

Arbeitspunktstabilisierung einer Transistor-Verstärkerstufe

(Artikelnr.: P1401600)

Curriculare Themenzuordnung



Schwierigkeitsgrad



Sehr schwer

Vorbereitungszeit



10 Minuten

Durchführungszeit



20 Minuten

empfohlene Gruppengröße



1 Schüler/Student

Zusätzlich wird benötigt:

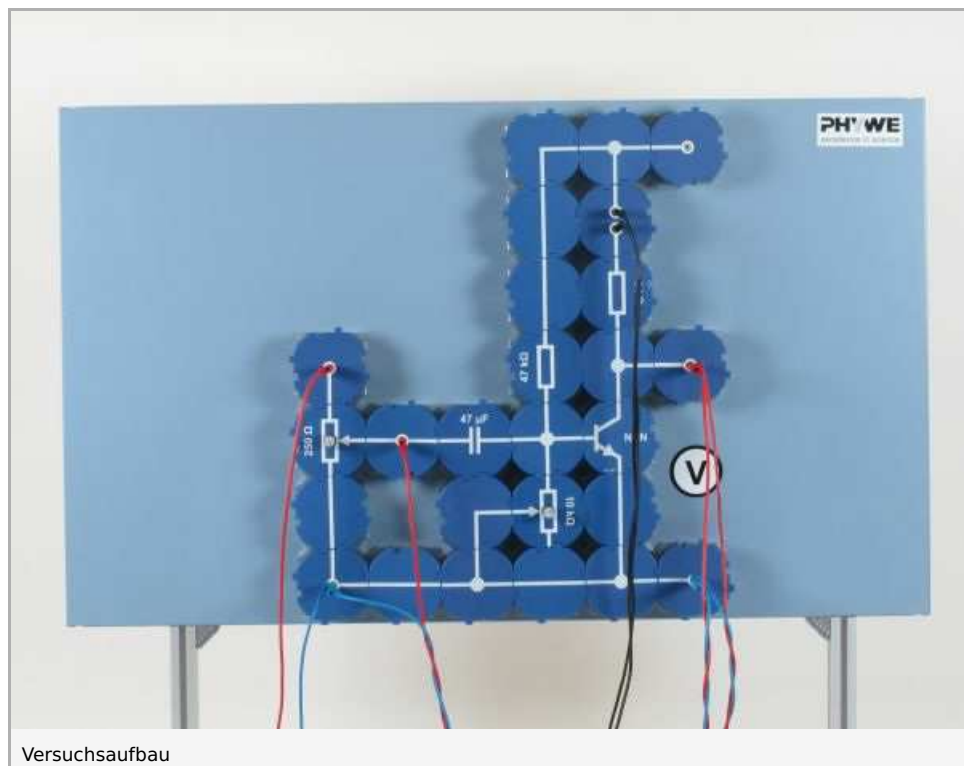
Versuchsvarianten:

Schlagwörter:

Prinzip und Material

Prinzip

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.



Material

| Position | Material | Bestellnr. | Menge |
|----------|--|------------|-------|
| 1 | Demo Physik Hafttafel mit Gestell | 02150-00 | 1 |
| 2 | Elektrische Symbole für Demo-Tafel, 12 Stück | 02154-03 | 1 |
| 3 | Analog-Demomultimeter ADM 2 | 13820-01 | 1 |
| 4 | PHYWE Digitaler Funktionsgenerator,USB,inkl. Cobra4-Software | 13654-99 | 1 |
| 5 | PHYWE Netzgerät, universalDC: 18 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A | 13500-93 | 1 |
| 6 | Digitales Speicheroszilloskop, 30 MHz, 2 Kanal, Farbdisplayincl. 2 * abgeschirmtes Kabel BNC, l = 750 mm | 11462-99 | 1 |
| 7 | Leitungs-Baustein, unterbrochen, DB | 09401-04 | 1 |
| 8 | Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, DB | 09401-10 | 4 |
| 9 | Leitungskreuz, verbunden, DB | 09401-06 | 1 |
| 10 | Leitungs-Baustein, gerade, DB | 09401-01 | 6 |
| 11 | Leitungs-Baustein, winklig, DB | 09401-02 | 2 |
| 12 | Leitungs-Baustein, T-förmig, DB | 09401-03 | 4 |
| 13 | Leitungs-Baustein, gerade mit Buchse, DB | 09401-11 | 1 |
| 14 | Lautsprecher 8 Ohm/5 kOhm | 13765-00 | 1 |
| 15 | Potentiometer 10 kOhm, DB | 09425-10 | 1 |
| 16 | Potentiometer 250 Ohm, DB | 09423-25 | 1 |
| 17 | Transistor NPN (BC337), DB | 09456-00 | 1 |
| 18 | Widerstand 100 Ohm, DB | 09413-10 | 1 |
| 19 | Widerstand 1 kOhm, DB | 09414-10 | 1 |
| 20 | Widerstand 47 kOhm, DB | 09415-47 | 1 |
| 21 | Kondensator (ELKO) 47 µF, DB | 09445-47 | 1 |
| 22 | Adapter, BNC-Stecker/4 mm-Sicherheitsbuchsen | 07542-26 | 2 |
| 23 | Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot | 07363-01 | 5 |
| 24 | Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau | 07363-04 | 5 |
| 25 | Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, rot | 07362-01 | 1 |
| 26 | Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, blau | 07362-04 | 1 |

Aufbau und Durchführung

1. Versuch

- Versuch entsprechend Abb. 1 aufbauen; darauf achten, dass die Masseanschlüsse von Oszilloskop und Funktionsgenerator miteinander verbunden sind

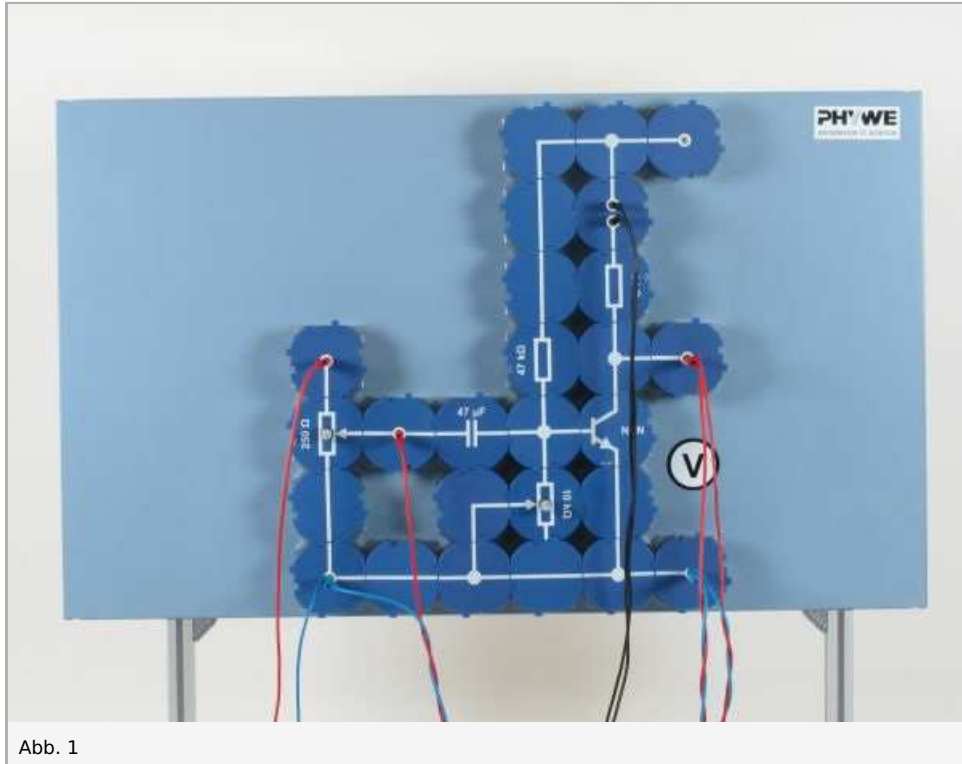


Abb. 1

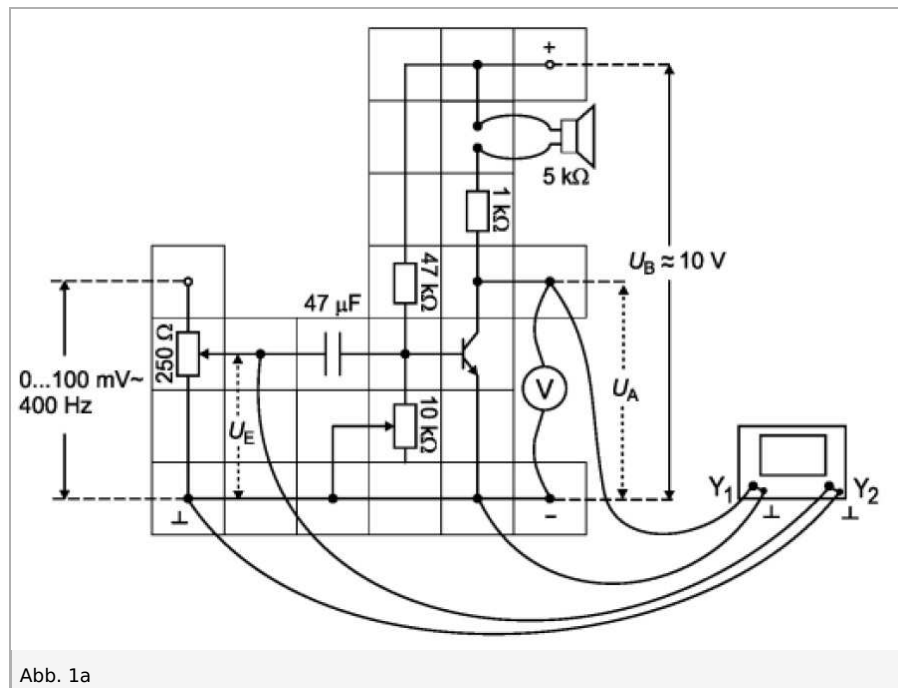


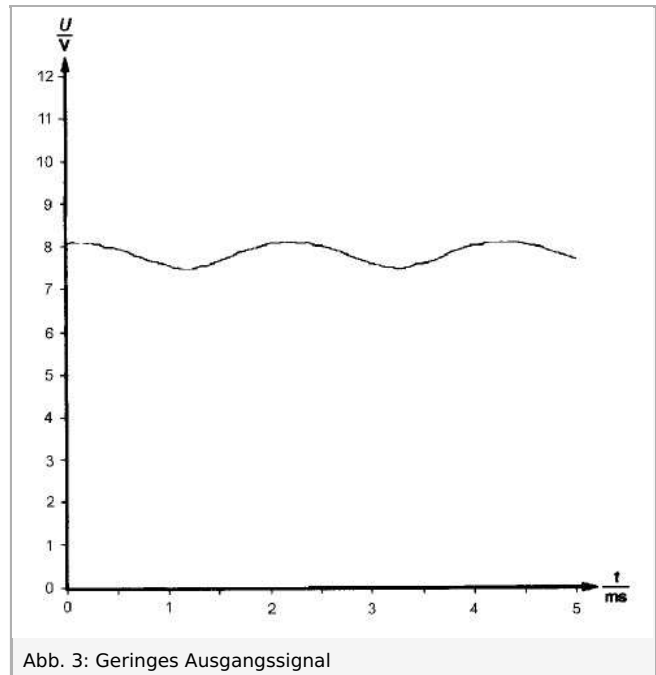
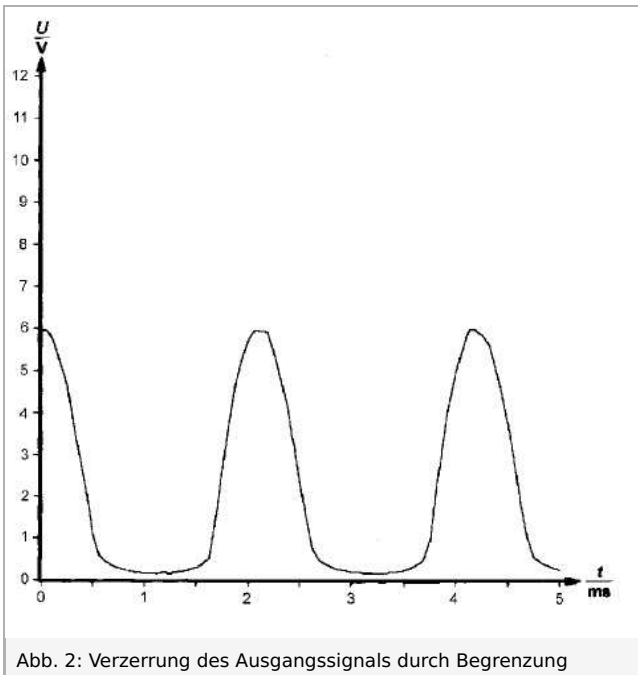
Abb. 1a

- Kollektorspannung mit Spannungsmesser bestimmen; hierfür 30 V- einstellen
- Am Netzgerät Spannung von 10 V- einstellen
- Mit dem 10 kΩ-Potentiometer die Kollektor-Emitter-Spannung auf 5 V- einstellen
- Am Oszilloskop folgende Einstellungen vornehmen:
Kanal 1: Ablenkoeffizient $\Delta Y1 = 2 \text{ V/Div}$

Kanal 2: Ablenkoeffizient $AY2 = 5 \text{ mV/Div}$

Zeitablenkoeffizient 1 ms/Div ; Triggerung intern durch Kanal 1

- Beide Kanäleingänge auf Wechselspannungseingang (AC) schalten
- Funktionsgenerator einschalten, sinusförmige Wechselspannung von 400 Hz und möglichst kleine Amplitude einstellen
- Mit dem 250Ω -Potentiometer Eingangsspannung U_E erhöhen, bis die Ausgangsspannung U_A auf dem Oszilloskop-Bildschirm gerade noch keine Begrenzungen zeigt
- Spitzenwerte der Eingangs- und Ausgangsspannung am Oszilloskop ablesen und in die Tabelle 1 eintragen
- Betriebsspannung U_B am Netzgerät erst erhöhen und dann verringern und dabei die Betriebsspannung U_{\max} notieren, bei der am verstärkten Ausgangssignal Verzerrungen durch Begrenzungen auftreten (s. Abb. 2), und den Wert von U_{\min} , bei dem das Signal verschwindet (s. Abb. 3)



2. Versuch

- Baustein Leitung, gerade, in der Emitterleitung durch Baustein Widerstand 100Ω ersetzen; Betriebsspannung wieder auf 10 V einstellen; Arbeitspunkt mit dem $10 \text{ k}\Omega$ -Potentiometer so einstellen, dass die Kollektorspannung etwa 5 V beträgt
- Mit dem 250Ω -Potentiometer Eingangsspannung U_E erhöhen, bis die verstärkte Ausgangsspannung gerade noch keine Begrenzung aufweist
- Spitzenwerte der Eingangs- und Ausgangsspannungen messen und Messwerte notieren
- Betriebsspannung erst erhöhen und dann verringern und die Spannungswerte notieren, bei denen am Ausgangssignal Begrenzungen erkennbar werden

Beobachtung und Auswertung

Beobachtung

Tabelle 1

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

Auswertung

Wird wie im 1. Versuch die Verstärkerstufe ohne Emitterwiderstand betrieben, so treten bereits Verzerrungen des Ausgangssignals auf, wenn die Betriebsspannung von 10 V auf 11 V (U_{max}) erhöht wird. Die Ausgangsspannung wird sehr klein, wenn die Betriebsspannung auf 7,6 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 16 V erhöht oder auf 6 V 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.

Anmerkung

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.