

IUT1 de Grenoble
Département Génie Electrique et Informatique
Industrielle 1

**TRAVAUX DIRIGES
D'OPTOELECTRONIQUE**

UE : Optoélectronique - thermique (P2)

G. Bachelier, J.P. Guiramand et J. Zaccaro

Année 2011-2012

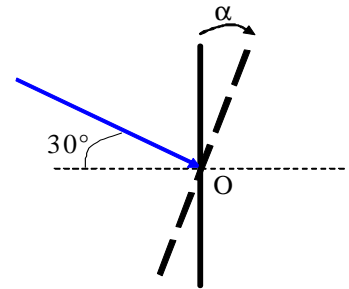
Optique géométrique

Exercice 1 : propagation de la lumière

- 1) Quelle erreur relative commet-on en assimilant l'air à du vide ($n_{\text{air}}=1,00293$) ?
- 2) La lumière du soleil met 8 min 20 sec pour nous parvenir. En déduire la distance terre-soleil.
- 3) Qu'est-ce qu'une année lumière ?
- 4) La foudre tombe sur un paratonnerre situé à 2,5 km d'un observateur. Quel intervalle de temps sépare la perception du signal optique du signal auditif ? (vitesse du son $v_s=340 \text{ m.s}^{-1}$).
- 5) Combien de temps met la lumière pour arriver de la feuille de TD à votre œil ($d=25 \text{ cm}$)?

Exercice 2 : réflexion et réfraction

- 1) Un rayon se propageant dans l'air arrive à la surface d'un plan d'eau en faisant un angle de 30° avec la normale au plan d'eau. Dessiner le rayon réfléchi et le rayon réfracté et calculer les angles de réfraction et de réflexion. L'indice de l'eau vaut 1,33.
- 2) On considère un dioptré horizontal partageant un milieu 1 composé d'air et un milieu 2 composé de verre d'indice 1,5. Quelle est la valeur de l'angle limite pour la réfraction verre-air et air-verre?
- 3) Un rayon lumineux intercepte un miroir en O en faisant un angle de 30° par rapport à la normale. Si on pivote le miroir d'un angle α de 4° autour d'un axe passant par O, de quel angle le rayon réfléchi a-t-il tourné ?
- 4) Un rayon lumineux intercepte un miroir en faisant un angle de 32° par rapport à la normale. On déplace le miroir de 5 cm parallèlement à lui-même. Dessiner le nouveau rayon réfléchi. A-t-il tourné ?



Exercice 3 : objets et images

On considère un système optique dont la distance focale positive est 10 cm

- 1) Quelle est la position et la taille de l'image d'un objet de 5 cm de haut situé à 40 cm à la gauche du premier point focal du système ?
- 2) L'objet est placé à 2 cm à droite du premier point focal : taille et position de l'image ?

Exercice 4: grossissement d'un instrument d'optique

La loupe est ici une lentille convergente de vergence 20 dioptries.

- 1) Calculer la distance focale et faire un schéma en plaçant les foyers
- 2) On place un objet AB (un motif sur une feuille) de 1 cm de haut à 4 cm du centre optique de la loupe. Déterminer par construction et calcul les caractéristiques de l'image A'B' de AB.

- 3) Un oeil placé au foyer F' de la loupe observe cette image sous un angle θ' . Calculer cet angle en radian.
- 4) Sous quel angle θ l'oeil placé à 25 cm de AB verrait-il cet objet sans la loupe?
- 5) 4.5 Calculer le grossissement de la loupe $G = \theta'/\theta$.

Sources

Exercice 1: Diode laser DL HL1321AC

- 1) A la température de 25°C, quelles sont les longueurs d'onde d'émission de la diode laser HL1321AC lorsque la puissance émise vaut 3 mW ?
- 2) Dans le boîtier de cette diode laser est inclus une photodiode: quelle est le rôle de cette dernière?
- 3) A 20°C, quel courant mesure-t-on dans la photodiode si la diode laser émet 3 mW ?

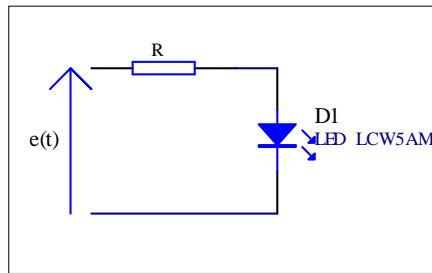
Exercice 2 : Etude et mise en œuvre d'une LED haut rendement

L'objectif est d'étudier une LED dit haut rendement utilisé en éclairage domestique (connectée au secteur EDF). Une LED sous 230V efficace, est-ce possible ? On s'intéresse à la diode OSRAM Golden Dragon plus LCW W5AM – JYKZ- 4O9Q:

http://www.led1.de/downloads/LCW_WSAM_Pb_free.pdf

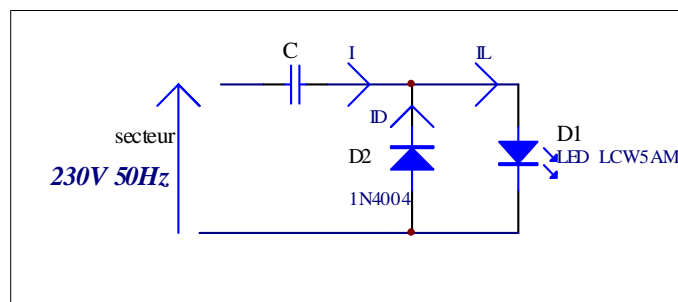


- 1) A partir de la documentation technique du composant déterminer les caractéristiques essentielles de cette LED d'éclairage :
 - le flux lumineux
 - l'intensité lumineuse
 - le rendement ou efficacité optique
 - sa température de couleur
- 2) En déduire à l'aide du diagramme chromatique xy et du flux lumineux relatif la longueur d'onde monochromatique et la fréquence correspondante.
- 3) Justifier l'utilisation de cette LED pour l'éclairage (voir p12 de la doc).
- 4) Quelle est la tension de seuil typique ?
- 5) Indiquer la valeur du courant direct typique (moyen) et maxi.
- 6) On connecte dans un premier temps cette LED sous une tension alternative $e(t)=10\sin 100\pi t$.



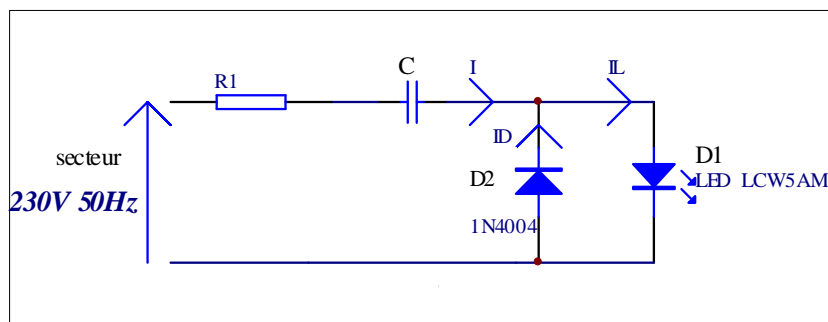
- En déduire la valeur R .
- Modifier le schéma précédent de façon à limiter la tension inverse aux bornes de la LED.

7) La LED est connectée directement sur le secteur EDF 230V – 50 Hz de la façon suivante



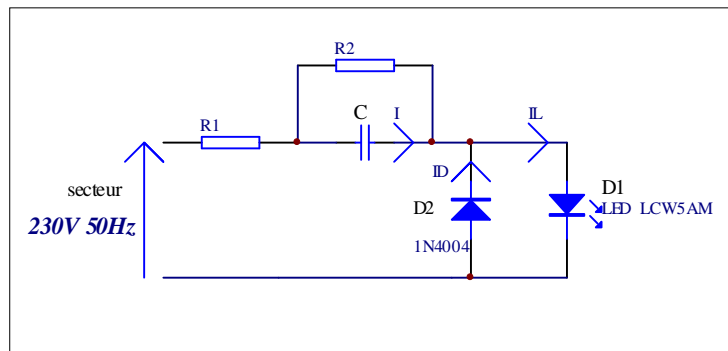
- Quelle est la tension aux bornes de C ?
- En déduire le courant i .
- Tracer i , i_L et I_D pour 2 périodes.
- Quelle est la valeur moyenne du courant dans la LED I_L .
- En déduire la valeur de C et choisir une valeur normalisée.
-

8) Afin de limiter la surintensité impulsionnelle à la mise sous tension, on insère en série une résistance $R1$.



- Calculer la valeur de $R1$ mini.
- Choisir une valeur normalisée.

9) A la coupure de l'alimentation, il faut que C se décharge afin d'éviter qu'il reste une tension dangereuse à ses bornes, on branche en parallèle une résistance $R2$ de 100 k Ω d'où le schéma (final)



- Monter que C est déchargé au bout de 4 s.
- Vérifier que $R2 \gg 1/C\omega$.
- En déduire la puissance dissipée par R1.

Capteurs

Exercice 1 : Codage des couleurs dans un capteur CCD

Le traitement de la couleur par le capteur nécessite de filtrer les composantes Rouge Vert Bleu de la lumière. En cours nous avons vu une technique de filtrage qui utilise un filtre de Bayer.

- *Le principe du filtre de Bayer* est représenté sur la figure 1. Il existe deux autres techniques présentées en figure 2 et 3.
- *Celle présentée en figure 2 est appelée « tri-CCD »* et fait intervenir un prisme dispersif qui sépare les composantes Rouge Vert Bleu.
- *La technologie dite « X3 »* est présentée en figure 3. Elle utilise une propriété particulière du silicium : la couche superficielle absorbe la composante Bleue la lumière, la couche intermédiaire absorbe la composante Verte et la composante Rouge est stoppée par la couche inférieure.

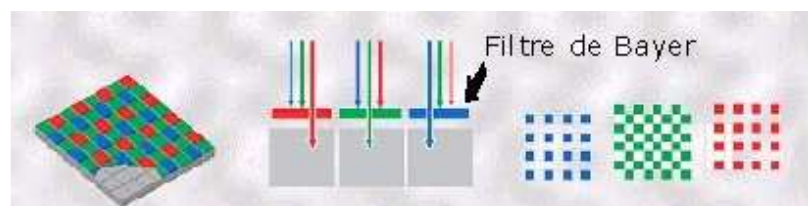


Figure 1 : Principe du filtre de Bayer

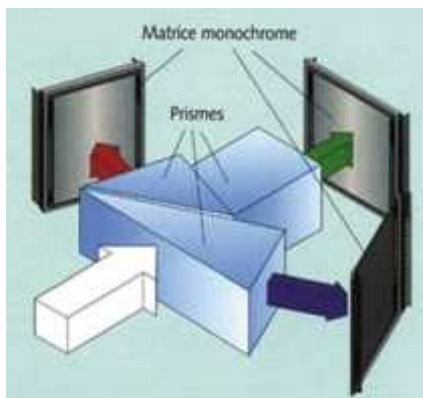


Figure 2 : technologie Tri-CCD

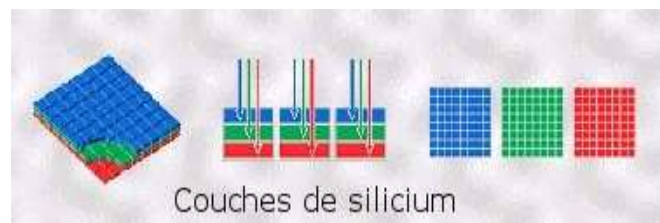


Figure 3 : technologie « X3 »

- 1) D'après les connaissances vues en cours, rappeler les avantages et désavantages de la technique du filtre de Bayer.
- 2) En observant les figures 2 et 3, décrire les avantages et inconvénients des deux autres techniques d'analyse des couleurs.

Exercice 2 : Agrandissement d'une image numérique

On considère un appareil photo numérique dont le capteur CCD fait 25,6 mm x 19,2 mm

- 1) Sachant qu'un pixel du capteur fait 10 μm de côté, combien de pixels compte le capteur ? Quelle est sa résolution ?
- 2) On enregistre une image avec cet appareil photo et on cherche ensuite à l'imprimer. La résolution minimale pour une impression papier est de 300 dpi (*dots per inch = points par pouce*). Quelle sera la taille maximale de l'image papier si on veut conserver cette résolution ?

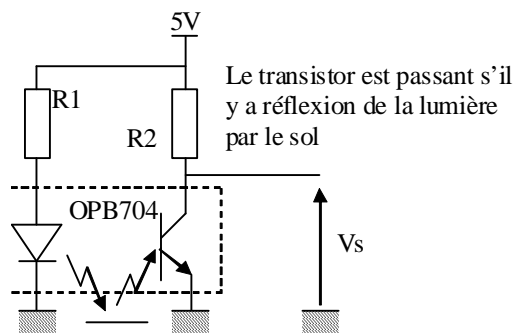
Exercice 3: Temps nécessaire pour rentabiliser un panneau photovoltaïque

Calculer le temps nécessaire pour rentabiliser l'achat d'un panneau photovoltaïque de 1 m² sachant que:

- le coût C d'un panneau est de: 75 €/m²
- 1 m² de panneau solaire est éclairé chaque jour en moyenne par 5kWh
- l'efficacité de conversion η (énergie lumineuse/énergie électrique) d'un panneau est de 10%
- le coût de l'électricité fournie par un réseau classique est de 0,08 €/kWh

Exercice 4 : Mise en œuvre d'un détecteur optique :

Le capteur optique utilisé pour notre chariot optoguidé de TR est un OPB704WZ de chez OPTEK. *Schéma structurel* :

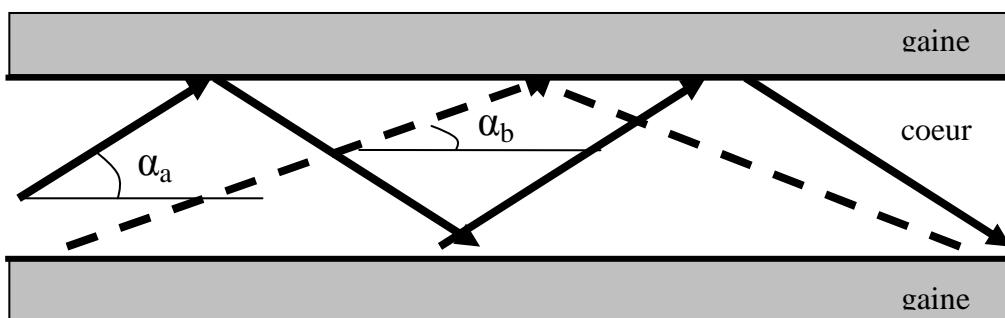


- 1) Quelle est la longueur d'onde du signal optique émis ?
- 2) A quelle distance en mm doit être le capteur du sol pour avoir une meilleure sensibilité ?
- 3) Quelle est la valeur de la résistance R1 si l'on désire un courant I_f de polarisation de 40 mA ? On déduire une valeur normalisée (série E12).
- 4) Calculer dans ce cas la valeur de la résistance R2.
- 5) En déduire la valeur de la tension de sortie.

Optique guidée

Exercice 1 :

On considère une fibre à saut d'indice de $50\text{ }\mu\text{m}$ de coeur et de longueur L . L'indice de la gaine vaut 1,45 et l'indice du coeur vaut 1,455. Dans cet exercice, on modélise les modes de propagation d'une fibre par des rayons se propageant en zig-zag dans la fibre.



Deux modes se propageant dans une fibre

- 1) Rappelez les deux conditions nécessaires à la propagation du rayon dans la fibre.
- 2) Comment s'appelle le premier mode guidé dans une fibre ? Quelle est l'inclinaison α_0 du rayon associé à ce mode ?
- 3) En vous servant des relations de Snell-Descartes, donner l'angle α_{\max} en dessous duquel on peut propager un rayon en réflexion total dans le guide.
- 4) En déduire l'écart temporel maximal entre deux rayons guidés dans la fibre.

Un pulse de données de durée temporelle négligeable est envoyé dans la fibre (ce pulse est donc équivalent à un pic de Dirac dans le temps). La puissance lumineuse associée à ce pulse est répartie sur tous les modes de propagation de la fibre.

- 5) Au bout de 2 km de propagation, quel sera le décalage temporel entre la puissance transportée par le premier mode guidé et la puissance transportée par le dernier mode guidé ?
- 6) En déduire le débit maximum de la fibre pour une distance de 2 km.

Exercice 2:

A priori, quelle solution technique (type de fibre et fenêtre des telecoms) choisiriez-vous pour réaliser les liaisons suivantes:

- 1) un câble transocéanique avec des répéteurs tous les 100 km et un débit de 100Mb/s.
- 2) un réseau local d'ordinateur à 1Gb/s.
- 3) un câble d'un mètre pour transmettre les résultats d'un capteur (à qq kHz).

Exercice 3:

Un système de communication utilise une fibre optique dont le coefficient d'atténuation a vaut 0,5 dB/km.

- 1) Calculer la puissance lumineuse en sortie de fibre si la puissance d'entrée est de 1 mW et que la fibre a une longueur de 15 km.
- 2) Calculer la distance de transmission maximale si la puissance couplée en entrée de la fibre vaut 1 mW et que la sensibilité du détecteur placé en sortie de fibre est de 50 μ W.

Exercice 4:

On souhaite réaliser la transmission la plus longue possible entre une LED InGaAs émettant 0,5 mW et une photodiode PIN dont la sensibilité minimale est de 100 nW. L'installateur dispose de rouleau de fibre de 2km de long présentant une atténuation de 1dB/km. Pour réaliser des transmissions plus longues que 2km, il doit donc souder plusieurs fibres bout à bout (épissure). Chaque épissure entraîne des pertes de 0,2 dB dans la transmission. De plus, il doit ajouter un connecteur à chaque bout de la transmission afin de relier la fibre à l'émetteur et au récepteur. Chaque connecteur introduit une perte de 2dB. Par sécurité, l'installateur définit une marge système dans les pertes de 6 dB.

- 1) Ecrire le bilan de puissance en fonction de la longueur L de la transmission.
- 2) Au vue des données du système, quelle est la distance L maximale de transmission ?
- 3) En déduire le nombre d'épissures nécessaires.