

## PRÁCTICAS DE ARDUINO

### Práctica nº 12: Fotorresistor LDR

En esta práctica vamos a trabajar con un pequeño gran sensor que nos va a permitir medir la intensidad de la luz en el entorno donde tengamos realizado nuestro montaje, de tal manera que podamos decidir qué acciones a realizar en función de los umbrales de luz u oscuridad que estimemos oportuno.

#### ¿QUÉ ES UN FOTORESISTOR LDR?



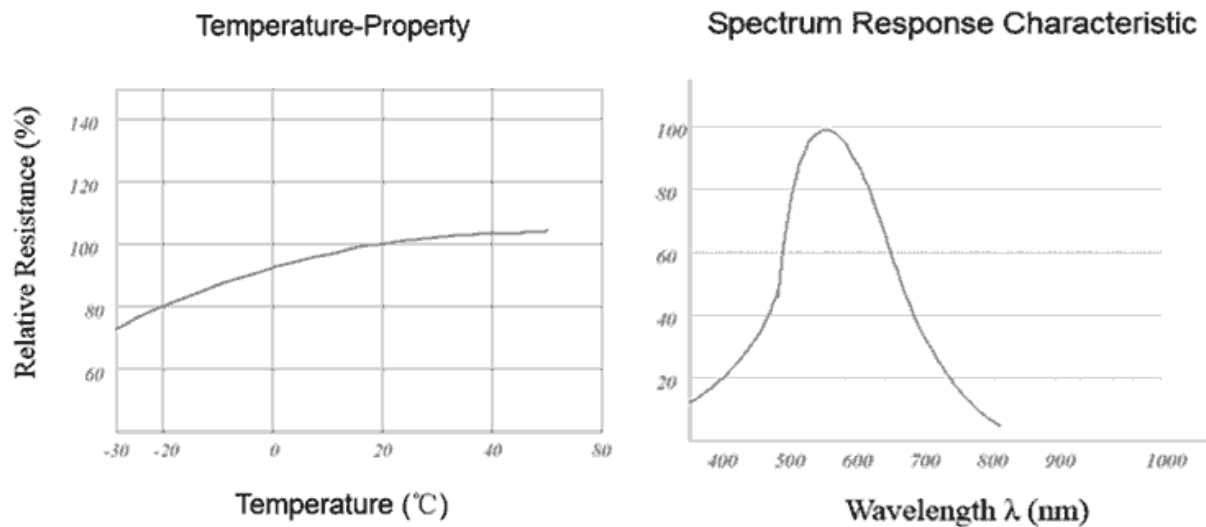
Un fotorresistor, o LDR (light-dependent resistor) es un **dispositivo cuya resistencia varía en función de la luz recibida**. Podemos usar esta variación para medir, a través de las entradas analógicas, una estimación del nivel del luz.

Un fotorresistor está formado por un semiconductor, típicamente sulfuro de cadmio CdS. Al incidir la luz sobre él algunos de los fotones son absorbidos, provocando que electrones pasen a la banda de conducción y, por tanto, disminuyendo la resistencia del componente.

Por tanto, un **fotorresistor disminuye su resistencia a medida que aumenta la luz sobre él**. Los valores típicos son de 1 MOhm en total oscuridad, a 50-100 Ohm bajo luz brillante.

Por otro lado, la variación de la resistencia es relativamente lenta, de 20 a 100 ms en función del modelo. Esta lentitud hace que no sea posible registrar variaciones rápidas, como las producidas en fuentes de luz artificiales alimentadas por corriente alterna. Este comportamiento puede ser beneficioso, ya que dota al sensor de una gran estabilidad.

Finalmente, los fotorresistores no resultan adecuados para proporcionar una medición de la iluminancia, es decir, para servir como luxómetro. Esto es debido a su baja precisión, su fuerte dependencia con la temperatura y, especialmente, a que su distribución espectral no resulta adecuada para la medición de iluminancia.



Por tanto, **un LDR es un sensor que resulta adecuado para proporcionar medidas cuantitativas sobre el nivel de luz**, tanto en interiores como en exteriores, y reaccionar, por ejemplo, encendiendo una luz, subiendo una persiana, u orientando un robot.

## ¿CÓMO FUNCIONA UN FOTORESISTOR LDR?

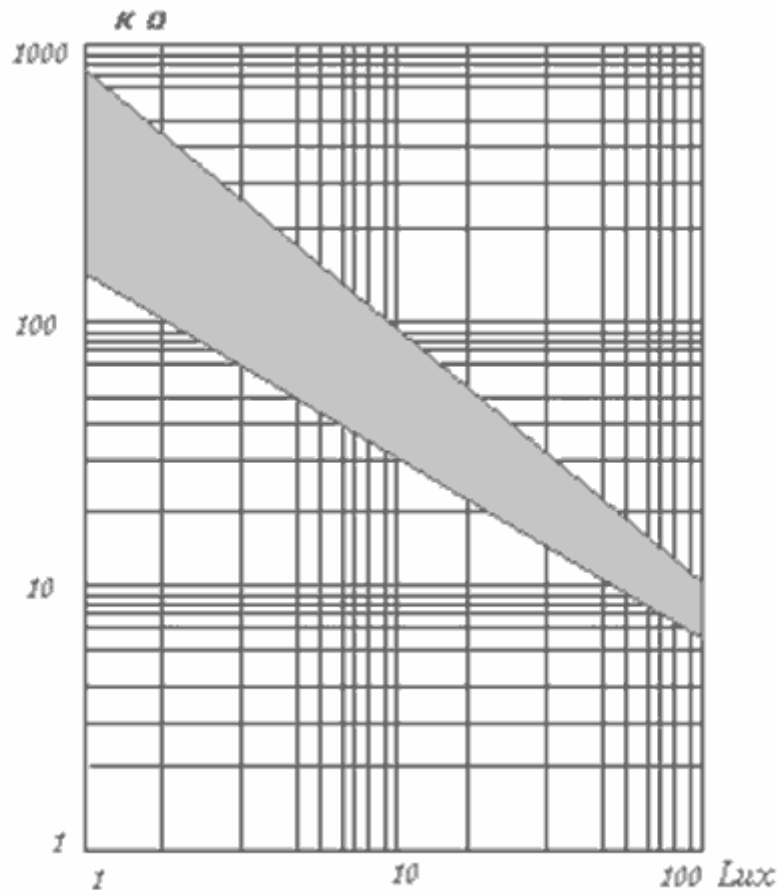
Matemáticamente, la relación entre la iluminancia y la resistencia de una LDR sigue una función potencial.

$$\frac{I}{I_0} = \left( \frac{R}{R_0} \right)^{-\gamma}$$

Siendo  $R_0$  la resistencia a una intensidad  $I_0$ , ambas conocidas.

La constante  $\gamma$  es la pendiente de la gráfica logarítmica, o la pérdida de resistencia por década. Su valor típicamente 0.5 a 0.8.

Por este motivo, frecuentemente las gráficas que relacionan ambos valores se representan en escalas logarítmicas para ambos ejes. Bajo esta representación, la relación se muestra como una gráfica lineal.



Estos valores pueden ser obtenidos del datasheet del componente. Por ejemplo, para la familia GL55 de fotoresistores son los siguientes:

Modelo	Pico espectral (nm)	Resistencia luz brillante (KΩ)	Resistencia oscuridad (KΩ)	gamma	Tiempo respuesta (ms)
GL5516	540	5-10	500	0.5	30
GL5528	540	10-20	1000	0.6	25
GL5537-1	540	20-30	2000	0.6	25
GL5537-2	540	30-50	3000	0.7	25
GL5539	540	50-100	5000	0.8	25
GL5549	540	100-200	10000	0.9	25

Sin embargo, siempre existirán pequeñas variaciones entre dispositivos, incluso dentro de la misma familia, debidos a la fabricación del componente.

El comportamiento potencial hace que estas pequeñas diferencias supongan grandes variaciones en la medición, por lo que no es posible, en general, emplear estos valores de forma absoluta sin un proceso de calibración.

## FUNCIONAMIENTO

El comportamiento de una resistencia que varía en función de la luminosidad que percibe es el siguiente, nos dará un valor numérico proporcional a la cantidad de iluminación que reciba.

- **Más luz = menor resistencia eléctrica, por tanto, menor valor numérico.**
- **Menos luz = mayor resistencia eléctrica, por tanto, mayor valor numérico.**

En primer lugar vamos a montar en nuestra placa de prototipado el LDR en solitario para ver qué valores nos da y observar su funcionamiento.

El montaje es muy sencillo ya que **el sensor LDR, como resistor que es, carece de polaridad. Tenemos dos opciones de montaje, leer los datos a través del terminal que va a 5V (OPCIÓN 1) y a través del terminal que va a GND (OPCIÓN2). Este tipo de montaje electrónico se conoce como *DIVISOR DE TENSIÓN*. Su uso es muy común, ya que sirve para medir el cambio de una resistencia:**

- Un terminal del LDR a masa o GND.
- El segundo terminal a través de una resistencia a 5V.
- Y a su vez, dicho segundo terminal, a una entrada analógica para realizar la lectura de sus valores, en este caso hemos usado A0.

Un pequeño recordatorio, el resistor se trata de una resistencia fija, que no varía, mientras que el LDR es una resistencia variable. En este montaje electrónico lo que sucede es que el circuito se comporta de forma inversa al sensor, el voltaje sube al bajar el nivel de luz (o lo que es lo mismo, a mayor resistencia  $\Omega$  de la LDR conseguida con menor luminosidad, mayor voltaje por la salida A0. Y su inverso, a menor resistencia  $\Omega$  de la LDR conseguida con mayor luminosidad, menor voltaje por la salida A0).

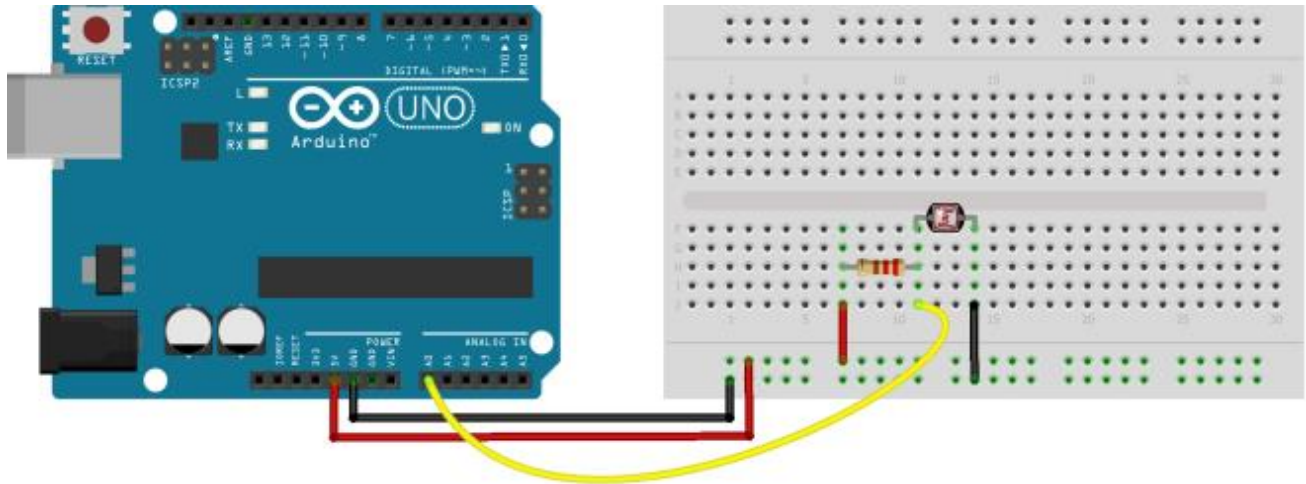
El código para comprobar si funciona no tiene misterio. Sólo hay dos instrucciones que conviene destacar:

- **valorLDR = analogRead(pinLDR);** Esta instrucción realiza la lectura de los valores del LDR en el pin analógico donde lo hemos conectado (A0). Estos valores variarán en un rango de 0 a 1023 como máximo, siendo valores típicos los de 1 Mohm en total oscuridad, a 50-100 Ohm bajo luz brillante.
- **Serial.println(valorLDR);** Esta otra instrucción sirve para sacar su valor a través del monitor serie y que podamos comprobar visualmente cómo al acercar la mano tapando el sensor, y por tanto detectar más oscuridad -menos luz-, los valores irán aumentando acercándose al máximo.

## MONTAJE

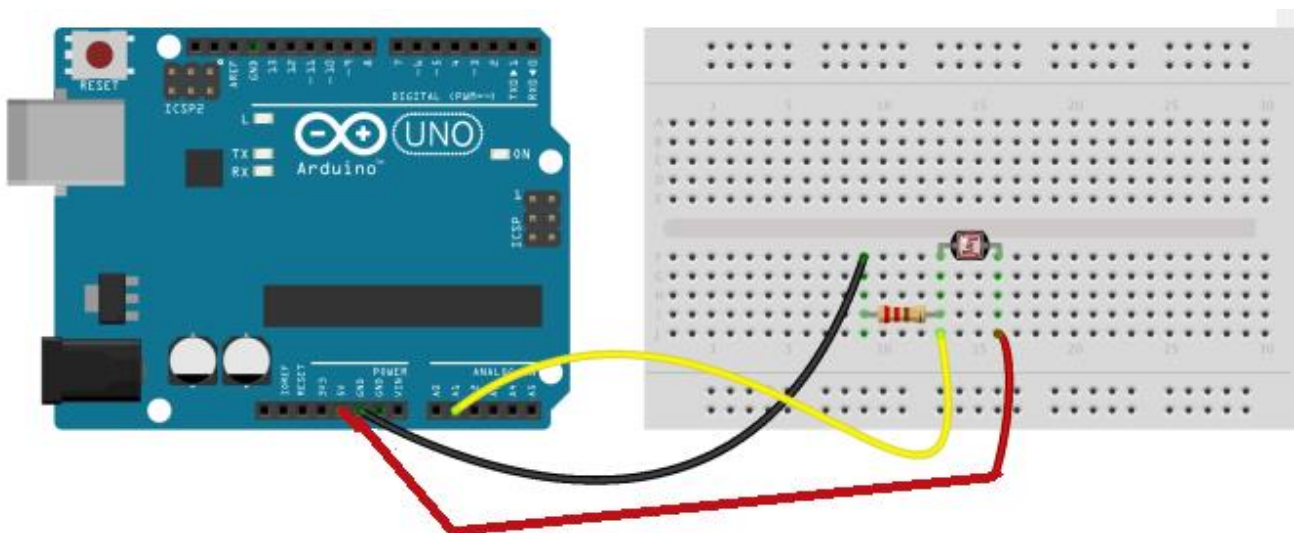
Por su parte, el montaje eléctrico en una protoboard quedaría de la siguiente manera.

### OPCIÓN 1



Existe otra posibilidad de montaje electrónico, en la cual el voltaje (medido a través del pin A0) disminuirá al bajar la resistencia de la LDR, y aumentará cuando crezca ésta, es decir, que el voltaje de salida sigue las variaciones de la luz en el mismo sentido que ésta. Dicho de otra manera, el voltaje sube al subir el nivel de luz (o lo que es lo mismo, a menor resistencia  $\Omega$  de la LDR conseguida con mayor luminosidad, mayor voltaje por la salida A0). Y su inverso, a mayor resistencia  $\Omega$  de la LDR conseguida con menor luminosidad, menor voltaje por la salida A0).

### OPCIÓN 2



## EJEMPLOS DE CÓDIGO

A continuación tenéis algunos ejemplos de código.

LDR\_Serial\_print\$

```
int valorLDR = 0;    //Creamos la variable de tipo número entero para almacenar los datos recogidos del sensor LDR
int pinLDR = A0;     //Seleccionamos el pin analógico A0 como input del sensor LDR.

void setup() {
  Serial.begin(9600); //Inicializamos monitor serie para visualizar los valores de LDR.
}

void loop() {
  valorLDR = analogRead(pinLDR); //Leemos el valor del pinLDR y lo guardamos en la variable creada.
  Serial.println(valorLDR);      //Imprimimos dicho valor, comprendido entre 0 y 1023.
}
```

El siguiente ejemplo emplea una entrada analógica para activar el LED integrado en la placa si supera un cierto umbral (threshold).



```
Archivo  Editar  Programa  Herramientas  Ayuda

LDR_ejemplo1

const int LEDPin = 13;
const int LDRPin = A0;
const int threshold = 100;

void setup() {
  pinMode(LEDPin, OUTPUT);
  pinMode(LDRPin, INPUT);
}

void loop() {
  int input = analogRead(LDRPin);
  if (input > threshold) {
    digitalWrite(LEDPin, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(LEDPin, LOW);
  }
}
```

- **Ejercicio propuesto**

- Realiza un montaje libre que contenga varios LEDs que se vayan encendiendo a medida que tengamos menos luz sobre nuestro LDR y al revés, cuando esté en condiciones lumínicas óptimas estén todos apagados. Hazle una foto al montaje, prográmalo y explícame su funcionamiento.