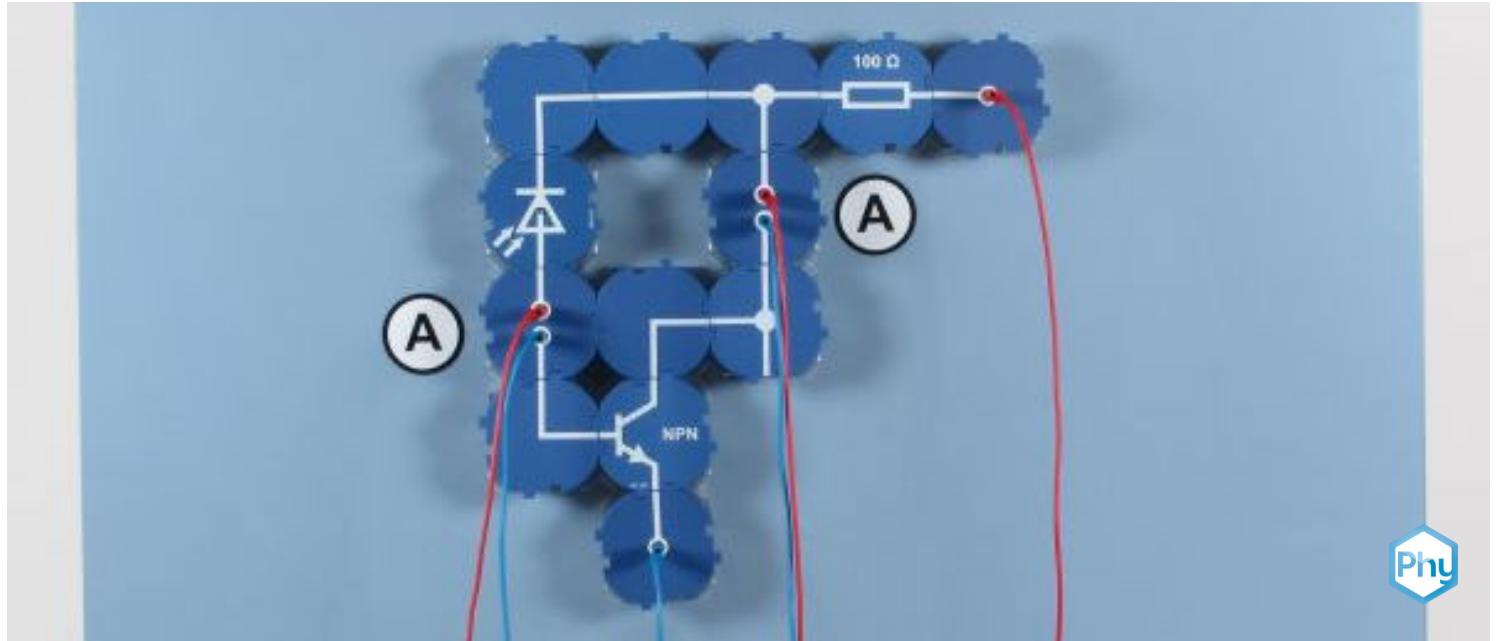


# Die Darlingtonschaltung



P1402000 - In diesem Versuch wird nachgewiesen, dass sich die Stromverstärkung durch Kombination zweier Transistoren zu einer Darlingtonschaltung wesentlich erhöhen lässt.

Physik

Elektrizität &amp; Magnetismus

Elektronik



Schwierigkeitsgrad

schwer



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

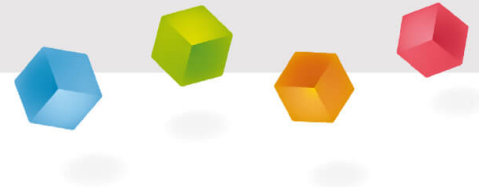
This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/640dc6dc89eddb00025f15c5>

PHYWE

# Allgemeine Informationen



## Anwendung

PHYWE



Transistoren

Möchte man ein Signal sehr hoch verstärken, kommt die Darlingtonschaltung zum Einsatz. Sie gehört zu den Grundsaltungen, die man mit Transistoren erstellen kann. Die Darlingtonschaltung wird im Regelfall mit zwei, gelegentlich auch mit drei Transistoren ausgeführt. Diese Transistoren schaltet man so zusammen, dass der Emitter- bzw. Kollektorstrom des vorigen Transistors gleich dem Basistrom des folgenden Transistors ist. Aus dieser Anordnung resultiert eine sehr hohe Stromverstärkung. Darlingtonschaltungen findet man daher auch in vielen Hochleistungsverstärkern. Deren Stromverstärkung errechnet sich näherungsweise aus dem Produkt der Einzelverstärkungen der jeweiligen Transistoren:

$$B_{ges} \approx B_1 \cdot B_2.$$

## Sonstige Informationen (1/3)

### Vorwissen

Die Schüler sollten mit der Funktionsweise eines Transistors vertraut sein.



### Prinzip

Bei einer Darlingtonschaltung wird der durch den ersten Transistor verstärkte Emitterstrom als Basisstrom für den zweiten Transistor verwendet und von diesem nochmals verstärkt.



## Sonstige Informationen (2/3)

### Lernziel

Den Schülern soll in diesem Versuch demonstriert werden, dass sich die Stromverstärkung durch Kombination zweier Transistoren erhöhen lässt.



### Aufgaben

Weise nach, dass sich die Stromverstärkung durch Kombination zweier Transistoren zu einer Darlingtonschaltung wesentlich erhöhen lässt.



## Sonstige Informationen (2/3)

PHYWE

### Lernziel



Den Schülern soll in diesem Versuch demonstriert werden, dass sich die Stromverstärkung durch Kombination zweier Transistoren erhöhen lässt.

### Aufgaben



Weise nach, dass sich die Stromverstärkung durch Kombination zweier Transistoren zu einer Darlingtonschaltung wesentlich erhöhen lässt.

## Sonstige Informationen (3/3)

PHYWE

Die Werte der Stromverstärkung der verwendeten Transistoren können stark voneinander abweichen. Daher können sich die gewonnen Messwerte wesentlich von den hier angegebenen unterscheiden.

Der Widerstand  $100\ \Omega$  dient zur Begrenzung des Kollektorstromes und verhindert damit eine thermische Zerstörung der Transistoren.

## Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

## Theorie (1/2)

PHYWE

Möchte man ein Signal sehr hoch verstärken, kommt die Darlingtonschaltung zum Einsatz. Sie gehört zu den Grundsaltungen, die man mit Transistoren erstellen kann.

Leistungstransistoren haben gegenüber Kleinsignaltransistoren eine wesentlich geringere Stromverstärkung  $B$  (Faktor für das Verhältnis zwischen Steuerstrom und Arbeitsstrom: 5–10 gegenüber 100–1000 bei Kleinsignaltransistoren) und benötigen daher hohe Steuerströme, die durch die Darlington-Anordnung entsprechend reduziert werden können. Deshalb ist eine der wichtigsten Anwendungen das Ein- oder Ausschalten eines Stromes mit wesentlich höherer Leistung durch einen Steuerstrom geringer Leistung.

Eine andere Anwendung findet sich im Bereich der Verstärkung analoger Signale. Der Grund ist, dass dort die Steuerströme zu gering sind, um die Leistungstransistoren direkt anzusteuern. Weiterhin ist die Temperaturabhängigkeit und damit die Einstellung des Arbeitspunktes bei Darlington-Transistoren relativ unkritisch. Durch einen Widerstand zwischen Basis und Emitter des Leistungstransistors ist der Ruhestrom zwischen 0,7 V und 1,1 V näherungsweise linear. Dies vermeidet Verzerrungen.

## Material

| Position | Material                                                                                       | Art.-Nr. | Menge |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|
| 1        | PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik                                                       | 02150-00 | 1     |
| 2        | Leitungs-Baustein, gerade, DB                                                                  | 09401-01 | 2     |
| 3        | Leitungs-Baustein, winklig, DB                                                                 | 09401-02 | 4     |
| 4        | Leitungs-Baustein, T-förmig, DB                                                                | 09401-03 | 2     |
| 5        | Leitungs-Baustein, unterbrochen, DB                                                            | 09401-04 | 2     |
| 6        | Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, DB                                                       | 09401-10 | 2     |
| 7        | Widerstand 100 Ohm, DB                                                                         | 09413-10 | 1     |
| 8        | Fotodiode, DB                                                                                  | 09453-00 | 1     |
| 9        | Transistor NPN (BC337), DB                                                                     | 09456-00 | 2     |
| 10       | Muffe auf Träger für Demo-Tafel                                                                | 02164-00 | 1     |
| 11       | Stativstange Edelstahl, l = 500 mm, d = 10 mm                                                  | 02032-00 | 1     |
| 12       | Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung                                                        | 02043-00 | 1     |
| 13       | Stativklemme, Spannweite 80 mm mit Stellschraube                                               | 37715-01 | 1     |
| 14       | Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker                        | 07363-01 | 3     |
| 15       | Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker                       | 07363-04 | 3     |
| 16       | PHYWE Netzgerät, universal mit Analoganzeige, RiSU 2019 konform, DC: 18 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A | 13503-93 | 1     |
| 17       | PHYWE Demo-Multimeter ADM 3: Strom, Spannung, Widerstand, Temperatur                           | 13840-00 | 2     |
| 18       | Taschenlampe                                                                                   | 08164-00 | 1     |
| 19       | Batterie Babyzelle, 1.5 V (Typ C), R14 (IEC-Typ), 2er Pack                                     | 07400-00 | 2     |
| 20       | Schraubzwinge                                                                                  | 02014-00 | 2     |

## Material

PHYWE

| Position | Material                                                      | Art.-Nr. | Menge |
|----------|---------------------------------------------------------------|----------|-------|
| 1        | <a href="#">PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik</a>      | 02150-00 | 1     |
| 2        | <a href="#">Leitungs-Baustein, gerade, DB</a>                 | 09401-01 | 2     |
| 3        | <a href="#">Leitungs-Baustein, winklig, DB</a>                | 09401-02 | 4     |
| 4        | <a href="#">Leitungs-Baustein, T-förmig, DB</a>               | 09401-03 | 2     |
| 5        | <a href="#">Leitungs-Baustein, unterbrochen, DB</a>           | 09401-04 | 2     |
| 6        | <a href="#">Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, DB</a>      | 09401-10 | 2     |
| 7        | <a href="#">Widerstand 100 Ohm, DB</a>                        | 09413-10 | 1     |
| 8        | <a href="#">Fotodiode, DB</a>                                 | 09453-00 | 1     |
| 9        | <a href="#">Transistor NPN (BC337), DB</a>                    | 09456-00 | 2     |
| 10       | <a href="#">Muffe auf Träger für Demo-Tafel</a>               | 02164-00 | 1     |
| 11       | <a href="#">Stativstange Edelstahl, l = 500 mm, d = 10 mm</a> | 02032-00 | 1     |
| 12       | <a href="#">Doppelmuffe für Kreuz- oder T-Spannung</a>        | 02043-00 | 1     |

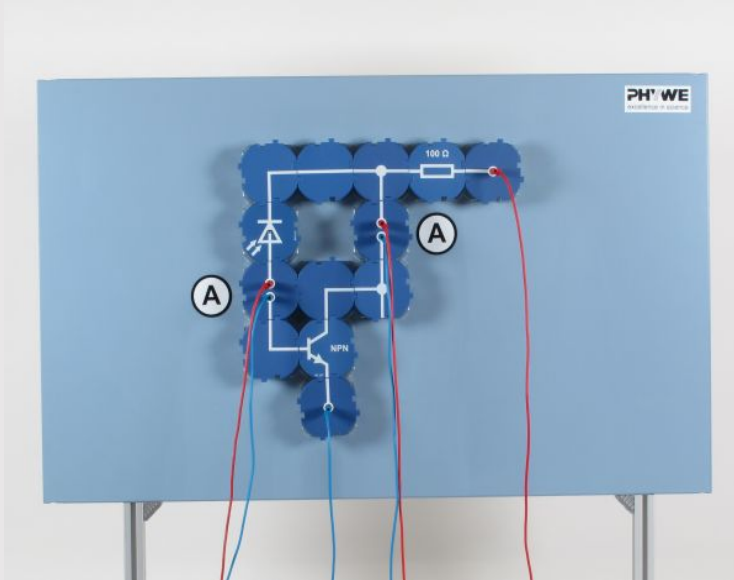
PHYWE

## Aufbau und Durchführung



## Aufbau

PHYWE



- Kennzeichne die Transistoren als  $T_1$  und  $T_2$ .
- Baue den Versuch entsprechend der Abbildung links mit Transistor  $T_1$  auf.

## Durchführung (1/3)

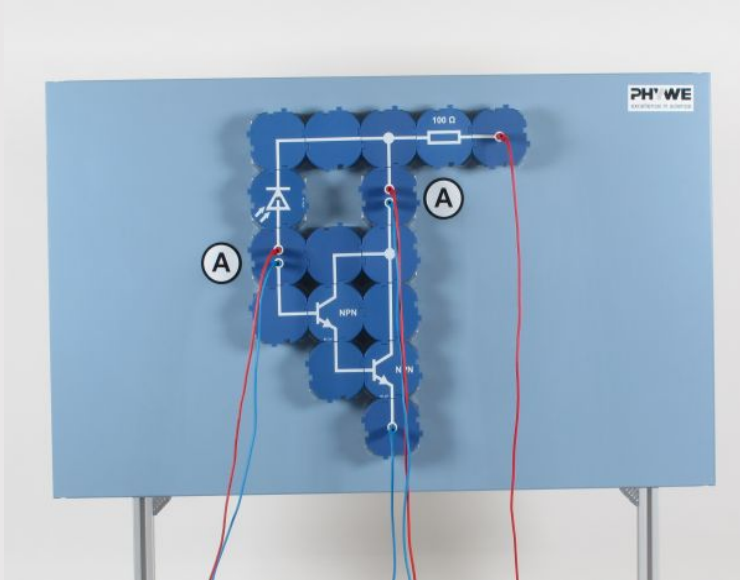
PHYWE



- Wähle für das Messgerät im **Basisstromkreis** den Messbereich von  $10 \mu A$ .
- Wähle für das Messgerät im **Kollektorstromkreis** den Messbereich  $3 mA$ .
- Stelle am Netzgerät eine Spannung von  $6 V$  - ein.
- Befestige die Taschenlampe mithilfe von Stativmaterial am Rand der Demo-Tafel und beleuchte die Fotodiode so, dass die Stärke des Fotostromes den Wert von  $I_B = 5 \mu A$  nicht übersteigt.
- Notiere die Messwerte von Basisstromstärke und Kollektorstromstärke des Transistors.
- Wiederhole den Versuch mit Transistor  $T_2$ .

## Durchführung (2/3)

PHYWE



- Erweitere den Versuchsaufbau entsprechend der Abbildung links und schalte den Messbereich für die Kollektorstromstärke  $I_{CD}$  auf  $100\text{ mA}$  um.

## Durchführung (3/3)

PHYWE

- Notiere den Messwert der Kollektorstromstärke  $I_{CD}$  der Darlingtonschaltung.
- Beleuchte die Fotodiode wie beim 1. Versuch.
- Notiere die Messwert der Basisstromstärke  $I_{BD}$  der Darlingtonschaltung.



PHYWE



# Beobachtung und Auswertung

## Beobachtung

PHYWE

Für die beiden Transistoren  $T_1$  und  $T_2$  konnten folgende Messergebnisse aufgenommen werden:

| Transistor | Basisstromstärke   | Kollektorstromstärke       |
|------------|--------------------|----------------------------|
| $T_1$      | $I_{B1} = 3 \mu A$ | $I_{C1} = 1,25 \text{ mA}$ |
| $T_2$      | $I_{B2} = 3 \mu A$ | $I_{C2} = 0,85 \text{ mA}$ |

Tabelle 1

Folgende Stromstärken konnten für die Darlingtonschaltung gemessen werden:

$$I_{CD} = 51 \text{ mA}$$

$$I_{BD} = 0,4 \mu A$$