

# Estudio de las Propiedades del Efecto de Fotoconductividad Sobre un Material de Sulfuro de Cadmio (CdS)

Juan Carlos Rojas Velásquez\*  
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.  
(Dated: 1 de diciembre de 2023)

## I. INTRODUCCIÓN

La propiedad de fotoconductividad se encuentra generalmente en fotoresistores, elementos comúnmente usados en circuitos como sensores medidores de luz y que son comúnmente usados en actualidad. Debido a la variedad de usos de los fotoresistores, durante este experimento se estudiarán las propiedades de un fotoresistor de sulfuro de cadmio [1][2].

La conductividad eléctrica  $\sigma$  es la capacidad que tiene un material o una sustancia de dejar pasar un flujo de carga eléctrica a través de él. Por medio de la teoría de bandas se puede obtener una descripción de la dinámica de los portadores de carga en un material y, por ende, la corriente dentro del material en la capa de conducción.

Una forma de adquirir estos portadores de carga, o energía suficiente para pasar a la banda de conducción, es debido al fotoefecto interno. La absorción de energía en forma de fotones permite que electrones con energía insuficiente para dar este salto lo puedan hacer con mayor probabilidad. Los resistores semiconductores que dependen de la irradiancia sirven por este principio. [1]

Se pueden analizar los efectos de la irradiancia por medio de polarizadores, los cuales pueden variar la irradiancia por medio de la relación

$$\Phi = \Phi_0 D \cos^2 \alpha \quad (1)$$

donde  $\alpha$  está medido en radianes.

Dado que la irradiancia variará la conductividad dentro del material, se puede calcular la corriente que puede pasar por el material por medio de la relación

$$I_{\text{fotocorriente}} = \frac{A}{d} \Delta \sigma V \quad (2)$$

donde  $A$  es el área transversal de la fotoresistencia,  $\Delta \sigma$  es la conductividad y  $V$  es el voltaje inducido sobre el material.

## II. METODOLOGÍA

Para la práctica de fotoconductividad se utilizó el montaje mostrado en la Figura 1.

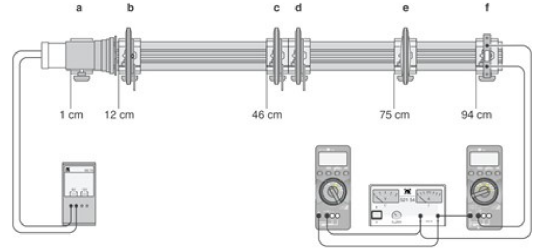


Figura 1. Montaje experimental para la práctica de fotoconductividad. En el montaje se muestran (a) fuente de luz, 3 polarizadores (b) (c) (d) y una lente (e), y el material fotoresistivo (f).

En la Figura 1 se muestra el montaje experimental usado en la práctica. Como se muestra en la figura mencionada, el arreglo que en el que se estableció el montaje debía asegurar que los componentes estén a 12 cm, 46 cm y 75 cm de la fuente de luz, respectivamente.

En cuanto al procedimiento, se hicieron 10 series de voltajes desde 20 V hasta 1V. En cada serie se tomó la fotocorriente en el material para ángulos de polarización para ángulos entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$  con saltos de  $10^\circ$ .

## III. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para el análisis de los datos obtenidos, se tomarán 6 de las 10 series de datos tomados. En la práctica se pueden distinguir 2 resultados importantes.

### A. Fotovoltaje generado por diferentes para diferentes valores ángulos de polarización

Los voltajes medidos para la fotoresistencia a diferentes ángulos dados del polarizador se muestran en la Figura 2.

\* Correo institucional: jc.rojasv1@uniandes.edu.co

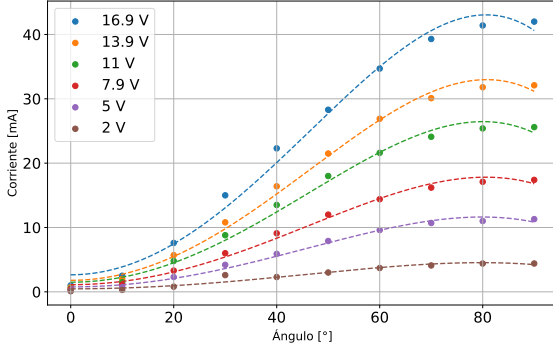


Figura 2. Gráfica de fotocorriente en función del ángulo dado al polarizador. En la gráfica se pueden distinguir 6 series de datos a voltajes constantes de (desde arriba hasta abajo) 16.9V, 13.9V, 11V, 7.9V, 5V y 2V. Cada serie de datos está acompañada por su respectivo ajuste de curva de la forma  $I_{\text{fotocorriente}} = a + b\theta^2 + c\theta^4$ , donde  $\theta$  es el ángulo.

De la Figura 2 se puede notar que los datos siguen una tendencia parecida a la polinomial, esto es consistente con la ecuación (1), pues esta tiene una representación series de Taylor con los órdenes pares de la serie. Además, se decidió tomar como límite el orden 4 ya que de ahí en adelante las contribuciones al valor de la fotocorriente son casi nulo. Lo mencionado anteriormente resultó en una estimación de la curva de la forma

$$I_{\text{fotocorriente}} = a + b\theta^2 + c\theta^4.$$

### B. Fotocorriente a irradiancia constante para diferentes valores de voltaje inducido en el material

Para esta parte del experimento se recolectaron los datos mostrados en la Figura 3.

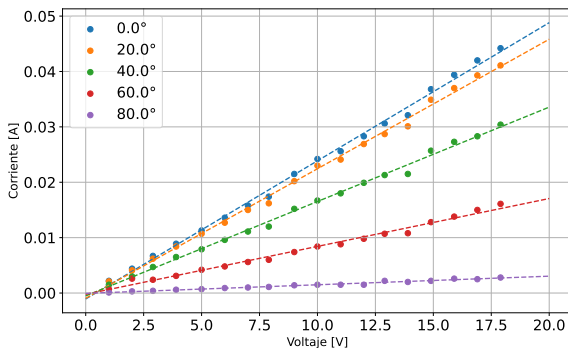


Figura 3. Gráfica de fotocorriente en función del voltaje inducido sobre el material a irradiancias constantes diferentes ajustadas por el ángulo de polarización de la luz.

Las curvas para cada serie de los datos parece seguir una tendencia lineal. Este comportamiento es esperado debido a la ecuación (2); en esta, el valor de la corriente y el voltaje inducido son directamente proporcionales. Por medio de regresiones lineal, se es posible encontrar los valores de resistencia para el material para diferentes irradiancias.

Los datos de resistencia se recopilan en la Figura 4 donde se puede apreciar el comportamiento de la resistencia a diferentes niveles de irradiancia manipulada por el ángulo de polarización.

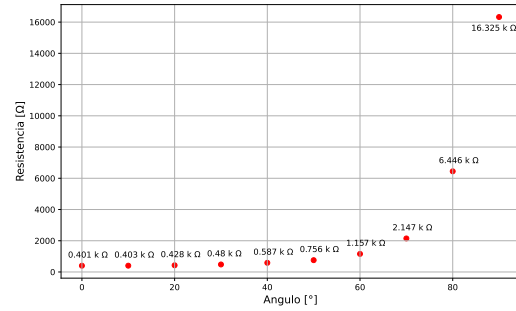


Figura 4. Resistencia del material a diferentes irradiancias establecidas por el ángulo de polarización de la luz.

En la Figura 4 se puede ver que cuando el ángulo llega a 90° la resistencia se alza a valores enormes, tendiendo a infinito. Los valores de resistencia obtenidos se muestran en el Cuadro I.

Ángulo [°]	R [Ω]	$\sigma_R$ [Ω]
0	400.892	$3.43 \times 10^{-5}$
10	403.35	$3.28 \times 10^{-5}$
20	427.62	$3.28 \times 10^{-5}$
30	480.49	$2.88 \times 10^{-5}$
40	586.81	$2.73 \times 10^{-5}$
50	756.29	$2.36 \times 10^{-5}$
60	1156.79	$2.36 \times 10^{-5}$
70	2147.17	$1.05 \times 10^{-5}$
80	6445.72	$5.76 \times 10^{-6}$
90	16325.28	$2.5 \times 10^{-6}$

Cuadro I. Resultados obtenidos para las resistencias del fototransistor para variaciones entre 0° y 90°.

## IV. CONCLUSIONES

Para la práctica se logró obtener una caracterización satisfactoria el fenómeno de fotoconductividad. Se pudo comprobar que la relación entre la corriente y el ángulo de polarización de la luz incidente en el material fototransistor está descrita por un polinomio de la forma

$a + b\theta^2 + c\theta^4$  que se ajusta de manera acertada con cada serie de datos. Además, se lograron hallar valores de resistencia para diferentes ángulos que pueden consultarse en el Cuadro I. Estos datos permiten apreciar el comportamiento de la resistencia del material a bajos niveles de luz, impidiendo la conducción.

### Apéndice A: CÁLCULO DE ERRORES

Todos los cálculos fueron hechos por el programa de Python disponible en el repositorio de GitHub disponible en las referencias [3].

Se tomó como fórmula de desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

### Apéndice B: Cálculo de la expansión de Taylor

La expansión de series de Taylor para el  $\cos^2 x$ , se tiene que es

$$\cos^2(x) = 1 + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^k 2^{-1+2k} x^{2k}}{(2k)!}$$

aproximado a segundo orden

$$\cos^2 x = 1 - x^2 + \frac{x^4}{3} + \mathcal{O}(x^6)$$

- 
- [1] J. Mejía and N. Berrío, *Guías de laboratorio. Física Moderna* (2021).  
 [2] C. Applied Science Department NITTTR, Sector-26, *INSTRUCTIONAL MANUAL. Photoconductivity*.

- [3] J. C. Rojas Velásquez and T. Andrade Hernández, «Physics-labs,» (2023).