

Instituto **Tecnológico**
de Aguascalientes

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
Y ELECTRÓNICA**

OPTOELECTRÓNICA

OBJETIVO

Define los conceptos y teorías que explican la operación de los dispositivos optoelectrónicos para el diseño y construcción de circuitos electrónicos.

Unidad 1. Transductores Optoelectrónicos.

- 1.1. Clasificación de los sensores de luz.
- 1.2. Fotorresistencia.
- 1.3. Fotodiodo.
- 1.4. Fototransistor.
- 1.5. Fototiristores.
- 1.6. LED's (IRLED's, de Potencia).
- 1.7. Displays (7 segmentos, Alfanuméricos, Matricial).
- 1.8. Display de cristal líquido.
- 1.9. Display de LED's.
- 1.10. Display con otras tecnologías.

Unidad 2. Optoaisladores.

2.1. Optoacopladores.

2.1.1. Clasificación.

2.1.2. Construcción.

2.1.3. Características eléctricas.

2.1.4. Aplicaciones.

2.2. Relevadores de estado sólido y de potencia (FotoMOS).

2.2.1. Clasificación y construcción.

2.2.2. Características eléctricas.

2.2.3. Aplicaciones.

2.3. Relevadores fotovoltaicos.

2.3.1. Construcción.

2.3.2. Características eléctricas.

Unidad 3. Celdas Solares.

3.1. Construcción y características eléctricas de las celdas y paneles solares.

3.2. Baterías y acumuladores como dispositivos de almacenamiento de un sistema con celdas solares.

3.3. Aplicación de las celdas fotovoltaicas en un sistema alterno de generación de energía eléctrica.

3.3.1. Cálculo de un sistema fotovoltaico (Selección de Panel, Regulador, Inversor, Baterías).

3.3.2. Para uso doméstico.

3.3.3. Interconectado a la red eléctrica.

Unidad 4. Laser.

- 4.1. Clasificación y construcción de láser.
- 4.2. Amplificadores ópticos.
- 4.3. Luminiscencia.
- 4.4. Características eléctricas.
- 4.5. Diodo laser.
 - 4.5.1. Circuitos de activación.
- 4.6. Conceptos de holografía.
- 4.7. Medidas de seguridad.
- 4.8. Aplicaciones en la industria, medicina, comunicaciones y otras áreas.

Unidad 5. Fibra Óptica.

5.1. Principios básicos de funcionamiento.

5.2. Construcción.

5.3. Características de fibras monomodo y multimodo.

5.3.1. Ancho de banda, Atenuación, Dispersión.

5.4. Enlaces de fibra óptica para transmisión de información.

Unidad 6. Sensores de Imágenes.

6.1. Principios de operación.

6.2. Clasificación.

6.3. Aplicaciones.

6.4. Funcionamiento de una cámara de exploración.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

FORMATO GENERAL DE TRABAJOS ACÁDEMICOS

Todo trabajo solicitado por el docente deberá respetar los siguientes criterios:

Portada	<ul style="list-style-type: none">• Encabezado (Nombre de la institución, del departamento, carrera y materia) <i>Ubicación.</i> Parte superior de la página y centrado• Título (Nombre del trabajo académico) <i>Ubicación:</i> Al centro de la página y con mayúsculas• Créditos (Nombre(s) completos del (los) autor (es) con número de control y en orden alfabético, nombre del maestro, lugar y fecha de entrega) <i>Ubicación:</i> Parte inferior de la hoja, alineado a la derecha) <p>Ver ejemplo en la siguiente página.</p>
----------------	---

Índice	<p>Escribir títulos con mayúsculas. Escribir títulos en negritas Escribir subtítulos con mayúsculas y minúsculas Usar un sistema de numeración Cada título y subtítulo, debe llevar el número de página en donde inicia el tema.</p>
Desarrollo del trabajo	<p>Seguir las indicaciones que se den en clase según sea el caso: ensayo, investigación, reportes de prácticas, entre otros.</p>
Conclusiones	<p>Las conclusiones deben responder a la comparación entre los resultados y el objetivo, entre lo teórico y lo práctico. Utilizando preguntas como las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">¿Qué aprendí del tema?¿Qué importancia tiene para la ingeniería electrónica?¿En dónde puedo aplicar lo aprendido?¿Qué ventajas obtendría de hacerlo?¿Qué desventajas tendría?¿En qué estoy de acuerdo con el autor o autores?¿En que no estoy de acuerdo y por qué?

Fuentes de información	<p>Debe seguir las normatividad que establece la IEEE</p> <p><u>Libros:</u> Apellido y nombre del autor. Nombre del texto consultado con mayúsculas y negritas. País. Editorial. Año</p> <p><u>Revistas:</u> Apellido y nombre del autor. Nombre del texto consultado con mayúsculas y negritas. En: Nombre de la revista. Número de la revista. País. <u>Editorial(año)</u>.</p> <p><u>Documentos electrónicos:</u> Apellido y nombre del autor. Nombre del texto consultado con mayúsculas y negritas. Recuperado de: dirección electrónica. Fecha de consulta. (<u>año</u>).</p>
Ortografía	<p>Antes de entregar un trabajo debe pasarse el corrector de ortografía y leerlo para detectar errores.</p>

Formato	<ul style="list-style-type: none">• <u>Tipo de letra</u>: Arial• <u>Tamaño</u>: 12,• <u>Numeración de páginas</u>• <u>Interlineado</u>: 1.5• <u>Márgenes</u>. 3cm a la izquierda y 2 cm en los márgenes restantes• <u>Títulos</u>: Mayúsculas y negritas.• <u>Subtítulos</u>: Mayúsculas, minúsculas.• <u>Para otras subdivisiones</u>: usar cursivas o viñetas
Otros aspectos	<p><u>Limpieza</u>. (folders limpios, hojas engrapadas o engargoladas).</p> <p><u>Orden</u>. Seguir el orden que se especifique para cada trabajo.</p>
Nota:	<p>1.- Cuando el trabajo sea enviado electrónicamente, el nombre del archivo deberá seguir el siguiente formato: Abreviatura de la materia, Número de la práctica o trabajo y Apellido paterno y nombre del alumno, por ejemplo: SD_P1_Lopez Carlos.pdf</p> <p>2.- Cuando los trabajos no respeten los lineamientos establecidos no serán revisados.</p>



CRITERIO	Ponderación	Excelente 95-100	Notable 85-94	Bueno 75-84	Suficiente 70-74	Desempeño insuficiente NA
Portada	5	Cumple con los 3 criterios establecidos en el formato General para Trabajos Académicos, además de la ubicación respectiva de cada uno. Cumple formato general.	Cumple con al menos 2 criterios mencionados, respetando formato general.	Cumple con al menos 2 criterios mencionados, sin respetar formato general.	Cumple con al menos 1 criterio mencionado, respetando formato general.	No cumple con los criterios mencionados, sin respetar formato general.

Indice	5	Cumple con todos los 5 criterios establecidos en el formato General para Trabajos Académicos. Cumple formato general.	Cumple con al menos 4 criterios mencionados.	Cumple con al menos 3 criterios mencionados.	Cumple con al menos 2 criterios mencionados.	No cumple con al menos 2 criterios mencionados
Introducción	10	Explica de manera general el tema de la práctica. Explica de manera general el propósito de la práctica. Explica de manera general la finalidad de la práctica. Cumple formato general.	Cumple con al menos 2 criterios mencionados, respetando formato general.	Cumple con al menos 2 criterios mencionados, sin respetar formato general.	Cumple con al menos 1 criterio mencionado, respetando formato general.	No cumple con al menos 1 criterio mencionado ni respeta formato general.
Objetivo	5	Escribe el objetivo marcado en el programa para la práctica. Cumple formato general.	Escribe el objetivo marcado en el programa para la práctica, sin respetar formato general.	Escribe el objetivo marcado en el programa para la práctica, contiene errores gramaticales.	Escribe el objetivo de manera diferente al marcado en el programa para la práctica.	No escribe el objetivo

Marco Teórico	10	Contiene definiciones, principios y/o leyes debidamente citados por al menos dos autores que estén íntimamente relacionados con el objetivo de la práctica. Cumple el formato general.	Contiene definiciones, principios y/o leyes debidamente citados por al menos un autor que esté íntimamente relacionado con el objetivo de la práctica. Cumple el formato general.	Contiene definiciones, principios y/o leyes debidamente citados por al menos un autor que esté íntimamente relacionado con el objetivo de la práctica, sin respetar el formato general.	Contiene definiciones, principios y/o leyes debidamente citados por al menos un autor que esté íntimamente relacionado con el objetivo de la práctica, contiene errores gramaticales.	<u>Contiene</u> definiciones, principios y/o leyes pero no está debidamente citado, cumple el formato general.
Material y equipo	10	Enlista el material y equipo utilizado en la práctica de manera completa Marca. Modelo del equipo Valores y/o números de parte de los componentes. Cumple el formato general.	Cumple con al menos 2 criterios mencionados (Marca, modelo del equipo y valores y/o números de parte de los componentes), respetando formato general.	Cumple con al menos 2 criterios mencionados (Marca, modelo del equipo y valores y/o números de parte de los componentes), no respeta formato general.	Cumple con al menos 1 criterio mencionado (Marca, modelo del equipo y valores y/o números de parte de los componentes), respetando formato general.	No cumple con al menos 1 criterio mencionado (Marca, modelo del equipo y valores y/o números de parte de los componentes), no respeta formato general.

Procedimiento	15	Describe todos los pasos a realizar para el desarrollo de la práctica de manera ordenada y congruente. Incluye los diagramas eléctricos y electrónicos.	Omite 1 paso realizado en el desarrollo de la práctica. O algún diagrama eléctrico y electrónico	Omite 2 pasos realizados en el desarrollo de la práctica, o dos diagramas eléctricos y electrónicos	Omite 3 pasos y/o diagramas eléctricos-electrónicos realizados en el desarrollo de la práctica.	Omite más de 3 pasos y/o diagramas eléctricos-electrónicos realizados en el desarrollo de la práctica.
Resultados	20	Presenta los resultados obtenidos a través de: Diagramas. Fotos. Impresiones de pantalla. Tablas. Contrasta los resultados obtenidos.	Cumple con al menos 3 criterios mencionados. Y contrasta resultados	Cumple con al menos 2 criterios mencionados. Y contrasta resultados	Cumple con al menos 2 criterios mencionados. Y no contrasta resultados	No cumple con al menos 2 criterios mencionados. Y no contrasta resultados.
Conclusiones	15	Realiza las conclusiones de acuerdo al formato General y las presenta de manera individual.	Realiza las conclusiones de acuerdo al formato General y las presenta de manera individual, excluye a un integrante.	Realiza las conclusiones pero no relaciona los resultados con el objetivo de la práctica.	Realiza las conclusiones de acuerdo al formato General pero las presenta de manera general	Realiza las conclusiones pero no relaciona los resultados con el objetivo de la práctica. Y las presenta de manera grupal.

Fuentes de información	5	<p>Enlista las fuentes de información de acuerdo al formato General.</p> <p>Apellido de autor. Nombre del autor. Nombre del texto consultado con mayúsculas. Nombre del texto consultado en negritas. Nombre del texto, revista o página electrónica. País. Editorial. Año</p>	Cumple con al menos 7 criterios mencionados.	Cumple con al menos 6 criterios mencionados.	Cumple con al menos 5 criterios mencionados.	Cumple con al menos 4 criterios mencionados.
-------------------------------	---	--	--	--	--	--

Requisitos indispensables para la realización de la práctica:

- 1.-Respetar el reglamento del laboratorio
- 2.-Tener la guía de la práctica
- 3.-Presentarse con el material necesario

Criterios	Puntuación Máxima	Si	No	Puntuación obtenida
PUNTUALIDAD. El equipo inicia puntualmente la práctica	10			
PARTICIPACIÓN. Se involucra en la práctica y se mantiene atento	10			
TRABAJO EN EQUIPO. Trabaja de manera ordenada y equitativa	20			
RESULTADOS. Cumplió con el objetivo de la práctica	50			
CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO. Cumplió con el reglamento (orden, limpieza, respeto, etc.)	10			

¿Qué es la optoelectrónica?

La optoelectrónica es el nexo de unión entre los sistemas ópticos y los sistemas electrónicos.

Los componentes optoelectrónicos son aquellos cuyo funcionamiento está relacionado directamente con la luz.

La optoelectrónica es la tecnología que combina la óptica y la electrónica.

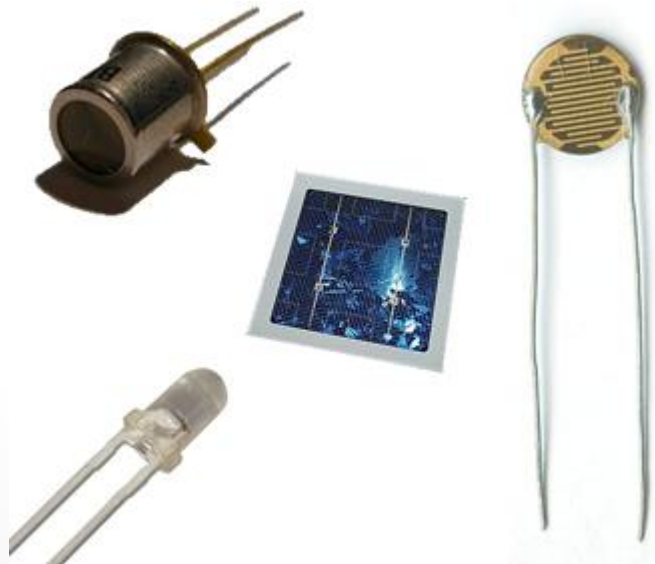
Este campo incluye a muchos dispositivos basados en la acción de una unión p-n.



Unidad 1. Transductores Optoelectrónicos.

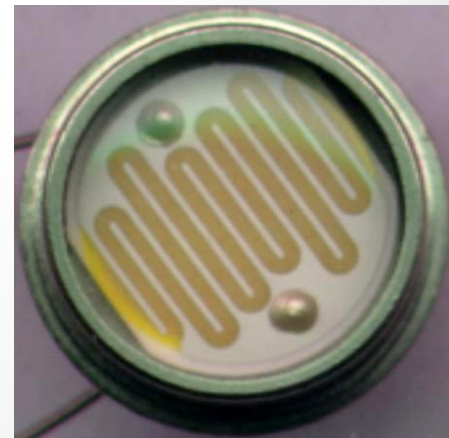
1.1 Clasificación de los sensores de luz.

Un sensor de luz es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz. Estos sensores requieren de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que percibe la luz generada por el emisor.



Los sensores de luz se usan para detectar el nivel de luz y producir una señal de salida representativa respecto a la cantidad de luz detectada. Un sensor de luz incluye un transductor fotoeléctrico para convertir la luz a una señal eléctrica y puede incluir electrónica para condicionamiento de la señal, compensación y formateo de la señal de salida.

El sensor de luz más común es el LDR -Light Dependant Resistor o Resistor dependiente de la luz-.Un LDR es básicamente un resistor que cambia su resistencia cuando cambia la intensidad de la luz.



Existen tres tipos de sensores de luz

1. Barrera de luz

Las barreras tipo emisor-receptor están compuestas de dos partes, un componente que emite el haz de luz, y otro componente que lo recibe. Se establece un área de detección donde el objeto a detectar es reconocido cuando el mismo interrumpe el haz de luz. Debido a que el modo de operación de esta clase de sensores se basa en la interrupción del haz de luz, la detección no se ve afectada por el color, la textura o el brillo del objeto a detectar. Estos sensores operan de una manera precisa cuando el emisor y el receptor se encuentran alineados.



Fototransistor

Ventajas

- La luz solo tiene que atravesar el espacio de trabajo una vez, por lo que se favorecen grandes distancias de funcionamiento, hasta 60 metros.**
- Son apropiadas para condiciones ambientales poco favorables, como suciedad, humedad, o utilización a la intemperie, así como independientemente del color del objeto realiza una detección precisa del objeto.**

Desventajas

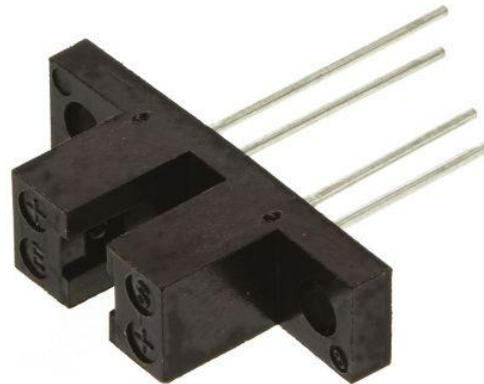
- La instalación se ve dificultada por tener que colocar dos aparatos separados y con los ejes ópticos alineados de manera precisa y delicada, ya que el detector emite en infrarrojos. Además de la imposibilidad de que sean transparentes.**

Precauciones de montaje

A la hora del montaje hay que tener en cuenta las superficies reflectantes cercanas a los dispositivos, provocando un mal funcionamiento de la fotocélula. También hay que tener en cuenta las posibles interferencias mutuas por la cercanía de varios de estos dispositivos.

2. Reflexión sobre espejo

Tienen el componente emisor y el componente receptor en un solo cuerpo, el haz de luz se establece mediante la utilización de un reflector catadióptico. El objeto es detectado cuando el haz formado entre el componente emisor, el reflector y el componente receptor es interrumpido. Debido a esto, la detección no es afectada por el color del mismo. La ventaja de las barreras réflex es que el cableado es en un solo lado, a diferencia de las barreras emisor-receptor que es en ambos lados.



Fotodiodo

Ventajas e Inconvenientes

- **En estas fotocélulas el haz de luz recorre dos veces la distancia de detección, con lo cual las distancias de trabajo que se consiguen son medias.**
- **Además de ser válidos para detección de objetos opacos, también cubren eficientemente aplicaciones con detección de objetos con cierto grado de transparencia.**

Desventajas

- **El problema más llamativo es que el objeto a detectar tiene que ser mayor que el espejo y, a ser posible, no reflectante, además de que la alineación tiene que ser precisa.**

Precauciones de montaje

Un objeto con superficie reflectante puede provocar errores de detección, esto se puede evitar haciendo que la reflexión del objeto a detectar no tenga la misma inclinación que el haz del detector.

3. Reflexión sobre objeto

La luz infrarroja viaja en línea recta, en el momento en que un objeto se interpone el haz de luz rebota contra este y cambia de dirección permitiendo que la luz sea enviada al receptor y el elemento sea censado, un objeto de color negro no es detectado ya que este color absorbe la luz y el sensor no experimenta cambios.



Hay dos tipos de fotocélulas de reflexión sobre objeto, las de reflexión difusa y las de reflexión definida.

a) Reflexión difusa.

En las fotocélulas de reflexión difusa sobre el objeto, el emisor lanza un haz de luz; los rayos del haz se pierden en el espacio si no hay objeto, pero cuando hay presencia de objeto, la superficie de éste produce una reflexión difusa de la luz, parte de la cual incide sobre el receptor y se cambia así la señal de salida de la fotocélula.

b) Reflexión definida.

La reflexión en la superficie del objeto a detectar por las fotocélulas de reflexión definida normalmente es de carácter difuso, como en los sensores de reflexión difusa, o sea que los rayos reflejados salen sin una trayectoria determinada.

Esto es muy importante, para no caer en la falsa idea de que la diferencia respecto a los sensores de reflexión difusa está en el tipo de reflexión; lo está en el tipo de óptica empleada.

En las fotocélulas de reflexión definida la fuente de luz está a una distancia mayor que la distancia focal, por lo que el haz converge a un punto del eje óptico

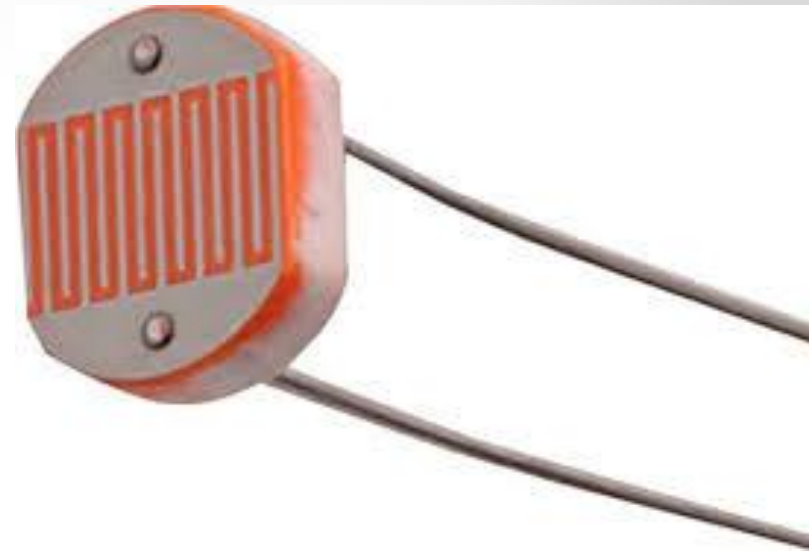
Ventaja

- Las fotocélulas de reflexión sobre objeto se componen únicamente de un emisor y un receptor montados bajo una misma carcasa, por lo que el montaje es sencillo y rápido.

Desventaja

- En estas fotocélulas el haz de luz recorre dos veces la distancia de detección y además el objeto puede ser de reflectividad baja, por lo que sólo se consiguen distancias de detección pequeñas (por lo general menos de un metro).

1.2 Fotorresistencia.

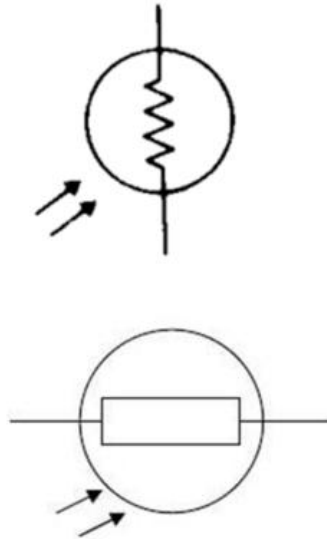


LDR: Light Dependent Resistor

El LDR (resistor dependiente de la luz) es una resistencia que varía su valor dependiendo de la cantidad de luz que la ilumina.

Los valores de una fotorresistencia cuando está totalmente iluminada y cuando está totalmente a oscuras varía. Puede medir ohmios a 1000 ohmios (1K) en iluminación total y puede ser de 50K (50,000 Ohms) a varios mega ohms cuando está a oscuras.

Símbolo de la fotorresistencia, fotorresistor o LDR.



El LDR es fabricado con materiales de estructura cristalina, y utiliza sus propiedades fotoconductoras. Los cristales utilizados más comunes son: sulfuro de cadmio y seleniuro de cadmio. El valor de la fotorresistencia (en Ohmios) no varía de forma instantánea cuando se pasa de luz a oscuridad o al contrario, y el tiempo que se dura en este proceso no siempre es igual si se pasa de oscuro a iluminado o si se pasa de iluminado a oscuro.

Esto hace que el LDR no se pueda utilizar en muchas aplicaciones, especialmente aquellas que necesitan de mucha exactitud en cuanto a tiempo para cambiar de estado (oscuridad a iluminación o iluminación a oscuridad) y a exactitud de los valores de la fotorresistencia al estar en los mismos estados anteriores. Su tiempo de respuesta típico es de aproximadamente 0.1 segundos.

Pero hay muchas aplicaciones en las que una fotorresistencia es muy útil. En casos en que la exactitud de los cambios no es importante.



CDS Light-Dependent Photoresistors

**Light-Dependent Photoresistors for
Sensor Applications**

▶ Features

- Quick Response
- Reliable Performance
- Epoxy or hermetical package
- Good Characteristic of Spectrum

▶ Applications

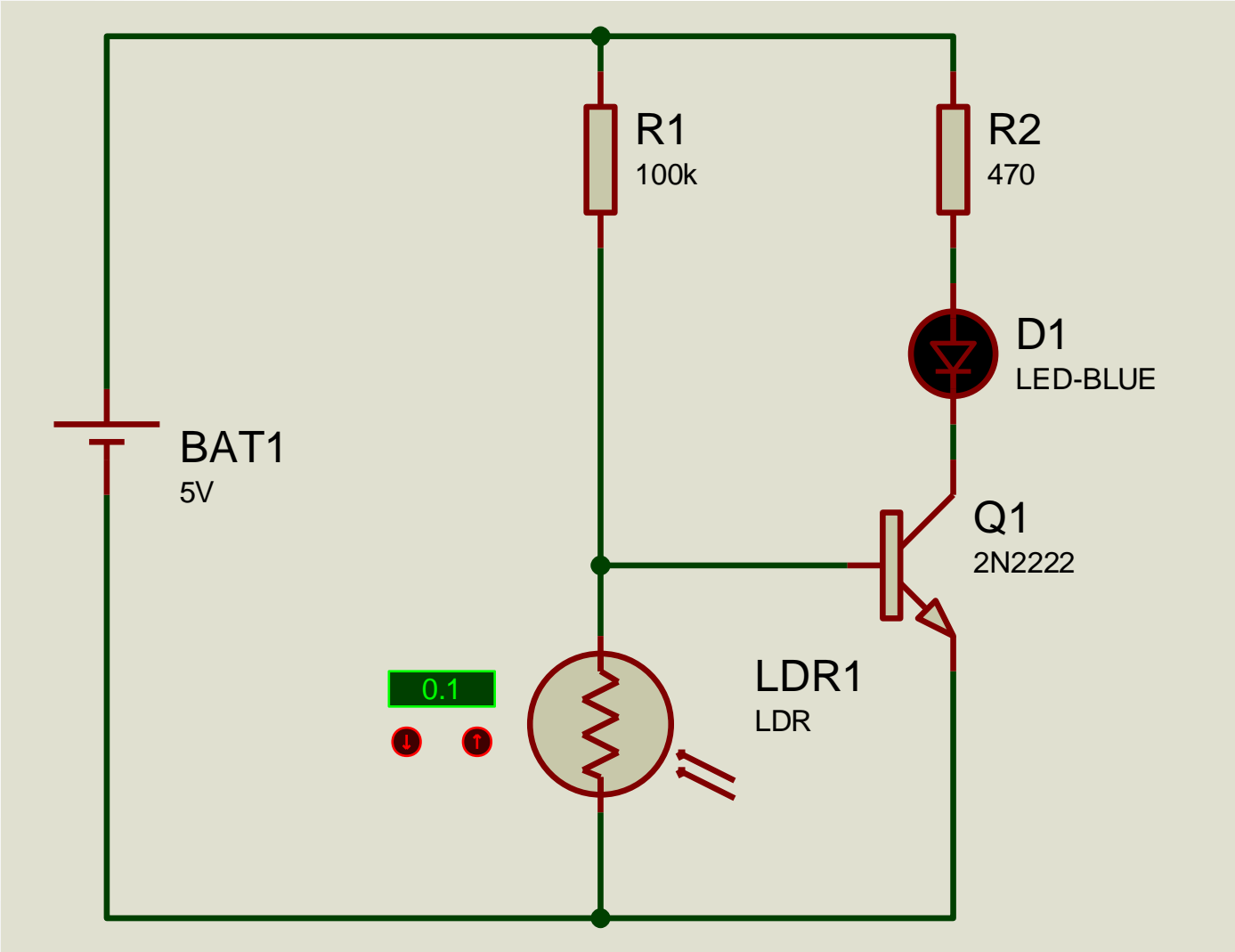
- Photoswitch
- Photoelectric Control
- Auto Flash for Camera
- Electronic Toys, Industrial Control



▶ Electronics Characteristics

Model	Vmax (VDC)	Pmax (mW)	Ambient Temp (°C)	Spectral Peak (nm)	Photo Resistance (10Lx) (KΩ)	Dark Resistance (MΩ)min	γ min	ResponseTime (ms)	
								Rise	Decay
PGM5506	100	90	-30 ~ +70	540	2 ~ 6	0.15	0.6	30	40
PGM5516	100	90	-30 ~ +70	540	5 ~ 10	0.2	0.6	30	40
PGM5526	150	100	-30 ~ +70	540	8 ~ 20	1.0	0.6	20	30
PGM5537	150	100	-30 ~ +70	540	16 ~ 50	2.0	0.7	20	30
PGM5539	150	100	-30 ~ +70	540	30 ~ 90	5.0	0.8	20	30
PGM5549	150	100	-30 ~ +70	540	45 ~ 140	10.0	0.8	20	30
PGM5616D	150	100	-30 ~ +70	560	5 ~ 10	1.0	0.6	20	30
PGM5626D	150	100	-30 ~ +70	560	8 ~ 20	2.0	0.6	20	30
PGM5637D	150	100	-30 ~ +70	560	16 ~ 50	5.0	0.7	20	30
PGM5639D	150	100	-30 ~ +70	560	30 ~ 90	10.0	0.8	20	30

PRÁCTICA No 1 "Fotorresistencia"



PRÁCTICA 1

Desarrollo

1. Mida el valor de la fotorresistencia tanto en iluminación como en oscuridad.

LDR (Oscuridad)= _____ LDR (Iluminación)= _____

2. Determine teóricamente si el transistor puede pasar de corte a saturación.

3. Arme el circuito en cuestión.

4. Mida los valores de Voltaje y Corriente en LDR en ambos casos. (Iluminación y Oscuridad).

V_{LDR} = _____ I_{LDR} = _____ (Iluminación)

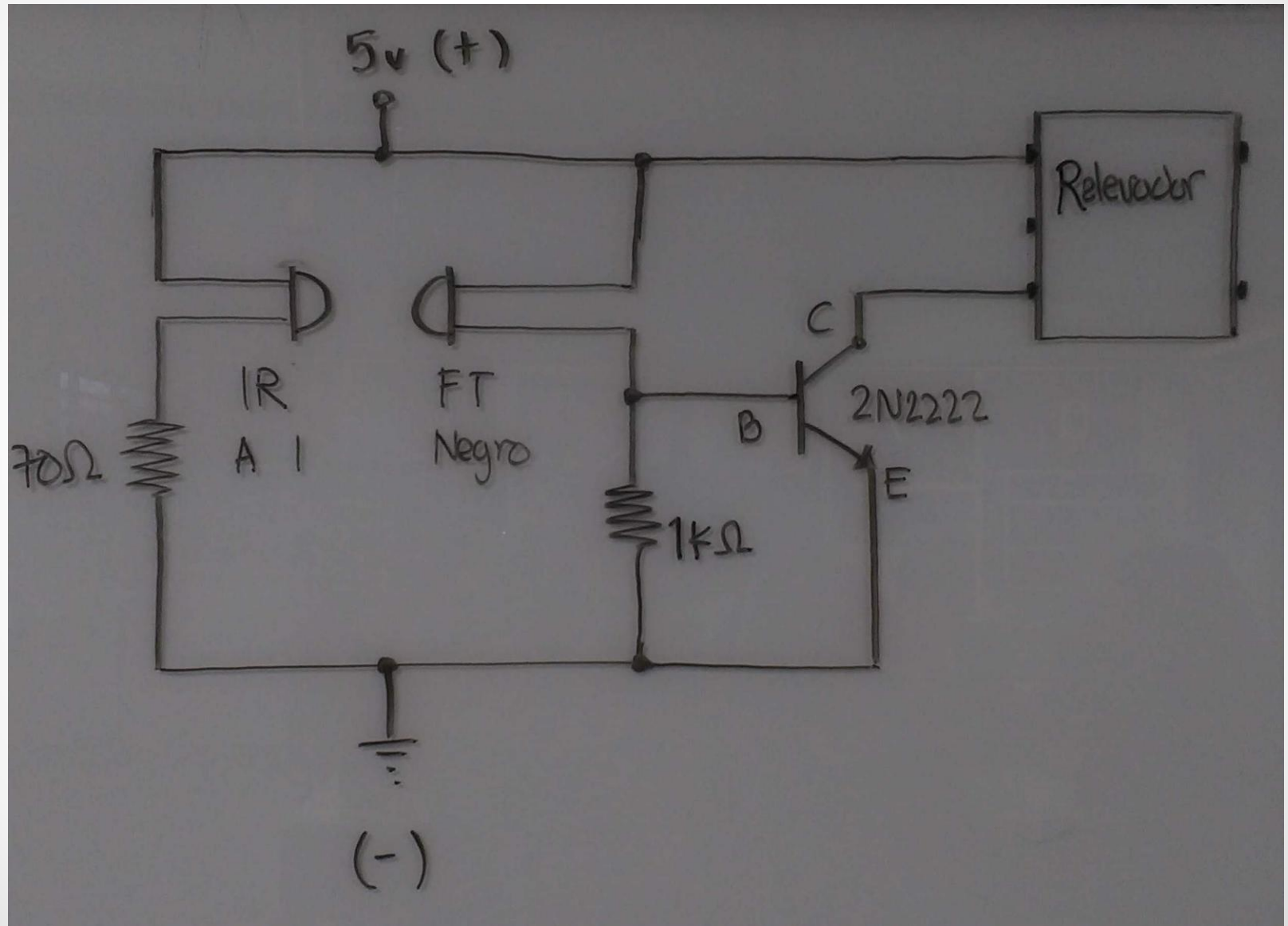
V_{LDR} = _____ I_{LDR} = _____ (Oscuridad)

5. Calcule los valores LDR tanto en Iluminación como en Oscuridad.

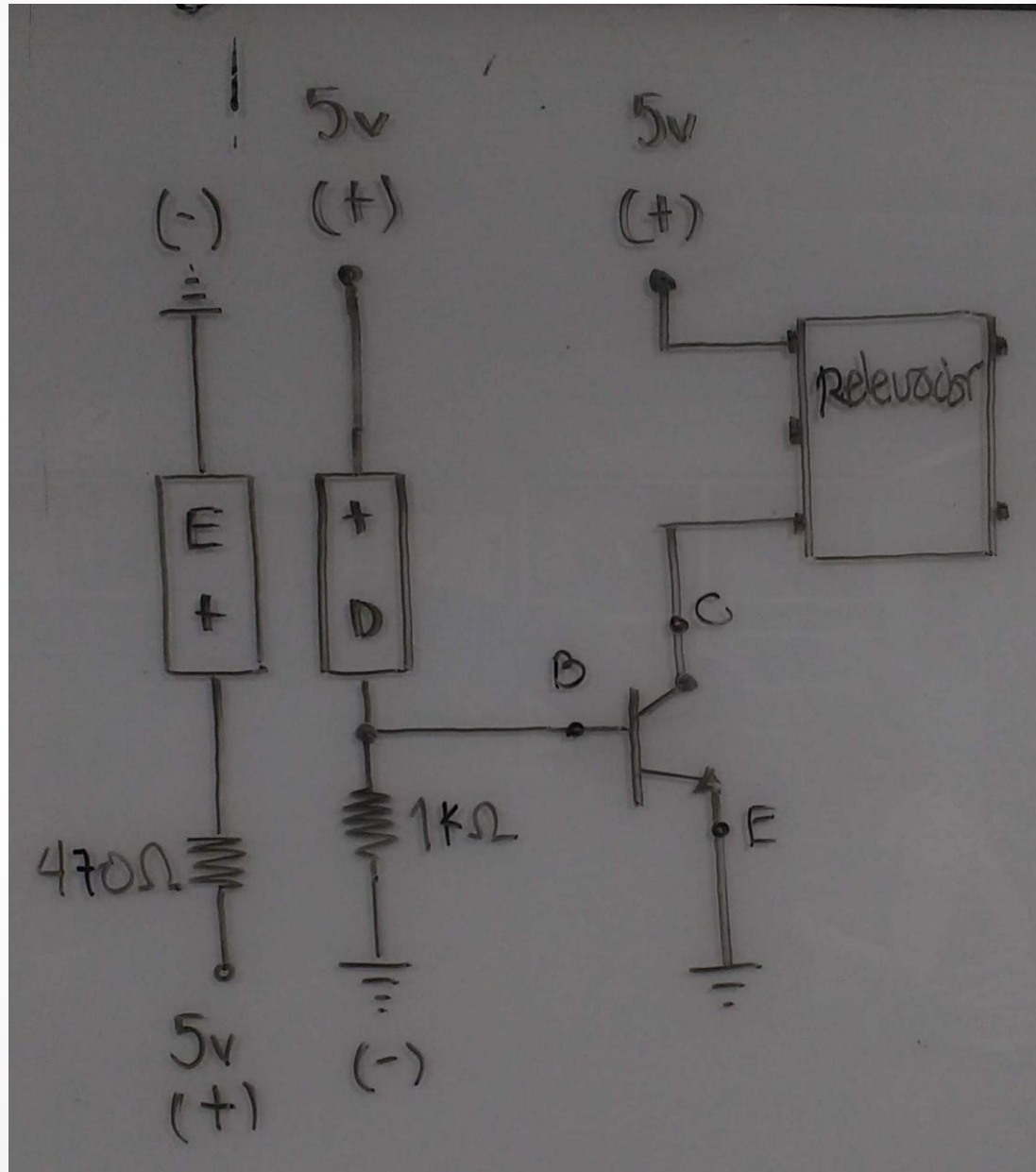
LDR (Oscuridad)= _____ LDR (Iluminación)= _____

6. De sus conclusiones acerca de los puntos 1 y 5 de la práctica.

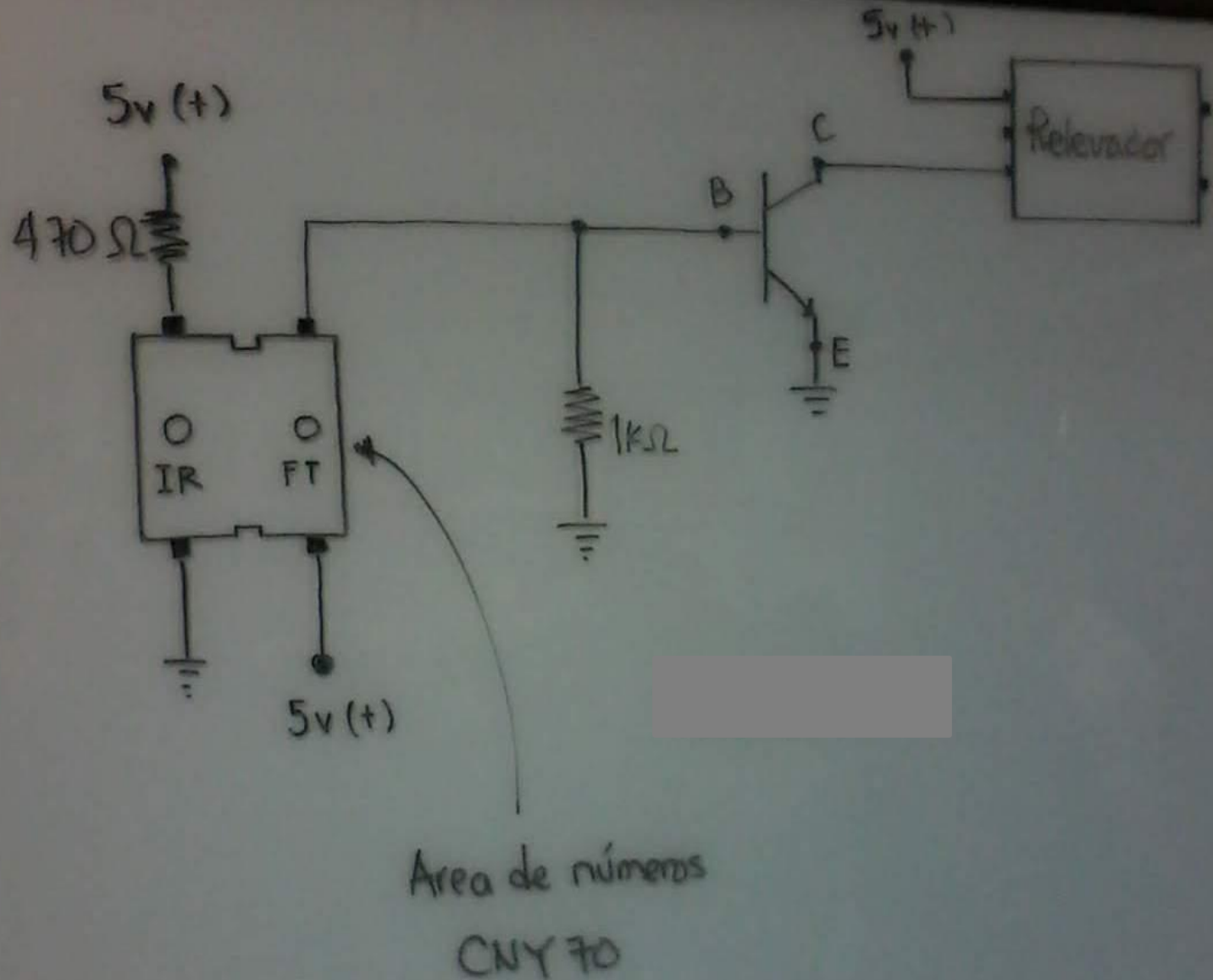
PRÁCTICA # 2 "FOTOTRANSISTOR"



PRÁCTICA # 3 "SENSOR DE HERRADURA"



PRÁCTICA # 4 "SENSOR REFLECTIVO"



1.3 Fotodiodo

Para estudiar la operación del fotodiodo, se realizarán algunas precisiones acerca de las fuentes luminosas, las cuales ofrecen en consecuencia, una fuente de energía única, la cual es transmitida como paquetes discretos llamados fotones, los cuales poseen un nivel directamente relacionado con la frecuencia de la onda de luz según lo determina la siguiente ecuación:

$$W = h f$$

Donde:

W = Energía Única (Joules)

h = Constante de Planck (Joules-Segundo)

f = Frecuencia de la Onda (Hertz o CPS)

Con esto, se confirma que la energía depende directamente del valor de la frecuencia.

La frecuencia a su vez, se encuentra directamente relacionada con la longitud de onda de la onda aplicada, mediante la siguiente ecuación:

$$\lambda = v/f$$

Donde:

λ = Longitud de onda (Metros)

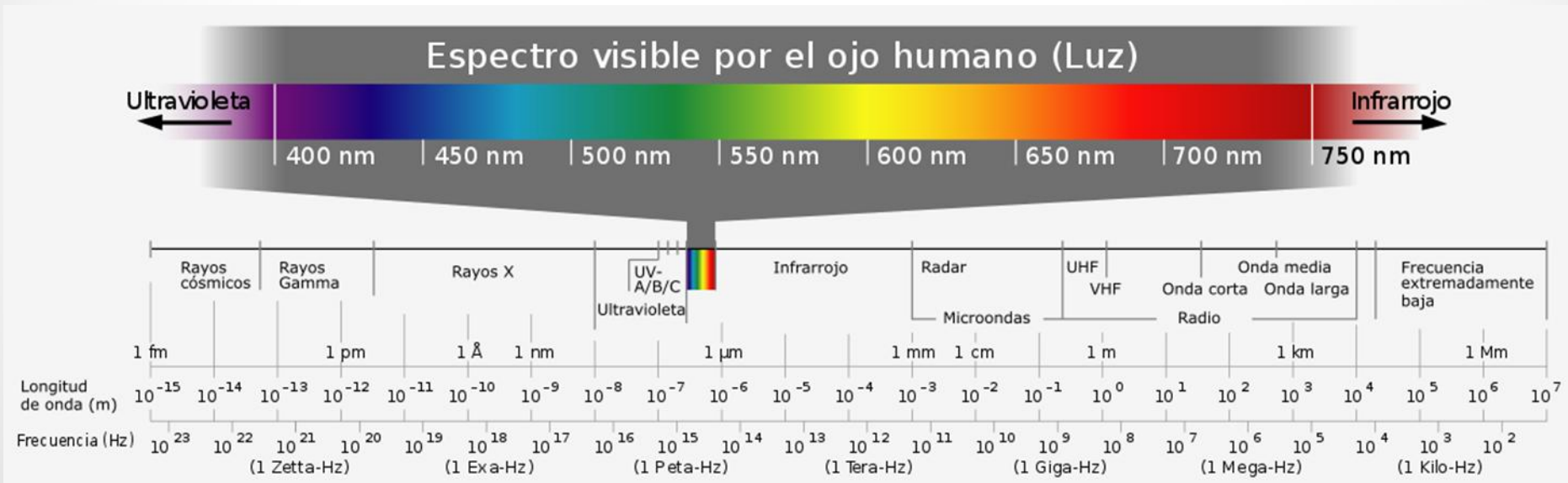
v = Velocidad de la luz (3×10^8 Metros/Segundo)

f = Frecuencia de la Onda (Hertz)

La longitud de onda por lo regular se mide en Unidades Angstrom (\AA) o en micrómetros (μm) donde:

$$1\text{\AA} = \quad \text{m} \quad \text{y} \quad 1\mu\text{m} = \quad \text{m}$$

La longitud de onda es muy importante, pues determina el material que se utilizará en el dispositivo optoelectrónico. La respuesta espectral relativa del Silicio, Germanio y Selenio se señala en la siguiente figura, se incluye también la longitud de onda de los colores visibles.



El número de electrones libres generado en cada material es proporcional a la intensidad de la luz incidente. El flujo luminoso se mide en lúmenes (lm) o watts (W).

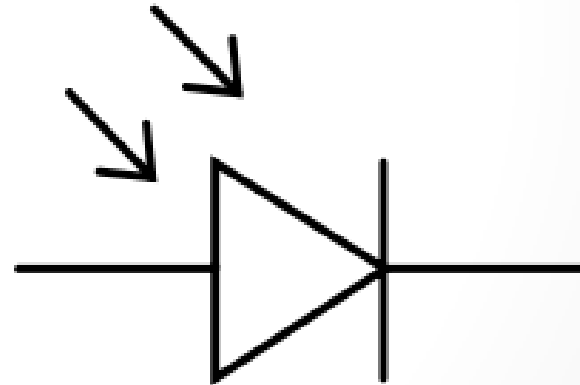
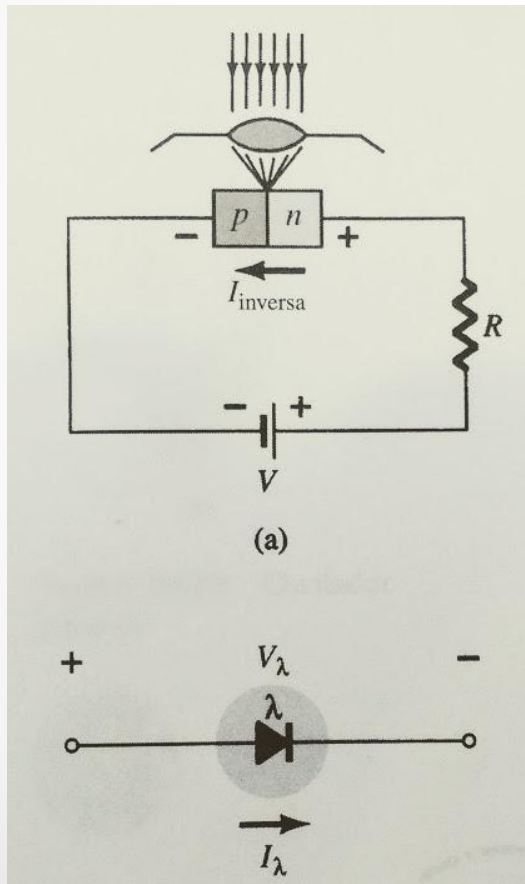
Estas dos unidades se relacionan entre si mediante la siguiente igualdad:

$$1 \text{ lm} = 1.496 \text{ W}$$

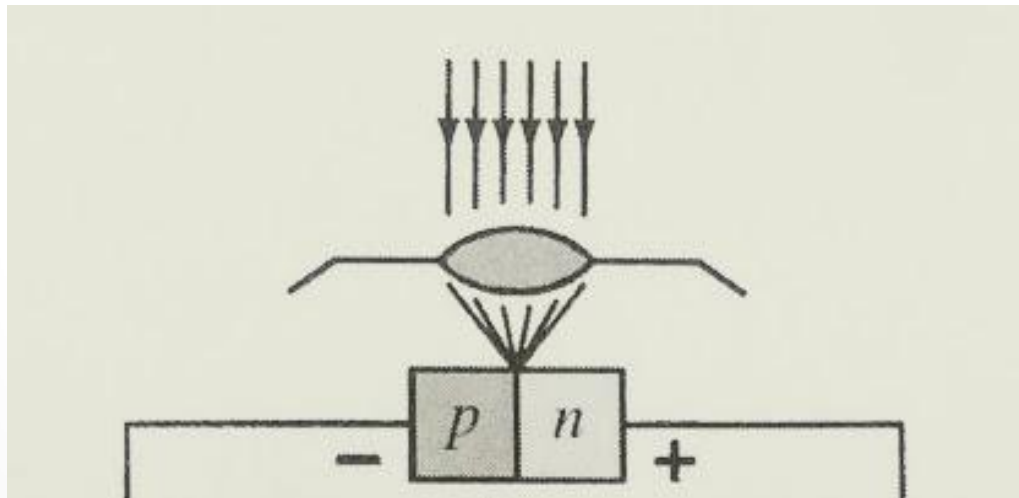
La intensidad luminosa normalmente se mide en lm/ft², pies candela (fc) o W/m², donde:

$$1 \text{ lm/ft}^2 = 1 \text{ fc} = 1.609 \text{ W/m}^2$$

El fotodiodo es un dispositivo de unión PN cuya región de operación es en polarización inversa. El arreglo básico de polarización, la construcción y el símbolo de este dispositivo se muestran en la siguiente figura:



Si el fotodiodo es polarizado en directa, la luz que incide no tendría efecto sobre él y se comportaría como un diodo semiconductor normal. (Recuerde, el fotodiodo trabaja en inversa). La mayoría de los fotodiodos vienen equipados con un lente que concentra la cantidad de luz que lo incide, de manera que su reacción a la luz sea más evidente.

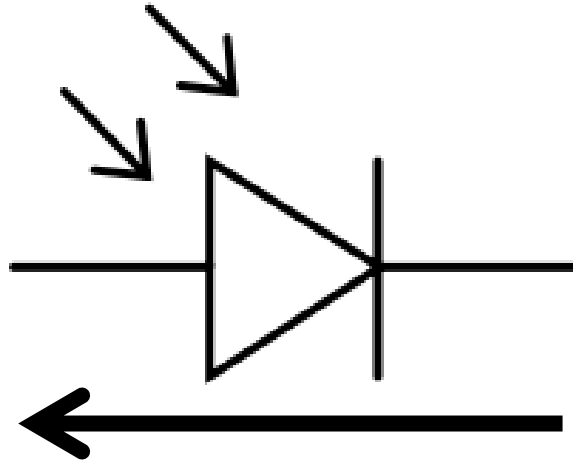


A diferencia del LDR o fotorresistencia, el fotodiodo responde a los cambios de oscuridad a iluminación y viceversa con mucha más velocidad, y puede utilizarse en circuitos con tiempo de respuesta más pequeño.



El fotodiodo se parece mucho a un diodo semiconductor común, pero tiene una característica que lo hace muy especial: es un dispositivo que conduce una cantidad de corriente eléctrica proporcional a la cantidad de luz que lo incide (lo ilumina).

Esta corriente eléctrica fluye en sentido opuesto a la flecha del diodo y se llama corriente de fuga.

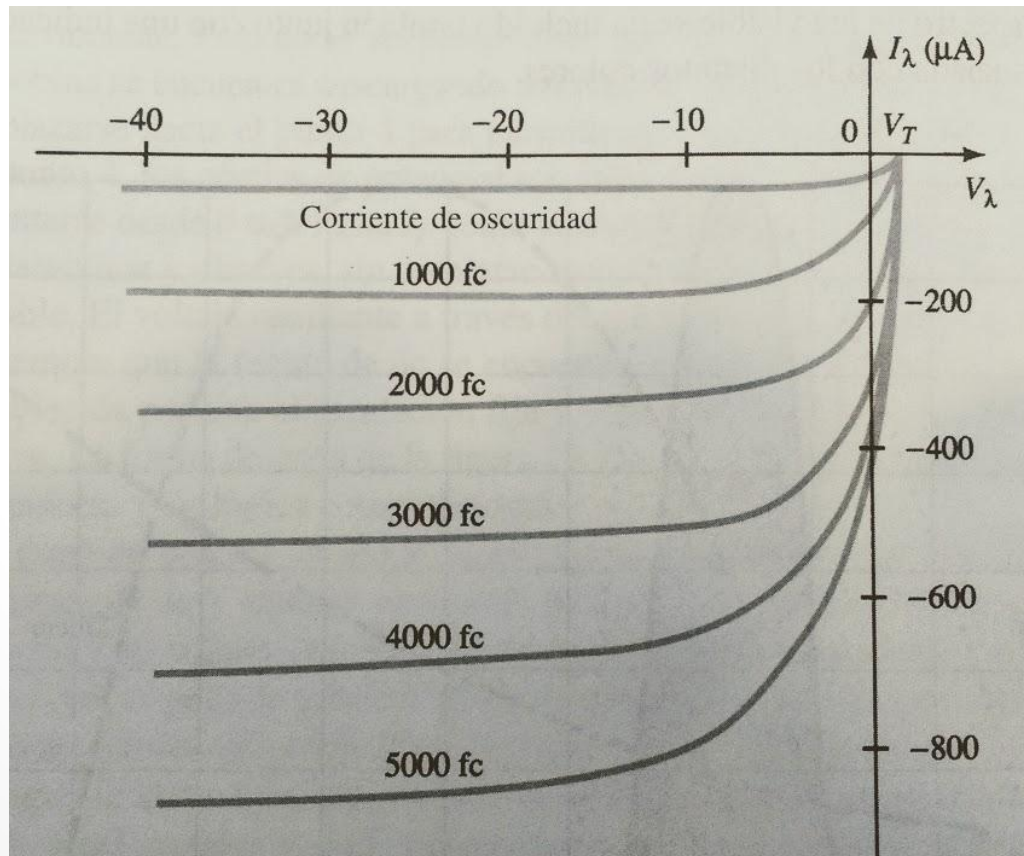


CORRIENTE DE FUGA

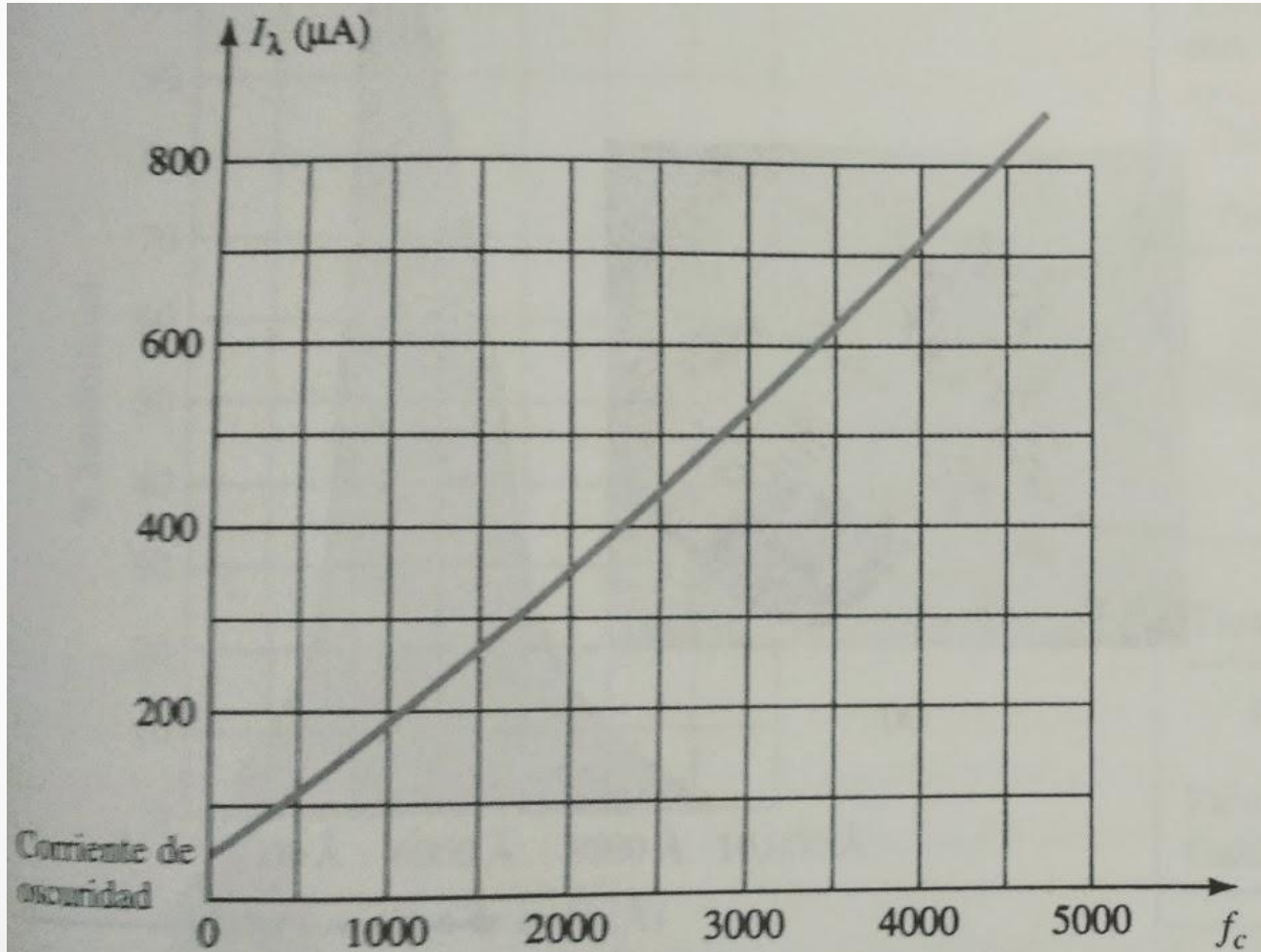
El fotodiodo se puede utilizar como dispositivo detector de luz, pues convierte la luz en electricidad y esta variación de electricidad es la que se utiliza para informar que hubo un cambio en el nivel de iluminación sobre el fotodiodo.

CURVA CARACTERÍSTICA DEL FOTODIODO

La corriente de oscuridad es la corriente que se presentará sin iluminación aplicada, observe que la corriente solamente regresará a cero con una polarización directa aplicada igual a V_T .

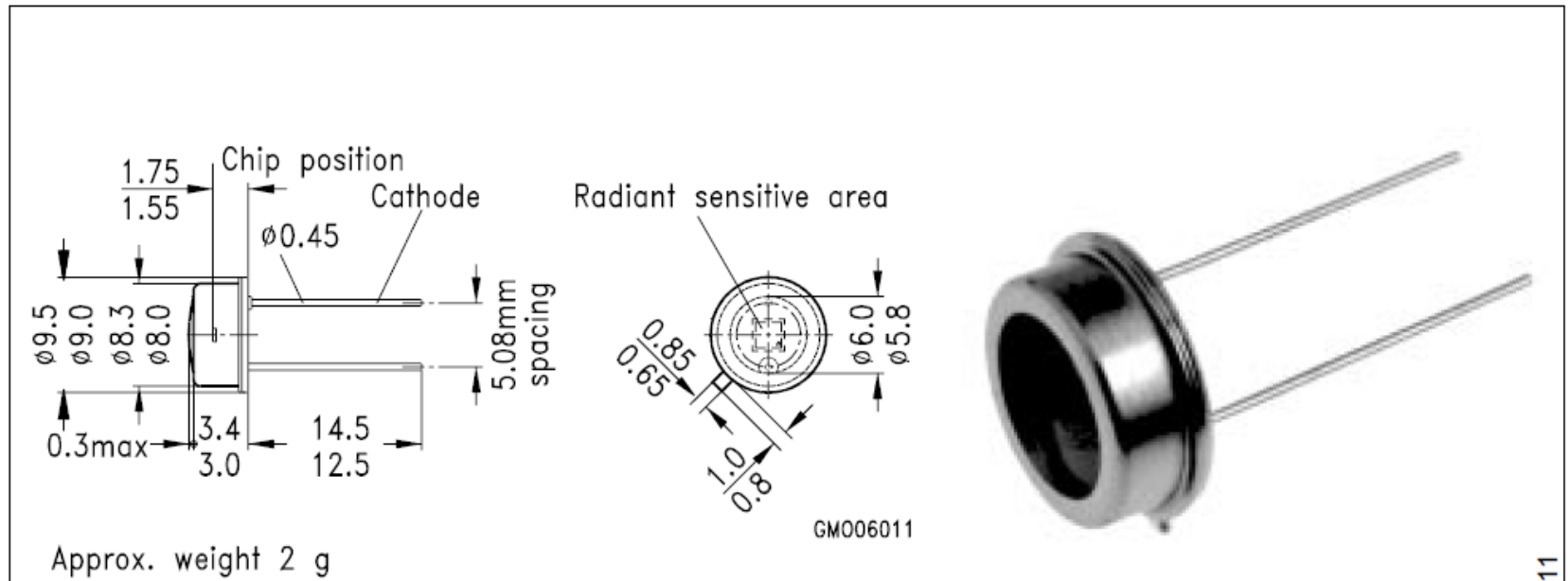


La corriente inversa y el flujo luminoso se encuentran relacionados prácticamente de manera lineal, lo cual se manifiesta en la siguiente figura:



Silizium-Fotodiode für den sichtbaren Spektralbereich Silicon Photodiode for the visible spectral range

BPW 21



Features

- Especially suitable for applications from 350 nm to 820 nm
- Adapted to human eye sensitivity (V_λ)
- Hermetically sealed metal package (similar to TO-5)

Applications

- Exposure meter for daylight
- For artificial light of high color temperature in photographic fields and color analysis

Characteristics ($T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$, standard light A, $T = 2856\text{ K}$)

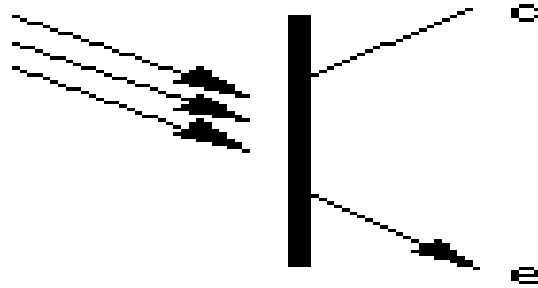
Bezeichnung Description	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Fotoempfindlichkeit, $V_R = 5\text{ V}$ Spectral sensitivity	S	10 (≥ 5.5)	nA/lx
Wellenlänge der max. Fotoempfindlichkeit Wavelength of max. sensitivity	$\lambda_{S\text{ max}}$	550	nm
Spektraler Bereich der Fotoempfindlichkeit $S = 10\%$ von S_{max} Spectral range of sensitivity $S = 10\%$ of S_{max}	λ	350 ... 820	nm
Bestrahlungsempfindliche Fläche Radiant sensitive area	A	7.34	mm ²
Abmessung der bestrahlungsempfindlichen Fläche Dimensions of radiant sensitive area	$L \times B$ $L \times W$	2.73×2.73	mm \times mm

Characteristics ($T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$, standard light A, $T = 2856\text{ K}$) (cont'd)

Bezeichnung Description	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Dunkelstrom Dark current $V_R = 5\text{ V}$ $V_R = 10\text{ mV}$	I_R I_R	2 (≤ 30) 8 (≤ 200)	nA pA
Spektrale Fotoempfindlichkeit, $\lambda = 550\text{ nm}$ Spectral sensitivity	S_λ	0.34	A/W
Quantenausbeute, $\lambda = 550\text{ nm}$ Quantum yield	η	0.80	<u>Electrons</u> Photon
Leerlaufspannung, $E_v = 1000\text{ lx}$ Open-circuit voltage	V_O	400 (≥ 320)	mV
Kurzschlußstrom, $E_v = 1000\text{ lx}$ Short-circuit current	I_{SC}	10	μA
Anstiegs- und Abfallzeit des Fotostromes Rise and fall time of the photocurrent $R_L = 1\text{ k}\Omega$; $V_R = 5\text{ V}$; $\lambda = 550\text{ nm}$; $I_p = 10\text{ }\mu\text{A}$	t_r, t_f	1.5	μs

1.4 FOTOTRANSISTOR

Se trata de un transistor bipolar sensible a la luz.

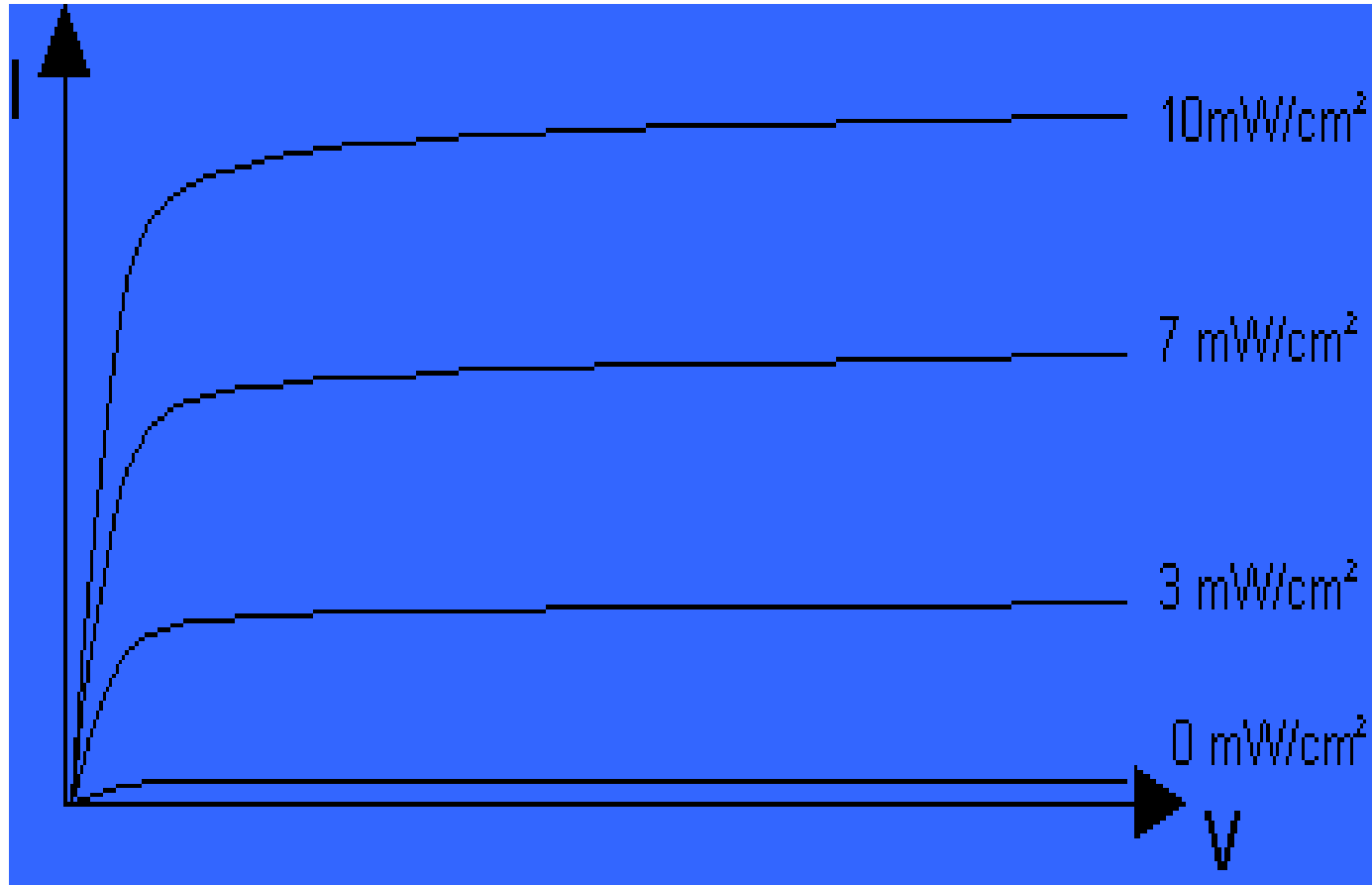


La radiación luminosa se hace incidir sobre la unión colector base cuando éste opera en la Región Activa. En esta unión se generan los pares electrón - hueco, que provocan la corriente eléctrica.

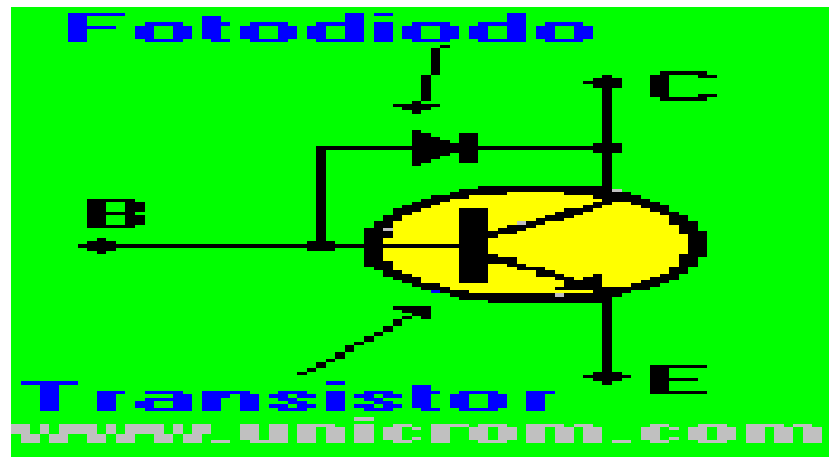
OPERACIÓN DE UN TRANSISTOR

- Un fototransistor opera, generalmente sin terminal de base ($I_b=0$) (fototransistor de 2 terminales o base abierta), aunque en algunos casos hay fototransistores tienen disponible un terminal de base (fototransistor de 3 terminales), para trabajar como un transistor normal.
- La sensibilidad de un fototransistor es superior a la de un fotodiodo, ya que la pequeña corriente fotogenerada es multiplicada por la ganancia del transistor.
- Las curvas de funcionamiento de un fototransistor son las que se muestran . Como se puede apreciar, son curvas análogas a las del transistor BJT, sustituyendo la intensidad de base por la potencia luminosa por unidad de área que incide en el fototransistor.

Curvas características de un fototransistor típico



- Se pueden utilizar las dos en forma simultánea, aunque el fototransistor se utiliza principalmente con la terminal de la base sin conectar ($I_B = 0$, fototransistor de base abierta o de dos terminales).
- La corriente de base total es igual a corriente de base (modo común) + corriente de base (por iluminación): $I_{BT} = I_B + I_P$
- Si se desea aumentar la sensibilidad del transistor, debido a la baja iluminación, se puede incrementar la corriente de base (I_B), con ayuda de polarización externa (Fototransistor de tres terminales).
- El circuito equivalente de un fototransistor, es un transistor común con un fotodiodo conectado entre la base y el colector, con el cátodo del fotodiodo conectado al colector del transistor y el ánodo a la base.



Funcionamiento:

- **Al exponer el fototransistor a la luz, los fotones entran en contacto con la base del mismo, generando huecos y con ello una corriente de base que hace que el transistor entre la región activa, y presente una corriente de colector a emisor. Es decir, los fotones en este caso, reemplazan la corriente de base que normalmente se aplica eléctricamente. Es por este motivo que a menudo la terminal correspondiente a la base está ausente del transistor.**
- **La característica más sobresaliente de un fototransistor es que permite detectar luz y amplificarla mediante el uso de un sólo dispositivo.**

Construcción:

- Los fototransistores están constituidos por silicio o germanio, parecido a un transistor bipolar. Existen fototransistores NPN como PNP. Debido a que la radiación es la que dispara la base del transistor usualmente la terminal correspondiente a la base no se incluye en el transistor.
- El método de construcción es el de difusión.

Este consiste en que se utiliza silicio o germanio, así como gases como impurezas o dopantes. Por medio de la difusión, los gases dopantes penetran la superficie sólida de silicio. Sobre una superficie sobre la cual ya ha ocurrido la difusión, se pueden realizar difusiones posteriores, creando capas de dopantes en el material. La parte exterior del fototransistor está hecha de un material llamado epoxy, que es una resina que permite el ingreso de radiación hacia la base del transistor.

La corriente generada por efectos fotoeléctricos es la corriente de base del transistor, siendo de las uniones p-n del transistor, la unión colector-base la fotosensible.

$$I_c = (h_{fe} + 1) I_\lambda$$

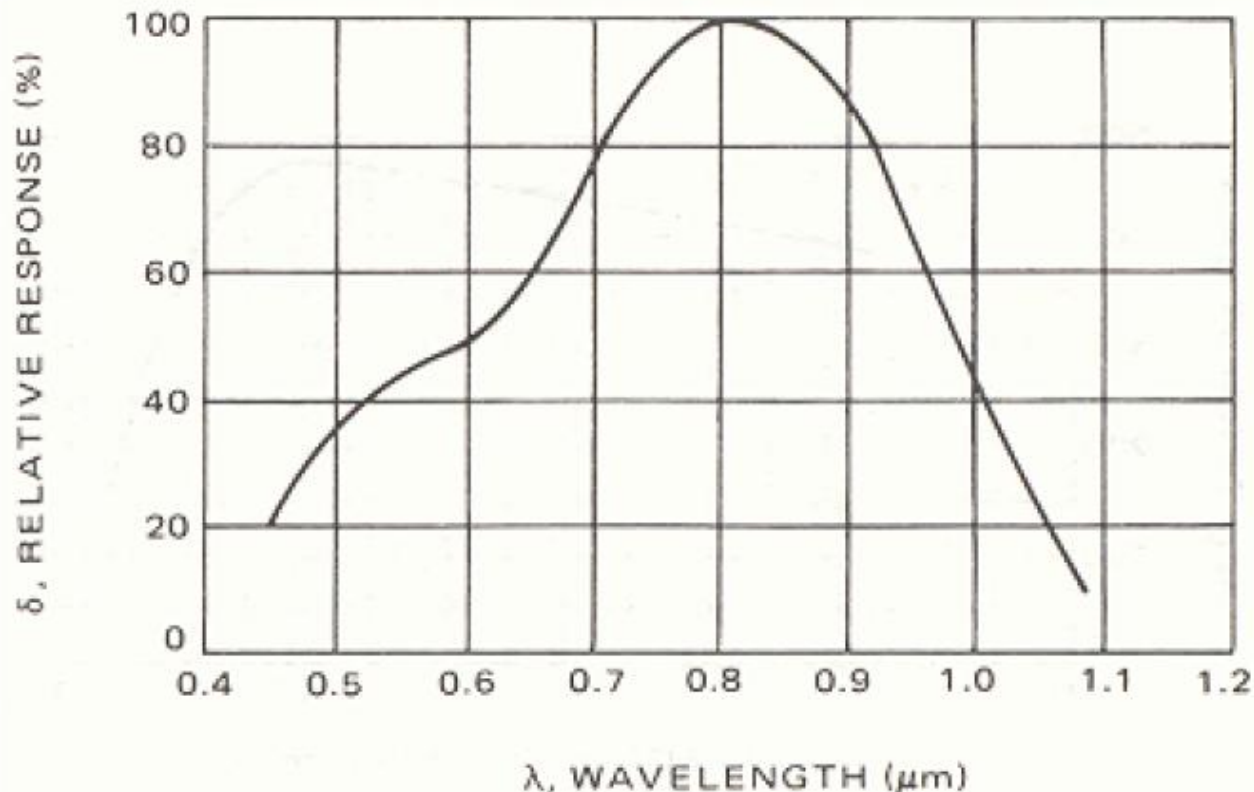
Donde:

I_c = corriente del colector,

h_{fe} = ganancia en sentido directo de corriente

I_λ = corriente de base foto inducida.

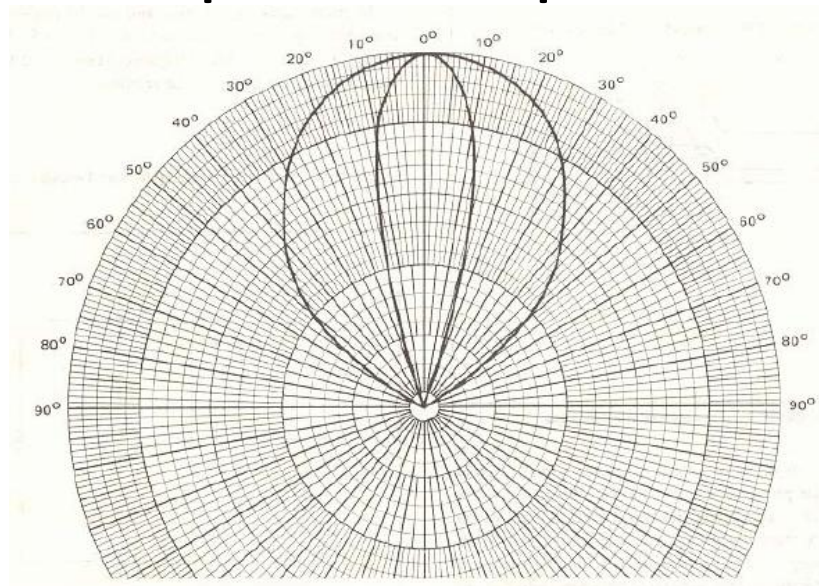
Respuesta espectral. La curva de respuesta espectral proporciona una indicación de la habilidad del dispositivo para responder a las diferentes longitudes de onda. En la figura se muestra la respuesta espectral de un fototransistor de la serie MRD300 de Motorola. Como se ve la respuesta pico se obtiene alrededor de los 8000 Angstroms o 800 nano metros.



Alineación angular

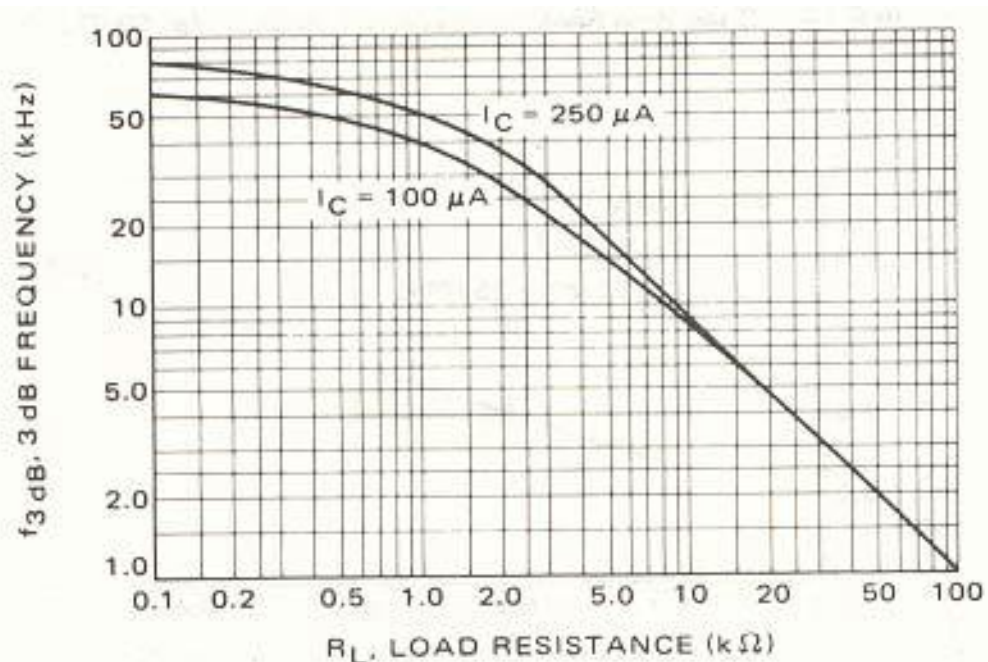
La ley de Lambert de la iluminación establece que, la iluminación de una superficie es proporcional al coseno del ángulo entre la normal de la superficie y la dirección de la radiación. Así el alineamiento angular de un foto transistor y su fuente de radiación es muy significativo. La proporcionalidad cosenoidal representa una respuesta angular ideal.

La presencia de un lente óptico y el limite del tamaño de la ventana afectan también la respuesta. Esta información se maneja mejor en una grafica polar de la respuesta del dispositivo.



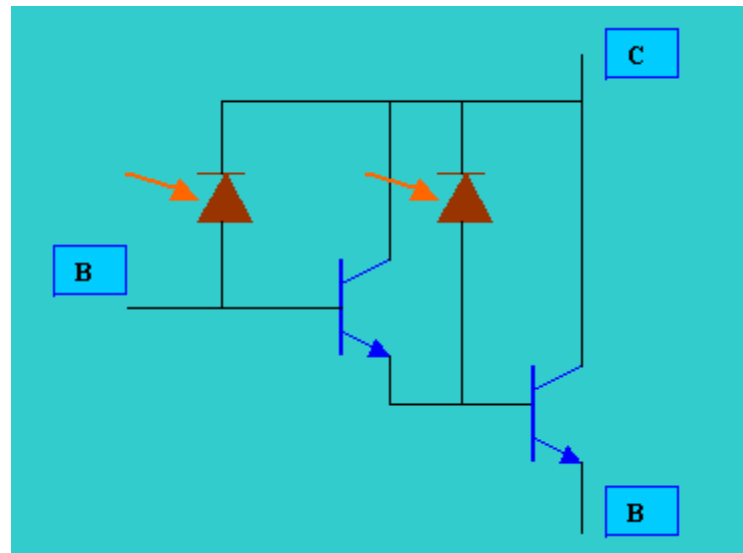
Linealidad. La variación de la hfe con respecto a la corriente de colector da como resultado una respuesta no lineal del foto transistor sobre ondas de gran señal. Sin embargo la respuesta a pequeña señal es aproximadamente lineal.

Respuesta de frecuencia. La respuesta de frecuencia del foto transistor es plana bajando hacia CD con una frecuencia de corte dependiente de la impedancia de carga así como también del dispositivo. La respuesta esta dada en la figura como la frecuencia de 3dB en función de la impedancia de la carga para dos valores de corriente de colector.



FOTODARLINGTON

- Básicamente, este dispositivo es el mismo que el transistor sensible a la luz, excepto que tiene una ganancia mucho mayor debido a las dos etapas de amplificación, conectadas en cascada, incorporadas en una sola pastilla.

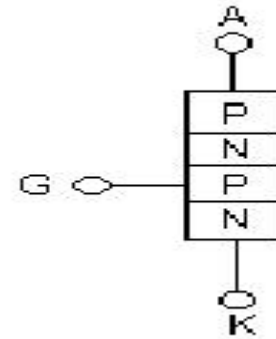
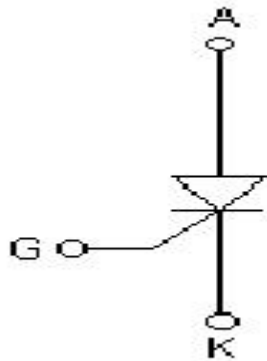


FOTOTIRISTORES

- Un tiristor es uno de los tipos más importantes de los dispositivos semiconductores de potencia
- Los tiristores se utilizan en forma extensa en los circuitos electrónicos de potencia. Se operan como conmutadores biestables, pasando de un estado no conductor a un estado conductor.
- Para muchas aplicaciones se puede suponer que los Tiristores son interruptores o conmutadores ideales

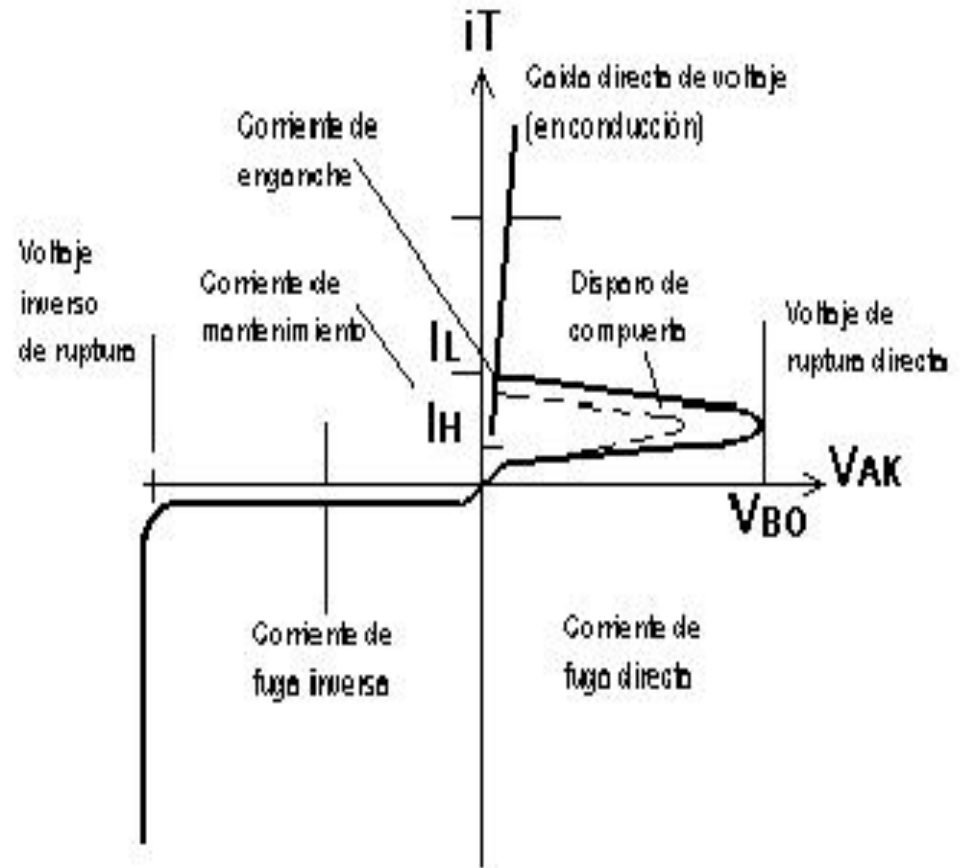
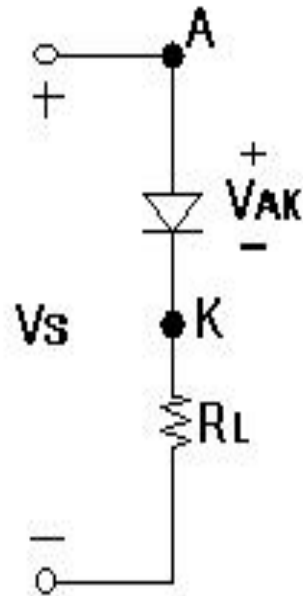
TYRISTOR.

- Un Tiristor es dispositivo semiconductor de cuatro capas de estructura pnpn con tres uniones pn tiene tres terminales: ánodo cátodo y compuerta.

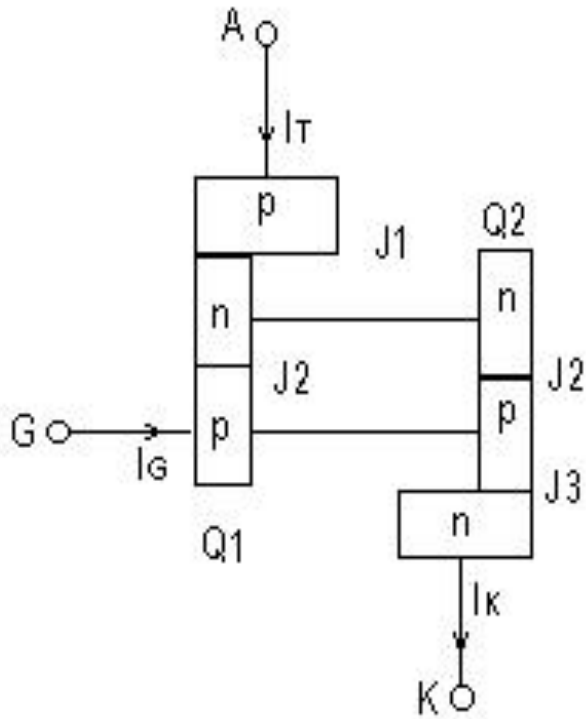


Símbolo del tiristor y tres uniones pn.

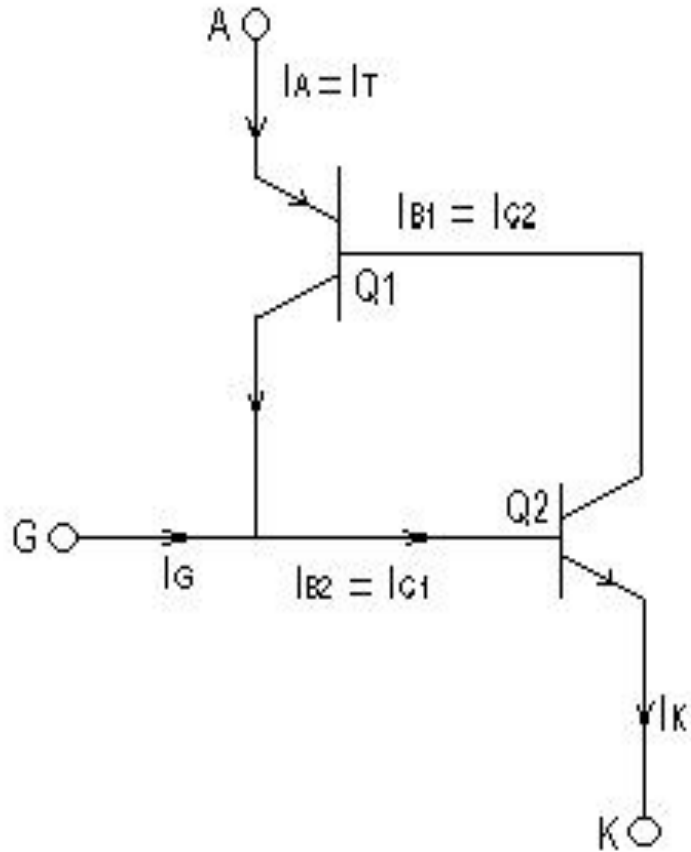
CURVA CARACTERÍSTICA V-I.



MODELO DEL TIRISTOR CON TRANSISTORES.



Estructura básica



Circuito equivalente

ACTIVACIÓN DEL TIRISTOR.

- Un tiristor se activa incrementando la energía del ánodo. Esto se puede llevar a cabo mediante una de las siguientes formas.
- a).- **TÉRMICA.**
- b).- **LUZ.**
- c).- **ALTO VOLTAJE.**
- d).- **dv/dt** (velocidad de elevación del voltaje ánodo-cátodo).
- e).- **CORRIENTE DE COMPUERTA.**

ACTIVACIÓN POR LUZ.

- Si se permite que la luz llegue a las uniones de un tiristor, aumentan los pares electrón-hueco pudiéndose activar el tiristor. La activación de tiristores por luz se logra permitiendo que esta llegue a los discos de silicio. El nombre de estos componentes se conoce como FOTOTYRISTORES.

TIPOS DE TIRISTORES.

- 1. Tiristores de control de fase (SCR).
- 2. Tiristores de conmutación rápida (SCR).
- 3. Tiristores de desactivación por compuerta (GTO).
- 4. Tiristores de triodo bidireccional (TRIAC).
- 5. Tiristores de conducción inversa (RTC).
- 6. Tiristores de inducción estática (SITH).
- 7. Rectificadores controlados de silicio activados por luz (LASCR).
- 8. Tiristores controlados por FET (FET-CTH).
- 9. Tiristores controlados por MOS (MCT).

LASCR.

- El foto SCR o LASCR activado por luz (light activated SCR o LASCR) es un SCR cuyo disparo es controlado por luz. Cuando la luz incidente es suficientemente intensa, el SCR se dispara y permanece en conducción aunque desaparezca esa luz.

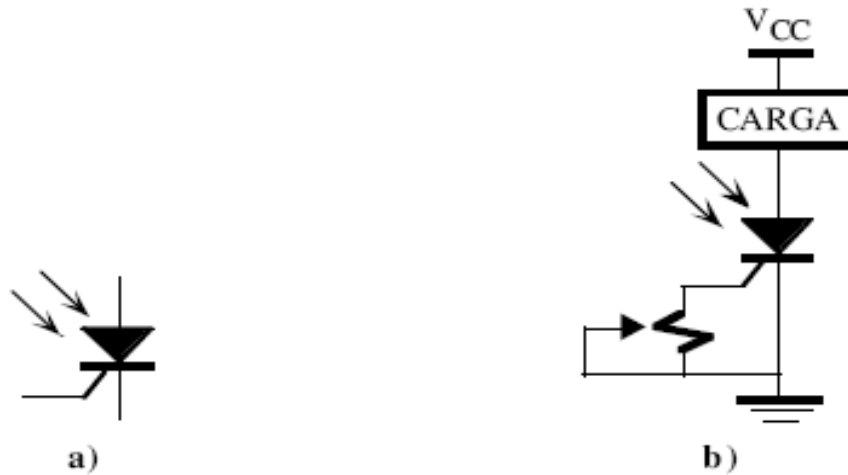
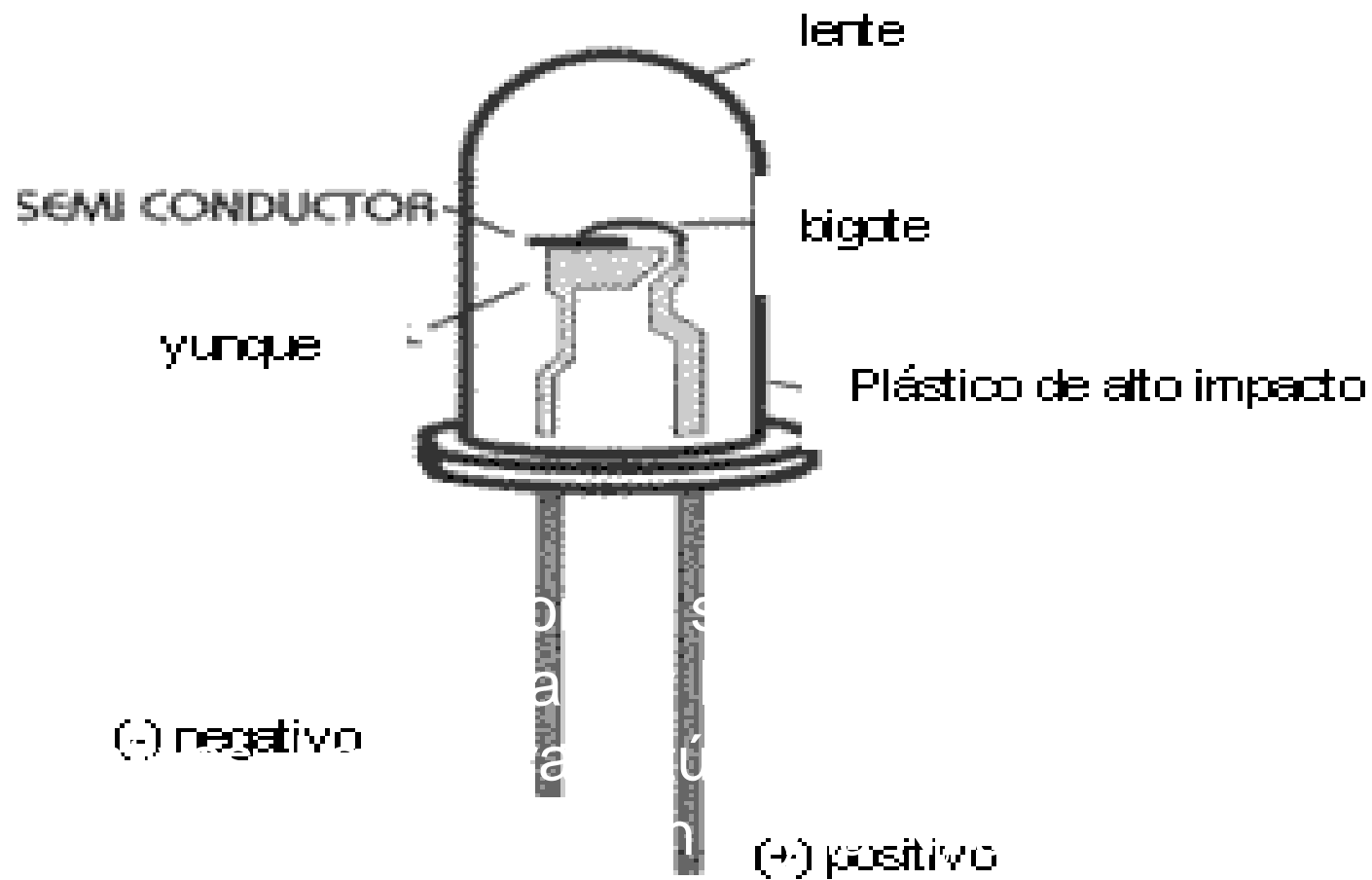


Figura 12.15. Foto-SCR o LASCR: a) Símbolo y b) ajuste de sensibilidad a la luz.

DIODO EMISOR DE LUZ.

- Un LED (Light Emitting Diode- Diodo Emisor de Luz), es un dispositivo semiconductor que emite radiación visible, infrarroja o ultravioleta cuando se hace pasar un flujo de corriente eléctrica a través de este en sentido directo. Esencialmente es una unión PN cuyas regiones P y regiones N pueden estar hechas del mismo o diferente semiconductor.
- El color de la luz emitida está determinado por la energía del fotón, y en general, esta energía es aproximadamente igual a la energía de salto de banda del material semiconductor en la región activa del LED.

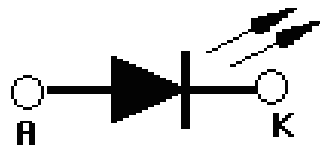
- Los elementos de los LED's son transparentes o coloreados, de un material resina-epoxy, con la forma adecuada e incluye el corazón de un LED: el chip semiconductor.
- Las terminales se extienden por debajo de la cápsula del LED o foco e indican cómo deben ser conectados al circuito. El lado negativo está indicado de dos formas:
 - 1) Por la cara plana del foco.
 - 2) Por el de menor longitud. El terminal negativo debe ser conectado al terminal negativo de un circuito.
- Los LED's operan con un voltaje relativamente bajo, entre 1 y 4 volts, y la corriente está en un rango entre 10 y 40 miliamperes. Voltajes y corrientes superiores a los indicados pueden derretir el chip del LED.
- La parte más importante del "light emitting diode" (LED) es el chip semiconductor localizado en el centro del foco.



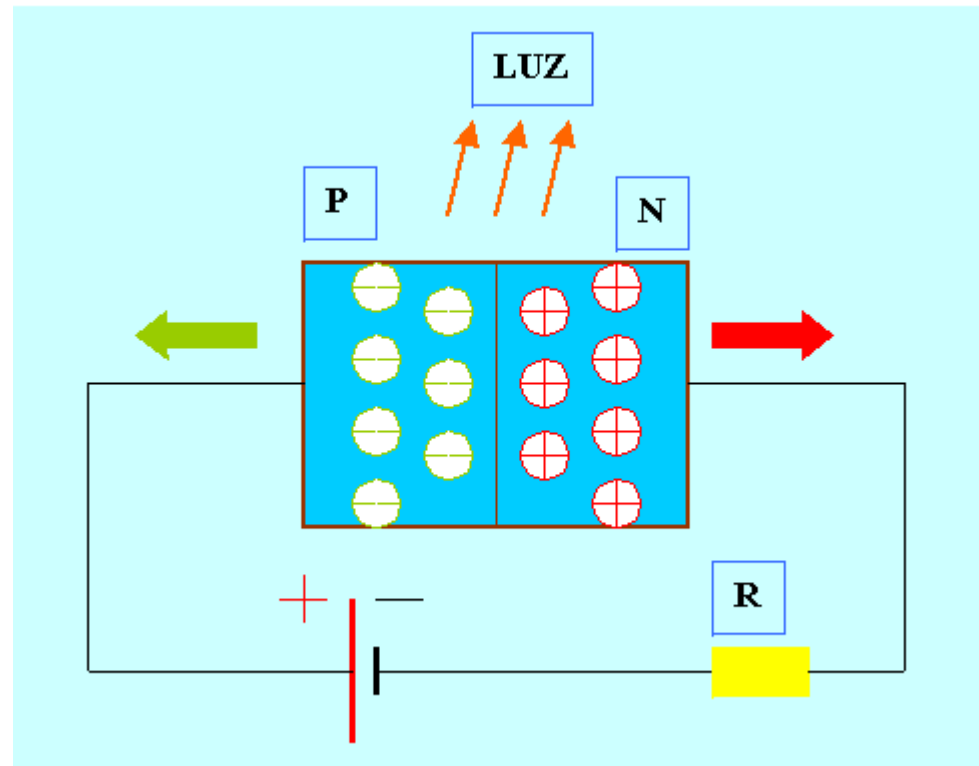
- En la tabla adjunta aparecen algunos ejemplos de materiales utilizados junto con los colores conseguidos:

Material	Longitud de Onda	Color	V_d Típica
AsGa	904 nm	IR	1 V
InGaAsP	1300 nm	IR	1 V
AsGaAl	750-850 nm	Rojo	1,5 V
AsGaP	590 nm	Amarillo	1,6 V
InGaAlP	560 nm	Verde	2,7 V
CSi	480 nm	Azul	3 V

Símbolo del diodo emisor de luz (led).

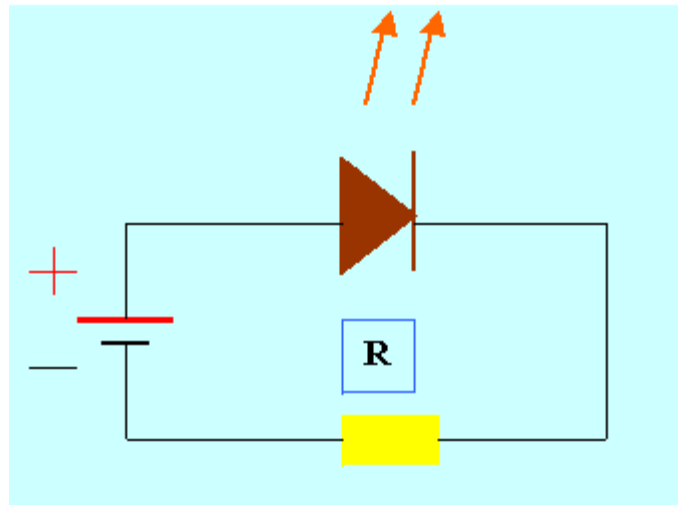


SIMBOLO



FUNCIONAMIENTO DE UN LED

- Cuando estos portadores se recombinan, se produce la liberación de una cantidad de energía proporcional al salto de banda de energía del material semiconductor. Una parte de esta energía se libera en forma de luz, mientras que la parte restante lo hace en forma de calor, estando determinadas las proporciones por la mezcla de los procesos de recombinación que se producen.



Control de un LED.

- Un LED puede ser activado por corriente continua, por impulsos o corriente alterna.
- **Por corriente continua**
- El circuito típico empleado se mostró en la figura anterior. El control de la corriente se realiza por medio de la resistencia R y su valor es: $R = (E - V_f) / I_f$
- Siendo E la tensión de alimentación, V_f la tensión en bornes del LED e I_f la corriente que lo atraviesa. La tensión E debe ser, por lo menos, dos veces la tensión V_f . Para los colores rojo, anaranjado y amarillo se recomienda un valor de I_f de 5 a 15 mA, mientras que para el verde se recomienda de 10 a 20 mA. Los parámetros para un LED de color azul son bastante diferentes, ya que presentan una $V_f = 5\text{v}$. y una corriente I_f de 60 mA para una intensidad luminosa de promedio.

- **En régimen de impulsos.**

Éste es el método más empleado, ya que el LED presenta una mayor fiabilidad y ofrece las siguientes ventajas frente al método anterior:

- a) La intensidad luminosa puede ajustarse variando la amplitud o el ancho del impulso aplicado.
- b) Genera mayor intensidad luminosa para una misma corriente media.

¿ Cómo se determina la amplitud de los impulsos?

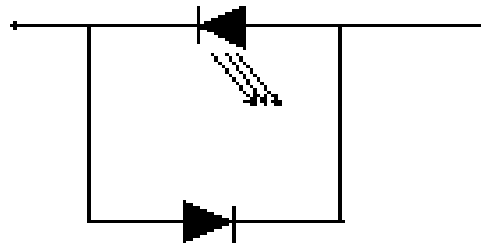
Cuando se realiza el control del LED por impulsos hay que determinar la amplitud de los mismos de la siguiente manera:

- Determinar la frecuencia y la duración del ciclo definidos por la aplicación.
- Basándose en gráficas de los fabricantes, determinar la relación entre la corriente máxima de pico y la corriente directa máxima.
- Con ayuda de las gráficas también, determinar la corriente directa máxima. Este valor disminuye para temperaturas mayores de 50 °C.

- Comparando con el control por corriente continua, para la misma corriente media, el control por impulsos ofrece una mayor intensidad luminosa media y una menor disipación de potencia.
- El funcionamiento por impulsos de los LED's provoca un fenómeno de percepción conocido como " luz enriquecida ". Este fenómeno es debido en parte a la retención del ojo de altos niveles de brillo, como los producidos por un destello de luz. Este fenómeno sólo aparece en los dispositivos de GaAsP debido a que este material no satura en condiciones de elevadas corrientes.
- Cuando el ojo humano es el detector de la energía visible, la menor energía es consumida en funcionamiento impulsional. Esto es una ventaja especialmente importante en equipos alimentados por baterías y cuando hay que controlar grandes conjuntos de LED's.

- **En corriente alterna.**

- Cuando un diodo LED se conecta a un circuito de alterna hay que prever una protección contra la tensión inversa si se espera exceder el valor máximo de V_r . En este esquema se utiliza para que el diodo LED no se encuentre nunca polarizado en inversa.
- Al situar un diodo normal en **anti paralelo**, la tensión máxima en inversa entre las terminales del LED es de 0.7 volt. Esto se realiza así porque un diodo LED puede resultar dañado más fácilmente que un diodo normal cuando se le aplica un polarización inversa.



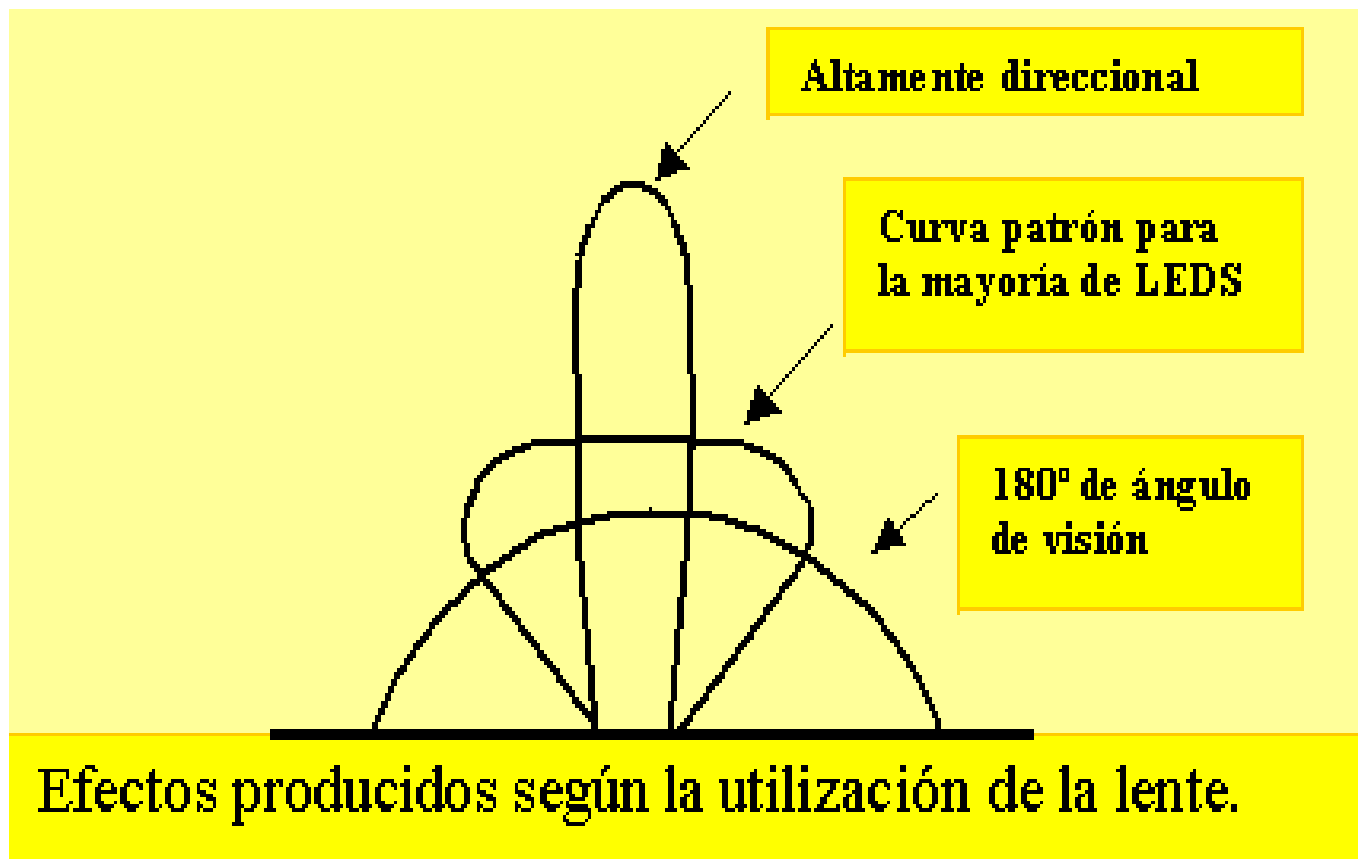
Eficiencia.

- Es la relación entre la intensidad luminosa emitida, medida en unas unidades denominadas milicandelas (mcd) y la corriente eléctrica en mA que produce dicha radiación. Se representa por “E”. Los valores normales oscilan entre los 0.5 y 2 mcd a **20 mA**. Pero los de alta eficiencia alcanzan hasta las 20 mcd a **10 mA**.
- El color depende de la energía de los fotones y de la frecuencia de la radiación, existiendo tres que son los que han estandarizado la mayoría de los fabricantes, se trata del rojo, verde y amarillo-anaranjado. En el caso de LED de infrarrojos, la radiación no será visible y, por tanto, este factor no existirá.

Para caracterizar la eficacia en la generación de fotones se definen una serie de parámetros:

- Eficiencia cuántica interna: Es la relación entre el número de fotones generados y el número de portadores (electrones y huecos) que cruzan la unión PN y se recombinan.
- La directividad : Está definida por el máximo ángulo de observación de luz que permite el tipo concreto de LED, respecto al eje geométrico del mismo.
- Este parámetro depende de la forma del encapsulado, así como de la existencia o no de una lente amplificadora incluida en el mismo.

- **El efecto cristalino** : Las lentes de los primeros LED's fueron: diseñadas para permitir el paso de la máxima cantidad de luz en la dirección perpendicular a la superficie a la superficie de montaje.





深圳市昱申科技有限公司

CHINA YOUNG SUN LED TECHNOLOGY CO., LTD.

TEL: (86) 755-28079401 28079402 28079403 28079404 28079405

FAX: (86) 755-28079407 E-mail: info@100LED.com Web: www.100LED.com

Model No.: YSL-R596CR3G4B5C-C10

Applications:

☒ Moving Message Display

☒ Full Color Display

☒ Banking Board

☒ Score Boards

☒ Digital Display

LED Chip Absolute Maximum Ratings: ($T_a=25^{\circ}\text{C}$)

Parameter	Symbol	Red	Green	Blue	Unit
Forward current	I_F	20	20	20	mA
Peak forward current (Duty Cycle= $\frac{1}{10}$, 10KHz)	I_{PF}	30	30	30	mA
Reverse current ($V_R=5V$)	I_R	10	10	10	μA
Operating temp	T_{OPR}	-25~ 85	-25~ 85	-25~ 85	$^{\circ}\text{C}$
Storage temp	T_{STG}	-30~85	-30~85	-30~85	$^{\circ}\text{C}$
Peak Emission Wavelength	λ_{PH}	625	520	467.5	nm

* Soldering Bath: not more than 5 seconds @260 $^{\circ}\text{C}$. The bottom ends of the plastic reflector should be at least 2mm above the solder surface

Soldering Iron: not more than 3 seconds @300 $^{\circ}\text{C}$ under 30W

LED Chip Typical Electrical & Optical Characteristics: (Ta=25°C)

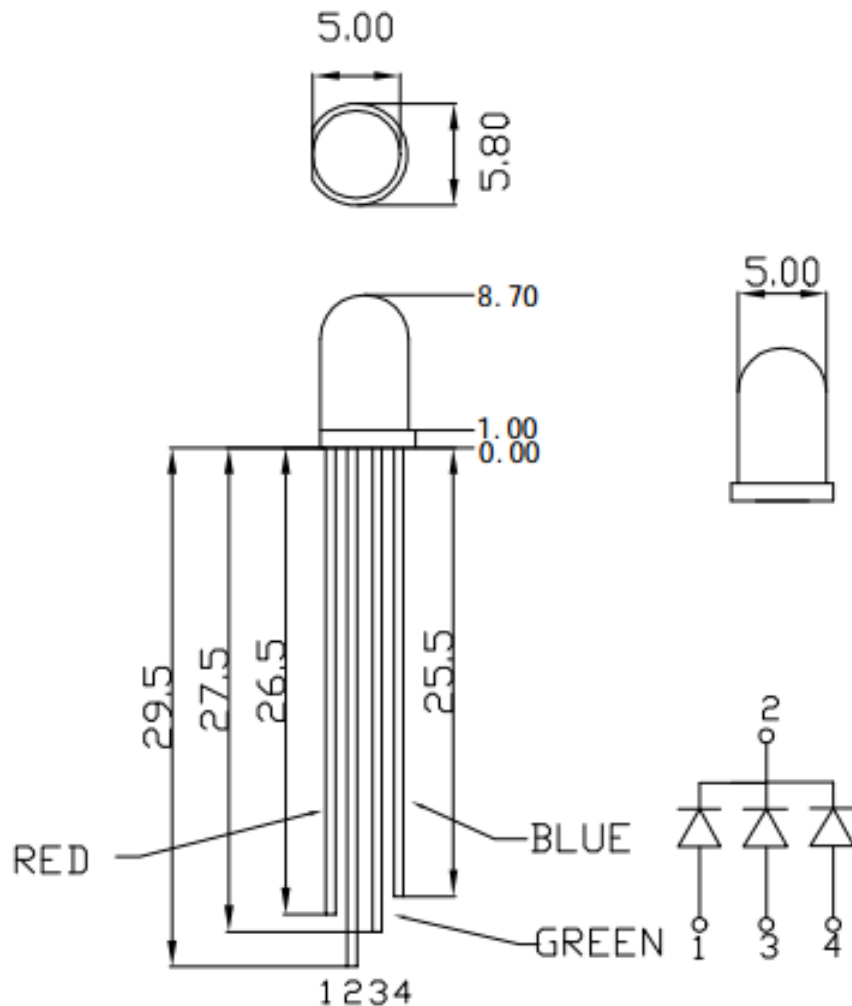
ITEMS	Color	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Forward Voltage	Red	V_F	$I_F=20\text{mA}$	1.8	2.0	2.2	V
	Green			3.0	3.2	3.4	
	Blue			3.0	3.2	3.4	
Luminous Intensity	Red	I_v	$I_F=20\text{mA}$	---	---	800	mcd
	Green			---	---	4000	
	Blue			---	---	900	
Wavelength	Red	$\Delta \lambda$	$I_F=20\text{mA}$	620	623	625	nm
	Green			515	517.5	520	
	Blue			465	466	467.5	
Light Degradation after 1000 hours	Red	-4.68% ~ -8.27%					
	Green	-11.37% ~ -15.30%					
	Blue	-8.23% ~ -16.81%					

Light Degradation in mcd: ($I_F=20\text{mA}$)

Colors \ Hours	Light Degradation in mcd after Different Hours					
	216 Hrs	360 Hrs	792 Hrs	1104 Hrs	1992 Hrs	2328 Hrs
Red	1.52%	-1.22%	-3.10%	-4.68%	-5.72%	-8.27%
Green	-8.02%	-9.78%	-10.25%	-11.37%	-13.79%	-15.30%
Blue	3.13%	-0.33%	-3.84%	-8.23%	-14.32%	-16.81%

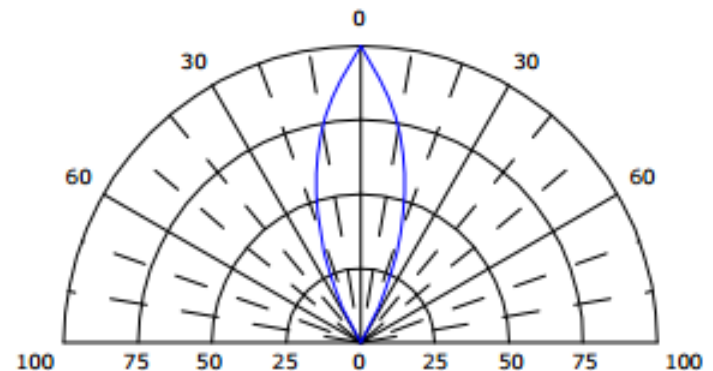
Mechanical Dimensions:

- All dimension are in mm, tolerance is $\pm 0.2\text{mm}$ unless otherwise noted
- An epoxy meniscus may extend about 1.5mm down the leads.
- Burr around bottom of epoxy may be 0.5mm Maximum



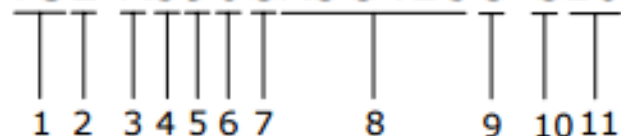
Unit: mm

Viewing Angle Drawing



Code System:

YSL-R596CR3G4B5C-C10



- 1. Company Code, short for Young Sun
- 2. Code for LED series.
- 3. Code for LED Type.
R: Round B: Bullet C: Columnar O: Oval
H: Helmet Q: Square V: Concave P: Pagoda
S: Strawhat D: Special
- 4. Code for LED Lens Type.
- 5. Code for Lead Frame of LED
- 6. Code for Lead Frame Code of LED
- 7. Code for polarity(A:Anode C:Cathode)
- 8. Code for Wavelength Color
- 9. Code for Lens color

C: Water Clear

W: White Diffused

D: Color Diffused

T: Color Transparent

- 10. Code for Viewing Angle

A: 0-10

B: 10-20

C: 20-30

D: 30-40

E: 40-60

F: 60-90

G: 90-120

H: >120

- 11. Luminous Intensity Grade:

Notes:

- ☞ Please use LEDs based on our datasheet.
- ☞ LED is sensitive to statics, be sure your equipments are anti-static when you use our LEDs.
- ☞ Pay more attention to your heat dissipation system when you use it, the better heat dissipation, the longer LED lifespan.

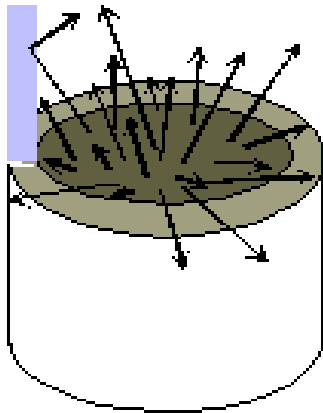
DIODO LASER

- LASER es un acrónimo de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*. Las aplicaciones de estos diodos son muy diversas y cubren desde el corte de materiales con haz (de luz) de gran energía hasta la transmisión de datos por fibra óptica.

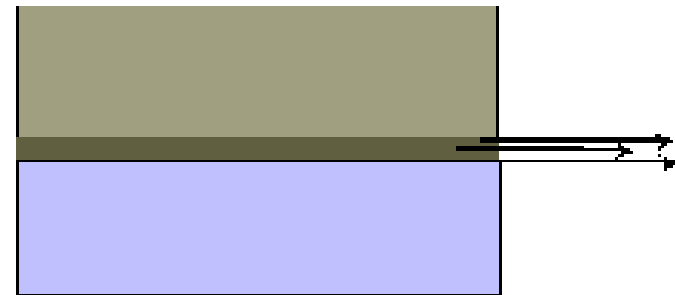
Características: ventajas frente a los diodos LED.

Los diodos láser son constructivamente diferentes a los diodos LED normales. Las características de un diodo láser son:

1.- La emisión de luz es dirigida en una sola dirección: Un diodo LED emite fotones en muchas direcciones. Un diodo láser, en cambio, consigue realizar un guiado de la luz preferencial una sola dirección.

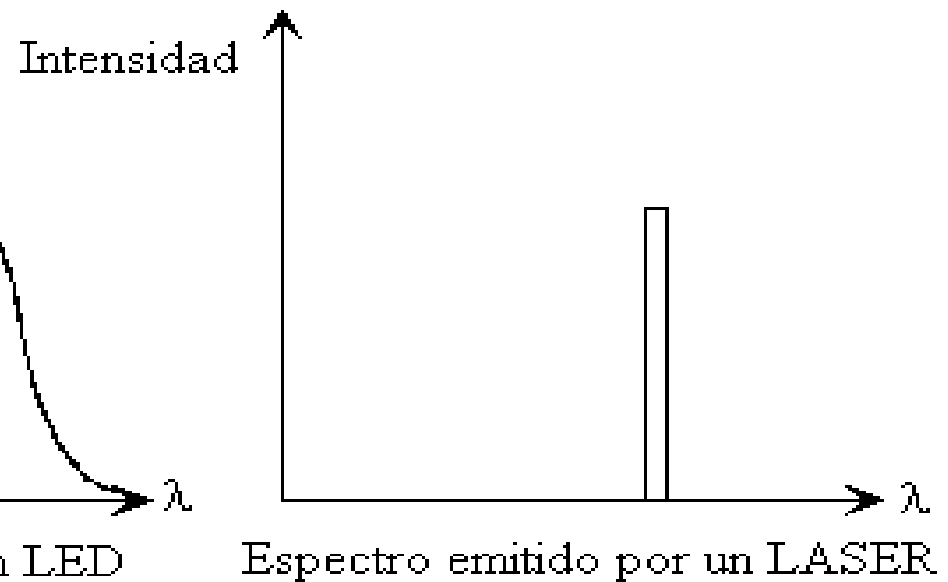
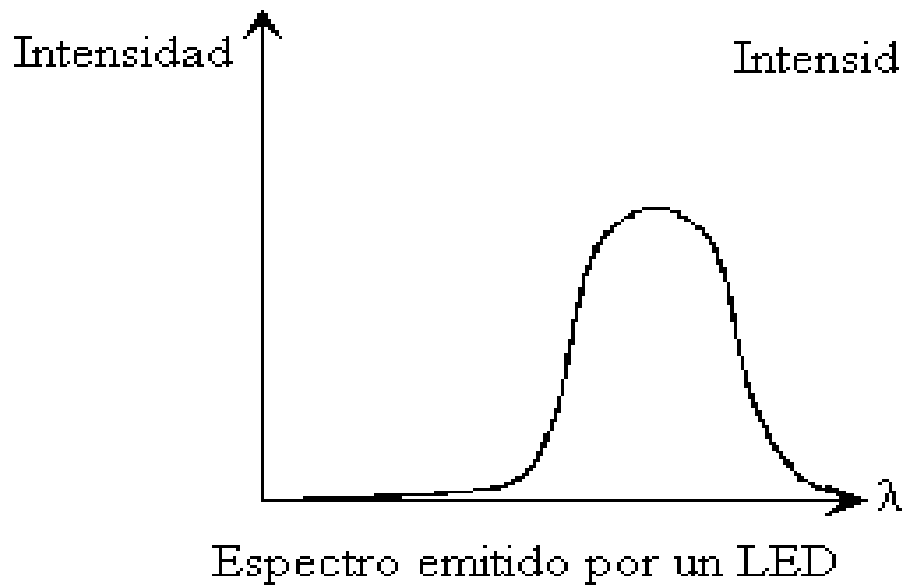


Emisión fotónica en diodo LED



Emisión fotónica en diodo LASER

La emisión de luz láser es monocromática: Los fotones emitidos por un láser poseen longitudes de onda muy cercanas entre sí. En cambio, en la luz emitida por diodos LED, existen fotones con mayores dispersiones en cuanto a las longitudes de onda.



NX8369TS

LASER DIODE

R08DS0044EJ0100

Rev.1.00

1 310 nm AlGaInAs MQW-DFB LASER DIODE FOR 10 Gb/s APPLICATION

Jun 06, 2011

DESCRIPTION

The NX8369TS is a 1 310 nm Multiple Quantum Well (MQW) structured Distributed Feed-Back (DFB) laser diode TOSA (transmitter optical subassembly) with InGaAs monitor PIN-PD in a receptacle type package designed for SFP+/XFP transceiver.

FEATURES

- Internal optical isolator
- Optical output power
- Low threshold current
- Wide operating temperature range
- InGaAs monitor PIN-PD

$$P_r = -3 \text{ dBm}$$

$$I_{th} = 8 \text{ mA TYP. @ } T_C = 25^\circ\text{C}$$

$$T_C = -40 \text{ to } +90^\circ\text{C}$$

APPLICATIONS

- 10 G BASE-LW/LR
- 10 G Fibre Channel

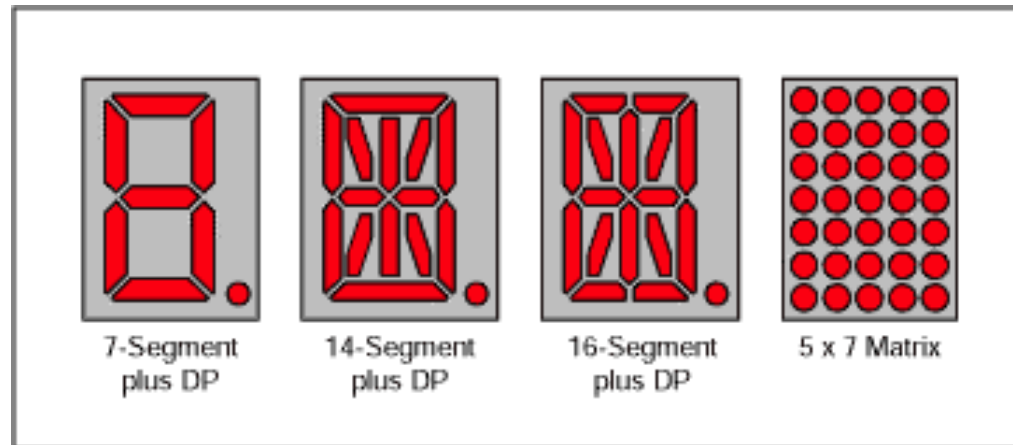


NX8369TS
ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS (T_c = -40 to +90°C, BOL, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Mean Optical Output Power	P _f			-3		dBm
Peak Emission Wavelength	λ _p	CW, P _f = -3 dBm	1 290		1 330	nm
Spectral Width	Δλ	CW, P _f = -3 dBm, 20 dB down			1	nm
Side Mode Suppression Ratio	SMSR	CW, P _f = -3 dBm	35			dB
Threshold Current	I _{th}	CW, T _c = 25°C		8	15	mA
		CW	2		30	
Differential Efficiency	η _d	CW, P _f = -3 dBm, T _c = 25°C	0.016	0.023	0.032	W/A
		CW, P _f = -3 dBm	0.006		0.048	
Temperature Dependence of Differential Efficiency	Δη _d	$\Delta\eta_d = 10 \log \frac{\eta_d}{\eta_d (@ 25^\circ\text{C})}$	-3.5		1.5	dB
Operation Voltage	V _{op}	CW, P _f = -3 dBm	0.5		2.2	V
Monitor Current	I _m	CW, P _f = -3 dBm	100		1 000	μA
Monitor Dark Current	I _D	V _R = 3.3 V, T _c = 25°C			10	nA
		V _R = 3.3 V			500	
Rise Time	t _r	20-80% *1			50	ps
Fall Time	t _f	20-80% *1			50	ps
Monitor PD Terminal Capacitance	C _t	V _R = 3.3 V, f = 1 MHz		6	20	pF
Relative Intensity Noise	RIN				-128	dB/Hz
Tracking Error ^{*2}	γ		-1.25		1.25	dB

Display de LEDS numérico y alfanumérico

El display numérico de 7 segmentos, que en realidad tiene un octavo led para el punto decimal (DP), y el display “estrella” de 14 o 16 segmentos, sin contar el punto decimal. Los displays estrella proporcionan un medio económico de mostrar los 26 caracteres del alfabeto romano en mayúsculas así como también los dígitos del 0 al 9. La diferencia entre el display de 14 y el de 16 segmentos, es que el segmento superior e inferior en el de 16 esta dividido en dos, mejorando con ello la apariencia de algunos caracteres.



El matricial de 5 x 7 es más versátil, capaz de desplegar el alfabeto romano tanto en mayúsculas como minúsculas, así como también una serie de símbolos.

Los procesos para los leds cambiaron en los 80 con los leds de arsenuro de galio aluminio y arsenuro galio aluminio indio.

En un corto tiempo todos los colores primarios (RGB) se tienen a disposición y la confiabilidad es tan buena como la tecnología de otros displays.

Los leds de montaje superficial se consiguen en un color, incluyendo el blanco, bicolores, usualmente rojo y verde y tricolores, y estos proliferan en luces de paneles pequeños de LCDS, de equipos y tableros de mensajes para interiores.

Los tableros de mensajes para exteriores que utilizan leds en vez de lámparas incandescentes con filtros utilizan racimos de leds agrupados juntos para parecer un típico píxel cuadrado de 25 milímetros cuadrados.

Se usan para displays de anuncios y señales de tráfico.

Capa emisora de luz	Época	Comentario
GaAsP (arsenuro fosfuro de galio)	1960s	Baja eficiencia Original rojo., usaban fase liquida epitaxial.
GaP (fosfuro de Galio)	1970s	Rojo de alta eficiencia
GaAlAs (Arsenuro de Galio aluminio)	1980s	Heteroestructura simple y doble, procesada usando fase vapor epitaxial, incrementando la eficiencia.
InGaAlP (Fosfuro de Indio galio aluminio)	1990s	Metal orgánica, fase vapor epitaxial.
InGaN (Nitruro de Indio galio)	2000s	Azul y verde ultra brillante.

Aplicaciones Futuras de los LEDS.

Los leds ultra brillantes actuales exceden la salida de las de las lámparas incandescentes y de halógeno y no están sujetas a los requerimientos de mantenimiento asociadas con las lámparas de filamento.

Además pueden ser controladas con dimmers que usan PWM y otras técnicas.

Así el objetivo de los diseñadores de procesos para leds es construir un led blanco muy brillante que sea lo suficientemente económico para ser usado en la iluminación domestica.

Ahora mismo, existe interés por la alta eficiencia, lámparas de larga vida por parte de hoteles y fabricas, no solo porque la electricidad usada en la iluminación es costosa sino por el costo de la mano de obra que también hay que considerar en el reemplazo de las lámparas.

ELD (diodo electro-luminiscente) está llegando por si mismo y compitiendo diodo láser.

La principal diferencia entre un LED y un ELD es que el LED es una unión PN que opera a bajo voltaje y alta corriente, mientras que un ELD es un diodo schottky, el cual básicamente es un semiconductor-metal que opera a altos voltajes y baja corriente.

Los ELDS se usar para pantallas planas, sustituyendo a los LCD's, los cuales son lentos y limitados en su rango de temperatura, tienen un ángulo de visión limitado así como una vida útil limitada, y los cuales no pueden operar a las frecuencias de TV.

Los ELDS son una solución de estado sólido total para las pantallas planas, reemplazando el cristal líquido encapsulado entre dos placas de vidrio.

También puede usarse en comunicación por fibra óptica, iluminación, memoria óptica y como indicadores de instrumentos.

Los investigadores están desarrollando OLED (Led orgánico), principalmente para displays. Las ventajas de los OLEDS son:

Son baratos y fáciles de fabricar.

Se pueden depositar en casi cualquier substrato.

Se pueden hacer muy grandes (hojas luminiscentes).

Estos leds se construyen de polímeros.

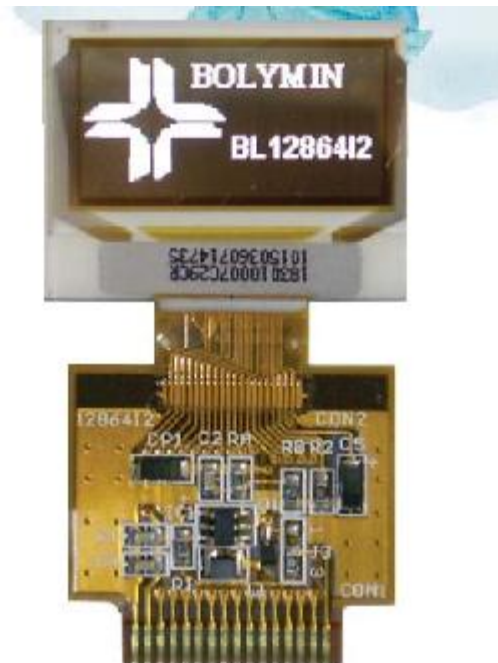
La unión PN se construye por capas de poli fenileno vinileno, poli vinil carbazol y poli anileno

Los OLED los cuales se pueden depositar en substratos flexibles, pueden ser útiles para nuevas aplicaciones tales como papel tapiz iluminado.



Los ELD y OLED pueden remplazar los CRT y displays de cristal liquido.

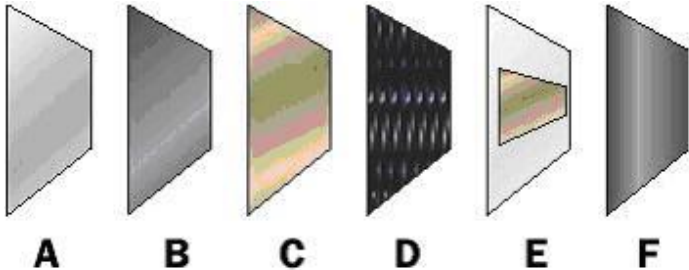
El CRT es un tubo de rayos catódicos es una tecnología que permite visualizar imágenes mediante un haz de rayos catódicos constante dirigido contra una pantalla de vidrio recubierta de fósforo y plomo.



LCD

Existen algunas sustancias raras que pueden existir en estados raros como si fueran líquidos en parte y sólidos en parte. Cuando están en ese estado, sus moléculas tienden a mantener su orientación como lo hacen las moléculas de un sólido, pero también se mueven a posiciones diferentes como lo hacen las moléculas en un líquido. Esto significa que los cristales líquidos ni son un sólido ni son un líquido.

Los cristales líquidos se ven afectados por la corriente eléctrica. En particular una clase de cristal líquido nemático llamado nemático torcido.



Se logra destorcerlos en varios grados, dependiendo del voltaje y de la corriente, de forma tal que podemos controlar el paso de la luz.

Un LCD es un dispositivo que usa cuatro factores de una manera sorprendente:

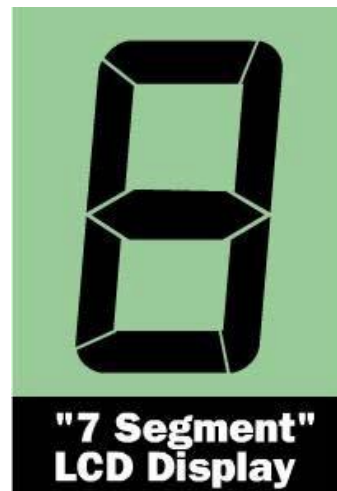
La luz puede ser polarizada.

Los cristales líquidos pueden transmitir luz polarizada.

La inclinación de los cristales líquidos se puede cambiar con corriente eléctrica.
Existen sustancias transparentes que pueden conducir la electricidad.

El LCD requiere de una *fuentes externa de luz*, los cristales líquidos no emiten luz propia.

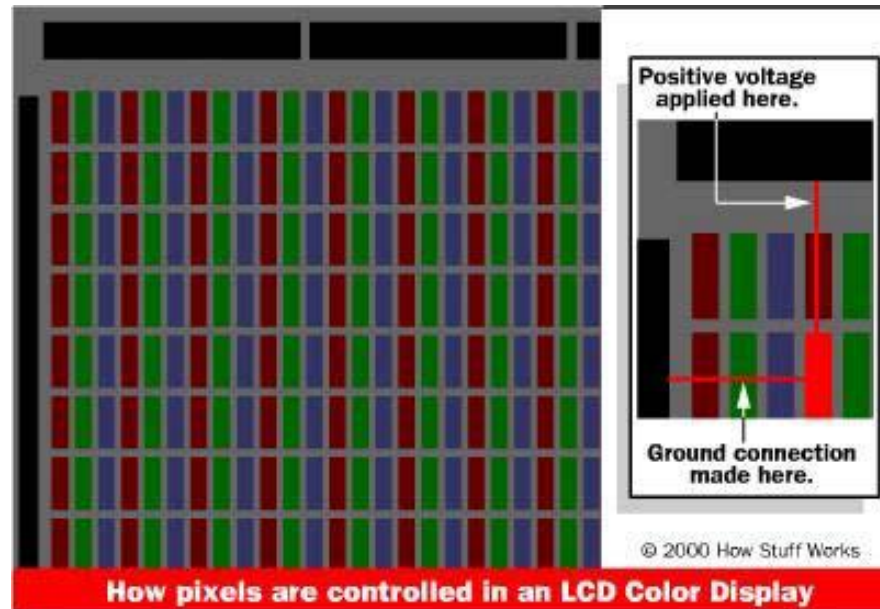
Los LCD son *reflectivos*, cuando la luz incidente no penetra o se refleja, y los LCD son *transmisivos*, cuando la luz incidente penetra o pasa por él



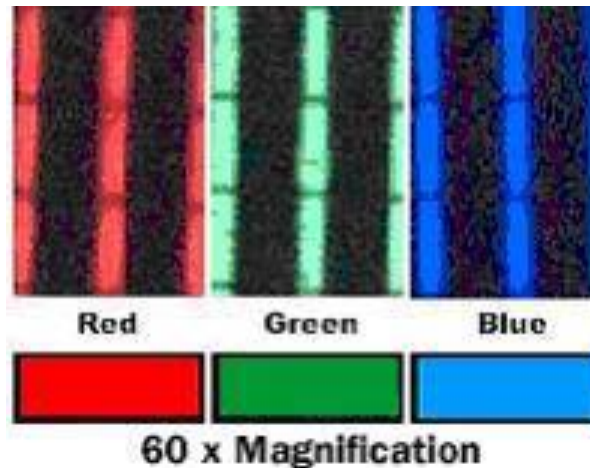
Los LCD de matriz utilizan una rejilla simple para proporcionar la carga a un pixel en particular sobre el display.

Las columnas y renglones se conectan a circuitos integrados que controlan cuando se manda una carga a una columna y renglón en particular, el material de cristal líquido esta entre estos dos substratos de vidrio y se agrega una película polarizante por la parte exterior de cada substrato, para prender un píxel el circuito integrado de control envía una carga a la intersección de columna y renglón correcta de forma que el cristal liquido se destuerce justo en ese píxel.

El tiempo de respuesta de los LCD es lento y un control de voltaje impreciso.



Un LCD puede mostrar colores por lo que debe tener tres sub-pixeles con filtros de color rojo, verde y azul para crear cada color, a través de un control y ajuste del voltaje aplicado, la intensidad de cada sub-pixel puede variar en un rango de 256 tonos, combinando los sub-pixeles se puede producir una paleta de colores de 16.8 millones de colores (256 rojos X 256 verde X 256 azules)



La tecnología de LCD esta en continua evolución, los LCD actuales emplean varias formas de cristal líquido, incluyendo nemáticos super torcidos (STN), nemáticos torcidos de doble rastreo (DSTN), cristales líquidos ferroeléctricos (FLC) y cristales líquidos ferroeléctricos de superficie estabilizada (SSFLC).