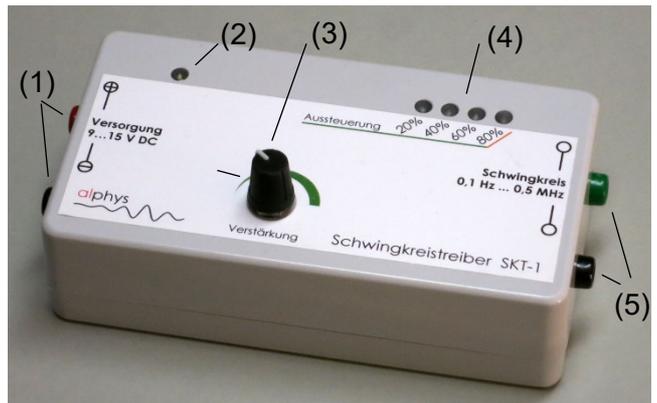


Beschreibung und Bedienungsanleitung zu Art.-Nr. 3250

## Schwingkreistreiber

- (1): 4mm-Buchsen zur Stromversorgung  
 (2): Betriebsanzeige  
 (3): Drehknopf für die Einstellung der „Entdämpfungsstärke“  
 (4): Aussteuerungsanzeige  
 (5): 4mm-Buchsen zur Verbindung mit dem Schwingkreis



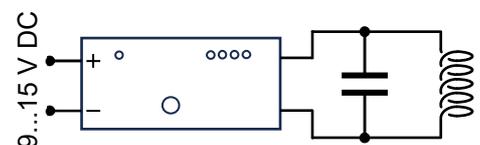
Die elektronische Schaltung in einem kompakten Kunststoffgehäuse dient dazu, fast jeden (siehe Rückseite) angeschlossenen Parallelschwingkreis zu ungedämpften Schwingungen anzuregen. Das Gerät kompensiert dabei dessen Dämpfung, so dass eine harmonische Schwingung entsteht. Einziges Bedienelement ist ein Drehknopf, mit dem sich die Stärke der Entdämpfung einstellen lässt.

### Bedienung:

- Zur Stromversorgung werden die Buchsen (1) an ein Netzgerät mit 9 bis 15V DC angeschlossen. Die maximale Stromstärke beträgt etwa 130 mA. Bei falscher Polung funktioniert das Gerät nicht, aber es entsteht kein Schaden am Gerät. Solange kein Schwingkreis angeschlossen ist, haben die LEDs der Aussteuerungsanzeige (4) keine Relevanz.

**Vorsicht: Nicht mit einer Spannung von mehr als 15 V betreiben.**

- Über die Anschlussbuchsen (5) wird die Verbindung mit dem Schwingkreis hergestellt (siehe rechts). Falls der Kondensator vorher mit Spannungen über 25 V verwendet wurde, sollte er zum Entladen zuerst mit der Spule verbunden werden und danach mit dem Gerät.
- Mit dem Drehknopf (3) lässt sich nun die Entdämpfung so weit vergrößern, dass sich eine Schwingung aufbaut, zu erkennen an der Aussteuerungsanzeige (4). Bei zu großer Amplitude entstehen Verzerrungen durch Übersteuerung. Um dies zu vermeiden, sollten höchstens die drei grünen LEDs der Aussteuerungsanzeige aufleuchten. Die maximale, verzerrungsfreie Amplitude liegt je nach Versorgungsspannung im Bereich von 7 bis 13 V. Das Gerät nimmt keinen Schaden durch Übersteuerung. Das Entstehen einer berührungsfährlichen Spannung am Schwingkreis ist ausgeschlossen.
- Die Schwingung kann mit einem Oszilloskop oder einem Spannungssensor beobachtet werden. Zur Frequenzmessung eignet sich auch ein Digitalmultimeter mit einem entsprechenden Messbereich. Frequenzen bis etwa 0,5 MHz können erzeugt werden.
- Durch Veränderungen am Schwingkreis (andere Kapazität, Einschleiben eines Eisenkerns in die Spule, Anschluss eines Messgerätes) ändert sich dessen Dämpfung. Mit dem Drehknopf kann dann die Amplitude etwas nachgeregelt werden.
- Die Ausgangskapazität des Gerätes (rund 200 pF) und die Kapazitäten der Schwingkreisspule und der Leitungen vergrößern die wirksame Kapazität im Schwingkreis. Für eine genaue Anwendung der Thomson-Formel sollte man daher entweder eine Schwingkreis-kapazität über ca. 10 nF wählen oder die parasitären Kapazitäten berücksichtigen. Außerdem kann durch die parasitären Kapazitäten eine Schwingung auch dann entstehen, wenn kein Schwingkreiskondensator angeschlossen ist.



(Fortsetzung Rückseite)

### Versuchsbeispiele in Jahrgangsstufe 12:

- Erzeugung ungedämpfter Schwingungen, Sinusform
- Test der Thomson-Formel, Induktivitätsbestimmung
- Resonanz von Schwingkreisen
- Induktivitätsänderung durch ferromagnetische oder elektrisch leitfähige Körper im Inneren einer Spule

### Funktionsprinzip und Bedingungen:

Der Schwingkreistreiber verhält sich wie ein negativer elektrischer Widerstand mit dem Betrag  $R_{\text{SKT}}$ , der zum Schwingkreis parallel geschaltet ist. Durch den negativen Widerstand wird dem Schwingkreis Energie zugeführt. Mit dem Drehknopf kann  $R_{\text{SKT}}$  im Bereich von  $\infty$  (Linksanschlag) bis etwa  $60 \Omega$  (Rechtsanschlag) eingestellt werden. Damit eine Schwingung entsteht, muss die dem Schwingkreis zugeführte Leistung im Mittel ebenso groß sein wie die durch Dämpfung verlorene. Die Kennlinie des negativen Widerstandes ist abgeflacht, damit sich eine stabile Schwingungsamplitude einstellen lässt.

Wenn die Spule keinen metallischen Eisenkern besitzt, wird die Dämpfung des Schwingkreises im Wesentlichen durch den Drahtwiderstand  $R_D$  verursacht. Die mittlere Verlustleistung ist dann  $P_{\text{ab}} = I_{\text{eff}}^2 \cdot R_D$ . Zugeführt wird dem Schwingkreis vom Schwingkreistreiber die mittlere Leistung  $P_{\text{zu}} = \frac{U_{\text{eff}}^2}{R_{\text{SKT}}}$ . Mit  $P_{\text{ab}} = P_{\text{zu}}$  und dem Scheinwiderstand  $\frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}} = \sqrt{\frac{L}{C}}$  erhält man

die 1. Bedingung  $\boxed{\frac{L}{C \cdot R_D} = R_{\text{SKT}} \geq 60 \Omega}$  (\*).

Man erkennt:  $R_{\text{SKT}}$  muss bei gegebener Induktivität umso kleiner eingestellt werden, je größer der Drahtwiderstand und die Kapazität im Schwingkreis sind. Ein Schwingkreis, bei dem ein  $R_{\text{SKT}}$ -Wert von weniger als etwa  $60 \Omega$  erforderlich wäre, lässt sich mit dem Schwingkreistreiber nicht anregen.

Beispiel 1: Für die Spule eines Experimentiertrafos mit 600 Windungen ohne Eisenkern gilt z.B.  $L \approx 9 \text{ mH}$  und  $R_D \approx 2,5 \Omega$ . Die Kapazität darf somit gemäß (\*) höchstens rund  $60 \mu\text{F}$  betragen, damit sich eine Schwingung anregen lässt. Alle Kapazitätswerte des C-Panels (Art.Nr. 3210) sind also geeignet. Bei  $C = 33 \mu\text{F}$  ergibt die Thomson-Formel eine Frequenz von rund 290 Hz.

Beispiel 2: Bei der Zylinderspule (Art.Nr. 3260) ist  $L = 0,10 \text{ mH}$  und  $R_D = 0,5 \Omega$ . Hier darf die Kapazität gemäß (\*) höchstens rund  $3,3 \mu\text{F}$  betragen, die Schwingungsfrequenz ist dann etwa 8,7 kHz. Ein Ferritstab in der Spule erhöht ihre Induktivität  $L$  signifikant, so dass damit die Bedingung (\*) auch bei einer Kapazität von z.B.  $10 \mu\text{F}$  erfüllt ist.

Eine weitere Bedingung ist, dass der Schwingkreis überhaupt schwingungsfähig ist. Der Energieverlust durch Dämpfung während einer Schwingungsperiode darf nicht zu groß sein im Vergleich zum Energieinhalt des Schwingkreises. Dies lässt sich ausdrücken durch die

2. Bedingung  $\boxed{\sqrt{\frac{L}{C}} > R_D}$ .

Der Scheinwiderstand des Schwingkreises muss also größer sein als der Drahtwiderstand  $R_D$ . Spulen mit sehr großem Drahtwiderstand  $R_D$  (z.B. die Induktionsspule Art.Nr. 1090) sind deshalb schlecht geeignet als Schwingkreisspulen.