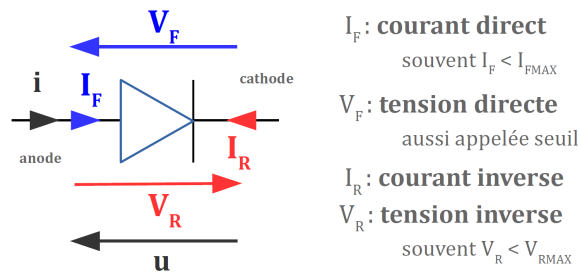


TD 1

TD 1 / DIODES ET SOURCES À LEDS

Mission 1 - Caractéristique d'une diode

On rappelle le symbole et le sens des courants et tensions aux bornes d'une diode :

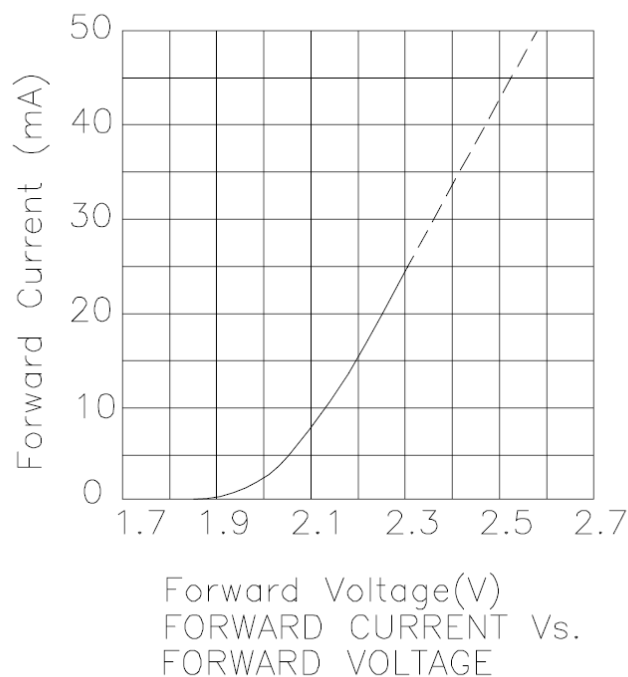


On fournit la documentation technique d'une LED Rouge « classique » (*Kingbright L-53HD*).

1. Trouvez et relevez la **caractéristique** $I(V)$ de cette LED (allure).
2. Relevez et commentez l'ensemble des **paramètres électriques**.
3. De quel(s) paramètre(s) dépend l'**intensité lumineuse** émise ?

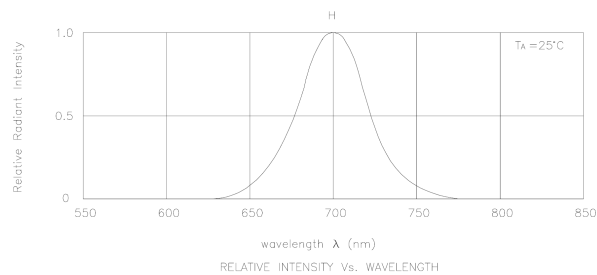
Caractéristique statique

Dans la documentation technique, on trouve la figure suivante :



Caractéristiques électriques et optiques

On peut s'intéresser à la figure suivante :

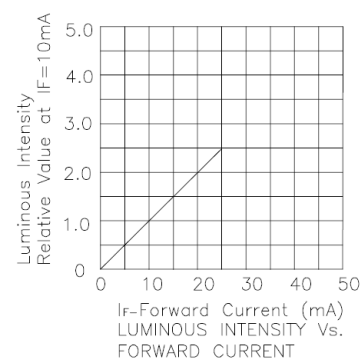
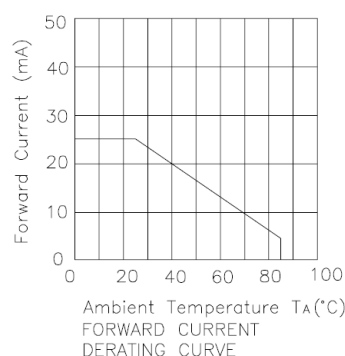


- λ_{peak} : longueur d'onde de la LED - ici $\lambda_{peak} = 700 \text{ nm}$
- $\Delta\lambda_{1/2}$: « bande-passante » lumineuse de la LED, telle que l'intensité soit supérieure à la moitié de l'intensité maximale - ici $\Delta\lambda_{1/2} = 45 \text{ nm}$ (donnée pour des conditions expérimentales spécifiques - $I_F = 20 \text{ mA}$ courant nominal)
- capacité « parasite » / C : capacité à ajouter en parallèle au modèle de la LED (jonction PN)
- **tension directe** V_F : il s'agit de la différence de potentiel directe apparaissant aux bornes de la LED lorsque le courant nominal est atteint - ici $V_F = 2.25 \text{ V}$ pour $I_F = 20 \text{ mA}$
- courant inverse I_R : courant apparaissant dans la LED lorsqu'elle est soumise à une tension inverse $V_R = 5 \text{ V}$
- **puissance dissipable** : puissance que va pouvoir dissiper la LED - ici $P = 120 \text{ mW}$
- **courant direct admissible** I_F : courant direct que peut laisser passer la diode sans destruction - ici $I_{FMAX} = 25 \text{ mA}$
- courant direct impulsionnel I_{Fpeak} : courant direct temporaire que peut laisser passer la diode sans destruction - ici $I_{FMAXpeak} = 130 \text{ mA}$ - sous certaines conditions : durée maximale d'application de 0.1 ms avec un rapport cyclique de $1/10$ (soit un temps de repos de 0.9 ms)
- tension inverse admissible V_R : différence de potentiel maximale que peut supporter la LED en inverse

Emission de photons

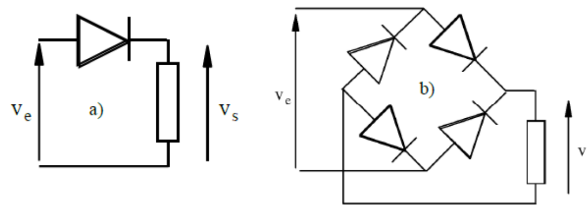
D'après la documentation technique, on peut voir que l'intensité lumineuse dépend :

- du courant direct - lien proportionnel
- de la température ambiante

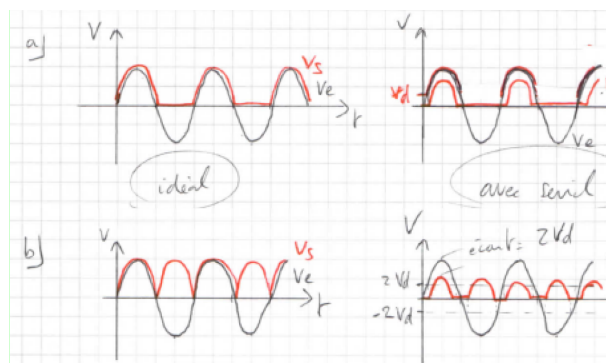


Mission 2 - Redressement à diodes

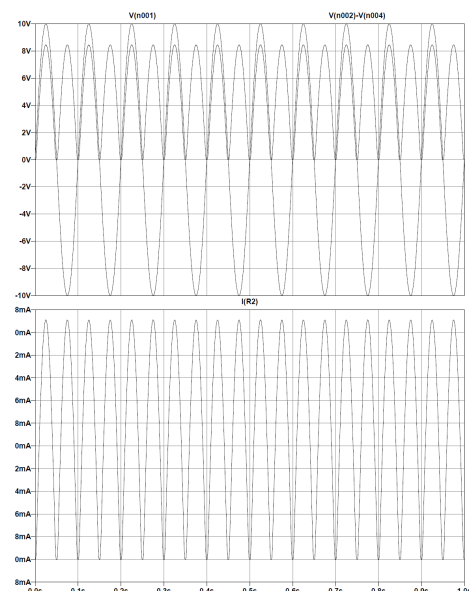
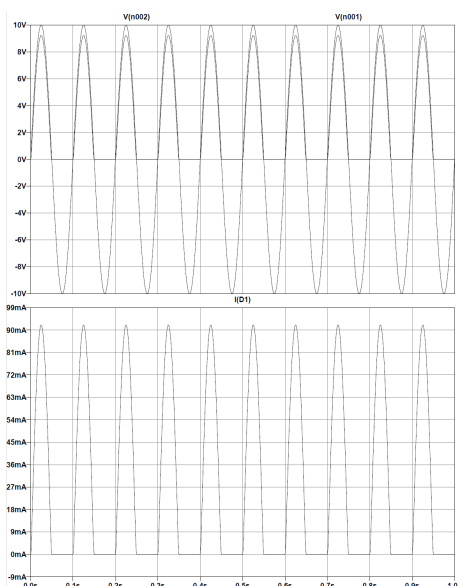
Soient les circuits suivants :



Donnez l'allure du signal de sortie $V_S(t)$ des circuits a et b suivants pour un signal d'entrée de forme sinusoïdale telle que $V_e(t) = A \cdot \sin(\omega t)$ dans le cas d'une diode idéale. Puis dans le cas d'une diode avec une tension de seuil V_d . On supposera que $A > V_d$.

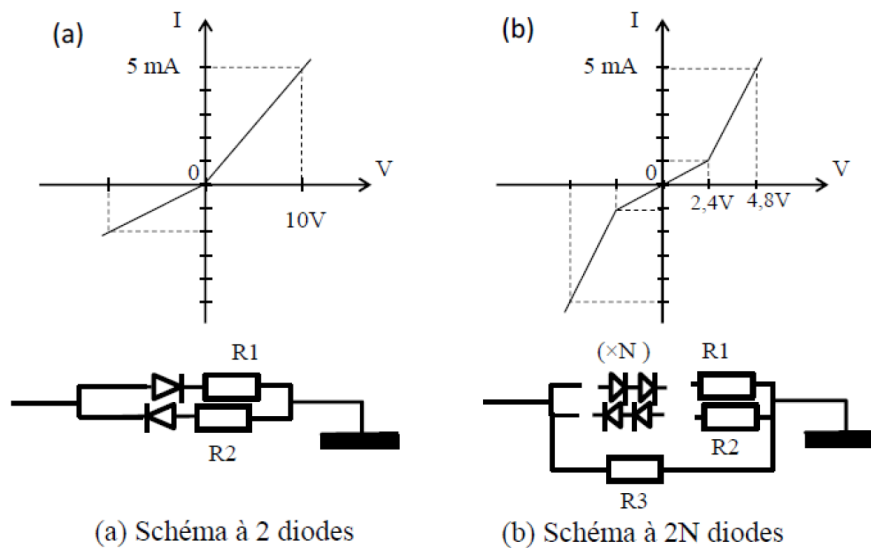


On peut également simuler ce montage à l'aide du logiciel LTSpice (par exemple - fichier de simulation disponible sur eCampus et sur le site du LEnsE). On obtient alors, dans le cas d'une diode « classique », la figure suivante - cas (a) à gauche et cas (b) à droite ($A = 10\text{ V}$ et $f = 10\text{ Hz}$ - en haut les tensions $V_E(t)$ et $V_S(t)$ et en bas le courant dans la diode pour le cas (a) et dans la résistance R pour le cas (b)) :



Mission 3 - Générateurs de signaux

On considère à présent les deux montages suivants :



1. Dans le cas du montage de la figure (a) et d'utilisation de diodes parfaites et idéales, que doivent valoir R_1 et R_2 pour obtenir la caractéristique tracée dans le graphe $I(V)$?
2. Dans le cas du montage de la figure (b), les diodes ont pour seuil $0,6\text{ V}$. Que doivent valoir R_1 , R_2 et R_3 et le nombre de diodes N ($N = 2$ a été dessiné arbitrairement) pour obtenir la caractéristique tracée dans le graphe $I(V)$?

1 - Montage figure (a)

R_1 donne la pente lorsque $V < 0$, on a alors : $R_1 = \Delta V = \Delta I = 10/5 \cdot 10^{-3} = 2\text{ k}\Omega$

De même, R_2 donne la pente lorsque $V > 0$, on a alors : $R_2 = \Delta V = \Delta I = 10/2 \cdot 10^{-3} = 5\text{ k}\Omega$

2 - Montage figure (b)

Entre -2.4 V et $+2.4\text{ V}$, seule la résistance R_3 intervient, les diodes des autres branches sont bloquées. On a alors : $R_3 = \Delta V = \Delta I = 2.4/10^{-3} = 2.4\text{ k}\Omega$

Pour un changement de comportement à $+2.4\text{ V}$, il faut au total $N = 4$ diodes en série ($4 \cdot 0.6\text{ V} = 2.4\text{ V}$).

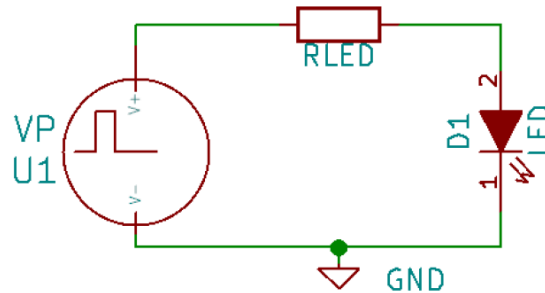
Les pentes avant -2.4 V et après 2.4 V étant les mêmes, $R_1 = R_2$

De plus, dans cette zone-là, $R_1 // R_3 = R_1 \cdot R_3 / (R_1 + R_3) = \Delta V = \Delta I = 2.4/4 \cdot 10^{-3} = 600\text{ }\Omega$

Ainsi, $R_1 = 800\text{ }\Omega$.

Mission 4 - Emetteur à LED

On souhaite réaliser un montage émetteur à l'aide de la diode rouge de l'exercice 1. On propose d'étudier le montage suivant :



1. Cas 1 : La source de tension V_P est une source continue. Elle délivre une différence de potentiel de 5 V.
 - (a) Quelle est la valeur maximale du courant que la diode peut supporter dans ces conditions ?
 - (b) Quelle est la valeur minimale que doit avoir R_{LED} pour respecter cette condition ?
 - (c) Quel sera alors le courant moyen qui traversera la LED ?
2. Cas 2 : La source de tension V_P est une source impulsionnelle. Elle délivre des impulsions de 5 V de durée 0.1 ms avec une fréquence de répétition de 1 kHz.
 - (a) Quelle est la valeur maximale du courant que la diode peut supporter dans ces conditions ?
 - (b) Quelle est la valeur minimale que doit avoir R_{LED} pour respecter cette condition ?
 - (c) Quel sera alors le courant moyen qui traversera la LED ?

On s'intéresse maintenant à une LED infrarouge (IR) de type SFH415 (documentation fournie en annexe).

3. Cas 2bis : La source de tension V_P est une source impulsionnelle. Elle délivre des impulsions de 5 V de durée 0.1 ms avec une fréquence de répétition de 1 kHz.
 - (a) Quelle est la valeur maximale du courant que la diode peut supporter dans ces conditions ?
 - (b) Quelle est la valeur minimale que doit avoir R_{LED} pour respecter cette condition ?
 - (c) Quel sera alors le courant moyen qui traversera la LED ?
 - (d) Quelle sera la puissance dissipée dans la résistance R_{LED} ?

CAS 1

(a) Une tension continue (et donc un courant continu) sera appliquée sur la LED dans les conditions décrites. Ainsi, la donnée qui nous intéresse est le courant direct maximal (ou *DC Forward Current*). $I_{FMAXDC} = 25 \text{ mA}$.

(b) Lorsque la diode est passante, elle est soumise à une différence de potentiel nommée tension directe ou V_F (*Forward Voltage*). Cette différence de potentiel est donnée pour un courant continu de 20 mA. $V_F = 2.5 \text{ V}$. La loi des mailles donne ensuite : $V_P = R_{LED} \cdot I_F + V_F$. On a alors le courant I_F qui vaut : $I_F = \frac{V_P - V_F}{R_{LED}}$. Or on souhaite que $I_F < I_{FMAXDC}$. On obtient alors que

$$R_{LED} > \frac{V_P - V_F}{I_{FMAXDC}} = 100 \Omega$$

(c) $\langle I_F \rangle = I_{FMAXDC}$

CAS 2

(a) La durée de l'impulsion délivrée est $t_{on} = 0.1 \text{ ms}$. La période du signal est $T = 1/f = 1 \text{ ms}$. Le rapport cyclique vaut alors $D = \frac{t_{on}}{T} = 0.1$.

D'après la documentation technique, dans ces conditions d'utilisation, il est possible d'utiliser un courant plus important, la LED ayant le temps entre deux impulsions de « refroidir ». Ainsi, le courant $I_{FMAX} = 130 \text{ mA}$.

(b) De la même manière que précédemment, on a $R_{LED} > \frac{V_P - V_F}{I_{FMAX}} = 19 \Omega$

(c) $\langle I_F \rangle = \int_0^T i(t) dt = D \cdot I_{FMAX} = 13 \text{ mA}$

CAS 2bis

(a) On calcule le paramètre $D = t_p/T$ avec $t_p = 0.1 \text{ ms}$ et $T = 1/F = 1 \text{ ms}$. On a alors $D = 1/10$.

Sur le graphique « Permissible Pulse Handling Capability » (p5), on trouve $I_F = 800 \text{ mA}$.

(b) Dans la doc (p3), on trouve $V_F = 2.3 \text{ V}$ (typ) pour $I_F = 1 \text{ A}$ et $t_p = 20 \mu\text{s}$.

Loi des mailles : $R_{LED} \cdot I_F + V_F = V_P$. On a alors : $I_F = (V_P - V_F)/R_{LED}$.

On souhaite que $I_F < I_{FMAX} \rightarrow (V_P - V_F)/R_{LED} < I_{FMAX}$

On obtient au final : $R_{LED} > \frac{V_P - V_F}{I_{FMAX}} = 3.4 \Omega$

(c) $\langle I_F \rangle = \int_0^T i(t) dt = D \cdot I_{FMAX} = 80 \text{ mA}$

(d) La puissance dissipée dans une résistance R_{LED} soumise à un courant I_F est : $P = R_{LED} \cdot I_F^2$.

La puissance maximale que va dissiper la résistance sera alors de : $P_{MAX} = R_{LED} \cdot I_{FMAX}^2 = 2.16 \text{ W}$. Mais en moyenne, la puissance dissipée sera $\langle P \rangle = D \cdot P_{MAX} = 0.216 \text{ W}$.

Selection Guide

| Part No. | Dice | Lens Type | Iv (mcd) @ 10mA | | Viewing Angle |
|----------|-----------------|--------------|--------------------|------|------------------|
| | | | Min. | Typ. | 2θ1/2 |
| L-53HD | BRIGHT RED(GaP) | RED DIFFUSED | 1.8 | 5 | 60° |

Note:

1. θ1/2 is the angle from optical centerline where the luminous intensity is 1/2 the optical centerline value.

Electrical / Optical Characteristics at T_A=25°C

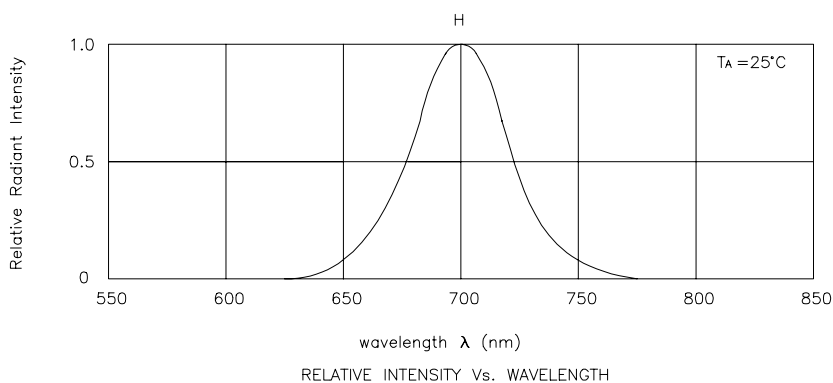
| Symbol | Parameter | Device | Typ. | Max. | Units | Test Conditions |
|-------------------|--------------------------|------------|------|------|-------|---------------------------|
| λ _{peak} | Peak Wavelength | Bright Red | 700 | | nm | I _F =20mA |
| λ _D | Dominate Wavelength | Bright Red | 660 | | nm | I _F =20mA |
| Δλ _{1/2} | Spectral Line Half-width | Bright Red | 45 | | nm | I _F =20mA |
| C | Capacitance | Bright Red | 40 | | pF | V _F =0V;f=1MHz |
| V _F | Forward Voltage | Bright Red | 2.25 | 2.5 | V | I _F =20mA |
| I _R | Reverse Current | Bright Red | | 10 | uA | V _R = 5V |

Absolute Maximum Ratings at T_A=25°C

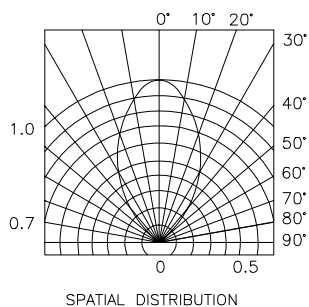
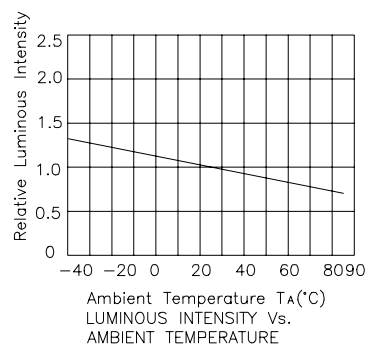
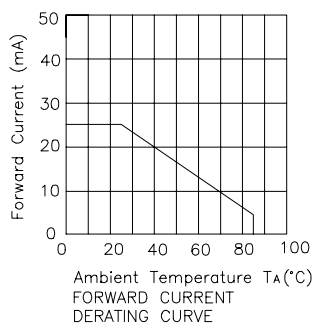
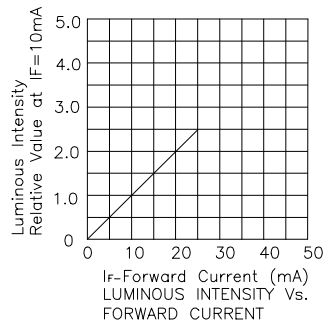
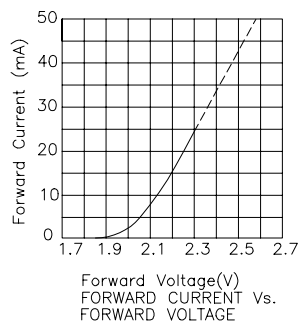
| Parameter | Bright Red | Units |
|-------------------------------|---------------------|-------|
| Power dissipation | 120 | mW |
| DC Forward Current | 25 | mA |
| Peak Forward Current [1] | 130 | mA |
| Reverse Voltage | 5 | V |
| Operating/Storage Temperature | -40°C To +85°C | |
| Lead Solder Temperature [2] | 260°C For 5 Seconds | |

Notes:

1. 1/10 Duty Cycle, 0.1ms Pulse Width.
2. 2mm below package base.



Bright Red L-53HD



GaAs-IR-Lumineszenzdiode
GaAs Infrared Emitters
Lead (Pb) Free Product - RoHS Compliant

SFH 415



Wesentliche Merkmale

- GaAs-LED mit sehr hohem Wirkungsgrad
- Hohe Zuverlässigkeit
- UL Version erhältlich
- Gute spektrale Anpassung an Si-Fotoempfänger
- SFH 415: Gehäusegleich mit SFH 300, SFH 203

Anwendungen

- IR-Fernsteuerung von Fernseh- und Rundfunkgeräten, Videorecordern, Lichtdimmern
- Gerätefernsteuerungen für Gleich- und Wechsellichtbetrieb
- Rauchmelder
- Sensorik
- Diskrete Lichtschranken

Features

- Very highly efficient GaAs-LED
- High reliability
- UL version available
- Spectral match with silicon photodetectors
- SFH 415: Same package as SFH 300, SFH 203

Applications

- IR remote control of hi-fi and TV-sets, video tape recorders, dimmers
- Remote control for steady and varying intensity
- Smoke detectors
- Sensor technology
- Discrete interrupters

| Typ Type | Bestellnummer Ordering Code | Strahlstärkegruppierung ¹⁾ ($I_F = 100 \text{ mA}$, $t_p = 20 \text{ ms}$) Radiant Intensity Grouping ¹⁾ $I_e \text{ (mW/sr)}$ |
|-------------|--------------------------------|---|
| SFH 415 | Q62702-P0296 | > 25 |
| SFH 415-U | Q62702-P1137 | > 40 |

¹⁾ gemessen bei einem Raumwinkel $\Omega = 0.01 \text{ sr}$ / measured at a solid angle of $\Omega = 0.01 \text{ sr}$

Grenzwerte ($T_A = 25\text{ °C}$)**Maximum Ratings**

| Bezeichnung Parameter | Symbol Symbol | Wert Value | Einheit Unit |
|--|-------------------|----------------|-----------------|
| Betriebs- und Lagertemperatur Operating and storage temperature range | $T_{op}; T_{stg}$ | - 40 ... + 100 | °C |
| Sperrspannung Reverse voltage | V_R | 5 | V |
| Durchlassstrom Forward current | I_F | 100 | mA |
| Stoßstrom, $t_p = 10\text{ }\mu\text{s}$, $D = 0$ Surge current | I_{FSM} | 3 | A |
| Verlustleistung Power dissipation | P_{tot} | 165 | mW |
| Wärmewiderstand Thermal resistance | R_{thJA} | 450 | K/W |

Kennwerte ($T_A = 25\text{ °C}$)**Characteristics**

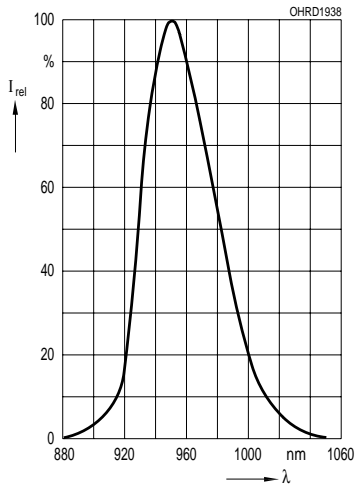
| Bezeichnung Parameter | Symbol Symbol | Wert Value | Einheit Unit |
|---|------------------------------|------------------|-----------------|
| Wellenlänge der Strahlung Wavelength at peak emission $I_F = 100\text{ mA}$, $t_p = 20\text{ ms}$ | λ_{peak} | 950 | nm |
| Spektrale Bandbreite bei 50% von I_{max} Spectral bandwidth at 50% of I_{max} $I_F = 100\text{ mA}$ | $\Delta\lambda$ | 55 | nm |
| Abstrahlwinkel Half angle SFH 415 | φ | ± 17 | Grad |
| Aktive Chipfläche Active chip area | A | 0.09 | mm ² |
| Abmessungen der aktiven Chipfläche Dimensions of the active chip area | $L \times B$ $L \times W$ | 0.3×0.3 | mm ² |
| Abstand Chipoberfläche bis Linsenscheitel Distance chip front to lens top | H | 4.2 ... 4.8 | mm |

Kennwerte ($T_A = 25\text{ °C}$)**Characteristics** (cont'd)

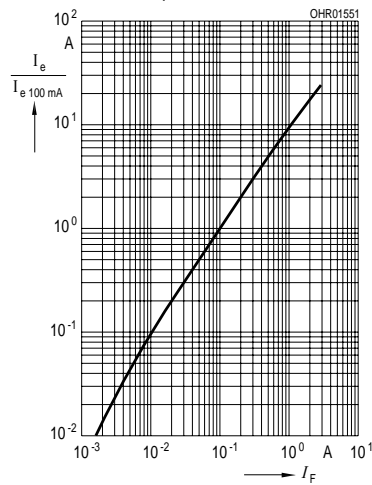
| Bezeichnung Parameter | Symbol Symbol | Wert Value | Einheit Unit |
|---|------------------|--|-----------------|
| Schaltzeiten, I_e von 10% auf 90% und von 90% auf 10%, bei $I_F = 100\text{ mA}$, $R_L = 50\text{ }\Omega$ Switching times, I_e from 10% to 90% and from 90% to 10%, $I_F = 100\text{ mA}$, $R_L = 50\text{ }\Omega$ | t_r, t_f | 0.5 | μs |
| Kapazität Capacitance $V_R = 0\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$ | C_o | 25 | pF |
| Durchlassspannung Forward voltage $I_F = 100\text{ mA}$, $t_p = 20\text{ ms}$ $I_F = 1\text{ A}$, $t_p = 100\text{ }\mu\text{s}$ | V_F V_F | 1.3 (≤ 1.5) 2.3 (≤ 2.8) | V V |
| Sperrstrom Reverse current $V_R = 5\text{ V}$ | I_R | 0.01 (≤ 1) | μA |
| Gesamtstrahlungsfluss Total radiant flux $I_F = 100\text{ mA}$, $t_p = 20\text{ ms}$ | Φ_e | 22 | mW |
| Temperaturkoeffizient von I_e bzw. Φ_e , $I_F = 100\text{ mA}$ Temperature coefficient of I_e or Φ_e , $I_F = 100\text{ mA}$ | TC_I | - 0.5 | %/K |
| Temperaturkoeffizient von V_F , $I_F = 100\text{ mA}$ Temperature coefficient of V_F , $I_F = 100\text{ mA}$ | TC_V | - 2 | mV/K |
| Temperaturkoeffizient von λ , $I_F = 100\text{ mA}$ Temperature coefficient of λ , $I_F = 100\text{ mA}$ | TC_λ | + 0.3 | nm/K |

Relative Spectral Emission

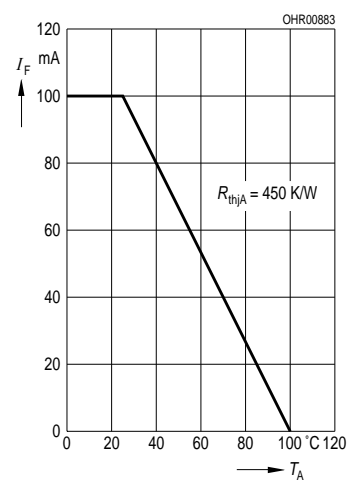
$$I_{\text{rel}} = f(\lambda)$$



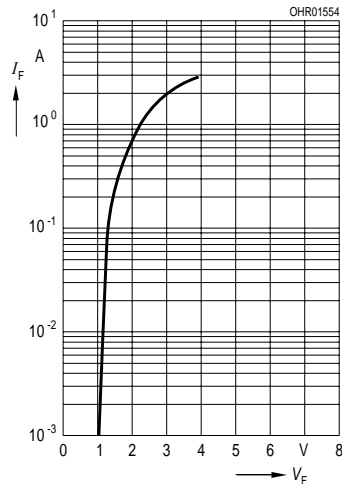
$$\text{Radiant Intensity } \frac{I_e}{I_e 100 \text{ mA}} = f(I_F)$$

Single pulse, $t_p = 20 \mu\text{s}$ **Max. Permissible Forward Current**

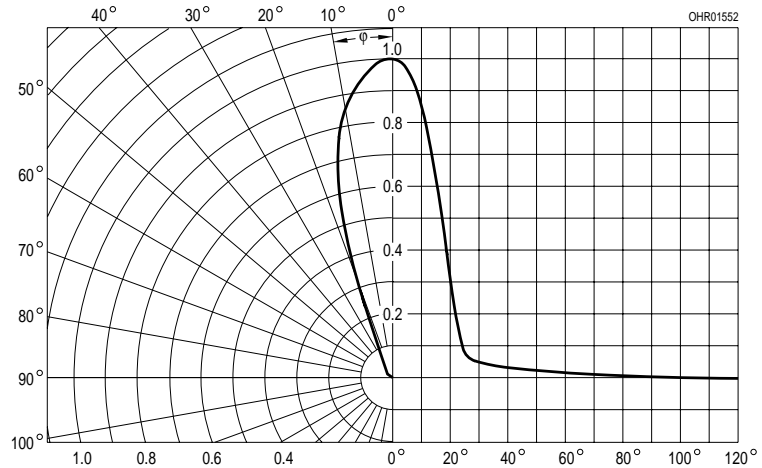
$$I_F = f(T_A)$$

**Forward Current**

$$I_F = f(V_F), \text{ single pulse, } t_p = 20 \mu\text{s}$$

**Radiation Characteristics,**

$$I_{\text{rel}} = f(\varphi)$$

**Permissible Pulse Handling**

$$\text{Capability } I_F = f(\tau), T_A = 25^\circ\text{C}$$

duty cycle $D = \text{parameter}$ 