



I.T.T. “Ettore Majorana” Milazzo

**Relazione tecnica di Tecnologie e Progettazione di Sistemi
Informatici e di Telecomunicazioni**

Interruttore crepuscolare con Fotoresistenza e Diodo LED

Alunno/a: Antonio Puliafito Data di consegna: 19/03/2024

**Classe 3a ITQ
Anno Scolastico 2023/2024**

Titolo: Interruttore crepuscolare con Fotoresistenza e Diodo Led

Scopo esercitazione:

Realizzare un interruttore crepuscolare sfruttando una fotoresistenza che consenta l'accensione automatica di un diodo LED al calare della luce naturale di un ambiente. Realizzare un simil-potenziometro attuabile tramite la luce, anziché tramite forze meccaniche o segnali elettrici, mediante un fotoresistore, capace di variare l'intensità luminosa di un diodo LED

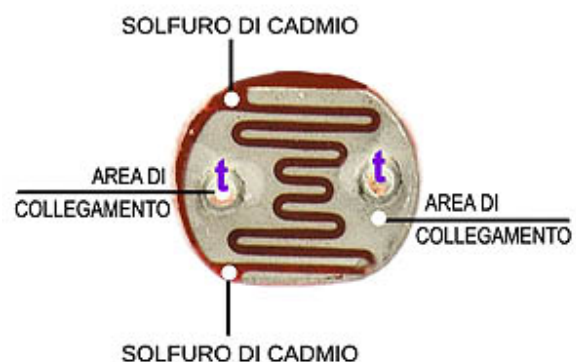
Elenco materiali, dispositivi e software:

- Scheda Arduino UNO
- Breadboard piccola
- 1 Diodo LED rosso
- 1 Resistenza da 220 Ohm
- 1 Resistenza da 10k Ohm
- 1 Fotoresistenza
- TinkerCAD
- Fritzing

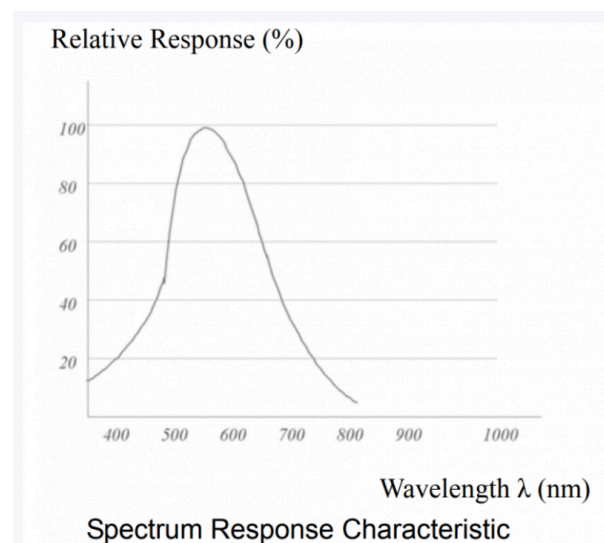
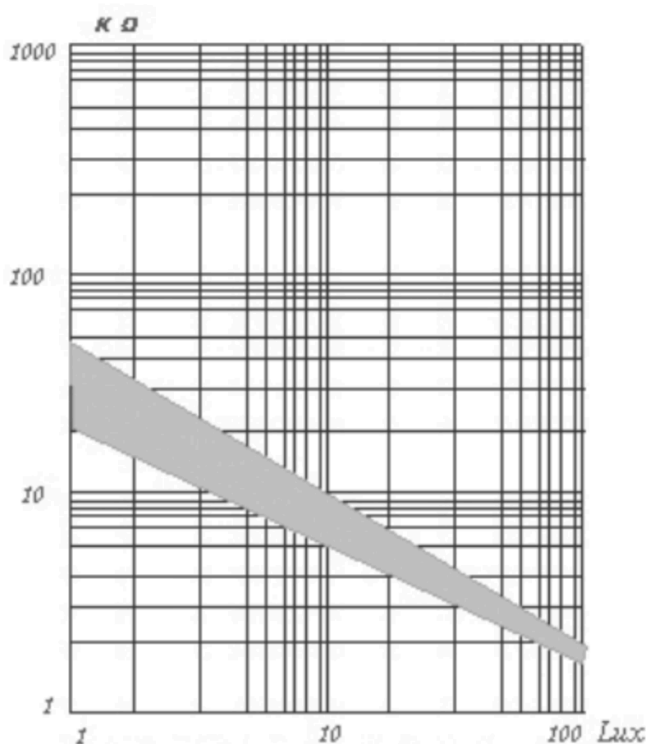
Cenni teorici:

La fotoresistenza è un componente elettrico costituito da un materiale semiconduttore come il solfuro di cadmio, depositato su un supporto isolante, che sfrutta l'effetto fotoconduttivo per agire come un normale resistore, di cui il valore in ohm diminuisce a mano a mano che aumenta

l'intensità della luce che la colpisce; le variazioni di conduttività vengono rilevate tramite due aree di materiale altamente conduttivo, applicate al di sopra del semiconduttore. Il fotoresistore sfrutta una delle proprietà fisiche che hanno i semiconduttori, infatti, la loro conducibilità varia quando sono colpiti da una radiazione luminosa. Una radiazione luminosa, quando infrange



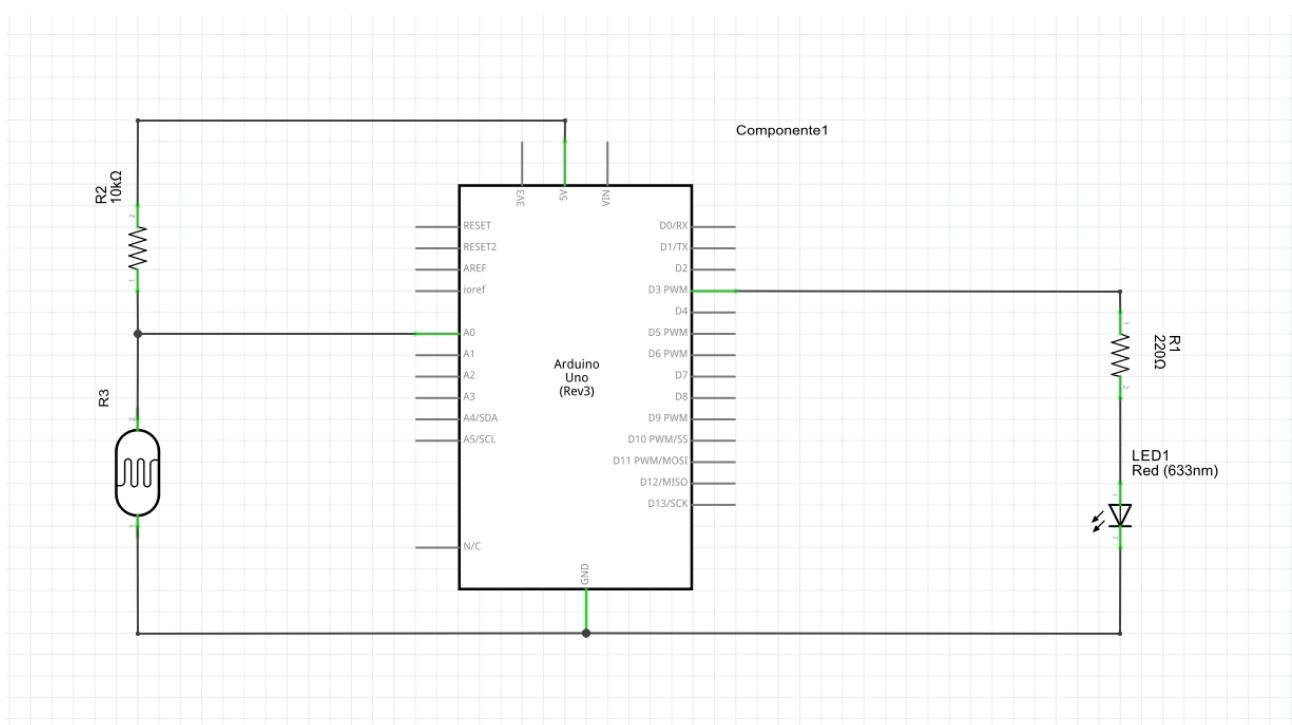
un corpo, trasferisce parte della sua energia all'elemento colpito, in particolare, nei semiconduttore, questo assorbimento d'energia provoca un aumento delle coppie lacune elettrone, introducendo all'interno del materiale una quantità maggiore di carica libera, ne consegue una maggiore conducibilità elettrica. In tale maniera si realizza una sorta di potenziometro attuabile tramite la luce anziché tramite forze meccaniche o segnali elettrici, che può essere integrato in dispositivi come radiosveglie, dispositivi d'allarme, lampioni stradali o, in generale, in dispositivi automatizzati per l'illuminazione. Per ogni tipologia di sensore c'è una legge che governa il suo funzionamento, in particolare, il fotoresistore, ha un legame tra lunghezza d'onda e intensità della radiazione luminosa incidente e la variazione di conducibilità del materiale semiconduttore utilizzato per la costruzione del sensore. Il comportamento del sensore, generalmente, è descritto tramite dei grafici comportamentali, ricavati empiricamente e il costruttore mette a disposizione dei progettisti. Nelle seguenti figure sono indicate la variazione di resistenza in funzione dell'intensità luminosa e della sua sensibilità in funzione della lunghezza d'onda.



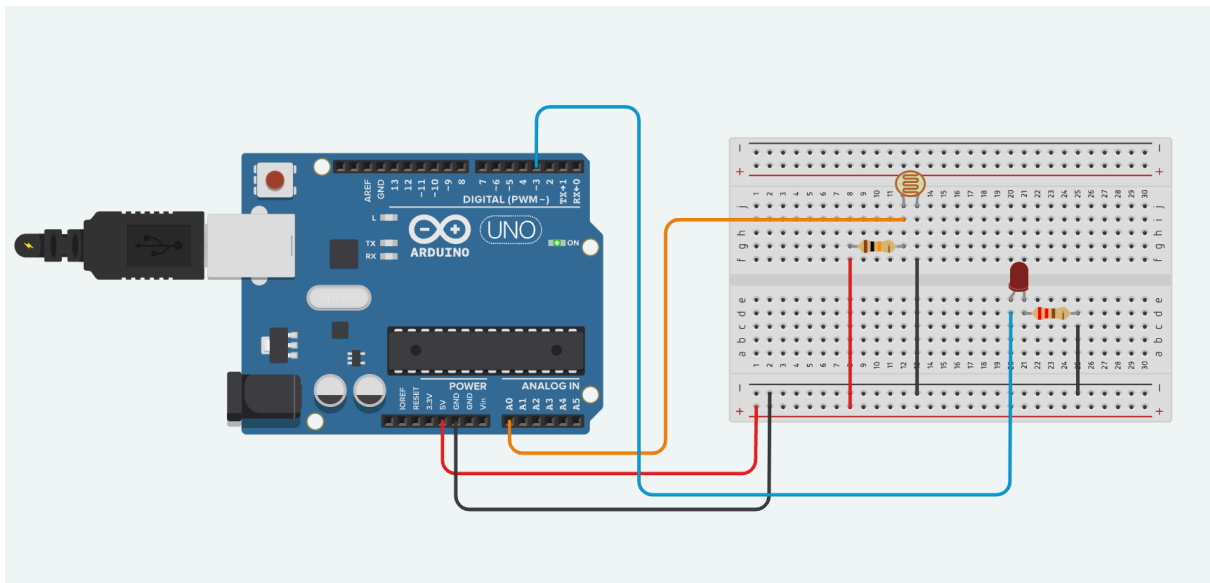
Nell'intervallo di lunghezza d'onda compreso tra 500 e 600 nm, il fotoresistore, analizzato in questo esempio, raggiunge la sua massima sensibilità alle radiazioni luminose, mentre per le lunghezze d'onda inferiori a 400 nm e superiori 800 nm è trascurabile. Diamo un'interpretazione a questa particolare caratteristica: a parità d'intensità luminosa incidente, la resistenza del fotoresistore, ha una maggiore diminuzione se la radiazione luminosa ha una lunghezza d'onda compresa nell'intervallo tra 500 e 600 nm. In particolari contesti, dove sono utilizzate fonti di energia luminosa artificiale, con determinate lunghezze d'onda, come l'illuminazione delle serre, è necessario scegliere il corretto sensore, affinché esso abbia la massima sensibilità in funzione della lunghezza d'onda della sorgente luminosa usata.

Schema elettrico e di montaggio:

Commentiamo, innanzitutto, lo schema elettrico. Come vediamo in figura, al diodo LED è collegata in serie la resistenza da 220 Ohm che assicura una corrente adeguata tale da non guastare il diodo, il catodo di quest'ultimo è collegato a massa e l'anodo al resistore collegato al pin digitale 3 che dispone della PWM. Nella parte sinistra dell'immagine notiamo come sia stato realizzato un partitore resistivo che consenta di far variare la tensione letta dal pin A0 in funzione del valore della fotoresistenza e quindi dell'intensità luminosa.



Segue apposito schema di montaggio realizzato con TinkerCAD



Soluzioni utilizzate per sviluppare il progetto:

Per operare sulla luminosità si impiega la tensione sul fotoresistore come valore di riferimento, in quanto, all'aumentare della luminosità, diminuisce il valore della tensione come la formula per il calcolo della tensione sul fotoresistore ci suggerisce in quanto configurato come partitore resistivo

$$V = V_{in} \frac{R}{10k\Omega + R}$$

La tensione di ingresso è chiaramente 5V, mentre R rappresenta la resistenza variabile in funzione della luminosità sul fotoresistore. La quantità $\frac{R}{10k\Omega + R}$ tende a 0 quando R tende a 0 e quindi la luminosità aumenta, questo ci permette di comprendere come sia possibile far riferimento alla tensione in quanto essa è funzione della luminosità. Tale implementazione è effettuabile da programma. Ovviamente è necessario convertire i valori letti dall'ADC con risoluzione a 10bit per poter operare con quantità più efficaci. Una semplice struttura di controllo è impiegata per stabilire quando il LED debba accendersi. Per far in modo che l'intensità luminosa del led vari in funzione della luminosità dell'ambiente sorge la problematica di far corrispondere al valore digitalizzato dell'input analogico, le variazioni di duty cycle; la difficoltà

sta nel fatto che l'input digitalizza 1024 valori da 0 a 5V, mentre il duty cycle ha 255 valori da 0% al 100%. Per risolvere il problema si ricorre alla seguente relazione per il calcolo del duty cycle codificato

$$d = \frac{255}{1023}N$$

Dove N rappresenta il valore analogico di tensione convertito in digitale.

Codice:

Inizializzare delle costanti prima di operare all'interno delle funzioni setup() e loop(), una deve contenere il numero intero che rappresenta il pin digitale a cui è collegato il LED, un'altra il numero che rappresenta il pin analogico a cui è collegato il fotoresistore, altra costante per la tensione minima per cui il led si deve accendere (come se stessimo impostando la massima luminosità dell'ambiente per cui il led deve essere acceso), ultima costante da inizializzare è quella relativa alla tensione applicata al LED una volta acceso. All'interno del setup è necessario inizializzare la porta seriale e configurare il pin digitale come uscita per consentire l'accensione del LED in seguito. Il loop deve contenere quanto segue: inizializzare una variabile che contenga la tensione reale letta dal pin analogico collegato al fotoresistore, questa rappresenta la luminosità attuale dell'ambiente, viene stampata tale valore nel monitor seriale. Viene infine controllato il valore della tensione letta, se questa è maggiore di quella impostata, quindi la luminosità dell'ambiente è minore, allora viene acceso il led, altrimenti viene spento quando la luminosità è maggiore. Il secondo parametro della funzione analogWrite converte il valore di vLED in digitale e calcola il duty cycle codificato. Infine attende 60ms e ripete il loop.

```

const int LED = 3; // il pin del LED
const int FR = 0; // il pin del fotoreistor
const float B = 0.4; // tensione minima per cui il led si accende
const float vLED = 5; // tensione applicata al led una volta acceso

void setup() {

  Serial.begin(9600); // inizializzazione della porta seriale
  pinMode(LED, OUTPUT); // configurazione del pin digitale 3 come uscita
}

void loop() {

  float fotoreistorVoltage = analogRead(FR) * (5/1023.); // lettura del valore di tensione sul fotoreistor
  Serial.println(fotoreistorVoltage); // stampa della tensione nel monitor seriale

  // struttura di controllo per determinare l'accensione del led
  if (fotoreistorVoltage > B) analogWrite(LED, (vLED * (1023./5))*(255/1023.));
  else analogWrite(LED, 0);

  delay(60); // attende 60ms
}

```

Segue ciò che riguarda il codice per la variazione dell'intensità luminosa del diodo LED sulla base della luminosità dell'ambiente. Inizializzare una costante contenente il pin del LED, ed una contenente il pin del fotoreistor. All'interno del setup inizializzare la porta seriale e configurare il pin digitale 3 come uscita. Il loop consiste nel calcolo del duty cycle in cui, facendo riferimento alla formula riportata nelle soluzioni, analogRead(FR) rappresenta N, nella stampa di quest'ultimo nel monitor seriale e nell'invio del segnale in PWM al led.

```

1  const int LED = 3; // il pin del LED
2  const int FR = 0; // il pin del fotoreistor
3
4  void setup() {
5
6    Serial.begin(9600); // inizializzazione della porta seriale
7    pinMode(LED, OUTPUT); // configurazione del pin digitale 3 come uscita
8
9  }
10
11 void loop() {
12
13   // calcolo del duty cycle sulla base del valore di tensione letto
14   float fade = analogRead(FR) * (255/1023.);
15
16   Serial.println(fade); // stampa del duty cycle nel monitor seriale
17   analogWrite(LED, fade); // invio del segnale in PWM al led
18
19   delay(60); // attende 60ms
20
21 }

```

Conclusioni:

Nell'ambiente di simulazione di TinkerCAD è possibile visualizzare l'esperienza simulata, i valori di tensione e duty cycle letti e calcolati, ed il grafico che li rappresenta, è stato allegato un video dimostrativo per ciascuna prova. È evidente come, all'aumentare della luminosità, la tensione diminuisca e viceversa; possiamo osservare come a partire da una tensione di 0.4V il led si accenda. La tensione massima e minima non corrispondono perfettamente a 5V e 0V in quanto è presente il resistore da 10kOhm che garantisce un valore di tensione ottimale per la prova. Quest'ultimo accorgimento è anche presente nella seconda prova per quanto riguarda i valori del duty cycle, nello specifico vediamo come all'aumentare della luminosità il led si spenga, accade il contrario quando la luminosità diminuisce.