

## ELEMENTOS FOTOSENSIBLES

Los elementos foto electrónicos utilizan a la luz como medio de transmisión entre un emisor y un receptor.

La luz es una radiación electromagnética comprendida en una banda de longitudes de onda de aproximadamente 100 a 8.000 nm<sup>1</sup>.

La longitud de onda<sup>2</sup> caracteriza el color de la luz (Figura 1). En la banda de unos 400 nm (violeta) a 700 nm (Rojo), la luz es perceptible por el ojo humano por encima de los 700 nm, la luz es denominada infrarroja (IR) y por debajo de los 400 nm, ultravioleta (UV).

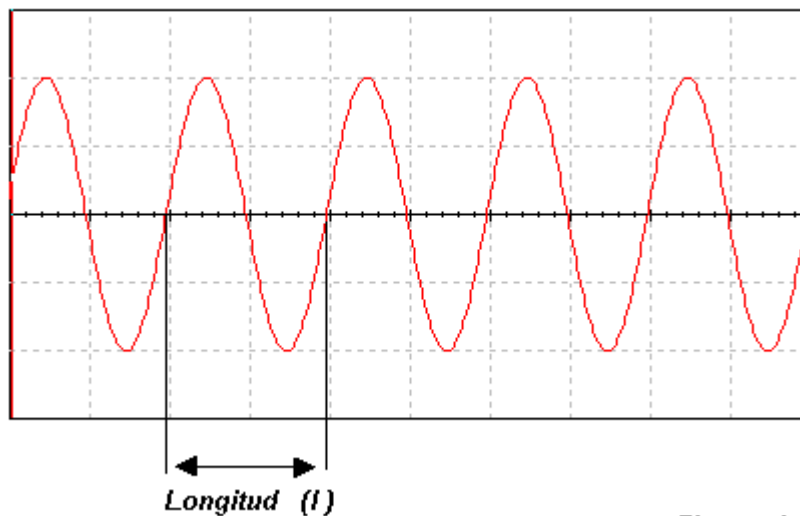


Figura 1

La mayoría de las fuentes de luz emiten un espectro completo de longitudes de onda.

Otra de las características de una radiación de luz es, además del espectro de luz, su intensidad. La potencia luminosa total que irradia una fuente se denomina flujo luminoso su unidad es el lumen (lm). La intensidad luminosa  $I$  es el flujo luminoso en una dirección determinada; su unidad es la candela (cd).

La iluminación  $E$  es el flujo luminoso sobre una superficie de área unidad; su unidad es el lux (lx)

La cantidad de luz  $Q$  es el producto del flujo luminoso por el tiempo.

Conociendo estas definiciones básicas se puede entrar de lleno a mencionar los elementos fotosensibles, los cuales son aplicados como sensores o, mejor dicho, transductores, en múltiples aplicaciones, ya sea de electrónica, robótica, control, etc.

Foto resistencias.

Estos elementos o como también se conocen por sus siglas en inglés LDR (Light dependent Resistor) o fotorresistencias, son elementos que varían su valor resistivo en

<sup>1</sup> nm. Nanómetro. Fracción o submúltiplo de metro equivalente a  $1 \times 10^{-9}$  del metro.

<sup>2</sup> La longitud de onda es la longitud que un ciclo de una onda electromagnética ocupa en el espacio (es decir, la distancia entre los puntos semejantes en una onda repetitiva.). La longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia de la onda y directamente proporcional a la velocidad de propagación.

función de la cantidad de luz que incide sobre su superficie. Cuanto mayor sea la intensidad luminosa que incida sobre ella menor será la resistencia eléctrica que presente este elemento. Para su fabricación se utilizan materiales fotosensibles. En la figura 2 se muestra su aspecto físico y simbología.



FIGURA 2

Su valor nominal en Ohms se especifica sin que incida la luz externa, como por ejemplo, una LDR de valor nominal de 50 k $\Omega$  como la de la figura 2, tendrá dicho valor si no incide la luz en ella, sin embargo a manera que incida mayor cantidad de luz su valor resistivo se irá disminuyendo paulatinamente hasta un valor mínimo especificado por el fabricante.

Estas foto resistencias son económicas, de gran sensibilidad, aunque de respuesta lenta.

La variación del valor de la resistencia, al ser iluminado este elemento, es independiente del sentido de la corriente, por cuya razón es posible su empleo en corriente alterna. Hay formas constructivas para potencias altas y tensiones de servicio tan elevadas, que esta clase de fotorresistencias incluso pueden operar con tensiones de red.

#### Foto diodos.

Estos elementos se hacen trabajar con una tensión inicial en sentido de bloqueo. Sin dicha tensión inicial, trabajan en sentido de paso, como foto elementos. La corriente en la oscuridad es reducida. Con resistencias de trabajo de elevado valor óhmico pueden engendrarse variaciones de tensión que alcanzan casi la plena tensión de servicio.

En la figura 3 se muestra este elemento y su símbolo eléctrico.

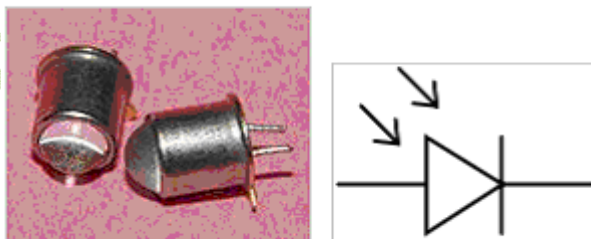


FIGURA 3

Un foto diodo es la unión PN o estructura P-I-N. Cuando una luz de suficiente energía incide en el diodo, excita un electrón dándole movimiento creando un hueco con carga positiva. Si la absorción ocurre en la zona de agotamiento de la unión, o a una distancia de difusión de él, estos portadores son retirados de la unión por el campo de la zona de agotamiento, produciendo una foto corriente.

Los diodos convencionales<sup>3</sup> poseen un sentido “normal” (un solo sentido) de circulación de la corriente. En ese sentido el diodo permite el paso de la corriente eléctrica y prácticamente no lo permite en sentido inverso. En el fotodiodo la corriente (que varía con los cambios de la luz) es la que circula en sentido inverso permitido por la juntura del foto diodo. Es decir, para su funcionamiento el fotodiodo es polarizado de manera inversa. Se producirá, entonces, un aumento de la circulación de la corriente cuando es diodo es excitado por una fuente luminosa.

Los fotodiodos de avalancha poseen una estructura similar, pero trabajan con tensiones inversas mayores. Esto permite a los portadores de carga fotogenerados al ser multiplicados en la zona de avalancha del diodo, resultando en una ganancia interna, la cual incrementa la respuesta del dispositivo.

Existen distintos materiales empleados para la fabricación de estos elementos, dependiendo de material, el elemento poseerá distintas propiedades. Suelen estar compuestos de silicio, sensible a la luz visible, germanio el cual es sensible en la luz infrarroja o de cualquier otro material semiconductor.

En la tabla 1 se muestran algunos materiales semiconductores utilizados en la construcción de elementos fotosensibles así como su respuesta en longitudes de onda.

Material	Longitud de Onda (nm)
Silicio	190-1100
Germanio	800-1700
Indio Galio arsénico (InGaAs)	800-2600
Sulfuro de plomo	< 1000-3500

### FOTO TRANSISTOR

Se llama foto transistor a un transistor sensible a la luz, normalmente a la luz infrarroja. La luz incide sobre la región de base, generando portadores en ella. Esta carga de base lleva al transistor al estado de conducción. El transistor es más sensible que el foto diodo por el efecto de la ganancia del propio transistor.

Un fototransistor es igual a un transistor común, con la diferencia de que el primero puede operar de dos formas posibles:

- Como transistor normal con la corriente de base  $I_b$  (modo común).
- Como fototransistor, cuando la luz que incide en este elemento hace las veces de corriente de base.  $I_p$
- Puede utilizarse de las dos formas simultáneamente, aunque el fototransistor se utiliza con el pin de la base sin conectar.

En el mercado foto transistores tanto con conexión de base como sin ella y tanto en cápsulas plásticas como metálicas, provistas de una lente.

En la figura 4 se muestran estos elementos y su símbolo eléctrico.

Si se desea aumentar la sensibilidad del transistor, debido a una baja iluminación, se puede incrementar la corriente de base  $I_b$ , con ayuda de polarización externa.

<sup>3</sup> Ver EL DIODO. Publicado en [www.solecmexico.com](http://www.solecmexico.com)

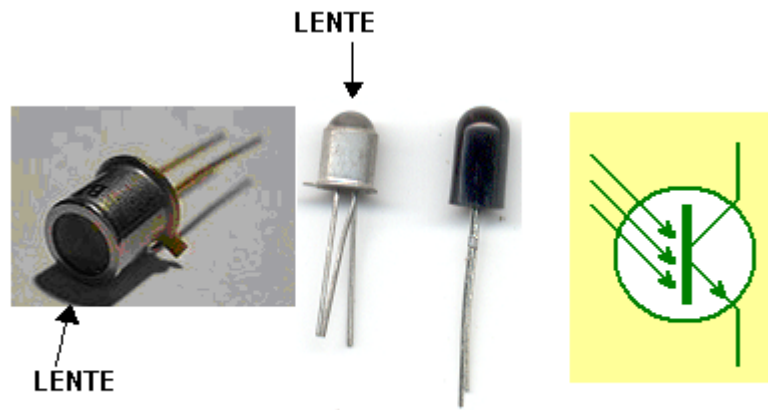


FIGURA 4

El circuito equivalente de un foto transistor se muestra en la figura 5.

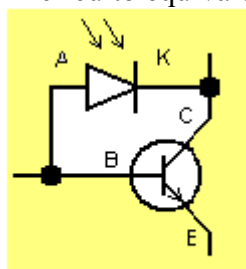


FIGURA 5

Se encuentra compuesto de un transistor común con un foto diodo conectado entre la base y el colector, con el cátodo del foto diodo conectado al colector del transistor y el ánodo a la base.

La corriente que entrega el foto diodo ( circula hacia la base del transistor) la cual se amplifica  $\beta^4$  veces, esta corriente es la que podrá manipular el transistor.

En la figura 4, es posible apreciar un foto transistor con dos pines y de color oscuro, muy parecido a un diodo led, sin embargo, se trata de un foto transistor de dos pines, la razón de que sea oscuro es debido a que posee un “filtro” cuya intención es evitar que la luz del día afecte a la operación de este elemento ya que el propósito de este transistor es captar fuentes de luz Infrarrojas, provenientes, obviamente de fuentes de luz infrarroja.

También es posible encontrar fototransistores FET, los cuales también cuentan con una lente para enfocar la luz en la unión de la puerta. Este dispositivo foto fet proporciona una excelente combinación de unión pn fotosensible con un dispositivo de alta impedancia y amplificadores de bajo ruido.

<sup>4</sup>  $\beta$  es la ganancia del transistor. Se puede encontrar mas información en [www.solecmexico.com](http://www.solecmexico.com), se encuentra disponible en forma gratuita un sencillo programa el cual calcula algunos parámetros de operación de un transistor.

### Foto tiristores

Su nombre técnico LASCR, lo que significa “SCR activado por luz”, el pin compuerta (Gate) se deja simplemente como electrodo para el control de la sensibilidad.

Son de muy fácil empleo y actúan como verdaderos fotorelés con marcadas características de corte. En operación con corriente alterna el tiristor es bloqueado a cada semi onda negativa, por lo que se extingue al faltar la iluminación. Con corriente continua. El tiristor queda conectado después del primer impulso de encendido, debiendo ser cortada su conducción por medios especiales.

En la figura 6 se muestra su diagrama eléctrico.

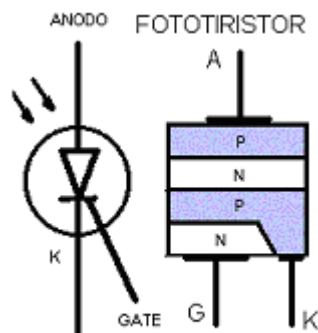


FIGURA 6

Los dispositivos anteriormente descritos pueden ser utilizados de forma individual en circuitos electrónicos, sin embargo su mayor aplicación es utilizarlos como “pareja” de un dispositivo emisor de luz, ya sea visible o invisible, como un diodo led.

Al tener en un mismo circuito o dispositivo los dos elementos la tarea se vuelve más fácil, estos elementos son ampliamente utilizados en el control analógico o digital ya que su aplicación es muy versátil.

Estos dispositivos suelen ser llamados sensores Activos, ya que integran una fuente y un receptor en un mismo elemento.

Se pueden mencionar los sensores ópticos reflexivos. En la figura 7 se muestra uno de estos elementos, así como su diagrama interno.

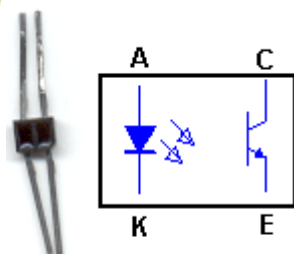


FIGURA 7

Existen muchas configuraciones de este tipo de dispositivos ya que pueden ser de transistor TBJ con dos o tres pines, en salida darlington, con múltiples componentes en un mismo circuito, con salida SCR, TRIAC, FET o incluso compuerta como los que se muestran en la figura 8.

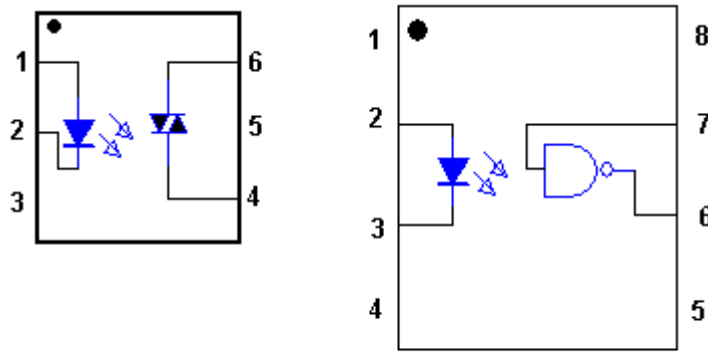


FIGURA 8

Se encuentran otro tipo de sensor óptico reflexivo con cierto ángulo para que el sensor detecte una superficie más estrecha así como el encontrarse sobre lentes convergentes alojadas en la carcasa negra.

En la figura 9 se muestra un esquema de este elemento.

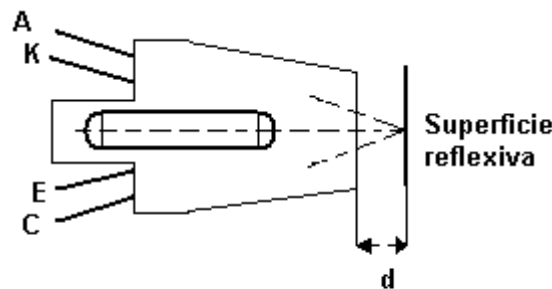


FIGURA 9

Utilizando el mismo principio se encuentran los sensores ópticos de barrera. Estos sensores también tienen como emisor un diodo infrarrojo y como receptor un foto transistor. En este caso tanto el emisor como el receptor están colocados uno en frente de otro a una distancia determinada, dependiendo de su aplicación y sensibilidad, entre ellos existe un espacio para que un objeto pueda introducirse y romper la barrera infrarroja.

En la figura 10 se muestra este dispositivo así como su estructura interna.

Existen en el mercado sensores con circuitería adecuada en donde ya se realiza un pre procesamiento de la información adecuada para servir de entrada a un microcontrolador, computadora, etc.

Sensores de este tipo son capaces de medir distancias entre él y algún objeto, algunos de ellos utilizan el método de triangulación para determinar la distancia, solo requieren de una alimentación adecuada y entregarán en uno de sus pines la información adecuada.

Se encuentran también los sensores para control remoto, ampliamente utilizados en receptores de aparatos electrodomésticos, aunque también tienen buena aceptación en el control analógico o digital, ya que son de fácil empleo, económicos y robustos.

Existen en el mercado innumerables dispositivos capaces de realizar la tarea de servir como sensor, en este documento se han mencionado solo algunos ya que son de fácil adquisición y económicos ya que para el propósito de

monitorear o medir la cantidad de luz, presencia o ausencia de ella, el color, pueden ser utilizados dispositivos muy sofisticados para tal fin.

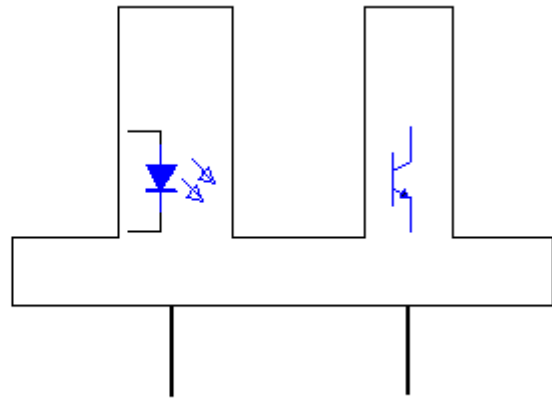
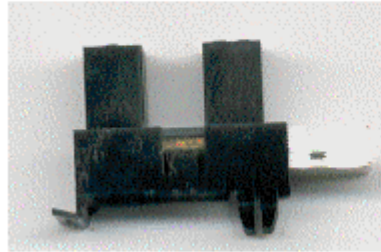


FIGURA 10

SOLECMEXICO

BIBLIOGRAFIA

Hennig W. 1976. FOTO ELECTRONICA.  
ESPAÑA. 1º Ed. MARCOMBO

Palacios Enrique. 2004. MICROCONTROLADOR PIC16F84  
MEXICO. 1º Ed. Alfa Omega Ra-Ma

ECG. 1996. GUIA MAESTRA DE REEMPLAZOS ECG

Tomasi W. 1996. SISTEMAS DE COMUNICACIONES  
ELECTRONICAS  
MEXICO. 2º Ed. Prentice- Hall.

<http://www.solecmexico.com/>