

# Laboratorio Caracterización y medición con Fotorresistencia

Juan Sebastián Herrán Páez, Neftali Cruz & Neyder Alberto Vargas Guerrero

## I. RESUMEN

La caracterización de sensores de luz es un aspecto fundamental en el diseño y desarrollo de sistemas electrónicos y dispositivos de detección. En este informe, se presenta un estudio detallado sobre la caracterización de dos tipos de sensores de luz comúnmente utilizados: el fotodiodo y la fotorresistencia.

Mediante experimentos de laboratorio, se obtuvieron las curvas características de ambos sensores, que muestran la relación entre la intensidad de la luz incidente y la corriente o resistencia generada por los dispositivos. Se identificaron y analizaron las zonas de operación de cada sensor, incluyendo la región lineal, la región de saturación y la región de corte.

Los resultados obtenidos proporcionan una comprensión más profunda de las capacidades y limitaciones de los sensores de luz estudiados, lo que facilita su selección y aplicación en diversos proyectos y sistemas electrónicos. Este estudio sienta las bases para futuras investigaciones y desarrollo en el campo de la detección de luz y la sensorización óptica.

## II. INTRODUCTION

**EN** El ámbito de la electrónica y la ingeniería, la caracterización de sensores de luz como el fotodiodo y la fotorresistencia juega un papel crucial en el diseño y desarrollo de sistemas de detección y control. Estos dispositivos son fundamentales en una amplia gama de aplicaciones, desde la automatización industrial hasta la electrónica de consumo y la tecnología médica.

El objetivo de este laboratorio es explorar y comprender las características de funcionamiento de los sensores de luz, centrándonos específicamente en el fotodiodo y la fotorresistencia. A través de la experimentación práctica, buscaremos determinar sus curvas características y definir las zonas de operación relevantes para su aplicación.

## III. MATERIALES

- **Fuente de corriente continua:** Dispositivo que proporciona una corriente eléctrica constante en una dirección específica, utilizada para alimentar circuitos electrónicos en el laboratorio.
- **Fotorresistencia:** También conocida como LDR (Resistencia Dependiente de la Luz), es un dispositivo semiconductor cuya resistencia eléctrica varía en función de la intensidad de la luz incidente. Se utiliza para detectar cambios en la iluminación ambiental.

- **Resistencias de varios valores:** Componentes electrónicos con valores de resistencia eléctrica específicos, utilizados para limitar la corriente o ajustar el voltaje en un circuito.
- **Fotodiodo:** Dispositivo semiconductor que genera una corriente eléctrica cuando es expuesto a la luz. Se utiliza como detector de luz en diversos circuitos y sistemas.
- **Tubo de cartón que bloquee la luz exterior:** Estructura cilíndrica de cartón diseñada para evitar la entrada de luz exterior al área de trabajo, proporcionando un entorno controlado para las mediciones de luz.
- **Bombillo incandescente o halógeno de 12 V:** Fuente de luz artificial utilizada en el laboratorio para simular diferentes niveles de iluminación y realizar pruebas de detección con los sensores.
- **Luxómetro (Laboratorio):** Instrumento de medición utilizado para cuantificar la intensidad de la luz en unidades de lux, permitiendo una evaluación precisa del entorno luminoso.
- **Multímetro:** Herramienta de medición eléctrica versátil que puede utilizarse para medir corriente, voltaje y resistencia en circuitos electrónicos.
- **Flexómetro o regla para medir distancia en cm:** Instrumento de medición utilizado para determinar la distancia entre componentes o la longitud de cables en el laboratorio, expresada en centímetros.
- **Caimanes y cables:** Herramientas de conexión eléctrica que permiten establecer conexiones seguras entre los componentes del circuito y la fuente de alimentación.

## IV. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 1. Caracterización de la Fotorresistencia:

- Diseñar un montaje que asegure la posición fija de la fotorresistencia y permita variar la intensidad lumínica del bombillo para su medición con el luxómetro.
- Construir un divisor de voltaje con la fotorresistencia y determinar el valor adecuado de resistencia. Polarizar con 5V.
- Variar la intensidad lumínica y medir el voltaje en el resistor para determinar la corriente en el circuito.
- Determinar la curva característica del sensor (iluminancia vs resistencia).
- Aproximar la curva mediante una ecuación empírica, identificando el tipo de ajuste que mejor se adapte (logarítmico, semilogarítmico, polinomial, etc.).

A continuación se muestra el circuito utilizado para la práctica del laboratorio teniendo así una Fotorresistencia, una resistencia R1, un voltaje de 5v y su respectiva tierra.

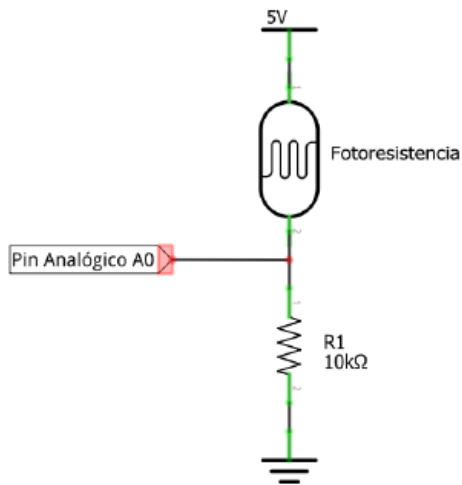


Fig. 1: Circuito para la práctica de la fotorresistencia

Con base en el circuito se muestran las curvas características resultantes y sus ajustes potenciales con los datos de subida y los datos de bajada.

TABLE I: Tabla de datos de subida

Voltaje (V)	Fotorresistencia (V)	Lumens (Lm)
0	0,001	0,12
3	0,15	0,13
3,5	0,27	0,14
4	0,49	0,28
4,5	0,79	0,52
5	1,18	0,99
5,5	1,64	1,95
6	2,08	3,36
6,5	2,44	5,18
7	2,82	8,28
7,5	3,14	12,52
8	3,37	17,02
8,5	3,59	23,1
9	3,8	32,2
9,5	3,92	40,1
10	4,06	52,3
14,1	4,57	240

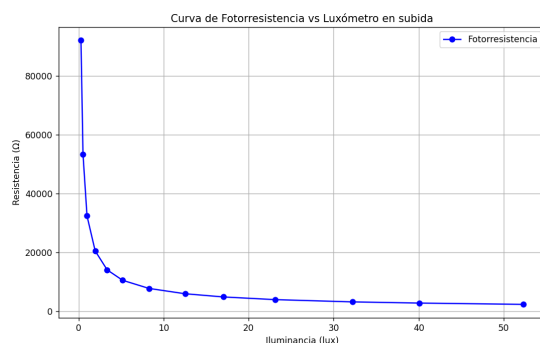


Fig. 2: Curva característica de la fotorresistencia con los datos de subida

TABLE II: Tabla de datos curva de tendencia

Lumens (Lm)	Fotorresistencia (ohms)
0,28	92040,81633
0,52	53291,13924
0,99	32372,88136
1,95	20487,80488
3,36	14038,46154
5,18	10491,80328
8,28	7730,496454
12,52	5923,566879
17,02	4836,795252
23,1	3927,576602
32,2	3157,894737
40,1	2755,102041
52,3	2315,270936

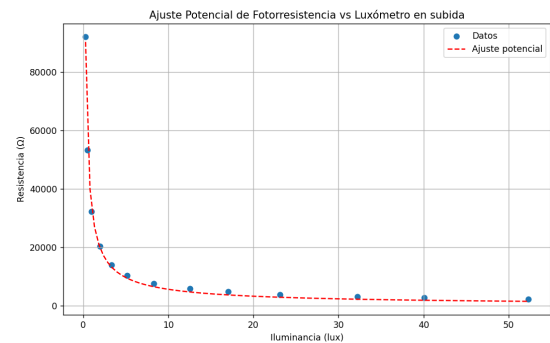


Fig. 3: Aproximación de Curva característica de la fotorresistencia con forma potencial con datos de subida

Podemos observar que el comportamiento de los datos de subida y de bajada nos da a entender que no hay histeresis.

TABLE III: Tabla de datos de bajada

Voltaje (V)	Fotorresistencia (V)	Lumens (Lm)
14,1	4,57	240
10	4,05	52,4
9,5	3,94	41,8
9	3,66	30,4
8,5	3,61	23,9
8	3,35	16,2
7,5	3,11	11,8
7	2,82	8,3
6,5	2,43	5,3
6	2	3,3
5,5	1,62	2
5	1,16	1,2
4,5	0,77	0,51
4	0,45	0,24
3,5	0,15	0,15
3	0,01	0,12
0	0	0,1

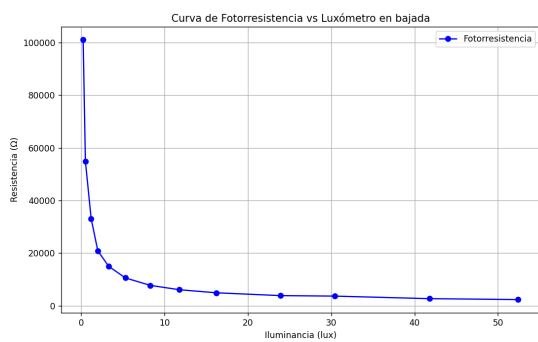


Fig. 4: Curva característica de la fotorresistencia con los datos de bajada

TABLE IV: Tabla de datos de la segunda medición

Lumens (Lm)	Fotorresistencia (ohms)
52,4	2345,679012
41,8	2690,35533
30,4	3661,202186
23,9	3850,415512
16,2	4925,373134
11,8	6077,170418
8,3	7730,496454
5,3	10576,13169
3,3	15000
2	20864,19753
1,2	33103,44828
0,51	54935,06494
0,24	101111,1111

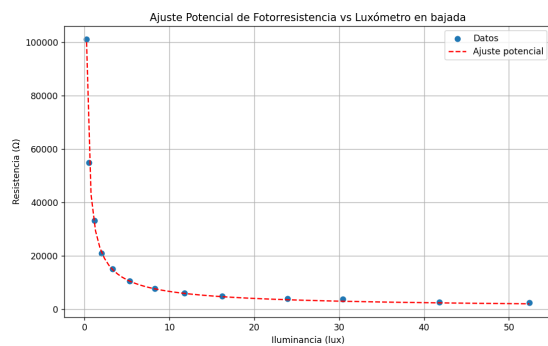


Fig. 5: Aproximación de Curva característica de la fotorresistencia con forma potencial con datos de bajada

Como se pudo observar se muestra una relación entre la intensidad de la luz, medida en lúmenes, y la resistencia eléctrica de una fotorresistencia. A medida que aumenta la intensidad lumínica, la resistencia de la fotorresistencia disminuye, lo que indica una correlación inversa entre estas dos variables. Esto implica que a mayor cantidad de luz incidente sobre la fotorresistencia, esta ofrece una menor resistencia eléctrica. Este comportamiento puede ser modelado mediante una línea de tendencia potencial, lo que permite predecir la resistencia eléctrica de la fotorresistencia para valores específicos de intensidad lumínica.

#### 4. Diseño de un circuito utilizando Fotorresistencias:

- Utilizar fotorresistencias para diseñar un circuito que active o desactive un bombillo según la cantidad de luz incidente.
- Emplear dos fotorresistencias que detecten la luz en direcciones opuestas y respondan en modo diferencial.
- Simular el circuito y montarlo en un protoboard, proporcionando una descripción detallada del diseño.

Este procedimiento experimental permitirá la caracterización precisa de la fotorresistencia y el fotodiodo, así como la evaluación de su comportamiento en diferentes condiciones de iluminación. Los resultados obtenidos servirán como base para el diseño y desarrollo de sistemas de detección y control basados en estos sensores de luz.

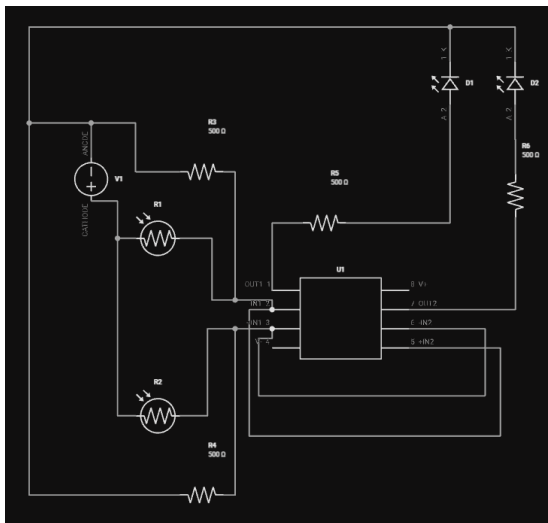


Fig. 6: Circuito esquemático fotorresistencias y luz incidente en 2 leds

## V. ANALYSIS

### Divisor de Voltaje con Fotorresistencias:

Cuando la luz incide sobre las fotorresistencias, su resistencia varía según la intensidad luminosa. Estas fotorresistencias forman un divisor de voltaje, donde la tensión en el punto

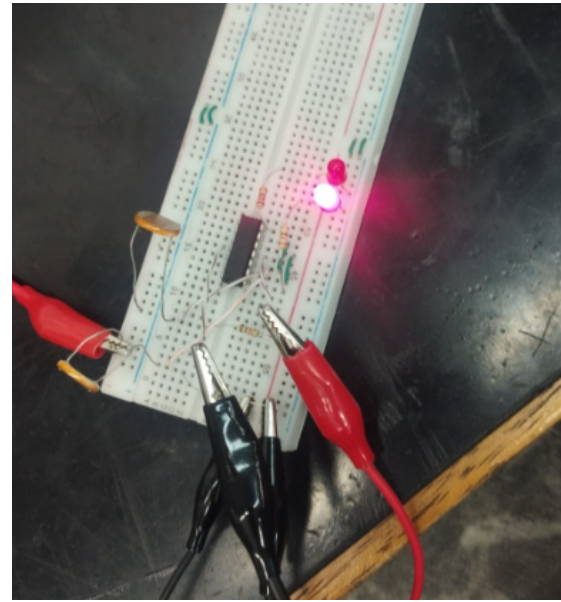


Fig. 7: Circuito montaje fotorresistencias y luz incidente en 2 leds

medio depende de la diferencia de resistencia entre las fotorresistencias. La tensión en el punto medio es proporcional a la diferencia de luz detectada por las fotorresistencias.

### Comparadores:

Cada comparador compara la tensión en el punto medio del divisor de voltaje con un umbral ajustable. Cuando la tensión en el punto medio supera el umbral, la salida del comparador se activa (alto). Cuando la tensión en el punto medio es inferior al umbral, la salida del comparador se desactiva (bajo).

### Bombillos:

Los bombillos están conectados a las salidas de los comparadores. Cuando la salida de un comparador se activa, el bombillo correspondiente se enciende. Cuando la salida de un comparador se desactiva, el bombillo correspondiente se apaga.

### Comportamiento del Circuito:

- **Modo Diferencial:** Al utilizar dos fotorresistencias en direcciones opuestas, el circuito responde al cambio neto de luz entre las dos direcciones. Si la luz aumenta en una dirección y disminuye en la otra, el circuito puede detectar este cambio neto y activar o desactivar los bombillos en consecuencia.
- **Precisión Ajustable:** Los umbrales de los comparadores pueden ajustarse para adaptarse a las condiciones específicas de iluminación en el entorno. Esto permite una mayor precisión en la activación o desactivación de los bombillos según los niveles de luz requeridos.
- **Flexibilidad y Redundancia:** Al tener un comparador por cada fotorresistencia, el sistema es más flexible y redundante. Si una fotorresistencia o comparador falla, el otro par aún puede funcionar correctamente, lo que aumenta la confiabilidad del sistema.

*Fórmulas Relevantes:*

La tensión en el punto medio del divisor de voltaje se calcula mediante la fórmula:

$$V_{\text{medio}} = V_{\text{in}} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

La ganancia del amplificador operacional se puede ajustar mediante la relación de resistencias en la realimentación. La histeresis del comparador se puede ajustar mediante resistencias de realimentación.

Este análisis proporciona una comprensión del funcionamiento y comportamiento esperado del circuito modificado. La simulación y la implementación en protoboard pueden validar estos conceptos y ajustar los parámetros para optimizar el rendimiento del circuito.

## VI. CONCLUSION

En el laboratorio, llevamos a cabo una caracterización exhaustiva del comportamiento de la fotorresistencia utilizando un luxómetro para medir su respuesta a diferentes niveles de iluminación. A través de una serie de experimentos, pudimos establecer una relación clara entre la iluminancia incidente y la resistencia de la fotorresistencia, lo que nos permitió entender cómo varía su comportamiento en diferentes condiciones de luz.

Al unir este laboratorio con nuestra propuesta de diseño de circuito, podemos ver cómo la comprensión obtenida del comportamiento de la fotorresistencia en el laboratorio fue fundamental para el desarrollo de nuestro circuito de control de iluminación. La capacidad de caracterizar la respuesta de la fotorresistencia nos permitió diseñar un circuito que pudiera activar o desactivar un bombillo de manera efectiva según los niveles de luz detectados.

La combinación de estos dos aspectos nos proporciona una solución integral para el control de iluminación, desde la comprensión teórica del comportamiento de la fotorresistencia hasta la implementación práctica de un circuito funcional. Este enfoque integrado nos permite no solo entender los fundamentos del funcionamiento de los componentes electrónicos, sino también aplicar ese conocimiento en la creación de sistemas útiles y prácticos.