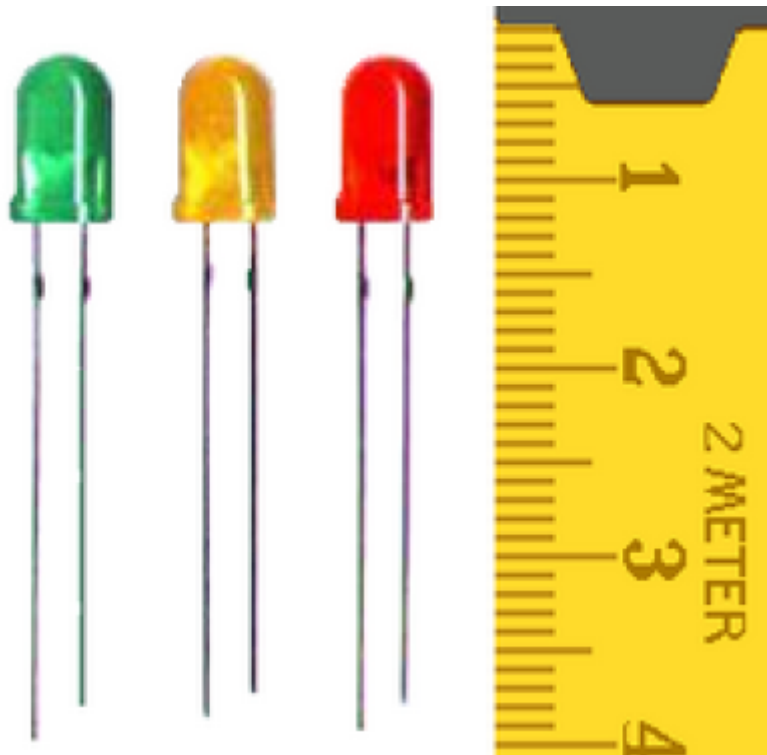


Diode électroluminescente ou DEL/LED

Une diode électroluminescente (également appelée DEL ou LED : light-emitting diode) est un composant électronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique.

Une LED produit un rayonnement monochromatique incohérent à partir d'une transformation d'énergie. Elle a un spectre d'émission continu et fait partie de la famille des composants optoélectroniques.



Historique

Nick Holonyak Jr. (né en 1928) est le premier à avoir créé une diode à spectre visible en 1962.

Mécanisme d'émission

C'est lors de la recombinaison d'un électron et d'un trou dans un semiconducteur qu'il y a émission d'un photon. En effet, la transition d'un électron entre la bande de conduction et la bande de valence peut se faire avec la conservation du vecteur d'onde $\vec{k}$. Elle est alors radiative (émissive) et elle s'accompagne de l'émission d'un photon. Dans une transition émissive, l'énergie du photon créé est donnée par la différence des niveaux d'énergie avant (E_i) et après (E_f) la transition : $h\nu = E_i - E_f$ (eV). Une diode électroluminescente est une jonction PN qui doit être polarisée en sens direct lorsqu'on veut émettre de la lumière. La plupart des recombinaisons sont radiatives. La face émettrice de la led est la zone P car elle est la plus radiative.

Rendement

On définit plusieurs rendements qui mettent en évidence les limites de la LED :

- Le rendement global η (rapport de la puissance lumineuse émise à la puissance électrique absorbée) est le produit des deux rendements quantiques qui suivent à une constante près.
- Le rendement quantique interne η_i (rapport du nombre de photons générés aux nombres de porteurs traversant la jonction) est essentiellement lié aux caractéristiques internes de la diode. Il est le produit des rendements d'injection et d'émission et est en général assez élevé.

Sa valeur maximale permet de déterminer le dopage NA à utiliser.

- Le rendement d'injection γ (rapport du courant d'injection susceptible de produire des recombinaisons radiatives au courant total). Comme seule la face P est émettrice, les recombinaisons ayant lieu dans la zone N ne participent pas à l'émission et le courant d'injection des trous est inutile pour l'émission.
- Le rendement d'émission η_e (rapport du taux de recombinaisons radiatives aux taux de recombinaisons globales) est dû au fait que toutes les recombinaisons ne sont pas radiatives.
- Le rendement quantique externe η_0 (rapport du nombre de photons émis au nombre de photons créés). C'est ce rendement quantique externe qui limite le rendement global. Pour sortir du dispositif (enveloppe externe et semiconducteur), les photons doivent traverser (sans être absorbés) le semiconducteur, de la jonction jusqu'à la surface, puis traverser la surface du semiconducteur sans subir de réflexion. Pour diminuer les phénomènes de diffraction, les enveloppes externes des diodes sont souvent en forme de dômes.

Techniques de fabrication

La longueur d'onde du rayonnement émis est déterminée par la largeur de la bande interdite et dépend donc du matériau utilisé. Toutes les valeurs du spectre lumineux peuvent être atteintes avec les matériaux actuels. Pour obtenir de l'infrarouge, le matériau adapté est l'arséniure de gallium (GaAs) avec comme dopant du Si ou du Zn. Les fabricants proposent de nombreux types de diodes aux spécificités différentes. On peut citer le type le plus répandu : les diodes à l'GaAs, ce sont les plus économiques et ont un usage général. Bien qu'elles nécessitent une tension directe plus élevée, les diodes à l'GaAlAs offrent une plus grande puissance de sortie, ont une longueur d'onde plus courte ($< 950\text{nm}$, ce qui correspond au maximum de sensibilité des détecteurs au silicium) et présentent une bonne linéarité jusqu'à 1.5A. Enfin, les diodes à double hétérojonction (DH) GaAlAs offrent les avantages des deux techniques précédentes (faible tension directe) en ayant des temps de commutation très courts (durée nécessaire pour qu'un courant croisse de 10% à 90% de sa valeur finale ou pour décroisse de 90% à 10%), ce qui permet des débits de données très élevés dans les transmissions de données numériques par fibres optiques. Les temps de commutation dépendent de la capacité de la jonction dans la diode.

Caractéristiques

Forme

Ce composant peut être encapsulé dans diverses formes destinées à canaliser le flux de lumière émise de façon précise: cylindrique à bout arrondi en 3, 5, 8 et 10mm de diamètre, cylindrique à bout plat, rectangulaire, sur support coudé, en technologie traversante ou à monter en surface (CMS).

Luminosité

- Le rendement lumineux général des leds est assez faible, mais suffisant pour la signalisation sur tableau. Le bâtiment du NASDAQ, à New York possède une façade lumineuse animée entièrement réalisée en leds (quelques dizaines de milliers).

Ampoules à LED Agrandir Ampoules à LED

- Des leds dites super lumineuses ont vu le jour à la fin du XXe siècle. Leur rendement est tel, que montées en nombre suffisant, elles sont employées en remplacement de lampes à incandescence classiques :
 - Feux de signalisation automobile (clignotant, veilleuses, feux de position).
 - Leds noyées dans le bitume pour la matérialisation des pistes la nuit ou par temps de brouillard.
 - Signalisation portative individuelle (piéton, cycliste).
 - Eclairage de courte portée portatif.
- Les avantages des LED super-lumineuses sont :
 - Une très faible consommation électrique due à un très bon rendement (quelques dizaines de milliwatts, mais il faut associer des centaines de leds pour obtenir l'équivalent d'une lampe classique).
 - Une durée de vie beaucoup plus longue qu'une lampe à incandescence, et une fin qui se déclare par une baisse de rendement progressive et non par un claquage brusque.
 - Un fonctionnement en très basse tension (TBT), gage de sécurité et de facilité de transport. Il existe pour les campeurs des torches à leds actionnées par une simple magnéto à main de mouvement lent.
 - Atout non négligeable en matière de sécurité, par rapport aux systèmes lumineux classiques, car son inertie lumineuse est quasiment nulle.
 - Ne chauffe quasiment pas, indispensable pour la sécurité en milieu explosif ou combustible.
- Inconvénient : Les «leds» dites blanches reconstituent ce blanc par un panachage de juste quelques longueurs d'onde et, non un spectre continu comme les lampes aux halogènes ou à incandescence simple. Le résultat est perçu par les usagers comme donnant une atmosphère « froide » aux intérieurs.

Valeur repère d'éclairement

Couleurs

Couleur	Longueur d'onde (nm)	Tension de seuil (V)	semi-conducteur utilisé
IR	$\lambda > 760$	$\Delta V < 1.63$	arséniure de gallium/aluminium (AlGaAs)
Rouge	$610 < \lambda < 760$	$1.63 < \Delta V < 2.03$	arséniure de gallium/aluminium (AlGaAs) arséniure/phosphure de gallium (GaAsP)
Orange	$590 < \lambda < 610$	$2.03 < \Delta V < 2.10$	arséniure/phosphure de gallium (GaAsP)
Jaune	$570 < \lambda < 590$	$2.10 < \Delta V < 2.18$	arséniure/phosphure de gallium (GaAsP)

Couleur	Longueur d'onde (nm)	Tension de seuil (V)	semi-conducteur utilisé
Vert	$500 < \lambda < 570$	$2.18 < \Delta V < 2.48$	nitride de gallium (GaN) phosphure de gallium (GaP)
Bleu	$450 < \lambda < 500$	$2.48 < \Delta V < 2.76$	sélénure de zinc (SnSe) nitride de gallium/indium (InGaN) carbure de silicium (SiC)
Violet	$400 < \lambda < 450$	$2.76 < \Delta V < 3.1$	
Ultraviolet	$\lambda < 400$	$\Delta V > 3.1$	diamant (C)
Blanc	xxx	$\Delta V = 3,5$	

Valeur repère des couleurs

Composant



La patte la plus **longue** est l'**anode** et la plus **courte** est la **cathode**. Si les pattes ont été coupées, on peut repérer la **cathode** au **méplat** qui se trouve du même côté.

Symbole



Electriques



Ces valeurs sont données à titre indicatif pour vous donner un ordre de grandeur:

LED standard

Couleur	Tension de seuil VF @ courant direct IF
Rouge	2.0V @ 10mA
Verte	2.1V @ 10mA
Jaune	2.1V @ 10mA
Orange	2.0V @ 10mA
Bleue	3.6V @ 20mA

LED faible consommation

couleur	Tension de seuil VF @ courant direct IF
Rouge	1.7V @ 2mA
Verte	1.9V @ 2mA
Jaune	1.8V @ 2mA

LED haute luminosité

couleur	Tension de seuil VF @ courant direct IF
Rouge	1.7V @ 20mA
Verte	2.1V @ 20mA
Jaune	2.0V @ 20mA
Bleue	3.6V @ 20mA
Blanche	3.6V @ 20mA
Rose	3.4V @ 20mA

Exemple d'utilisation



On souhaite simplement allumer une led avec un source de tension de 5V. On va approximer la tension de seuil de la diode à 2V @ 10mA. Pour imposer ce courant de 10mA, il est indispensable d'utiliser une résistance, en série avec la LED, dont la valeur se détermine par :



Ce qui donne, dans [la série E12](#), une résistance de 330 ohms.

Une partie du contenu de cette page provient de [Wikipédia](#), publiée sous licence [GNU FDL](#). La liste complète des auteurs est disponible sur [cette page](#).

From:

<https://chanterie37.fr/fablab37110/> - Castel'Lab le Fablab MJC de Château-Renault

Permanent link:

<https://chanterie37.fr/fablab37110/doku.php?id=maquette:leds&rev=1791534156>

Last update: 2026/10/09 10:22

