

Siemens AG CT SR SI Otto-Hahn-Ring 6 81739 München

Continental Teves AG & CO. oHG
Frankfurt Hauptverwaltung
Hr. Kilb
QPF. Geb. 20/5.068/H.-L.Ross
Guerickestr. 7
60488 Frankfurt am Main

Banf-Nr. / tracking no. 11072361	Datum / date 2005-03-11	Ihr Ruf / your telephone +49 69 7603-3270 Ihr Fax / your fax +49 69 7603-3947	Datum / date 2005-03-11
Org-ID / Customer no. 23019920	Bestellnummer / Order no. 44224675 0002 YK1 SN 29500		Positionsnr. / Order position no.
	Unsere Abteilung / our department CT SR SI	Name / name Oliv	Durchwahl / telephone +49 89 636-40682
Versandanschrift/Empfänger/Bestimmungsort / Shipping/Recipient/Destination			
Position / Item	Menge / Quantity	Dokumentnummer / document number	
	1	SN 29500-13 Ausgabe: 1994-03 Sprache: de/en	

Hinweis:

Das Normungs-Informationssystem NORIS-Web von CT SR SI, bietet Ihnen Informationen und Service zu allen Normen und Technischen Regeln sowie zu Firmencodes. Sie können NORIS-Web erreichen unter <http://nweb.mchp.siemens.de/>

Note:

The CT SR SI standard information system NORIS-Web offers you informations and services regarding all standards and technical regulations as well as company codes. You can find us at: <http://nweb.mchp.siemens.de/>

	<p style="text-align: center;">Ausfallraten Bauelemente Erwartungswerte für Leuchtdioden, Infrarotdioden und Halbleiter-Laser</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Failure rates of components Expected values for light-emitting diodes (LED), infrared- emitting diodes (IRED) and semiconductor lasers</p>	<p style="text-align: center;">SN 29500 Teil 13</p>
--	---	---

Ersatz für Ausgabe 03.93
 Supersedes Edition 03.93

In Zweifelsfällen ist der deutsche Originaltext als maßgebend heranzuziehen.

In case of doubt the German language original should be consulted as the authoritative text.

In Übereinstimmung mit der gängigen Praxis in Normen der International Electrotechnical Commission (IEC) und der International Organization for Standardization (ISO), wird in dieser Norm auch im Englischen Text das Komma als Dezimalzeichen verwendet

In keeping with current practice in standards published by the International Electrotechnical Commission (IEC) and the International Organization for Standardization (ISO), a comma has been used throughout as the decimal marker.

Inhalt	Seite
1 Anwendungsbereich	2
2 Referenzbedingungen	2
3 Erwartungswerte bei Referenzbedingungen	4
4 Umrechnung von Referenz- auf Betriebsbedingungen	4
4.1 Stromabhängigkeit, Faktor π_I	6
4.2 Temperaturabhängigkeit, Faktor π_T	6
4.3 Aussetzbetrieb, Faktor π_W	10
5 Frühausfallphase	10

Contents	Page
1 Scope	3
2 Reference conditions	3
3 Expected values under reference conditions	5
4 Conversion from reference to operating conditions	5
4.1 Current dependence, factor π_I	7
4.2 Temperature dependence, factor π_T	7
4.3 Stress profile, factor π_W	11
5 Early failure period	11

Fortsetzung Seite 2 bis 13
 Continued on pages 2 to 13

ZFE GR Technische Regelsetzung und Normung, München und Erlangen
 ZFE GR Technical Regulation and Standardization, Munich and Erlangen

1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist für Zuverlässigkeitsberechnungen von Erzeugnissen anzuwenden, in denen Leuchtdioden, Infrarotdioden und Halbleiter-Laser eingesetzt werden. Sie ergänzt SN 29500 Teil 1 „Allgemeines“.

2 Referenzbedingungen

Ausfallkriterien Totalausfälle und starke abnormale Änderungen mit nicht selektierbarem Defekt (vorzeitiger Abfall der Strahlstärke bzw. Lichtstärke). Ausfallkriterium kann, z. B. bei LED Abfall der Strahlstärke bzw. Lichtstärke auf 50 %, sein.

Zeitbereich Betriebszeit > 1000 Stunden
Anmerkung:
 Bei den unterschiedlichen Technologien gibt es für den Abfall der Strahlstärke bzw. Lichtstärke spezifische Abhängigkeiten von Temperatur und Strom, die die Brauchbarkeitsdauer beeinflussen. Die angegebenen Ausfallraten gelten daher nur für einen Zeitbereich, für den diese Alterung in der Auslegung der Schaltung berücksichtigt wurde.

Betriebsstrom 50 % des maximal zulässigen Stromes

Sperrschichttemperatur¹⁾ siehe Tabelle 1 (θ_{JT})

Mittlere Umgebungstemperatur²⁾ $\theta_{U,ref} = 40^\circ\text{C}$

Einsatzart Die angegebenen Ausfallraten gelten für den Einsatz der Geräte in folgenden Umweltbedingungen nach DIN IEC 721 Part 3:

Klima ³⁾	Klasse 3K3
mechanische Einflüsse	Klasse 3M3
chemische Einflüsse	Klasse 3C2
Sand und Staub	Klasse 3S2

Es wird dabei vorausgesetzt, daß die Bauelemente nicht durch Überschreiten der folgenden Bedingungen bei Transport und Lagerung vorgeschädigt werden:

Transport:	Klima	Klasse 2K4
	mechanische Einflüsse	Klasse 2M2
	chemische Einflüsse	Klasse 2C2
	Sand und Staub	Klasse 2S2
Lagerung:	Klima	Klasse 1K5
	mechanische Einflüsse	Klasse 1M3
	chemische Einflüsse	Klasse 1C2
	Sand und Staub	Klasse 1S2

Die im Abschnitt 3 angegebenen Ausfallraten gelten auch für hiervon abweichende Bedingungen, wenn der Einfluß durch konstruktive Maßnahmen kompensiert werden kann.

Betriebsart²⁾ Dauerbetrieb

1) Für die Bestimmung der Sperrschichttemperatur θ_{JT} wurden die mittlere Umgebungstemperatur $\theta_U = 40^\circ\text{C}$ und freie Konvektion (ohne Kühlbedingungen) zugrundegelegt.

2) Siehe SN 29500 Teil 1

1 Scope

This standard is to be used for reliability predictions on products in which LEDs, IREDs and semiconductor lasers are used. It supplements SN 29 500 Part 1, "General".

2 Reference conditions

Failure criterion	Complete failures and excessive parameter changes associated with non-identifiable defects (premature fall of light intensity). The failure criterion in this case can be, e.g. with LED, a fall of light intensity to 50%.																																	
Time interval	Operating time > 1000 hours																																	
	Note: In view of the different technologies, the fall of light intensity is dependent on the temperature and on the voltage in specific ways, which in turn influence the service life. The failure rates given therefore apply to a time interval only for which the ageing of the circuit was taken into account.																																	
Operating current	50% of the rated current																																	
Virtual junction temperature ¹⁾	(θ_{j1}) see Table 1																																	
Average ambient temperature ²⁾	$\theta_{amb,ref}= 40\text{ }^{\circ}\text{C}$																																	
Description of environment	The failure rates stated apply to the use of equipment under the following environmental conditions according to DIN IEC 721 Part 3: <table><tr><td>climatic conditions³⁾</td><td>class 3K3</td></tr><tr><td>mechanical stresses</td><td>class 3M3</td></tr><tr><td>chemical influence</td><td>class 3C2</td></tr><tr><td>sand and dust</td><td>class 3S2</td></tr></table> <p>It is assumed that the components were not damaged during transport and storage due to conditions exceeding those stated below:</p> <table><tr><td>Transport:</td><td>climatic conditions</td><td>class 2K4</td></tr><tr><td></td><td>mechanical stresses</td><td>class 2M2</td></tr><tr><td></td><td>chemical influences</td><td>class 2C2</td></tr><tr><td></td><td>sand and dust</td><td>class 2S2</td></tr><tr><td>Storage:</td><td>climatic conditions</td><td>class 1K5</td></tr><tr><td></td><td>mechanical stresses</td><td>class 1M3</td></tr><tr><td></td><td>chemical influences</td><td>class 1C2</td></tr><tr><td></td><td>sand and dust</td><td>class 1S2</td></tr></table> <p>The failure rates stated in Clause 3 also apply if the conditions deviate from those specified provided that compensation can be made by design measures.</p>		climatic conditions ³⁾	class 3K3	mechanical stresses	class 3M3	chemical influence	class 3C2	sand and dust	class 3S2	Transport:	climatic conditions	class 2K4		mechanical stresses	class 2M2		chemical influences	class 2C2		sand and dust	class 2S2	Storage:	climatic conditions	class 1K5		mechanical stresses	class 1M3		chemical influences	class 1C2		sand and dust	class 1S2
climatic conditions ³⁾	class 3K3																																	
mechanical stresses	class 3M3																																	
chemical influence	class 3C2																																	
sand and dust	class 3S2																																	
Transport:	climatic conditions	class 2K4																																
	mechanical stresses	class 2M2																																
	chemical influences	class 2C2																																
	sand and dust	class 2S2																																
Storage:	climatic conditions	class 1K5																																
	mechanical stresses	class 1M3																																
	chemical influences	class 1C2																																
	sand and dust	class 1S2																																
Operating mode ²⁾	Continuous duty under constant stress																																	

1) The determination of the virtual junction temperature θ_{j1} is based on the average ambient temperature $\theta_{amb} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ and on free convection (without cooling conditions).

2) see SN 29500 Part 1.

3) The temperature dependence of the failure rate is to be taken into account.

3 Erwartungswerte bei Referenzbedingungen

Die Ausfallraten bei Referenzbedingungen λ_{ref} in der Tabelle 1 sind bei Betrieb unter den angegebenen Referenzbedingungen (siehe Abschnitt 2) als Erwartungswerte für den angegebenen Zeitbereich und für die Gesamtheit der Lose zu verstehen.

Tabelle 1. Ausfallraten für Leuchtdioden, Infrarotdioden und Halbleiter-Laser

Bauelement	Ausfallrate λ_{ref} in FIT		Sperrschicht- temperatur θ_{jT} in °C	Beispiele
	Plastik	hermetisch gekoppelt		
Leuchtdiode (LED), sichtbares Licht	2	2	45	
IREDD (Al)GaAs InP 1)	2	2 20	75	SFH485/SFH480 SFH4212
Laser GaAs 880nm 1) InP 1300nm 1) 1500nm		100 100 (100)	75	SFH4318 SFH4410
Laser-Array, Pump-Laser, Pump-Laser gekühlt	Werte vom Hersteller erfragen			
Anzeigen LED 2)	2		55	
LCD Vacuumfluoreszenz	Werte vom Hersteller erfragen			

1 FIT = $1 \times 10^{-9} \times 1 / h$; (Anzahl der Ausfälle pro 10^9 Bauelementestunden)

1) Für Receptacle- oder Pigtail-Ankopplung sind 200 bis 400 FIT zu addieren, für Peltierkühlung sind 100 FIT zu addieren. Eine Temperaturabhängigkeit für diese Werte ist derzeit nicht bekannt.

2) Pro einzelne LED: bei intelligenten Displays sind für die Ansteuerschaltung 100 bis 300 FIT zu addieren (entsprechend SN 29500 Teil 2, Tabelle 3b, Peripherie).

Für Bauelemente ohne ausreichende Einsatzerfahrungen sind die Ausfallraten eingeklammert.

4 Umrechnung von Referenz- auf Betriebsbedingungen

Werden die Leuchtdioden, Infrarotdioden und Halbleiter-Laser nicht mit der in Abschnitt 2 „Referenzbedingungen“ genannten elektrischen Beanspruchung und der mittleren Umgebungstemperatur betrieben, dann ergeben sich Ausfallraten, die von den Erwartungswerten in der Tabelle 1 abweichen.

Zur Berücksichtigung der tatsächlichen elektrischen Beanspruchungen und der sich während der Betriebszeit einstellenden mittleren Umgebungstemperatur werden die Erwartungswerte bei Referenzbedingungen mit den jeweiligen π -Faktoren umgerechnet.

Die Ausfallrate bei Betriebsbedingungen λ errechnet sich während der Betriebszeit zu

$$\lambda = \lambda_{ref} \times \pi_I \times \pi_T \quad (13.1)$$

Hierin bedeuten:

λ_{ref} Ausfallrate bei Referenzbedingungen (Tabelle 1)

π_I Faktor für Stromabhängigkeit

π_T Faktor für Temperaturabhängigkeit

3 Expected values under reference conditions

The failure rates λ_{ref} in Table 1 should be understood for operation under the stated reference conditions (see Clause 2) as expected values for the stated time interval and entirety of lots.

Table 1. Failure rates for LEDs, IREDs and semiconductor lasers

Component	Failure rate λ_{ref} in FIT		Virtual junction temperature θ_{jT} in °C	Examples
	plastic	hermetically coupled		
LED, visible light	2	2	45	
IRED (Al)GaAs InP 1)	2	2 20	75	SFH485/SFH480 SFH4212
Laser GaAs 880nm 1) InP 1300nm 1) 1500nm		100 100 (100)	75	SFH4318 SFH4410
Laser-Array, Pump-Laser, Pump-Laser cooled	consult manufacturer			
Displays LED 2)	2		55	
LCD	consult manufacturer			
Vacuum fluorescence				

1 FIT equals one failure per 10⁹ component hours

1) 200 to 400 FIT are to be added for receptacle or pigtail couplers, 100 FIT are to be added for Peltier cooling. A temperature dependence of these rates is not known to date.

2) For each LED: with intelligent displays 100 to 300 FIT are to be added for the trigger circuit (according to SN 29500 Part 2, Table 3b, peripherals).

The failure rates of components without sufficient operating experience are shown in brackets.

4 Conversion from reference to operating conditions

If the LEDs, IREDs and semiconductor lasers are not operated under the electrical stresses and at the average ambient temperature as stated in Clause 2, "Reference conditions", the result can be failure rates which differ from the expected values given in Table 1.

To account for the actual electrical stresses and the average ambient temperature that occur during operation, the expected values under reference conditions must be converted with the relevant factors.

The failure rate under operating conditions λ is calculated for operation as follows:

$$\lambda = \lambda_{ref} \times \pi_I \times \pi_T \quad (13.1)$$

where

λ_{ref} failure rate under reference conditions (Table 1)

π_I current dependence factor

π_T temperature dependence factor

4.1 Stromabhängigkeit, Faktor π_I

Die Stromabhängigkeit wird für Leuchtdioden, Infrarotdioden und Halbleiter-Laser nach der Gleichung (13.2) berücksichtigt. Dabei werden die in Tabelle 2 angegebenen Konstanten verwendet. Die damit berechneten π_I -Faktoren sind in Tabelle 3 angegeben.

$$\pi_I = \exp \left\{ C_4 \times \left[\left(\frac{I}{I_{max}} \right)^{C_5} - \left(\frac{I_{ref}}{I_{max}} \right)^{C_5} \right] \right\} \quad (13.2)$$

Hierin bedeuten:

I	Betriebsstrom in A
I_{ref}	Referenzstrom in A
I_{max}	maximal zulässiger Strom in A
C_4, C_5	Konstanten

Tabelle 2. Konstanten

I_{ref} / I_{max}	C_4	C_5
0,5	1,4	8

Tabelle 3. Faktor π_I

I / I_{max}	$\leq 0,6$	0,7	0,8	0,9	1
π_I	1	1,1	1,3	1,8	4

4.2 Temperaturabhängigkeit, Faktor π_T

Die Abhängigkeit der Ausfallrate von der Temperatur betrifft nur den temperaturaktivierbaren Anteil des Bauelementes. Der folgende Zusammenhang gilt nur bis zur maximal zulässigen Sperrschichttemperatur. Dabei werden die in Tabelle 4 angegebenen Konstanten verwendet.

$$\pi_T = \frac{A \times e^{\frac{Ea_1 \times z}{T}} + (1-A) \times e^{\frac{Ea_2 \times z}{T}}}{A \times e^{\frac{Ea_1 \times z_{ref}}{T_{ref}}} + (1-A) \times e^{\frac{Ea_2 \times z_{ref}}{T_{ref}}}} \quad (13.3)$$

$$\text{mit } z = 11\,605 \times \left(\frac{1}{T_{U,ref}} - \frac{1}{T_2} \right) \text{ in } \frac{1}{\text{eV}} \quad \text{und} \quad z_{ref} = 11\,605 \times \left(\frac{1}{T_{U,ref}} - \frac{1}{T_1} \right) \text{ in } \frac{1}{\text{eV}}$$

Hierin bedeuten:

$T_{U,ref}$	$= \theta_{U,ref} + 273$
T_1	$= \theta_{j1} + 273$
T_2	$= \theta_{j2} + 273$
$\theta_{U,ref}$	Referenz-Umgebungstemperatur in °C
θ_{j1}	Referenz-Sperrschichttemperatur in °C
θ_{j2}	tatsächliche Sperrschichttemperatur in °C

4.1 Voltage dependence, factor π_I

The voltage dependence for LEDs, IREDs and semiconductor lasers is obtained as per equation (13.2) .

$$\pi_I = \exp \left[C_4 \times \left[\left(\frac{I}{I_{max}} \right)^{C_5} - \left(\frac{I_{ref}}{I_{max}} \right)^{C_5} \right] \right] \quad (13.2)$$

where

I operating current in A
 I_{ref} reference current in A
 I_{max} rated current in A
 C_4, C_5 constants

The values for the constants are given in Table 2. The calculated π_I factors are shown in Table 3.

Table 2. Constants

I_{ref} / I_{max}	C_4	C_5
0,5	1,4	8

Table 3. Factor π_I

I / I_{max}	$\leq 0,6$	0,7	0,8	0,9	1
π_I	1	1,1	1,3	1,8	4

4.2 Temperature dependence, factor π_T

The temperature dependence for LEDs, IREDs and semiconductor lasers of the failure rate concerns only the temperature-sensitive part of the component. The values for the constants are given in Table 4. The following equation applies up to the maximum allowable virtual junction temperature only.

$$\pi_T = \frac{A \times e^{\frac{Ea_1 \times z}{11605}} + (1-A) \times e^{\frac{Ea_2 \times z}{11605}}}{A \times e^{\frac{Ea_1 \times z_{ref}}{11605}} + (1-A) \times e^{\frac{Ea_2 \times z_{ref}}{11605}}} \quad (13.3)$$

$$\text{with } z = 11605 \times \left(\frac{1}{T_{amb,ref}} - \frac{1}{T_2} \right) \text{ in } \frac{1}{\text{eV}} \quad \text{and} \quad z_{ref} = 11605 \times \left(\frac{1}{T_{amb,ref}} - \frac{1}{T_1} \right) \text{ in } \frac{1}{\text{eV}}$$

where

$T_{amb,ref} = \theta_{amb,ref} + 273$
 $T_1 = \theta_{j1} + 273$
 $T_2 = \theta_{j2} + 273$
 $\theta_{amb,ref}$ reference ambient temperature in °C
 θ_{j1} reference junction temperature in °C
 θ_{j2} actual virtual junction temperature in °C

Tabelle 4. Konstanten

Bauelement		A	Ea_1 in eV	Ea_2 in eV	$\theta_{U,ref}$ in °C
LED		1	0,65	-	40
IRED	(Al)GaAs	1	0,65	-	40
	InP	1	1,0	-	40
Halbleiterlaser	GaAs	1	0,6	-	40
	InP	1	0,8	-	40

Die damit berechneten Faktoren π_T erhält man mit den Tabellen 5a, 5b, 5c, 5d in Abhängigkeit der tatsächlichen Sperrschichttemperatur

$$\theta_{j2} = \theta_U + \Delta\theta$$

und der Sperrschichttemperatur bei Referenzbedingungen θ_{j1} (siehe Tabelle 1).

Hierin bedeuten:

θ_U mittlere Umgebungstemperatur des Bauelementes in °C

$\Delta\theta = P \times R_{th,U}$ Temperaturerhöhung aufgrund von Eigenerwärmung

P Verlustleistung

$R_{th,U}$ Wärmewiderstand Sperrschicht-Umgebung

Tabelle 5a. Faktor π_T für LED und IRED: (Al)GaAs

Sperrschichttemperatur bei Referenzbedingungen θ_{j1} in °C	Sperrschichttemperatur bei Betriebsbedingungen θ_{j2} in °C															
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
45	0,20	0,31	0,46	0,68	1	1,4	2,1	2,9	4,1	5,6	7,7	11	14	19	25	33
55	0,099	0,15	0,22	0,33	0,49	0,7	1	1,4	2	2,7	3,7	5,1	6,9	9,2	12	16
75	0,026	0,04	0,06	0,088	0,13	0,19	0,27	0,38	0,53	0,73	1	1,4	1,8	2,4	3,2	4,3

Tabelle 5b. Faktor π_T für IRED: InP

Sperrschichttemperatur bei Referenzbedingungen θ_{j1} in °C	Sperrschichttemperatur bei Betriebsbedingungen θ_{j2} in °C															
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
75	0,004	0,007	0,013	0,024	0,043	0,076	0,13	0,22	0,37	0,62	1	1,6	2,5	4	6,1	9,3

Tabelle 5c. Faktor π_T für Halbleiterlaser: GaAs

Sperrschichttemperatur bei Referenzbedingungen θ_{j1} in °C	Sperrschichttemperatur bei Betriebsbedingungen θ_{j2} in °C															
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
75	0,035	0,051	0,074	0,11	0,15	0,21	0,3	0,41	0,55	0,75	1	1,3	1,7	2,3	3	3,8

Table 4. Constants

Component		A	Ea_1 in eV	Ea_2 in eV	$\theta_{amb,ref}$ in °C
LED		1	0,65	-	40
IRED	(Al)GaAs	1	0,65	-	40
	InP	1	1,0	-	40
Semiconductor laser	GaAs	1	0,6	-	40
	InP	1	0,8	-	40

The factor π_T is obtained with Tables 5a, 5b, 5c, 5d as a function of the actual junction temperature

$$\theta_{j2} = \theta_{amb} + \Delta\theta$$

and the virtual junction temperature under reference conditions θ_{j1} (see Table 1).

where

θ_{amb} average ambient temperature of component in °C

$\Delta\theta = P \times R_{th,amb}$ temperature change of the component due to self-heating

P power dissipation

$R_{th,amb}$ thermal resistance of junction to the environment

Table 5a. Factor π_T for LEDs and IREDs: (Al)GaAs

Junction temperature under reference conditions θ_{j1} in °C	Actual junction temperature θ_{j2} in °C															
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
45	0,20	0,31	0,46	0,68	1	1,4	2,1	2,9	4,1	5,6	7,7	11	14	19	25	33
55	0,099	0,15	0,22	0,33	0,49	0,7	1	1,4	2	2,7	3,7	5,1	6,9	9,2	12	16
75	0,026	0,04	0,06	0,088	0,13	0,19	0,27	0,38	0,53	0,73	1	1,4	1,8	2,4	3,2	4,3

Table 5b. Factor π_T for IREDs: InP

Junction temperature under reference conditions θ_{j1} in °C	Actual junction temperature θ_{j2} in °C															
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
75	0,004	0,007	0,013	0,024	0,043	0,076	0,13	0,22	0,37	0,62	1	1,6	2,5	4	6,1	9,3

Table 5c. Factor π_T for semiconductor lasers: GaAs

Junction temperature under reference conditions θ_{j1} in °C	Actual junction temperature θ_{j2} in °C															
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
75	0,035	0,051	0,074	0,11	0,15	0,21	0,3	0,41	0,55	0,75	1	1,3	1,7	2,3	3	3,8

Tabelle 5d. Faktor π_T für Halbleiterlaser: InP

Sperrschicht- temperatur bei Referenz- bedingungen θ_{j1} in °C	Sperrschichttemperatur bei Betriebsbedingungen θ_{j2} in °C															
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
75	0,011	0,019	0,031	0,051	0,081	0,13	0,2	0,3	0,45	0,68	1	1,5	2,1	3	4,3	6

4.3 Aussetzbetrieb, Faktor π_W

Werden die Leucht- und Infrarotdioden und Halbleiter-Laser während der Betriebszeit der Baugruppe oder des Gerätes nicht immer beansprucht (Pausen ohne elektrische Belastung zwischen den Betriebsperioden), so kann dies durch den Umrechnungsfaktor für Aussetzbetrieb π_W , bezogen auf die Ausfallrate λ nach Gleichung (13.1) berücksichtigt werden. Damit erhält man die Ausfallrate bei Aussetzbetrieb zu

$$\lambda_W = \lambda \times \pi_W \quad (13.4)$$

mit

$$\pi_W = W + R \times \frac{\lambda_0}{\lambda} \times (1 - W) \quad (13.5)$$

Hierin bedeuten:

- W Beanspruchungsdauer Bauelement / Betriebszeit Gerät; $0 \leq W \leq 1$
- $R = 0,12$ Restfaktor; diese Konstante berücksichtigt die Erfahrung, daß auch nicht beanspruchte Bauelemente Ausfälle zeigen
- λ_0 Ausfallrate bei Stillstandtemperatur θ_0 , jedoch unter elektrischer Last. Die Stillstandtemperatur ist die Bauelemente- bzw. Sperrschichttemperatur während der beanspruchungsfreien Pause.
($\lambda_0 = \lambda_{ref} \times \pi_T(\theta_0)$)
- λ Ausfallrate bei Betriebs- bzw. Referenztemperatur nach Gleichung (13.1).

5 Frühausfallphase

Die Frühausfallphase ist der Zeitbereich vom ersten Beanspruchungsbeginn bis zum Erreichen der konstanten Ausfallrate nach ca. 1000 Betriebsstunden. Die zu erwartende mittlere Ausfallrate für den betrachteten Zeitbereich ergibt sich durch Multiplikation des betreffenden Ausfallratenwertes aus der Tabelle 1 mit dem Faktor π_F aus Tabelle 6.

Die Werte gelten für Leuchtdioden, Infrarotdioden und Halbleiter-Laser, die den Anforderungen nach SN 72 500 entsprechen. Bei nicht nach SN 72 500 qualifizierten Bauelementen können deutlich höhere π -Faktoren auftreten.

Die Angabe von $\pi_{F,max} = 3$ sagt aus, daß bei nicht monotoner Abnahme der Frühausfallrate der Faktor π_F den Wert '3' nicht überschreiten darf.

Tabelle 6. Faktor π_F

Betriebszeit in h				Faktor	
				π_F	π_{Fmax}
bis 30				2,9	3
von 30	bis 300			2,2	
von 300	bis 1000			1,3	
ab 1000				1	1

Table 5d. Factor π_T for semiconductor laser: InP

Junction temperature under reference conditions θ_{JT} in °C	Actual junction temperature θ_{J2} in °C															
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
75	0,011	0,019	0,031	0,051	0,081	0,13	0,2	0,3	0,45	0,68	1	1,5	2,1	3	4,3	6

4.3 Stress profile, factor π_W

LEDs, IREDs and semiconductor lasers are not always continually stressed during the operating time of an assembly or equipment. There are breaks without electrical stresses during operating periods. This can be taken into account by utilizing the conversion factor for intermittent duty π_W to modify the failure rate λ in equation (13.1). The failure rate for intermittent duty is then obtained using the formula

$$\lambda_W = \lambda \times \pi_W \quad (13.4)$$

with

$$\pi_W = W + R \times \frac{\lambda_0}{\lambda} \times (1 - W) \quad (13.5)$$

where

W ratio: duration of component stress to operating time of equipment; $0 \leq W \leq 1$

$R = 0,12$ constant; this constant takes into consideration the experience that even non-stressed components may fail.

λ_0 failure rate at wait-state temperature θ_0 , but under electrical stress. The wait-state temperature is the temperature of the component or junction during the non-stress phase.
($\lambda_0 = \lambda_{ref} \times \pi_T(\theta_0)$)

λ failure rate at operating temperature or reference temperature as per equation (13.1).

5 Early failure period

The early failure period is the time from the beginning of stressing to the time when a constant failure rate period has been reached after approximately 1000 operating hours. The expected average failure rate for the given time interval is obtained by multiplying the relevant failure rate value from Table 1 by the factor π_F from Table 6.

The values are valid for LEDs, IREDs and semiconductor lasers which conform to the requirements of SN 72 500. Considerably higher π factors can occur with components which do not conform to SN 72 500.

The stated value $\pi_{Fmax} = 3$ indicates that if the early failure rate does not decrease monotonically, the factor π_F shall not exceed the value '3'.

Table 6. Factor π_F

Operating time in h	Factor	
	π_F	π_{Fmax}
to 30	2,9	3
from 30 to 300	2,2	
from 300 to 1000	1,3	
above 1000	1	1

Zitierte Normen

- DIN IEC 721 Teil 3 Elektrotechnik; Klassifizierung von Umweltbedingungen; Klassen von Einflußgrößen
Teil 3-1 Langzeitlagerung (identisch mit IEC 721-3-1)
Teil 3-2 Transport (identisch mit IEC 721-3-2)
Teil 3-3 Ortsfester Einsatz, wettergeschützt (identisch mit IEC 721-3-3)
- SN 29500 Teil 1 Ausfallraten Bauelemente; Erwartungswerte; Allgemeines
- SN 72500 Teil 1 Technische Lieferbedingungen für elektrische + elektronische Bauelemente; Allgemeines

Frühere Ausgaben

SN 29 500 Teil 13: 08.86, 03.93

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe 3.93 wurde die englische Übersetzung ergänzt.

Erläuterungen

Auf Veranlassung der Bereiche wurde die Bearbeitung siemenseseinheitlicher Ausfallraten unter Mitwirkung von Vertretern der Bereiche und von ZPL 1 MPP 6 durchgeführt.

Diese Norm wurde in der Arbeitsgruppe „Aktualisierung SN 29 500“ des Fachkreises „Qualität in der Elektronik“ vereinbart.

Normative references

- | | |
|--------------------|---|
| DIN IEC 721 Teil 3 | Elektrotechnik; Klassifizierung von Umweltbedingungen; Klassen von Einflußgrößen
(Electrical engineering; Classification of environmental conditions. Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities.)
Teil 3-1 Langzeitlagerung (identical with IEC 721-3-1; Storage)
Teil 3-2 Transport (identical with IEC 721-3-2; Transportation)
Teil 3-3 Ortsfester Einsatz, wettergeschützt (identical with IEC 721-3-3; Stationary use at weather-protected locations) |
| SN 29500 Part 1 | Failure rates components; Expected values; General |
| SN 72500 Part 1 | Technical terms of delivery for electrical / electronic components; General |

Earlier editions

- SN 29 500 Part 14 08.86: 03.93

Amendments

Compared to the German edition of 03.93, the English translation has been added.

Explanations.

At the instigation of the Siemens Groups, the failure rates in this standard were established and implemented in collaboration with representatives of the Groups and ZPL 1 MPP 6.

This standard was agreed to by the working group "Updating of SN 29500" within the Siemens expert committee "Quality in Electronics".