

Minicurso

FOTODIODOS

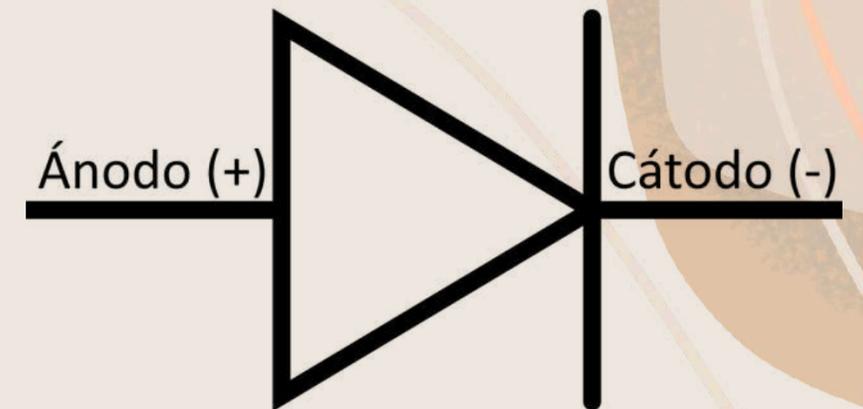
Laboratorio de Física Avanzada - Departamento de Física,
FCEyN, UBA, 1er Cuatrimestre 2025

Joan Ameijeiras
Agustina Kotik
Martín Cordova

INTRODUCCIÓN

Breve repaso de diodos

- Construido con materiales semiconductores (generalmente Silicio)



Formado por la unión de dos materiales extrínsecos (dopados)

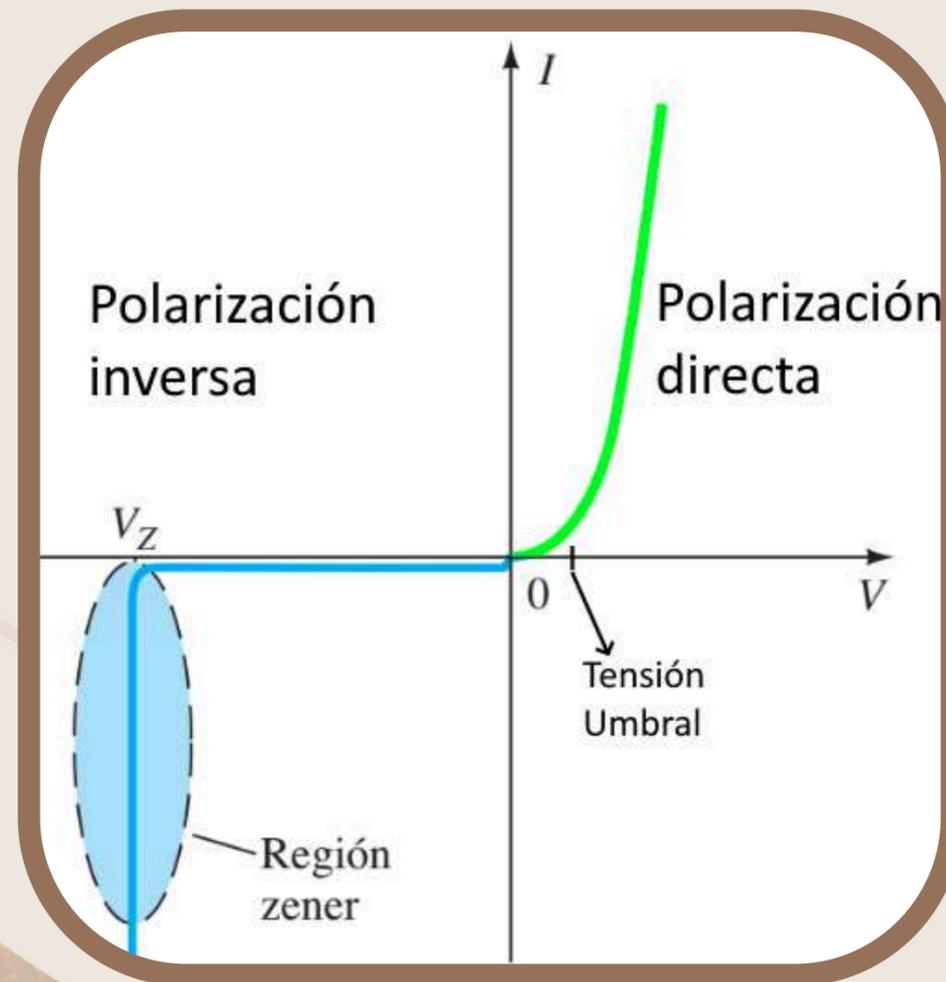
- De tipo P (exceso de huecos)
- De tipo N (exceso de electrones)



INTRODUCCIÓN

Breve repaso de diodos

Curva característica I vs. V



Polarización directa:

- Se conduce corriente una vez superado un cierto voltaje umbral ($\sim 0,7$ para el Si)
- Luego, la corriente crece exponencialmente

Polarización inversa:

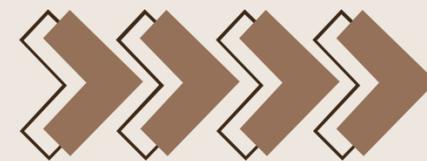
- Prácticamente no se conduce corriente (Dark current muy pequeña)

INTRODUCCIÓN

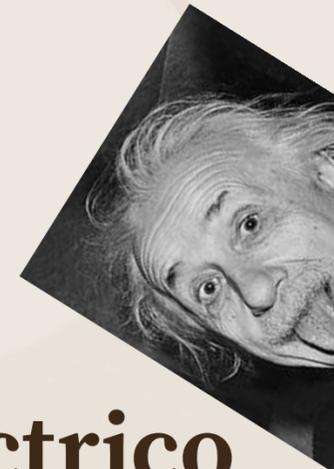
¿Y la parte de FOTO?

- Diferencia fundamental: Se deja una parte del semiconductor descubierta

Semiconductores
sensibles a la radiación
electromagnética



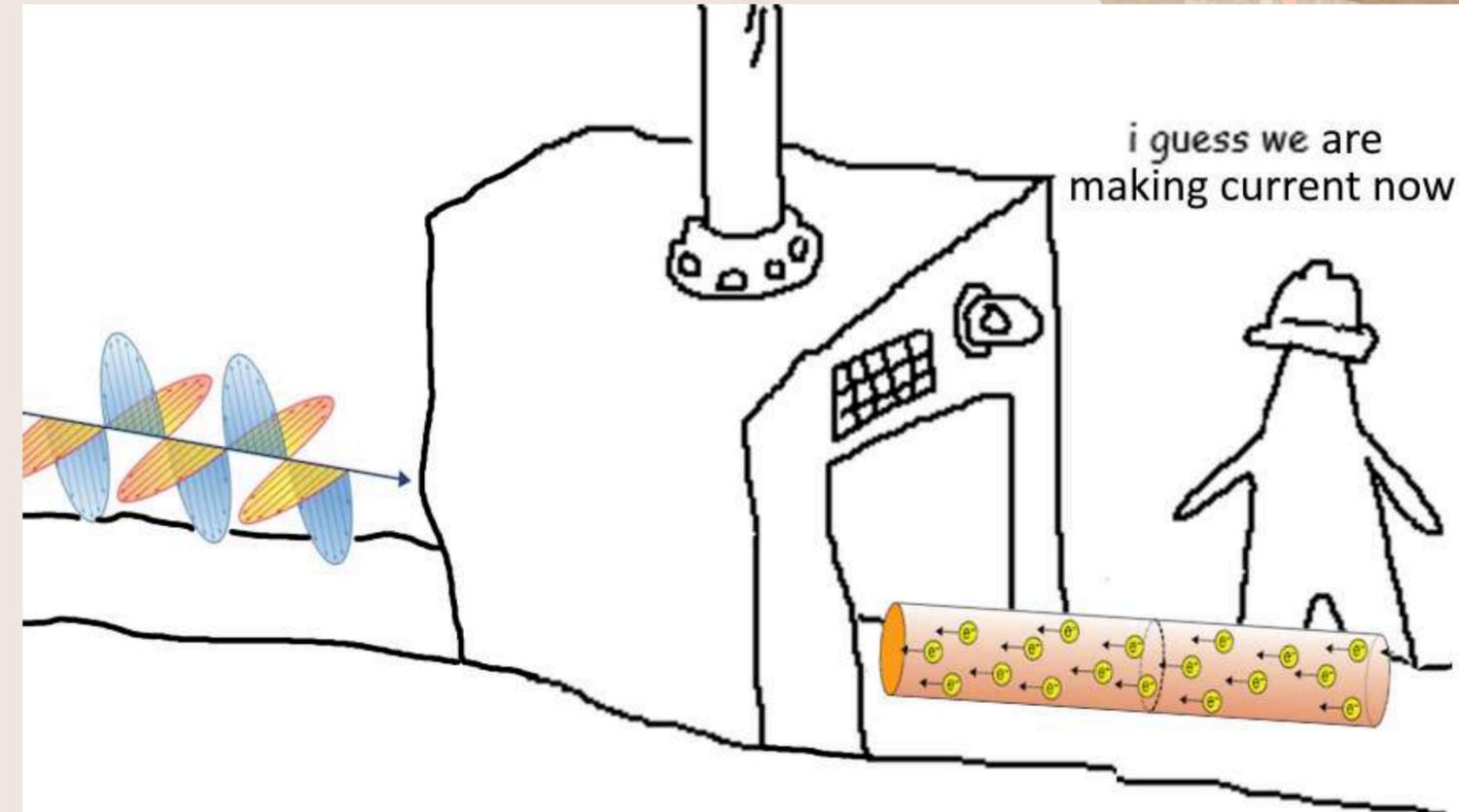
Fenómeno fotoeléctrico



INTRODUCCIÓN

¿Cómo funcionan?

Cuando fotones de suficiente energía inciden sobre la zona descubierta del fotodiodo, son absorbidos por los átomos del semiconductor y se liberan electrones, generando corriente.



Dependiendo del uso que quiera dársele al fotodiodo, se deberá conectar con polarización directa (modo fotovoltaico) o inversa (modo fotoconductor)

INTRODUCCIÓN

¿Por qué son importantes?

En el ámbito científico:

- Permiten realizar mediciones rápidas y precisas de características de la luz.
- Permiten emplear métodos experimentales alternativos sobre la medición de una magnitud no necesariamente relacionada con la luz.



En el ámbito cotidiano:

- Están presentes en infinidad de dispositivos y mecanismos que utilizamos a diario



FISICA

MATERIALES

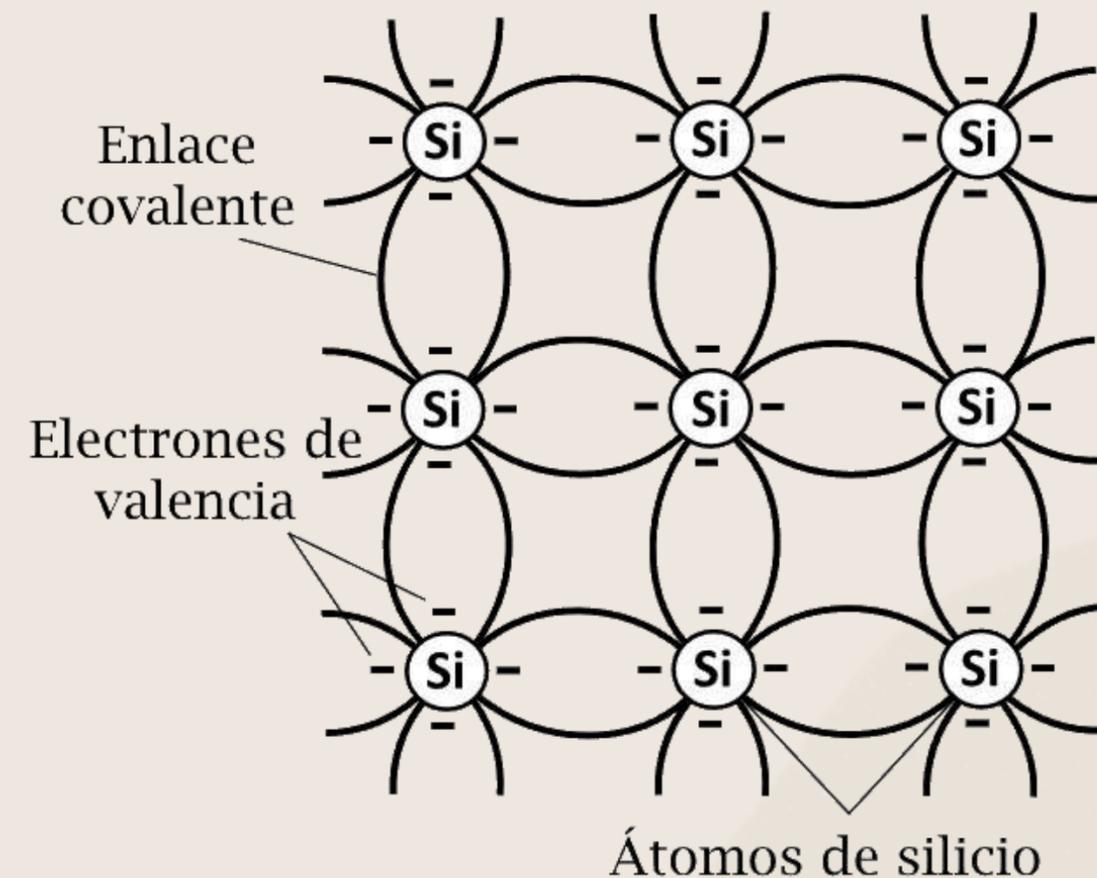
Dopaje

El dopaje es la alteración de la estructura de los materiales con fines específicos

- Red cristalina
- 4 electrones de valencia
- 4 enlaces covalentes
- No posee cargas libres

Intrínseco (no dopado)

Silicio puro



MATERIALES

Dopaje

Se introducen impurezas reemplazando algunos átomos de silicio con boro o antimonio

Extrínseco (dopado)

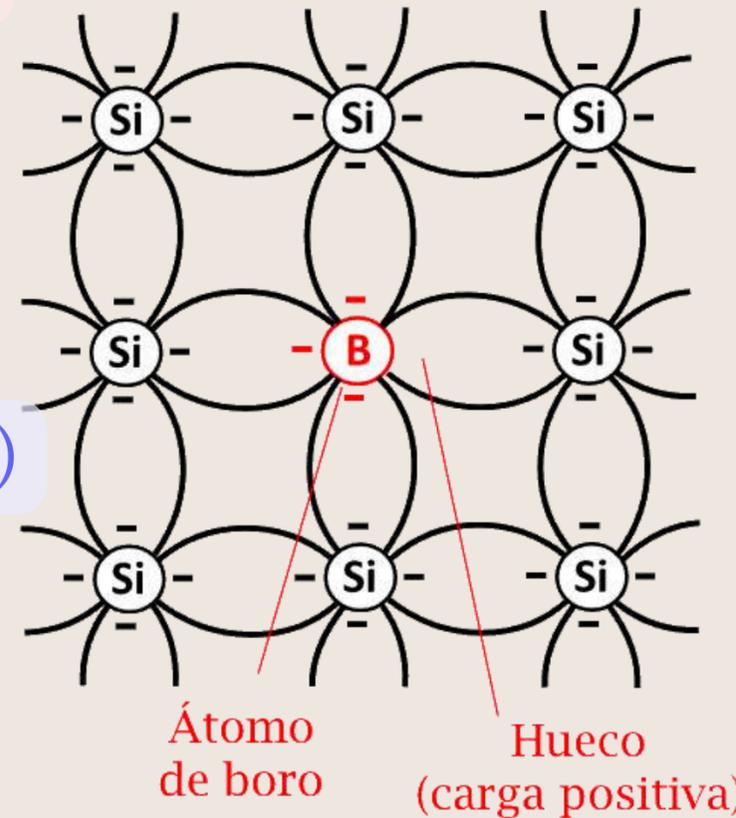
Tipo P:

- Elemento con 3 electrones de valencia (ej: B)
- No completa un enlace
- Huecos como portadores mayoritarios

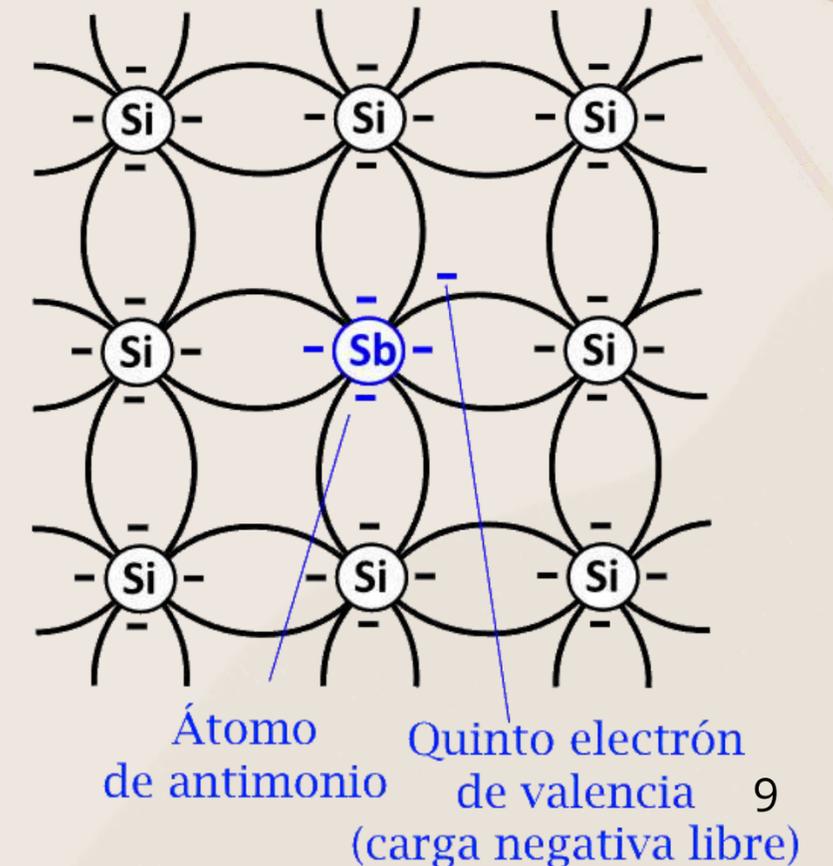
Tipo N:

- Elemento con 5 electrones de valencia (ej: Sb)
- Un electrón queda sin par (libre)
- Electrones como portadores mayoritarios

P-Type



N-Type



FUNCIÓNAMIENTO

Estructura física Unión PN

Se unen metalúrgicamente un material P y uno N para obtener una célula con desbalances de carga

- Al unirlos se forma una **zona de vaciado** de electrones estáticos (estacionaria).
- Se produce un campo eléctrico por la tensión entre las regiones P y N ($\sim 0,7^* \text{ V}$).
- Variaciones de la configuración: PiN, APD, polarización.

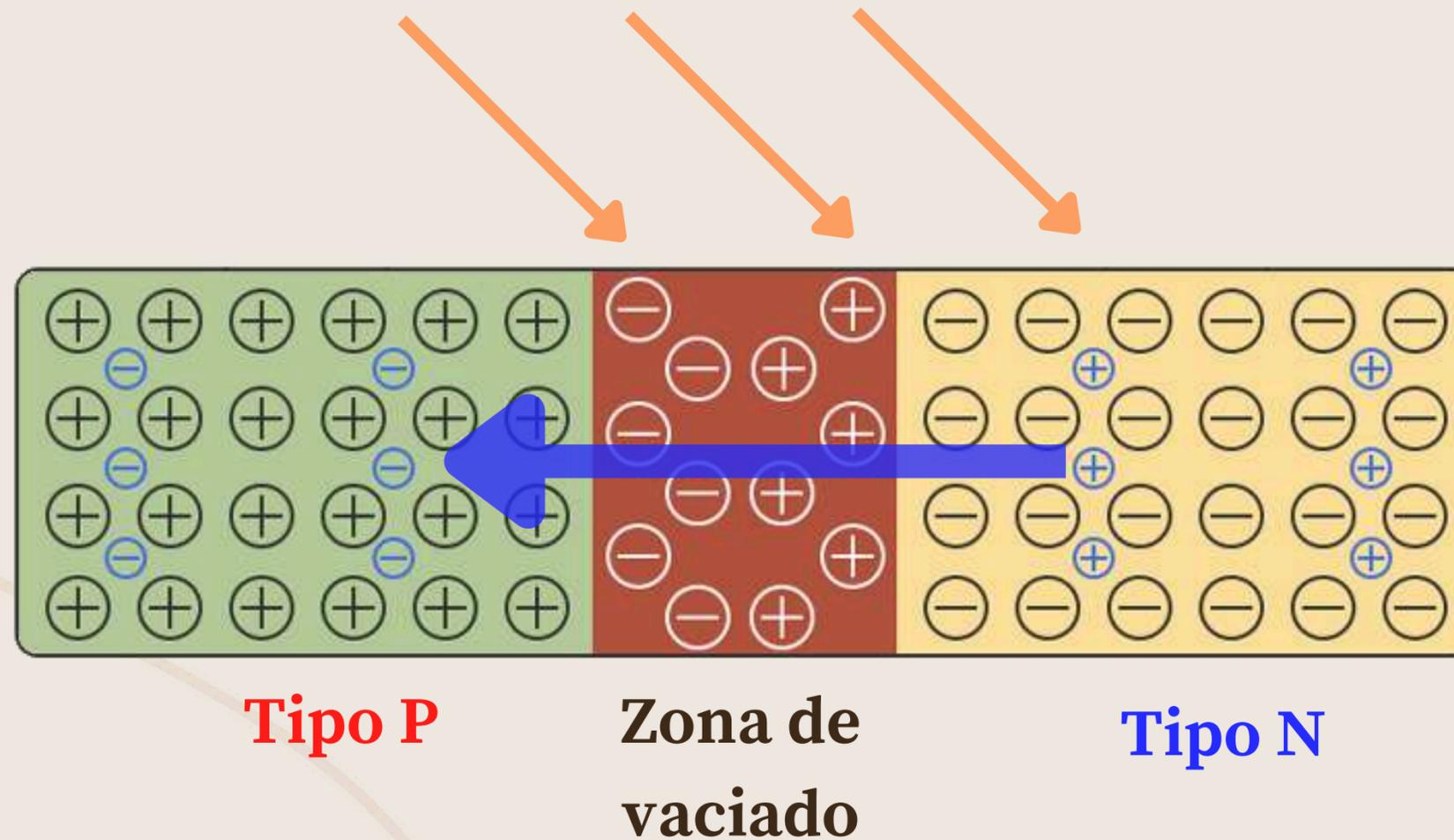
*para el silicio



FUNCIÓNAMIENTO

Mecanismo Efecto fotoeléctrico

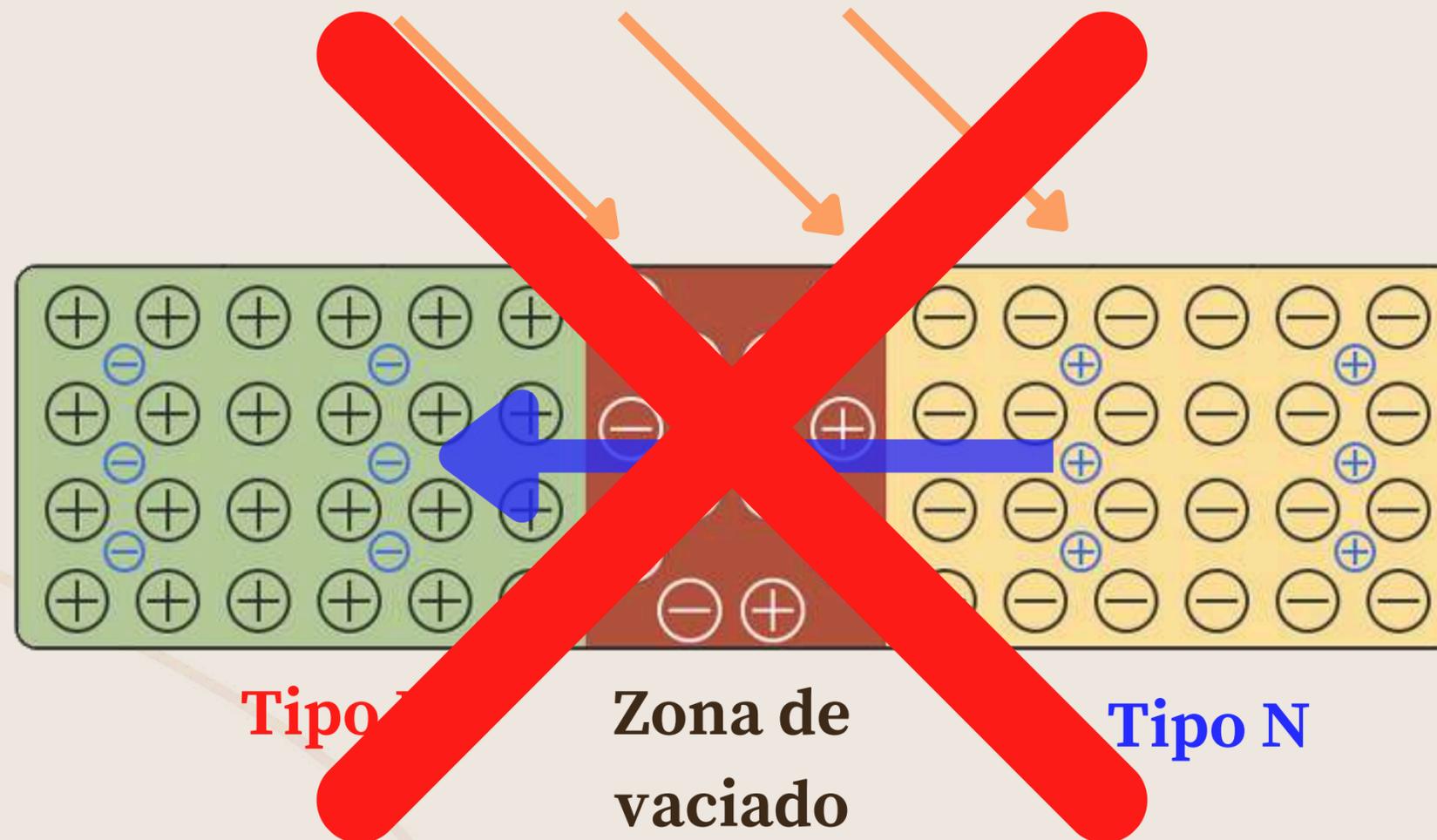
Al iluminar la superficie se producen pares de portadores, desbalanceando el equilibrio y generando más tensión entre las regiones



FUNCIÓNAMIENTO

Mecanismo Efecto fotoeléctrico

Al iluminar la superficie se producen pares de portadores, desbalanceando el equilibrio y generando más tensión entre las regiones



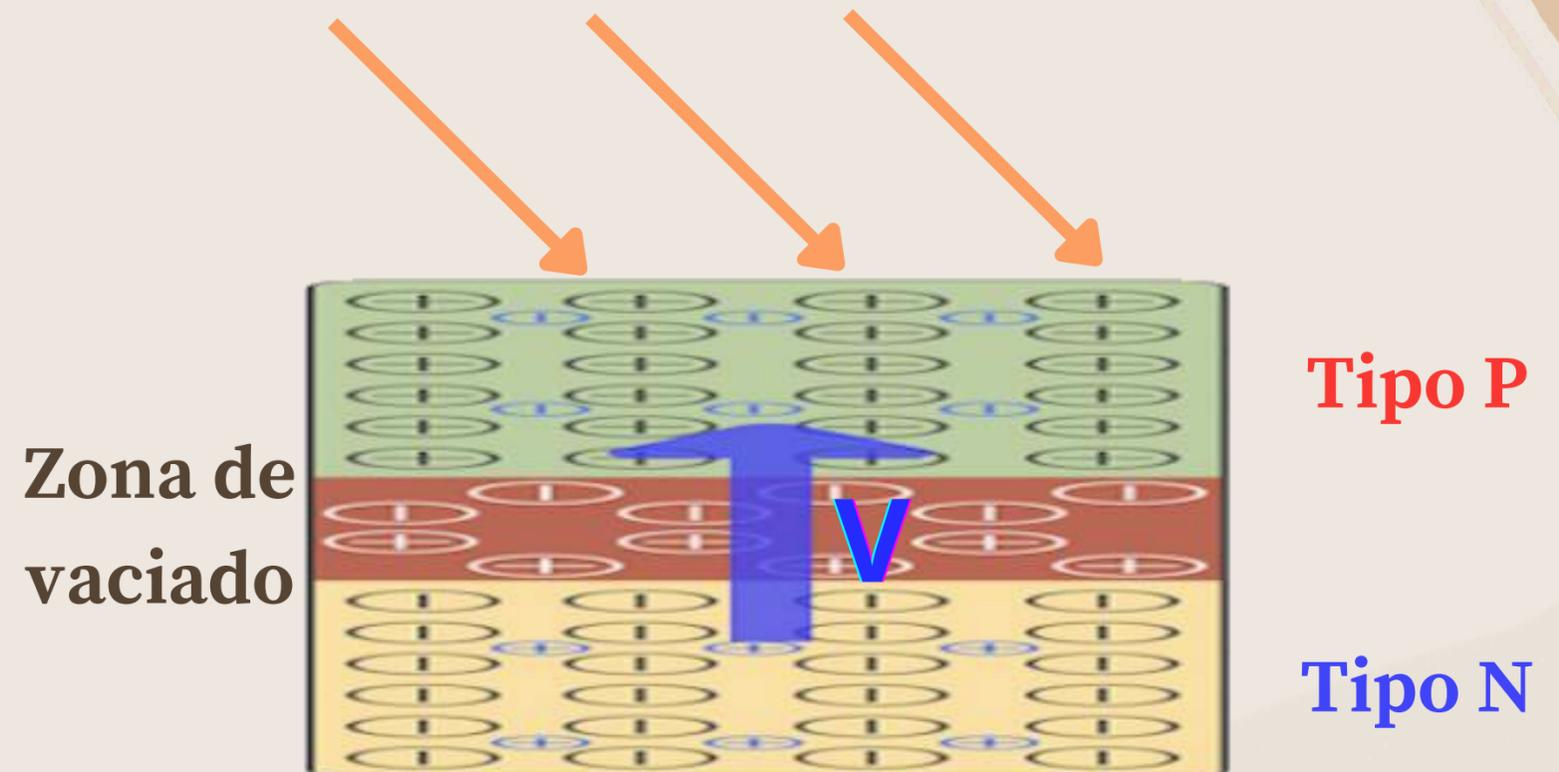
FUNCIÓNAMIENTO

Mecanismo Efecto fotoeléctrico

La sensibilidad a la longitud de onda de la luz depende del material empleado

Material	Espectro de absorción (nm)
Silicio	190-1100
Germanio	800-1900
InGaAs	800-2600
PbS	<1000-3900

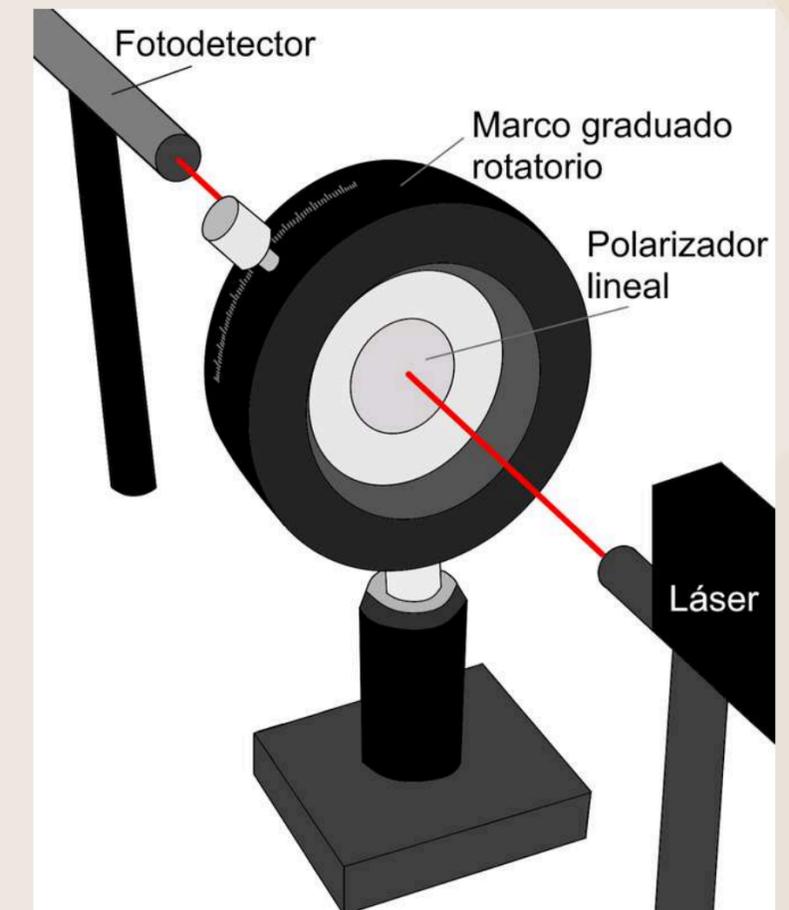
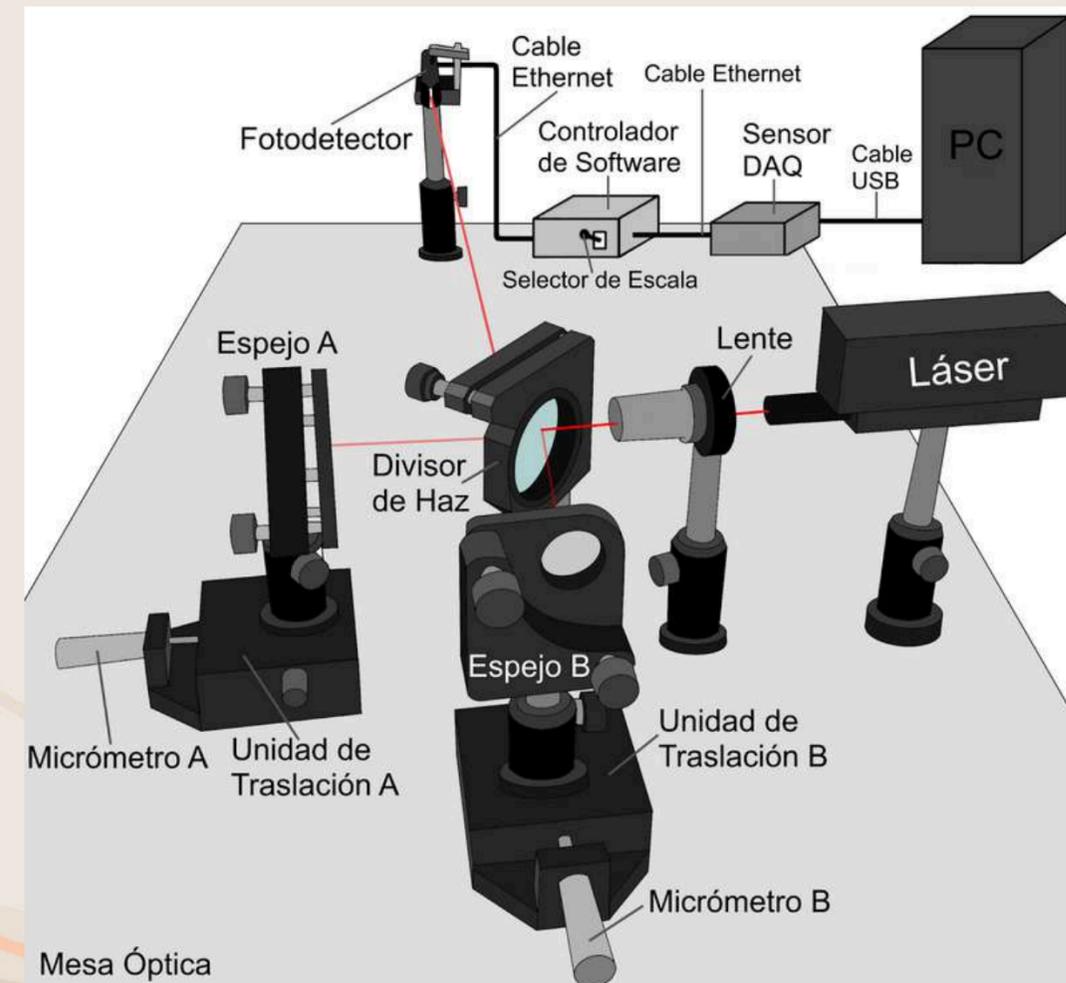
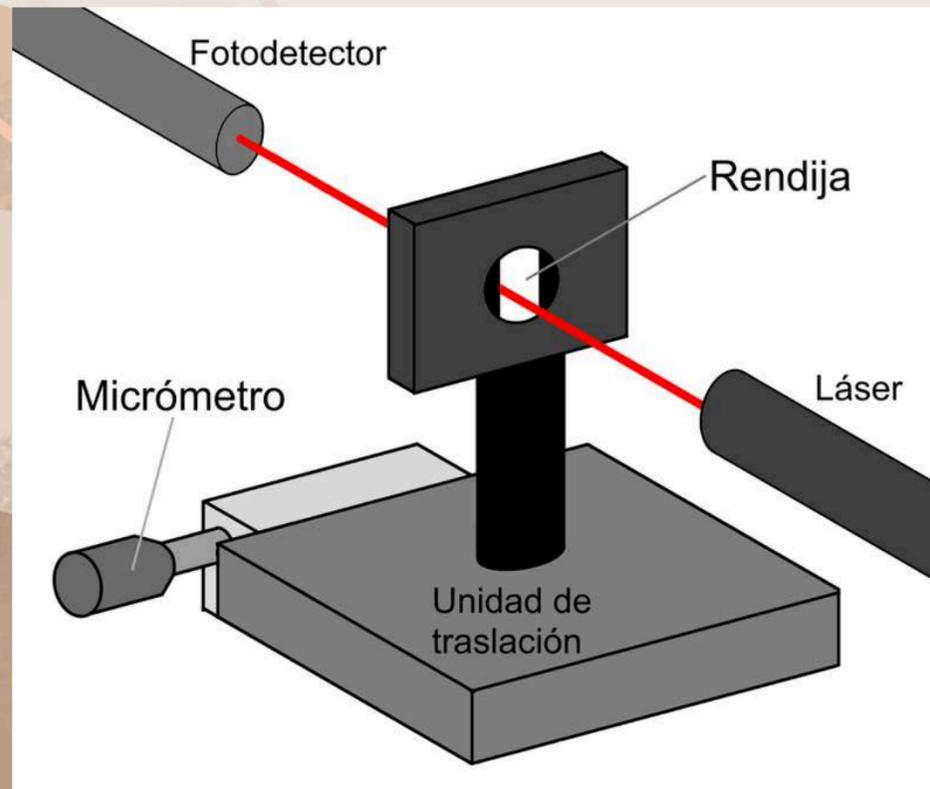
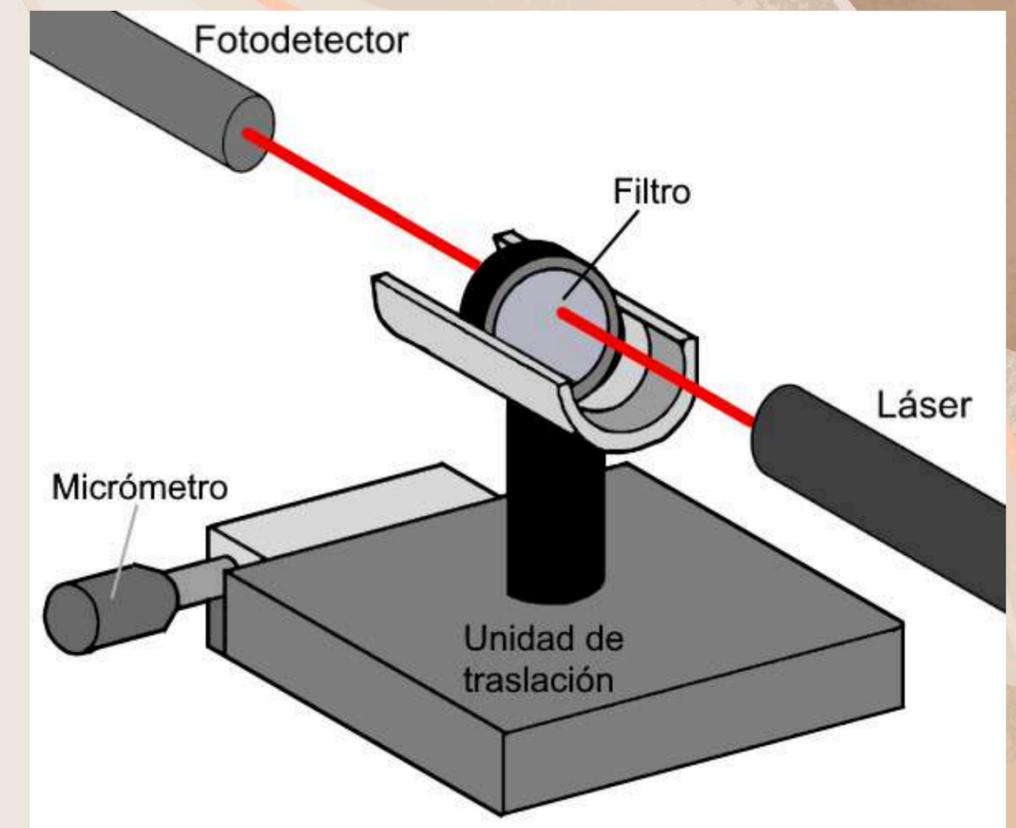
Esta tensión (V) es la señal de salida y lo que medimos con el osciloscopio o el DAQ



APLICACIÓN EXPERIMENTAL

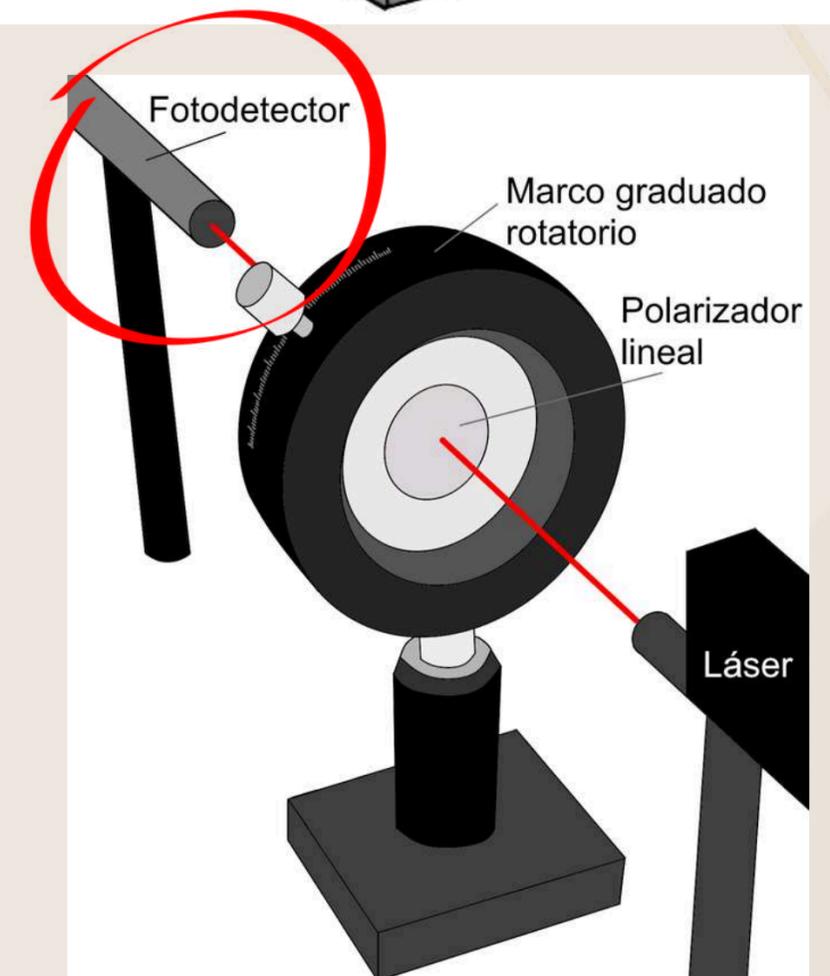
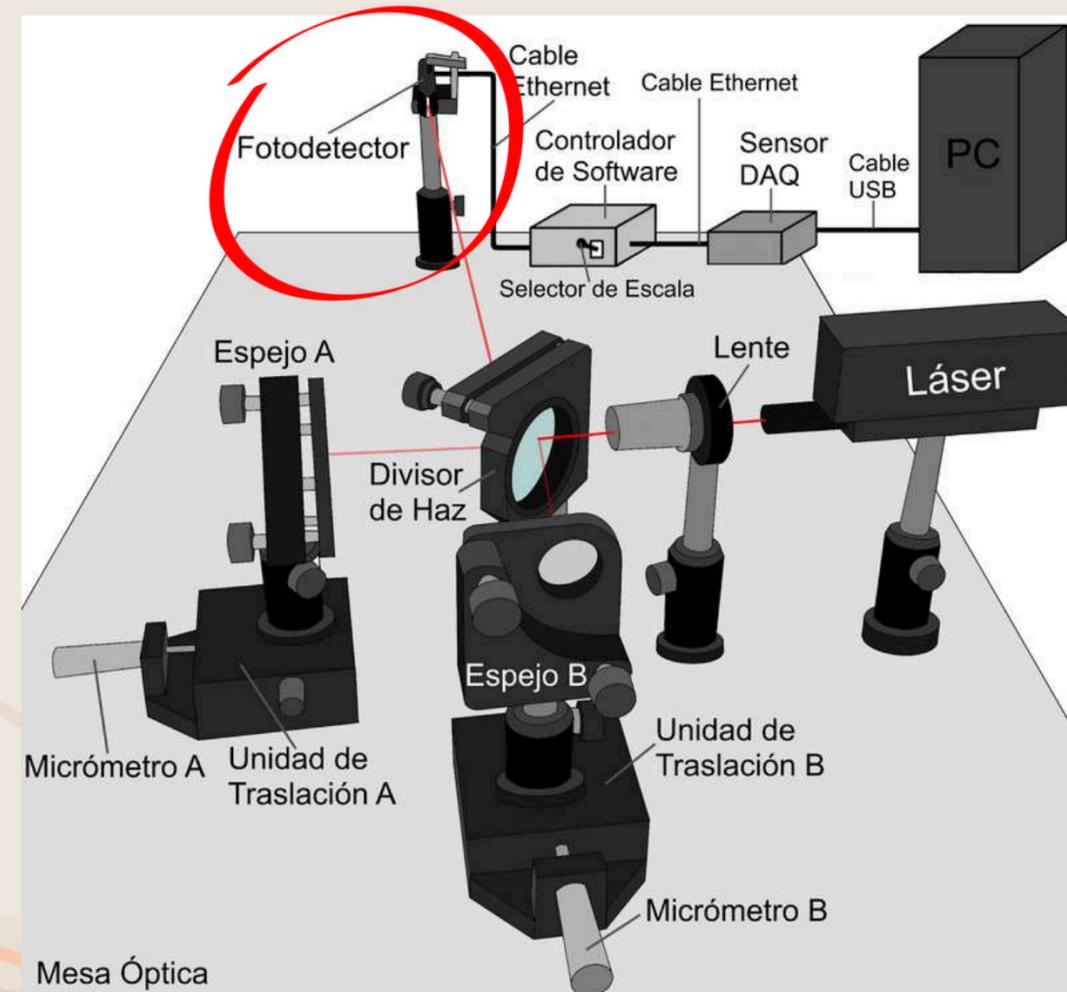
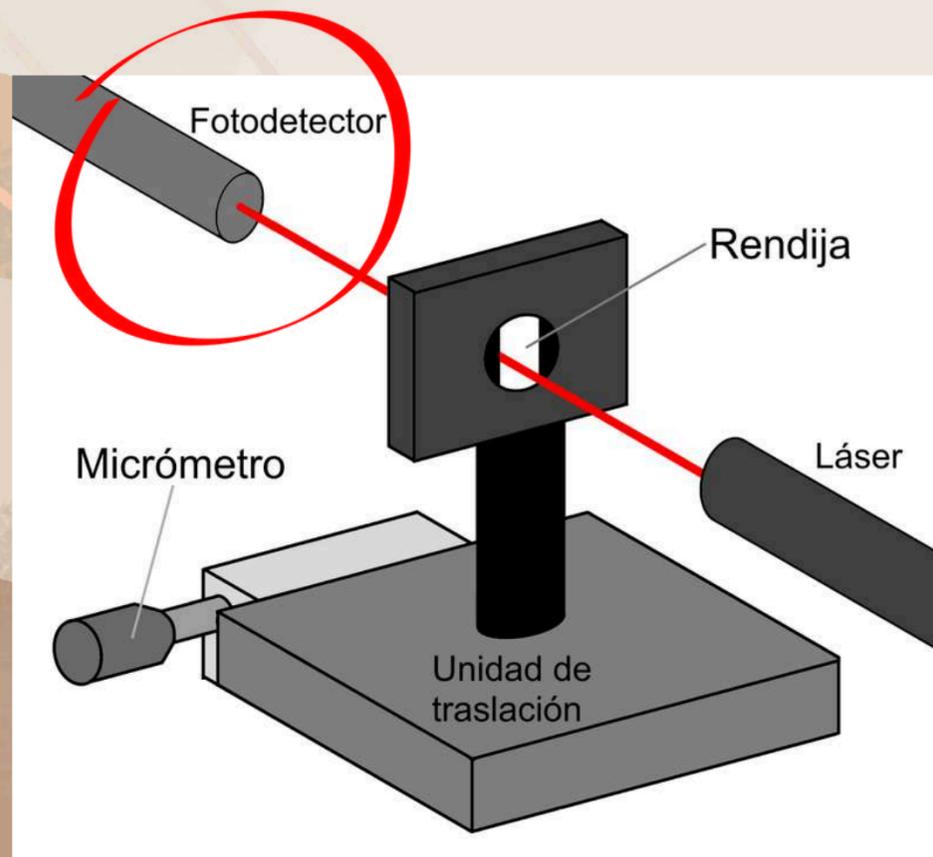
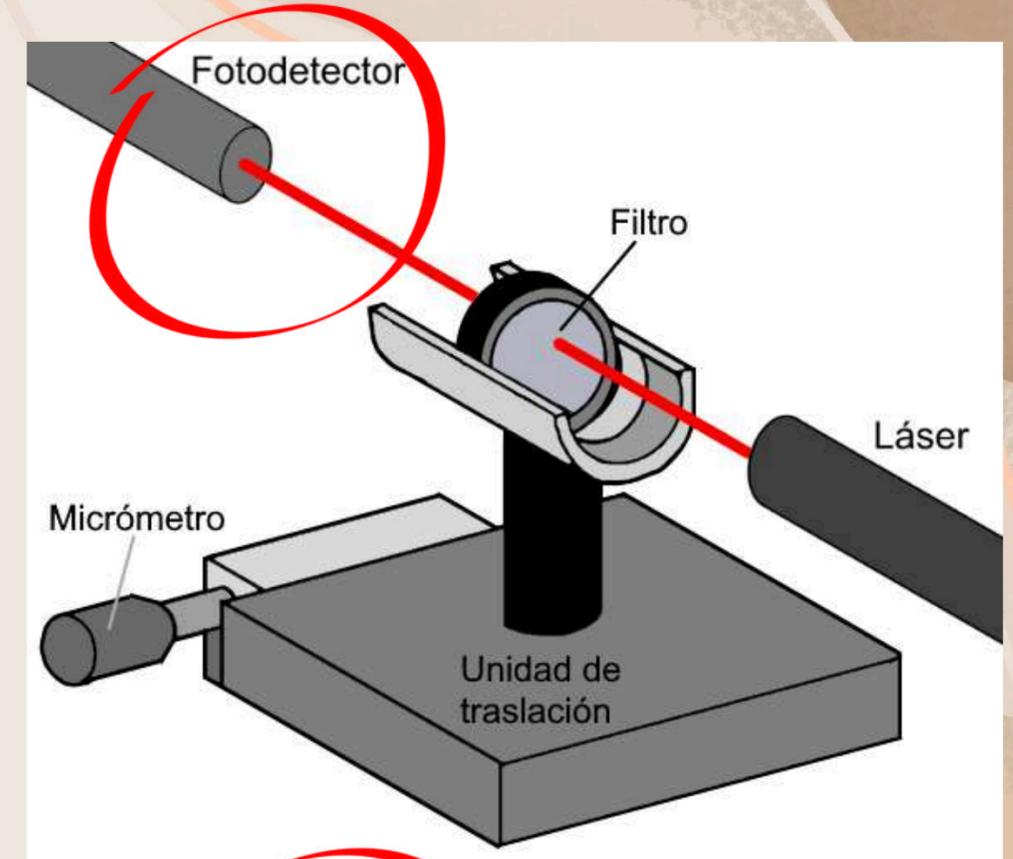
APLICACIÓN EXPERIMENTAL

¿Ven algo en común en todas las imágenes?



APLICACIÓN EXPERIMENTAL

¡En todas hay un fotodetector!



APLICACIÓN EXPERIMENTAL

- **Rápida respuesta**
- **Alta sensibilidad**

En laboratorios de enseñanza:

- Espectroscopía
- Experimentos de interferencia y difracción
- Absorción de la luz en materiales (Ley de Beer-Lambert)

En laboratorios de investigación:

- Tiempos de respuesta en dispositivos optoelectrónicos
- Acoplamientos con fibras ópticas
- Sistemas de detección en telescopios o instrumentos de fotometría de alta precisión

APLICACIÓN EXPERIMENTAL

- **Modo fotovoltaico**

- El fotodiodo no está polarizado externamente
- Cuando le llega luz, genera una pequeña tensión (voltaje) entre sus terminales
- Es ideal para situaciones donde se necesita muy bajo ruido, aunque la respuesta es un poco más lenta
- Se usa mucho en mediciones de precisión o con señales muy débiles

APLICACIÓN EXPERIMENTAL

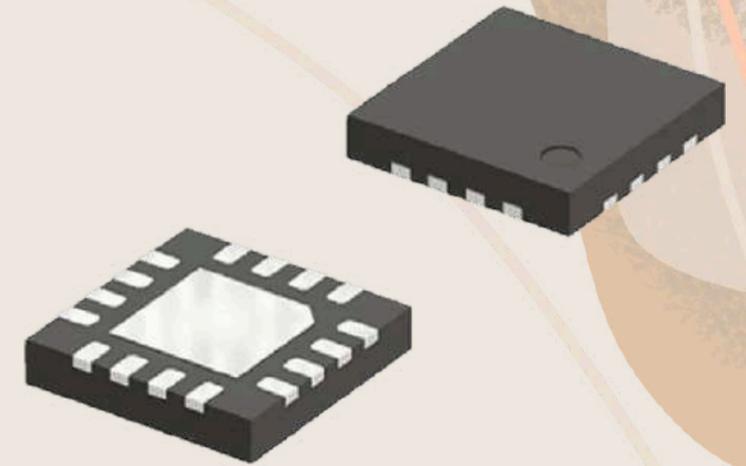
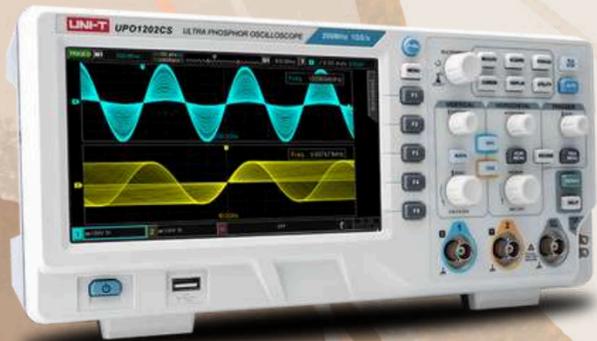
- **Modo fotoconductor**

- El fotodiodo se polariza en inversa (es decir, se le aplica un voltaje inverso)
- Se genera una corriente proporcional a la luz recibida
- Este modo tiene una respuesta mucho más rápida, y es el más común en detección rápida o señales de mayor intensidad

APLICACIÓN EXPERIMENTAL

- **Lectura de datos**

- Amplificador transimpedancia (corriente \rightarrow voltaje)
- Placa de adquisición u osciloscopio (útil cuando se quiere observar la variación de la señal en función del tiempo)



APLICACIÓN EXPERIMENTAL

• Precauciones

- No exponerlos a luz intensa
- No aplicar voltajes superiores al recomendado si se está usando en modo fotoconductor
- Tener en cuenta la temperatura del fotodiodo
- Asegurarse que no entre luz parasitaria del entorno, o que entre la menor posible



Muchas
GRACIAS

¿PREGUNTAS?