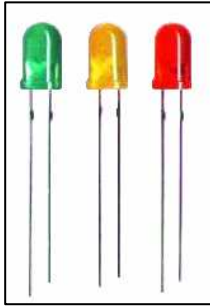


# EL DÍODE LED

## Estudi de la característica V/I d'un díode LED

El **LED** (*Light Emitting Diode*) és un díode semiconductor que emet llum només quan està polaritzat directament i és travessat per un corrent elèctric.

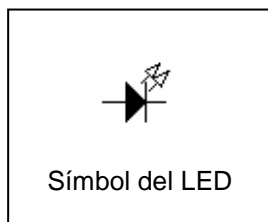
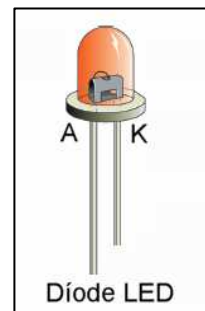


El LED és un component electrònic que té la propietat de transformar l'energia elèctrica en energia lluminosa. És molt utilitzat com a indicador lluminós de l'estat de funcionament (encès, apagat, en espera, en marxa, etc.) d'aparells i màquines: ordinadors, reproductors de CD i DVD, equips de música, televisors, càmeres fotogràfiques, carregadors de bateries, automòbils, rentadores, neveres, rentavaixelles, etc.

Tot i que l'ús més habitual és d'indicador, les aplicacions dels LED s'estenen cada vegada més a altres camps: semàfors, rètols lluminosos, pantalles de gran format, il·luminació, comandaments a distància, etc.

Per identificar fàcilment els terminals d'un díode LED, el fabricant indica el càtode amb una osca o una zona plana en l'encapsulat i també fent-ne el terminal més curt.

El color depèn del material semiconductor emprat en la construcció del díode. Per tant, podem trobar-los en diversos colors: vermell, groc, verd, blau, blanc... Els LED també poden radiar llum infraroja (invisible); en aquest cas es fan servir en sistemes d'alarma, comandaments a distància, lectors òptics, etc.

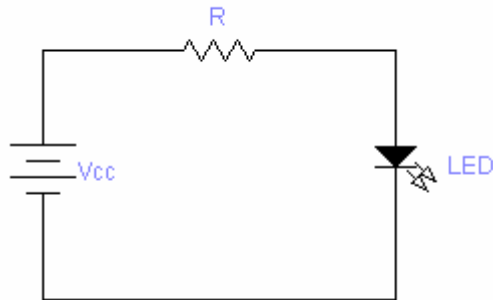


Els LED es poden connectar a qualsevol tensió, sempre que no se sobrepassi el màxim corrent directe i la màxima tensió inversa que poden de suportar. Per això, se solen connectar en sèrie amb un resistor per limitar-ne la intensitat. La gamma més usual d'intensitats està compresa entre 10 i 40 mA. La caiguda de tensió entre ànode i càtode, en canvi, sol anar d'1,5 a 2,2V aproximadament.

Els avantatges més importants dels LED, respecte de les bombetes pilot d'incandescència, són: alt rendiment lumínic, poca producció de calor, vida útil molt elevada, mida reduïda, carcassa resistent, disponibilitat de diversos colors i consum baix.



El circuit bàsic per connectar un LED és el que es mostra a continuació:



▪ **Exemple:**

Si considerem una caiguda de tensió entre ànode i càtode d'1,6V, una intensitat nominal del LED de 20mA i una tensió d'alimentació de 12V, per calcular el valor en ohms del resistor limitador de corrent utilitzarem l'expressió següent:

$$R = \frac{V_{CC} - V_{AK}}{I} = \frac{12V - 1,6V}{0,020A} = 520 \Omega$$

Si no existeix comercialment el valor de resistència calculat, utilitzarem l'immediatament superior.

Per calcular la potència consumida pel resistor podem fer servir l'expressió:

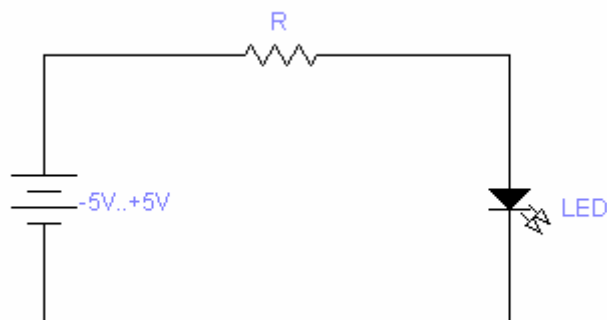
$$P = I^2 \cdot R = 0,020^2 \cdot 520 = 0,208 W$$

Per tant, el resistor que caldrà utilitzar és de **520Ω** i **1/4W**.

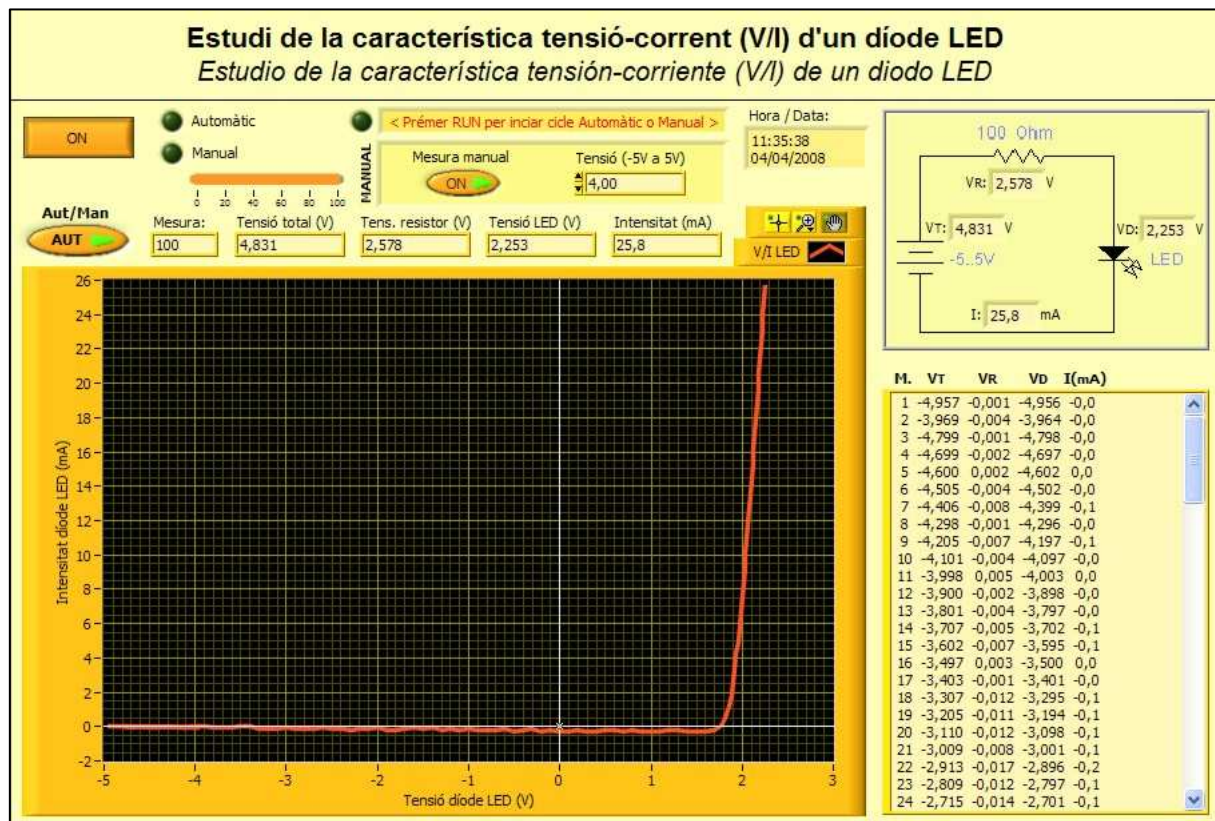
● **EXPERIMENTACIÓ REMOTA**

Aquesta pràctica consisteix, bàsicament, en comprovar el funcionament d'un díode LED, obtenir-ne la corba característica V/I i determinar les diferències entre un LED i un díode semiconductor (de silici i de germani).

El circuit equivalent que utilitza el laboratori remot per traçar la corba característica del LED és aquest:



Panell remot de l'aplicació:



- Botó **ON/OFF**. Interruptor general del panell remot.
- Botó **Aut/Man**. Selector mode Automàtic/Manual.
- Botó **Mesura manual**. Fa les mesures discretes de tensió en la font d'alimentació ( $V_T$ ), en el resistor ( $V_R$ ) i en el LED ( $V_D$ ), així com la mesura d'intensitat ( $I$ ), cada cop que s'executa l'aplicació a través del botó **Run** en mode manual. Els valors mesurats ( $V_T$ ,  $V_R$ ,  $V_D$  i  $I$ ) apareixen en els indicadors de la part superior del panell i en els visualitzadors que hi ha superposats en l'esquema electrònic.
- Control numèric **Tensió (-5V..5V)**. En mode manual, permet seleccionar la tensió d'alimentació del circuit.
- Taula de resultats. Taula que emmagatzema els 100 valors mesurats de  $V_T$ ,  $V_R$ ,  $V_D$  i  $I$  en mode automàtic.


1. Accedeix al **Laboratori Remot iLabRS** que trobaràs a l'adreça web: <http://ilabrs.etsetb.upc.edu>. Recorda que per visualitzar correctament els experiments has d'utilitzar el navegador *Internet Explorer* i tenir instal·lat a l'ordinador el *Runtime LabView 7.1* que et pots descarregar des del propi web. També pots visualitzar *online* i en temps real l'experiment a través de la webcam (laboratori en directe).

2. Executa la pràctica **E104: Estudi de la característica tensió-corrent (V/I) d'un díode LED**. A la nova finestra del navegador que s'obre hi apareix el panell remot de l'aplicació. A la part superior esquerra hi ha tres botons, la funció dels quals es

mostra en la figura. Nosaltres només utilitzarem el botó de *Run* (El botó de l'esquerra) i, excepcionalment, el botó d'avortament o aturada. L'aplicació també es pot fer funcionar a través de l'opció *Run* del menú *Operate* o bé amb la combinació de tecles *CTRL+R*.




**3. FUNCIONAMENT MANUAL.** Bàsicament, hi ha dos tipus de funcionament de l'aplicació: manual i automàtic. En el funcionament manual, per a una determinada tensió (que podem establir entre -5V i 5V), es realitzen, de manera discreta, mesures de tensió en la font d'alimentació ( $V_T$ ), en el resistor ( $V_R$ ) i en el LED ( $V_D$ ) i mesura de la intensitat ( $I$ ). Els valors mesurats ( $V_T$ ,  $V_R$ ,  $V_D$  i  $I$ ) apareixen en els indicadors de la part superior del panell i en els visualitzadors que hi ha superposats en l'esquema electrònic de la part superior dreta del panell.

**4. FUNCIONAMENT AUTOMÀTIC.** En mode automàtic (botó *Aut/Man* en posició *AUT*), cada cop que s'executa l'aplicació a través del botó *Run* , l'aplicació fa un cicle complet (aplica automàticament una rampa de tensió de -5V a 5 V) i en realitza 100 mesures. En acabat, es representa la gràfica de la corba característica ( $V/I$ ) del LED i es mostren els valors en una taula ( $V_T$ ,  $V_R$ ,  $V_D$  i  $I$ ). Aquests valors es poden traslladar (copiar *CTRL+C* i enganxar *CTRL+V*) a una taula d'un full de càlcul o d'un processador de textos per a un posterior tractament.

## ● ACTIVITATS

1. Accedeix al **Laboratori Remot iLabRS** que trobaràs a l'adreça web: <http://ilabrs.etsetb.upc.edu> i executa la pràctica **E104: Estudi de la característica  $V/I$  d'un díode LED.**

A continuació, selecciona el mode automàtic del panell de control i executa l'aplicació, a través del botó *Run* , per obtenir-ne la corba característica d'un díode de silici.

Si en la gràfica representada apareixen valors que et semblin estranys, torna a executar l'aplicació des del panell de control.

2. D'acord amb els valors obtinguts en l'experimentació, quina és la tensió de llindar del díode LED?
3. Quina és la caiguda de tensió  $V_{AK}$  en el LED quan hi circula una intensitat de 16,5 mA?
4. Es pot observar en la gràfica la tensió de ruptura del LED quan està polaritzat inversament? Per què?
5. Circula intensitat pel LED quan està polaritzat inversament?
6. Quina diferència de potencial té el resistor quan hi circula una intensitat de 18 mA? I quina és la tensió del LED?

7. Calcula la resistència estàtica del LED quan hi circula un corrent de 18 mA.
8. A partir de les dades obtingudes en l'experimentació, calcula el valor real del resistor quan el díode està polaritzat directament. Comprova-ho per a dos o més punts de la gràfica, per exemple per a 10mA i per a 18mA.
9. Quina ha estat la variació de tensió en el díode durant el període en què la intensitat ha evolucionat de 5mA a 16mA ?
10. Comprova, per a almenys cinc mesures diferents de la gràfica, si es compleix l'expressió:  $V_T = V_R + V_D$
11. Calcula el valor en ohms del resistor si el circuit l'alimentem a 12V i volem que circuli pel LED una intensitat de 18 mA. Agafa com a caiguda de tensió del LED el valor obtingut en l'experimentació per a aquesta intensitat.
12. Si aquest LED el volem fer funcionar amb un corrent de 16mA i el resistor té un valor de  $100\Omega$ , quina hauria de ser la tensió d'alimentació del circuit?
13. A partir de les dades obtingudes, representa gràficament la corba  $V_T/I$  per a un rang de tensió de -5V a 5V.
14. Representa gràficament la corba de la resistència interna del LED en funció de la intensitat ( $R_D/I_D$ ). La resistència interna del LED és constant?
15. Compara les corbes del LED amb les dels díodes de silici i de germani i indica les diferències més notables que hi observes.