

TP3 : Capteur de luminosité LDR

Objectif du TP

- ☼ Schéma de câblage des différents composants avec la carte ARDUINO MEGA.
- ☼ Etude d'un circuit conditionneur pour un capteur passif.
- ☼ Utilisation d'un potentiomètre numérique.
- ☼ Utilisation de l'interface SPI (Serial Peripheral Interface).
- ☼ Application : Détecteur d'obscurité et allumage d'une LED en fonction de son intensité.

1. Introduction

Le capteur de luminosité LDR (Light Dependant Resistor) est une résistance sensible à la lumière. Sa valeur diminue lorsque l'intensité lumineuse augmente et inversement.

L'unité de mesure de l'intensité lumineuse est le Lux. Le tableau suivant donne un aperçu sur l'intensité lumineuse selon l'endroit :

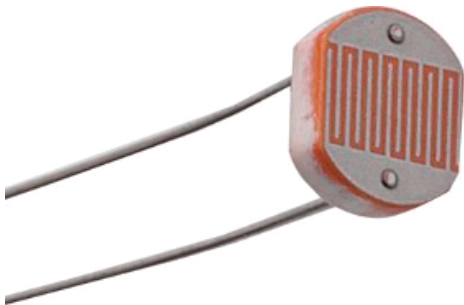


Fig. 1 : Exemple de LDR

Activité ou lieu concerné	Éclairage moyen [lux]
Sensibilité d'une caméra	0,001
Nuit de pleine lune	0,5
Rue de nuit bien éclairée	20 à 70
Local de vie	100 à 200
Appartement bien éclairé	200 à 400
Local de travail	200 à 3 000
Stade de nuit	150 à 1 500
Extérieur par ciel couvert	500 à 25 000
Extérieur en plein soleil	50 000 à 100 000

2. Circuit conditionneur

La LDR est câblée sur la carte ARDUINO MEGA selon le montage conditionneur suivant :

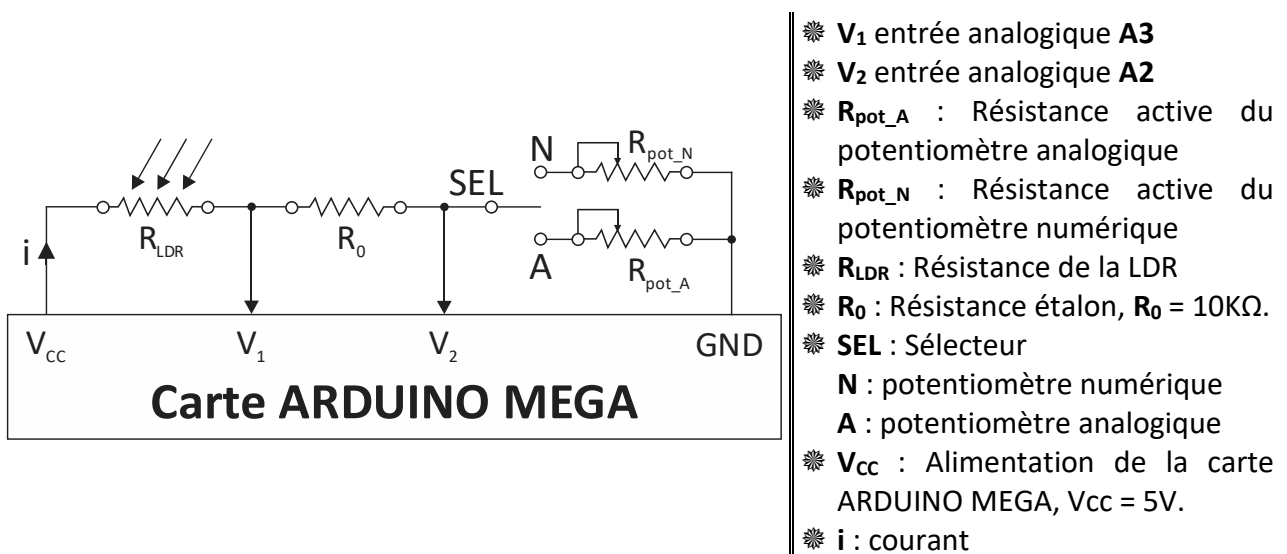
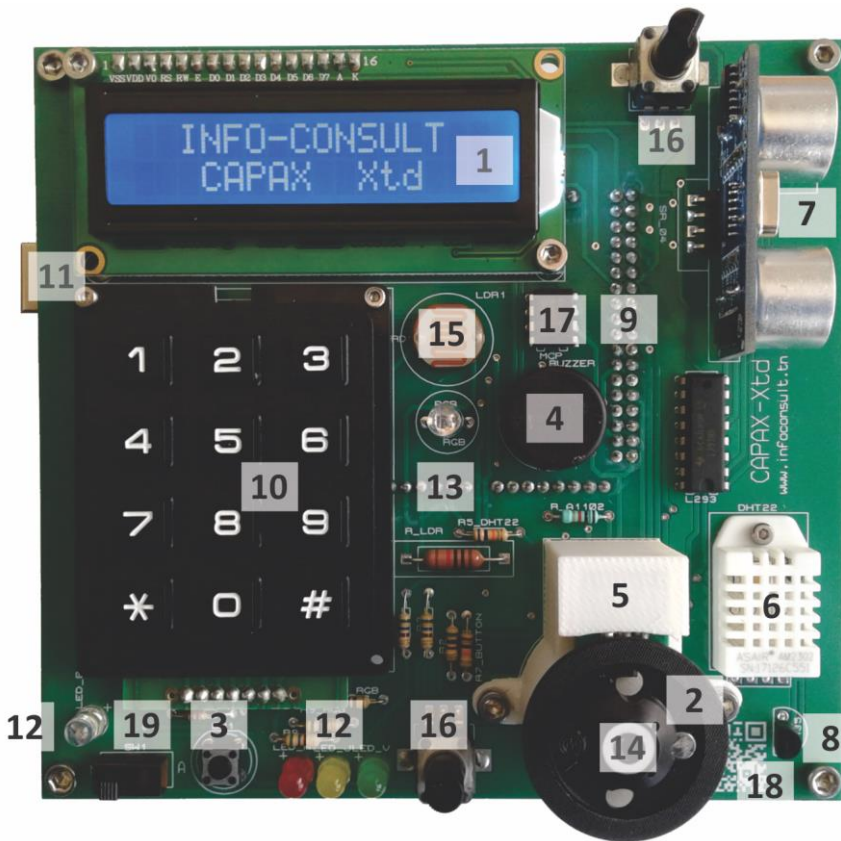


Fig. 2 : Circuit conditionneur de la LDR

3. Mise en place de la LDR sur la carte CAPAX-Xtd®



1. Afficheur LCD 16*2
2. Aimant
3. Bouton poussoir
4. Buzzer
5. Capteur à effet HALL
6. Capteur DHT22
7. Capteur distance US
8. Capteur LM35
9. Carte ARDUINO MEGA
10. Clavier 12 Touches
11. Connecteur USB
12. Diodes LED
13. Diode RGB
14. Moteur MCC
15. Photorésistance LDR
16. Pot. analogique
17. Pot. numérique (SPI)
18. QR code
19. Sélecteur

Fig.3 : Mise en place de la LDR sur la carte CAPAX-Xtd®

Légende		E/S correspondante sur la carte ARDUINO
15	Photorésistance LDR	A3 (entrée analogique)
16	Potentiomètre analogique (en bas)	A4 (entrée analogique)
17	Potentiomètre numérique CS SI SCK	D53 (Sortie numérique) D51 (Sortie numérique) D52 (Sortie numérique)
5	Bouton poussoir BP	D47 (Entrée numérique)
12	LED blanche	D9 (sortie analogique PWM)
12	LED Rouge	D43 (sortie numérique)
19	Sélecteur : SEL A : Pot. analogique (côté LED blanche). N : Pot numérique (côté BP).	

Travail à faire

1. Recherche INTERNET et câblage des composants

- 1.1 Potentiomètre numérique MCP41010 : datasheet et exemple d'application.
- 1.2 Le bus série SPI et l'IDE ARDUINO.
- 1.3 En respectant le schéma du circuit conditionneur (**Fig. 2**) et le brochage des entrées-sorties comme spécifié dans le tableau de la figure 3, terminer le câblage de tous les composants avec la carte Arduino MEGA (Voir annexe 4 pour un schéma plus détaillé).

2. Etude théorique : identification de la LDR (SEL sur la position A)

- 2.1 Préciser le type de ce capteur.
- 2.2 Quel est le type du montage conditionneur utilisé.
- 2.3 Exprimer le courant i , R_{pot} et R_{LDR} en fonction de V_{CC} , V_1 , V_2 et R_0 .
- 2.4 Dans quelle condition $R_{pot_A} = R_{LDR}$?
- 2.5 Ecrire un programme sur l'IDE ARDUINO qui permet d'afficher sur le moniteur série les variables suivantes : V_1 [V], V_2 [V], le courant i [mA], R_{LDR} [k Ω] et R_{pot} [k Ω].
- 2.6 En déduire les valeurs suivantes :
 - ☼ R_{LDRmin} : Obscurité totale : mettre un doigt sur la partie active de la LDR.
 - ☼ R_{LDRmax} : Lumière extrême : lumière du jour en plein soleil, à défaut éclairer fortement la partie active de la LDR avec une source de lumière.

3. Détecteur d'obscurité semi-automatique (SEL sur la position A)

Ecrire un programme qui permet de fixer un seuil de luminosité en variant le potentiomètre jusqu'à allumer la LED Blanche, en fonction de la luminosité. Deux cas se présentent :

- ☼ Si la luminosité diminue $\rightarrow R_{LDR}$ augmente $\rightarrow R_{LDR} > R_{pot0} \rightarrow$ Allumer LED Blanche graduellement selon la loi de commande suivante :

$$Val_{LED_B} = \min\left(\frac{R_{LDR}[\Omega] - R_{pot0}[\Omega]}{50}, 255\right)$$

Tous les 50 Ω , on augmente d'un point l'intensité de la LED Blanche sans dépasser 255.

- ☼ Si la luminosité augmente $\rightarrow R_{LDR}$ diminue $\rightarrow R_{LDR} < R_{pot0} \rightarrow Val_{LED_B} = 0$.

4. Détecteur d'obscurité totalement automatique (SEL sur la position N)

En cas d'appui sur le bouton poussoir **BP**, écrire un programme qui permet de fixer un seuil de luminosité selon la procédure suivante :

- 4.1 Détection d'un appui sur le bouton poussoir BP.
- 4.2 Allumer de la LED Rouge.
- 4.3 Relever la valeur de R_{LDR} calculée qui sera considérée comme valeur seuil R_{LDR0} .
- 4.4 Ecrire cette valeur dans le potentiomètre numérique $R_{pot_N} = R_{LDR0}$.
- 4.5 Eteindre la LED Rouge.
- 4.6 Allumer la LED Blanche en fonction de la luminosité. Deux cas se présentent :
 - ☼ Si la luminosité diminue $\rightarrow R_{LDR}$ augmente $\rightarrow R_{LDR} > R_{pot_N} \rightarrow$ Allumer la LED blanche graduellement selon la loi de commande suivante :

$$Val_{LED_B} = \min\left(\frac{R_{LDR}[\Omega] - R_{LDR0}[\Omega]}{50}, 255\right)$$

Tous les 50 Ω , on augmente d'un point l'intensité de la LED Blanche sans dépasser 255.

- ☼ Si la luminosité augmente $\rightarrow R_{LDR}$ diminue $\rightarrow R_{LDR} < R_{pot_N} \rightarrow Val_{LED_B} = 0$.

Annexe1 : Potentiomètre numérique MCP41010 (Voir datasheet)

Le circuit MCP41010 est un potentiomètre numérique ayant les caractéristiques principales suivantes :

- ✿ Résistance maximale 10 KΩ.
- ✿ Résistance minimale 52 Ω.
- ✿ Pas d'incrémentations : 39.0625 Ω.
- ✿ Configuration : mode rhéostat et mode potentiomètre.
- ✿ Nombre de bits : 8 Bits.
- ✿ Interface : Bus série SPI.

En configuration rhéostat, la résistance à la sortie du C.I MCP41010 est donnée par la formule suivante :

R = 52 + Val*39.0625 où Val est la valeur du mot binaire à écrire dans son registre. $0 \leq \text{Val} \leq 255$.

✿ Exemple 1 : si Val = 114, → R = 52 + 114*39.0625 = 4505 Ω = 4.5 KΩ.

✿ Exemple 2 : on veut avoir une résistance de 1200Ω à la sortie de circuit MCP41010 :

$$\text{Val} = \text{ARRONDI}\left(\frac{R - 52}{39.0625}\right) = \text{ARRONDI}\left(\frac{1200 - 52}{39.0625}\right) = \text{ARRONDI}(29.38) = 29$$

En écrivant **29** dans le registre du MCP41010, on aura en sortie **R = 1185 Ω**.

Annexe 2 : Utilisation du bus SPI sur la carte ARDUINO MEGA

Sur la carte ARDUINO MEGA, L'interface SPI utilise les ports D51, D52 et D53 respectivement pour les signaux suivants : MOSI, SCK et CS. (<https://www.arduino.cc/en/Reference/SPI>)

Annexe 3 : Interconnexion logicielle du C.I. MCP41010 avec la carte ARDUINO MEGA

```
#include <SPI.h> // Ajout de la bibliothèque SPI
...
# define CS 53
...
}
void setup() {
  ...
  pinMode(CS,OUTPUT);
  ...
  SPI.begin(); // Initialisation de la bibliothèque
  MCP41010Write(128); // initialisation du Pot. Numérique par une valeur par défaut.
  ...
}

void MCP41010Write(int vMCP41010) {
  digitalWrite(CS,LOW); // sélectionner le circuit MCP41010
  SPI.transfer(B00010001); // Pour la configuration du mot de commande, p. 18 datasheet du CI MCP41010
  SPI.transfer(vMCP41010); // Ecriture de la valeur correspondante à la résistance de sortie.
  digitalWrite(CS,HIGH); // de-sélectionner le circuit MCP41010
}
```

Zone déclaration des variables

Annexe 4 : A remettre avec le compte rendu du TP.

