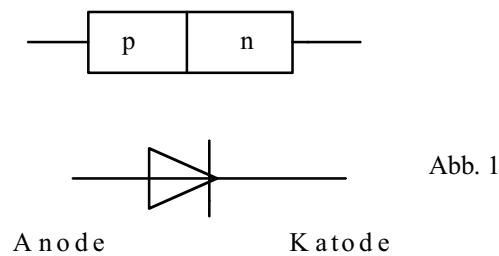


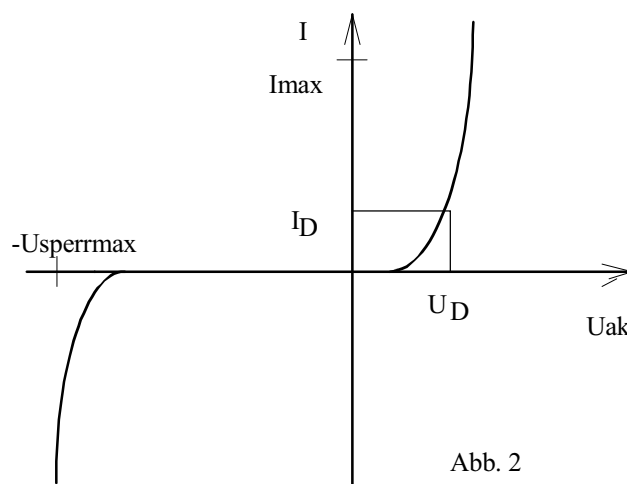
## DIODEN

Dioden sind Halbleiter, die den Strom bevorzugt in einer Richtung fließen lassen. Dioden haben zwei Anschlüsse: Anode (p) und Kathode (n). Ist der pn-Übergang in Durchlassrichtung gepolt, so hat die Diode einen sehr niedrigen, bei Polung in Sperrrichtung einen großen Widerstandswert.



## KENNLINIEN

Das Verhalten einer Diode wird durch Ihre Kennlinie  $I=I(U_{ak})$  beschrieben (siehe Abb.2). Der Durchlassstrom steigt bei kleinen positiven Spannungen  $U_{ak}$  steil an. Er darf einen bestimmten Maximalwert  $I_{max}$  nicht überschreiten, da sonst die Diode thermisch zerstört wird. Der Sperrstrom ist bei niedrigen Sperrspannungen um mehrere Zehnerpotenzen kleiner als typische Durchlassströme. Erst im Bereich hoher Sperrspannungen ( $U_{ak} > U_{sperrmax}$ ) fließen hohe Sperrströme, es kommt zu Durchbrüchen (Wärmedurchbruch, Zenerdurchbruch).



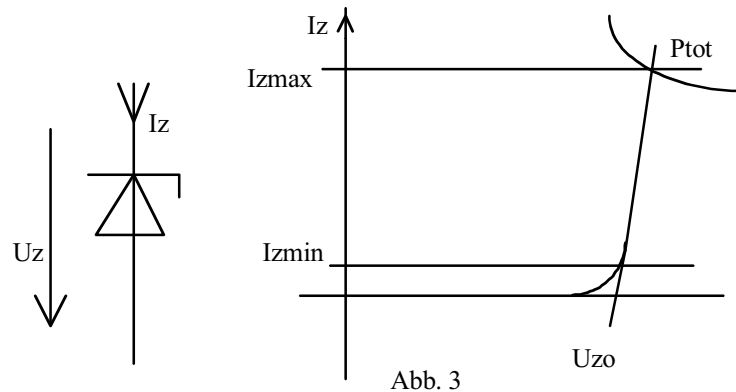
## ZENERDIODEN

Z-Dioden sind in Sperrichtung betriebene Siliziumdioden. Wegen des Zener-effektes und/oder Avalanche-Effektes besitzen sie oberhalb der Zenerspannung  $U_{zo}$  einen steilen Stromanstieg.

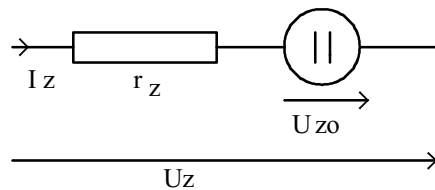
Zwischen den Strömen  $I_{zmin} = 0,1 * I_{zmax}$  und  $I_{zmax}$  verläuft die Kennlinie näherungsweise linear und kann durch die Funktion

$$U_z \sim U_{zo} + I_z * r_z$$

angenähert werden.



In diesem Kennlinienbereich kann die Diode durch folgendes Ersatzschaltbild beschrieben werden:

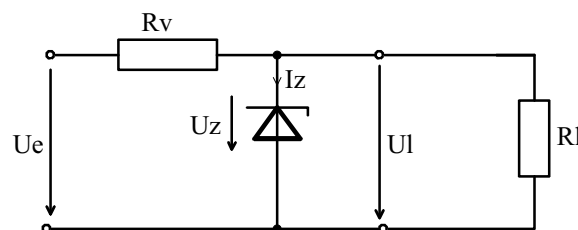


Die Zenerspannung  $U_{zo}$  ergibt sich als Schnittpunkt der linearisierten Kennlinie mit der  $U_z$ -Achse.  $r_z$  ist der differentielle Widerstand.

$$r_z = dU_z / dI_z \sim \Delta U_z / \Delta I_z$$

Wegen des geringen differentiellen Widerstandes eignen sich Z-Dioden zur Spannungsstabilisierung. Die folgende Abbildung zeigt eine einfache Parallelstabilisierung. Für die Ausgangsspannung  $U_I = U_z$  ergibt sich, falls  $I_{zmin} < I_z < I_{zmax}$ :

$$U_I \sim U_{zo} + r_z * I_z$$



Ist  $r_z$  hinreichend klein, wird die Ausgangsspannung  $U_I \sim U_{zo}$  und damit näherungsweise unabhängig von Eingangsspannung  $U_e$  und Laststrom  $I_l$ .

## **STABILISIERUNG GEGEN SCHWANKUNGEN DER EINGANGSSPANNUNG**

Erhöht sich die Eingangsspannung um  $\Delta U$ , übernimmt die Z-Diode den zusätzlich über den Widerstand  $R_v$  fließenden Strom. Die Ausgangsspannung ändert sich lediglich um den zusätzlichen Spannungsabfall an  $r_z$ . Es ergibt sich der relative Stabilisierungsfaktor:

$$s_{rel} = (\Delta U_I / U_I) / (\Delta U_e / U_e) \sim r_z * U_e / R_v * U_I$$

## **STABILISIERUNG GEGEN LASTSTROMSCHWANKUNGEN**

Wird der Laststrom  $\Delta I_I$  erhöht, so gibt die Z-Diode den entsprechenden Stromanteil ab. Die Ausgangsspannung verringert sich dann lediglich näherungsweise um den Spannungsabfall des Stromanteils an  $r_z$ :

$$\Delta U_I \sim -I_I * r_z$$

Der dynamische Ausgangswiderstand der Stabilisierungsschaltung ergibt sich zu

$$r_A = | \Delta U_I / \Delta I_I | \sim r_z$$

d.h. die Schaltung verhält sich wie eine Spannungsquelle mit sehr kleinem Innenwiderstand.

## **VERSUCHSDURCHFÜHRUNG**

1. Messen und skizzieren Sie die Kennlinie einer Zenerdiode
2. Berechnen Sie aus den Messungen den dynamischen Widerstand  $r_z$  der Zenerdiode und skizzieren Sie  $r_z$  als Funktion des Stromes.
3. Für eine Nenneingangsspannung von  $U_e = 10V$  und eine Variation der Eingangsspannung von  $2V_{pp}$  soll eine Stabilisierungsschaltung aufgebaut werden. Berechnen Sie  $R_v$  so, dass für  $R_l = \infty$  die Z-Diode nicht überlastet wird.
4. Messen und skizzieren Sie die Ausgangsspannung als Funktion der Eingangsspannung und bestimmen Sie den relativen Stabilisierungsfaktor.
5. Messen und skizzieren Sie  $U_I$  als Funktion des Laststromes. Bestimmen Sie den dynamischen Innenwiderstand der Schaltung bei Nenneingangsspannung.