

Kurzanleitung zum Oszilloskop

Das Oszilloskop ist ein außerordentlich vielseitiges und universell anwendbares Messgerät. Die Möglichkeit der Darstellung und Messung des zeitlichen Verlaufs elektrischer Signale macht das Oszilloskop zu einem der wichtigsten Messinstrumente für Physiker und Elektroniker. Man unterscheidet zwischen dem klassischen, analogen Oszilloskop, welches auf der Brownschen Röhre (Kathodenstrahlröhre, CRT) basiert, und dem digitalen oder Speicheroszilloskop. Das im Praktikum eingesetzte Analog-/Digital-Oszilloskop HM507 vereint beide Gerätetypen.

Grundprinzip des analogen Oszilloskops

In der Kathodenstrahlröhre (Abb.1) werden von einer Glühkathode Elektronen emittiert und in dem elektrischen Feld zwischen Kathode und Anode beschleunigt. Mit Hilfe des gegen die Kathode negativen Wehneltzylinders kann die Intensität des Elektronenstrahls gesteuert werden (Helligkeitsregler INT.). Weitere Elektroden dienen zur Fokussierung des Strahls (Schärferegler FOC.). Die Elektronen fliegen durch die Anode hindurch, passieren das dahinter befindliche Ablensystem und treffen auf den Schirm, wo sie eine fluoreszierende Schicht zum Leuchten anregen. Das Ablensystem besteht aus einem horizontalen und einem vertikalen Plattenpaar (X und Y). Beim Anlegen einer Spannung entsteht zwischen den Platten ein elektrisches Feld, das den Elektronenstrahl aus seiner Bahn ablenkt. Der Ablenkwinkel ist proportional zur angelegten Spannung.

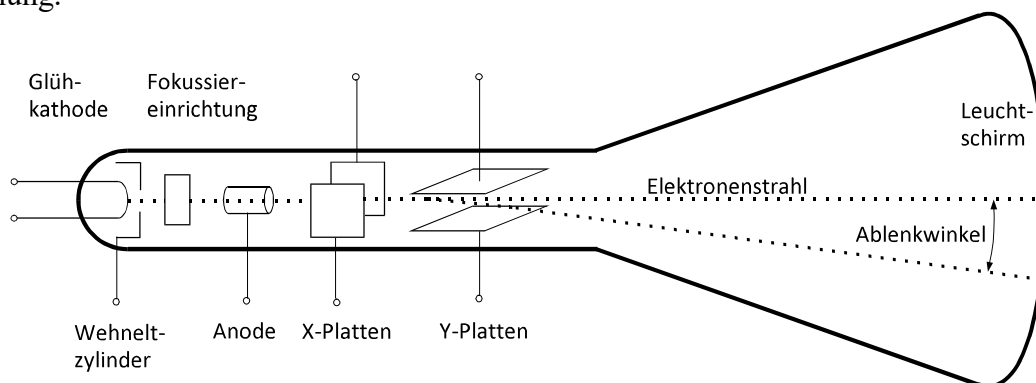


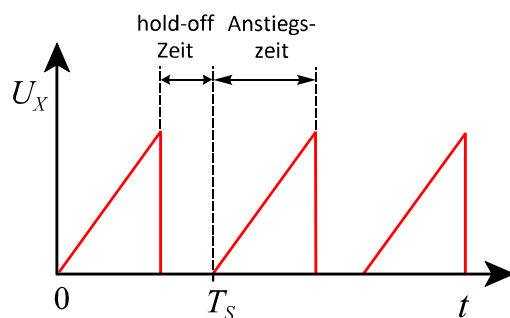
Abb.1: Aufbau einer Kathodenstrahlröhre

Um Spannungsmessungen über weite Spannungsbereiche (mV, V) durchführen zu können, wird jedes Plattenpaar durch regelbare Messverstärker angesteuert, so dass die Ablenkempfindlichkeit definiert eingestellt werden kann.

Zur Darstellung von zeitlichen Abläufen $U(t)$ wird an die X-Platten eine sogenannte

Sägezahnspannung (engl. sweep voltage, Abb.2) angelegt, die während einer bestimmten Zeit t (Anstiegszeit) linear anwächst und so den Strahl in x-Richtung mit konstanter Geschwindigkeit über den Bildschirm führt. Anschließend fällt die Spannung auf Null und der Strahl kehrt in die Ausgangsposition zurück. An den Y-Platten liegt das Messsignal $U(t)$. Während der Anstiegszeit zeichnet der Elektronenstrahl das Bild der Funktion $U(t)$ auf den Schirm. Dieses Bild wird mit jeder Periode der Sägezahnspannung neu gezeichnet. Die Anstiegszeit lässt sich in weiten Bereichen (ns ... s) regeln, um

Abb.2: Sägezahnspannung für Horizontalablenkung, Periodendauer T_s



verschieden schnelle Signale darstellen zu können.

Um stehende Bilder von periodisch ablaufenden Signalen zu erhalten, muss die Frequenz der Sägezahnspannung in einem ganzzahligen Verhältnis zur Signalfrequenz stehen. Für diese Synchronisation ist der Trigger verantwortlich. Er startet einen Sägezahnimpuls immer dann, wenn die Sägezahnspannung eine bestimmte Größe erreicht hat.

Standard-Oszilloskope besitzen zwei identische Y-Kanäle (Y1/Y2 oder CHI/CHII von engl. Channel), d.h. sie können zwei Signale gleichzeitig im selben Zeitmaßstab darstellen. Die Kanäle können einzeln oder beide (DUAL) als Funktion der Zeit, oder Kanal 1 als Funktion von Kanal 2 (XY-Mode) betrachtet werden.

Hat man ein unbekanntes Oszilloskop vor sich, so kann man in der Regel vier Gruppen von Bedienelementen für Y1, Y2, Zeitmaßstab und Trigger unterscheiden. Die Y-Verstärkung (VOLTS/DIV) für jeden Kanal und der Zeitmaßstab (TIME/DIV) können sowohl in kalibrierten Stufen (CAL, zum Messen von Spannungen und Zeiten) als auch stufenlos (VAR) verstellt werden. DIV steht für eine Rastereinheit auf dem Bildschirm (division, engl. für Skalenteil).

An den Y-Eingängen gibt es Schalter für die Eingangskopplung (AC/DC/GND). In Stellung AC ist der Eingang über einen Kondensator mit dem Verstärker verbunden, es wird nur Wechselspannung gemessen. In Stellung DC ist der Eingang direkt mit dem Verstärker verbunden, es wird Gleich- und Wechselspannung gemessen. Bei GND ist der Eingang vom Verstärker getrennt, es wird Null gemessen.

Für den Trigger kann man die Signalquelle (CHI, CHII, extern), die Triggerspannung (LEVEL), die Signalflanke (/, \) und verschiedene Modi zur Triggerung komplexer Signale einstellen.

Das Digitaloszilloskop

Ein digitales Speicheroszilloskop ahmt Funktionsweise und Bedienung des analogen Oszilloskops mit Hilfe digitaler Technik nach. Es besteht aus einer digitalen Messeinrichtung zum sehr schnellen ($10^5 \dots 10^{10}$ Messungen pro Sekunde) Abtasten und Speichern von Spannungssignalen und Software zur Verarbeitung und Anzeige. Es gibt Stand-Allone-Geräte und solche für den Anschluss an einen Computer. Die Abtastrate wird meist in der Einheit S (engl.: Sample) angezeigt, z.B. 2 MS (Mega Sample) für $2 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}$.

Bedienung des Oszilloskops HM507

Abb.3 zeigt die Frontseite des Oszilloskops. Wegen der Funktionsfülle sind die meisten Tasten mehrfach belegt. Ein langer Strich bedeutet: Taste lange drücken. Zwei kurze Striche bedeuten: 2 Tasten gleichzeitig drücken. Ein heller Piepton zeigt an, dass die Taste im aktuellen Modus keine Funktion hat oder dass bei einem Regler das Ende des Einstellbereichs erreicht ist. Folgende Besonderheiten und Möglichkeiten sollte man bei der Arbeit mit dem HM507 im Praktikum kennen:

Alle wichtigen Einstellungen werden auf dem Monitor angezeigt:

- obere Zeile: Zeitablenkoeffizient, Triggerquelle, Triggermode, Messwert
- untere Zeile: Y1- und Y2-Ablenkkoeffizient und Eingangskopplung, Betriebsart.
- Markierungen der Triggerschwelle (linker Bildrand) und bei $Y=0$ (Bildmitte)

Grundeinstellung, AUTOSET:

Zur Grundeinstellung des Oszilloskops, bzw. um überhaupt erst einmal ein Signal zu sehen, muss man nur Kanal und Eingangskopplung wählen und dann die Taste AUTOSET betätigen. Bei Bedarf kann Bildhelligkeit und Schärfe mit dem Regler INT/FOC eingestellt werden.

Achtung! AC/DC/GND lang drücken (de)aktiviert die Multiplikation $\times 10$ für Messungen mit einem Tastkopf 1:10. Im Praktikum wird kein Tastkopf verwendet, das Tastkopfsymbol vor Y1 bzw. Y2 darf nicht angezeigt werden!

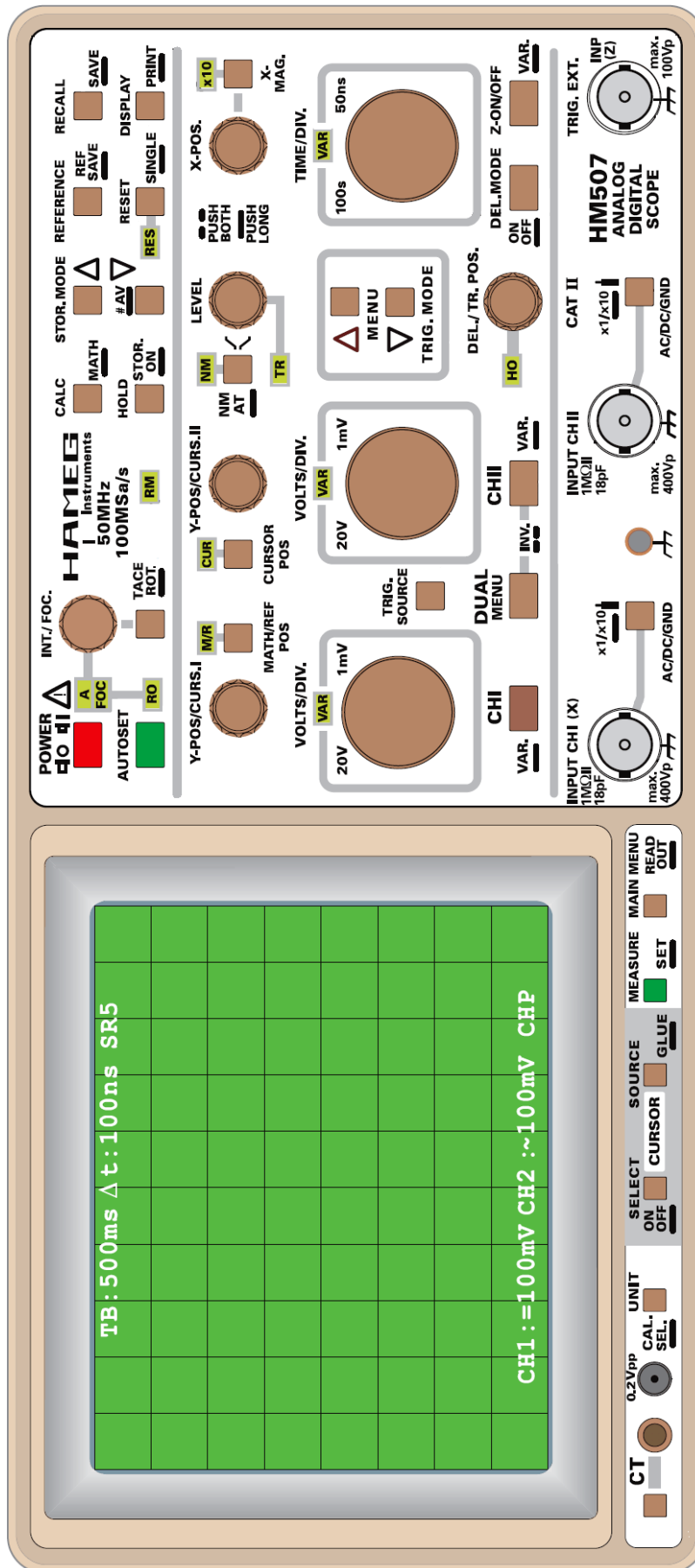


Abb.3: Frontansicht des Oszilloskops HM507

Benutzung verschiedener Triggermodi:

Standard ist die von AUTOSET aktivierte automatische Triggerung AT, bei der auch ohne Signalfanken (z.B. bei einer Gleichspannung) ein Bild angezeigt wird. Die Automatik verhindert auch, dass das Triggerlevel auf einen Wert eingestellt werden kann, der das Triggern unmöglich macht. Die Normaltriggerung NM (ohne diese Automatik) ist im Praktikum nicht sinnvoll. Wenn das Bild zittert, helfen unter Umständen die Triggermodi LF oder HF (triggern auf niedrige bzw. hohe Frequenzen). Der normale Modus ist AC, bei DC ist die Triggerquelle galvanisch an den Triggereingang gekoppelt, die Modi TvL und TvF sind für Fernsehsignale, ~ triggert auf die Netzfrequenz. Doppelbilder können eventuell durch Vergrößerung der hold-off-Zeit mit dem Regler DEL./TR.POS. (nur im Analogbetrieb) beseitigt werden.

Digitalbetrieb:

Der Digitalmodus wird mit der Taste STOR.ON ein- bzw. ausgeschaltet. Im Digitalbetrieb wird unter dem Zeitablenkoeffizienten zusätzlich die Samplingrate angezeigt. Es werden 2048 Messpunkte gespeichert; mit der Taste X.MAG. kann das Bild 10-fach gedehnt werden, um Einzelheiten zu erkennen. Der Digitalmodus sollte bei langsamen Signalen eingesetzt werden, um Bildflimmern zu vermeiden. Nur im Digitalmodus besteht die Möglichkeit des Pre- bzw. Posttriggerns (das Triggerereignis liegt nicht am Anfang der dargestellten Signalkurve, sondern früher oder später). Die Triggerposition wird mit dem Regler DEL/TR.POS eingestellt.

Die Einzelereigniserfassung (aktivieren mit SINGLE, starten mit RESET) ist nur im Digitalmodus sinnvoll anwendbar (z.B. bei Versuch M22).

Messung von Spannung, Zeit und Frequenz mit und ohne Cursor:

Unter dem Monitor befinden sich Tasten zur Bedienung des Cursors und die Taste MEASURE. Ohne Cursor wird damit das Menü AUTO MEASURE aufgerufen, mit dem verschiedene Spannungen, die Frequenz und die Periodendauer von einfachen periodischen Signalen gemessen werden können. Die Messwerte werden auf dem Monitor angezeigt. Bei komplexen oder verrauschten Signalen funktioniert das eventuell nicht richtig, dann empfiehlt sich die Verwendung des Cursors.

Ist der Cursor eingeschaltet, so ruft die Taste MEASURE das Menü CURSOR MEASURE auf, in dem man die Messgröße für die cursorunterstützte Messung auswählen kann. Die beiden Cursors sind auf dem Monitor mit I und II bezeichnet und werden mit den Reglern Y-POS/CURS.I und Y-POS/CURS.II (erst nach drücken der Taste CURSOR POS) bedient.