

Module : Capteurs intelligents et MEMS
Niveau : Master 2/ Electronique des systèmes embarqués

TP2 Capteur optique LDR

A. Objectifs

Les objectifs de ce TP sont :

1. Caractérisation de la résistance LDR
2. Réponses de la LDR aux différentes couleurs.

B. Théorie

Une résistance dépendante de la lumière (LDR) est un produit semi-conducteur soit du sulfure de cadmium, soit du séléniure de cadmium disposé en zigzag comme le montre la figure 1. La résistance du matériau varie en fonction de la lumière incidente. Lorsqu'il est connecté à un flux de courant de batterie externe en fonction de l'intensité lumineuse le courant est contrôlé par la lumière incidente. Il n'y a pas de jonction pn en LDR comme dans le cas de diode, cellule solaire ou LED. C'est un phénomène de surface.



Figure 1. LDR

Les photons lumineux tombant sur la surface du LDR excitent les électrons dans la bande de valence. Les électrons passent à la bande de conduction en absorbant l'énergie. Ce mouvement diminue la résistance du matériau. En présence de batterie externe, le courant traverse la LDR. Le courant augmente avec l'intensité lumineuse. Au fur et à mesure que l'intensité lumineuse augmente, de plus en plus d'électrons passent à la bande de conduction en augmentant le courant ou en diminuant la résistance LDR. L'effet de l'intensité lumineuse est considéré comme une variation de résistance dans le LDR. La résistance LDR est donnée par :

$$R_{LDR} = R_{dark} L^{-b} \quad (1)$$

Avec R_{LDR} est la résistance de la LDR

R_{dark} est la résistance d'obscurité de la LDR (Resistance dans l'absence de la lumière).

L est l'intensité de la lumière à la surface de la LDR en Lux.

b est une constant qui dépend du matériau de la LDR (semiconducteur).

En appliquant l'opérateur logarithme à l'équation 1 :

$$\text{Log } R_{LDR} = \text{Log } R_{dark} -b \text{ Log } L \quad (2)$$

Soit $y = \ln R_{LDR}$, $C = \ln R_{dark}$, $m = -b$ et $x = \text{Log } L$, l'équation (2) peut être écrite comme :

$$y = mx + C \quad (3)$$

En traçant la courbe représentative de l'équation (3), on obtiendra une droite dont la pente est m et la ligne droite croise l'axe y en C .

En examinant l'équation (1) on peut constater que la variation de la résistance avec l'intensité de la lumière est non linéaire. Par conséquent la LDR est utilisée comme dispositif de control de la lumière ou bien pour enregistrer les variations de la lumière du soleil durant le jour ou une éclipse.

Partie 1 Etude de la variation de R_{LDR} en fonction de la lumière (Etude caractéristique).

Pour étudier la variation de la résistance LDR avec l'intensité de la lumière, dans cette expérience une ampoule 12V / 3A-auto est sélectionnée. L'ampoule est alimentée par une source de courant continu. La LDR est placée à une distance de $d=20$ cm de la source lumineuse de telle sorte que le filament de l'ampoule et le centre du LDR se trouvent sur la même ligne droite comme le montre l figure 1.



Figure 1. LDR alignée avec l'ampoule

Dans cette partie la réaction de la LDR à la lumière blanche est étudiée.

Dans la figure 2 est montré le montage de circuit de la LDR éclairée avec une lampe.

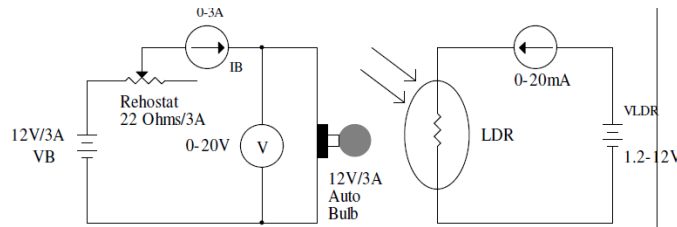


Figure 2. Montage de la LDR pour la détermination de ces caractéristiques

Pour $V_B=2V$, $I_B=1A$ et $P=2W$ de puissance génère 22lumen de lumière dans la lampe électrique.

D'où l'intensité de lumière générée est : $L=(\text{la lumière produite en lumen})/d^2$ avec d la distance qui sépare la lampe de la LDR. Par conséquent $L=22/(0.2)^2=550$ lux.

V_B est varié de 2 à 12.5V et $V_{LDR} = 1.2V$ et I_B et I_{LDR} sont enregistrés dans le tableau 1.

1. Remplir le tableau 1 en calculant $P_B=V_B \times I_B$, puissance produite en **Lumen**= $11 \times P_B$, l'intensité de la lumière $I=Lumen/d^2$ avec $d=20cm$ ou $d=0.2m$. $R_{LDR}=V_{LDR}/I_{LDR}$
2. Remplir le tableau 2 et tracer la courbe y en fonction de x sachant que $y=\ln R_{LDR}$ et $x=\ln I$
3. A partir de la courbe trouver la valeur de la pente de la droite résultante $m=-b$ et la résistance d'obscurité R_{dark} . Ce point est obtenu par l'usage du point de croisement de la droite

Partie 2 Réponse de la LDR aux lumières de couleur rouge, verte et bleu

Pour observer la réponse de la LDR aux lumières rouge, verte et bleue, le montage de la figure 4 est réalisé.



Figure 4. LDR aligné avec une LED

La LED est alimentée avec différentes valeurs d' puissance et l'énergie optique générée tombe directement sur la LDR. Cette expérience est répétée pour la LED rouge, LED verte et la LED bleue. La tension V_{LDR} et le courant I_{LDR} qui traverse la LDR sont donnés dans le tableau 3 pour différentes couleurs de la lumière générée par les LEDs.

Tableau 3.

$V_{LDR}(V)$	$I_{LDR} (mA)$		
	Bleue	Verte	Rouge
1.2	1.5	0.4	0.9
2.0	2.3	0.6	1.5
4.0	4.8	1.4	3.1
6.0	7.1	2.3	4.3
8.0	9.6	3.1	6.2
10.0	12.6	3.9	8.0
12.0	14.9	4.6	9.5

1. Tracer sur la même courbe V_{LDR} en fonction de I_{LDR} pour les trois couleurs de la lumière issues des LED rouge, bleu et vert.
2. Déterminer la pente de chacune des trois courbes.
3. Que représente cette pente physiquement ?
4. Les longueurs d'ondes des trois types de lumières sont données dans le tableau 3.

Tableau 3

Color	Wavelength λ (nm)	$R_{LDR} (\Omega)$
Blue	470	_____
Green	560	_____
Red	620	_____

Remplir le tableau 4.

5. Tracer sur une nouvelle courbe R_{LDR} en fonction de la longueur d'onde des trois lumière rouge, bleue et verte.
6. Donner vos conclusions.