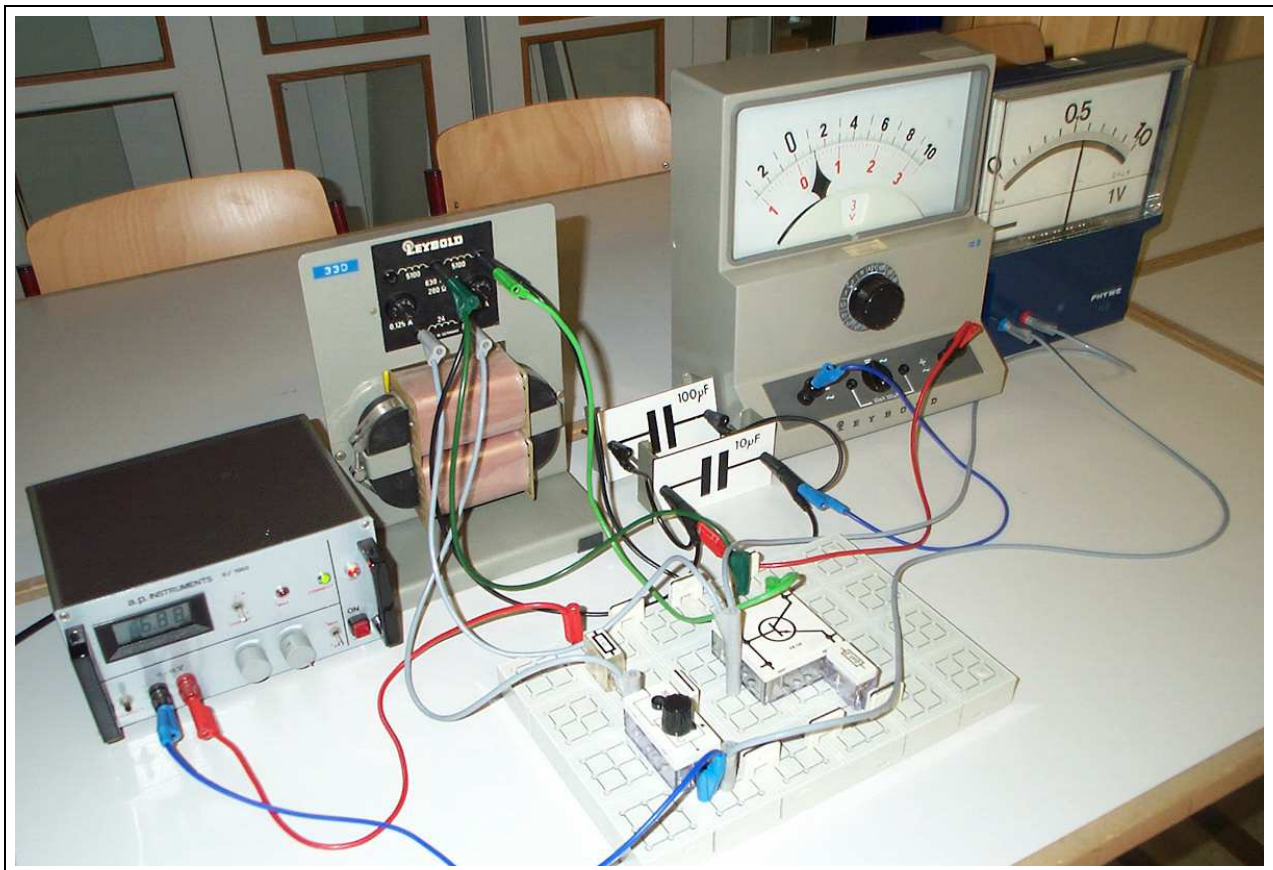


L-C-Schwingkreis niedriger Frequenz in Meißner-Schaltung



1. Theoretische Grundlagen

Eine Parallelschaltung von Kondensator und Spule wirkt, nachdem der Kondensator aufgeladen wurde, als elektromagnetischer Schwingkreis; dabei pendelt die elektrische Ladung der Elektronen stets über die Spule von der einen zur anderen Kondensatorplatte. Dass der Kondensator sich nicht einfach nur über die Spule (d. h. deren ohmschen Widerstand) entlädt, liegt an ihrem induktivem Verhalten: das Absinken der Stromstärke zum Entladeschluss beantwortet die Spule mit einer Induktionsspannung, welche nach der Lenzschen Regel so gerichtet ist, dass sie der Ursache ihrer Entstehung, also dem Absinken des Stromes, entgegenwirkt. Das bedeutet, dass die Induktionsspannung den sich entladenden Kondensator anschließend in umgekehrter Polung wieder auflädt. Danach wiederholt sich der Vorgang periodisch.

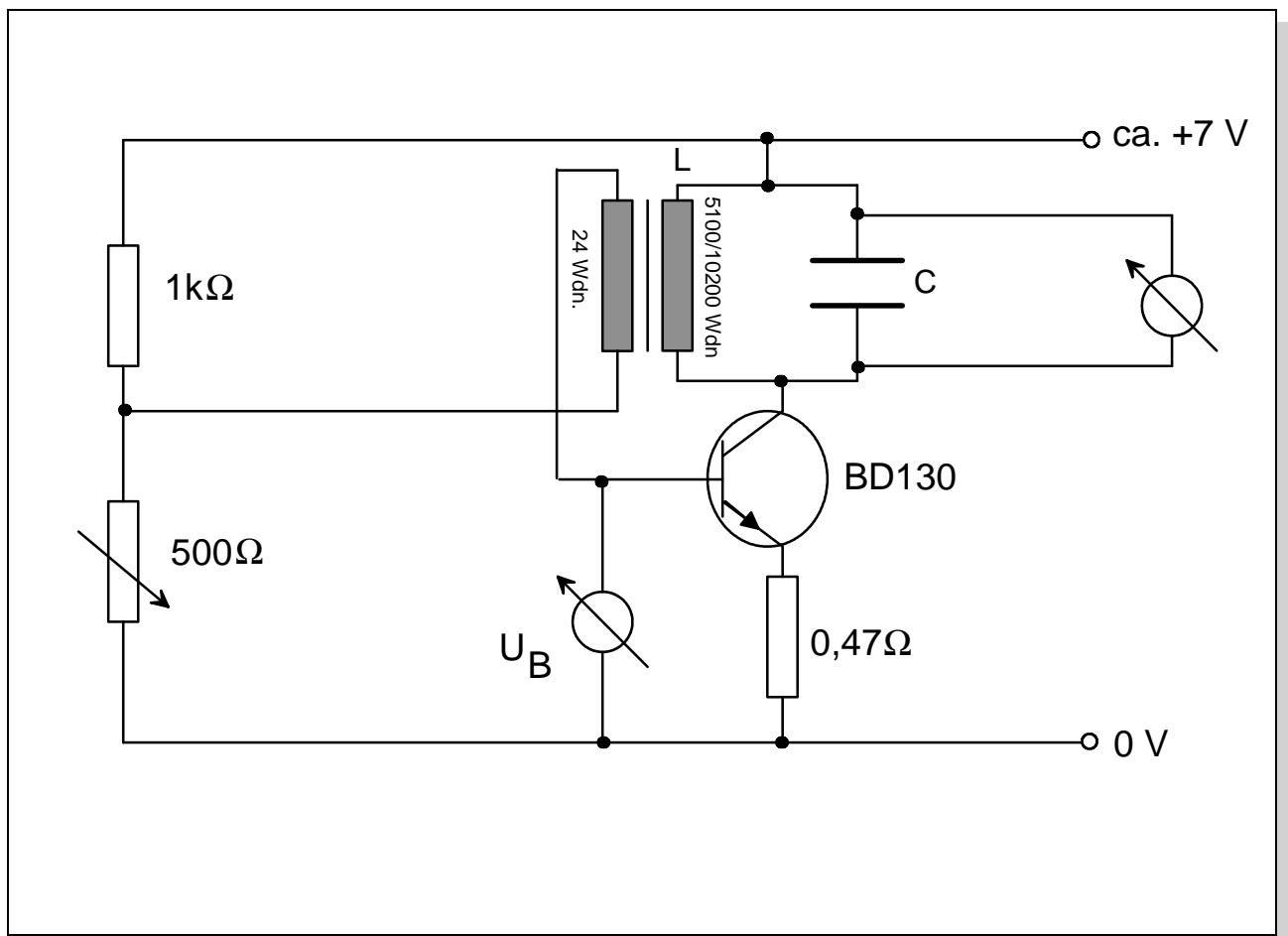
Wegen der Dämpfung durch ohmsche Verluste sinkt dabei allmählich die Amplitude der elektromagnetischen Schwingung; ohne "Nachladen" des sich immer weniger stark aufladenden Kondensators kommt die Schwingung - je nach Dämpfung - nach einiger Zeit zum Erliegen.


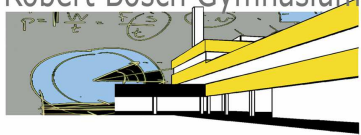


Um diese Dämpfung zu beseitigen, müsste der Kondensator mit der Frequenz des schwingenden Kreises polungsrichtig und phasengenau immer wieder auf das alte Ladungsniveau aufgeladen werden. Diese phasenrichtige Ladungs- und damit auch Energiezufuhr zu regeln, überlässt man am besten dem Schwingkreis selbst. Durch eine geeignete Rückkopplungsschaltung (im vorliegenden Fall: Mitkopplung) kann der Schwingkreis mit der richtigen Frequenz und zum richtigen Zeitpunkt (Phase) während der Schwingung stets mit der noch "fehlenden" Ladung versorgt werden.

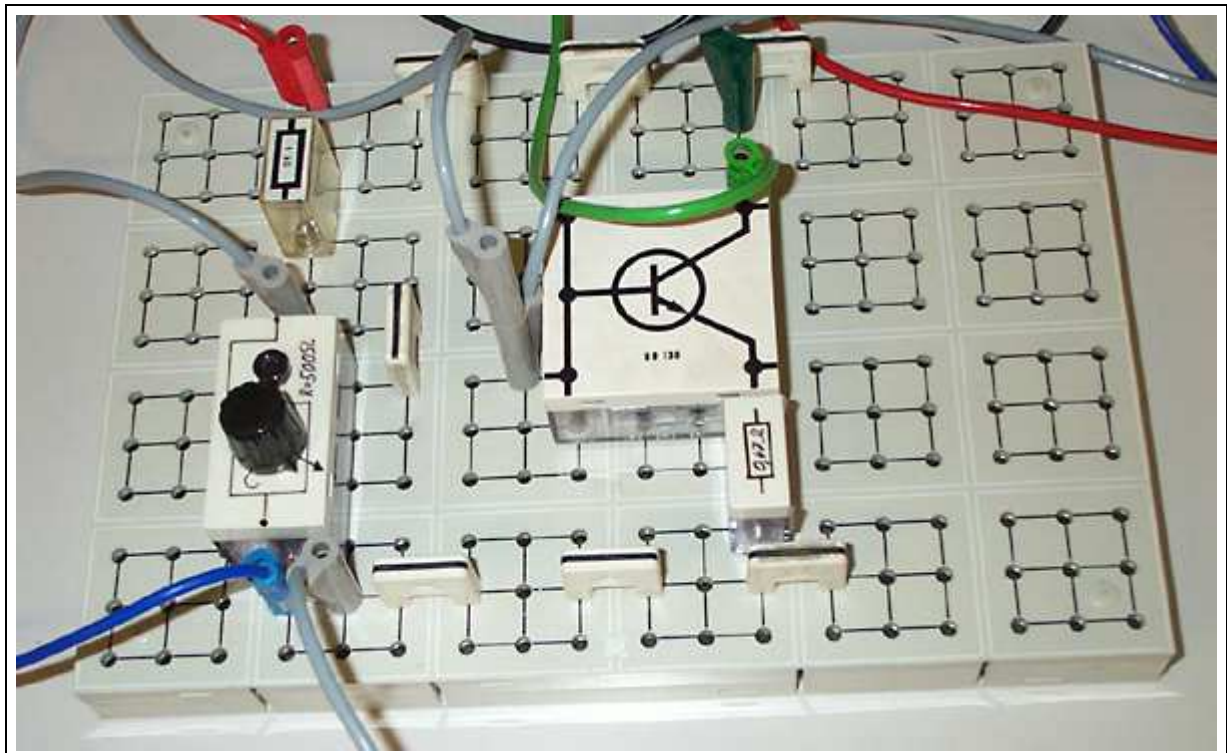
Es werden in der Literatur unterschiedliche Methoden der Entdämpfung durch Rückkopplungsschaltungen beschrieben. Bekannt sind etwa die Meißner-Schaltung und die Dreipunktschaltung (Hartley-Oszillator).

Im vorliegenden Experiment soll mit einer Meißner-Schaltung (mit Transistor) gearbeitet werden (Schaltung s. u.).



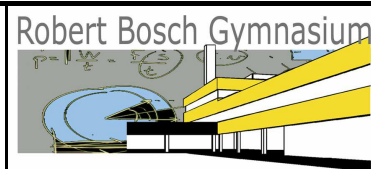
	<p style="text-align: center;"><i>Robert-Bosch-Gymnasium</i> Physik (4-stündig), NGO</p>	<p style="text-align: right;">Robert Bosch Gymnasium</p> 
<p>Praktikum Versuch Nr.: 3.8</p>	<p>Block 3 / Schwingkreis niedriger Frequenz</p>	<p style="text-align: right;">22.4.2014 Seite - 3 -</p>

2. Messverfahren, Versuchsaufbau und Geräteliste



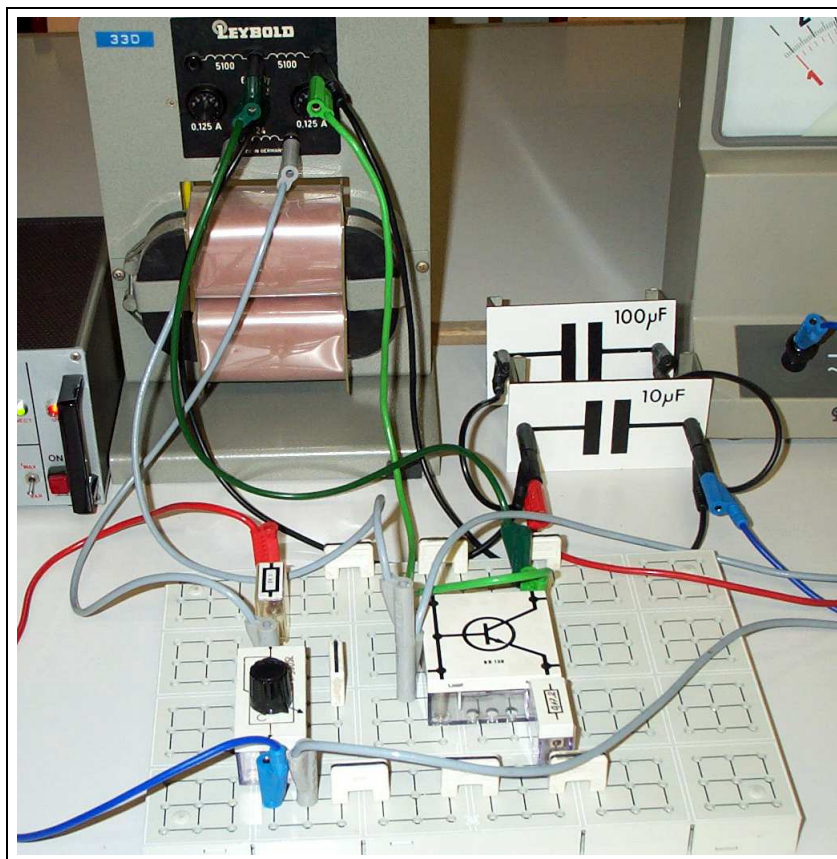
Geräte:

- Elektronik-Stecktafel
- Widerstand 1 k Ω
- Widerstand 500 Ω , oder 1k Ω , regelbar
- Widerstand 0,47 Ω
- Transistor BD130
- Spule hoher Induktivität mit 10200 oder 5100 Windungen und Rückkopplungsspule (24 Windungen); Ohmscher Widerstand: 310 Ohm (aufgedruckt: 280 Ohm)
- Kondensatoren (100 μ F), höhere Kapazitäten durch Parallelschaltung mehrerer (gleicher) Kondensatoren
- Gleichspannungsquelle, stabilisiert
- (Digital-)Voltmeter (1 V Bereich)
- Voltmeter (3 V / 10 V Bereich, Multimeter)
- Kurzschlussstecker
- verschiedene Messleitungen (verschiedene Farben)
- Stoppuhr



Beschreibung der Geräte, Aufbau

Die Verstärker- und Rückkopplungsschaltung ist auf einer Elektronik-Stecktafel aufzubauen. Der Schwingkreis setzt sich zusammen aus einer Spule hoher Induktivität (Fertigerät); das Spulengehäuse weist eine Mittenanzapfung auf, so dass auch die halbe Windungszahl benutzt werden kann. (Es sind zwei Wicklungen übereinander angebracht; bei Mittenanzapfung wird also bei gleicher Spulenlänge die halbe Windungszahl benutzt). Die hohe Induktivität ist v. a. auf den geschlossenen Eisenkern zurückzuführen. Ebenfalls in das Gehäuse eingebaut ist die Rückkopplungsspule mit 24 Windungen. Als Kondensator benutzt man solche mit $100\ \mu\text{F}$; durch Parallelschaltung mehrerer solcher Kondensatoren kann man die Schwingkreiskapazität verdoppeln, verdreifachen... Es bietet sich an, auch


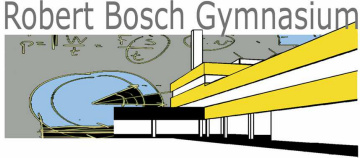


einmal mit Kondensatoren kleinerer Kapazität zu experimentieren. Es dürfen wegen der wechselnden Polung aber **keine Elektrolytkondensatoren, sondern nur bipolare Typen** verwendet werden.

Aus der Induktivität der Spule und der Kapazität des Kondensators lässt sich die Schwingkreisfrequenz (Eigenfrequenz) berechnen. Die benutzte Formel (Thomsonsche Schwingungsgleichung) gilt allerdings nur, wenn keine Dämpfung im Kreis vorhanden ist. Die Spule besitzt aber sowohl einen ohmschen als auch einen induktiven Widerstand; letzterer ist bei den kleinen auftretenden Frequenzen allerdings klein. Der Gleichstromwiderstand (Ohmsche Widerstand) kann aus einer Gleichspannungs- und Gleichstrommessung ermittelt werden oder - einfacher - mit einem Digitalmultimeter im Widerstandsmessbereich.

Kabelverbindungen:

Der Schwingkreis ist über Messkabel mit dem Schaltungsbrett zu verbinden. Auch die Verbindung zwischen Spule und Kondensator erfolgt mit Kabeln. Da die Wicklungsrichtung der Schwingkreis- und der Rückkopplungsspule nicht nachvollziehbar (nicht bekannt) sind, ist zunächst nicht klar, "wie herum" die Rückkopplungsspule in die Basiszuleitung des Transistors eingebaut werden muss. Hier hilft nur Ausprobieren: wenn der Schwingkreis unter keinen Umständen schwingt, war die Anschlusspolung falsch (Gegenkopplung);

	Robert-Bosch-Gymnasium Physik (4-stündig), NGO	
Praktikum Versuch Nr.: 3.8	Block 3 / Schwingkreis niedriger Frequenz	22.4.2014 Seite - 5 -

tauscht man die Polung, so kommt eine Schwingung zu Stande. Ändere gegebenenfalls auch die Versorgungsspannung leicht im Bereich um 7 -10 V.

3. Durchführung der Messung / Messaufgabe

Messgrößen sind einerseits die Basisspannung am Transistor, die mit Hilfe des Basisspannungsteilers auf einen sinnvollen Arbeitspunkt (ca. 0,5 V) eingestellt werden kann (Kontrolle durch Gleichspannungsvoltmeter), zum anderen die Wechselfrequenz niedriger Frequenz an der Spule; sie wird ebenfalls mit einem Gleichspannungsvoltmeter verfolgt. Es werden die Pendelschläge des Zeigers gezählt, um daraus die Schwingkreisfrequenz zu ermitteln.

Es sind möglichst viele L-C-Kombinationen aufzubauen und deren Frequenz ist jeweils zu ermitteln. Dazu sind mindestens eine Minute lang die Pendelbewegungen des Zeigers am Gleichspannungsvoltmeter zu zählen.

Zu messen ist außerdem der Gleichstromwiderstand der Spule.

4. Auswertung, Protokoll

Im Protokoll ist kurz die Funktionsweise der Meißnerschaltung zu beschreiben; dann ist die Thomsonsche Schwingungsgleichung herzuleiten. Die gemessenen Werte für die Schwingkreisfrequenz sind den errechneten Werten gegenüberzustellen. Berechne die relative Abweichung zwischen den Werten! Begründe die Abweichungen einerseits durch eine Größtfehlerabschätzung, zum anderen durch eine Deutung der Abweichungen auf Grund der Dämpfung durch den Ohmschen Widerstand des Kreises!