

GRUNDLAGEN DER ELEKTROTECHNIK 1

Teil 6: Nichtlineare Last und Quellen, gesteuerte Quellen

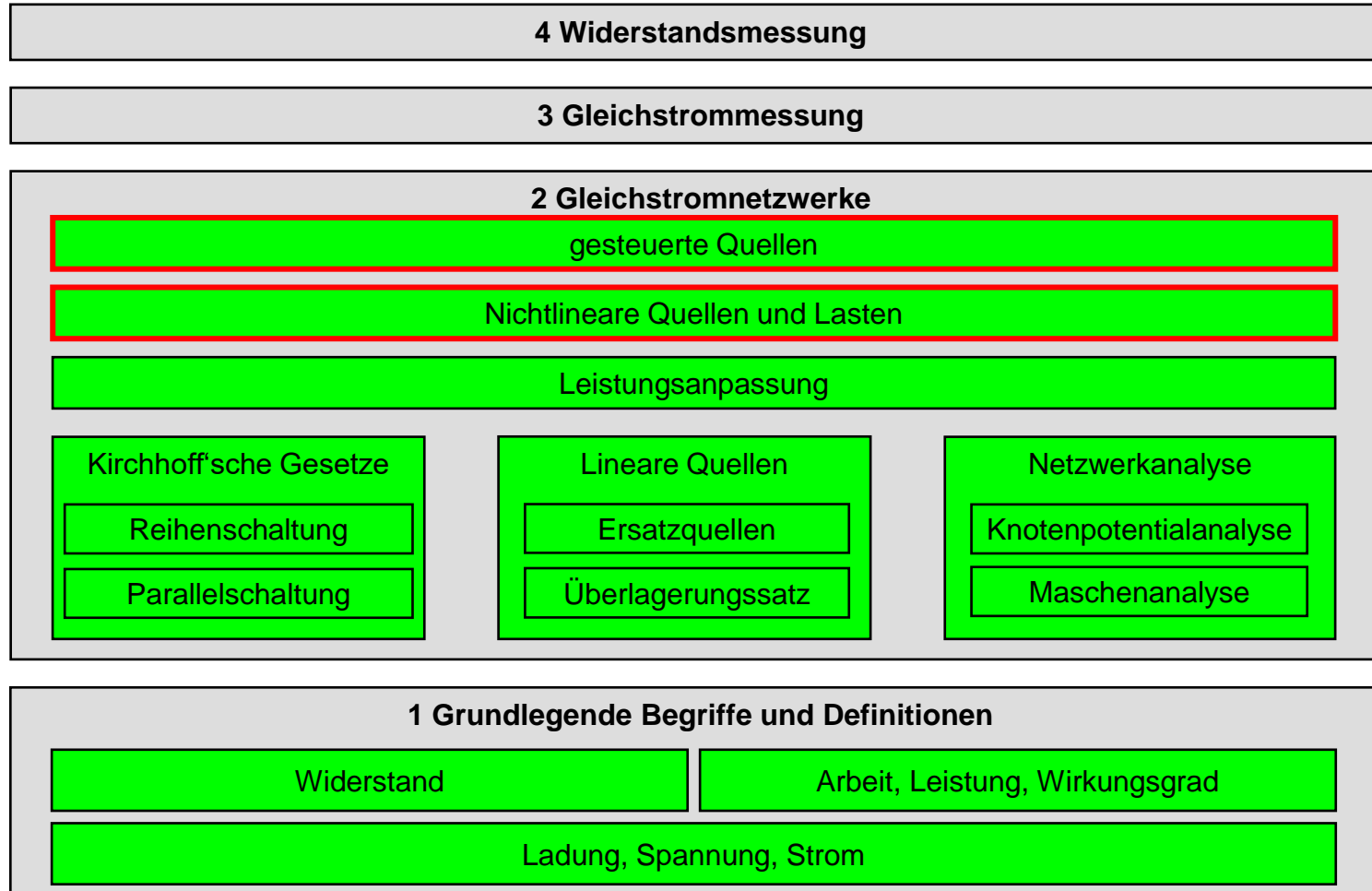
INVERTED CLASSROOM

Foto:
HAW Solar e.V.



GLEICHSTROM

Inhalte der Kapitel 1 – 4: Gleichstrom



2 GLEICHSTROMSCHALTUNGEN

2.1	Zählpfeilsystem	Grundlagen
2.2	Grundlegende Begriffe	
2.3	Kirchhoffsche Gesetze	
2.4	Parallel- und Reihenschaltung von Widerständen	
2.5	Strom- und Spannungsteiler	
2.6	Lineare Quellen	
2.7	Umwandlung in Ersatzquellen	Methoden
2.8	Überlagerungsprinzip	
2.9	Netzwerkanalyse	
2.10	Leistungsanpassung	Sonstiges
2.11	Nichtlineare Quellen und Verbraucher	
2.12	Gesteuerte Quellen	

NICHTLINEARE QUELLEN UND LASTEN

Nichtlineare Quelle/Last wird durch Kennlinie beschrieben

⇒ Arbeitspunkt kann graphisch bestimmt werden:

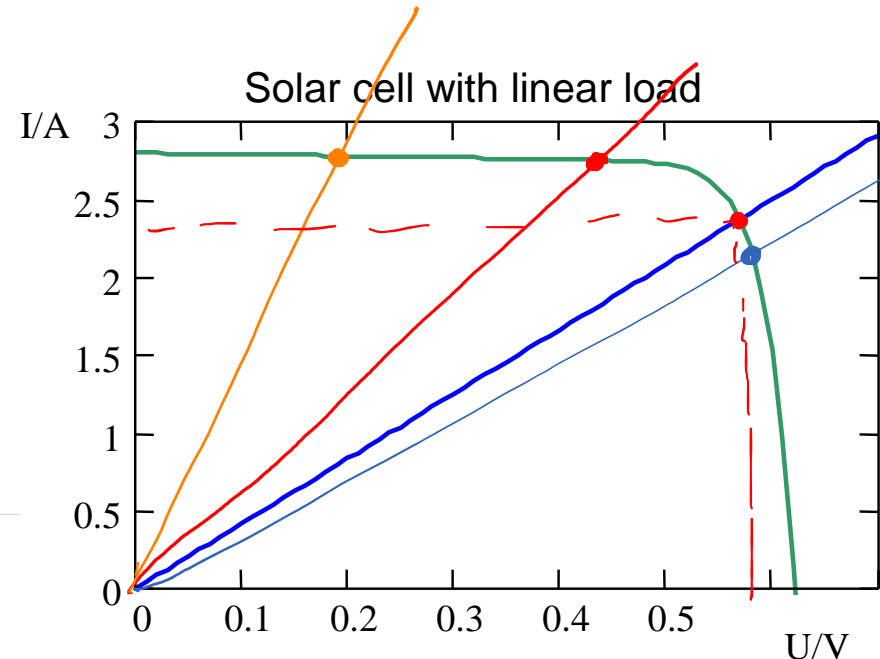
- Schnittpunkt der Last-Gerade mit der Quell-Kennlinie

Beispiel: Solarzelle an (linearem) Lastwiderstand

• AP: Definiert

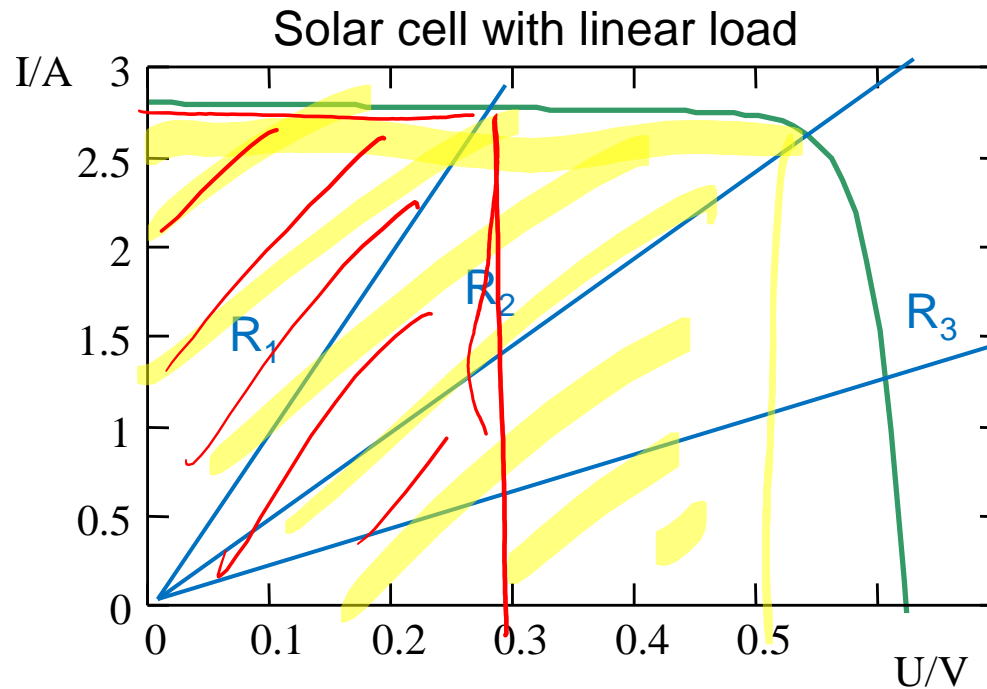
Strom + Spannung
die sich here
ergeben!

(AP $\approx 0,6V; 2,5A$)



EXKURS: LEISTUNG VON SOLARZELLEN

Bei welchem Lastwiderstand ergibt sich die größte Leistungsabgabe der Solarzelle?

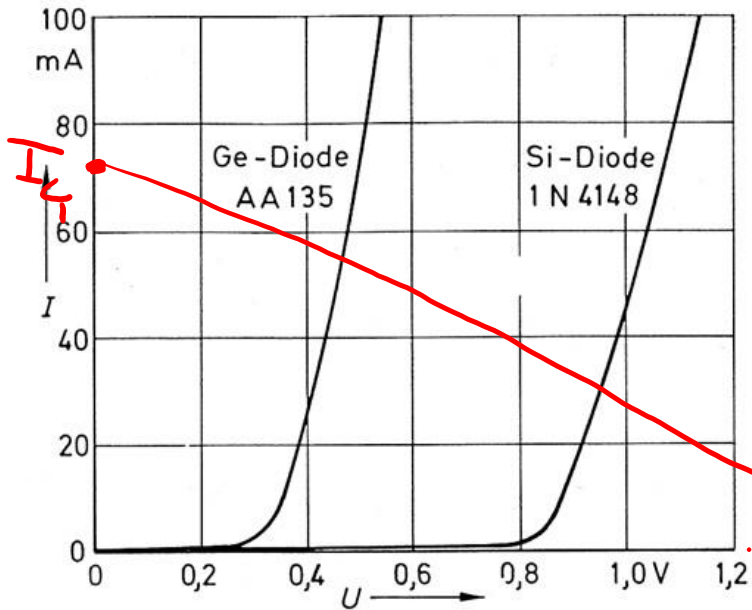


- A. R_1
- B. R_2
- C. R_3

ÜBUNGSAUFGABE

Bestimmen Sie den Arbeitspunkt, für jede Diode, wenn Sie eine davon an eine lineare Spannungsquelle anschließen.

Es sei: $U_0 = 1.5 \text{ V}$ und $R_i = 20 \Omega$.



A. Ge: 50 mA, 0,45 V ✓

B. Ge: 40 mA, 0,3 V

C. Si: 50 mA, 0,45 V ✓

D. Si: 28 mA, 0,94 V

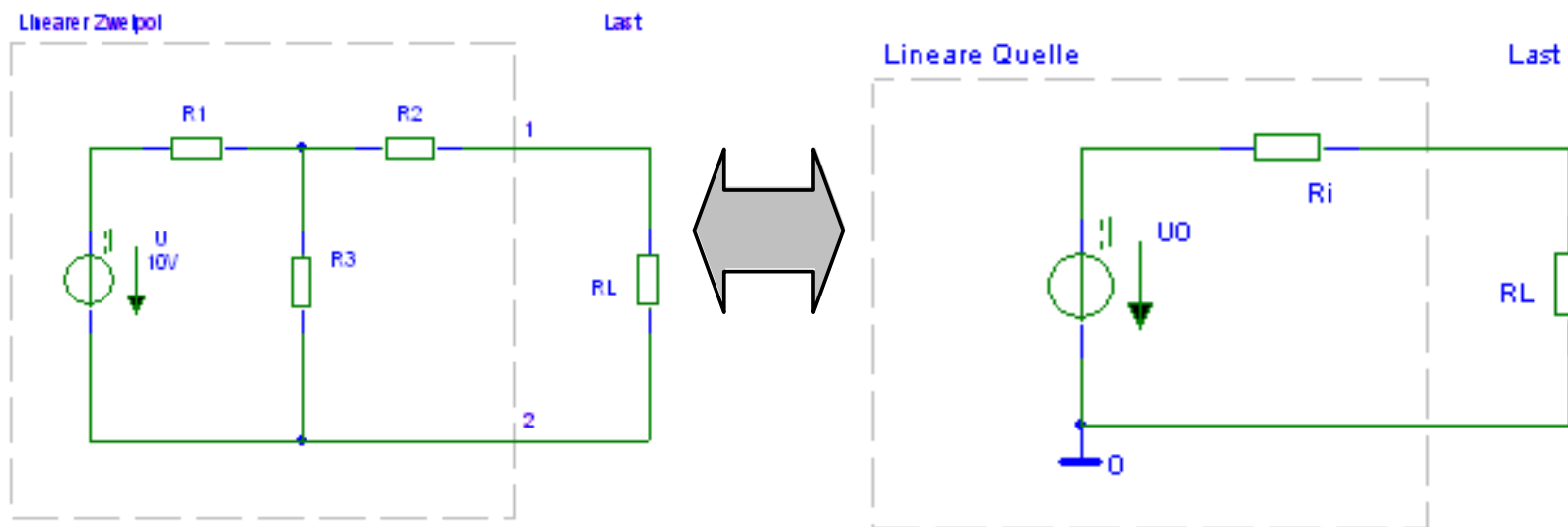
E. Si: 94 mA, 0,28 V

$$I_0 = I_u = \frac{U_0}{R_i} = \frac{1,5 \text{ V}}{20 \Omega} = 75 \text{ mA}$$

VORGEHEN BEI KOMPLIZIERTEREN QUELLEN

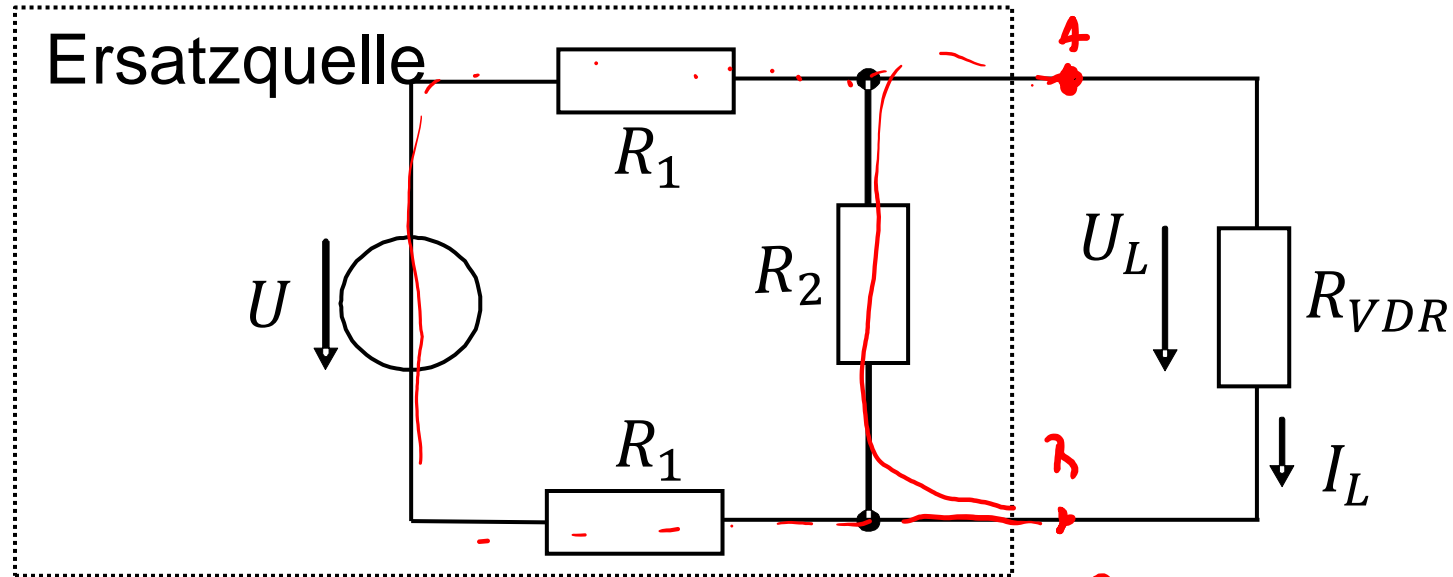
Was tun, wenn die Quelle aus mehreren idealen Quellen und/oder Widerständen besteht?

1. Ersatzquelle bestimmen
2. Kennlinie der Ersatzquelle zeichnen
3. Schnittpunkt mit Lastkennlinie ergibt Arbeitspunkt



QUELLENUMWANDLUNG BEI NICHTLINEARER LAST

Für **genau eine nichtlineare** Last kann das Prinzip der Ersatzquelle nach Thévenin- oder Norton genutzt werden.



Es sei:

$$U = 12.4 \text{ V}$$

$$R_1 = 800 \, \Omega$$

$$R_2 = 1.6 \text{ k}\Omega$$

Leerlaufspannung:

$$U_0 = U \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_1 + R_2} = U_{R_2} = 6,2 \text{ V}$$

Innenwiderstand:

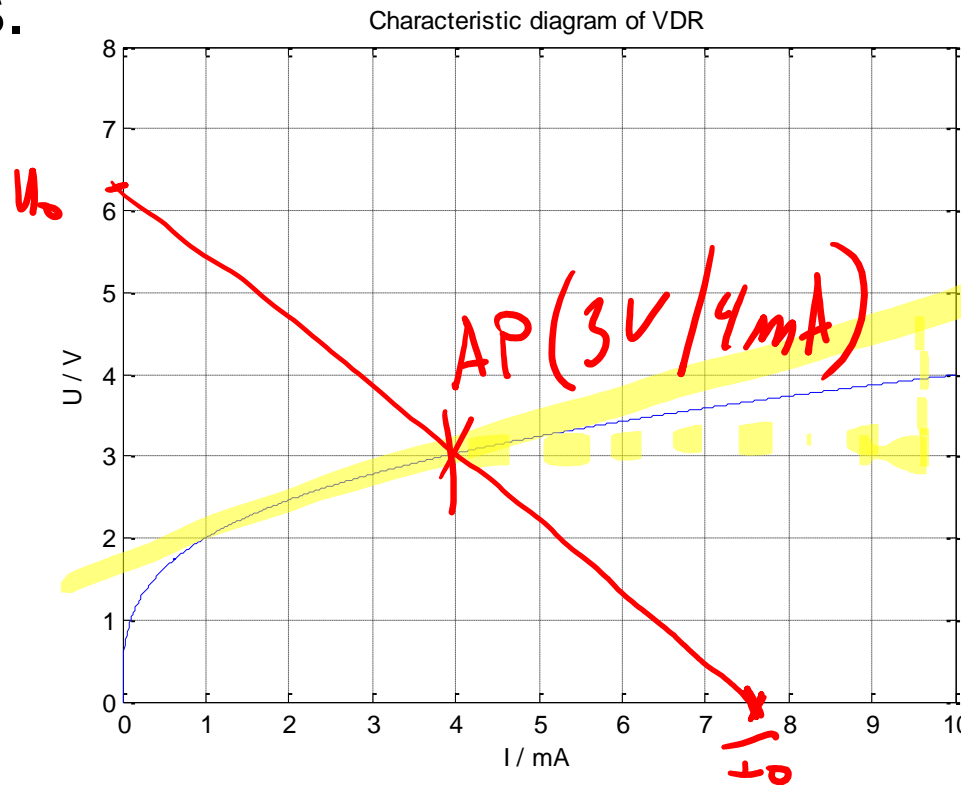
$$R_i = \frac{4}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1}} = 2R_1 \parallel R_2 = 200 \, \Omega$$

Kurzschlußstrom:

$$I_0 = \frac{U_0}{R_i} = \frac{6,2 \text{ V}}{200 \, \Omega} = 31 \text{ mA}$$

FORTSETZUNG ZUR QUELLENUMWANDLUNG

Die Ersatzquelle kann durch $U_0 = 6,2\text{ V}$, $R_i = 800\ \Omega$ beschrieben werden. Bestimmen Sie den Arbeitspunkt für die gegebene Kennlinie des Varistors.



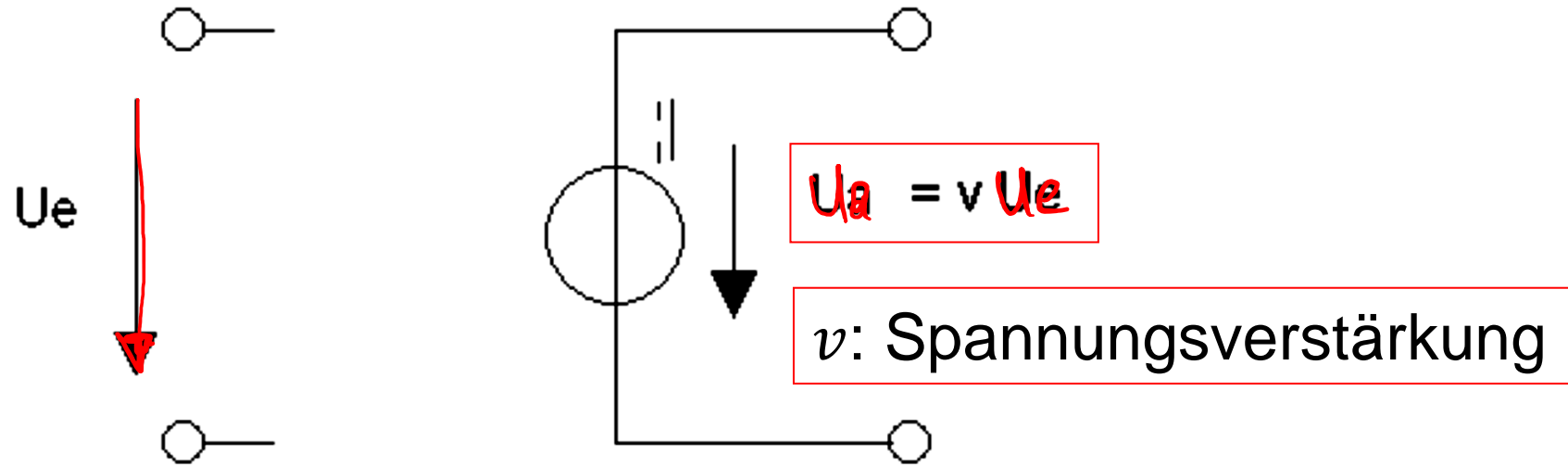
$$r_d = \frac{\partial U_{\text{VDR}}}{\partial I_{\text{VDR}}} \bigg|_{\text{AP}}$$

- A. 1 mA bei 2 V
- B. 4 mA bei 3 V ✓
- C. 6 mA bei 3,3 V

2 GLEICHSTROMSCHALTUNGEN

2.1	Zählpfeilsystem	Grundlagen
2.2	Grundlegende Begriffe	
2.3	Kirchhoffsche Gesetze	
2.4	Parallel- und Reihenschaltung von Widerständen	
2.5	Strom- und Spannungsteiler	
2.6	Lineare Quellen	
2.7	Umwandlung in Ersatzquellen	Methoden
2.8	Überlagerungsprinzip	
2.9	Netzwerkanalyse	
2.10	Leistungsanpassung	Sonstiges
2.11	Nichtlineare Quellen und Verbraucher	
2.12	Gesteuerte Quellen	

SPANNUNGSGESTEUERTE SPANNUNGSQUELLE



Funktion:

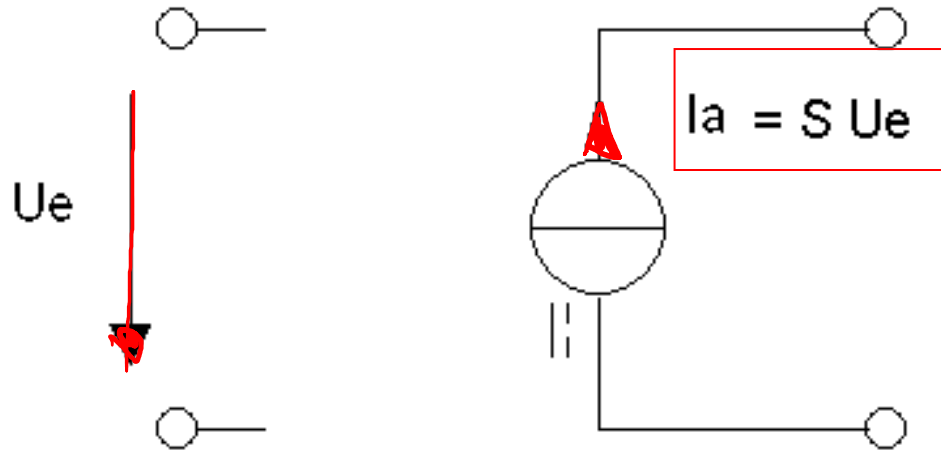
Ausgangsspannung U_a = Verstärkung v · Eingangsspannung U_e

Achtung:

Gesteuerte Quellen dürfen bei der Superposition nie entfernt werden!

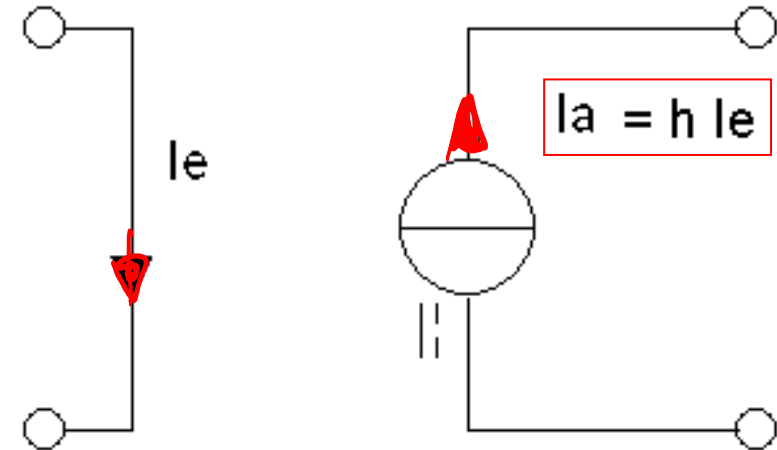
ANDERE GESTEUERTE QUELLEN

Spannungsgesteuerte Stromquelle



Steilheit S

Stromgesteuerte Stromquelle



Stromverstärkung h

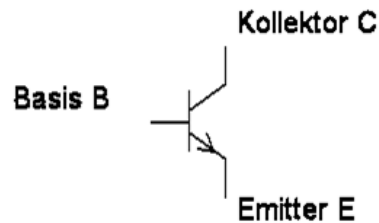
ANWENDUNGSBEISPIEL ZU GESTEUERTEN QUELLEN

Transistor

Halbleiterbauelement, das schwache Ströme verstärkt

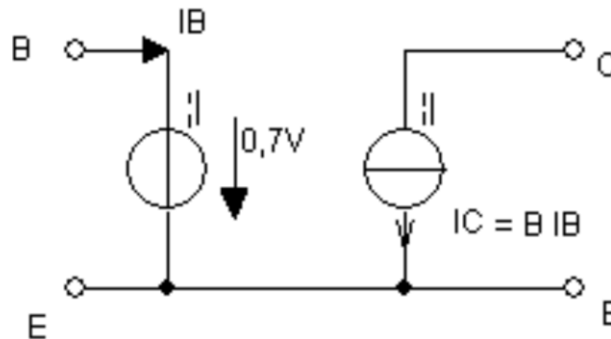
Kollektorstrom $I_C = B \cdot$ Basisstrom I_B

Schaltzeichen



typische Bauform

Frage: Was für eine gesteuerte Quelle ist das?



- A. stromgesteuerte Spannungsquelle
- B. spannungsgesteuerte Stromquelle
- C. stromgesteuerte Stromquelle ✓

ANWENDUNGSBEISPIEL

Ansteuerung einer Leuchtdiode (LED) mit 2 V , 15 mA
durch ein Signal von $1,5\text{ V}$?

Die Gesamtschaltung werde mit 5 V versorgt.



AUFGABE

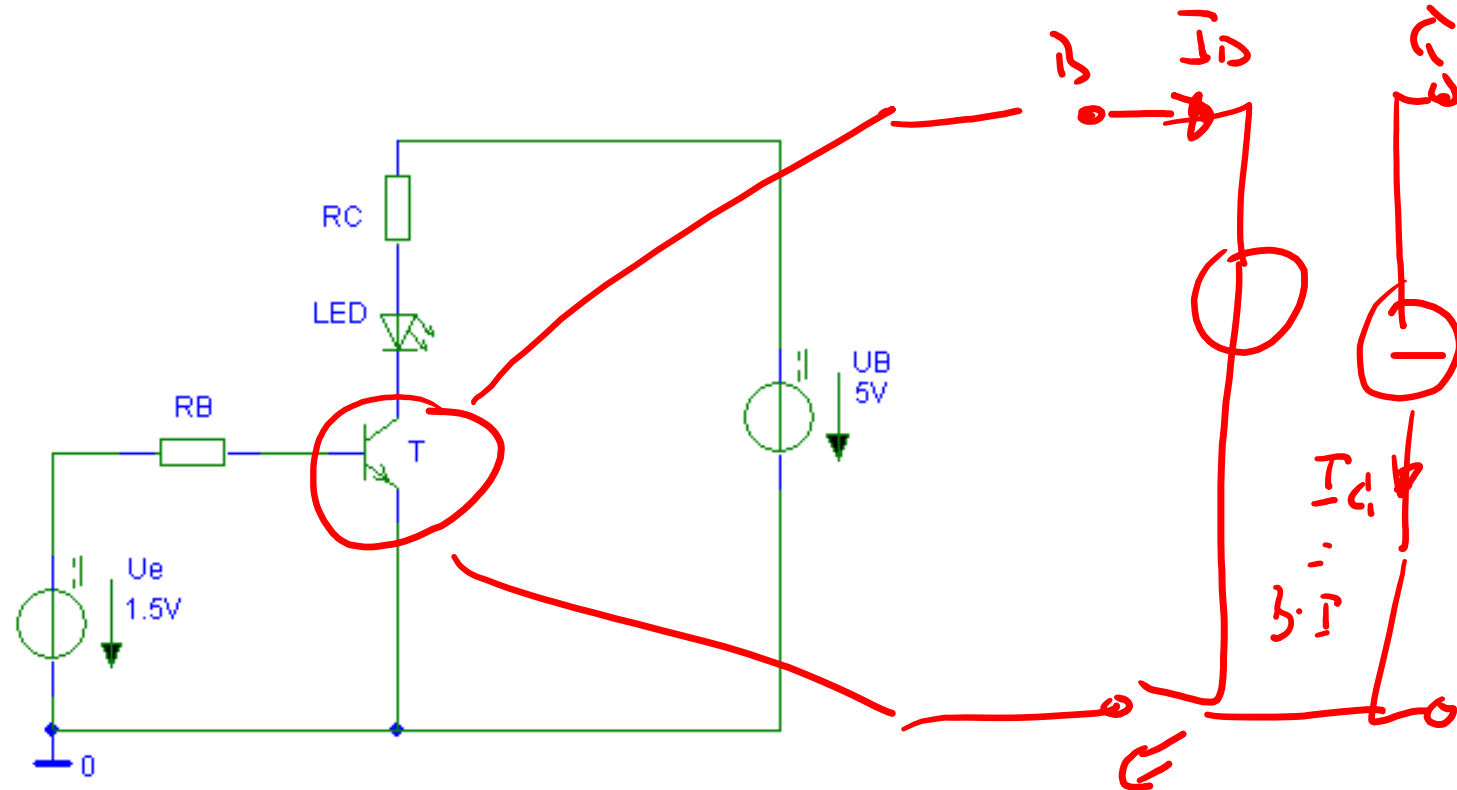
Dimensionieren Sie die folgende Schaltung um die Diode im Arbeitspunkt ($2V / 15mA$) zu betreiben:

gegeben:

- $U_{LED} = 2V$
- $I_{LED} = 15mA$
- $U_{CE} \approx 0,2V$
- $U_{BE} \approx 0,7V$
- $B = 300$

gesucht:

- R_B, R_C



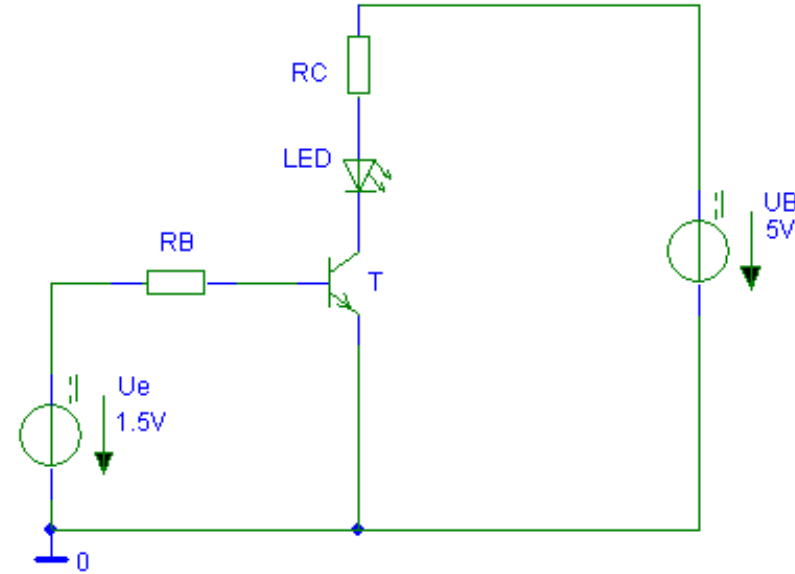
AUFGABE 1: BESTIMMUNG R_C

gegeben:

- $U_{LED} = 2\text{ V}$
- $U_{CE} = 0,2\text{ V}$
- $I_{LED} = 15\text{ mA}$
- $B = 300$

gesucht:

- R_C



A. $R_C = 178\ \Omega$

B. $R_C = 187\ \Omega$

C. $R_C = 333\ \Omega$

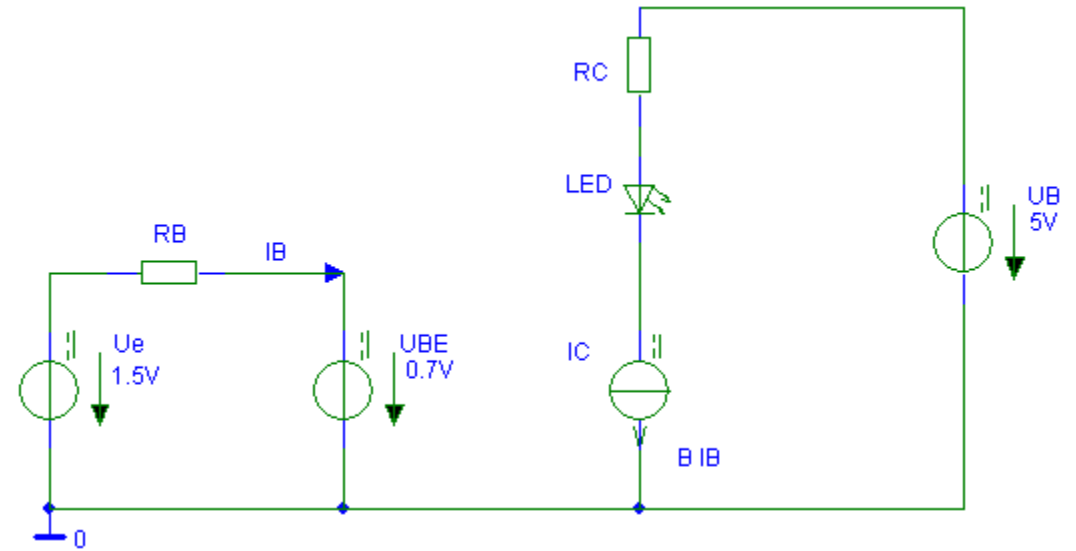
AUFGABE 2: BESTIMMUNG R_B

gegeben:

- $U_{LED} = 2\text{ V}$
- $U_{CE} = 0,2\text{ V}$
- $I_{LED} = 15\text{ mA}$
- $B = 300$

gesucht:

- R_B



- A. $100\ \Omega$
- B. $16\text{ k}\Omega$
- C. $30\text{ k}\Omega$

WAS SIE MITNEHMEN SOLLTEN...

Nichtlineare Quellen und Verbraucher

- Bestimmung des Arbeitspunktes über:
- Mathematische Beschreibung einer nichtlinearen Kennlinie
 - Gleichstromwiderstand
 - Differentieller Widerstand

Gesteuerte Quellen:

- Idealisierte Spannungs- oder Stromverstärker
- 3 Arten und deren Gleichungen
 - $s_p \cdot i_{s.} \quad s_{p2}$
 - $s_{h.} \cdot i_{s.} \quad s_{p q}$
 - $s_{h.} \cdot i_{s.} \quad s_{h.} \quad \dots$