Dokumentieren Sie sofort stichpunktartig alle Beobachtungsergebnisse!

#### **1. Kennenlernen der Bedienung, Voreinstellungen**

- Y-Teiler beider Kanäle (13) und (18) auf 5 V / DIV. einstellen
  - Feineinsteller (14), (19) und (25) auf Rechtsanschlag (kalibrierte Stellung) einstellen
  - alle Drucktaster ausrasten
  - Drucktaster Dual-Mode (16) und DC (29, 33) einrasten
  - Zeitbasis (24) auf 1 ms / DIV. einstellen
  - Fokus (4) scharf einstellen, Intensität (2) auf niedrigen Wert einstellen
  - Lage der Strahllinie von Kanal I (5) auf Rasterung 20 (20 mm von unten) und von K II (8) auf Rasterung 60 (60 mm von unten) einstellen
- 1.1. Einzelkanalsteuerung  
Dual (16) abschalten  
CH I/II (15) wechselseitig zuschalten  
CH I/II auf Kanal 2 umschalten, Add (17) zu- und abschalten
  - 1.2. Alternierender Betrieb  
Zeitbasis (24) auf 100 ms / DIV. einstellen, Dual einschalten  
Ermitteln Sie die Einschaltdauer eines Kanals (z.B. Zeit stoppen) und vergleichen Sie diese mit der Zeitbasiseinstellung
  - 1.3. Chopper-Betrieb  
Dual einschalten (16)  
Add zu- und abschalten (Chopperbetrieb = Add + Dual), (16) und (17)

## Messen von Gleichspannungen und –strömen

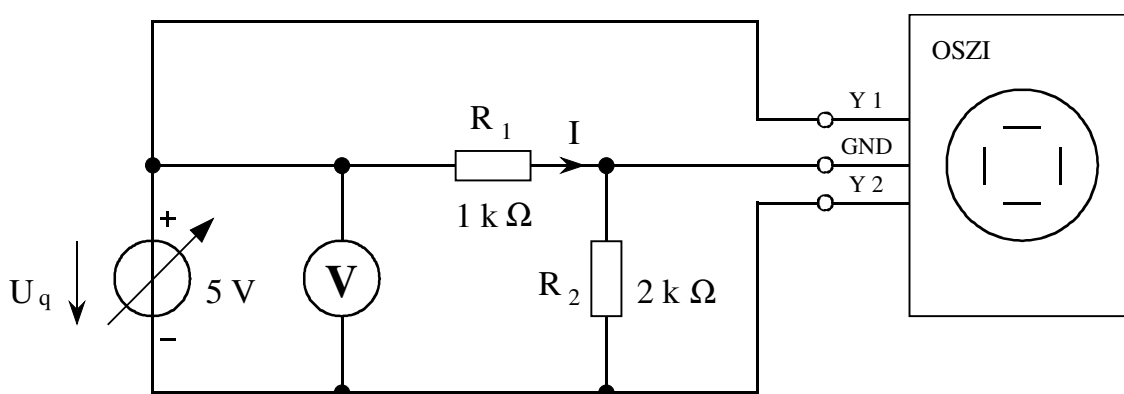
Zur Durchführung der Gleichspannungsmessungen ist die Messschaltung nach Bild 1 aufzubauen.



Stellen Sie die Zeitbasis (24) im alternierenden Dualbetrieb auf 1 ms /DIV. ein. Die Y-Steller (5), (8) beider Kanäle sind bei  $U_q = 0$  V auf die Rasterung 20 einzustellen.

- 2.1. Erhöhen Sie die Spannung an Y 1 bis zur Rasterung 60 (60 mm von unten) und messen Sie die Spannung mit dem Oszilloskop und dem Vielfachmesser!
- 2.2. Stellen Sie am Kanal I eine Spannung von + 5 V und am Kanal II eine Spannung von - 5 V ein, und untersuchen Sie die Wirkung der Schalter GD (30, 34), AC/DC (29, 33), INV (35) und YMAG x 5 (6, 7), sowie der Y-Feinteiler (14, 19).
- 2.3. Ermitteln Sie den Stellbereich der Feinteiler !

Zur Durchführung der Stromstärkemessungen ist die Messschaltung nach Bild 2 aufzubauen. Stellen Sie die Y-Verstärkung beider Kanäle auf 1 V / DIV. ein! Die Y-Steller (5, 8) sind im stromlosen Zustand auf die Mittellinie (Rasterung 40 mm von unten) des Oszilloskops einzustellen!



- 2.4. Ermitteln Sie die Stromstärke I aus dem Spannungsabfall an  $R_1$ !
- 2.5. Berechnen und messen Sie den Spannungsabfall an  $R_1$  und  $R_2$ !

### 3. Messen von Wechselgrößen

- Grundeinstellungen:
- Kanäle I und II parallel schalten
  - beide Eingangsteiler (13, 18) auf 5 V / DIV. einstellen
  - Frequenzgenerator (Multimesstation) auf  $f = 1$  kHz einstellen
  - Kanal I (5) auf Rasterung 20 (20 mm von unten) und K II (8) auf Rasterung 60 (60 mm von unten) einstellen

- 3.1. Stellen Sie eine Frequenz von  $f = 100$  Hz ein und wechseln Sie zwischen alternierendem Betrieb und Chopper-Betrieb! Stellen Sie die Zeitbasis so ein, dass mindestens zwei Perioden der Sinusschwingung angezeigt werden.
- 3.2. Wiederholen Sie die Messung mit einem Rechteck- und einem Dreiecksignal bei  $f = 100$  Hz und  $f = 50$  kHz. Bestimmen Sie die Periodendauer  $T$  für beide Schwingungen. Vergleichen Sie die Werte mit der eingestellten Frequenz am Sinus-Generator.
- 3.3. Wechseln Sie zwischen automatischer Triggerung und nichtautomatischer Triggerung (21)! Verschieben Sie den Triggerzeitpunkt mit dem Level-Poti (10)!

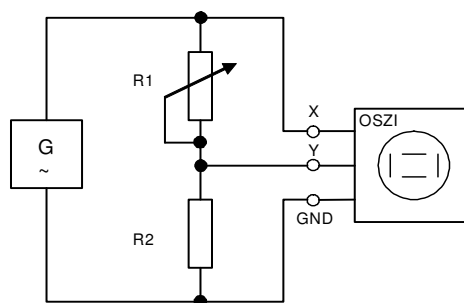
### 4. Alternierende Triggerung

- Grundeinstellungen:
- Parallelschaltung der Kanäle am Oszilloskop entfernen
  - Generator MS-9140 auf  $f = 1$  kHz (Sinus) einstellen und an K I anschließen
  - Generator HM 8032 auf  $f = 1$  kHz einstellen und an K II anschließen

- 4.1. Oszillografieren Sie das Sinussignal mit beiden Kanälen. Stellen Sie die Zeitbasis so ein, dass mindestens zwei Perioden der Sinusschwingung angezeigt werden.
- 4.2. Erkunden Sie die Wirkung der Taste 15 sowohl im Einkanal- als auch im Zweikanalbetrieb!
- 4.3. Erkunden Sie die Wirkung der Taste 22 (alternierende Triggerung)! Beachten Sie, dass die alternierende Triggerung nicht im Chopperbetrieb funktioniert.


### 5. X-Y-Betrieb, Messen von Strom-Spannungs-Kennlinien



Bauen Sie folgende Schaltung mit  $R_1 = 5,6$  k $\Omega$  und  $R_2 = 100$   $\Omega$  auf:



- 5.1 Stellen Sie am Frequenzgenerator eine Dreiecksspannung mit  $f = 50$  Hz ein und betreiben Sie das Oszilloskop im x-y-Betrieb. Am Schirm zeigt sich eine Gerade, deren Steigung mit dem Potentiometer  $R_1$  verändert werden kann. Geben Sie eine Erklärung für das Zustandekommen dieser Kennlinie. Bestimmen Sie den Widerstand des Potentiometers  $R_1$  bei verschiedenen Stellungen des Drehknopfs.
- 5.2 Ersetzen Sie das Potentiometer  $R_1$  durch einen temperaturabhängigen Widerstand. Bestimmen Sie den Wert dieses Widerstands im kalten und im warmen Zustand (mit den Fingern erwärmen). Um welche Art von Widerstand handelt es sich?
- 5.3 Ersetzen Sie den temperaturabhängigen Widerstand durch eine Diode und stellen Sie die I-U-Kennlinie am Oszilloskop dar. Bestimmen Sie den differentiellen Widerstand der Diode an zwei unterschiedlichen Stellen der Kennlinie.

## Bedienungselemente HM 303 - 6 (Kurzbeschreibung – Frontbild)

	Element	Funktion
1	<b>POWER</b> (Taste + LED - Anzeige)	Netz Ein /Aus; die Leuchtdiode zeigt den Betriebszustand an.
2	<b>INTENS</b> (Drehknopf)	Helligkeitseinstellung für den Kathodenstrahl
3	<b>TRACE ROTATION</b> Trimpotentiometer (Einstellung mit Schraubendreher)	Trace Rotation (Strahldrehung), dient zur Kompensation des Erdmagnetfeldes. Der horizontale Strahl wird damit parallel zum Raster gestellt.
4	<b>FOCUS</b> (Drehknopf)	Schärfeeinstellung für den Kathodenstrahl
5	<b>Y-POS. I</b> (Drehknopf)	Einstellung der vertikalen Position des Strahles für den Kanal I; im XY-Betrieb außer Funktion.
6	<b>Y-MAG.x5</b> (Drucktaste)	Erhöht die Y-Verstärkung von Kanal I um den Faktor 5. (Maximal 1mV/cm).
7	<b>Y-MAG.x5</b> (Drucktaste)	Erhöht die Y-Verstärkung von Kanal II um den Faktor 5. (Maximal 1 mV/cm).
8	<b>Y-POS. II</b> (Drehknopf)	Einstellung der vertikalen Position des Strahles für Kanal II.
9	<b>SLOPE</b> (Drucktaste)  <b>TR</b> (LED-Anzeige)	Wahl der Triggerflanke: Taste nicht gedrückt: ansteigend, Taste gedrückt: fallend Anzeige leuchtet, wenn die Zeitbasis getriggert wird.
10	<b>LEVEL</b> (Drehknopf)	Triggerpegel - Einstellung
11	<b>X-POS.</b> (Drehknopf)	Strahlverschiebung in horizontaler Richtung
12	<b>X-MAG.x10</b> (Drucktaste)	Dehnung der X-Achse um den Faktor 10. Max. Auflösung: 10 ns/div. Im XY-Betrieb außer Funktion.
13	<b>VOLTS/DIV.</b> (12stufig. Drehschalter)	Eingangsteiler für Kanal I. Bestimmt die Y-Ablenkkoeffizienten in 1-2-5 Schritten und gibt den Umrechnungsfaktor an (V/div, mV/div).
14	<b>VAR.</b> (Drehknopf)	Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal I). Vermindert die Verstärkung max. um den Faktor 2,5. Kalibrierung am Rechtsanschlag (Pfeil nach rechts zeigend).
15	<b>CH I/II-TRIG. I/II</b> (Drucktaste)	Keine Taste gedrückt: Kanal I-Betrieb und Triggerung von Kanal I. Taste gedrückt: Kanal II-Betrieb und Triggerung von Kanal II (Triggerumschaltung bei DUAL-Betrieb).
16	<b>DUAL</b> (Drucktaste)	Taste nicht gedrückt: Einkanalbetrieb. Taste DUAL gedrückt: Zweikanalbetrieb mit alternierender Umschaltung
		DUAL und ADD gedrückt: Zweikanalbetrieb mit Chopper-Umschaltung
17	<b>ADD</b> (Drucktaste)	ADD allein gedrückt: Algebraische Addition; in Kombination mit INV. Taste: Differenzbetrieb.
18	<b>VOLTS/DIV.</b> (12stufig. Drehschalter)	Eingangsteiler für Kanal II. Bestimmt die Y- Ablenkkoeffizienten in 1-2-5 Schritten und gibt den Umrechnungsfaktor an (V/div, mV/div).
19	<b>VAR.</b> (Drehknopf)	Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal II). Vermindert die Verstärkung max. um den Faktor 2,5. Kalibrierung am Rechtsanschlag (Pfeil nach rechts zeigend).
20	<b>TRIG. MODE</b> (Schiebeschalter)  <b>AC-DC-LF-TV</b>	Wahl der Triggerankopplung: <b>AC:</b> 10 Hz – 100 MHz <b>DC:</b> 0 – 100 MHz <b>LF:</b> 0 – 1,5 kHz. <b>TV:</b> Triggerung für Bild und Zeile.

	Element	Funktion
21	<b>AT/NM</b> (Drucktaste) 	Taste nicht gedrückt: Zeitlinie auch ohne Signal sichtbar, Taste gedrückt: Zeitlinie nur mit Signal sichtbar, „normale“, d.h. nichtautomatische Triggerung mit <b>LEVEL</b> -Einstellung  <b>AT/NM</b> und <b>ALT</b> gedrückt: Triggerung mit der Netzfrequenz, dabei nichtautomatische (engl. normal) Triggerung.
22	<b>ALT</b> (Drucktaste)	Die Triggerung wird im alternierenden DUAL-Betrieb abwechselnd von Kanal I und II ausgelöst.
23	<b>HOLD OFF</b> (Drehknopf)	Verlängerung der Halte-Zeit zwischen den Ablenkperioden; Grundeinstellung = Linksanschlag
24	<b>TIME/DIV</b> (20 stufiger Drehschalter)	Bestimmt den Zeitkoeffizienten (Zeitablenkgeschwindigkeit) der Zeitbasis von 0,2 s/cm bis 0,1 $\mu$ s/cm.
25	<b>Variable Zeitbasiseinstellung</b> (Drehknopf)	Feineinstellung der Zeitbasis. Vermindert die Zeitablenkge- schwindigkeit max. 2,5 fach (Linksanschlag). Kalibrierte Stellung am Rechtsanschlag (Pfeil nach rechts zeigend).
26	<b>XY</b> (Drucktaste)	Umschaltung auf XY-Betrieb. Zuführung der horizontalen Ablenkspannung über den Eingang von Kanal I. <b>Achtung! Bei fehlender Ablenkung Einbrenngefahr.</b>
27	<b>TRIG.EXT.</b> (Drucktaste)	Umschaltung auf externe Triggerung: Die Signalführung erfolgt über die BNC-Buchse TRIG.EXT.
28	<b>INPUT CH I</b> (BNC-Buchse)	Signaleingang Kanal I und Eingang für Horizontalablenkung im XY-Betrieb. Eingangsimpedanz 1 M $\Omega$    20pF.
29	<b>AC-DC</b> (Drucktaste)	Taste für die Eingangssignalankopplung von Kanal I. Taste gedrückt: direkte Ankopplung; Taste nicht gedrückt: Ankopplung über einen Kondensator.
30	<b>GD</b> (Drucktaste)	GD-Taste gedrückt: Eingang vom Signal getrennt, Verstärker an Masse geschaltet.
31	 (4mm Buchse)	Messbezugspotentialanschluss, galvanisch mit dem Netzschutzleiter verbunden.
32	<b>INPUT CH II</b> (BNC-Buchse)	Signaleingang Kanal II. Eingangsimpedanz 1M $\Omega$    20 pF.
33	<b>AC-DC</b> (Drucktaste)	Taste für die Eingangssignalankopplung von Kanal II. Taste gedrückt: direkte Ankopplung; Taste nicht gedrückt: Ankopplung über einen Kondensator.
34	<b>GD</b> (Drucktaste)	GD-Taste gedrückt: Eingang vom Signal getrennt, Verstärker an Masse geschaltet.
35	<b>INV.</b> (Drucktaste)	Invertierung von Kanal II. In Verbindung mit gedrückter ADD- Taste = Differenzdarstellung.
36	<b>TRIG.EXT:</b> (BNC-Buchse)	Eingang für externes Triggersignal. Taste TRIG.EXT. gedrückt.
37	<b>COMP.TESTER</b> (Drucktaste)	Einschaltung des Componenten-Testers; ON = EIN, OFF = AUS.
38	<b>COMP.TESTER</b> (4mm Buchsen)	Anschluss der Testkabel für den Componenten-Tester. Linke Buchse galvanisch mit dem Netzschutzleiter verbunden.
39	<b>0,2Vpp</b> (Buchse)	Ausgang des Rechteck – Kalibrators: 0,2Vss.
40	<b>CALIBRATOR</b> 1 kHz/1 MHz (Drucktaste)	Frequenz des Kalibrator-Ausgangs. Taste nicht gedrückt: ca. 1 kHz, Taste gedrückt: ca. 1 MHz.