



## PRÁCTICA 4 FOTODIODO

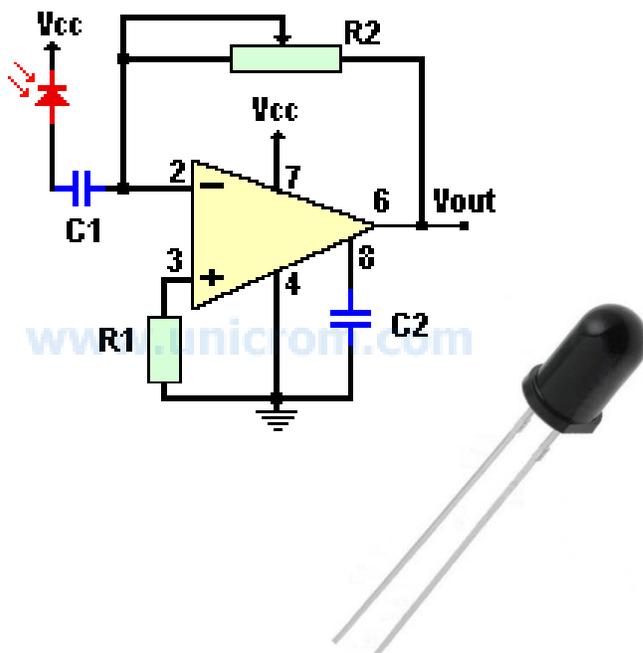
ASESORADO POR PAPÁ PITUFO

### Introducción

Casi para cada tipo de semiconductor de unión existe un dispositivo óptico análogo que responde a la luz en vez (o en conjunción) de a una señal eléctrica. La primera vez que se observó que un diodo semiconductor era sensible a la luz, tuvo lugar probablemente al observarse un considerable aumento de la corriente de pérdida de un diodo de unión, al exponerlo a la luz.

Un fotodiodo es un semiconductor construido con una unión PN, sensible a la incidencia de la luz visible o infrarroja. Para que su funcionamiento sea correcto se polariza inversamente, con lo que se producirá una cierta circulación de corriente cuando sea excitado por la luz. Debido a su construcción, los fotodiodos se comportan como células fotovoltaicas, es decir, en ausencia de luz exterior generan una tensión muy pequeña con el positivo en el ánodo y el negativo en el cátodo. Esta corriente presente en ausencia de luz recibe el nombre de corriente de oscuridad.

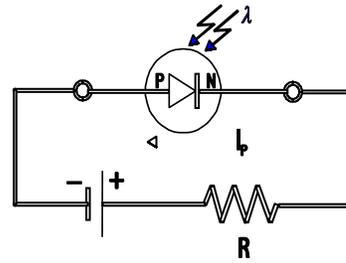
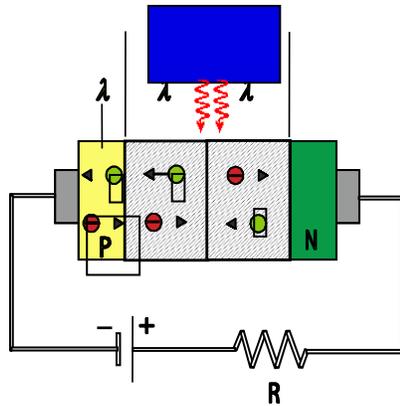
### Símbolo y Estructura Física



**Fotodiodo**

Fotodiodos.

Tipo	Semiconductor
Principio de funcionamiento	Efecto fotoeléctrico
Símbolo electrónico	
Configuración	Ánodo y Cátodo



### Uso

- 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.
- Se usa en los lectores de CD, recuperando la información grabada en el surco del Cd transformando la luz del haz láser reflejado en el mismo en impulsos eléctricos para ser procesados por el sistema y obtener como resultado los datos grabados.
- Usados en fibra óptica.
- Detectores de proximidad.
- Detectores de calor.
- Detectores de humo.
- Turbidímetros.
- Instrumentación Analógica.

### Disparo

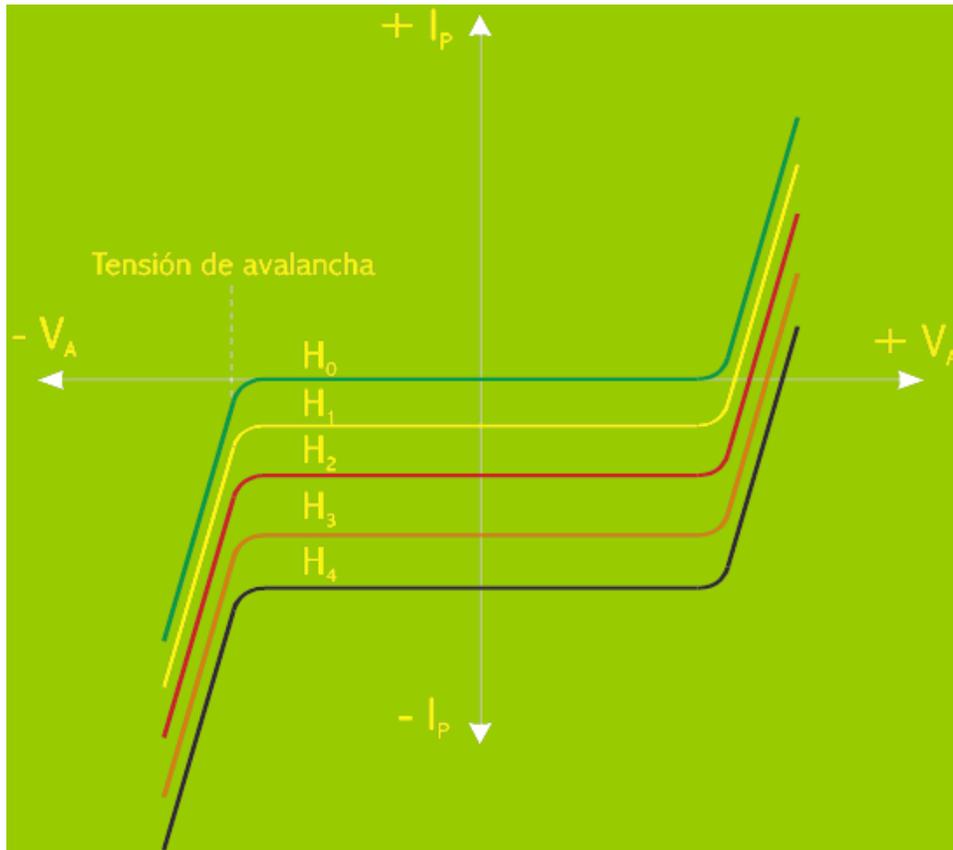
- Al aplicar polarización inversa sin luz presente, la corriente inversa (corriente de fuga) varía en proporción al campo eléctrico presente .
- Cuando se aplica luz adecuada y se incide sobre la unión PN en inverso se producen Pares Hueco-Electrón que son desplegados a lo largo de la unión por el campo eléctrico.
- Polarizado el fotodiodo en inversa se comporta como una fuente de corriente constante hasta obtenerse una tensión de avalancha (máximo voltaje aplicado).
- La respuesta espectral y el tiempo de respuesta dependen del área de recolección y de la impurificación del material.

$H =$  intensidad de luz incidente  $H_0 < H_1 > H_2$

$I_P =$  Flujo de corriente a través del Fotodiodo

$V_A =$  caída de tensión a través del fotodiodo

## Curvas características de un fotodiodo



El comportamiento del fotodiodo en inversa se ve claramente influenciado por la incidencia de luz. Conviene recordar que el diodo real presenta unas pequeñas corrientes de fugas de valor  $I_S$ . Las corrientes de fugas son debidas a los portadores minoritarios, electrones en la zona P y huecos en la zona N. La generación de portadores debido a la luz provoca un aumento sustancial de portadores minoritarios, lo que se traduce en un aumento de la corriente de fuga en inversa tal y como se ve en la figura.

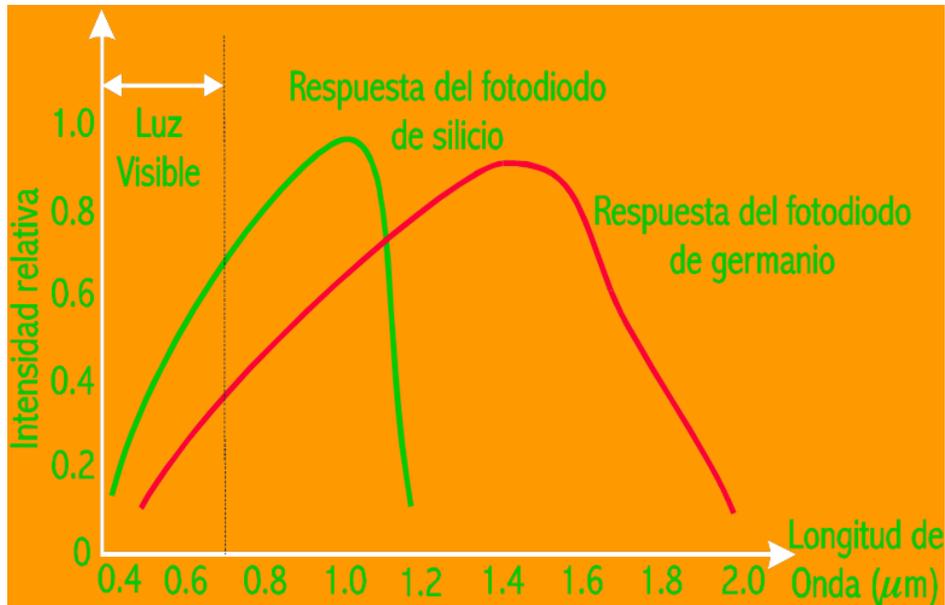
El modelo del circuito del fotodiodo en inversa está formado por un generador de intensidad cuyo valor depende de la cantidad de luz. En directa, el fotodiodo se comporta como un diodo normal. Si está fabricado en silicio, la tensión que cae en el dispositivo será aproximadamente 0,7 V.

El comportamiento del fotodiodo en directa apenas se ve alterado por la generación luminosa de portadores. Esto es debido a que los portadores provenientes del dopado (portadores mayoritarios) son mucho más numerosos que los portadores de generación luminosa.

Para caracterizar el funcionamiento del fotodiodo se definen los siguientes parámetros:

Se denomina corriente oscura (dark current), a la corriente en inversa del fotodiodo cuando no existe luz incidente.

Se define la sensibilidad del fotodiodo al incremento de intensidad al polarizar el dispositivo en inversa por unidad de intensidad de luz, expresada en luxes o en mW/cm<sup>2</sup>. La sensibilidad depende de la temperatura. Para fotodiodos no polarizados, se puede emplear el propio fotodiodo como sensor de temperatura



Respuesta Espectral de un fotodiodo de Silicio y de un fotodiodo de Germanio

### **Funcionamiento**

Un fotodiodo es una unión p-n o estructura PIN. Cuando un fotón de energía suficiente golpea el diodo, se excita un electrón, creando de ese modo un electrón libre. Este mecanismo también se conoce como el efecto fotoeléctrico interno. Si la absorción se produce en la región de agotamiento de la unión, o una longitud de difusión de distancia de ella, estos portadores son barridos de la unión por la incorporada en el campo eléctrico de la región de agotamiento. Por lo tanto agujeros se mueven hacia el ánodo, y los electrones hacia el cátodo, y se produce una fotocorriente. La corriente total a través del fotodiodo es la suma de la corriente oscura y la fotocorriente, por lo que la oscuridad corriente debe reducirse al mínimo para maximizar la sensibilidad del dispositivo.

#### **El modo fotovoltaico**

Cuando se utiliza en modo de polarización cero o fotovoltaica, el flujo de fotocorriente fuera del dispositivo está restringido y una tensión se acumula. Este modo explota el efecto fotovoltaico, que es la base para las células solares - una célula solar tradicional es sólo una gran área de fotodiodo.

#### **Modo Photoconductive**

En este modo, el diodo está polarizado inversamente a menudo. En comparación con la polarización directa, esto reduce drásticamente el tiempo de respuesta a expensas de un aumento del ruido, debido a que aumenta la anchura de la capa de agotamiento, lo que disminuye la capacitancia de la unión. La polarización inversa induce sólo una pequeña cantidad

de corriente a lo largo de su dirección, mientras que la fotocorriente sigue siendo prácticamente la misma. Para una distribución espectral dada, la fotocorriente es linealmente proporcional a la iluminancia.

Aunque este modo es más rápido, el modo de fotoconductora tiende a exhibir ruido más electrónico. La corriente de un buen diodo PIN fuga es tan baja que el ruido de Johnson-Nyquist de la resistencia de carga en un circuito típico menudo domina.

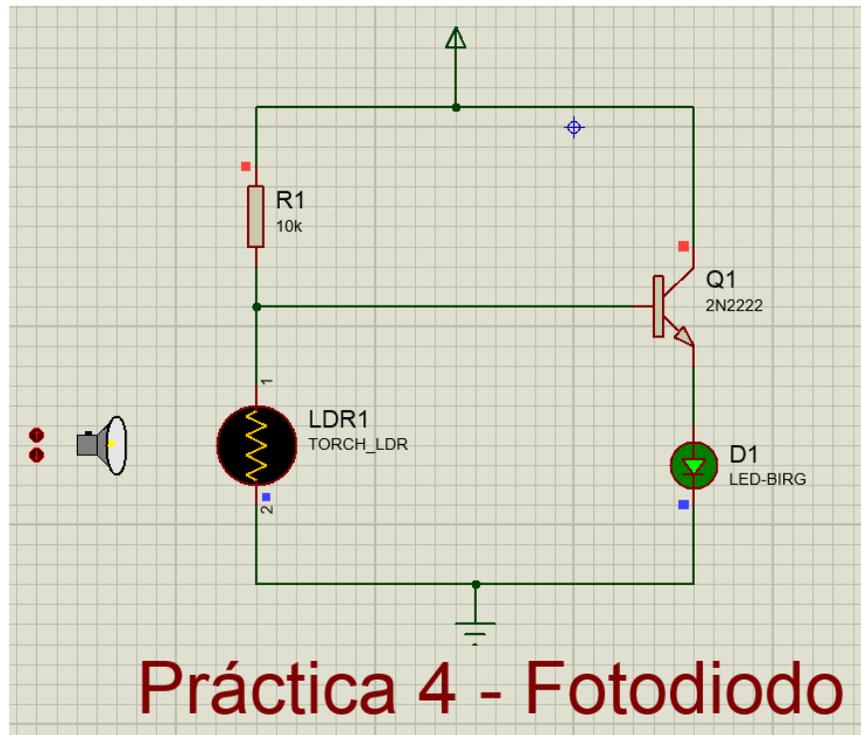
### Otros modos de operación

Los fotodiodos de avalancha tienen una estructura similar a fotodiodos regulares, pero son manejados con mucho mayor polarización inversa. Esto permite que cada portador de foto-generado para ser multiplicado por avalancha avería, lo que resulta en ganancia interna dentro del fotodiodo, lo que aumenta la capacidad de respuesta eficaz del dispositivo.

Un fototransistor es, en esencia, un transistor bipolar dentro de una caja transparente, de modo que la luz puede llegar a la unión base-colector. Fue inventado por el Dr. John N. Shive en los Laboratorios Bell en 1948: 205, pero no se anunció hasta 1950. Los electrones que se generan por los fotones en la unión base-colector se inyectan en la base, y esta corriente fotodiodo es amplificada por la ganancia de corriente del transistor. Si el emisor se deja sin conectar, el fototransistor se convierte en un fotodiodo. Mientras fototransistores tienen una capacidad de respuesta más alta para la luz que no son capaces de detectar niveles bajos de luz mejor que fotodiodos. Fototransistores también tienen tiempos de respuesta significativamente más largos.

### Simulación

Este circuito nos sirve como un interruptor a partir de un sensor de luz (fotodiodo), que capte cuando este la luz en ambiente.



## **Conclusión**

Al finalizar la práctica, logramos aprender a comprender el funcionamiento y sus usos que tiene un fotodiodo así como ponerlo a prueba en una simulación en proteus, logrando así un mejor entendimiento y lograr ocupar este dispositivo en un circuito.