

Vorbereitung Aufgabe 1

Schaltodiode	1N4002	AA136 at 25°C, I_F 1000mA, U_R 50V	P600A at 25°C, I_F 6000mA
T_{jmin} in °C	-50	N.A.	-50
T_{jmax} in °C	175	100	175
R_{thA} in K/W	45	N.A.	20
U_{FMAX} in V	< 1.1	0.55	< 1.1
U_{RMAX} in V	100	60	50
I_{FMAX} in mA	1000-800	500	???
I_{RTYP} in μ A	< 5	6	< 5
τ in ns	1500	N.A.	1500
Preis	36,89 €	2.950 €	140,00 €

AA136 at 25°C, I_F 1000mA, U_R 50V
<https://www.mouser.de/ProductDetail/AA136-Germanium-Diode?m=1000&u=2>
 23.05.2025, 10:57 Uhr

P600A at 25°C, I_F 6000mA
<https://www.mouser.de/ProductDetail/P600A-Silicon-Diode?m=1000&u=2>
 16.05.2025, 13:03 Uhr

1N4002
<https://www.buerklin.com/details/diodes/schaltenderdiode/1n4002/2657850/>
 Preis in € pro 1000 Stück
 Datum Zugriff: 16.05.2025, 14:58 Uhr

Z-Dioden	ZPD2.7 at T_A 25°C, I_Z 5mA	ZPY8.2 at T_A 50°C, I_Z 100mA
T_{jmin} in °C	-50	-50
T_{jmax} in °C	175	175
R_{thAir} in K/W	< 300	45,00
U_{ZMIN} in V	2,5	7,7
U_{ZMAX} in V	2,9	8,7
I_{ZMAX} in mA	172	149
Preis	261,80 €	770,00 €

ZPY8.2 at T_A 50°C, I_Z 100mA
<https://www.mouser.de/ProductDetail/Diodes-Semiconductor/ZPY8.2?as=OIC7AcGdEDmzrQPzR8Nq%30%30>
 16.05.2025, 13:25 Uhr

ZPD2.7 at T_A 25°C, I_Z 5mA
<https://www.buerklin.com/details/diodes/zener-diodes/zpd2.7/2252609/>
 Preis in € pro 1000 Stück
 Datum Zugriff: 16.05.2025, 13:25 Uhr

Leucht Diode	LTL4223 at T_A 25°C, I_F 20mA
T_{jmin} in °C	-55
T_{jmax} in °C	100,00
U_{FTYP} in V	2,00
U_{RMAX} in V	5,00
I_{FMAX} in mA	120,00
Preis	420,00 €
λ_d in nm	623
$2\theta_{1/2}$ in deg	36
I_V in mcd	19

LTL4223 at T_A 25°C, I_F 20mA
<https://www.mouser.de/ProductDetail/LTL4223?as=OIC7AcGdEDmzrQPzR8Nq%30%30>
 Preis in € pro 1000 Stück
 Datum Zugriff: 16.05.2025, 13:32 Uhr

Schaltodiode 1N4002

Repetitive peak forward current – Periodischer Spitzenstrom	$f > 15$ Hz	$T_A = 75^\circ\text{C}$	I_{FSM}	5.4 A ³⁾
Peak forward surge current Stoßstrom in Fluss-Richtung	Half sine-wave Sinus-Halbwellen	50 Hz (10 ms) 60 Hz (8.3 ms)	I_{FSM}	27 A 30 A

LED	LTL-4223	LTL-4223	LTL-4253	L-7113.MBDL	1R3P3
Farben	rot	grün	gelb	blau	infrarot

Legende

T_{jmin} $\hat{=}$ Mindesttemperatur

T_{jmax} $\hat{=}$ Maximaltemperatur

R_{thA} $\hat{=}$ Wärmewiderstand, Sperrschaltungsumgebung

U_{FMAX} $\hat{=}$ Maximale Forward Spannung

U_{RMAX} $\hat{=}$ Maximale Reverse Spannung

I_{FMAX} $\hat{=}$ Maximale Forward Strom

I_{RTYP} $\hat{=}$ Sperrstrom

τ $\hat{=}$ Schaltzeit

U_{ZMIN} $\hat{=}$ Minimale Zener Voltage

U_{ZMAX} $\hat{=}$ Maximale Zener Voltage

λ_d $\hat{=}$ Wellenlänge

$2\theta_{1/2}$ $\hat{=}$ Viewing Angle

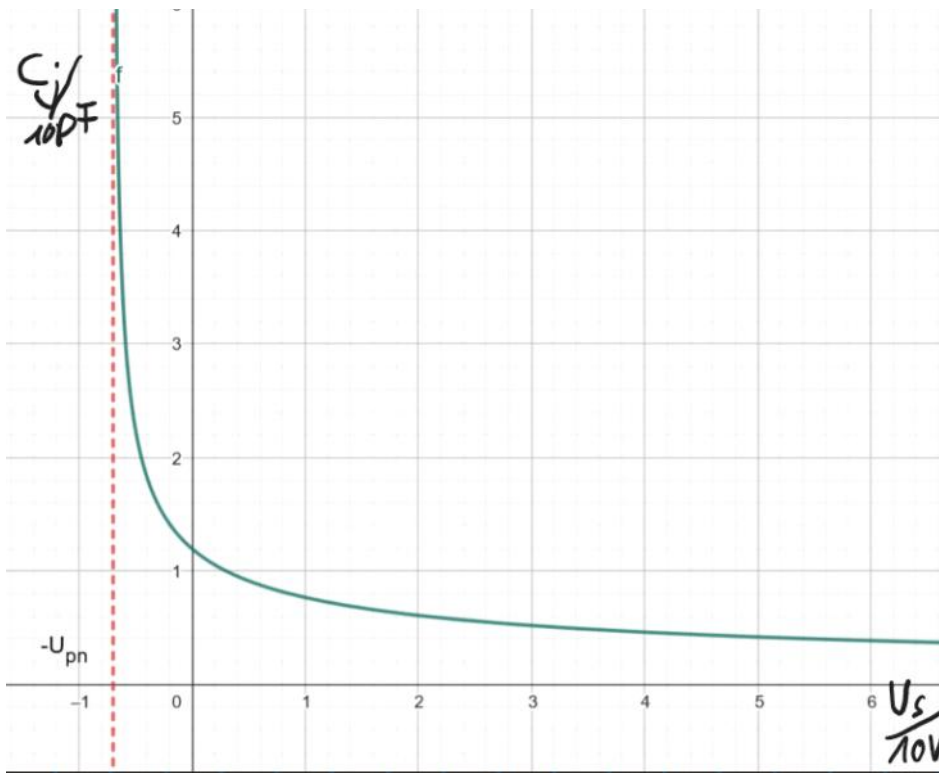
I_V $\hat{=}$ Luminous Intensity

Aufgabe 2.2

$C_j = 40\text{pF}$ $V_R = 4\text{V}$ Spitzenspannung SOV

$$C_s = \sqrt{\frac{\epsilon_0 \epsilon_r N_D e}{2 \cdot (N_D + N_A) \cdot U_D}} \cdot A_{RZ} \sim \frac{1}{\sqrt{U_s}}$$



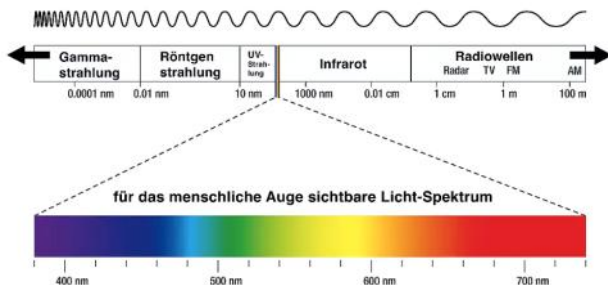


Aufgabe 2.3.

a) Dotierung und die Länge des RZ bestimmen die Spannungsgröße

$$U = \int \vec{E} d\vec{s} \quad (\text{je größer die Dotierung, desto kleiner RZ} \rightarrow \text{Spannung sinkt})$$

b)



1. AA136 ($\lambda_g = 0,67 \text{ eV}$) \hookrightarrow je kürzer die Wellenlänge λ ,
2. 1N4002, P600A ($\lambda_g = 1,12 \text{ eV}$) desto größer der Bandabstand
3. 1R383 (infrarot)
4. LTZ-423 (rot)
5. LTZ-4253 (gelb)
6. LTZ-4233 (grün)
7. L-713/MBD2 (blau)

c) AA136 größeres I_s wegen kleinerer Bandlücke

$$I_s \sim n_i^2 = \sqrt{N_c N_v} e^{-\frac{W_g}{2kT}}$$

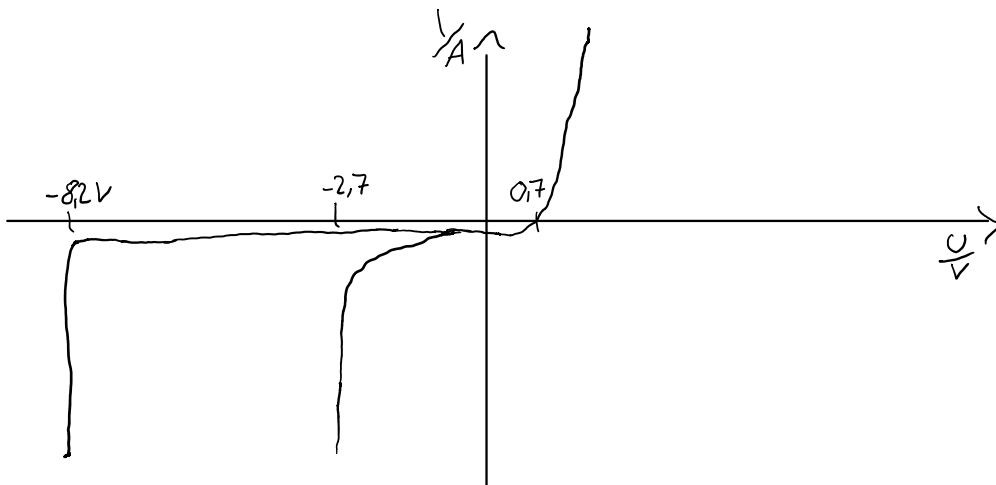
Aufgabe 2.4.

ZPD2.7. $U_{Zener} = 2,9 \text{ V} < 5 \text{ V} \rightarrow$ Zener-Effekt (Tunnel-Effekt), sanfter Durchbruch

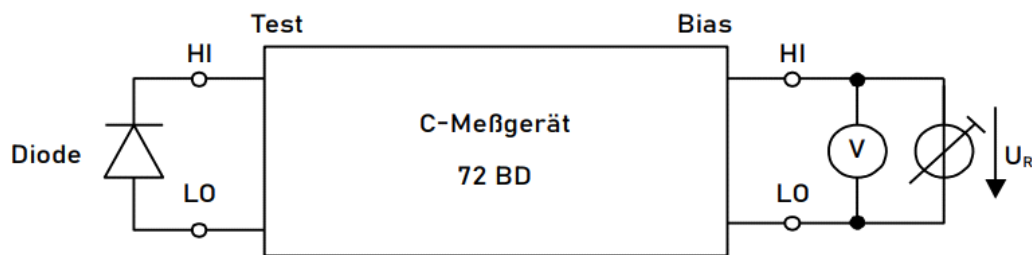
Aufgabe 2.4.

ZPD2.7. $U_{Zmax} = 2,9V < 5V \rightarrow$ Zener-Effekt (Tunnel-Effekt), sanfter Durchbruch

ZPY8.2. $U_{Zmax} = 7,7V > 5V \rightarrow$ Lawinendurchbruch, scharfer Durchbruch



Aufgabe B.1.1 Speerschichtkapazität P600A

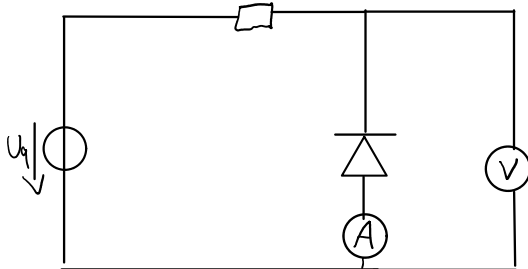


Aufgabe B.1.2

Sperrströme 1N4002, AA136 (Stromrichtigemessung)

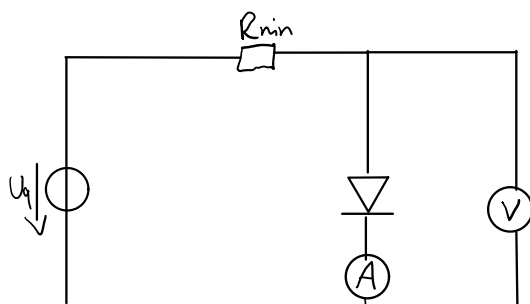
$$R_{min} = \frac{30V}{10mA} = 3k\Omega \rightarrow R_{min} \gg 3k\Omega$$

Mit Picoamperemeter R_{min}



Aufgabe B.1.3.

Diode umgepolt





Aufgabe B.2.

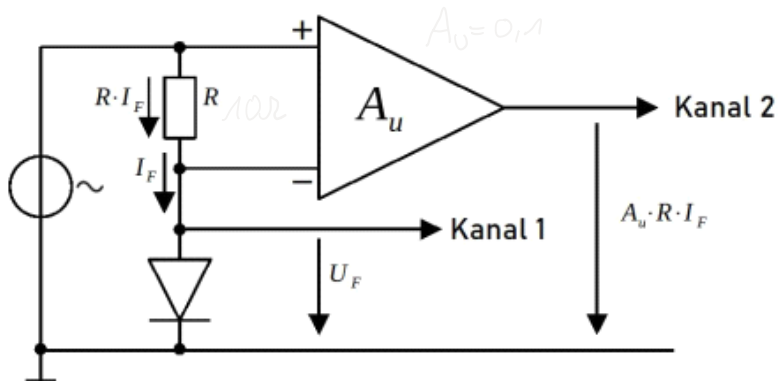


Abbildung 2: Dynamische Messung der Kennlinie

B.2.1 Durchlaßkennlinien 1N4002 und AA136

Stellen Sie die Durchlaßkennlinien der Dioden 1N4002 und AA136 im Bereich $I_D = 0..100\text{mA}$ auf je einem Bild dar.

- Verwenden Sie einen Meßwiderstand von $R = 10\Omega$ und $A_u = 0,1$.
- Wählen Sie am Generator eine sinusförmige Spannung mit einer Frequenz $f = 50\text{Hz}$ ohne negative Anteile.
- Wählen Sie die maximale Spannung so, daß der maximale Strom durch die Dioden 100mA beträgt.
- Wählen Sie die Position des Koordinatenursprungs und die Skalierung der Achsen so, daß der Bildschirm möglichst gut ausgenutzt wird. Achten Sie darauf, daß der Ursprung auf dem Schnittpunkt zweier Gitterlinien liegt, das erleichtert das Ablesen von Werten.

Aufgabe B.2.2 (Achtung, $I_{F\text{max}} = 25\text{mA}$, $U_{R\text{max}} = 3\text{V}$)

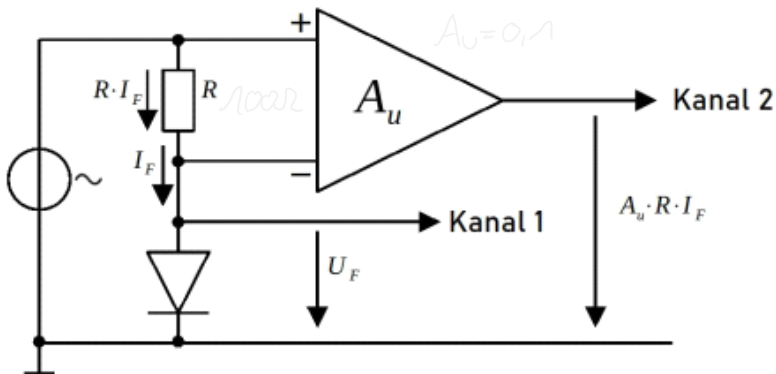


Abbildung 2: Dynamische Messung der Kennlinie

Aufgabe B.2.3

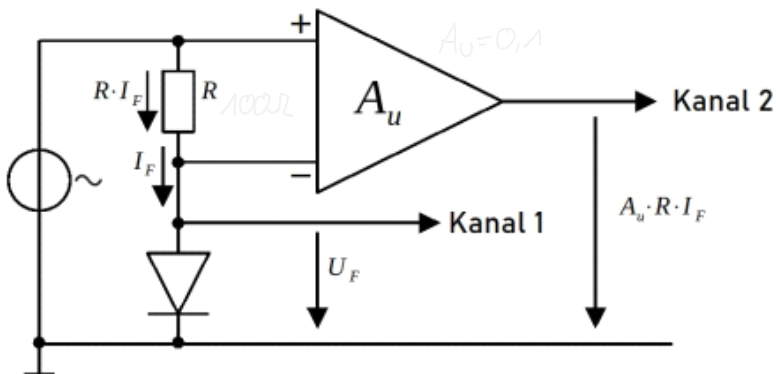


Abbildung 2: Dynamische Messung der Kennlinie

Stellen Sie nun mit der gleichen Meßschaltung die kompletten Kennlinien der Z-Dioden (Durchlaß- und Sperrkennlinie) auf einem einzigen Ausdruck dar.

- Verwenden Sie einen Meßwiderstand von $R = 100\Omega$ und am Differenzverstärker $A_v = 0,1$.
- Wählen Sie am Generator eine sinusförmige Spannung ohne Gleichanteil mit einer Frequenz $f = 50\text{Hz}$. Stellen Sie zunächst eine Amplitude von wenigen 100mV ein.
- Wählen Sie die Position des Koordinatenursprungs und die Skalierung der Achsen so, daß der Bildschirm möglichst gut ausgenutzt wird. Bedenken Sie dabei, daß der dritte Quadrant der Kennlinien mehr Platz benötigt, als der erste.
- Beginnen Sie mit der 8,2V Z-Diode und skalieren Sie die Kanäle so, daß deren Kennlinie gut dargestellt wird.
- Erhöhen Sie nun die Amplitude am Generator, bis im Durchbruch der Dioden ein Strom $I = 8\text{mA}$ fließt.

Aufgabe B.3.1

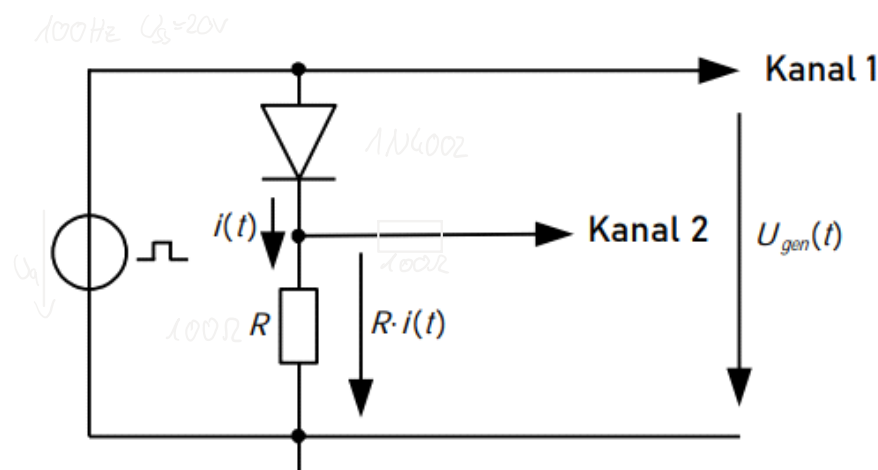


Abbildung 3: Bestimmung der Schaltzeiten

B.3.1 Bestimmung von Speicher- und Abfallzeit

Es sollen die Speicherzeit sowie die Abfallzeit der Diode bestimmt werden. In z.B. Kurve F der Abbildung 4 sind ab $t = 100\text{ns}$ die beiden Phasen des Abschaltens deutlich erkennbar.

- Wählen Sie als Triggerquelle am Oszilloskop Kanal 1 und triggern Sie das Signal auf die fallende Flanke.
- Stellen Sie die Zeitbasis so ein, daß der Ausschaltvorgang gut dargestellt wird.
- Nehmen Sie ein Bild auf, aus dem die Zeiten bestimmt werden können.

Aufgabe B.3.2 100Hz $U_S = 20\text{V}$, Schaltung aus Aufgabe B.1

- Wählen Sie als Triggerquelle am Oszilloskop Kanal 1 und triggern Sie das Signal auf die steigende Flanke.
- Stellen Sie die Zeitbasis so ein, daß der Einschaltvorgang gut dargestellt wird.
Hinweis: Das Meßsignal kann durch Schwingungen aus Reflexionen überlagert sein. Um diese Störung etwas zu unterdrücken, sollte ein 100Ω Widerstand in die Leitung zu Kanal 2 eingefügt werden. Folgende Skalierungen führen zu einer günstigen Darstellung: Zeitbasis: $1\mu\text{s}/\text{Div}$, Kanal 2: $1\text{V}/\text{Div}$.
- Nehmen Sie ein Bild auf, aus dem Anstiegszeit t_r aus dem Stromverlauf bestimmt werden kann.

↳ danach mit symmetrischem Rechtecksignal bei 5kHz $U_S = 20\text{V}$

Aufgabe B.3.3

- Legen Sie bei unveränderter Meßschaltung eine sinusförmige Spannung mit einer Amplitude von 10V ($U_{pp} = 20\text{V}$) an.
- Nehmen Sie den Verlauf des Stroms für Frequenzen von 100Hz, 100kHz und 1MHz auf in ein Bild auf. Passen Sie dabei jeweils die Zeitbasis so an, daß die positiven Halbwellen trotz unterschiedlicher Frequenzen auf dem Bildschirm genau deckungsgleich dargestellt werden.

Aufgabe B.3.4



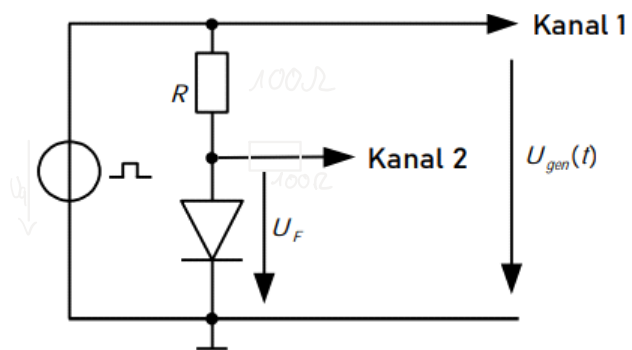


Abbildung 5: Dynamische Bestimmung des Bahnwiderstands