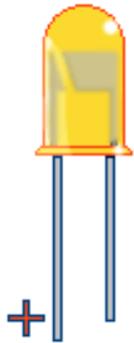


I diodi LED

Il termine "LED" è un acronimo che sta per "Light Emitting Diode", ovvero "diodo che emette luce". I led sono costituiti da materiali in grado di emettere radiazioni luminose quando sono attraversati da una corrente elettrica. Per avere una luce apprezzabile senza distruggerlo il valore di corrente deve essere, per i piccoli LED, tra 5 e 20 mA circa.



I led hanno un terminale positivo chiamato anodo, ed uno negativo chiamato catodo, e per funzionare devono essere inseriti nel circuito rispettando tale polarità; in genere il terminale positivo è quello più lungo. Si può individuare con certezza osservando l'interno del led in controluce: come si vede in figura, l'elettrodo positivo è sottile, a forma di lancia, mentre il negativo ha l'aspetto di una bandierina. Quando si utilizza un led, è necessario disporre un'opportuna resistenza in serie ad esso, allo scopo di limitare la corrente che passa ed evitare che possa distruggersi; la caduta di tensione ai capi di un led può variare da 1 a 4 V circa, in funzione della lunghezza d'onda della radiazione emessa, ossia del colore.

I led più comuni emettono luce rossa, arancio, gialla o verde. I led sono usati principalmente come spie luminose ed hanno sostituito totalmente, in tale campo, le lampadine ad incandescenza. Stanno sostituendo sempre più anche le normali lampade nel campo dell'illuminazione.

Schema	Circuito	Caratteristiche led														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Colore</th> <th>Vled</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rosso</td> <td>1.8V</td> </tr> <tr> <td>Giallo</td> <td>1.9 V</td> </tr> <tr> <td>Arancio</td> <td>2.0 V</td> </tr> <tr> <td>Verde</td> <td>2.3 V</td> </tr> <tr> <td>Azzurro</td> <td>3.0 V</td> </tr> <tr> <td>Blu</td> <td>3.5 V</td> </tr> </tbody> </table> <p>Con Iled=5-20mA</p>	Colore	Vled	Rosso	1.8V	Giallo	1.9 V	Arancio	2.0 V	Verde	2.3 V	Azzurro	3.0 V	Blu	3.5 V
Colore	Vled															
Rosso	1.8V															
Giallo	1.9 V															
Arancio	2.0 V															
Verde	2.3 V															
Azzurro	3.0 V															
Blu	3.5 V															

Calcolo della resistenza in serie al led

Occorre inserire in serie al led una resistenza per limitare il passaggio di corrente; il valore di tale resistenza può essere calcolato con la legge di Ohm:

- indichiamo con V_a la tensione di alimentazione cui vogliamo collegare il nostro led,
- indichiamo con V_{led} la caduta di tensione presente ai capi del led (per esempio di 1,4 V),
- indichiamo con I_d il valore della corrente che vogliamo far passare nel led.

Per calcolare il valore della resistenza basterà fare la differenza fra V_a e V_{led} e dividere il risultato per I_d (il cui valore può variare, come detto, da 5 a 20 mA circa).

$$R = (V_a - V_{led}) / I_d$$

Esempio: si vuole far funzionare un led con una tensione di 12 V, limitando la corrente a 20 mA si ha che $R = (12 - 1,4) : 0,02 = 530 \text{ ohm}$ (poiché tale valore non esiste in commercio, useremo il valore standard più vicino, ad esempio 470 oppure 560 ohm).

I led usati nell'illuminazione.

I LED sono un particolare tipo di diodi a giunzione p-n, formati da un sottile strato di materiale semiconduttore. Gli elettroni e le lacune vengono iniettati in una zona di ricombinazione attraverso due regioni del diodo ricoperto con impurità di tipo diverso, e cioè di tipo *n* per gli elettroni e *p* per le lacune.

Quando sono sottoposti ad una tensione diretta per ridurre la barriera di potenziale della giunzione, gli elettroni della banda di conduzione del semiconduttore si ricombinano con le lacune della banda di valenza rilasciando energia sufficiente sotto forma di fotoni. A causa dello spessore ridotto del chip un ragionevole numero di questi fotoni può abbandonarlo ed essere emesso come luce ovvero fotoni ottici. Può essere visto quindi anche come un trasduttore elettro-ottico.

Il colore o frequenza della radiazione emessa è definito dalla distanza in energia tra i livelli energetici di elettroni e lacune e corrisponde tipicamente al valore della banda proibita del semiconduttore in questione. L'esatta scelta dei semiconduttori determina dunque la lunghezza d'onda dell'emissione di picco dei fotoni, l'efficienza nella conversione elettro-ottica e quindi l'intensità luminosa in uscita. I LED possono essere formati da GaAs (arseniuro di gallio), GaP (fosforo di gallio), GaAsP (fosforo arseniuro di gallio), SiC (carburo di silicio) e GaInN (nitruro di gallio e indio).

Anche se non è molto noto i LED se colpiti da radiazione luminosa nello spettro visibile, infrarosso o ultravioletto (dipendentemente dal LED utilizzato come ricevitore) producono elettricità esattamente come un modulo fotovoltaico. I LED di colore blu e infrarosso producono tensioni considerevoli. Questa particolarità rende possibile l'applicazione dei LED per sistemi di ricezione di impulsi luminosi. Intorno a questa proprietà sono stati sviluppati molti prodotti industriali come sensori di distanza, sensori di colore, sensori tattili e ricetrasmittitori. Nel campo dell'elettronica di consumo il sistema di comunicazione irDA è un buon esempio proprio perché sfrutta a pieno questa particolarità.

Colore della luce emessa

A seconda del materiale utilizzato, i LED producono i seguenti colori:

- AlGaAs - rosso ed infrarosso
- GaAsP - verde
- GaAsP - rosso, rosso-arancione, arancione, e giallo
- GaN - verde e blu
- GaP - rosso, giallo e verde
- ZnSe - blu
- InGaN - blu-verde, blu
- InGaAsP - rosso-arancione, arancione, giallo e verde
- SiC come substrato - blu
- Diamante (C) - ultravioletto
- Silicio (Si) come substrato - blu (in sviluppo)
- Zaffiro (Al_2O_3) come substrato - blu

La tensione applicata alla giunzione dei LED dipende dalla gap energetica del materiale, la quale determina il colore della luce emessa, come riportato nella seguente tabella:

Tipologia LED	tensione di giunzione V_f (volt)
Colore infrarosso	1,3
Colore rosso	1,8
Colore giallo	1,9
Colore verde	2,0
Colore arancio	2,0
Flash blu/bianco	3,0
Colore Blu	3,5 V
Colore Ultravioletto	4 ÷ 4,5 V

L'esigenza di disporre di una discreta varietà di tonalità di colore in luce bianca, necessità prevalente nell'illuminazione all'interno degli edifici, ha indotto i costruttori a differenziare sensibilmente questi dispositivi in base alla temperatura di colore, così che sul mercato sono presenti dispositivi selezionati e suddivisi in 4 fasce di temperatura, i quali spaziano da 2700 K a oltre 8000 K.

Impiego nell'illuminazione

I LED sono sempre più utilizzati in ambito illuminotecnico in sostituzione di alcune sorgenti di luce tradizionali. Il loro utilizzo nell'illuminazione domestica, quindi in sostituzione di lampade ad incandescenza, alogene o fluorescenti compatte (comunemente chiamate a risparmio energetico), è oggi possibile con notevoli risultati raggiunti grazie alle tecniche innovative sviluppate nel campo. Attraverso i nuovi studi, infatti, l'efficienza luminosa quantità di luce/consumo (lm/W) è stato calcolato di un minimo di 3 a 1. Fondamentalmente, il limite dei LED per questo tipo di applicazione è la quantità di luce emessa (flusso luminoso espresso in lumen), che nei modelli di ultima generazione per uso professionale si attesta intorno ai 120 lm, ma che nei modelli più economici raggiunge solo i 20 lumen. Una lampada ad incandescenza da 60 W emette un flusso luminoso di circa 550 lumen; in merito a questa tipologia di lampada, una normativa della Comunità Europea prevede nell'arco di 7 anni, a partire dal 1. settembre 2009, il divieto di vendita in tutti i paesi della Comunità, graduandone annualmente il divieto in base alla potenza in watt.

Il loro utilizzo diventa invece molto più interessante in ambito professionale, dove l'efficienza luminosa pari a 40-60 lm/W li rende una sorgente appetibile. Come termine di paragone basti pensare che una lampada ad incandescenza ha un'efficienza luminosa di circa 20 lm/W, mentre una lampada ad alogeni di 25 lm/W ed una fluorescente lineare fino a 104 lm/W. Altro loro limite nell'illuminazione funzionale è che le loro caratteristiche di emissione e durata sono fortemente condizionate dalle caratteristiche di alimentazione e dissipazione. Diventa dunque difficile individuare rapporti diretti tra le varie grandezze, tra le quali entra in gioco anche un ulteriore parametro, ovvero l'angolo di emissione del fascio di luce, che può variare in un intervallo compreso tra circa 4 gradi e oltre 120.

Dal punto di vista applicativo i LED sono ad oggi molto utilizzati quando l'impianto di illuminazione deve avere le seguenti caratteristiche:

- miniaturizzazione;
- colori saturi;
- effetti dinamici (variazione di colore RGB);
- lunga durata e robustezza;
- valorizzazione di forme e volumi.

Concludendo, i vantaggi dei LED dal punto di vista illuminotecnico sono:

- durata di funzionamento (i LED ad alta emissione arrivano a circa 50.000 ore);
- assenza di costi di manutenzione;
- elevato rendimento (se paragonato a lampade ad incandescenza e alogene);
- luce pulita perché priva di componenti IR e UV;
- facilità di realizzazione di ottiche efficienti in plastica;
- flessibilità di installazione del punto luce;
- possibilità di un forte effetto spot (sorgente quasi puntiforme);
- funzionamento in sicurezza perché a bassissima tensione (normalmente tra i 3 e i 24 Vdc);
- accensione a freddo (fino a -40 °C) senza problemi;
- colori saturi;
- insensibilità a umidità e vibrazioni;
- assenza di mercurio;
- durata non influenzata dal numero di accensioni/spegnimenti.

INSEGNE RETROILLUMINATE A LED RGB O MONOCROMATICHE

Le insegne retroilluminate a LED comportano innumerevoli vantaggi rispetto ai sistemi con tecnologia meno recente (neon, lampade fluorescenti, lampade alogene), in quanto consentono di ottenere una qualità di luce decisamente più pura e brillante, una riduzione dei consumi energetici e nessuna manutenzione.

Effettuare una prova di led ad uso professionale.

Alimentare alla tensione prevista, 12V, e misurare la I per i diversi moduli forniti, ripetere alla tensione di + 0,5 V e - 0,5 V.

Alimentare per decine di minuti e valutare l'innalzamento di temperatura del led.

Led xxx		
V	I	P=V*I
11,5		
12		
12,5		

Alimentare in serie i moduli e calcolare la caduta di tensione dei diversi tratti.

Possibile misurare i lumen??