

I.T.T. "M. PANETTI" – BARI
Compito n.3 - Sistemi Elettronici Automatici
Prof. Giuseppe Spalierno - Classe V E.T. sez.A
14 aprile 2014

Prova di maturità Elettronica 1996

Si vuole realizzare un dispositivo elettronico programmabile per l'apertura automatica di una porta. Il dispositivo, abilitato per il passaggio a senso unico di una sola persona per volta, deve rilevare l'eventuale intrusione di un estraneo.

In ingresso abbiamo una fotoresistenza, posizionata prima della porta per il rilevamento del passaggio, con le seguenti caratteristiche:

Resistenza di buio: $R_f = 1M\Omega$ (fascio di luce interrotto)

Resistenza illuminata: $R_f = 100\Omega$ (fascio di luce non interrotto)

In uscita si deve pilotare:

- 1) un relè a $V_{CC} = 5V / I_L = 30mA$ che comanda l'apertura della porta;
- 2) un altoparlante collegato ad un oscillatore ad onde quadre unipolare a 5V e frequenza 1KHz.

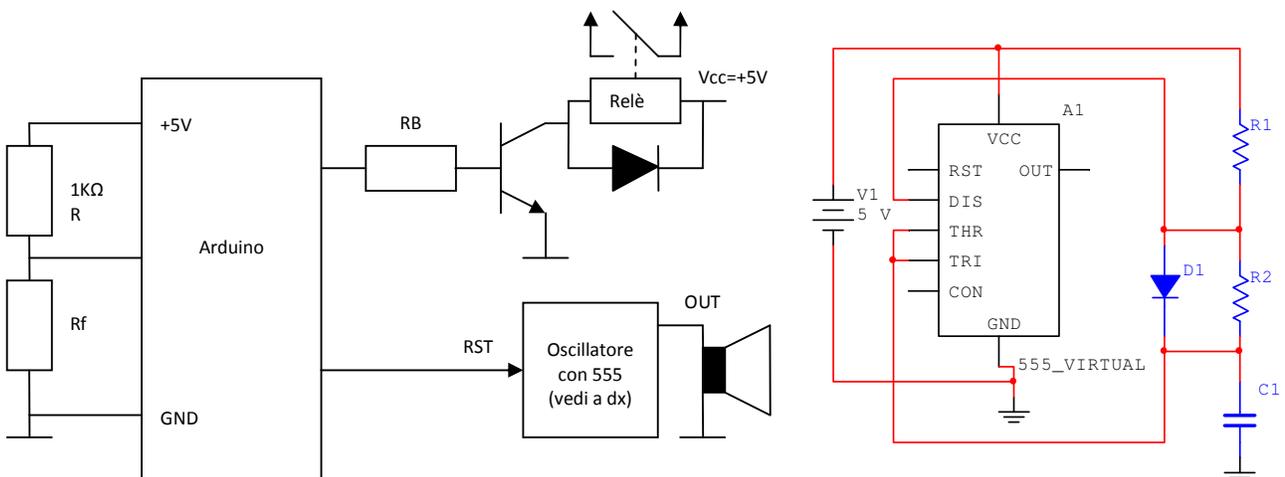
Le specifiche di funzionamento sono:

- a) funzionamento normale: al passaggio di una persona il fascio luminoso si interrompe e dopo un'attesa di 2s l'altoparlante emette un beep di 0.5s ed il relè si eccita per 5s chiudendo il contatto;
- b) rilevamento intrusione: se durante i 5s dell'apertura della porta passa un'altra persona allora l'altoparlante lo segnala con una sequenza di 10 beep, uno ogni secondo.

Per risolvere il problema si realizzi il software di gestione con la scheda di sviluppo Arduino specificando:

- 1) il pin a cui collegare la fotoresistenza ed i potenziali in presenza ed assenza di luce;
- 2) il pin per la commutazione del relè e la motivazione della presenza del diodo;
- 3) il pin a cui collegare l'ingresso di abilitazione dell'oscillatore con il timer 555 ricordando che:
 $T_H = 0.7 \cdot R_1 \cdot C$, $T_L = 0.7 \cdot R_2 \cdot C$ con T_H e T_L , rispettivamente, durata del livello alto e basso.

Formulando le ipotesi che si ritengono necessarie, determinare, infine: R_B , R_1 , R_2 , C .



Risoluzione:

Applichiamo sull'ingresso analogico A₀ di Arduino la tensione v_f prelevata dalla fotoresistenza.

$$v_f = 5V \cdot \frac{R_f}{R + R_f} \quad \text{ove: } R = 1K\Omega.$$

Ricordiamo che il convertitore A/D di Arduino è a 10 bit con $V_{FS} = 5V$ per cui quando si esegue una istruzione di lettura analogica della tensione v_f si ottiene un codice numerico n di valore:

$$n = \frac{2^{10}}{5} \cdot v_f$$

In condizioni di buio $R_f = 1M\Omega$ e quindi $v_f \approx 5V$ (fascio di luce interrotto – passaggio persona)
In presenza di luce $R_f = 100\Omega$ e quindi $v_f = 0,4545V$.

Il convertitore A/D di Arduino, nei due casi fornisce: $n = 1023$ e: $n = \frac{1024}{5} \cdot 0,4545 = 93$

Considereremo, come valore di confronto, il riferimento 550.

La linea RST resetta il 555 se è al livello basso.

Il 555 oscilla e quindi invia un beep sull'altoparlante se RST è al livello logico alto.

Destineremo il pin 13 di Arduino alla linea RST ed il pin 12 alla linea RELE che, quando al livello alto, satura il BJT, eccita il relè che, chiudendo i suoi contatti, alimenta una elettroserratura.

Valutazione della resistenza R_B .

Ipotizzando di utilizzare un BJT con $h_{FEmin} = 100$, $V_{CEsat} = 0$, $V_{BE} = 0.7V$ e sapendo che il relè assorbe 30mA quando sottoposto alla d.d.p. di 5V si ha:

$$I_B = \frac{I_C}{h_{FE}} = \frac{30}{100} = 0.3mA \quad \text{per essere certi che il BJT sia in saturazione si deve imporre una } I_B > 0.3mA.$$

$$\text{Impongo } I_B = 1mA \text{ e quindi: } R_B = \frac{V_{OH} - V_{BE}}{I_B} = \frac{5 - 0,7}{1} = 4,3K\Omega.$$

Scelgo il valore commerciale più vicino per difetto: $R_B = 3.9K\Omega$.

Il diodo protegge il BJT dalle sovratensioni prodotte dalla bobina del relè, carico induttivo, per cui quando il BJT passa dalla saturazione all'interdizione la corrente I_C non si interrompe bruscamente e ciò provoca una sovratensione sul collettore di valore anche di numerose decine di volt che potrebbero danneggiare il BJT.

Per il dimensionamento dei componenti dell'oscillatore si procede come segue:

se $f = 1KHz$ il periodo T vale 1ms. Se l'onda è quadra si ha: $T_H = T_L = 0.5s$

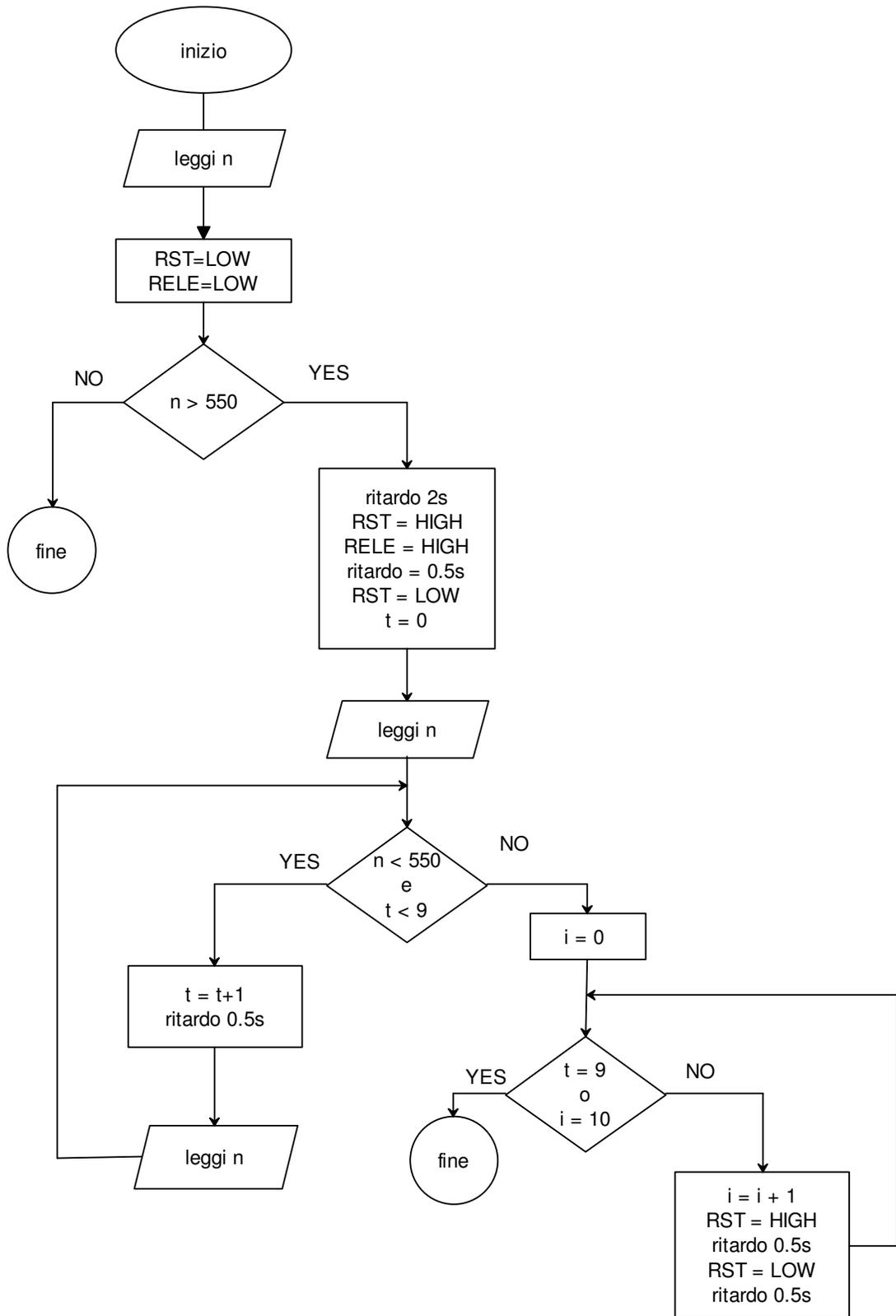
Posti $R_1 = R_2 = 10K\Omega$ si ricava il valore di C :

$$C = \frac{T_H}{0.7 \cdot R_1} = \frac{0.5 \cdot 10^{-3}}{0.7 \cdot 10 \cdot 10^3} = 70nF$$

Scelgo il valore commerciale più vicino: $C = 68nF$.

Il diodo D1 consente il by-pass della resistenza R_2 durante la fase di carica del condensatore che avverrà con costante di tempo $R_1 \cdot C$. Durante la scarica di C la presenza di D1 è ininfluyente e il condensatore si scarica attraverso la sola resistenza R_2 con costante di tempo $R_2 \cdot C$.

Flow – chart risolutivo del problema



```
/* Compito di Sistemi 5ETA - 14 aprile 2014 */
```

```
int rst=13; // bit di uscita da collegare al RESET del 555  
int rele=12; // bit di uscita da collegare alla RB  
int t, i, n; // n= Acquisizione a 10 bit dalla fotoresistenza
```

```
void setup(){  
  pinMode(rst, OUTPUT); // pin 13 di uscita  
  pinMode(rele, OUTPUT); // pin 12 di uscita  
  Serial.begin(9600); // inizializzazione comunicazione seriale  
}
```

```
void loop(){  
  digitalWrite(rst, LOW); // oscillatore in reset  
  digitalWrite(rele, LOW); // relè diseccitato  
  n=analogRead(A0); // acquisizione tensione fotoresistenza  
  if(n > 550){  
    delay(2000); // attesa 2s  
    digitalWrite(rst, HIGH); // sblocco oscillatore  
    digitalWrite(rele, HIGH); // eccito relè per apertura porta  
    Serial.println("Beep 0.5s - Relè 5s.");  
    delay(500); // attendo 0.5s  
    digitalWrite(rst, LOW); // fermo oscillatore che ha emesso un beep 0.5s  
    t=0;  
    n=analogRead(A0); // acquisisco v fotoresistenza  
    while(n < 550 && t < 9){ // se non c'è intruso e t<9 esegui  
      t=t+1; // incremento t  
      delay(500); // aspetto 0.5s  
      n=analogRead(A0); // acquisisco n  
    }  
    i=0;  
    while(!(i == 10 || t == 9)){ // ciclo saltato se t=9 o i=10  
      i=i+1; // 10 cicli con beep di 0.5s ogni secondo se c'è  
      digitalWrite(rst, HIGH); // stato l'intruso ( t<9 )  
      Serial.print(i); Serial.print(" Intruso!!! ");  
      delay(500);  
      Serial.println("Beep");  
      digitalWrite(rst, LOW);  
      delay(500);  
    }  
  }  
}
```

Esempio di stampa su monitor seriale:

- Tre ingressi regolari seguiti dall'ingresso di un intruso.
- Cinque ingressi regolari seguito da un altro ingresso di un intruso.
- Infine un ultimo ingresso regolare.

