

Calculatrice autorisée. Fiche recto-verso autorisée. Tout autre document interdit.

Certaines pages de documentations techniques sont données en annexe à ce document.

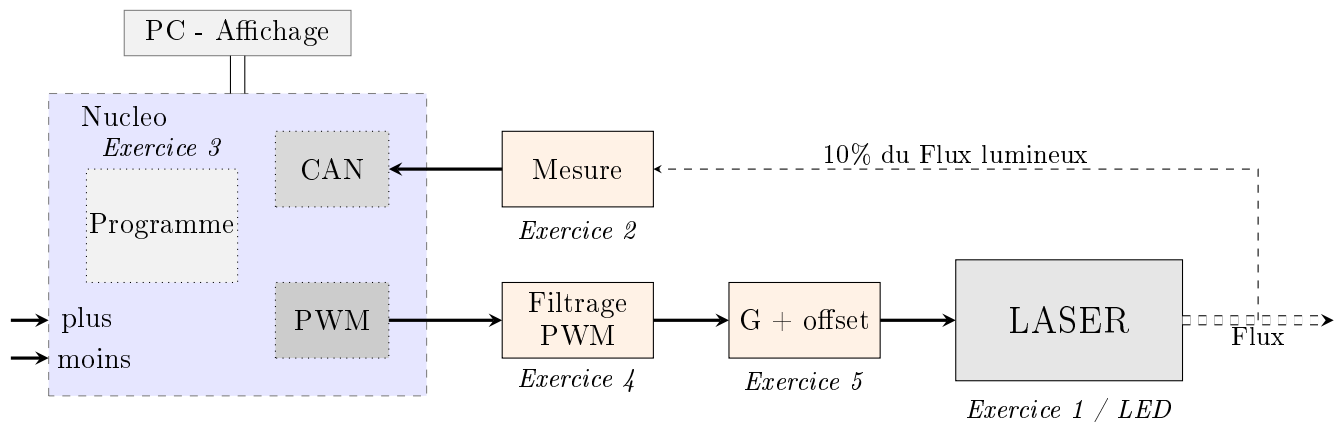
Votre société d'expertise électronique (à laquelle vous pouvez donner un nom) a recruté Aerin, une stagiaire de Supoptique, dans le but de **réaliser le contrôle d'une source LASER pulsée**, dont a besoin l'un de vos clients.

Par ces temps covidissimement compliqués, tous vos concurrents ont également été contraints d'embaucher des stagiaires pour traiter ce dossier. Lequel d'entre vous saura le mieux expliquer les étapes de réalisation à son stagiaire ?

Structure globale

Le système à développer doit permettre de contrôler la puissance lumineuse de sortie d'un LASER infrarouge pulsé, à partir d'une interface simple. Les impulsions du LASER durent 1 ms et sont répétées toutes les 10 ms.

La puissance de sortie du LASER est commandée par une tension comprise entre 2V et 15V.



Contraintes

Votre système doit pouvoir :

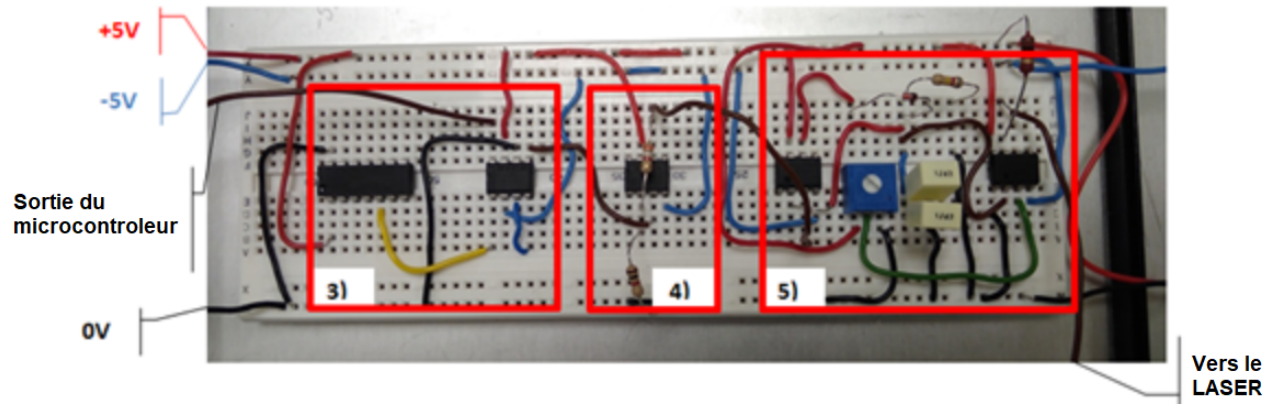
- augmenter et diminuer la puissance maximale du LASER, à l'aide de deux bouton-poussoirs (notés *plus* et *moins*) - la gestion des impulsions est indépendante ;
- afficher la valeur de la puissance de sortie du LASER, à intervalle régulier, en prenant une petite partie du faisceau LASER de sortie (montage optique non étudié ici).

La photodiode utilisée pour l'acquisition du signal sera du type SFH4554. Une partie de la documentation technique est donnée en annexe.

La commande numérique se fera à l'aide d'une carte Nucléo programmée sous MBED. On rappelle que les signaux d'entrée et de sortie de cette carte sont compris entre 0 et 3.3V.

Exercice 0 - Montage final (1 pts)

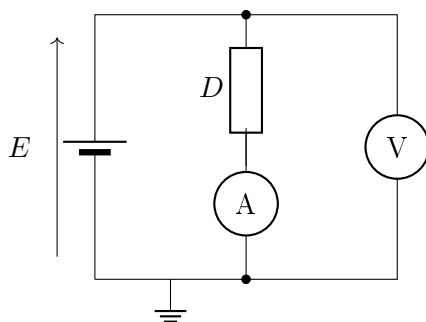
Voici le schéma que propose votre stagiaire.



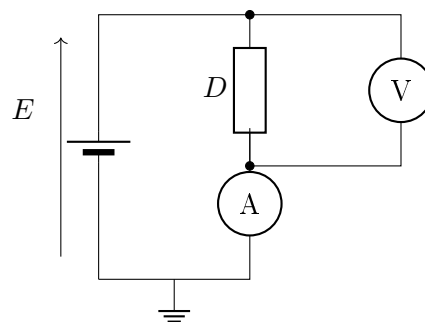
Que pouvez-vous en dire ?

2. Exercice 1 - Caractérisation de la LED (2 pts)

Afin de caractériser la LED qui servira dans le banc de test du montage de photodétection, votre stagiaire vous propose les deux montages suivants. E est une alimentation stabilisée dont la tension peut être modifiée.



(a) Montage a

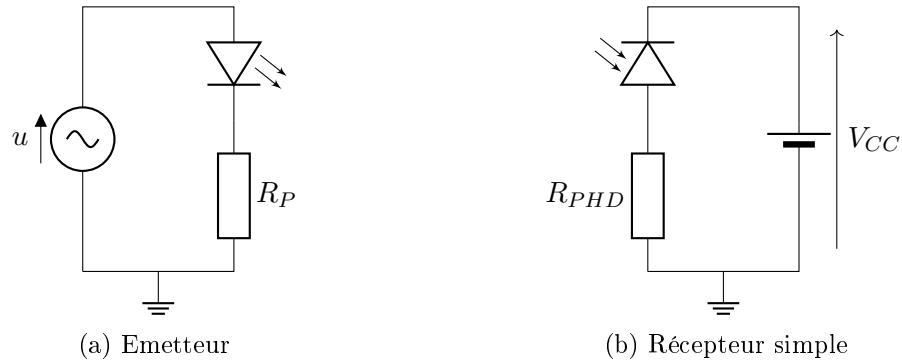


(b) Montage b

1. Précisez le protocole expérimental permettant d'obtenir la caractéristique statique du dipôle D .
2. Quels sont les avantages et inconvénients de ces deux montages ?
3. Quelle caractéristique obtient-on pour une LED rouge ? Pour la LED infrarouge SFH4554 (documentation en annexe) ? Vous préciserez toutes les grandeurs caractéristiques, ainsi que les limites d'utilisation.

Exercice 2 - Banc de test du montage de photodétection (6 pts)

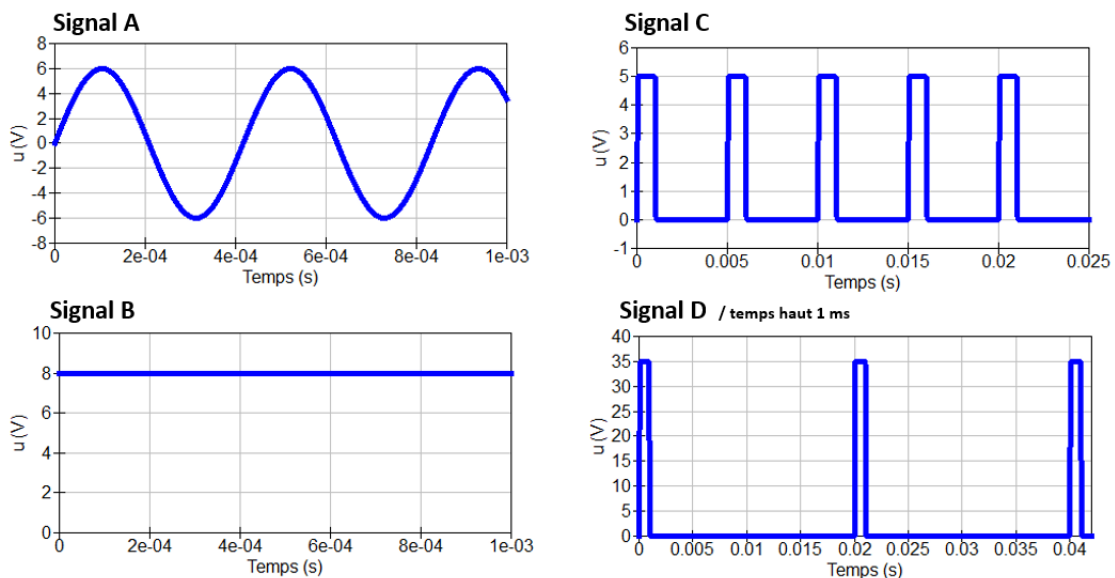
Votre stagiaire a réalisé le montage suivant.



A / Emetteur à LED

Pour tester le système de photodétection, vous proposez le schéma suivant à votre stagiaire, basé sur une LED infrarouge de type SFH4554 (documentation technique partielle en annexe) et une résistance $R_P = 47\ \Omega$.

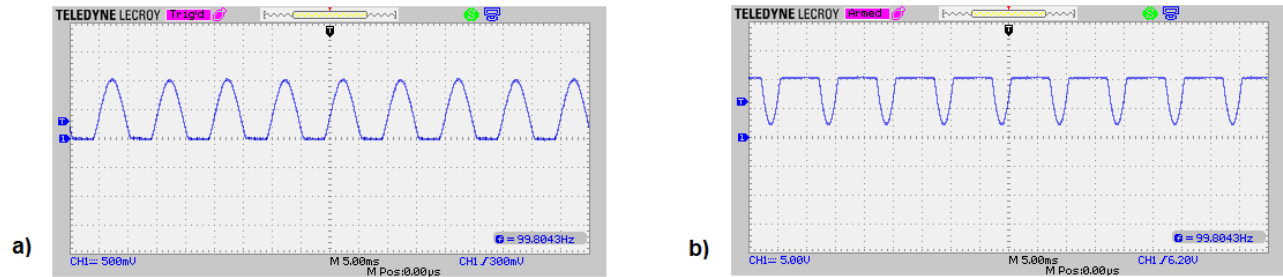
Expliquez si les signaux suivants sont applicables en l'état sur le montage précédent. Vous justifierez chacune de vos réponses.



B - Montage expérimental

Le signal $u(t)$ est un signal sinusoïdal fourni par un GBF, avec des paramètres de fréquence f_0 , d'amplitude A et de valeur moyenne M non précisés par votre stagiaire.

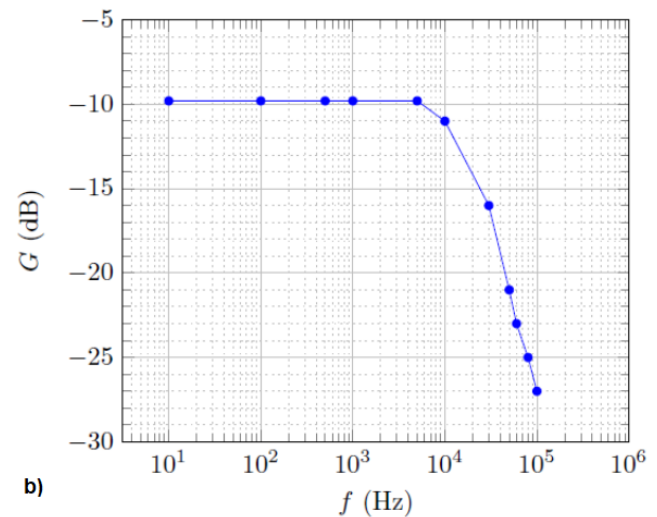
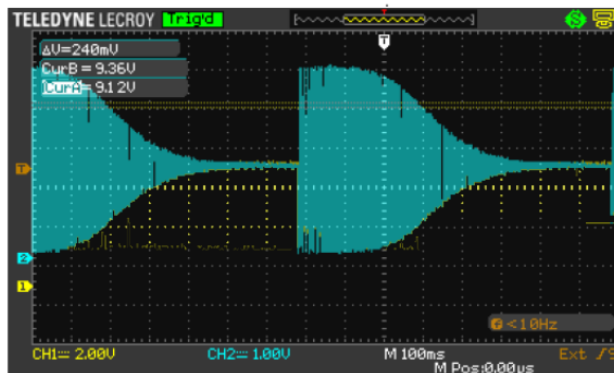
Elle réalise plusieurs essais et vous fournit les graphiques suivants (a et b) pour deux conditions particulières.



1. Analysez ces deux signaux et expliquez quelles sont les causes de leur forme non sinusoïdale dans les deux situations précédentes (a et b).
2. Quelle solution proposez-vous à votre stagiaire pour avoir un signal convenable en sortie dans les deux situations précédentes (a et b) ?

C - Analyse des résultats

Votre stagiaire vous propose les deux figures suivantes.



1. Précisez les protocoles expérimentaux utilisés pour obtenir ces deux courbes (schémas de câblage, instruments de mesure et réglages).
2. A quoi correspondent ces deux courbes ?
3. Ces deux courbes pourraient-elles caractériser le même système ? Justifiez votre réponse.
4. La bande-passante est-elle suffisante pour l'application visée ?

Exercice 3 - Programme de pilotage (5 pts)

Soit le programme suivant :

```

1  #include "mbed.h"
2  #define      N      10
3
4  Serial      pc(USBTX, USBRX);
5  AnalogIn   plaser(A0);
6  Ticker     tictac;
7  PwmOut     laserOut(D3);
8
9  double     measure;
10 int        i = 0;
11
12 void       boum() {
13     measure = plaser.read();
14     pc.printf("L=%1.4lf\r\n", measure);
15 }
16
17 int       main() {
18     pc.baud(1228800);           // nb de bits/s
19     tictac.attach_us(&boum, 100);
20     laserOut.period_us(10);
21     laserOut.write(0.2);
22     while(1) {
23     }
24 }

```

1. Rappelez le principe du PWM/MLI.
2. Quelles lignes permettent de le régler dans le code précédent ? Précisez quels paramètres sont importants pour ce type de signal.
3. Quel principe est utilisé pour faire l'acquisition de la puissance du LASER ? A quel rythme l'information est-elle récupérée ?

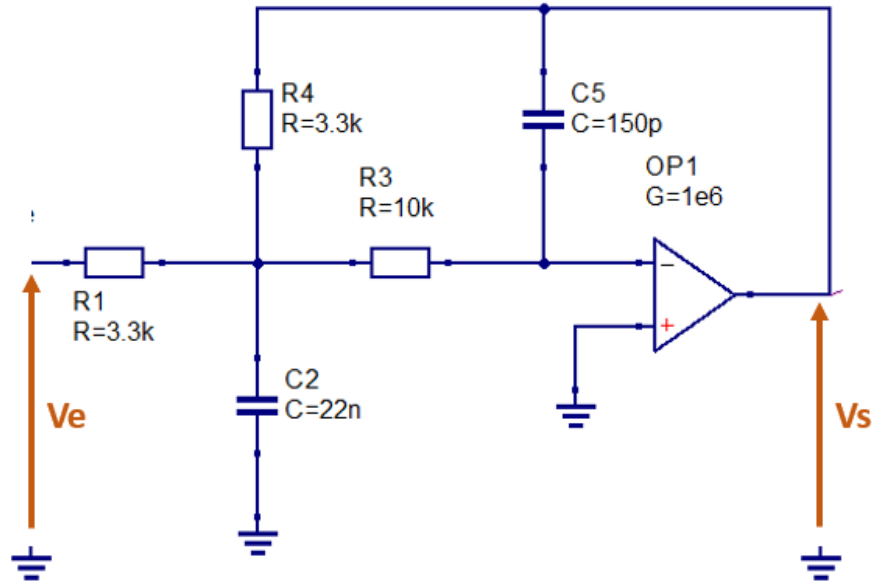
On suppose que le temps de conversion (ligne 13) est de $23 \mu\text{s}$. Chaque caractère transmis par la ligne 14 est sur 8 bits. On supposera que l'instruction `%1.4lf` permet de transmettre un nombre réel systématiquement sur 6 caractères.

4. La vitesse de transmission est-elle bien choisie ?

On souhaite pouvoir ajouter la possibilité d'augmenter et de diminuer la puissance de sortie du LASER par l'appui sur deux bouton-poussoirs indépendants.
5. Proposez un câblage de ces deux bouton-poussoirs.
6. Proposez deux méthodes distinctes qui permettent de réaliser cette fonctionnalité, que vous nommerez méthode A et méthode B.
7. Donnez les avantages et les inconvénients de vos deux méthodes.

Exercice 4 - Filtrage PWM (3 pts)

Le module de pilotage du LASER est sensible aux fréquences supérieures à 22kHz. Votre stagiaire vous propose la structure suivante avec les valeurs de composants suivants : $R_1 = 3.3 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$, $C_2 = 22 \text{ nF}$, $C_5 = 150 \text{ pF}$ et $R_4 = 3.3 \text{ k}\Omega$.



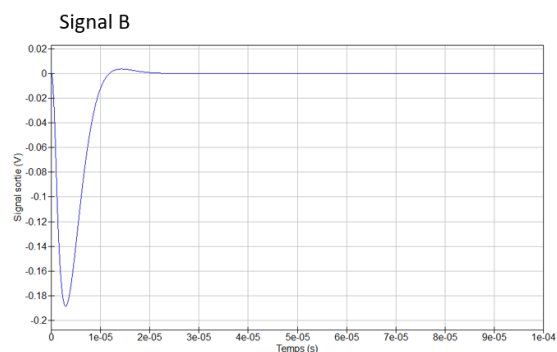
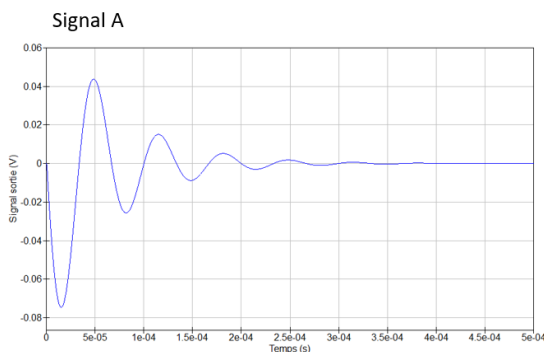
On obtient la fonction de transfert suivante pour la structure précédente :

$$T(j\omega) = \frac{-1}{1 + j \cdot \omega \cdot (2 \cdot R_3 + R_1) \cdot C_5 + (j \cdot \omega)^2 \cdot R_1 \cdot R_3 \cdot C_2 \cdot C_5}$$

On rappelle la forme canonique de la fonction de transfert d'un filtre du second ordre :

$$H(j\omega) = \frac{H_0}{1 + j \cdot 2 \cdot m \cdot \frac{\omega}{\omega_c} + (j \cdot \frac{\omega}{\omega_c})^2}$$

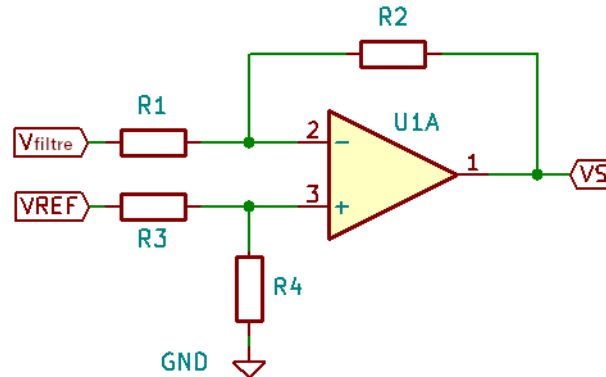
1. De quel type de structure s'agit-il ? Quel type de filtre est réalisé par cette structure ?
2. Que valent la fréquence de coupure f_c et le facteur d'amortissement m de ce filtre ?
3. Donnez l'allure de la réponse en fréquence de ce filtre.
4. Cette structure permet-elle de répondre au cahier des charges ?
5. On donne les 2 réponses impulsionnelles suivantes. Laquelle correspond à ce système ? Justifiez votre réponse.



6. Exercice 5 - Adaptation de niveau de tension (3 pts)

La puissance du LASER est contrôlée par une tension analogique comprise entre 2V et 15V. Le filtre analogique (vu dans l'exercice précédent) fournit une tension comprise entre 0 et 3.3V. Il est donc nécessaire d'adapter les niveaux de tension entre ces deux éléments.

On propose la structure suivante pour remplir cette tâche.



1. Quelle est le lien entre V_S , V_{filtre} et V_{ref} ?
2. Quel gain, noté $G_{filtre} = \frac{V_S}{V_{filtre}}$, doit avoir ce montage entre pour remplir les contraintes du système ?
3. On prend $V_{REF} = 3.3V$. Que doit valoir le gain, noté $G_{ref} = \frac{V_S}{V_{REF}}$, pour remplir les contraintes du système ?
4. En prenant $R_1 = R_4$, $R_2 = k \cdot R_1$ et $R_3 = m \cdot R_1$, que devient l'expression précédente ?
5. Que doivent valoir les coefficients k et m pour répondre au cahier des charges ?
6. Quelle est la bande-passante du système si on utilise un ALI de bande-passante unitaire de 3MHz ?

Ordering Information
Bestellinformation

Type:	Radiant Intensity Strahlstärke	Ordering Code Bestellnummer
Type:	$I_F = 100 \text{ mA}$, $t_p = 20 \text{ ms}$ I_e [mW/sr]	
SFH 4554	550 (≥ 250)	Q65111A4885

Note: Measured at a solid angle of $\Omega = 0.001 \text{ sr}$

Anm.: Gemessen bei einem Raumwinkel $\Omega = 0.001 \text{ sr}$

Maximum Ratings ($T_A = 25^\circ\text{C}$)
Grenzwerte

Parameter Bezeichnung	Symbol Symbol	Values Werte	Unit Einheit
Operation and storage temperature range Betriebs- und Lagertemperatur	T_{op} , T_{stg}	-40 ... 100	$^\circ\text{C}$
Reverse voltage Sperrspannung	V_R	5	V
Forward current Durchlassstrom	I_F	100	mA
Surge current Stoßstrom ($t_p \leq 100 \mu\text{s}$, $D = 0$)	I_{FSM}	1	A
Total power dissipation Verlustleistung	P_{tot}	200	mW
ESD withstand voltage ESD Festigkeit (acc. to ANSI/ESDA/ JEDEC JS-001 - HBM)	V_{ESD}	2	kV
Thermal resistance junction - ambient ¹⁾ page 11 Wärmewiderstand Sperrschicht - Umgebung	R_{thJA}	430	K / W
Thermal resistance junction - soldering point Wärmewiderstand Sperrschicht - Lotstelle	R_{thJS}	240	K / W

DRAFT – For Reference only.
Subject to change without notice.

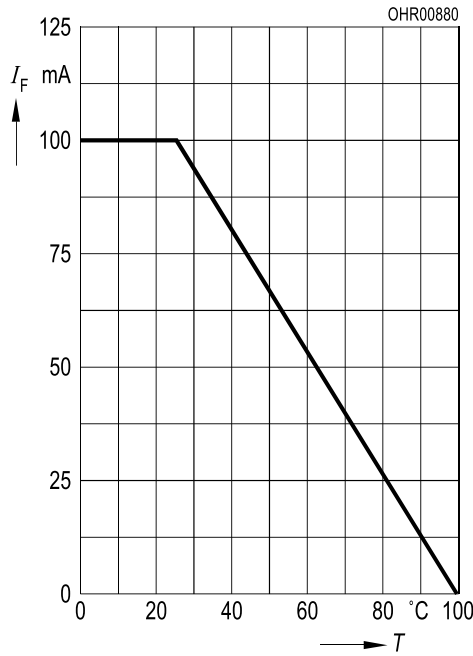
Characteristics ($T_A = 25^\circ\text{C}$)
Kennwerte

Parameter Bezeichnung	Symbol Symbol	Values Werte	Unit Einheit
Peak wavelength Emissionswellenlänge ($I_F = 100 \text{ mA}$, $t_p = 20 \text{ ms}$)	λ_{peak}	860	nm
Centroid Wavelength Schwerpunktwellenlänge ($I_F = 100 \text{ mA}$, $t_p = 20 \text{ ms}$)	$\lambda_{centroid}$	850	nm
Spectral bandwidth at 50% of I_{max} Spektrale Bandbreite bei 50% von I_{max} ($I_F = 100 \text{ mA}$, $t_p = 20 \text{ ms}$)	$\Delta\lambda$	30	nm
Half angle Halbwinkel	ϕ	± 10	$^\circ$
Dimensions of active chip area Abmessungen der aktiven Chipfläche	$L \times W$	0.3×0.3	mm x mm
Rise and fall time of I_e (10% and 90% of $I_{e,max}$) Schaltzeit von I_e (10% und 90% von $I_{e,max}$) ($I_F = 100 \text{ mA}$, $R_L = 50 \Omega$)	t_r , t_f	12	ns
Forward voltage Durchlassspannung ($I_F = 100 \text{ mA}$, $t_p = 20 \text{ ms}$)	V_F	$1.7 (\leq 2)$	V
Forward voltage Durchlassspannung ($I_F = 1 \text{ A}$, $t_p = 100 \mu\text{s}$)	V_F	$3.9 (\leq 4.6)$	V
Reverse current Sperrstrom ($V_R = 5 \text{ V}$)	I_R	not designed for reverse operation	μA
Total radiant flux Gesamtstrahlungsfluss ($I_F = 100 \text{ mA}$, $t_p = 20 \text{ ms}$)	Φ_e	75	mW

DRAFT – For Reference only.
Subject to change without notice.

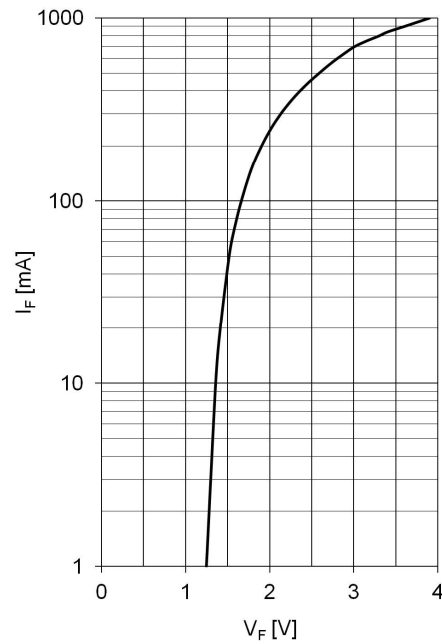
Max. Permissible Forward Current
Max. zulässiger Durchlassstrom

$I_{F, max} = f(T_A), R_{thJA} = 430 \text{ K / W}$



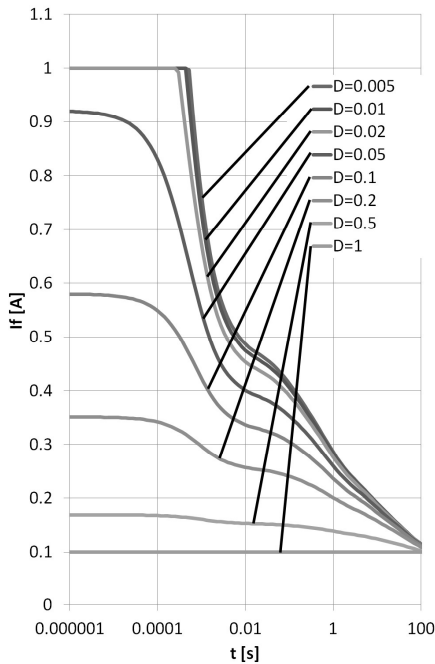
Forward Current ^{2) page 11}
Durchlassstrom ^{2) Seite 11}

$I_F = f(V_F), \text{ single pulse, } t_p = 100 \mu\text{s}, T_A = 25^\circ\text{C}$



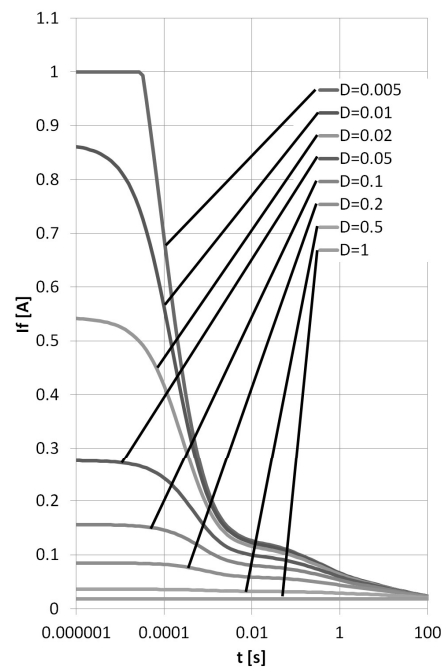
Permissible Pulse Handling Capability
Zulässige Pulsbelastbarkeit

$I_F = f(t_p), T_A = 25^\circ\text{C}, \text{ duty cycle } D = \text{parameter}$



Permissible Pulse Handling Capability
Zulässige Pulsbelastbarkeit

$I_F = f(t_p), T_A = 85^\circ\text{C}, \text{ duty cycle } D = \text{parameter}$



NOM : _____ Prénom : _____

Compétences visées

Les objectifs pédagogiques de ce module d'enseignement sont rappelés par la suite.

Merci de préciser dans ce tableau les objectifs que vous pensez maîtriser ou au contraire que vous ne pensez pas encore avoir acquis.

Cette grille n'est qu'à titre d'information et doit être rendue avec votre copie.

Compétences	Maitris�es	Non maitrisées
lister les paramètres importants pour la bonne utilisation d'un composant électronique (capteur, ALI, diodes, LED, photodiode...), en s'intéressant à sa documentation technique		
définir et exécuter un protocole expérimental pour :		
- caractériser un dipôle linéaire ou non-linéaire		
- caractériser un système linéaire , en continu et dans le domaine fréquentiel		
valider le fonctionnement d'un système vis-à-vis d'un cahier des charges (contraintes et performances)		
choisir et mettre en oeuvre une solution analogique adaptée à un cahier des charges pour :		
- la mise en forme d'un signal provenant d'un capteur ou d'un autre système		
- le filtrage de certaines composantes fréquentielles, à partir d'un gabarit donné (filtres actifs - ordre 1 et 2 - et universels)		
choisir et mettre en oeuvre une solution mixte (analogique et numérique - microcontrôleur) adaptée à un cahier des charges pour :		
- l'acquisition d'une donnée analogique		
- la commande numérique (TOR, PWM...) de composants "<lents"> (moteurs à courant continu, LED...)		
décrire le rôle d'un système électronique simple et définir les paramètres nécessaires en entrée et attendus en sortie de ce système		
décomposer un système simple en un ensemble de fonctionnalités réalisables et caractérisables indépendamment (schéma et description fonctionnels)		
mettre en place un émetteur basé sur des LED		
mettre en place et caractériser un système de photodétection optimal (basé sur une photodiode)		
synthétiser et documenter chaque étape de la réalisation et des tests d'un système		