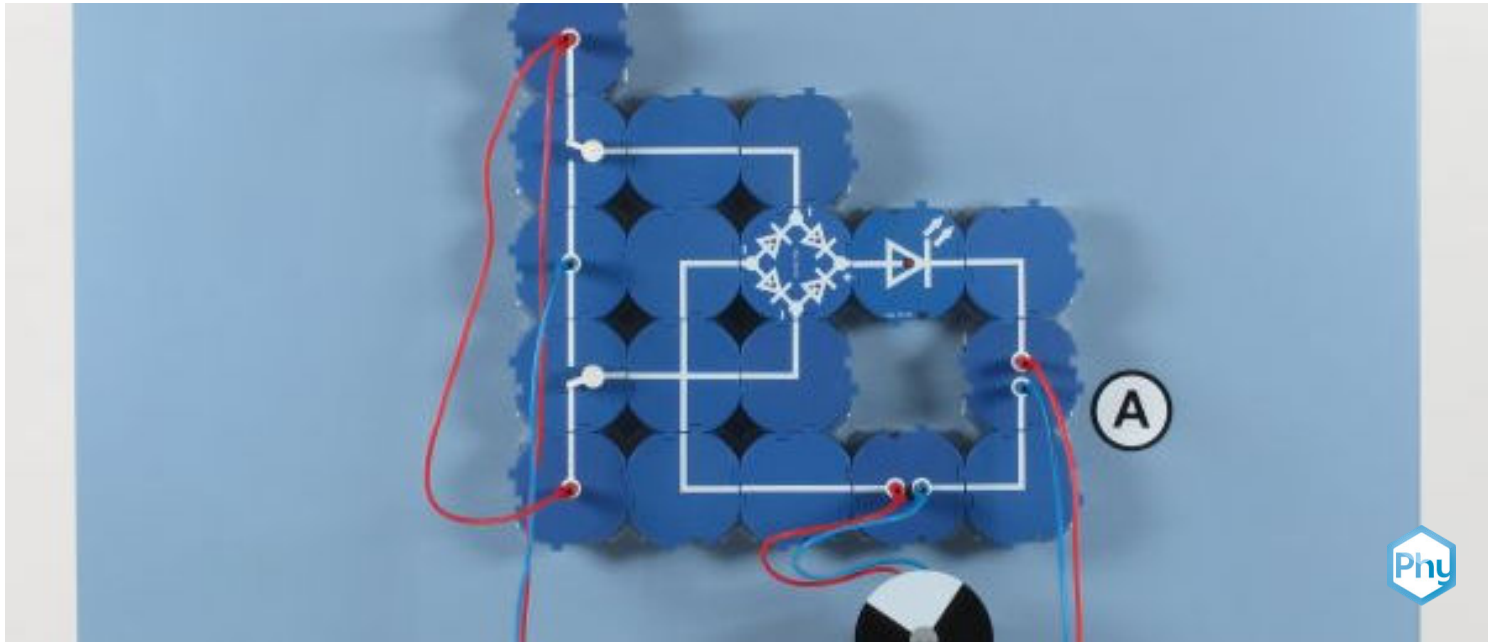


Arbeitspunktstabilisierung einer Transistor-Verstärkerstufe



Es soll gezeigt werden, wie sich eine ungünstige Lage des Arbeitspunktes einer Transistor-Verstärkerstufe auf die Verstärkerwirkung auswirkt und wie der Arbeitspunkt gegenüber Veränderungen der Betriebsspannung stabilisiert werden kann.

Physik

Elektrizität & Magnetismus

Elektronik



Schwierigkeitsgrad

schwer



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/6401ea9f293bdb0002b07476>

PHYWE

Allgemeine Informationen

Anwendung

PHYWE
excellence in science

Das Prinzip der Transistor-Verstärkerstufe findet Verwendung in einem Transistorradio zur Verstärkung des Empfangssignals.

Sonstige Informationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Es sollte bekannt sein, wie in einem Stromkreis die beiden Größen Stromstärke und Spannung gemessen werden können.

Prinzip



An einem einfachen Stromkreis wird die Funktionsweise eines Transistorverstärkers demonstriert.

Sonstige Informationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



Nach der Durchführung des Versuchs sollen die Schüler den Begriff des Arbeitspunktes im richtigen Zusammenhang mit einem Transistor richtig verwenden können.

Aufgaben



Es soll gezeigt werden, wie sich eine ungünstige Lage des Arbeitspunktes einer Transistor-Verstärkerstufe auf die Verstärkerwirkung auswirkt und wie der Arbeitspunkt gegenüber Veränderungen der Betriebsspannung stabilisiert werden kann.

Sonstige Informationen (3/3)

PHYWE

Der Emitterwiderstand verursacht eine Stromgegenkopplung. Der verstärkte Emitterstrom erzeugt am Emitterwiderstand einen Spannungsabfall, durch den die Basisspannung verringert wird. Sowohl Änderungen der Betriebsspannung als auch Signalspannungen führen daher zu geringeren Änderungen der Kollektorspannung.

Um unverzerrte Ausgangsspannungen mit maximaler Amplitude zu erzeugen, muss der Arbeitspunkt bei einer Kollektorspannung auf annähernd die halbe Betriebsspannung eingestellt werden.

Dadurch ist es möglich, dass sich die Kollektorspannung bei Steuerung durch eine Signalspannung zu höheren und geringeren Werten in etwa gleichen Verhältnissen ändern kann. Verschiebt sich die Arbeitspunkt z. B. bei Veränderung der Betriebsspannung oder der Temperatur, so wird die Ausgangsspannung im positiven oder negativen Spannungsbereich eher begrenzt.

Die hier angegebenen Messwerte sind von den Exempleigenschaften des verwendeten Transistors abhängig.

Sicherheitshinweise

PHYWE

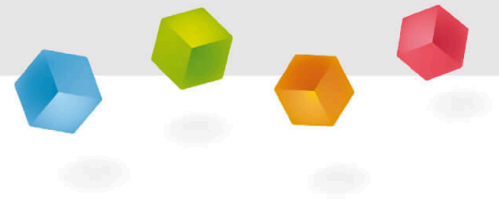
Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Leitungs-Baustein, gerade, DB	09401-01	6
3	Leitungs-Baustein, winklig, DB	09401-02	2
4	Leitungs-Baustein, T-förmig, DB	09401-03	4
5	Leitungs-Baustein, unterbrochen, DB	09401-04	1
6	Leitungskreuz, verbunden, DB	09401-06	1
7	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, DB	09401-10	4
8	Leitungs-Baustein, gerade mit Buchse, DB	09401-11	1
9	Widerstand 100 Ohm, DB	09413-10	1
10	Widerstand 1 kOhm, DB	09414-10	1
11	Widerstand 47 kOhm, DB	09415-47	1
12	Potentiometer 10 kOhm, DB	09425-10	1
13	Potentiometer 250 Ohm, DB	09423-25	1
14	Kondensator (ELKO) 47 μ F, DB	09445-47	1
15	Transistor NPN (BC337), DB	09456-00	1
16	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-01	1
17	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-04	1
18	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-01	5
19	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-04	5
20	PHYWE Netzgerät, universal mit Analoganzeige, RiSU 2019 konform, DC: 18 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A	13503-93	1
21	PHYWE Demo-Multimeter ADM 3: Strom, Spannung, Widerstand, Temperatur	13840-00	1
22	Lautsprecher 8 Ohm/5 kOhm	13765-00	1
23	PHYWE Digitaler Funktionsgenerator, USB	13654-99	1
24	Digitales Speicheroszilloskop, 20 MHz / 2 CH, 100 MS/s	EAK-P-1335	1
25	Adapter, BNC-Stecker/4 mm-Buchsenpaar	07542-26	2
26	Elektrische Symbole für Demo-Tafel, 12 Stück	02154-03	1
27	Schraubzwinde	02014-00	2

PHYWE

Aufbau und Durchführung

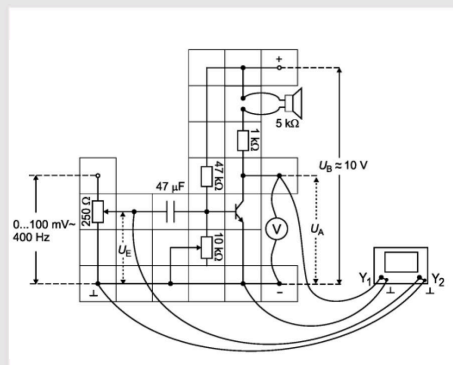
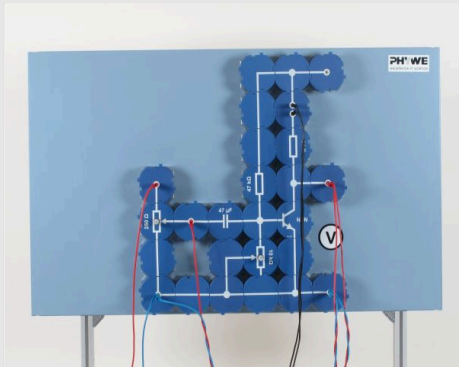


Aufbau (1/2)

PHYWE

1. Versuch:

- Baue den Versuch entsprechend der Abbildungen auf. Achte dabei drauf, dass die Masseanschlüsse von Oszilloskop und Funktionsgeneraor miteinander verbunden sind.



Durchführung (1/2)

PHYWE

- Bestimme die Kollektorspannung mit dem Spannungsmesser bestimmen. Stelle hierfür 30V- ein.
- Stelle am Netzgerät eine Spannung von 10V- ein. Stelle mit dem 10k Ω -Potentiometer die Kollektor-Emitter-Spannung auf 5V- ein.
- Nimm am Oszilloskop folgende Einstellungen vor: Kanal 1: Ablenkoeffizient $AY1=2V/Div$ Kanal 2: Ablenkoeffizient $AY2=5mV/Div$ Zeitablenkoeffizient 1 ms/Div; Triggerung intern durch Kanal 1. Schalte beide Kanaleingänge auf Wechselspannungseingang (AC).
- Schalte den Funktionsgenerator ein, stelle eine sinusförmige Wechselspannung von 400Hz und eine möglichst kleine Amplitude ein.

Durchführung (2/3)

PHYWE

- Erhöhe mit dem 250 Ω -Potentiometer die Eingangsspannung U_E , bis die Ausgangsspannung U_A auf dem Oszilloskop-Bildschirm gerade noch keine Begrenzungen zeigt.
- Lies die Spitzenwerte der Eingangs- und Ausgangsspannung am Oszilloskop ab und trage sie in eine Tabelle ein.
- Erhöhe die Betriebsspannung U_B am Netzgerät zunächst und verringere sie anschließend. Notiere dabei die Betriebsspannung U_{max} , bei der am verstärkten Ausgangssignal Verzerrungen auftreten, und den Wert von U_{min} , bei dem das Signal verschwindet.

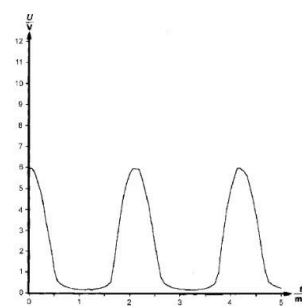


Abb. 2: Verzerrung des Ausgangssignals durch Begrenzung

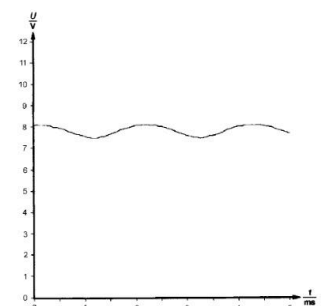


Abb. 3: Geringes Ausgangssignal

Durchführung (3/3)

PHYWE

2. Versuch

- Ersetze den Baustein Leitung, gerade in der Emitterleitung durch den Baustein Widerstand 100Ω .
- Stelle die Betriebsspannung wieder auf $10V$ - ein; Stelle den Arbeitspunkt mit dem $10k\Omega$ -Potentiometer so ein, dass die Kollektorspannung etwa $5V$ beträgt.
- Erhöhe mit dem 250Ω -Potentiometer die Eingangsspannung U_E , bis die verstärkte Ausgangsspannung gerade noch keine Begrenzung aufweist.
- Miss und notiere die Spitzenwerte der Eingangs- und Ausgangsschwingungen.
- Erhöhe die Betriebsspannung zunächst und verringere sie im Anschluss wieder. Notiere die Spannungswerte, bei denen am Ausgangssignal Begrenzungen erkennbar werden.

PHYWE



Beobachtung und Auswertung

Beobachtung / Auswertung

PHYWE

Tabelle 1

	$\frac{U_E}{\text{mV}}$	$\frac{U_A}{\text{V}}$	$\frac{U_{\max}}{\text{V}}$	$\frac{U_{\min}}{\text{V}}$	Verstärkung
ohne R_E	7,5	5,2	11	7,6	693
mit R_E	100	4,6	16	6,0	46

Wird wie im 1. Versuch die Verstärkerstufe ohne Emitterwiderstand betrieben, so treten bereits Verzerrungen des Ausgangssignals auf, wenn die Betriebsspannung von 10V auf 11V U_{\max} erhöht wird. Die Ausgangsspannung wird sehr klein, wenn die Betriebsspannung auf $7,6\text{V}$ U_{\min} verringert wird.

Die Spannungsverstärkung ist sehr hoch. Wird jedoch in die Emitterleitung ein Widerstand eingefügt, so treten Verzerrungen der Ausgangsspannung erst auf, wenn die Betriebsspannung auf Werte über 16V erhöht oder auf 6V verringert wird.

Durch den Emitterwiderstand erreicht man eine Stabilisierung des Arbeitspunktes, wodurch der Einfluss der Änderung der Betriebsspannung auf Signalverzerrungen verringert wird. Die Spannungsverstärkung wird jedoch durch den Emitterwiderstand von 693 auf 46 verringert.