

RELAZIONE PROGETTO

SISTEMA ANTIFURTO CON SCHEDA STM NUCLEO-F401RE

GABRIELE SILVA

FILIPPO BOTTI

A.A. 2019-2020

INDICE

1 OBIETTIVO

2 SCHEMA A BLOCCHI

3 ELEMENTI USATI NEL PROGETTO

4 MICROCONTROLLORE E PERIFERICHE

4.1 Microcontrollore

4.1.1 Pin e connessioni

4.2 Sensore di movimento ad infrarossi HC-SR501

4.2.1 Funzionamento

4.2.2 Specifiche tecniche

4.3 Display LCD16x2

4.3.1 Introduzione ai componenti

4.3.2 Caratteristiche

4.3.3 Codice

4.4 Tastiera a membrana 4x4

4.4.1 Funzionamento

4.4.2 Caratteristiche

4.4.3 Codice

4.5 Passive buzzer

4.5.1 Caratteristiche

4.5.2 Codice

4.6 Led

5 COMMENTO CODICE

8 FOTO

OBIETTIVO

L'obiettivo del progetto è quello di simulare un impianto di allarme per un'abitazione. L'allarme in questione può essere inserito/disinserito attraverso l'immissione di una password (determinata in fase di programmazione).

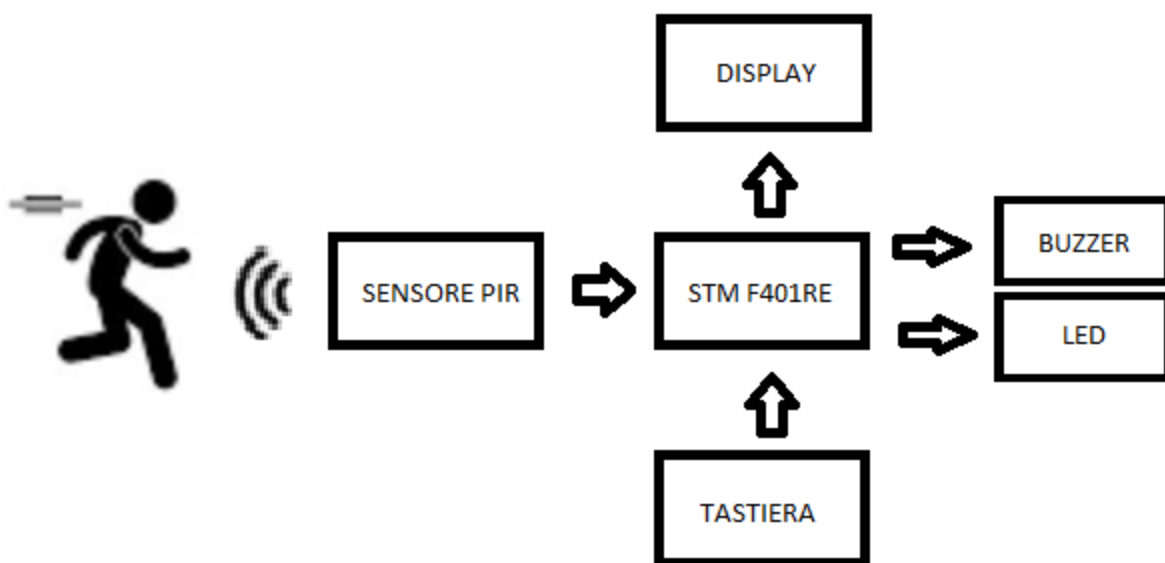
L'allarme è attivato grazie ad un sensore PIR HC-SR501, il quale avrà il compito di rilevare i movimenti (simulazione di un'intrusione), oppure da una successione di tre inserimenti errati della password.

L'allarme è composto da una sirena, generata da un buzzer passivo comandato da un timer in modalità PWM, e da un led rosso lampeggiante. Inoltre, andando a simulare l'impianto di allarme di un'abitazione, è stata presa la decisione di accendere tre led bianchi ogni qualvolta l'allarme venga attivato (che sia per un'intrusione o per uno scorretto inserimento della password), questi led vanno a simulare l'accensione delle luci dell'abitazione, come accade nei moderni allarmi antifurto.

L'utente ha la possibilità di gestire l'allarme e di interfacciarsi con la scheda Nucleo grazie ad un Display LCD, il quale indicherà ogni azione compiuta dalla scheda; una tastiera, la quale permetterà all'utente di andare ad immettere la password e da un pulsante di invio, il quale permetterà all'utente di confermare l'inserimento della password che verrà comunicata alla scheda.

Per favorire la trasparenza dell'impianto, e quindi dare la possibilità, senza visualizzare il display, di capire in quale configurazione è l'allarme al momento (allarme on, allarme off), sono presenti due led: uno giallo, il quale indica che l'allarme non è inserito (e quindi non vengono rilevati movimenti, ma può essere attivato solo per uno scorretto inserimento della password) e uno verde, il quale indica che l'allarme è inserito, ma non è stata rilevata alcuna intrusione.

SCHEMA A BLOCCHI



ELEMENTI USATI NEL PROGETTO

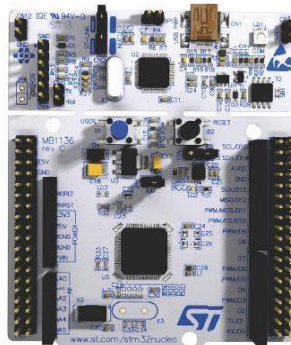
- 1 Scheda nucleo STM F401RE
- 2 Breadboard
- 1 Buzzer passivo
- 1 Led rosso
- 1 Led giallo
- 1 Led verde
- 3 Led bianchi
- 1 Potenziometro 10k Ohm
- 1 Sensore pir
- 1 Display 16x2
- 1 Tastiera 4x4

MICROCONTROLLORE E PERIFERICHE

Le periferiche esterne al microcontrollore utilizzate nel progetto sono le seguenti:

- Sensore infrarossi HC-SR501
- Display LCD1602
- Tastiera 4x4
- Passive buzzer
- Led 5mm

4.1 Microcontrollore

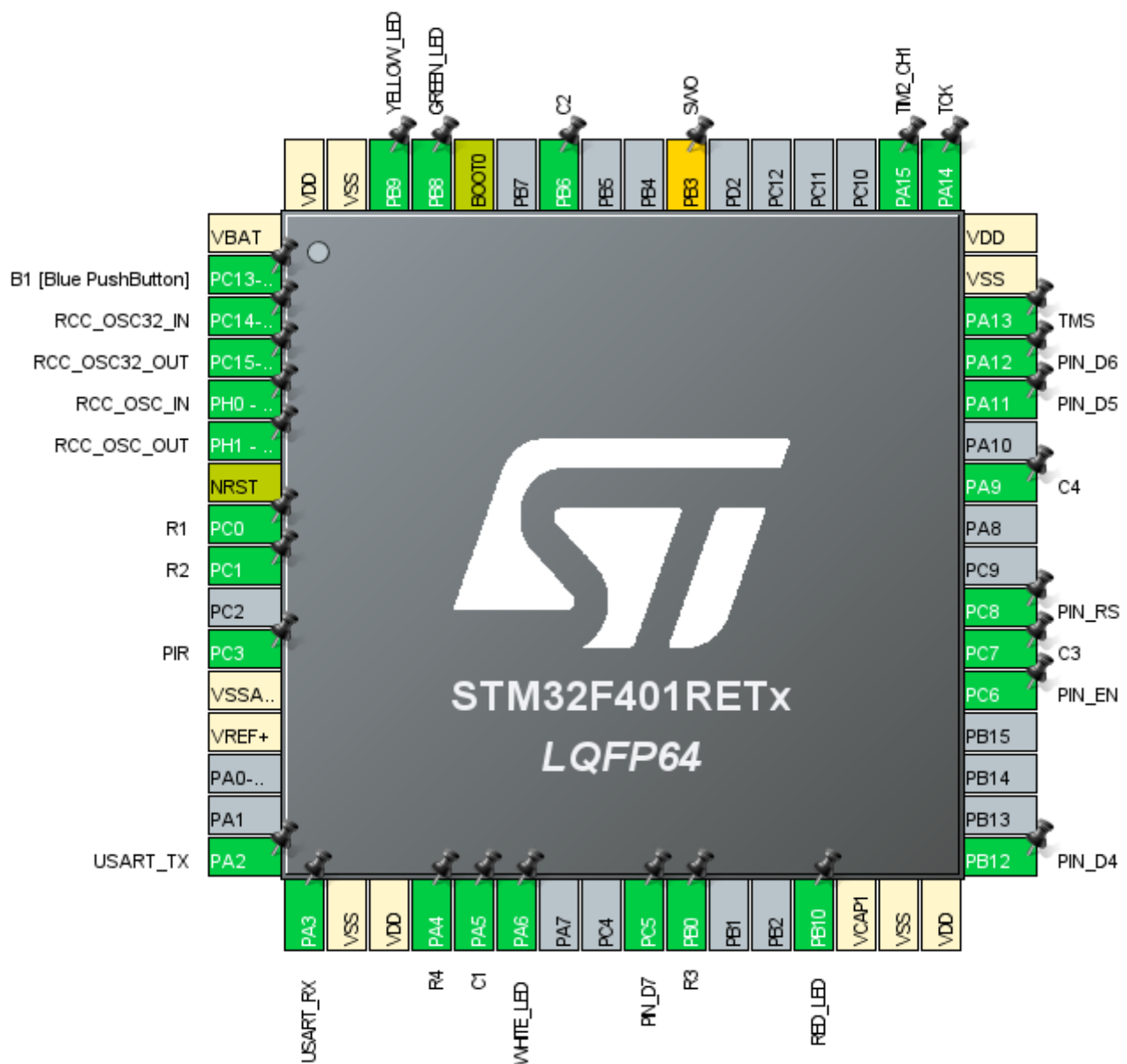


Per il progetto è stata utilizzata la scheda STM Nucleo F401RE, sulla quale andranno ad interfacciarsi le varie periferiche connesse attraverso l'uso dei pin messi a disposizione dalla scheda e opportunamente configurati.

I problemi affrontati sono i seguenti:

- Rilevare con l'uso delle interruzioni un movimento tramite sensore PIR
- Far comunicare correttamente la tastiera 4x4 con la scheda nucleo
- Visualizzare il risultato sul display di tutte le operazioni del processo
- Far suonare il buzzer passivo tramite un segnale PWM
- Far accendere i giusti led di segnalazione

4.1.1 Pin e connessioni



(Senso antiorario)

PC13: Pin collegato al tasto blu della scheda che funge da conferma per inserimento/disinserimento password (mode: input con resistenza di Pull-up)

PC0: Pin collegato alla prima riga della tastiera 4x4 (mode: output push-pull, HIGH)

PC1: Pin collegato alla seconda riga della tastiera 4x4 (mode: output push-pull, HIGH)

PC3: Pin collegato al sensore PIR (mode: input con resistenza di Pull-up)

PA4: Pin collegato alla quarta riga della tastiera 4x4 (mode: output push-pull, HIGH)

PA5: Pin collegato alla prima colonna della tastiera 4x4 (mode: input con resistenza di Pull-up)

PA6: Pin collegato alla striscia led bianchi (mode: output push-pull, LOW)

PC5: Pin collegato alla porta D7 del display (mode: output push-pull, LOW)

PBO: Pin collegato alla terza riga della tastiera 4x4 (mode: output push-pull, HIGH)

PB10: Pin collegato al led rosso con resistenza da 100 ohm (mode: output push-pull, LOW)

PB12: Pin collegato alla porta D4 del display (mode: output push-pull, LOW)

PC6: Pin collegato alla porta ENABLE del display (mode: output push-pull, LOW)

PC7: Pin collegato alla terza colonna della tastiera 4x4 (mode: input con resistenza di Pull-up)

PC8: Pin collegato alla porta RS del display (mode: output push-pull, LOW)

PA9: Pin collegato alla quarta colonna della tastiera 4x4 (mode: input con resistenza di Pull-up)

PA11: Pin collegato alla porta D5 del display (mode: output push-pull, LOW)

PA12: Pin collegato alla porta D6 del display (mode: output push-pull, LOW)

PA15: Pin collegato al buzzer passivo (mode: generazione PWM Tim2 channel 1)

PB6: Pin collegato alla seconda colonna della tastiera 4x4 (mode: input con resistenza di Pull-up)

PB8: Pin collegato al led verde con resistenza da 100 ohm (mode: output push-pull, LOW)

PB9: Pin collegato al led giallo con resistenza da 100 ohm (mode: output push-pull, LOW)

4.2 Sensore di movimento ad infrarossi HC-SR501



Il sensore ad infrarossi utilizzato è il sensore HC-SR501.

Il sensore di movimento a infrarossi HC-SR501 è un sensore P.I.R. (Passive Infra Red) che permette di rilevare il calore e il movimento. Funziona soltanto quando rileva un movimento e, una volta terminato il movimento, si riporta allo stato iniziale. Trova applicazione in vari tipi di apparecchiature elettriche a rilevazione automatica, in particolare in prodotti di controllo automatici alimentati a batteria. Il segnale in uscita, la distanza di rilevamento e il tempo di ritardo possono essere selezionati tramite jumpers e trimmer.

4.2.1 Funzionamento

Il sensore è in grado di rilevare cambiamenti della luce ad infrarossi e se interpretati come movimento, danno luogo ad un'interruzione. Cosa viene interpretato come movimento o meno dipende largamente dalle impostazioni e dagli aggiustamenti impostati sul sensore.

INIZIALIZZAZIONE DEL DISPOSITIVO:

Il dispositivo necessita circa 15 secondi per essere pronto all'uso. Il circuito e la logica del sensore necessitano di questo breve periodo di tempo per iniziare a lavorare correttamente.

AREA RILEVAZIONE DEL DISPOSITIVO:

Il dispositivo rileva il movimento all'interno di un angolo di 110 gradi in un range compreso tra i 3 e 7 metri.

Questa sensibilità di rilevazione può essere modificata girando verso a destra (incremento range) o verso sinistra (decremento range) la rotellina come in figura.

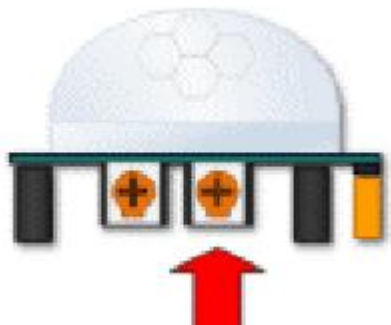


Figura A: modifica range rilevazione

La rotellina posta a sinistra serve per aggiustare la sensibilità dell'intervallo di tempo in cui il modulo del sensore PIR rimane attivo dopo aver rilevato il movimento. Il range varia tra i 3 secondi e i 15 minuti.

Questa sensibilità di rilevazione può essere modificata girando verso a destra (incremento intervallo) o verso sinistra (decremento intervallo) la rotellina come in figura.

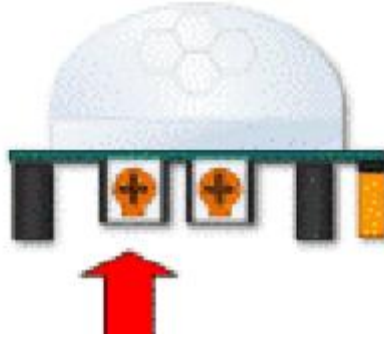


Figura B: modifica sensibilità rilevazione

NOTA BENE: Dopo che sarà terminato l'intervallo di tempo che abbiamo impostato per il rilevamento di movimento, l'output del sensore andrà a LOW (OFF) per circa 3 secondi. Tutti i movimenti quindi non saranno rilevati durante questo periodo di 3 secondi.

4.2.2 Specifiche tecniche

Tensione di funzionamento: 4.5 - 20 Vcc

Corrente di riposo: < 50uA

Range di rilevamento: 0-7 m

Livello di uscita: alto 3,3 V / basso 0 V

Tempo di attesa: 5-200 s (regolabile)

Angolo di rilevamento: < 110°

Misura della lente del sensore: diametro 23 mm

Temperatura di funzionamento: -15 / +70° C

4.3 Display LCD16x2



Il display è dotato di una retroilluminazione LED e può visualizzare due righe da 16 caratteri ognuna. Sul display è possibile vedere un rettangolo per ogni carattere del display ed i pixel che lo formano. Il display è solo bianco e blu ed è pensato per visualizzare caratteri testuali.

Tramite il potenziometro da 10k ohm è possibile variare la retroilluminazione del display facendola variare più o meno di intensità.

4.3.1 Introduzione ai componenti

Specifiche dei pin del modulo LCD1602:

VSS: Il pin da connettere a GND

VDD: Il pin che verrà connesso alla sorgente di alimentazione +5 V

VO: Il pin atto ad aggiustare il contrasto del display LCD1602

RS: Il pin di selezione del registro, che permette di controllare su quale area della memoria del display LCD si andrà a scrivere il nuovo carattere. E' possibile selezionare il pin del registro dati, che mantiene ciò che andremo a scrivere sullo schermo, oppure il registro delle istruzioni, il quale riceve le istruzioni su cosa fare di seguito.

R/W: Pin che determina la modalità di lettura o scrittura. (nel nostro caso sarà collegato a GND).

E: Pin di abilitazione, quando alimentato con bassi livelli di energia, determina l'esecuzione di istruzioni rilevanti sul modulo LCD.

D0-D7 : Pin che leggono e scrivono i dati. (Nel nostro caso useremo 4 bit: dal D4 al D7).

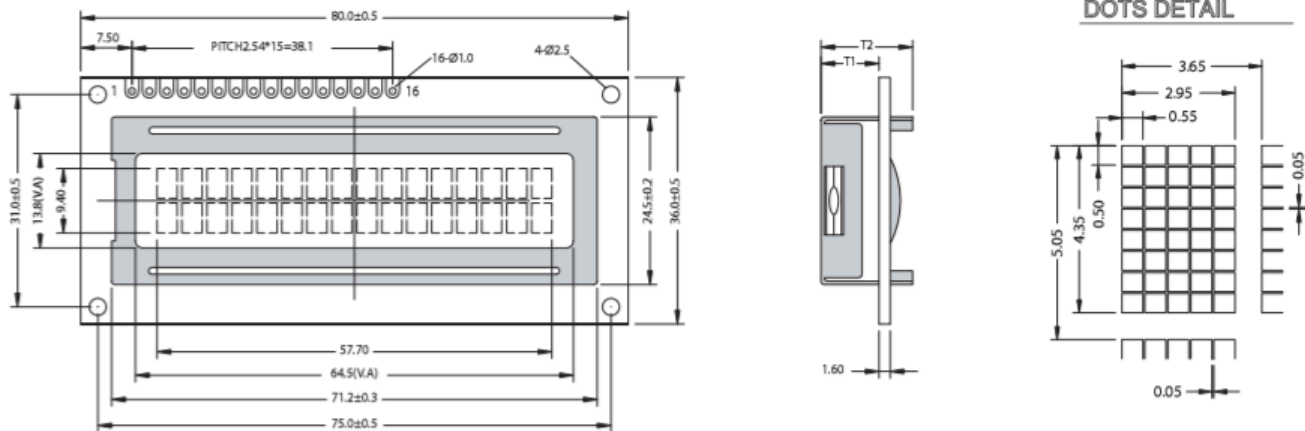
A e K: Pin che controllano la retroilluminazione.

Il funzionamento può essere a 4bit o 8bit, a seconda dei piedini usati. La differenza è che a 8bit la velocità di aggiornamento sarà superiore, ma con lo "svantaggio" di consumare 8 porte invece che 4 dei connettori morfo della scheda per il bus dati. A seconda quindi dell'applicazione, preferiremo una modalità piuttosto che un'altra.

Nella nostra applicazione useremo 4 bit da d4 a d7.

4.3.2 Caratteristiche

Misure del display presenti nel datasheet



4.3.3 Codice:

Nel programma ci saranno due file:

- Display_LCD.c dove ci saranno i metodi e le funzioni per far lavorare correttamente il display (inizializzazione display, stampastringasulcd etc).
- Display_LCD.h dove si trovano le relative definizioni

La prima riga del display viene utilizzata per visualizzare tutte le comunicazioni del sistema con l'utente, come l'animazione di inizializzazione, la notifica di una password errata etc. La seconda riga viene utilizzata solo per mostrare il numero dei tentativi di immissione della password.

4.4 Tastiera a membrana 4x4



Al fine di evitare di avere un numero troppo elevato di ingressi, il controllo della tastiera è matriciale, questo consente di poterla controllare grazie ad un numero di pin impiegati relativamente basso.

Il numero complessivo di tasti è dato dal prodotto $Righe \times Colonne$, perciò i caratteri disponibili sono sedici nel nostro caso ('0'-'9', 'A'-'D', '*', '#'). I pin impiegati sono otto: quattro per la gestione delle righe e quattro per la gestione delle colonne.

4.4.1 Funzionamento

La gestione delle colonne è effettuata attraverso quattro pin programmati EXTI con resistenza di Pull-up e sensibilità al fronte di salita e al fronte di discesa. Le righe invece sono programmate in Output. La gestione delle righe consiste in un ciclo del valore basso tra di esse: sono inizialmente poste a valore alto e, ciclicamente, una sola tra le quattro è portata a valore basso per la durata di alcuni mSec, dieci nel nostro caso.

Per quanto riguarda la gestione dei tasti premuti, ogni tasto premuto forza a valore basso la colonna corrispondente (ad esempio, nel caso in cui premessimo il tasto '1', verrebbe posta a valore basso la colonna C1). Per poter rilevare il tasto premuto devo essere a conoscenza di quale riga è a valore basso e quale colonna ha generato l'interruzione. (sempre considerando il caso del tasto '1', la colonna che ha generato l'interruzione è la colonna C1, mentre la riga a valore basso è la riga R1). Ulteriormente devo interrompere il ciclo sulle righe, disabilitare momentaneamente le interruzioni e successivamente riattivare il tutto.

4.4.3 Codice

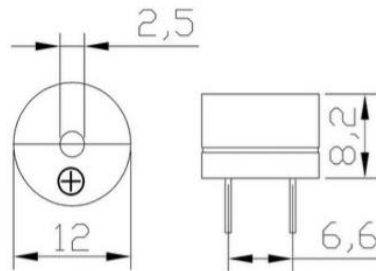
Per quanto riguarda la programmazione il tutto è gestito su un file esterno "Key_4x4.c", dove all'interno troviamo, scritto in linguaggio C, quanto spiegato precedentemente per il funzionamento della tastiera.

4.5 Passive buzzer



Il principio di funzionamento del passive buzzer si basa sull'utilizzo della modulazione PWM, le cui onde permettono la vibrazione dell'aria e la generazione del suono. Impostando la frequenza delle onde correttamente, si possono generare suoni differenti. Nel nostro caso il segnale genera un impulso da 10000 Hz. Modificando il duty cycle del segnale pwm si andrà a variare il volume del buzzer.

4.5.1 Caratteristiche



In figura vengono rappresentate le misure del buzzer passivo specificate nel suo datasheet.

4.5.2 Codice

Il buzzer passivo basa il suo funzionamento su un segnale PWM. Per questo motivo è necessario connettere il buzzer ad un timer, responsabile, appunto, del segnale PWM.

Come prima cosa dobbiamo impostare il pin PA15 come Timer e generazione segnale PWM, il timer utilizzato in questo caso sarà il timer 2 e il canale sarà il channel 1.

E' necessario abilitare il clock sulla periferica in questione e determinare la frequenza di funzionamento. Usando il clock interno la frequenza principale sarà di 84Mhz, quindi useremo un prescale di 42-1 per abbassarla a 2MHz e un periodo di 200-1.

Quindi otterremo un segnale da 10KHz e impostando che ad ogni 100 del periodo il segnale sarà alto otteniamo un suono molto acuto che si attiverà e disattiverà ogni mezzo periodo.

4.6 Led

I LED sono ottimi indicatori luminosi, essi utilizzano una quantità molto esigua di elettricità ed hanno una vita quasi infinita. Il led preso in considerazione in fase di progetto è da 5mm. 5mm si riferisce al diametro del LED. Altre dimensioni comuni sono la 3mm e la 10mm. Non si può collegare direttamente il LED alla batteria o all'erogatore di voltaggio, in quanto:

- 1) Il LED ha un lato positivo ed uno negativo, e non si accenderà se collegato nel senso sbagliato.
- 2) Il LED va utilizzato con una resistenza per limitare la quantità di corrente che fluisce attraverso di esso, altrimenti si brucia

Ci sono due modi per sapere qual è il lato positivo e quale quello negativo: verificando la lunghezza dei piedini, il piedino più lungo è quello positivo; o, in alternativa, controllando il corpo del led, sapendo che il piedino negativo entra nel corpo del led dove è presente un piano metallico di dimensioni maggiori rispetto al positivo.

Se non si utilizza una resistenza in serie al led, esso potrebbe distruggersi immediatamente. Infatti una corrente troppo elevata potrebbe surriscaldare il led e distruggere la giunzione interna che produce la luce. La resistenza non è uguale per ogni led, ma può essere calcolata conoscendo la tensione di alimentazione e la tensione di

soglia del led in questione. Nel nostro caso sono state utilizzate resistenze da 220 Ohm per i led rosso, verde e giallo; per il led bianco è stata utilizzata una resistenza da 100 Ohm.



5 COMMENTO CODICE

Il codice parte con un'inizializzazione dei vari dispositivi presenti: il display LCD, la tastiera 4x4 e il sensore Pir. Proprio per il sensore Pir, la quale inizializzazione necessita di 15 secondi, è animata sul Display una schermata di inizializzazione dinamica. E' sempre il Display ad avvertirci con un comando di "Ready" che il sistema è stato inizializzato e che quindi è pronto all'uso. Inoltre, inizialmente, le interruzioni generate dal sensore Pir saranno disabilitate.

Tutta la gestione ora è svolta grazie al meccanismo delle interruzioni, al ciclo While è lasciato semplicemente il compito di richiamare le funzioni di gestione dei led e di stampare su Display la password ed il numero dei tentativi, ma solo nel caso in cui venga rilevata la pressione di un tasto.

Procediamo con l'immissione della password: ogni volta che si verifica la pressione di un tasto sulla tastiera, la colonna corrispondente genera un'interruzione e viene aggiunto il carattere premuto alla stringa contenente la password (per le interruzioni e il funzionamento della tastiera vedere paragrafo dedicato).

Per inviare la password occorre premere il pulsante blu sul microcontrollore, il quale generando un'interruzione provvederà a controllare se la password è corretta o meno e si agirà di conseguenza. Nel caso la password non fosse corretta si vedrà aumentare il numero di tentativi (su un massimo di tre). Nel caso in cui la password fosse corretta, entrerà in funzione l'allarme, ovvero verranno abilitate le interruzioni generate dal sensore Pir.

Nel caso in cui l'allarme non sia attivo, il sensore Pir non rileverà alcun movimento, in quanto le interruzioni da lui generate sono disabilitate. Nel caso in cui sia attivo, invece, il sensore, rilevando un movimento, andrà a generare un'interruzione e andrà ad attivare il buzzer e il lampeggio del led rosso.

Il lampeggio e l'intermittenza del buzzer e del led sono eseguiti tramite una variabile di strobe booleana, che se posta a uno attiverà il buzzer e il led, se posta a zero spegnerà buzzer e led. Questa variabile strobe viene invertita ogni 500mSec, grazie alle interruzioni generate dal timer di sistema, attraverso un algoritmo simile a quello utilizzato per i tempi di antirimbalo.

Il buzzer funziona attraverso un timer in modalità pwm, in questa applicazione il duty cycle rimane stabile e l'attivazione e disattivazione del timer provocano l'intermittenza del buzzer.

Per rimuovere l'allarme occorre reinserire la password corretta ed il meccanismo che la controlla (tastiera, pulsante blu etc) è lo stesso dell'immissione.

6 FOTO PROGETTO

