

DIN EN 60747-3

ICS 31.080.10

Einsprüche bis 2011-01-08
Vorgesehen als Ersatz für
DIN IEC 60747-3:1992-04

Entwurf

**Halbleiterbauelemente –
Teil 3: Signaldioden (einschließlich Schaltdioden) und
Stabilisatordioden (IEC 47E/395/CD:2010)**

Semiconductor devices –

Part 3: Signal (including switching diodes) and regulator diodes (IEC 47E/395/CD:2010)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-11-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Hausanschrift: Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 100 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
3.1 Signaldioden (einschließlich Schaltdioden).....	5
3.2 Spannungsreferenzdioden und Spannungsstabilisatordioden.....	9
3.3 Stromstabilisatordioden	10
4 Kurzzeichen.....	12
4.1 Signaldioden (einschließlich Schaltdioden).....	12
4.2 Spannungsreferenzdioden und Spannungsstabilisatordioden.....	14
4.3 Stromstabilisatordioden	14
5 Wesentliche Bemessungs- und Kennwerte.....	15
5.1 Signaldioden (einschließlich Schaltdioden).....	15
5.2 Spannungsreferenzdioden und Spannungsstabilisatordioden.....	17
5.3 Stromstabilisatordioden	19
6 Messverfahren.....	20
6.1 Signaldioden (einschließlich Schaltdioden).....	20
6.2 Spannungsreferenzdioden und Spannungsstabilisatordioden.....	32
6.3 Stromstabilisatordioden	39
7 Annahme und Zuverlässigkeit	44
7.1 Elektrische Lebensdauerprüfungen.....	44
Anhang A Festlegung des Ausschaltverhaltens einer Diode	47
Bild 1 – Sperrverzögerungszeit (Definition I)	7
Bild 2 – Sperrverzögerungszeit (Definition II)	7
Bild 3 – Durchlassverzögerungszeit (Definition I).....	8
Bild 4 – Durchlassverzögerungszeit (Definition II).....	8
Bild 5 – Kennlinie einer Stromstabilisatordiode mit den eingetragenen Kurzzeichen	12
Bild 6 – Schaltung zur Messung von I_R	20
Bild 7 – Schaltung zur Messung von U_F	21
Bild 8 – Schaltung zur Messung von C_{tot}	22
Bild 9 – Schaltung zur Messung von t_{fr} und U_{FRM}	23
Bild 10 – Strom- und Spannungskurvenverlauf	23
Bild 11 – Schaltung zur Messung von Q_r	25
Bild 12 – Schaltung zur Messung von t_{rr}	26
Bild 13 – Kurvenverlauf des Diodenstroms bei der Messung von t_{rr}	27
Bild 14 – Schaltung zur Messung von t_{rr}	28
Bild 15 – Schaltung zur Messung von η_u	29

	Seite
Bild 16 – Schaltung zur Messung von η_p	30
Bild 17 – Ersatzschaltbild zur Darstellung des Rauschens einer Diode	31
Bild 18 – Schaltung zur Messung des Rauschstroms.....	32
Bild 19 – Schaltung zur Messung von U_Z (Gleichstrom-Verfahren).....	32
Bild 20 – Schaltung zur Messung von U_Z (Impuls-Verfahren).....	33
Bild 21 – Schaltung zur Messung von r_z (Gleichstrom-Verfahren).....	34
Bild 22 – Schaltung zur Messung von r_z (Impuls-Verfahren)	35
Bild 23 – Schaltung zur Ermittlung von α_{UZ} (Gleichstrom-Verfahren)	36
Bild 24 – Schaltung zur Ermittlung von α_{UZ} (Impuls-Verfahren)	37
Bild 25 – Rauschspannung U_n als Funktion von I_Z	38
Bild 26 – Schaltung zur Messung von U_n	38
Bild 27 – Schaltung zur Messung von I_S	39
Bild 28 – Schaltung zur Messung von U_L	41
Bild 29 – Schaltung zur Messung von g_s (Verfahren mit zwei Spannungsmessgeräten)	42
Bild 30 – Schaltung zur Messung von g_s (Brückenverfahren mit Zweipolmessung).....	43
 Tabelle 1 – Bevorzugte Arbeitsspannungen für Referenzdioden.....	 18
Tabelle 2 – Ausfallbestimmende Kennwerte für die Annahme nach Lebensdauerprüfungen	45
Tabelle 3 – Bedingungen für Dauerprüfungen	46

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 47E/395/CD:2010 „Semiconductor devices – Part 3: Signal (including switching diodes) and regulator diodes“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 47E „Discrete semiconductor devices“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 631.1 „Einzel-Halbleiterbauelemente“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Änderungen

Gegenüber DIN IEC 60747-3:1992-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Alle Abschnitte wurden unter Berücksichtigung des gesamten Inhalts der vorherigen Ausgabe bearbeitet.
- b) Alle Abschnitte wurden entsprechend den aktuellen Anforderungen an Form und Gestaltung bearbeitet.
- c) Diese Norm gilt zusammen mit IEC 60747-1.

Halbleiterbauelemente – Teil 3: Signaldioden (einschließlich Schaltdioden) und Stabilisatordioden

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60747 enthält Anforderungen für folgende Dioden:

- Signaldioden (einschließlich Schaltdioden, jedoch ausgenommen Dioden, die für einen Betrieb oberhalb einiger Hundert MHz vorgesehen sind);
- Spannungsreferenz- und Spannungsstabilisatordioden;
- Stromstabilisatordioden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050-521, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 521: Semiconductor devices and integrated circuits*

IEC 60050-702, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 702: Oscillations, signals and related devices*

IEC 60747-1, *Semiconductor devices – Part 1: General*

3 Begriffe

Es gelten die Begriffe von IEC 60050-521, IEC 60050-702 und IEC 60747-1 sowie die folgenden Begriffe.

3.1 Signaldioden (einschließlich Schaltdioden)

3.1.1

Signaldiode

Halbleiterdiode, die zur Ermittlung und Verarbeitung von Information verwendet wird, welche in einem zeitveränderlichen analogen oder digitalen elektronischen Signal enthalten ist

[IEC 60050-521-04-04]

3.1.2

Gleichsperrspannung (U_R)

in Sperrrichtung an einer Diode anliegende konstante Spannung

3.1.3

Mittelwert der Sperrspannung ($U_{R(AV)}$)

über eine festgelegte Zeit gemittelte Sperrspannung

3.1.4**Spitzensperrspannung (U_{RM})**

höchster Augenblickswert der Sperrspannung, einschließlich aller periodischen und nichtperiodischen Spitzenwerte

3.1.5**Spannungsrichtverhältnis (η_u)**

Verhältnis der Gleichspannung am Lastwiderstand zum Scheitelwert der sinusförmigen Eingangswechselspannung bei festgelegten Schaltungsbedingungen

3.1.6**Durchlassverzögerungsspannung (u_{FR})**

veränderliche Spannung, die während der Durchlassverzögerungszeit nach sprungförmigem Umschalten von null oder von einer festgelegten Sperrspannung auf einen festgelegten Durchlassstrom auftritt

3.1.7**mittlerer Durchlassstrom ($I_{F(AV)}$)**

über eine festgelegte Zeit gemittelter Durchlassstrom

3.1.8**Spitzendurchlassstrom (I_{FM})**

höchster Augenblickswert des Durchlassstromes, einschließlich aller periodischen und nichtperiodischen Spitzenwerte

3.1.9**Richtwirkungsgrad, Richtleistungswirkungsgrad (η_p)**

Verhältnis der am Lastwiderstand auftretenden Gleichstromleistungsänderung, die von einem sinusförmigen Wechselspannungssignal herrührt, zu der verfügbaren Leistung des Wechselspannungsgenerators, wenn die Diode unter festgelegten Bedingungen betrieben wird

3.1.10**Einzelimpulsenergie (E_p) (an einer Gleichrichterdiode anliegend)**

Energie eines Impulses von kurzer Dauer, mit dem eine Diode in Durchlassrichtung beaufschlagt wird

ANMERKUNG Für Grenzwert-Festlegungen hat der Impuls üblicherweise eine Dauer von weniger als 10 ms.

3.1.11**Impulsenergie in einem Puls ($E_{p(rep)}$)**

Energie eines einzelnen Impulses in einem Puls, d. h. in einer periodischen Folge von gleichen Impulsen

3.1.12**Sperrverzögerungsladung (Q_r)**

gesamte über die Diodenanschlüsse abfließende Ladung nach Umschalten von einem festgelegten Durchlassstrom auf einen festgelegten Sperrzustand

ANMERKUNG Diese Ladung enthält vom Ladungsträger-Speichereffekt und von der Sperrschichtkapazität herrührende Anteile.

3.1.13**Sperrverzögerungszeit (t_{rr})**

Zeitspanne beim Umschalten von der Durchlassrichtung in die Sperrrichtung zwischen dem Augenblick des Nulldurchgangs des Stromes und dem Augenblick, wenn der Sperrstrom von seinem Spitzenwert I_{RM} entweder (I) auf einen festgelegten niedrigen Wert abgesunken ist, oder (II) wenn der extrapolierte Sperrstrom zu null wird

ANMERKUNG 1 Der in Definition (I) festgelegte niedrige Wert beträgt vorzugsweise 10 % des Spitzensperrstromes.

ANMERKUNG 2 Die in Definition (II) verwendete Extrapolation wird durchgeführt, indem eine Gerade durch zwei festgelegte Punkte A und B (vorzugsweise 90 % bzw. 10 % des Spitzensperrstromes) gezogen wird, wie in Bild 2 dargestellt.

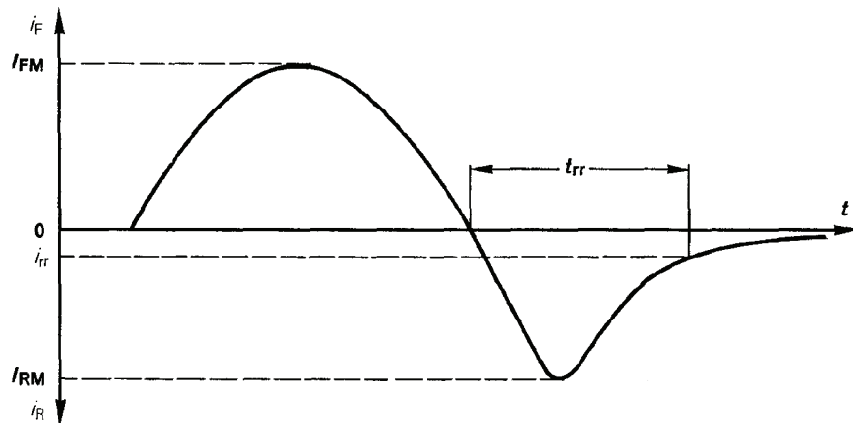


Bild 1 – Sperrverzögerungszeit (Definition I)

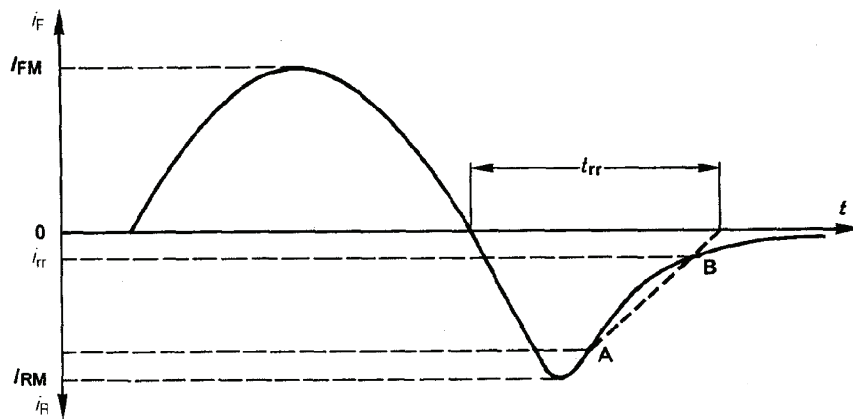


Bild 2 – Sperrverzögerungszeit (Definition II)

3.1.14

Durchlassverzögerungszeit t_{fr} (einer Gleichrichter- oder Signaldiode)

Zeitspanne, beim Schalten von der Spannung null oder einer anderen festgelegten Sperrspannung auf eine festgelegte Stufe des Durchlassstromes, zwischen dem Augenblick, in dem die Durchlassspannung durch einen festgelegten ersten Wert steigt, und dem Augenblick, in dem sie von ihrem Spitzenwert U_{FRM} entweder (I) auf einen nahe des stabilen Endwertes der Durchlassspannung liegenden zweiten Wert fällt oder (II) wenn die extrapolierte Durchlassspannung zu null wird

ANMERKUNG 1 Der festgelegte erste Wert beträgt vorzugsweise 10 % des stabilen Endwertes (U_F in den Bildern 3 und 4).

ANMERKUNG 2 Der in Definition (I) festgelegte zweite Wert beträgt vorzugsweise 110 % des stabilen Endwertes.

ANMERKUNG 3 Die in Definition (II) verwendete Extrapolation wird durchgeführt, indem eine Gerade durch zwei festgelegte Punkte A und B gezogen wird, wie in Bild 4 dargestellt.

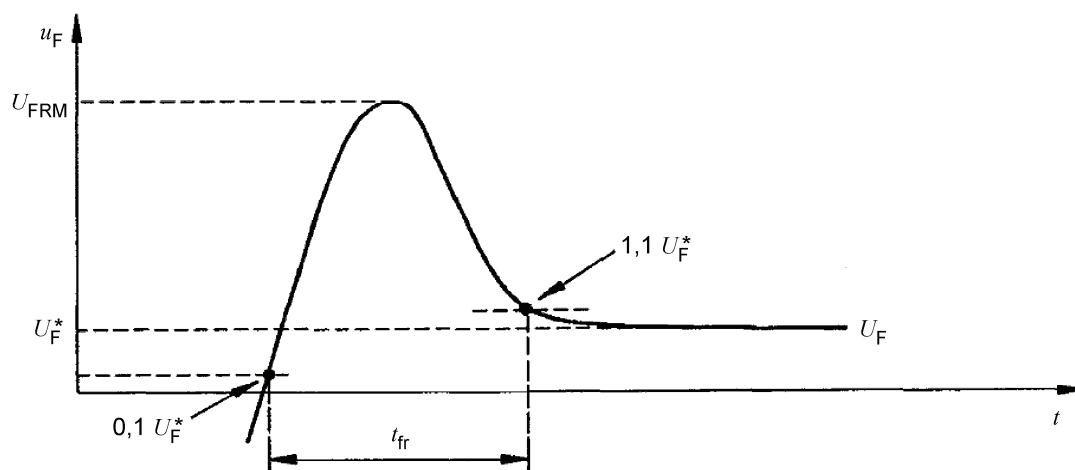


Bild 3 – Durchlassverzögerungszeit (Definition I)

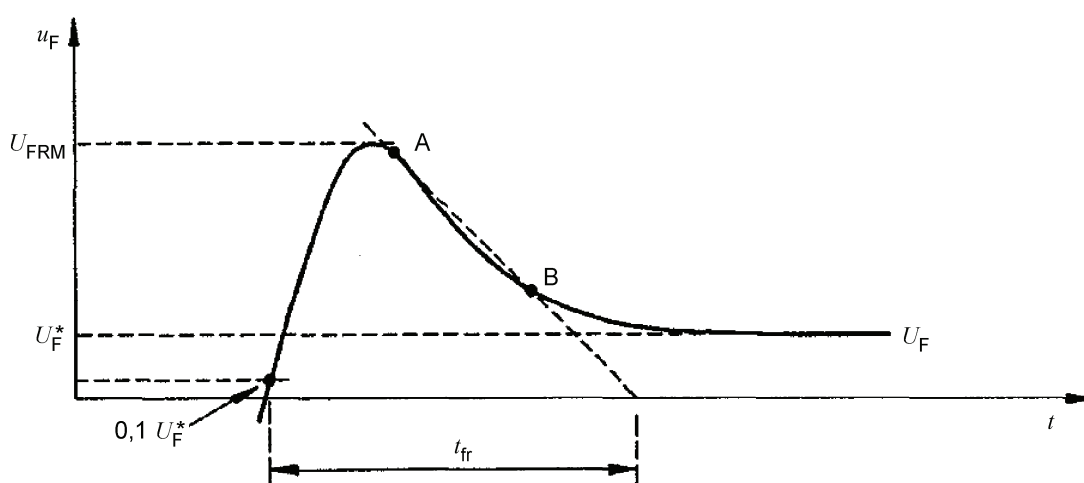


Bild 4 – Durchlassverzögerungszeit (Definition II)

3.1.15**differentieller Widerstand (r)**

Quotient aus kleiner Spannungsänderung und zugehöriger Stromänderung

3.1.16**Durchlasswiderstand**

Quotient aus Durchlassspannung und zugehörigem Durchlassstrom

3.1.17**Sperrwiderstand**

Quotient aus Sperrspannung und zugehörigem Sperrstrom

3.1.18**Gesamtkapazität (C_{tot})**

Kapazität zwischen den Anschlüssen der Diode bei festgelegter Vorspannung

3.1.19**Gesamtstromempfindlichkeit (β_I)**

Quotient aus dem gesamten gleichgerichteten Diodenstrom bei festgelegter Last und der gesamten Eingangs-Signalleistung

3.1.20**differentielle Stromempfindlichkeit (β_i)**

Quotient aus der Änderung des gleichgerichteten Diodenstroms bei festgelegter Last und der zugehörigen Änderung der Eingangs-Signalleistung, die die Änderung des Diodenstroms verursacht

3.1.21**Gütekoeffizient (einer Detektordiode) (M)**

Empfindlichkeit eines Empfängerbauelementes. Sie ist gegeben durch die Gleichung:

$$M = \frac{\beta r_{op}}{\sqrt{N_r r_{op} + R_A}}$$

Dabei ist

β entweder die differentielle Stromempfindlichkeit (β_i) oder die Gesamtstromempfindlichkeit (β_t), in beiden Fällen bei Kurzschlussbetrieb

r_{op} differentieller Widerstand im Arbeitspunkt

N_r Rauschzahl der Diode

R_A äquivalenter Rauschwiderstand des Verstärkers (mit hohem Eingangswiderstand), der zur Verstärkung des Ausgangssignals der Detektordiode verwendet wird

3.2 Spannungsreferenzdioden und Spannungsstabilisatordioden**3.2.1****Spannungsstabilisatordiode**

Halbleiterdiode, an deren Anschlüssen sich eine weitgehend konstante Spannung über einen festgelegten Stromstärkebereich einstellt

[IEC 60050-521-04-17]

3.2.2**Spannungsreferenzdiode,
Bezugsdiode**

Spannungsstabilisatordiode, deren niedrigste und höchste elektrische Spannung jeweils bei derselben Stromstärke festgelegt ist

[IEC 60050-521-04-06, modifiziert]

3.2.3**Durchlassrichtung**

Stromrichtung, die sich ergibt, wenn die P-Zone eines Halbleiters gegenüber der N-Zone eine positive elektrische Spannung aufweist

[IEC 60050-521-05-03]

ANMERKUNG Bei der Bestimmung der Durchlassrichtung werden Temperatenausgleichsdioden, sofern vorhanden, nicht berücksichtigt.

3.2.4**Sperrrichtung,
Rückwärtsrichtung**

Stromrichtung, die sich ergibt, wenn die N-Zone eines Halbleiters gegenüber der P-Zone eine positive elektrische Spannung aufweist

[IEC 60050-521-05-04]

ANMERKUNG 1 Bei der Bestimmung der Sperrrichtung werden Temperatenausgleichsdioden, sofern vorhanden, nicht berücksichtigt.

ANMERKUNG 2 Diese Richtung ist auch die Arbeitsrichtung.

3.2.5**Stabilisierungsbereich**

Strombereich, in dem die elektrische Spannung innerhalb festgelegter Grenzen gehalten wird

3.2.6**Arbeitsstrom (I_Z)**

Strom innerhalb des Stabilisierungsbereiches

3.2.7**Arbeitsspannung (U_Z)**

Spannung innerhalb des Stabilisierungsbereiches

3.2.8**Arbeitsspannungsbereich (U_Z) (spezifische Benennung)**

Bereich von Arbeitsspannungen für einen festgelegten Arbeitsstrombereich bei festgelegten Messbedingungen

3.2.9**differentieller Arbeitswiderstand (r_Z)**

differentieller Widerstand bei einem Arbeitsstrom innerhalb des Stabilisierungsbereiches

3.2.10**(mittlerer) Temperaturkoeffizient der Arbeitsspannung (α_{U_Z})**

Quotient aus

- der Änderung der Arbeitsspannung zwischen zwei festgelegten Temperaturwerten und
- der Differenz zwischen diesen beiden Temperaturen,

bei einem festgelegten Arbeitsstrom und festgelegten Messbedingungen

ANMERKUNG Die Änderung der Arbeitsspannung wird üblicherweise in Prozenten der Arbeitsspannung ausgedrückt.

3.2.11**Änderung der Arbeitsspannung ($\Delta U_{Z(t)}$)**

unerwünschte langsame Änderung der Arbeitsspannung bei einem festgelegten Arbeitsstromwert und festgelegten Messbedingungen

3.3 Stromstabilisatordioden**3.3.1****Stromstabilisatordiode**

Halbleiterdiode, die die Stromstärke über einen festgelegten Spannungsbereich auf einen weitgehend konstanten Wert begrenzt

[IEC 60050-514-04-18]^{N1)}

3.3.2**Anodenanschluss (einer Stromstabilisatordiode)**

Anschluss, über den der Strom aus der externen Schaltung einfließt, wenn die Diode als Stromstabilisator arbeitet

[IEC 60747-1, 3.1.7]

3.3.3**Kathodenanschluss**

Anschluss, über den der Strom in die externe Schaltung fließt, wenn die Diode als Stromstabilisator arbeitet

[IEC 60747-1, 3.1.8]

^{N1)} Nationale Fußnote. Hier muss es richtig [IEC 60050-521-04-18] heißen.

3.3.4

Stabilisierungsbereich

Spannungsbereich, in dem der Strom innerhalb festgelegter enger Grenzen gehalten wird

3.3.5

Stabilisatorspannung (Arbeitsspannung) (U_S)

Spannung innerhalb des Stabilisierungsbereiches einer Stromstabilisatorodiode

3.3.6

Begrenzungsspannung (U_L)

Spannung am Punkt I_L der Strom-Spannungskennlinie (siehe Bild 5)

3.3.7

Kniespannung (U_K)

Spannung in der Nähe des Knies der Strom-Spannungskennlinie

3.3.8

Stabilisatorstrom (Arbeitsstrom) (I_S)

Strom innerhalb des Stabilisierungsbereiches einer Stromstabilisatorodiode

3.3.9

Begrenzungsstrom (I_L)

festgelegter Strom unterhalb des Stabilisierungsbereiches

3.3.10

Kleinsignal-Stabilisator-Leitwert (g_S)

Kleinsignal-Leitwert innerhalb des Stabilisierungsbereiches einer Stromstabilisatorodiode

3.3.11

Knieleitwert (g_K)

Kleinsignal-Stabilisator-Leitwert bei der Kniespannung

3.3.12

Temperaturkoeffizient des Stabilisatorstromes (Arbeitsstromes) (α_{IS})

Quotient aus der Änderung des Stabilisatorstromes (Arbeitsstromes) zwischen zwei festgelegten Temperaturwerten und der entsprechenden Temperaturdifferenz

ANMERKUNG Die Änderung des Stabilisatorstromes (Arbeitsstromes) wird üblicherweise in Prozenten des Stabilisatorstromes (Arbeitsstromes) ausgedrückt.

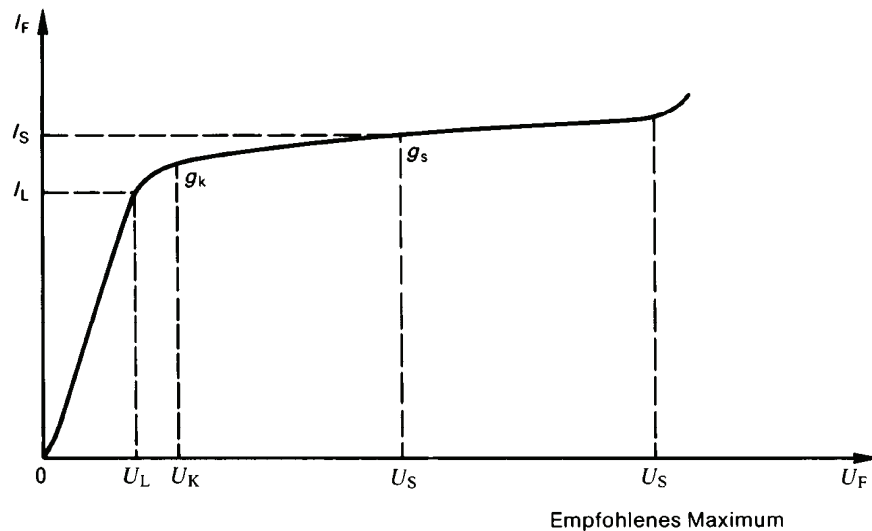


Bild 5 – Kennlinie einer Stromstabilisatordiode mit den eingetragenen Kurzzeichen

4 Kurzzeichen

Es gelten die allgemeinen Regeln und Kurzzeichen von IEC 60747-1, Abschnitt 4, sowie die folgenden Kurzzeichen.

4.1 Signaldioden (einschließlich Schaltdioden)

4.1.1 Indizes

4.1.1.1 Ströme, Spannungen und Leistungen

A, a	Anode
K, k	Kathode
O	Mittelwert einer gleichgerichteten Größe am Ausgang

4.1.1.2 Elektrische Parameter

$\bar{o}$, d	Dämpfung
r	Erholung, erholt, gleichgerichtet
S, s	Speicherung, gespeichert

4.1.2 Liste der Kurzzeichen

4.1.2.1 Spannungen

U_F	Durchlass-Gleichspannung
u_F	Augenblickswert der gesamten Durchlassspannung
$U_{F(AV)}$	Mittelwert der Durchlassspannung
U_R	Gleichsperrspannung
u_R	Augenblickswert der gesamten Sperrspannung
U_{RM}	Spitzensperrspannung
U_{RSM}	Stoßspitzen-Sperrspannung
$U_{(BR)}$	Durchbruchspannung

u_{FR}	Durchlassverzögerungsspannung
U_{FRM}	Spitzenwert der Durchlassverzögerungsspannung

4.1.2.2 Ströme

I_F	Durchlass-Gleichstrom
i_F	Augenblickswert des Durchlassstromes
I_{FM}	Spitzendurchlassstrom
I_{FSM}	Stoß-Spitzendurchlassstrom
I_O	Mittelwert des gleichgerichteten Stromes am Ausgang
I_R	Gleichsperrstrom
i_R	Augenblickswert des Sperrstromes
I_{RM}	Spitzenperrstrom

4.1.2.3 Leistungen

P_{SM}	Stoß-Spitzenleistung
P_{CW}	HF-Dauerstrich-Verlustleistung (für Detektordioden)
P_{RFP}	HF-Impuls-Verlustleistung

4.1.2.4 Schaltparameter

t_{fr}	Durchlassverzögerungszeit
t_{rr}	Sperrverzögerungszeit
i_{rr}	Sperrverzögerungsstrom
Q_r	Sperrverzögerungsladung

4.1.2.5 Sonstige Größen

r	differentieller Widerstand
δ oder d	Dämpfungskoeffizient
r_{δ} oder r_d	Dämpfungswiderstand
η	Wirkungsgrad
η_u	Spannungsrichtverhältnis
β_i	differentielle Stromempfindlichkeit
β_l	Gesamtstromempfindlichkeit
E_p, W_p	Einzelimpulsenergie
$E_{p(rep)}$	Impulsenergie in einem Puls (für Detektordioden)
r_{op}	differentieller Widerstand im Arbeitspunkt
M	Gütekoeffizient

4.2 Spannungsreferenzdioden und Spannungsstabilisatordioden

4.2.1 Indizes

4.2.1.1 Ströme, Spannungen und Leistungen

Z, z Arbeits-, Stabilisierungs-

4.2.2 Liste der Kurzzeichen

4.2.2.1 Spannungen

U_Z Arbeitsspannung im Stabilisierungsbereich

U_R Gleichsperrspannung unterhalb des Stabilisierungsbereiches

U_{nz} Rauschspannung im Stabilisierungsbereich (wenn Missverständnisse ausgeschlossen sind, darf auch U_n verwendet werden)

4.2.2.2 Ströme

I_Z Gleich-Sperrstrom im Stabilisierungsbereich

I_R Gleich-Sperrstrom bei einer Spannung unterhalb des Stabilisierungsbereiches

4.2.2.3 Sonstige Größen

r_Z differentieller (Arbeits-)Widerstand

α_{UZ} Temperaturkoeffizient der Arbeitsspannung (übliches Kurzzeichen; S_Z)

δ_{UZ} Änderung der Arbeitsspannung $\Delta U_{Z(t)}$ (für Spannungs-Referenz-Dioden)

4.3 Stromstabilisatordioden

4.3.1 Indizes

4.3.1.1 Ströme, Spannungen und Leistungen

S, s Stabilisator (Arbeits-)

L Begrenzung

K Knie-

4.3.2 Liste der Kurzzeichen

4.3.2.1 Spannungen

U_S Stabilisatorspannung (Arbeitsspannung)

U_L Begrenzungsspannung

U_K Kniespannung

4.3.2.2 Ströme

I_S Stabilisatorstrom (Arbeitsstrom)

I_L Begrenzungsstrom

4.3.2.3 Sonstige Größen

g_s	Kleinsignal-Stabilisator-Leitwert
g_k	Knieleitwert
α_{IS}	Temperaturkoeffizient des Stabilisatorstromes (Arbeitsstromes)
Δ_{IS}	Änderung des Stabilisatorstromes

5 Wesentliche Bemessungs- und Kennwerte

Es gelten die allgemeinen Regeln von IEC 60747-1, Abschnitt 5, sowie die folgenden Bemessungs- und Kennwerte.

Die Bemessungswerte für Spannung und Strom gelten für den gesamten Bemessungsbetriebstemperaturbereich. Sind die Bemessungswerte temperaturabhängig, sollte dies angegeben werden.

5.1 Signaldioden (einschließlich Schaltdioden)

5.1.1 Bemessungswerte (Grenzwerte)

5.1.1.1 Niedrigste und höchste Lagerungstemperatur (T_{stg})

5.1.1.2 Niedrigste und höchste Umgebungs- oder Gehäusetemperatur (T_a oder T_c)

5.1.1.3 Höchste Gleichsperrspannung (U_R)

5.1.1.4 Höchstwert der Spitzensperrspannung (U_{RM})

unter festgelegten Impulsbedingungen (für Schaltdioden)

5.1.1.5 Höchstwert des Durchlass-Gleichstromes (I_F)

5.1.1.6 Höchstwert des Spitzendurchlassstromes (I_{FM})

unter festgelegten Bedingungen (ausgenommen Schaltdioden)

5.1.1.7 Spitzendurchlassstrom (I_{FM})

bei festgelegter Impulsdauer und festgelegtem Tastverhältnis (für Schaltdioden)

5.1.1.8 Höchstwert der Gesamtverlustleistung (P_{tot} oder P_C) oder, wenn der Wärmewiderstand nicht als Kennwert angegeben ist, Höchstwert der Gesamtverlustleistung als Funktion der Temperatur über den Betriebstemperaturbereich

Besondere Forderungen für Kühlung und/oder Befestigung sind anzugeben.

5.1.2 Kennwerte

Die folgenden Kennwerte sind bei einer der Spannungen und/oder einem der Ströme aus IEC 60747-1, 5.9, anzugeben.

5.1.2.1 Sperrstrom (I_R)

Höchstwert bei der höchsten Gleichsperrspannung und einer niedrigen Sperrspannung sowie bei einer Bezugstemperatur von 25 °C und einer höheren Temperatur.

5.1.2.2 Durchlassspannung (U_F)

Höchstwert beim angegebenen Höchstwert des Durchlass-Gleichstromes und einer Bezugstemperatur von 25 °C.

Mindestwert bei einem niedrigen Durchlass-Gleichstrom und einer Bezugstemperatur von 25 °C.

5.1.2.3 Gesamtkapazität (C_{tot})

Höchstwert bei einem festgelegten niedrigen Wert der Sperrspannung und einer Bezugstemperatur von 25 °C; die Messfrequenz muss klein genug sein, um Sekundäreffekte vernachlässigbar zu halten.

5.1.2.4 Schaltkennwerte

Für Dioden in Schaltanwendungen sollten die folgenden Kennwerte bei 25 °C angegeben werden.

Entweder: a) Sperrverzögerungsladung (Q_r)

Höchstwert unter festgelegten Bedingungen für den Durchlassstrom und festgelegten Schaltungsbedingungen für den Betrieb in Sperrrichtung.

Oder: b) Sperrverzögerungszeit (t_{rr})

Höchstwert (wenn der Höchstwert der Sperrverzögerungsladung nicht angegeben werden kann) beim Schalten von einem festgelegten Durchlassstrom auf eine festgelegte Sperrspannung oder einen festgelegten Sperrstrom bei festgelegten Schaltungsbedingungen

5.1.2.5 Spitzenwert der Durchlassverzögerungsspannung (U_{FRM})

Höchstwert (falls zutreffend) beim Schalten von einer festgelegten Sperrspannung auf einen festgelegten Durchlassstrom.

5.1.2.6 Durchlassverzögerungszeit (t_{fr})

Höchstwert (falls zutreffend) unter den folgenden festgelegten Bedingungen:

- Ersatz-Sperrschichttemperatur (T_{vj});
- Spitzendurchlassstrom (I_{FM});
- Anstiegszeit des Durchlassstrom-Impulses (t_r), zwischen 10 % und 90 % von I_{FM} ;
- niedrigste Bürden-(Leerlauf-)Spannung der Impulsquelle, vorzugsweise das Dreifache von U_{FM} ;
- Spannung, die den Beginn von t_{fr} definiert, vorzugsweise 10 % des stabilen Endwertes der Durchlassspannung (U_F);
- für Definition (I): Spannung, die das Ende von t_{fr} definiert, vorzugsweise 110 % von U_F ;
- für Definition (II): Spannungen, die die Punkte A und B für die Extrapolation definieren, vorzugsweise 90 % bzw. 50 % von U_{FM} ;
- Sperrspannung (U_R , vorzugsweise $U_R = 0$).

ANMERKUNG Zu den Bedingungen e), f) und g) siehe die Definition von t_{fr} in 3.1.14.

5.1.2.7 Richtwirkungsgrad

Für HF-Gleichrichterdioden müssen die folgenden Kennwerte angegeben werden:

Entweder: a) Spannungs-Richtwirkungsgrad (η_u)

Mindestwert (für Großsignal-HF-Gleichrichteranwendungen) bei 25 °C und festgelegten Spannungsbedingungen. Die Schaltungsbedingungen und die Messfrequenz müssen ebenfalls festgelegt werden.

Oder: b) Leistungs-Richtwirkungsgrad (η_p)

Mindestwert (für Kleinsignal-HF-Gleichrichteranwendungen) bei 25 °C und einer höheren Temperatur unter festgelegten Spannungsbedingungen. Die Schaltungsbedingungen und die Messfrequenz müssen ebenfalls festgelegt werden.

5.1.2.8 Rauschen (U_n , I_n) (falls zutreffend)

Höchstwert der Rauschspannung oder des Rauschstromes, jeweils abhängig davon, ob die Diode in Durchlass- oder Sperrrichtung betrieben wird.

5.2 Spannungsreferenzdioden und Spannungsstabilisatordioden

5.2.1 Bemessungswerte (Grenzwerte)

5.2.1.1 Untere und obere Lagerungstemperatur (T_{stg})

5.2.1.2 Untere und obere Umgebungs- oder Gehäusetemperatur (T_a oder T_c)

5.2.1.3 Höchstwert des Gleichstroms in Rückwärtsrichtung (I_Z)

(für Dioden, die im Durchbruchgebiet arbeiten)

5.2.1.4 Höchstwert des Gleichstroms in Vorwärtsrichtung (I_F)

(für Dioden, die im Vorwärtsbereich arbeiten)

5.2.2 Kennwerte

5.2.2.1 Arbeitsspannung (U_Z)

Nennwert, Mindest- und Höchstwert, jeweils bei einem festgelegten Strom in der Stufung 1, 2, 5 sowie vorzugsweise bei T_c oder T_a und bei festgelegten Befestigungseinzelheiten (Gleichstrom-Prüfverfahren nach 6.2.1). Wahlweise können die Bedingungen bei einer festgelegten T_{vj} (Impuls-Prüfverfahren nach 6.2.2) angegeben werden.

Für Spannungsreferenzdioden sind die bevorzugten Nennwerte der Arbeitsspannungen in Tabelle 1 angegeben. Die Nennwerte in der Tabelle multipliziert mit 10 ergeben die empfohlenen Werte für höhere Spannungen. Die festgelegten Mindest- und Höchstgrenzen dürfen nicht außerhalb der in der Tabelle angegebenen Werte liegen.

Tabelle 1 – Bevorzugte Arbeitsspannungen für Referenzdioden

Tabelle 1a – Spannungen der Reihe E24

Mindestwert	Nennwert	Höchstwert	Mindestwert	Nennwert	Höchstwert	Mindestwert	Nennwert	Höchstwert
2,5	2,7	2,9						
2,8	3,0	3,2	5,8	6,2	6,6	12,4	13,0	14,1
3,1	3,3	3,5	6,4	6,8	7,2	13,8	15,0	15,6
3,4	3,6	3,8	7,0	7,5	7,9	15,3	16,0	17,1
3,7	3,9	4,1	7,7	8,2	8,7	16,8	18,0	19,1
4,0	4,3	4,6	8,5	9,1	9,6	18,8	20,0	21,2
4,4	4,7	5,0	9,4	10,0	10,6	20,8	22,0	23,3
4,8	5,1	5,4	10,4	11,0	11,6	22,8	24,0	25,6
5,2	5,6	6,0	11,4	12,0	12,6	25,1	27,0	28,9

Tabelle 1b – Spannungen der Reihe E12

Mindestwert	Nennwert	Höchstwert	Mindestwert	Nennwert	Höchstwert	Mindestwert	Nennwert	Höchstwert
2,4	2,7	3,0						
2,9	3,3	3,6	6,1	6,8	7,5	13,0	15,0	16,5
3,5	3,9	4,3	7,3	8,2	9,1	16,0	18,0	20,5
4,2	4,7	5,2	9,0	10,0	11,0	20,0	22,0	24,5
5,0	5,6	6,2	10,5	12,0	13,5	24,0	27,0	30,0

5.2.2.2 Differentieller Widerstand im Arbeitsspannungsbereich (r_z)

Höchstwert bei einem Strom nach 5.2.2.1

Höchstwert bei einem empfohlenen Mindestbetriebsstrom

5.2.2.3 Temperaturkoeffizient der Arbeitsspannung (α_{UZ})

Mindest- und Höchstwert (% je °C) bei einem Strom nach 5.2.2.1. Wenn sich der Koeffizient merklich mit der Temperatur ändert, muss dies angegeben werden, und die Temperaturen (vorzugsweise Sperrschichttemperaturen), bei denen die Messungen durchgeführt werden, sind festzulegen.

5.2.2.4 Sperrschichtkapazität

Höchstwert (falls zutreffend) bei einer festgelegten Sperrspannung unterhalb der Durchbruchspannung (Arbeitsspannung).

5.2.2.5 Sperrstrom (I_R)

Höchstwert bei einer festgelegten Sperrspannung unterhalb der Durchbruchspannung (Arbeitsspannung).

5.2.2.6 Durchlassspannung (U_F)

Typischer oder Höchstwert (falls zutreffend) beim höchsten Gleichstrom in Durchlassrichtung für Dioden, die im Durchbruchbereich arbeiten (nur für Spannungsstabilisatordioden).

5.2.2.7 Rauschspannung im Arbeitsspannungsbereich (U_{nz})

Höchstwert (falls zutreffend) unter festgelegten Bedingungen für Frequenz, Bandbreite und Betriebsstrom. Wenn sich dieser Kennwert merklich mit der Temperatur ändert, muss dies angegeben werden.

5.3 Stromstabilisatordioden

5.3.1 Bemessungswerte (Grenzwerte)

5.3.1.1 Untere und obere Lagerungstemperatur (T_{stg})

5.3.1.2 Untere und obere Umgebungs- oder Gehäusetemperatur (T_a oder T_c)

5.3.1.3 Höchste Gesamtverlustleistung (P_{tot}) bei einer Umgebungs- oder Gehäusetemperatur von 25 °C und einer Reduktionskurve oder einem Reduktionskoeffizienten

5.3.1.4 Entweder: a) Höchstwert der Spannung in Sperrrichtung (U_R) (Anode negativ gegenüber Kathode) oder: b) Höchstwert des Stromes in Rückwärtsrichtung (I_R)

(falls zutreffend)

5.3.1.5 Höchstwert der Spannung in Durchlassrichtung (U_F)

(falls erforderlich)

5.3.2 Kennwerte

5.3.2.1 Arbeitsstrom (I_{S1})

Mindest- und Höchstwert bei der festgelegten Arbeitsspannung (U_{S1})

5.3.2.2 Arbeitsstrom (I_{S2})

Höchstwert bei der höchsten empfohlenen Arbeitsspannung (U_{S2})

5.3.2.3 Temperaturkoeffizient des Arbeitsstromes (α_{IS})

Mindest- und Höchstwert (siehe Anmerkung) bei der Arbeitsspannung nach 5.3.2.1 und festgelegtem Bereich von T_a oder T_c .

ANMERKUNG „Höchstwert“ ist die höchste positive (am wenigsten negative) Grenze. „Mindestwert“ ist die kleinste positive (höchste negative) Grenze. Die Zeichen (+/–), die jeder Grenze zuzuordnen sind, sind anzugeben.

5.3.2.4 Entweder: a) Änderung des Arbeitsstromes (I_{S1})

Höchstwert bei einer festgelegten Änderung von U_S zwischen zwei festgelegten Werten, ausgehend von U_{S1}

oder: b) Kleinsignal-Stabilisator-Leitwert (g_S)

Höchstwert bei U_{S1} und $f = 1$ kHz

5.3.2.5 Begrenzungsspannung (U_L)

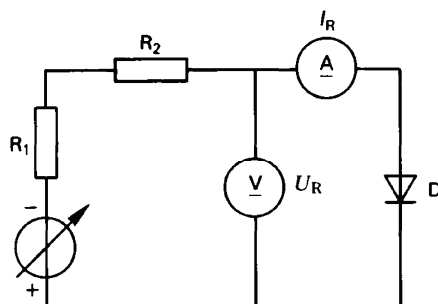
Höchstwert bei festgelegtem Strom (I_L), vorzugsweise $0,8 I_{S1}$ min.

5.3.2.6 Knieleitwert (g_K), falls zutreffend

Höchstwert bei festgelegter Spannung (U_K) und $f = 1$ kHz

6 Messverfahren**6.1 Signaldioden (einschließlich Schaltdioden)****6.1.1 Sperrstrom I_R** **a) Zweck**

Messung des Sperrstromes einer Diode bei festgelegter Sperrspannung.

b) Schaltung

D = zu messende Diode

Bild 6 – Schaltung zur Messung von I_R

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

R_1 kalibrierter Widerstand (nur bei Impulsmessung)

R_2 Schutzwiderstand

Ist eine Impulsmessung gefordert, so ist der einstellbare Spannungsgenerator durch einen Spannungsimpulsgenerator und das Spannungsmessgerät durch ein Spitzenwertmessgerät zu ersetzen; der Strom wird mit einem Spitzenspannungsmessgerät über den kalibrierten Widerstand R_1 gemessen.

d) Durchführung der Messung

Die Temperatur ist auf den festgelegten Wert einzustellen.

Der einstellbare Spannungsgenerator ist so einzustellen, dass der festgelegte Wert der Sperrspannung U_R an der Diode anliegt.

Der Sperrstrom I_R ist am Strommesser A abzulesen.

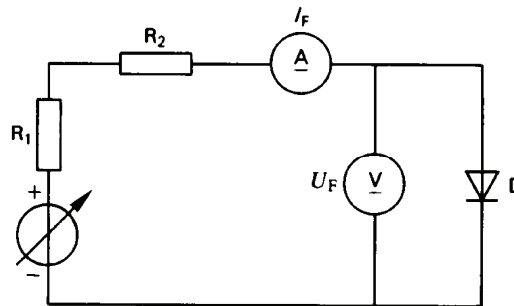
- e) Festgelegte Bedingungen
 - Umgebungs- oder Gehäusetemperatur (T_a , T_c);
 - Sperrspannung (U_R);
 - Impulsbreite und Tastverhältnis, falls zutreffend.

6.1.2 Durchlassspannung U_F

a) Zweck

Messung der Durchlassspannung über einer Signal- oder Schaltodiode unter festgelegten Bedingungen.

b) Schaltung



D = zu messende Diode

Bild 7 – Schaltung zur Messung von U_F

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

R_1 kalibrierter Widerstand (nur bei Impulsmessung)

R_2 hochohmiger Widerstand

Ist eine Impulsmessung gefordert, so ist der einstellbare Spannungsgenerator durch einen Spannungsimpulsgenerator und das Spannungsmessgerät durch ein Spitzenwertmessgerät zu ersetzen; der Strom wird mit einem Spitzenspannungsmessgerät über den kalibrierten Widerstand R_1 gemessen.

d) Durchführung der Messung

Die Temperatur ist auf den festgelegten Wert einzustellen.

Der einstellbare Spannungsgenerator ist so einzustellen, dass der festgelegte Wert des Durchlassstromes I_F erreicht wird.

Die Durchlassspannung U_F ist am Spannungsmessgerät V abzulesen.

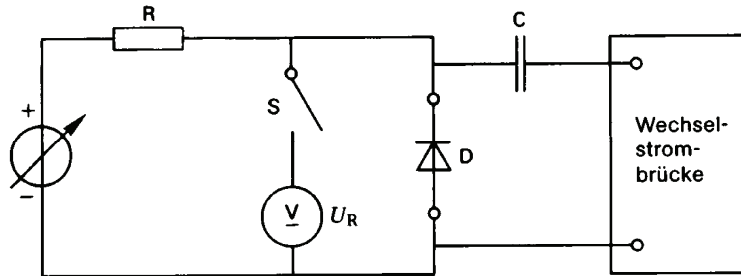
- e) Festgelegte Bedingungen
 - Umgebungs- oder Gehäusetemperatur (T_a , T_c);
 - Durchlassstrom (I_F);
 - Impulsbreite und Tastverhältnis, falls zutreffend.

6.1.3 Gesamtkapazität C_{tot}

a) Zweck

Messung der Gesamtkapazität einer Diode unter festgelegten Bedingungen.

b) Schaltung



D = zu messende Diode

Bild 8 – Schaltung zur Messung von C_{tot}

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

Der Leitwert des Widerstandes R sollte im Vergleich zum Scheinleitwert der zu messenden Diode niedrig sein.

Der Kondensator C sollte der Sperrspannung der Diode widerstehen und sollte einen Kurzschluss bei der Messfrequenz darstellen.

d) Vorsichtsmaßnahmen

Bei sehr kleinen Kapazitäten beeinflusst die Halterung die Genauigkeit des Ergebnisses. Die Halterung sollte festgelegt werden.

e) Durchführung der Messung

Die Temperatur ist auf den festgelegten Wert einzustellen.

Die Spannung über der Diode ist auf den festgelegten Wert U_R einzustellen. Dann ist das Spannungsmessgerät V aus der Schaltung zu entfernen, und die Kapazität der zu messenden Diode ist mit einer Wechselstrommessbrücke zu bestimmen; dabei ist der Messwert ohne Diode in der Halterung vom Wert mit Diode abzuziehen.

f) Festgelegte Bedingungen

- Umgebungs- oder Gehäusetemperatur (T_a , T_c);
- Sperrspannung (U_R);
- Messfrequenz, falls abweichend von 1 MHz;
- Montagebedingungen (Halterung) der Diode, falls erforderlich.

6.1.4 Durchlassverzögerungszeit t_{fr} und Spitzenwert der Durchlassverzögerungsspannung U_{FRM}

a) Zweck

Messung der Durchlassverzögerungszeit und des Spitzenwertes der Durchlassverzögerungsspannung einer Diode.

b) Schaltung und Prüfkurvenverlauf

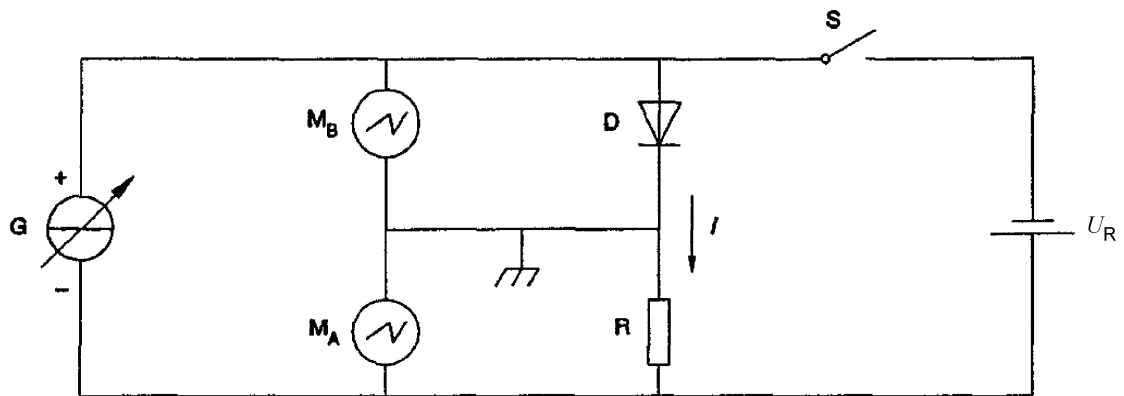


Bild 9 – Schaltung zur Messung von t_{fr} und U_{FRM}

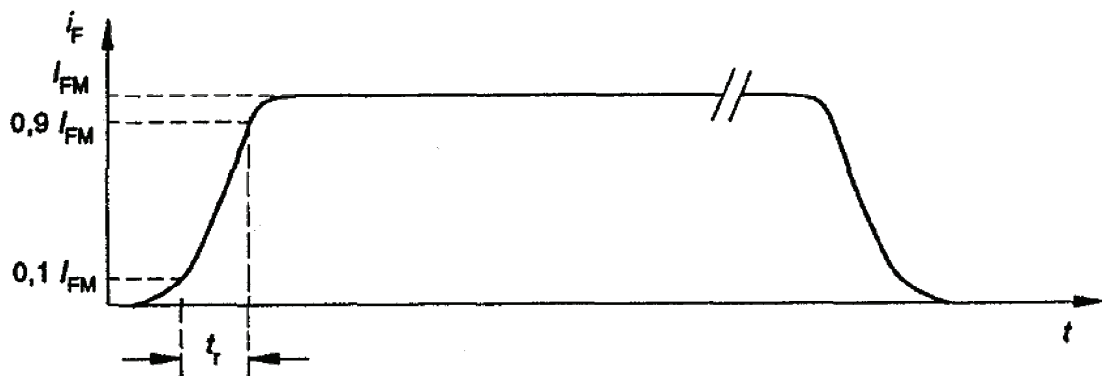


Bild 10a – Stromkurvenverlauf

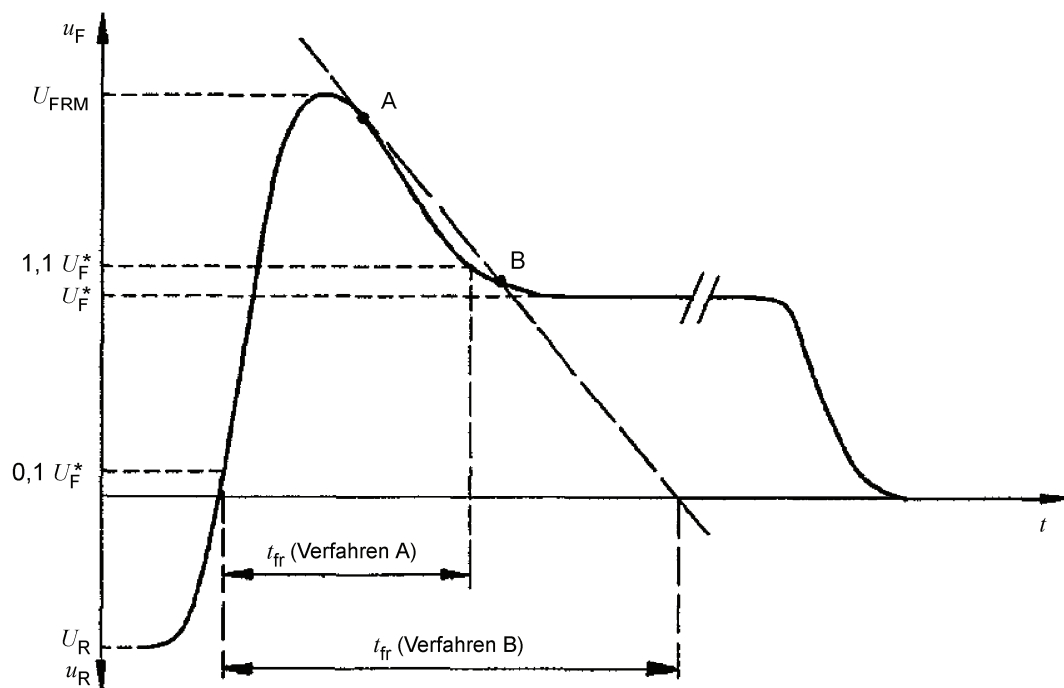


Bild 10b – Spannungskurvenverlauf

Bild 10 – Strom- und Spannungskurvenverlauf

- c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen
- D zu messende Diode
- G Stromimpulsgenerator mit einer Bürdenspannung (Leerlauf-Ausgangsspannung) von mindestens 50 V oder vom Dreifachen der U_{FRM} , wobei die größere Spannung gilt.
- R induktionsfreier kalibrierter Widerstand
- S geschlossener elektronischer Schalter, der nur für eine Zeitdauer, die kurz vor dem Auftreten des Stromimpulses beginnt und die gesamte Impulsdauer umfasst, geöffnet ist
- M_A und M_B Oszilloskope oder andere Überwachungsgeräte

Die Impulsdauer muss hinreichend lang sein, sodass die Durchlassspannung den stabilen Wert U_F^* erreichen kann.

Die Impulsdauer und das Tastverhältnis des Stromimpulsgenerators sollten so bemessen sein, dass die innere Erwärmung der Diode vernachlässigbar ist.

- d) Durchführung der Messung

Die Temperatur ist auf den festgelegten Wert einzustellen.

Während der Stromkurvenverlauf mit M_A überwacht wird, ist die Stromimpulsquelle auf die festgelegten Bedingungen für Anstiegszeit t_r und Durchlassstrom I_{FM} einzustellen.

Die Sperrspannung U_R ist auf den festgelegten Wert einzustellen und der Schalter S in die entsprechende Stellung zu bringen.

Der Spitzenwert der Durchlassverzögerungsspannung U_{FRM} und die Durchlassverzögerungszeit t_{fr} werden aus dem Spannungskurvenverlauf der Diode mit M_B nach dem angewandten Spezifikationsverfahren ermittelt.

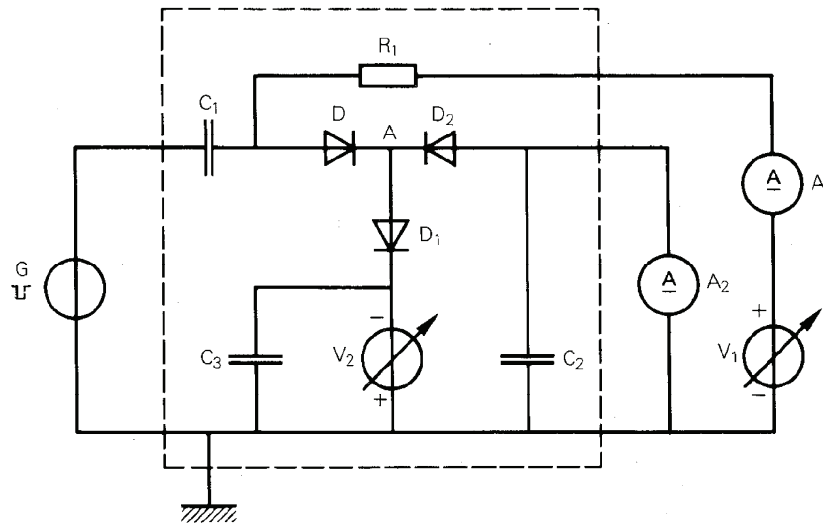
- e) Festgelegte Bedingungen
 - Umgebungs- oder Gehäusetemperatur (T_a , T_c);
 - Spitzendurchlassstrom (I_{FM});
 - Anstiegszeit des Stromimpulses (t_r) (zwischen 10 % und 90 % von I_{FM} , sofern nicht anders angegeben);
 - Spannungen, die den Beginn und das Ende der Durchlassverzögerungszeit definieren, falls abweichend von 10 % bzw. 110 % von U_F^* ;
 - Sperrspannung (U_R).

6.1.5 Sperrverzögerungsladung Q_r

- a) Zweck

Messung der Verzögerungsladung einer Diode beim schnellen Schalten von Durchlass- in Sperrrichtung.

b) Schaltung



D = zu messende Diode

Bild 11 – Schaltung zur Messung von Q_r

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

C_1 sollte klein genug sein, dass er im Zeitraum zwischen zwei Impulsen völlig entladen ist:

$$R_g C_1 \ll \frac{1}{f}$$

Dabei ist R_g der Innenwiderstand des Impulsgenerators G.

R_1 sollte groß genug sein, um einen konstanten Strom durch die zu messende Diode sicherzustellen.

Die Dioden D_1 und D_2 sollten einen vernachlässigbaren Sperrstrom unter den Schaltungsbedingungen haben. Die Diode D_1 sollte eine viel kleinere Sperrverzögerungsladung als der Prüfling besitzen. C_2 soll den Strom durch das Strommessgerät A_2 ausmitteln:

$$R_a C_2 \gg t_p$$

Dabei ist R_a der Innenwiderstand des Strommessgerätes A_2 .

d) Durchführung der Messung

Die Temperatur ist auf den festgelegten Wert einzustellen.

Ohne den Impulsgenerator ist V_1 auf den festgelegten Durchlassstrom I_F , der am Strommessgerät A_1 abzulesen ist, einzustellen. V_2 ist so einzustellen, dass sich zwischen Punkt A und Erde eine Spannung knapp unterhalb des Schwellenwertes der Durchlassspannung von D_2 ergibt, z. B. 0,6 V für Siliziumdioden.

Der Impulsgenerator ist auf die festgelegten Bedingungen der Amplitude U_g , der Impulsbreite t_p , der Anstiegszeit t_r und der Frequenz f einzustellen.

Bei ausgeschaltetem Spannungsgenerator V_1 und eingeschaltetem Impulsgenerator G ist der Strom I_1 am Strommessgerät A_2 abzulesen.

Bei eingeschaltetem Spannungsgenerator V_1 und eingeschaltetem Impulsgenerator G ist der Strom I_2 am Strommessgerät A_2 abzulesen.

Die Sperrverzögerungsladung wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$Q_r = \frac{I_2 - I_1}{f}$$

e) Vorsichtsmaßnahmen

Der Schaltungsteil innerhalb der gestrichelten Linie sollte für kurze Schaltzeiten ausgelegt sein. Die Schaltungsinduktivitäten einschließlich der Zuleitungen der zu messenden Diode sind so klein wie möglich zu halten.

f) Festgelegte Bedingungen

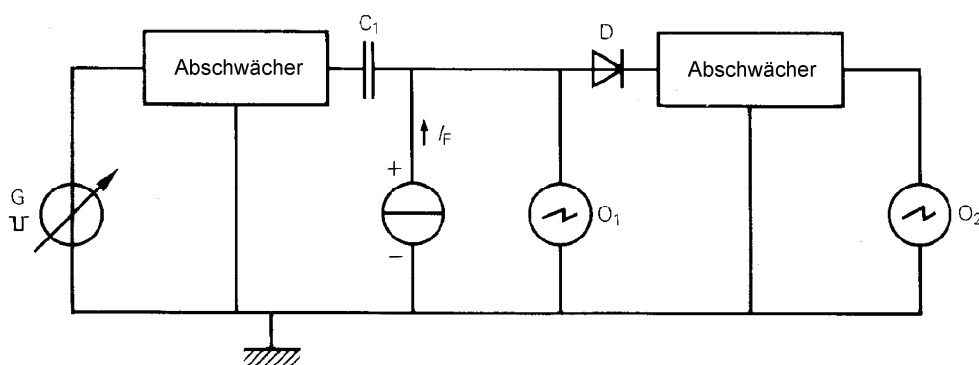
- Umgebungs- oder Gehäusetemperatur (T_a , T_c);
- Durchlassstrom (I_F);
- Pulsamplitude (U_G), Pulsbreite (t_p), Anstiegszeit (t_r) und Wiederholfrequenz (f).

6.1.6 Sperrverzögerungszeit t_{rr} (bei einer festgelegten U_R)

a) Zweck

Messung der Sperrverzögerungszeit einer Diode unter festgelegten Schaltbedingungen.

b) Schaltung



D = zu messende Diode

Bild 12 – Schaltung zur Messung von t_{rr}

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

Die Ausgangsimpedanz R_G des Generators G und die Eingangsimpedanz R_S des Oszilloskops O_2 betragen 50 Ohm, wenn nicht anders festgelegt. Die Anstiegszeiten des Generators und des Oszilloskops sollten klein gegenüber t_{rr} sein.

Die Pulsbreite t_p sollte größer als das Dreifache des festgelegten Wertes von $t_{rr \max}$ sein.

Die Dämpfungsglieder 1 und 2 sind wählbar und können zur Verbesserung der Anpassung des Impulsgenerators und des Oszilloskops dienen; sie sollten eine Dämpfung von mindestens 6 dB haben.

Die Zeitkonstante $R_L C_L$ sollte kleiner als $0,1 t_{rr \max}$ sein, wenn nicht anders festgelegt. Dabei ist:

$R_L = R_G + R_S$ der Realteil der Gesamtimpedanz von der Diode aus gesehen, d. h. 100 Ohm, falls nicht anders festgelegt;

C_L die Gesamtkapazität der Schaltung einschließlich der Diode.

C_1 sollte groß sein im Verhältnis zu $t_{rr \max} / R_L$.

Die Impedanz Z_i des Stromgenerators sollte groß sein gegenüber R_L .

Die Eingangsimpedanz des Oszilloskops O_1 , das die Spannung U_R an der Diode misst, sollte groß gegenüber R_L sein.

Anstelle der Oszilloskope O_1 und O_2 kann ein Zweistrahl-Oszilloskop verwendet werden.

d) Durchführung der Messung

Die Temperatur ist auf den festgelegten Wert einzustellen.

Der Gleichstromgenerator liefert den festgelegten Durchlassstrom I_F an die Diode.

Die Impulse, vom Generator G an die Diode gelegt, werden so weit erhöht, bis am Oszilloskop O_1 der festgelegte Wert U_R (Diode gesperrt) erreicht ist.

Die Sperrverzögerungszeit t_{rr} wird vom Zeitpunkt des Nulldurchgangs des Stromes bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Strom in Sperrrichtung auf den festgelegten Sperrverzögerungsstrom i_{rr} abgeklungen ist, am Oszilloskop O_2 gemessen (siehe Bild 13).

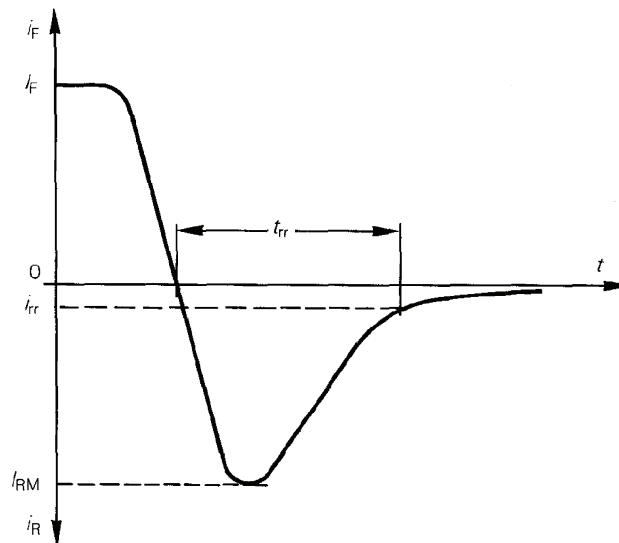


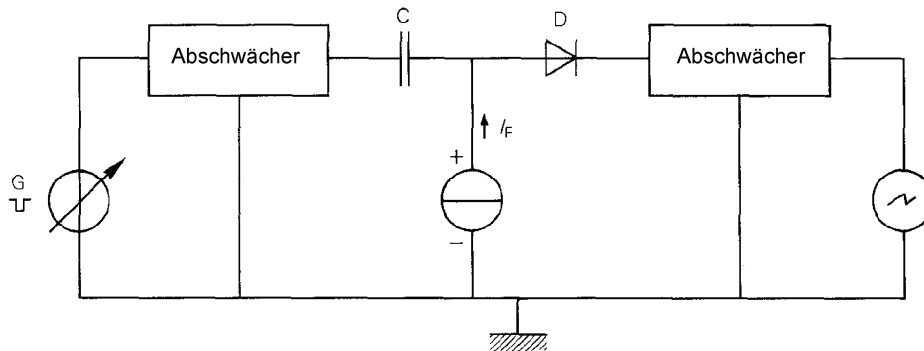
Bild 13 – Kurvenverlauf des Diodenstroms bei der Messung von t_{rr}

e) Festgelegte Bedingungen

- Umgebungs- oder Gehäusetemperatur (T_a , T_c);
- Durchlassstrom (I_F);
- Sperrverzögerungsstrom (i_{rr}), 0,1 I_F typisch, wenn nicht anders angegeben;
- Sperrspannung (U_R) an der Diode;
- gesamter Lastwiderstand von der Diode her gesehen, R_L (oder R_G und R_S), falls abweichend von 100 Ohm.

6.1.7 Sperrverzögerungszeit t_{rr} (bei einem festgelegten I_{RM})**a) Zweck**

Messung der Sperrverzögerungszeit einer schnellen Diode, z. B. mit einer Sperrverzögerungszeit kleiner als 100 ns.

b) Schaltung

D = zu messende Diode

Bild 14 – Schaltung zur Messung von t_{rr}

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

Die Ausgangsimpedanz des Generators G und die Eingangsimpedanz des Oszilloskops betragen 50 Ohm, wenn nicht anders festgelegt. Die Anstiegszeiten des Generators und des Oszilloskops sollten klein gegenüber t_{rr} sein.

Die Impulsbreite sollte größer als $3 t_{rr \max.}$ sein.

Die Abschwächer sollten einen typischen Scheinwiderstand von 50 Ohm haben, wenn nicht anders festgelegt; sie sollten eine Dämpfung von mindestens 6 dB und einen Gleichstrompfad haben.

Die Zeitkonstante $R_L C_L$ sollte kleiner als $0,1 t_{rr \max.}$ sein, wenn nicht anders festgelegt. Dabei ist:

R_L der Realteil des Gesamtscheinwiderstandes, von der Diode aus gesehen;

C_L die Gesamtkapazität der Schaltung einschließlich der Diode.

C sollte groß gegenüber $t_{rr \max.}/R_L$ sein.

Die Impedanz Z_i des Stromgenerators sollte größer als R_L sein.

d) Durchführung der Messung

Die Temperatur ist auf den festgelegten Wert einzustellen.

Der Gleichstromgenerator liefert den festgelegten Durchlassstrom I_F an die Diode.

Die Impulse, vom Generator G an die Diode gelegt, werden so weit erhöht, bis der festgelegte Spitzensperrstrom I_{RM} erreicht ist.

Die Sperrverzögerungszeit t_{rr} ist die Zeitdauer zwischen dem Augenblick des Nulldurchgangs des Stromes und dem Augenblick, wenn der Strom von I_{RM} auf den festgelegten Sperrverzögerungsstrom i_{rr} abgeklungen ist (siehe Bild 13).

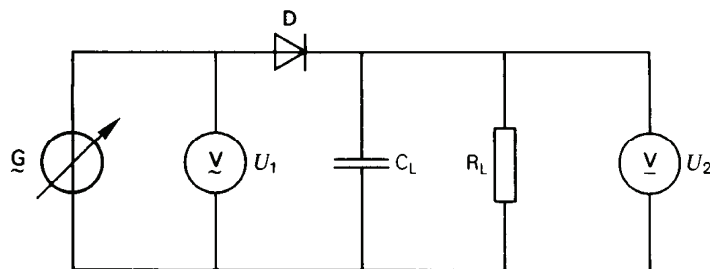
- e) Festgelegte Bedingungen
 - Umgebungs- oder Gehäusetemperatur (T_a , T_c);
 - Durchlassstrom (I_F);
 - Spitzensperrstrom (I_{RM});
 - Sperrverzögerungsstrom (i_{rr}).

6.1.8 Spannungsrichtwirkungsgrad η_u

a) Zweck

Ermittlung des Spannungsrichtwirkungsgrads einer Signaldiode unter festgelegten Bedingungen.

b) Schaltung



D = zu messende Diode

Bild 15 – Schaltung zur Messung von η_u

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

G Generator mit kleiner Impedanz

V Effektivwertspannungsmessgerät

Der Wert von R_L sollte groß gegenüber der Ausgangsimpedanz des Generators und der Durchlassimpedanz der Diode sein.

d) Durchführung der Messung

Die Temperatur ist auf den festgelegten Wert einzustellen.

Der Generator wird auf den festgelegten Effektivwert von U_1 eingestellt.

U_2 wird am Spannungsmessgerät abgelesen und der Spannungsrichtwirkungsgrad nach folgender Gleichung berechnet:

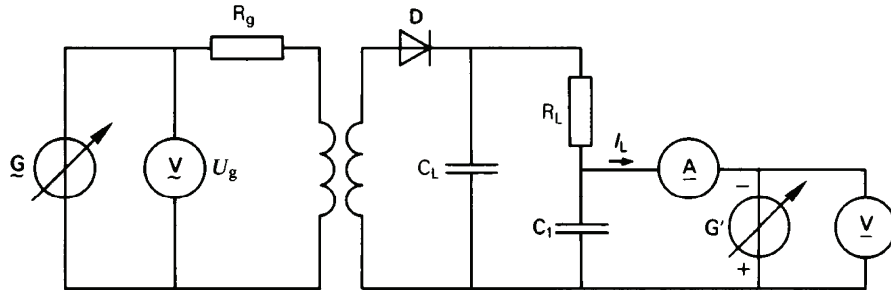
$$\eta_u = \frac{U_2}{U_1 \sqrt{2}} (\times 100 \%)$$

e) Festgelegte Bedingungen

- Umgebungs- oder Gehäusetemperatur (T_a , T_c);
- Messfrequenz (üblicherweise 100 MHz);
- Schaltungsparameter (R_L und C_L);
- Spannung U_1 (Effektivwert).

6.1.9 Leistungs-Richtwirkungsgrad η_p **a) Zweck**

Ermittlung des Leistungs-Richtwirkungsgrades einer Signaldiode unter festgelegten Bedingungen.

b) Schaltung

D = zu messende Diode

Bild 16 – Schaltung zur Messung von η_p

c) Beschreibung der Schaltung und Anforderungen

G Spannungsgenerator

V elektronisches Spannungsmessgerät

Der Übertrager sollte eine geringe Dämpfung haben; der äquivalente Wert des Dämpfungswiderstandes sollte in R_g enthalten sein.

Das Übertragungsverhalten des Übertragers sollte die Scheinwiderstände R_g und R_L aneinander anpassen.

Der Wert von R_L sollte groß sein gegenüber dem Vorwärtsscheinwiderstand der Diode. Die Zeitkonstante $C_L R_L$ sollte groß gegenüber dem Kehrwert der Messfrequenz sein.

Der Kondensator C_1 sollte bei der Messfrequenz einen Kurzschluss darstellen.

d) Durchführung der Messung

Die Temperatur ist auf den festgelegten Wert einzustellen.

Der Wechselspannungsgenerator ist auf null und der Gleichspannungsgenerator auf die festgelegte Durchlassspannung einzustellen. Der Strom I_{L1} ist vom Gleichstrommessgerät A abzulesen.

Der Wechselspannungsgenerator ist auf die festgelegte Effektivspannung U_g einzustellen und der neue Wert I_{L2} ist am Strommessgerät abzulesen.

Der Leistungs-Richtwirkungsgrad wird folgendermaßen berechnet:

$$\eta_p = \frac{4(I_{L2} - I_{L1})^2 \cdot R_L \cdot R_g}{U_g^2} (\times 100 \%)$$

e) Festgelegte Bedingungen

- Umgebungs- oder Gehäusetemperatur (T_a , T_c);
- Messfrequenz (f) und Spannung (U_g);
- angelegte Gleichspannung;