

Mayonove Louis
Dubourg Henri
IOGS Groupe 5 Binôme 15
06/10/2022

Cette étude vise à établir un dispositif qui permet de caractériser la dynamique d'une source de lumière. Il s'agit alors de s'assurer que le dispositif de photodétection qui utilise une photodiode de type BPX65 a un temps de réponse inférieur à celui de la source de lumière pour pouvoir capter ces variations.

Problématique :

Comment choisir la photodiode qui permet la bonne mesure de la rapidité de la source de lumière pour le LI-FI ?

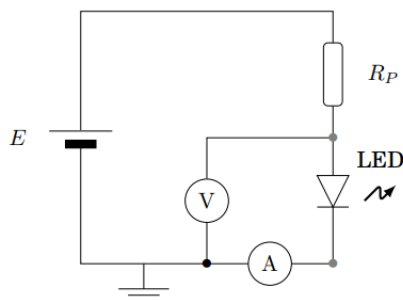
Plan de l'étude :

- 0/ Caractérisation de la source de lumière
- I/ Caractérisation expérimental de la photodiode pour retrouver ses caractéristiques
- II/ Choix du système de photodétection à utiliser
- III/ Caractérisation du circuit de photodétection en fréquence et mesure de sa bande passante pour prédire la fréquence maximale de fonctionnement.
- IV/ Explication du phénomène passe-bas obtenu

0/ Étude de la source de lumière :

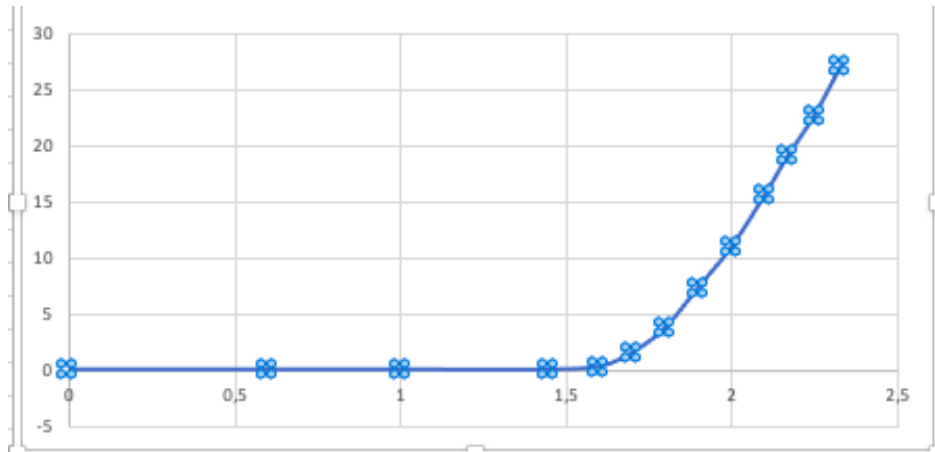
Avant d'étudier le montage de photodétection, il faut caractériser la source de lumière qui est une source de lumière pour le LI-FI. C'est une source de lumière issue des luminaires LED qui permet de transmettre des données au réseau sans être connecté ni en Wi-Fi, ni en 4G en plaçant un appareil connecté dans le champ lumineux de cette LED spécifique.

On caractérise une LED rouge (par exemple) en traçant manuellement la caractéristique de la LED dans le schéma de câblage suivant :



On prélève pour plusieurs valeurs de tension le courant aux bornes de la LED. A l'aide d'Excel on trace sa caractéristique $i=f(u)$

Courant en mA



Tension en V

Caractéristique de la LED rouge :

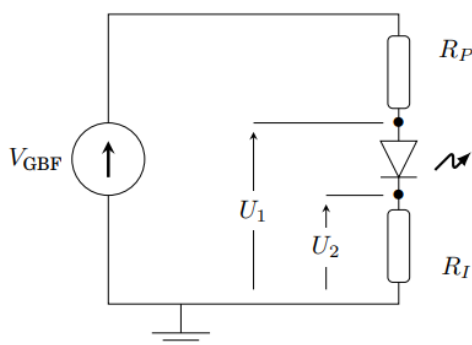
Le courant traversant la LED détermine l'intensité lumineuse émise.

Pour moduler la lumière émise, la LED doit être utilisée dans la zone passante, c'est-à-dire dans la zone de la caractéristique où il y a une pente.

Pour obtenir une modulation sinusoïdale du flux lumineux, on doit envoyer une tension du GBF sinusoïdale.

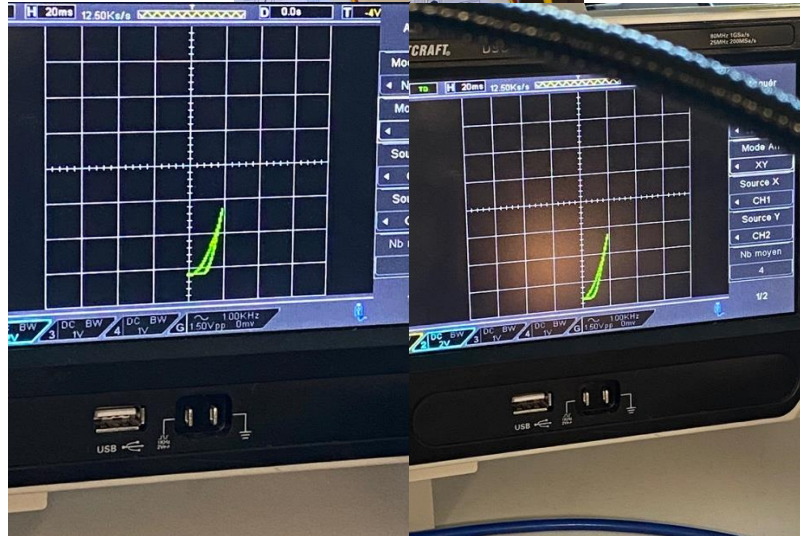
I/ Caractérisation expérimental de la photodiode pour retrouver ses caractéristiques :

On caractérise la photodiode en traçant automatiquement sa caractéristique dans le schéma de câblage suivant :



La photodiode convertit le flux lumineux en courant.
On mesure la tension aux bornes de la photodiode en prenant U_1 - U_2 .

On obtient alors sur l'oscilloscope la caractéristique sans éclairer la photodiode a) et en éclairant b) :

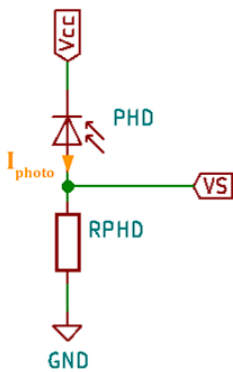


a)

b)

Le trait de gauche sur la caractéristique est du bruit. On observe que lorsqu'on éclaire la photodiode la valeur de l'amplitude augmente en valeur absolue. En effet la photodiode est utilisée en courant inverse. Le courant augmente en valeur absolue lorsque le flux lumineux augmente.

II/ Choix du système de photodétection à utiliser :



Ceci est le premier montage lié à la photodiode que l'on va étudier. La tension V_s est proportionnelle au courant I_{photo} : $V_s = I_{photo} * R_{phd}$. Pour pouvoir se placer dans la partie « détection » de la caractéristique, nous devons alimenter la photodiode.

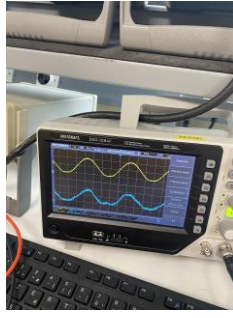
Pour différentes valeurs de R_{phd} , on trace sur l'oscilloscope la tension en mV en fonction du temps en secondes aux bornes de la LED et aux bornes de la photodiode. On obtient des courbes pour 3 valeurs de R_{phd} :



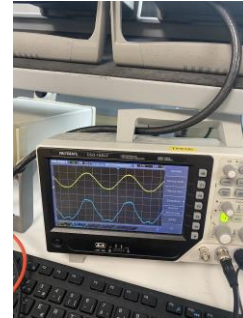
Photo du câblage du premier montage



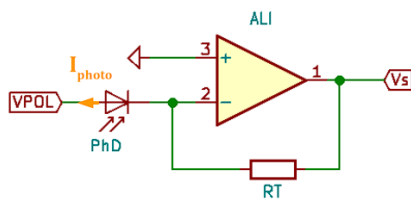
Rphd = 1 kilo ohm
 La courbe jaune est celle de la LED
 La courbe bleu est celle de la photodiode.



Rphd = 100 kilo ohm



Rphd = 1 Mega ohm



Ceci est le deuxième montage de photodétection que l'on étudie.

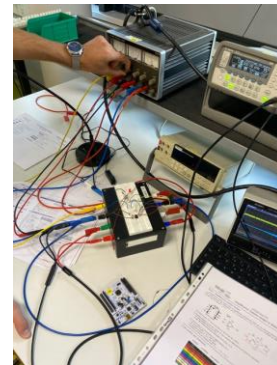
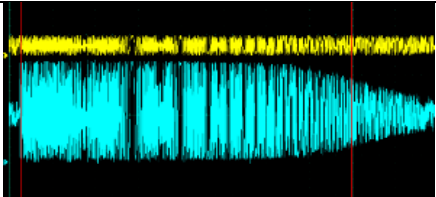
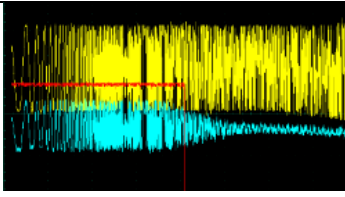
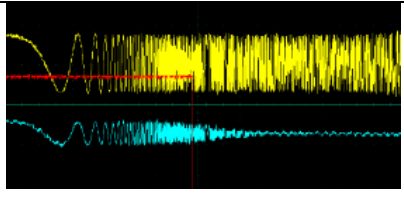


Photo du câblage du deuxième montage

III/ Caractérisation du circuit de photodétection en fréquence et mesure de sa bande passante pour prédire la fréquence maximale de fonctionnement :

Pour caractériser les montages, il est important de connaître leur bande passante. Pour cela, nous plaçons la LED en face de la photodiode en s'assurant que le minimum de lumière extérieure perturbe la mesure. En entrée de la LED, nous mettons le GBF en mode « sweep » pour balayer une plage de fréquences de 1Hz à 500kHz (courbe jaune). Nous mesurons ensuite la tension aux bornes de la photodiode et analysons la différence d'amplitude (courbe bleue). Nous savons d'office que les très basses fréquences ne seront pas atténuées, nous pouvons donc baser nos mesures par rapport à elles. La fréquence de coupure est définie par la fréquence à laquelle l'amplitude est atténuée de 3dB, ceci correspond à une division par $\sqrt{2}$ c'est-à-dire une multiplication par 0,7. $A(f_c) = A_0 \cdot 0.7$

Grace a ce calcul, nous pouvons trouver par les mesures les fréquences de coupure suivantes pour les différentes résistances testées.

Resistance	1kOhm	100kOhm	1MOhm
Signaux sur l'oscilloscope			
Fréquence de coupure fc	120kHz	11kHz	1,5kHz

Nous voyons donc que la résistance offrant la plus grande bande passante est celle $R_{phd}=1k\Omega$. Néanmoins, elle sera difficile à utiliser à cause des problèmes cités plus haut.

IV/ Explication du phénomène passe-bas obtenu :

À hautes fréquences, la photodiode et l'oscilloscope vont introduire des phénomènes capacitifs non négligeables. De ce fait, un filtre passe-bas d'ordre 1 va vraisemblablement s'installer. Ceci peut être utile car il permettra de filtrer des parasites mais il peut être gênant si il filtre le signal que l'on essaie de transmettre.

La forme canonique d'un filtre passe-bas d'ordre 1 est la suivante :

$$H(j\omega) = \frac{A_0}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}}$$