

Progrès techniques en électronique

## L'oscilloscope se prête-t-il également à une utilisation dans les ateliers de machines agricoles, de machines de chantier et d'appareils à moteur ?

**Dans le domaine des machines agricoles et des machines de chantier, la technique, notamment en électronique, a progressé très rapidement au cours de la dernière décennie. Etant donné la pression des coûts à laquelle sont soumis les ateliers, le diagnosticien (mécanicien) n'a pas souvent la possibilité de se pencher de manière approfondie sur toutes les informations de fond. En pratique, les solutions rapides sont l'objectif de tous les constructeurs et demandées par les clients.**

De plus en plus souvent, le diagnostic et la recherche de dysfonctionnements sur les systèmes mécatroniques (mécaniques, hydrauliques, électriques et électroniques) complexes des véhicules s'avèrent très difficiles, malgré les appareils de diagnostic et les codes d'erreur spécifiques aux marques. La mesure directe des grandeurs physiques « agissantes » (tension ou courant) effectuée dans un intervalle de temps par des capteurs, actionneurs, câblages ou ordinateurs permet souvent d'y voir plus clair. Autrement dit, ce n'est pas la valeur la plus élevée à un moment donné qui est déterminante, mais plutôt l'observation de l'évolution des signaux sur une période donnée ou, pour être plus précis, au lancement ou à l'arrêt d'un dispositif électrique. Il n'est pas rare de devoir observer l'évolution du signal sur une période très courte (ms ou  $\mu$ s – millisecondes ou microsecondes).

L'oscilloscope est indispensable pour visualiser cette courbe du signal. Actuellement, on utilise souvent des oscilloscopes à mémoire numérique plutôt que des oscilloscopes cathodiques analogiques. Outre une expérience pratique et un savoir de base en électronique, la connaissance du principe de fonctionnement de l'oscilloscope est nécessaire afin d'analyser les courbes de tension et de courant représentées.



KO (Kathodenstrahlzilloskop) mit Elektronenstrahlröhre.

Oscilloscope cathodique avec tube à faisceau électronique.



DSO (Digitales Speicheroszilloskop).

Oscilloscope à mémoire numérique.



Technischer Fortschritt im Bereich Elektronik

# Das Oszilloskop auch in der Land-, Bau- und Motorgerätekwerkstatt?

**Der technische Fortschritt bei Land- und Baumaschinen, speziell im Bereich Elektronik, ist im letzten Jahrzehnt rasant vorangegangen. Aufgrund des Kostendrucks in den Werkstätten ist es dem Diagnostiker (Mechaniker) oft nicht möglich, sich intensiv mit allen Hintergrundinformationen auseinanderzusetzen. In der Werkstattpraxis sind schnelle Lösungen das Ziel aller Hersteller und werden vom Kunden auch gefordert.**

Immer häufiger gestaltet sich die Diagnose respektive Fehlersuche an komplexen mechatronischen (mechanisch – hydraulisch – elektrisch – elektronisch) Systemen im Fahrzeug trotz markenspezifischer Diagnosegeräte sowie Fehlercodes als sehr schwierig. Das direkte Messen der «wirkenden» physikalischen Größen (Spannung oder Strom) in Abhängigkeit der Zeit an Sensoren, Aktoren, Verkabelung oder Rechnern bringt oft Klarheit – oder anders ausgedrückt: Nicht der momentan herrschende Wert ist entscheidend, sondern viel mehr die Beobachtung eines Verlaufes der Signale über eine bestimmte Zeit oder konkret

während dem Ein- oder Ausschalten eines Verbrauchers. Nicht selten ist es notwendig, den Signalverlauf in sehr kurzer Zeit (ms oder  $\mu$ s – Milli- oder Mikro-Sekunden) zu beobachten.

Um diesen Verlauf darzustellen, kommt man nicht um ein Oszilloskop herum. Heute werden anstelle von analogen Kathodenstrahloszilloskopen (KO) häufig sogenannte DSO, Digitale Speicheroszilloskope, eingesetzt. Um die dargestellten Spannungs- oder Stromverläufe auszuwerten, ist neben Praxiserfahrung und elektrotechnischem Grundlagenwissen auch die grundlegende Funktion des Oszilloskops von Bedeutung.



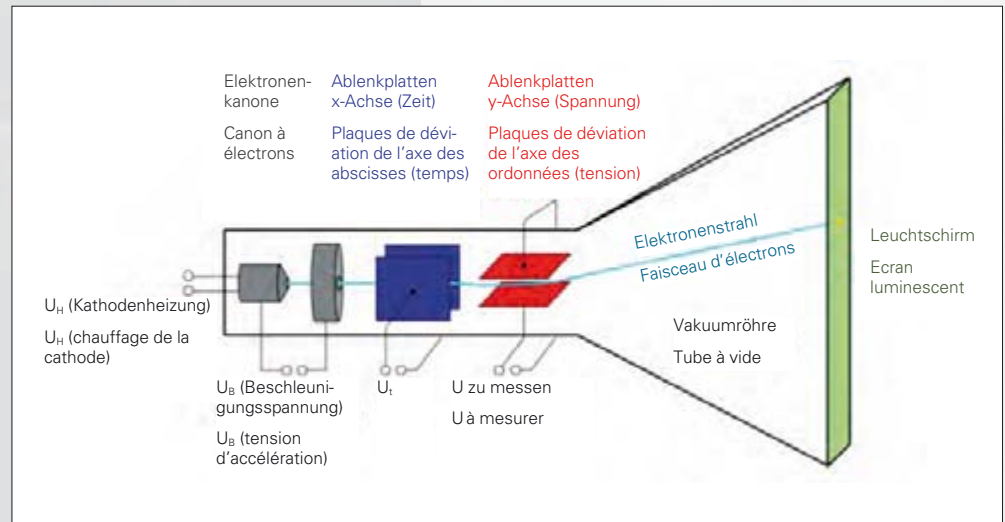
### Principe de fonctionnement

L'oscilloscope sert à représenter les variations de la tension au cours du temps. Il permet de mesurer l'évolution de la tension par l'enregistrement indirect des courants comme une chute de tension à l'aide de shunts (résistance en série) ou de pinces inductives et par leur conversion en courant grâce à la loi d'Ohm, sachant que ce n'est pas la valeur absolue précise, mais l'évolution du signal qui importe dans le cadre des mesures effectuées à l'aide d'un oscilloscope cathodique. L'oscilloscope cathodique analogique utilise un tube à faisceau électronique. Des électrons libres sont générés dans un canon à électrons et accélérés par une haute tension  $U_B$ . Les plaques de déviation séparées par une tension dévient le faisceau d'électrons horizontalement et verticalement. En arrivant sur l'écran, les électrons font alors briller les atomes du matériau dont l'écran est recouvert.

Afin d'obtenir une représentation temporelle du signal d'entrée, le point lumineux, appelé « spot » doit se déplacer horizontalement et à vitesse constante sur l'écran. Cela se produit sous l'action de la tension en dent de scie  $U_t$ . Le spot est masqué lorsque la courbe  $U_t$  baisse. La fréquence d' $U_t$  ainsi que la vitesse du spot se règlent via le bouton Time/Div, ce qui permet de sélectionner l'échelle des abscisses. L'écran est quadrillé de sorte que cette échelle est indiquée en s/div, ms/div ou  $\mu$ s/div. Le signal de mesure est transmis à l'amplificateur vertical soit directement, soit par le biais d'un condensateur. Le condensateur élimine toutes les parts de tension continue de la tension à mesurer afin de pouvoir mesurer « tout » (CC) ou uniquement la part de tension alternative (CA).

L'amplificateur vertical renforce le signal d'entrée et dirige cette tension vers les plaques horizontales. Le bouton Volts/Div permet de régler l'amplification. L'échelle des ordonnées est indiquée en V/div ou mV/div.

Le trigger est le déclencheur de la tension en dent de scie  $U_t$ . Pour qu'à chaque période d' $U_t$  s'affiche toujours la même séquence du signal de mesure  $U$ ,  $U$  et  $U_t$  ne doivent pas fonctionner indépendamment. Ainsi, le signal de mesure  $U$  indique le moment où la tension en dent de scie doit se déclencher sur une période donnée. C'est le cas lorsqu' $U$  dépasse un cer-



Der Bildschirm zeigt auf der x-Achse die Zeit und auf der y-Achse die gemessene Spannung.

L'écran indique le temps sur l'axe des abscisses et la tension mesurée sur l'axe des ordonnées.

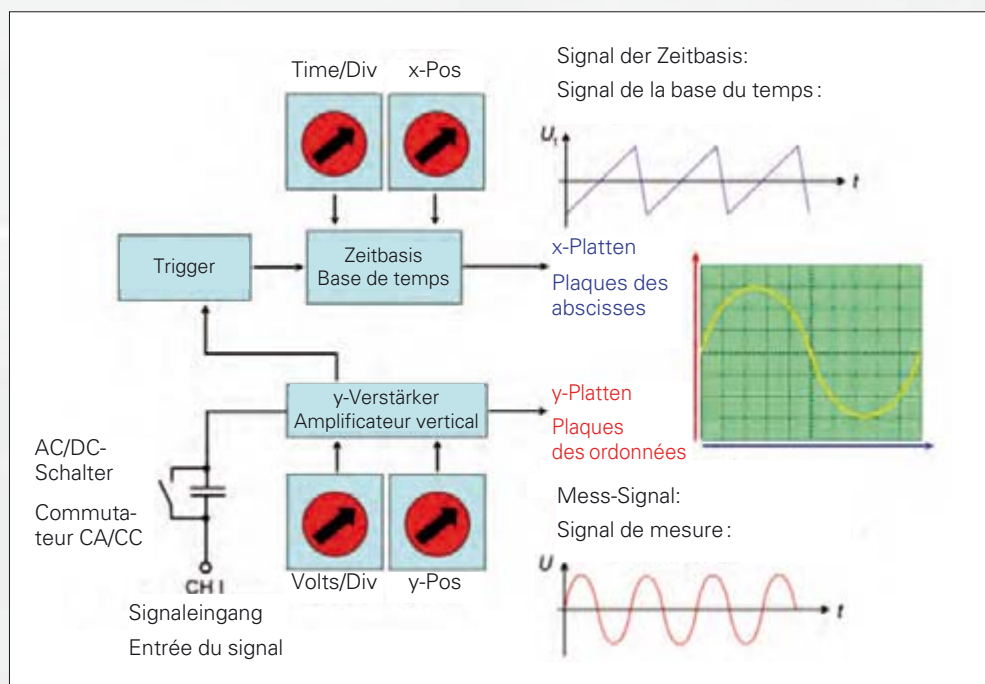
tain seuil de tension (trigger level). L'affichage est donc stable, même si la tension de mesure et la tension en dent de scie n'ont pas la même fréquence. Si la tension mesurée est toujours inférieure au seuil de déclenchement, l'affichage est continu.

Il est parfois judicieux de décaler les axes du schéma de l'écran, par exemple lorsque l'on mesure uniquement une tension continue positive. Pour cela, il convient d'utiliser les boutons x-Pos et y-Pos. Si l'oscilloscope dispose de deux entrées ou plus, plusieurs tensions différentes peuvent également être mesurées et affichées en même temps. L'oscilloscope est alors dit double trace ou multitrace.

Dans notre secteur d'activité, nous utilisons désormais majoritairement des oscilloscopes à mémoire numérique. Dépourvus de tubes à faisceau électronique, ils sont beaucoup plus petits et compacts et consomment nettement moins d'électricité. Sur le terrain, une batterie suffit à les alimenter. Le principe de fonctionnement est le même, à la différence que les signaux analogiques à mesurer sont convertis

Das Blockdiagramm verdeutlicht die Ansteuerung der Ablenkplatte:

La représentation ci-dessous montre la façon dont les plaques sont commandées :



### Das Funktionsprinzip

Das Oszilloskop dient zur Darstellung eines zeitlichen Spannungsverlaufs. Es können grundsätzlich Spannungsverläufe gemessen werden, Ströme werden indirekt mit Hilfe von Shunts (serieller Widerstand) oder Induktivzangen als Spannungsabfall aufgenommen und mit Hilfe des ohmschen Gesetzes in Strom umgerechnet, wobei bei Messungen mit dem KO nicht der genaue absolute Wert, sondern vielmehr der Verlauf eines Signals entscheidend ist.

Beim analogen Kathodenstrahlloskops wird eine Elektronenstrahlröhre verwendet. In einer Elektronenkanone werden freie Elektronen erzeugt und durch eine Hochspannung  $U_B$  beschleunigt. Ablenkplatten, zwischen denen eine Spannung anliegt, lenken den Elektronenstrahl horizontal und vertikal ab. Treffen die Elektronen schließlich auf den Schirm, werden die Atome des Materials, mit dem der Schirm beschichtet ist, zum Leuchten angeregt.

Um eine zeitliche Darstellung des Eingangssignals zu bekommen, muss sich der Leuchtpunkt in waagerechter Richtung mit konstanter Geschwindigkeit über den Schirm bewegen. Dies geschieht durch eine Sägezahnspannung  $U_t$ . Während der abfallenden Flanke von  $U_t$  ist der Leuchtpunkt ausgeblendet. Die Frequenz von  $U_t$ , und somit die Geschwindigkeit des Leuchtpunktes, wird mit dem Time/Div eingestellt. Dadurch lässt sich die Skala der x-Achse wählen. Der Schirm ist in Kästchen (Divisions) unterteilt, so dass diese Skala mit s/Div, ms/Div oder  $\mu$ s/Div angegeben wird. Das Mess-Signal wird entweder direkt oder über einen Kondensator auf den y-Verstärker gegeben. Der Kondensator filtert alle Gleichspannungsanteile der Mess-Spannung weg, sodass man entweder «alles» (DC) oder nur den Wechselspannungsanteil (AC) des Messsignals misst.

Der y-Verstärker verstärkt das Eingangssignal und legt diese Span-

nung an die y-Ablenkplatten an. Mit dem Volts/Div kann die Verstärkung eingestellt werden. Die Skala der y-Achse wird mit V/Div oder mV/Div angegeben.

Der Trigger ist der Auslöser zum Loslaufen der Sägezahnspannung  $U_t$ . Damit bei jeder Periode von  $U_t$  immer die gleiche Sequenz des Messsignals  $U$  angezeigt wird, dürfen  $U$  und  $U_t$  nicht unabhängig voneinander laufen. Stattdessen gibt das Messsignal  $U$  vor, wann die Sägezahnspannung für eine Periode gestartet wird. Das ist dann der Fall, wenn  $U$  über eine bestimmte Spannungsschwelle (Trigger Level) ansteigt. So entsteht eine stabile Anzeige, auch wenn Messspannung und Sägezahnspannung nicht die gleiche Frequenz haben. Ist die gemessene Spannung immer kleiner als die Triggerschwelle, entsteht ein laufendes Bild.

Manchmal ist es sinnvoll, die Achsen des Bildschirm-Diagramms zu verschieben, etwa wenn nur eine positive Gleichspannung gemessen

## Points importants pour travailler avec un oscilloscope :

- Les réglages de base, respectivement les grandeurs définies par l'Auto-Set sont impérativement à respecter et, éventuellement à ajuster.
- Pour afficher toute la trace, le couplage d'entrée de l'appareil doit être réglé sur CC (courant continu).
- Après la commutation de la zone de mesure, régler absolument la position de la terre (ground), ligne 0. Le contrôle s'effectue facilement avec le bouton GND (couplage d'entrée).
- Sur la plupart des appareils (bon marché), la masse de tous les canaux est commune. Des courts-circuits peuvent donc se produire si l'oscilloscope n'est pas correctement branché. Les appareils alimentés disposent en outre d'un raccordement au conducteur de protection.
- Faire attention aux pôles plus (+) et moins (-) ! La déviation du signal sur l'axe des ordonnées est dirigée vers le haut lorsque la borne centrale de la prise BNC présente un potentiel plus élevé par rapport à la borne extérieure.

en signaux numériques par des ordinateurs internes, puis affichés sur un écran souvent en couleurs. L'autre avantage est que, grâce à la numérisation, les traces peuvent être facilement enregistrées et réutilisées comme signal de comparaison. L'offre d'oscilloscopes numériques s'est fortement étoffée ces dernières années. A présent, des appareils à partir de CHF 500.– sont tout à fait aptes à être utilisés en atelier. ■

*Hanspeter Lauper, Entrepreneur agricole, enseignant et co-organisateur des cours CAN-Bus und ISOBUS au Centre de formation à Aarberg.*

## Wesentliche Punkte zum Arbeiten mit dem Oszilloskop:

- Grundeinstellungen, respektive automatisch gewählte Grössen nach einem Auto-Set sind unbedingt zu beachten und allenfalls anzupassen.
- Um den ganzen Signalverlauf darzustellen, muss die Eingangskupplung des Gerätes auf DC eingestellt sein.
- Nach dem Umschalten des Messbereichs unbedingt die Position des Ground, O-Linie, justieren. Dies kann einfach mit der Taste GND (Eingangskupplung) kontrolliert werden.
- Bei den meisten (günstigen) Geräten ist die Masse aller Kanäle zusammengefasst, das heisst, dass durch unsachgemässes Anschliessen des Oszilloskops Kurzschlüsse entstehen können. Bei Netzgeräten ist zudem eine Verbindung mit dem Schutzleiter vorhanden.
- Plus + und Minus – Pol unbedingt beachten! Der Signalausschlag an der y-Achse ist nach oben gerichtet, wenn der Mittelanschluss der BNC-Buchse gegenüber dem Aussenanschluss ein höheres Potential aufweist.

wird. Dies geschieht mit den x-Pos und y-Pos. Wenn am Oszilloskop zwei oder mehrere Eingänge vorhanden sind, können auch mehrere verschiedene Spannungsverläufe gleichzeitig gemessen und dargestellt werden. Es ist ein sogenanntes Zwei- oder Mehrkanal-Oszilloskop.

In unserer Praxis werden heute mehrheitlich DSO angewendet. Durch das Fehlen der Elektronenstrahlröhre sind sie viel kleiner, kompakter und benötigen für den Betrieb viel weniger Strom, so dass sie für den Feldeinsatz mit einem Akku versorgt werden können. Das Funktionsprinzip ist eigentlich dasselbe, nur dass die zu messenden analogen Signale durch interne Rechner in digitale Signale umgewandelt, verrechnet und auf einem meist farbigen Bildschirm angezeigt werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Signalverläufe aufgrund ihrer digitalen Aufbereitung einfach gespeichert und zum Beispiel als Vergleichssignal wiederverwendet werden können. Das Marktangebot von DSO ist in den letzten Jahren stark gewachsen, so dass heute Geräte ab CHF 500.– für den Einsatz in unserer Werkstatt durchaus geeignet sind. ■

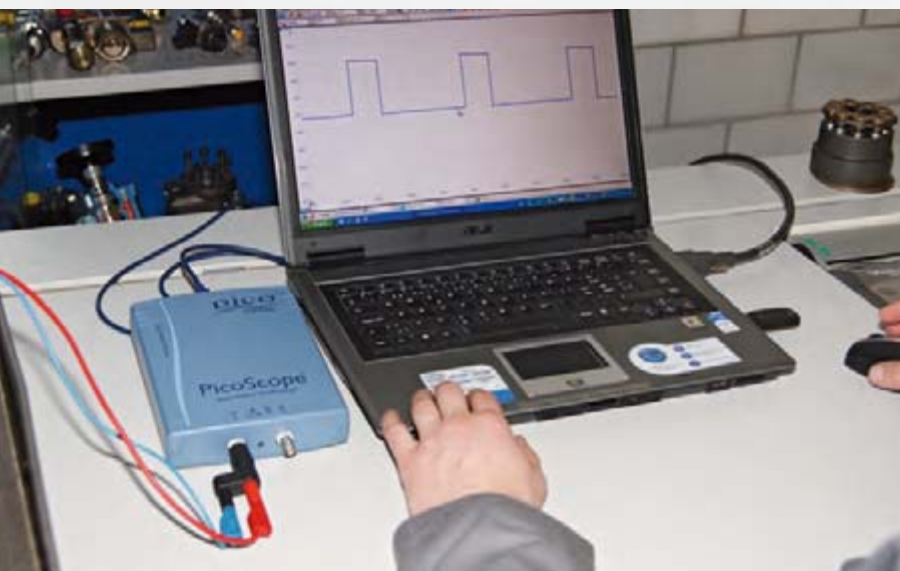
*Hanspeter Lauper, Lohnunternehmer, Fachlehrer und Mitorganisator von CAN-Bus und ISOBUS Kursen im Bildungszentrum in Aarberg.*





Mit dem akkubetriebenen Handheld-DSO können Signalverläufe und Effektivwerte schnell und mit einem Minimum an Messaufwand ermittelt werden.

Avec l'écran d'affichage de l'oscilloscope alimenté par accu on peut rapidement et avec un minimum d'outillage de mesure, déterminer la progression d'un signal ou d'une valeur effective.



Mit dem Picoscope werden die Messdaten mittels Zusatzbox aufgenommen und verrechnet. Für die Anzeige wird ein PC verwendet, wo die Daten weiterverrechnet werden können. Es ist ein grösserer Messaufwand notwendig.

Avec le picoscope les données de mesures sont acquises et traitées par un boîtier auxiliaire. Pour l'affichage, on utilise un PC portable dans lequel les données sont recalculées. La procédure de mesure est cependant plus contraignante.