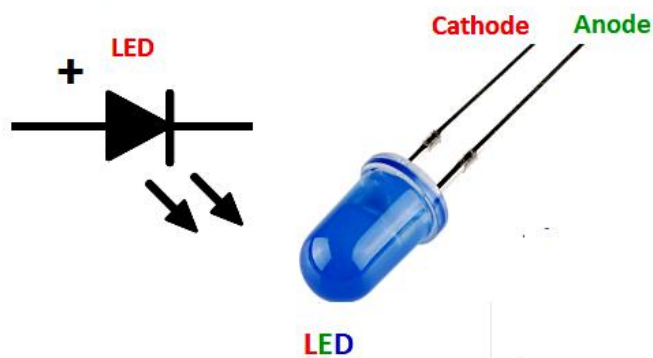


2. Composants optoélectroniques Dr. Makhloufi Mohamed Tahar

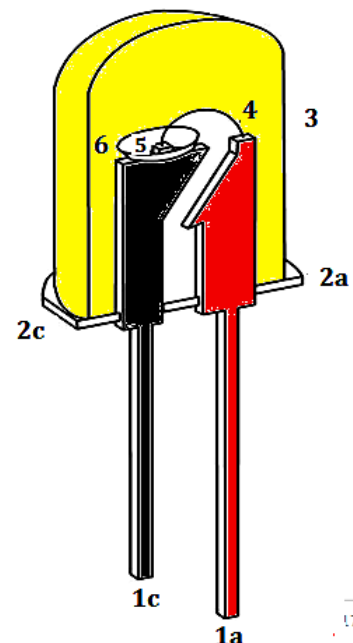
2.1. Les LED

Une **diode électroluminescente** (abrégé en **LED**, de l'*anglais* : *light-emitting diode*, ou **DEL** en français) est un dispositif optoélectronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. Une diode électroluminescente ne laisse passer le courant électrique que dans un seul sens et produit un rayonnement monochromatique ou polychromatique non cohérent par conversion d'énergie électrique lorsqu'un courant la traverse. Elle compte plusieurs dérivées, principalement **l'OLED, l'AMOLED et la FOLED**. En raison de leur rendement lumineux, les LED pourraient représenter **75 %** du marché de l'éclairage domestique et automobile. Elles sont aussi utilisées dans la construction des écrans plats de téléviseur : pour le rétroéclairage des écrans à cristaux liquides ou comme source d'illumination principale dans les téléviseurs à OLED.



3.1. A. Composition de la diode LED :

- 1a** : Anode. Se branche au + de l'alimentation
- 1c** : Cathode. Se branche au - de l'alimentation
- 2a** : Bord de la LED arrondi
- 2c** : bord de la LED avec encoche
- 3** : lentille (boitier coloré ou transparent)
- 4** : fil de bonding
- 5** : puce (émet la lumière)
- 6** : coupelle réflectrice (permet de diriger les rayons lumineux)



Une diode LED est constituée d'un boîtier (silicone) transparent faisant office de lentille. De la base du boîtier sortent deux électrodes : **L'anode**, borne positive et la **cathode** qui est la borne négative. La longueur de l'anode est supérieure à celle de la cathode, ce qui permet de distinguer l'une de l'autre. L'anode est reliée à une coupelle émettrice dont le rôle consiste à diriger les rayons lumineux dans une direction précise. Au fond de la coupelle se trouve la puce semi-conductrice émettant la lumière. Les deux électrodes sont reliées entre elles par un [fil de bonding](#) très fin.

3.1. B. Caractéristiques de la diode LED :

Les principales caractéristiques sont:

- Le diamètre. Les plus courantes ont une forme cylindrique de **3, 5, 10 voire 20 mm** de diamètre.
- Sa couleur, la couleur est définie par la longueur d'onde en nanomètre qu'émet celle-ci. Ce n'est pas la couleur du boîtier qui fait sa couleur, mais la nature du semi conducteur qui la compose.
- Sa tension de seuil (**Vs ou Vf ou Vd**) à partir duquel elle émet : **1,1V** pour les diodes infra-rouge, **1,8V à 2,2V** pour les leds rouges, jaunes et vertes, **3,6V** et plus pour les leds bleues.

2.2. Afficheur 7 segments

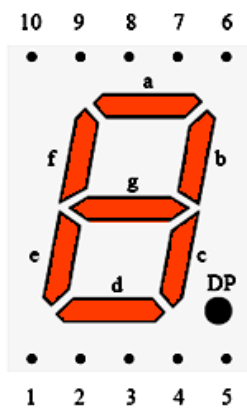
Les afficheurs **7** segments sont un type d'afficheur particulièrement présent sur les calculatrices et les montres à affichage numérique : les caractères (des chiffres, quelques lettres soient utilisées pour l'affichage hexadécimal) s'écrivent en allumant ou en éteignant des segments, au nombre de sept. Lorsque les 7 segments sont allumés, on obtient le chiffre **8**. Un afficheur 7 segments permet de visualiser les chiffres de **0 à 9**.



3.2. A. Le circuit interne d'un afficheur 7 segments

➤ Afficheur à anode commune

Dans ce montage, l'afficheur est à anode commune, reliée à **+Vcc**. Des résistances en série avec chaque segment sont indispensables pour limiter le courant à une valeur admissible. L'allumage d'un segment se fait par la mise au potentiel bas de sa cathode, lorsque l'interrupteur correspondant est fermé. Par exemple, pour afficher "1" il faut fermer les interrupteurs b et c.



1	e
2	d
3	A (K)
4	c
5	DP
6	b
7	a
8	A (K)
9	f
10	g

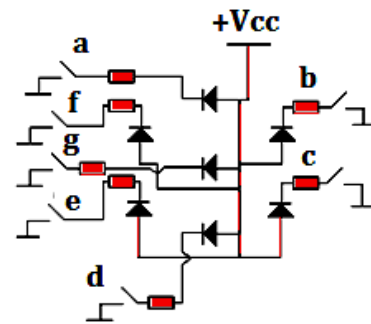


Schéma interne d'un afficheur à anode commune

➤ Afficheur à cathode commune :

Toutes les cathodes sont reliées et connectées au potentiel bas. La commande du segment se fait par son anode mise au potentiel haut. Dans les afficheurs à cathode commune pour allumer un segment, il est nécessaire d'appliquer sur les anodes correspondant au signe choisi une tension positive afin que les diodes correspondantes s'allument.

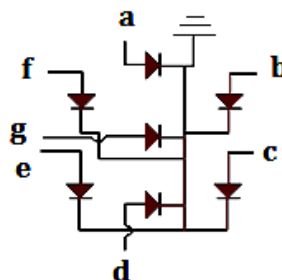
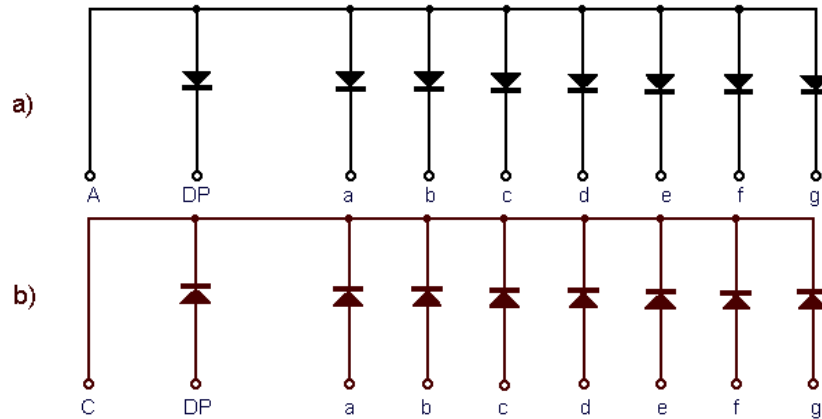
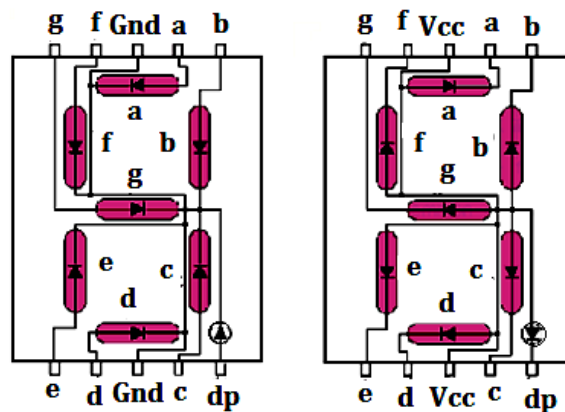


Schéma interne d'un afficheur à cathode commune

Le circuit interne d'un afficheur 7 segments, Les 8 LED sont reliées entre elles par leur anode, il s'agit d'un afficheur à anode commune, les 8 LED sont reliées par leur cathode, l'afficheur est dit à cathode commune.

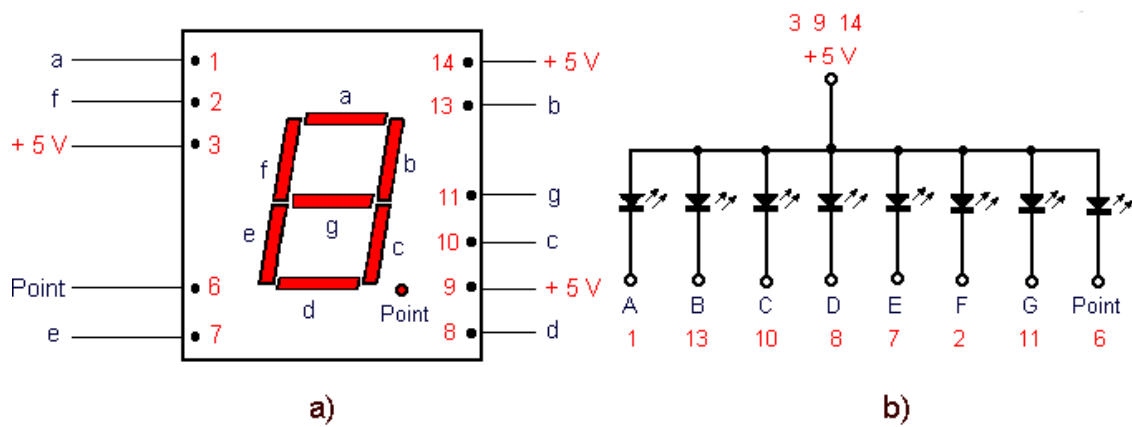


a) anode commune b) cathode commune

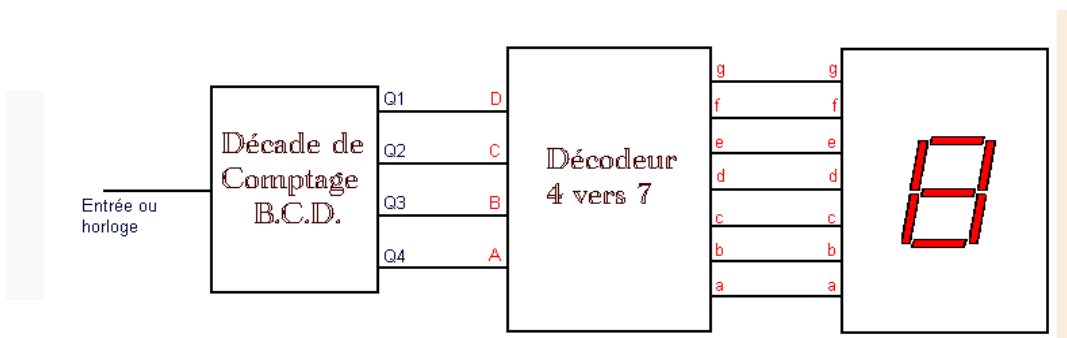


Cathode commune Anode commune

A titre d'exemple, la figure suivante donne le brochage d'un afficheur à anodes communes de marque **Monsato**, ainsi que sont schéma équivalent. Chaque segment est désigné par une lettre a, b, c, d, e, f, g et le point par D.P.



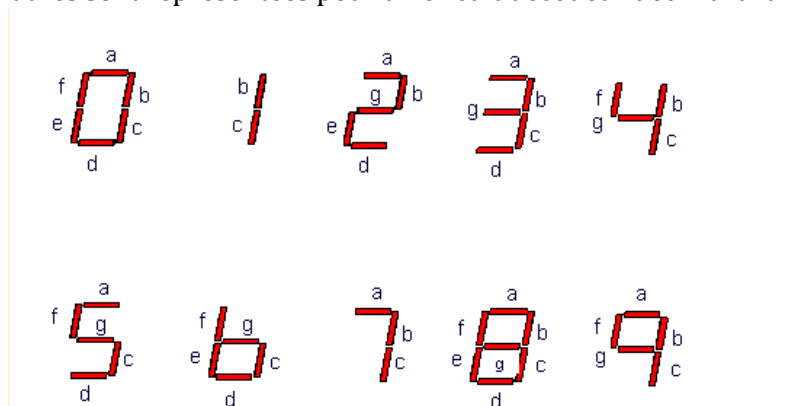
On ne peut commander un afficheur de ce type directement avec les sorties d'un compteur binaire ; en effet, celui-ci requiert une commande spéciale pour faire apparaître le chiffre décimal choisi. Il convient donc d'intercaler entre ces deux circuits un décodeur 4 vers 7 comme vous pouvez le voir dans le schéma synoptique de la figure suivante.



En commandant convenablement l'allumage de certains segments, on visualise les nombres désirés.

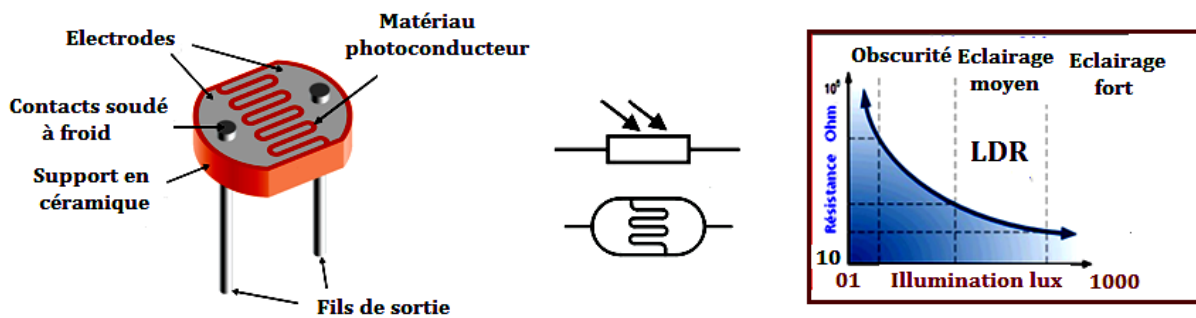
- Pour visualiser un **zéro**, on allumera les segments **a, b, c, d, e, f**.
- Pour visualiser un **1**, on allumera les segments **b, c**
- pour un **2**, les segments **a, b, g, e, d** par exemple.

Les combinaisons utiles sont représentées pour un circuit décodeur décimal à la figure suivante :



2.3. Photorésistance LDR

La LDR ou **photorésistance** est un composant électronique dont la résistance varie en fonction de la lumière à laquelle il est exposé. Sa résistance évolue donc comme l'inverse de l'éclairement, cette relation peut être considérée comme linéaire sur une plage d'utilisation limitée. Les électrons libres et les trous d'électron ainsi produits abaissent la résistance du matériau. On peut également la nommer résistance photo-dépendante ou [light-dependent resistor] ou cellule photoconductrice.



Remarque

Le **lux** est une unité de mesure de l'éclairement lumineux (**symbole : lx**). Il caractérise l'intensité lumineuse reçu par unité de surface. Un lux est l'éclairement d'une surface qui reçoit, d'une manière uniformément répartie, un flux lumineux d'un lumen par mètre carré.

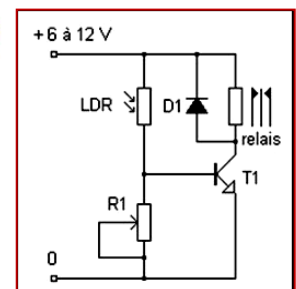
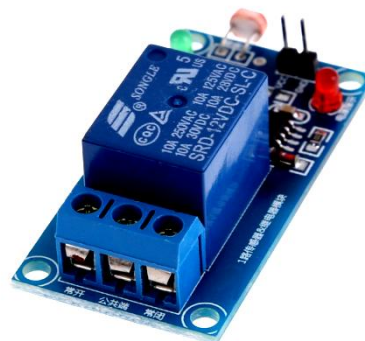
$$1 \text{ Lx} = 1 \text{ cd sr m}^{-2}$$

- **cd** : candela
- **sr** : Le stéradian

Dans l'obscurité, la résistance d'une LDR est proche de 1 MΩ. Avec un éclairage intense, la résistance chute fortement (quelques KΩ).

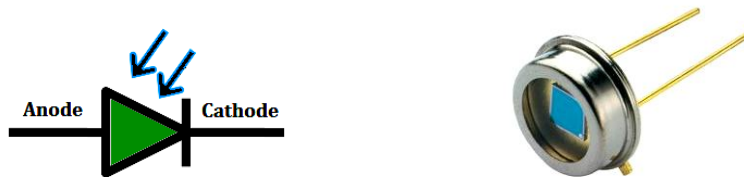
Domaine d'application :

- Détection jour / nuit,
- Mesure de luminosité ambiante (pour ajuster un éclairage par exemple),
- Suiveur de lumière (pour panneaux solaires, robots, etc),



2.4. Photodiode

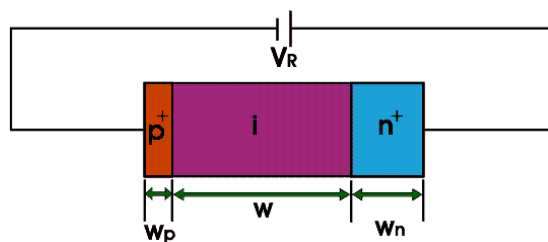
Une photodiode est un composant semi-conducteur ayant la capacité de détecter un rayonnement lumineux et de le transformer en signal électrique. Lorsque les photons pénètrent dans le semi-conducteur munis d'une énergie suffisante, ils peuvent créer des photoporteurs (électrons et trous d'électrons) en excès dans le matériau. On observe alors une augmentation du courant. On les nomme aussi détecteur optiques, ou capteur optiques. Le symbole d'une photodiode est celui d'une diode, auquel on a ajouté deux flèches pour symboliser l'action du rayonnement.



Comme beaucoup de diodes en électronique elle est constituée d'une jonction PN. Cette configuration de base fut améliorée par l'introduction d'une zone intrinsèque intercalée entre une région fortement dopée **P** et une autre fortement dopée **N**. En absence de polarisation (appelé mode photovoltaïque) elle crée une tension. En polarisation inverse par une alimentation externe, elle crée un courant.

On repère 3 régions distinctes :

1. une zone de charge d'espace (**ZCE**) appelée couramment zone de déplétion et de diffusion.
2. une région neutre de type **N**.
3. une région neutre de type **P**.



• Applications

En association avec une LED infrarouge, les utilisations les plus courantes sont dans la **robotique** avec le cas du **suiveur de ligne** ou de la **détection d'obstacle** sur de courte distance ; et aussi dans les **télécommandes les récepteurs numériques**. Les photodiodes sont souvent utiliser dans la télécommunication.