



Stromversorgungs - Einheiten

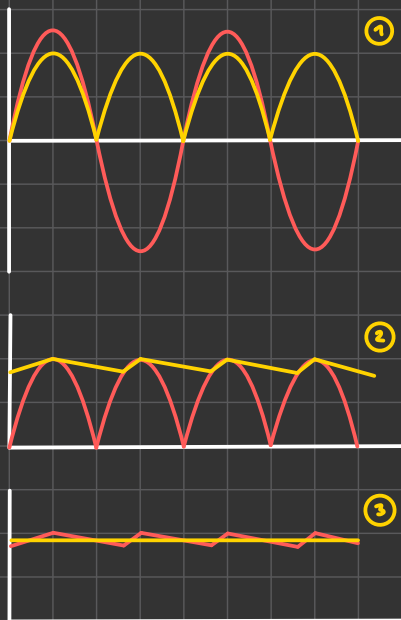
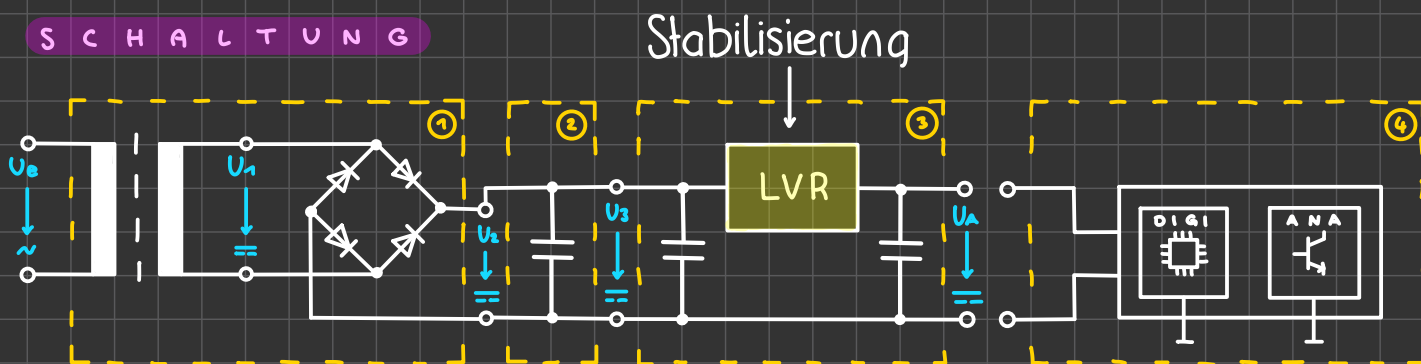
Stromversorgungseinheiten (Netzteile) dienen zur Erzeugung der von elektrischen Schaltungen benötigten Gleichspannung

A U F B A U

Sie bestehen aus drei Baublöcken

- [a] Gleichrichterschaltung (inkl. Transformation)
- [b] Siebschaltung zur Glättung der Gleichspannung
- [c] Stabilisierung der Gleichspannung gegen Schwankungen....
 - ▷ ...der Eingangsspannung
 - ▷ ...der Last
 - ▷ ...der Temperatur

S C H A L T U N G



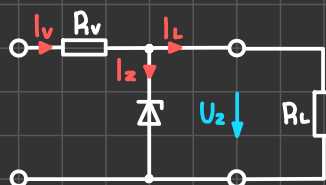
Die notwendigen Kenngrößen zur Beurteilung der Qualität einer Stabilisierungsschaltung sind wie folgt:

- [1] Eingangsspannung & Toleranz
- [2] Ausgangsspannung & Toleranz
- [3] Eingangsschwankungsregelung [Line-Regulation]
 - ▷ $\Delta U_a : \Delta U_e$
- [4] Belastungsregelung [Load-Regulation]
 - ▷ $\Delta U_a : \Delta i_a$
- [5] Temperaturkoeffizienten
- [6] Ausregelzeit
 - ▷ wie lange dauert Veränderung am Eingang zu Veränderung am Ausgang.

Die Klassifizierung von Schaltungen zur Spannungsstabilisierung, kann in die Kategorien **gereregelt** und **ungeregelt** vorgenommen werden.

1.1 Ungeregelte Stabilisierungsschaltung mit Zener-Diode

Mittels einer **Zener Diode** kann man eine Ausgangsspannung in einem weiten Bereich **konstant** halten.

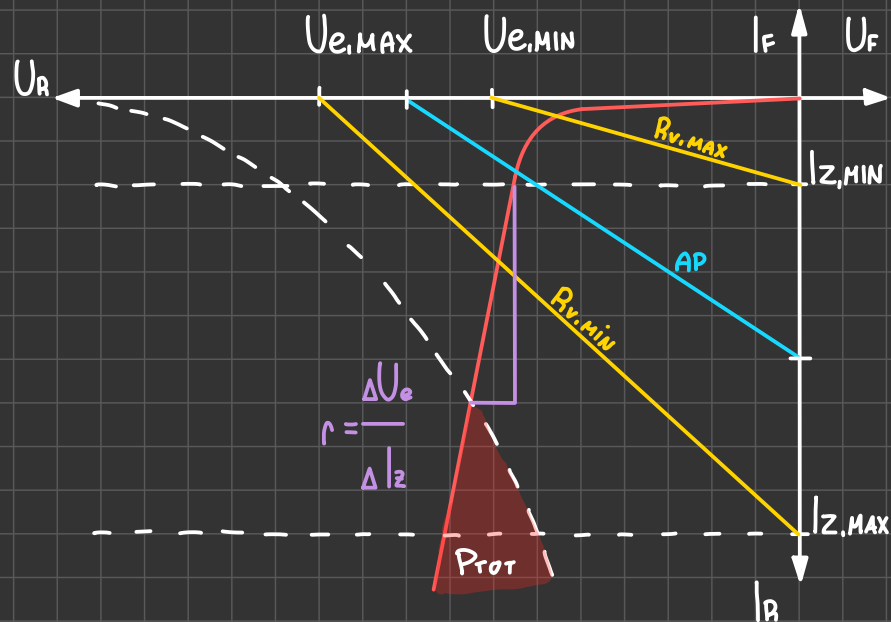


$$P_{TOT} = U_Z \cdot I_{Z,MAX}$$

$$I_{Z,MAX} = \frac{P_{TOT}}{U_Z} \rightarrow \text{auch: } 0,9 \cdot \frac{P_{TOT}}{U_Z}$$

$$I_{Z,MIN} = 0,1 \cdot I_{Z,MAX}$$

$U_{e,MIN}$
$U_{e,MAX}$
$I_{z,MIN}$
$I_{z,MAX}$
P_{TOT}
$R_{V,MIN}$
$R_{V,MAX}$



1.1.1

Dimensionierung

$$U_e \rightarrow \text{konstant} \quad \Delta U_z \approx 0 \rightarrow U_z \rightarrow \text{konstant} \quad R_{V,MIN} = \frac{U_e - U_z}{I_{z,MAX}} \quad P_V = \frac{U_{R_V}^2}{R_V} \Big|_{R_L=0}$$

$$I_z = I_{z,MIN} + I_{L,MAX} \quad I = \frac{U_e - U_z}{R}$$

Möchte man mit möglichst geringem Stromverbrauch auskommen, so dimensioniert man $I_{z,MIN}$, $I_{L,MAX}$ und $U_{e,MIN}$.

Maximaler I_z : Dimensionierung nach $U_{e,MAX}$ und $I_{z,MAX}$

$$R_{V,MIN} = \frac{U_{e,MAX} - U_z}{I_{z,MAX} + I_{L,MIN}}$$

$$R_{V,MAX} = \frac{U_{e,MIN} - U_z}{I_{z,MIN} + I_{L,MAX}}$$

Für eine optimale Stabilisierung ist Folgendes zu beachten:

1. $U_e \approx 2 \cdot U_z$
2. Der Arbeitspunkt liegt in der Mitte der Kennlinie, bei $I_z/2$.
3. $I_{z,MIN}$ darf nicht unterschritten werden.
4. R_V begrenzt I_z bei $U_{e,MAX}$ auf $I_{z,MAX}$

1.1.2

Absoluter Stabilisierungsfaktor

$$S = \frac{\Delta U_e}{\Delta U_a} = \frac{\Delta U_e}{\Delta U_z} = \frac{\Delta I_z \cdot R_V + \Delta U_z}{\Delta U_z} = \frac{R_V}{r_z} + 1$$

$$\Delta U_e = \Delta I_z \cdot R_V + \Delta U_z \quad | : \Delta U_z$$

$$\frac{\Delta U_e}{\Delta U_z} = \frac{\Delta I_z}{\Delta U_z} \cdot R_V + 1 = \frac{1}{r_z} \cdot R_V + 1$$

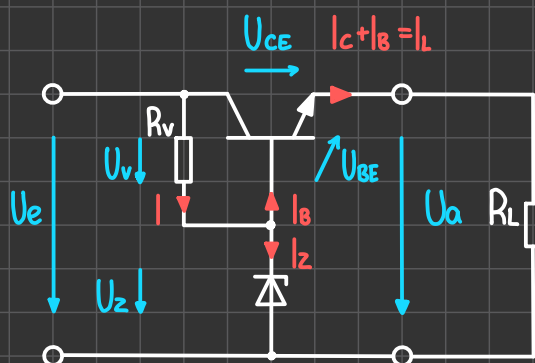
1.1.3 Nachteil der Schaltung

Der **Regelbereich** für Laststrom ist **stark eingeschränkt**.

Es gilt: $\Delta I_L = \Delta I_Z$

Die nachfolgenden Schaltung behebt diesen Nachteil

1.2 Stabilisierung mit Z-Diode & Längstristor



$$U_a = U_Z - U_{BE}$$

$$B = \frac{I_c}{I_b} \approx \frac{I_L}{I_b}$$

Laststromschwankungen wirken um den **Stromverstärkungsfaktor B** reduziert an der Z-Diode.

Eingangsspannungsschwankungen werden über die **C-E-Strecke** abgebaut (U_{CE} schwankt stattdessen)

U_a bleibt konstant ($U_a = U_Z - U_e$)

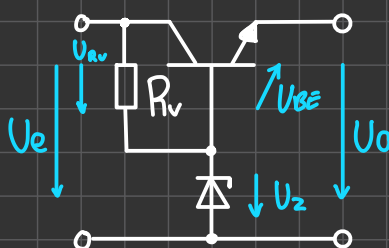
Im Vergleich zur Z-Dioden Stabilisierung, wird I_L durch I_b ersetzt.

$$R_{v,MIN} = \frac{U_{e,MAX} - U_Z}{I_{Z,MAX} + I_{B,MIN}}$$

$$R_{v,MAX} = \frac{U_{e,MIN} - U_Z}{I_{Z,MIN} + I_{B,MAX}}$$

Bsp.: Spannungsstabilisierung mit Längstristor

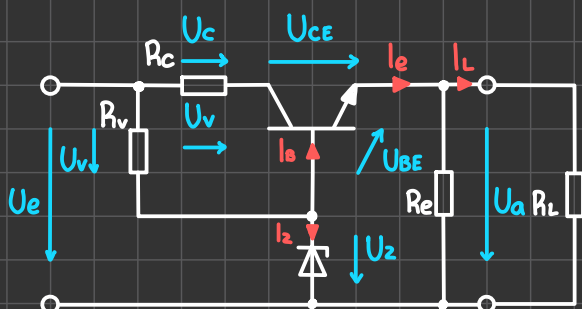
$U_e = 30V \pm 10\%$	$U_{e,MAX} = 33V$
$I_L = 0 - 1A$	$U_{e,MIN} = 27V$
$U_{BE} = 0,8V$	$I_{L,MIN} = 0A$
$U_a = 10V$	$I_{L,MAX} = 1A$
$B = 50$	$U_Z - U_{BE} = U_a$
$P_v = 500mW$	$I_{B,MIN} = 0A$
$r_z = 5\Omega$	$I_{B,MAX} = 20mA$
$U_Z = 10,8V$	



$$\left. \begin{matrix} R_{v,MIN} \\ R_{v,MAX} \\ S \end{matrix} \right\} ?$$

$$R_{vmin} =$$

1.2.1 Längsregler (siehe: elektroniktutor.de/Netzteilbeschaltung)



R_C Vorlastwiderstand
 R_E Emitterwiderstand

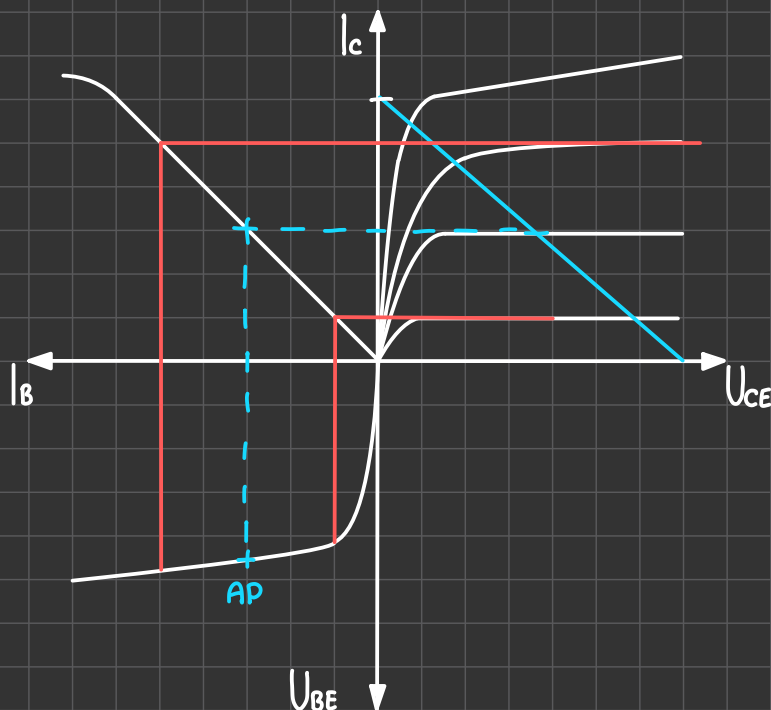
Der Emitterwiderstand R_E bedingt ein besseres Leerlaufverhalten.

$$R_L \gg \rightarrow I_L \ll \rightarrow I_B \ll \rightarrow \Delta U_{BE}$$

Da die U_{BE}/I_B Kennlinie **gekrümmt** ist, erfolgt bei zunehmender Belastung zuerst eine starke und dann eine immer kleiner werdende Zunahme von U_{BE}
 \rightarrow niedriges $I_B \rightarrow \Delta U_{BE}$ sehr hoch

Mit $U_a = U_Z - U_{BE}$ wirkt sich dies auf den Stabilisierungsfaktor positiv aus.

R_E legt den **Arbeitspunkt** der Schaltung in den **linearen Bereich** der **Eingangskennlinie** des Transistors. Die Schaltung arbeitet ohne bzw. sehr kleinem R_C in der Kollektorgrundschaltung



1 R_E bedingt ein besseres Leerlaufverhalten.

2 R_C bewirkt die Begrenzung von I_C .

3 Die Verlustleistung nimmt mit zunehmender Leistung zu. $P_{V, \max}$ bei $R_L = 0 \Omega$

Bsp B0734

$$U_e = 20V$$

$$U_Z = 2 \cdot 6,2V = 12,4V$$

$$U_{BE} = 0,8V @ I_C = 100mA$$

$$U_{CE, \min} = 1,5V$$

$$I_a = 0,01 - 0,5A$$

$$I_Z = 15mA$$

$$\beta = 100$$

$$U_a = U_Z - U_{BE} = 12,4 - 0,8V = 11,6V$$

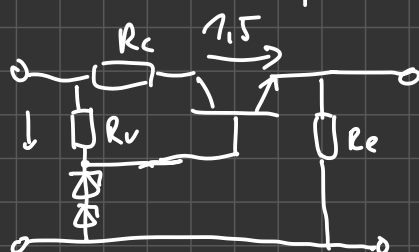
$$R_v = \frac{U_e - U_Z}{I_Z - I_{B, \max}} = \frac{7,6V}{(15+5)mA} \rightarrow 380\Omega$$

$$I_{B, \max} = \frac{0,5}{100} = 5mA$$

$$R_E = \frac{U_a}{I_{a, \min}} = \frac{11,6V}{0,01A} = 1160\Omega$$

$$R_C = \frac{U_{BE} - 1,5 - U_a}{I_{a, \max} + I_{q, \min}} = 13,7\Omega$$

R_C ?
 R_E ?
 R_v ?
 P_v ?

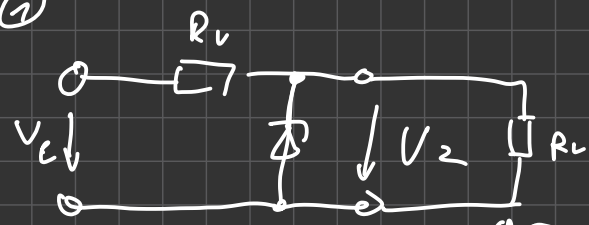


sowie ein vollständiger Rechengang.

Bearbeite die Beispiele:

- 1) Dimensioniere eine Z-Dioden Stabilisierungsschaltung. (5)
 $P_{tot} = 500\text{mW}$, $U_Z = 5,6\text{V}$, $r_Z = 5\Omega$
 $U_E = 20\text{V} \pm 10\%$, $I_{L, \min} = 0\text{A}$ (= Leerlauf), $R_{L, \min} = 200\Omega$
 - a) Gib die Schaltung dazu an.
 - b) Berechne den Vorwiderstand (R_V) unter der Zielsetzung einer möglichst optimalen Stabilisierung.
 Berechne auch $R_{V, \min}$ und $R_{V, \max}$ und begründe Deine Wahl.
 - c) Berechne den Stabilisierungsfaktor der Schaltung.
- 2) Dimensioniere eine Stabilisierungsschaltung mit Zener Diode und Längstransistor. (5)
 $U_E = 15\text{V} \pm 10\%$, $U_Z = 9,1\text{V}$
 $U_A = \underline{\quad\quad} \text{V}$, $B = \underline{80}$ (aus der Kennlinie ermittelt)
 $I_L = 200 - 600\text{mA}$, $U_{BE} = 0,8\text{V}$
 $P_{tot} = 500\text{mW}$, $r_Z = 4,7\Omega$ (Zener Diode)
 - a) Zeichne die Schaltung.
 - b) Ermittle den passenden Vorwiderstand aus der Normreihe E12.
 - c) Gib die Größe und die Schwankung der Ausgangsspannung an.
- 3) Dimensioniere eine Stabilisierungsschaltung mit dem Baustein LMB17. (5)
 $U_E = 15\text{V} \pm 10\%$
 $U_A = 5\text{V}$
 - a) Zeichne die Schaltung
 - b) Berechne die notwendigen Bauelemente.
 - c) Beschreibe den Baustein (Klassifizierung, Kennwerte, interne Hardwarekomponenten)

①



$$P_{TOT} = U_Z \cdot I_{Z, \max} \rightarrow I_{Z, \max} = \frac{0,5}{5,6} = \frac{1}{11,2}$$

$$I_{L, \max} = \frac{U_Z}{R_{L, \min}} = \frac{5,6}{200} = 28\text{mA}$$

$$I_{L, \min} = 0\text{A}$$

$$I_{Z, \max} = \frac{5}{56} \quad I_{Z, \min} = 2,8\text{mA}$$

$$R_{V, \min} = \frac{U_{E, \max} - U_Z}{I_{L, \min} + I_{Z, \max}}$$

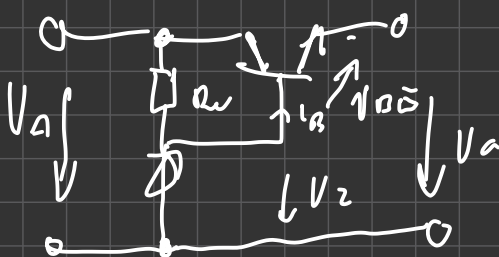
$$R_{V, \max} = \frac{U_{E, \min} - U_Z}{I_{L, \max} + I_{Z, \min}}$$

$$R_{V, \min} = \frac{22\text{V} - 5,6\text{V}}{0,028 + \frac{5}{56}\text{A}}$$

$$R_{V, \max} = \frac{18\text{V} - 5,6\text{V}}{2,8\text{mA} + 0}$$

$$s = \frac{R_{AP}}{r_Z} + 1 = \frac{\Delta U_E}{\Delta U_A}$$

②



$$U_A = U_Z - U_{BE}$$

$$R_{V, \min} = \frac{U_{E, \max} - U_Z}{I_{L, \min} + I_{B, \max}}$$

$$R_{V, \max} = \frac{U_{E, \min} - U_Z}{I_{L, \max} + I_{B, \min}}$$

$$I_{Z, \max} = \frac{P_{TOT}}{U_Z} \rightarrow I_{Z, \min} = I_{Z, \max} - 0,1$$