

**SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE "ALESSANDRO GREPPI" (LC)**

**INDIRIZZO "INFORMATICA E TELECOMUNICAZIONI"**

*STOFFA GIACOMO (Classe V TA)*



Anno scolastico 2016-17

## **PROGETTAZIONE E SVILUPPO DI UN SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA**

**INDICE:**

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUZIONE</b>                                       | <b>3</b>  |
| 1.1      | Obiettivo del Progetto                                    | 3         |
| 1.2      | Principali output di Progetto                             | 5         |
| 1.2.1    | Schema iniziale   | 5         |
| 1.2.2    | Documentazione di test e collaudo                         | 6         |
| 1.2.3    | Il Prodotto finale  | 6         |
| <b>2</b> | <b>DISPOSITIVO</b>  | <b>7</b>  |
| 2.1      | Descrizione dispositivo                                   | 7         |
| 2.2      | Elenco altre componenti                                   | 8         |
| 2.2.1    | Sensore PIR: (HC-SR501 Infrared PIR Motion Sensor Module) | 9         |
| 2.2.2    | Allarme: (Buzzer Alarm Sensor Module)                     | 11        |
| 2.2.3    | Sensore touch : (Digital Touch Sensor Module)             | 12        |
| 2.2.4    | Modulo Pi camera:   | 14        |
| 2.2.5    | Adattatore USB WIFI                                       | 17        |
| 2.3      | Schema Dispositivo e risultato finale                     | 19        |
| <b>3</b> | <b>CONCLUSIONI</b>  | <b>20</b> |
| 3.1      | Principali difficoltà riscontrate                         | 20        |
| 3.2      | Costo realizzazione                                       | 20        |
| 3.3      | Eventuali punti di miglioramento                          | 21        |

# 1 INTRODUZIONE

## 1.1 Obiettivo del Progetto

L'obiettivo principale di questo progetto è la realizzazione di un prodotto di dimensioni relativamente ridotte, in grado di sorvegliare una specifica area e di avvisare l'utente proprietario qualora si rilevi un movimento.

Il prodotto finale, infatti, permette all'utente di monitorare una zona specifica, tramite l'ausilio di diversi programmi che consentono il controllo anche al di fuori della stessa rete dei sensori che sono stati implementati all'interno del dispositivo.

Il controllo da remoto è possibile grazie ad un sito web che consente l'accesso tramite delle credenziali (Nome Utente e Password) e permette all'utente di gestire il dispositivo in qualunque situazione.

Inoltre, dalla pagina web, sarà possibile visualizzare una galleria di foto scattate dalla videocamera al momento della rilevazione del movimento.



FIGURA 1 – INTERFACCIA GRAFICA DEL PROGRAMMA DI CONTROLLO

Oltre al programma principale di gestione della camera, è possibile gestire il sensore infrarossi su due principali livelli di sicurezza, chiamati, nella pagina web, Start Pir e Start Pir2:

- con il primo, alla rilevazione del movimento, fa seguito l'accensione di una spia rossa.
- con il secondo, alla rilevazione del movimento, fa seguito un segnale acustico di allarme e l'immediato invio di un messaggio di "warning" tramite posta elettronica, che utilizza un server smtp installato sul Raspberry PI (descritto a pag.7)

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) è il protocollo standard per la trasmissione via internet di e-mail, utilizzato per trasmettere messaggi di posta elettronica tra due host.

SMTP utilizza il protocollo di trasporto TCP ed in particolare un SMTP server rimane costantemente in ascolto sulla porta 25.

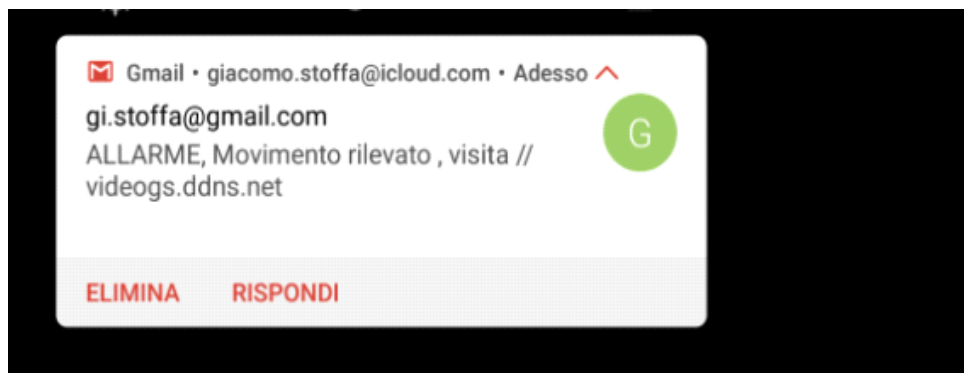


FIGURA 2 – ESEMPIO DI MESSAGGIO DI POSTA ELETTRONICA

Sul lato destro del dispositivo, inoltre, si può trovare un tasto touch che può essere abilitato o disattivato dalla pagina web e permette all'utente di spegnere l'allarme.

Dalla pagina web, scritta in linguaggio HTML, è possibile eseguire degli script Python presenti nella memoria interna del Raspberry (2.1), tramite dei pulsanti presenti nell'interfaccia grafica del sito che rimandano a delle pagine scritte in linguaggio php, grazie al quale è possibile eseguire dei comandi sul Raspberry da linea di comando, anche da remoto.

Il programma principale MOTION è un sistema sviluppato per Linux in grado di gestire flussi video di telecamere e intervenire in caso venga rilevato un movimento. Motion è un software open source, per la videosorveglianza, che prende in input dei segnali video da una o più videocamere e, accostando i frame, controlla se in questi ci sono stati dei movimenti e quindi salva il file su disco.

#### Parametri principali di configurazione del programma:

- videodevice /dev/video0 (nome dispositivo)
- image width 640, height 480
- framerate 80 (numero massimo di frame catturati per secondo)
- threshold 5000 (soglia per il numero di pixels che devono cambiare in una immagine per innescare la rilevazione del movimento)
- event gap 60 (numero di secondi senza rilevazione di movimento che determinano la fine di un ciclo)
- locate\_motion\_style redcross (identifica il movimento con una croce rossa)
- stream\_port 8081
- stream\_authentication 1 username:password (tipologia di meccanismi di autenticazione per accedere allo streaming della videocamera).

## 1.2 Principali output di Progetto

### 1.2.1 Schema iniziale

L'idea è stata sviluppata sulla base di un primo schema iniziale rappresentato in fig.3. Sulla base di questo disegno si è provveduto a definire

- la lista di componenti da acquistare
- la modalità di comunicazione tra i vari componenti
- la modalità di assemblaggio

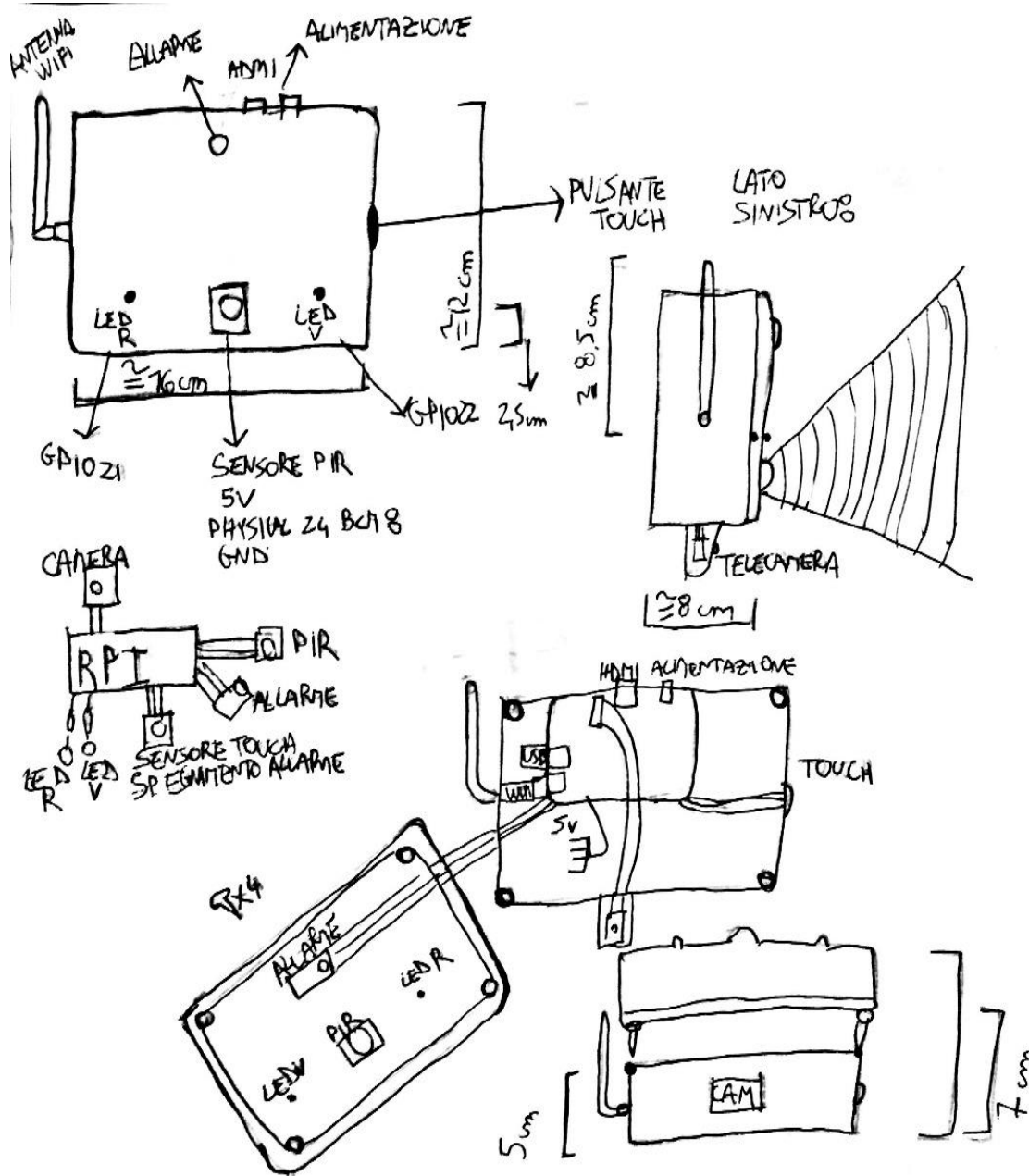


FIGURA 3 – SCHEMA INIZIALE DI RIFERIMENTO

### 1.2.2 Documentazione di test e collaudo

Nei documenti contenuti nell’Allegato 1 vengono rappresentati in sintesi i test effettuati in sede di sviluppo e, alla fine, in sede di collaudo definitivo del dispositivo.

### 1.2.3 Il Prodotto finale

Il prodotto finale è costituito da un dispositivo che può essere posizionato in qualsiasi zona della casa, collegabile alla rete domestica grazie ad una scheda Wifi e alimentato a +5V e 2A tramite connettore femmina microUSB.



FIGURA 4 – ESEMPIO DI INSTALLAZIONE

Per l’assemblaggio del dispositivo è stata utilizzata una scatola di derivazione di dimensione “150\*100” (ved. Fig.5), sulla quale sono stati inseriti i componenti utilizzati (ved. Fig.6).



FIGURA 5 – SCATOLA DI DERIVAZIONE FIGURA 6 – POSIZIONAMENTO COMPONENTI

## 2 DISPOSITIVO

### 2.1 Descrizione dispositivo

Un sistema di videosorveglianza è composto principalmente da

- videocamere
- sistema di salvataggio dei video su disco fisso tramite computer
- monitor per vedere in tempo reale le immagini.

In questo caso tutte le funzioni prevalenti sono amministrate da un Raspberry Pi2 (Ved. Fig.7).

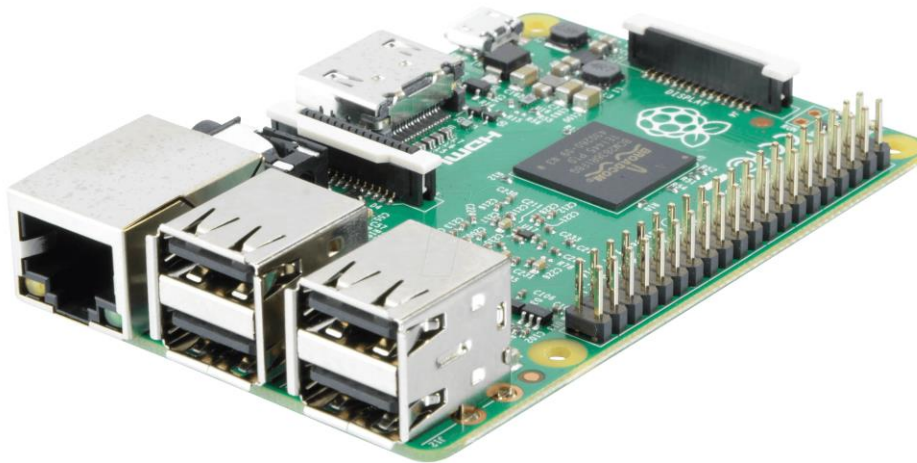


FIGURA 7 – RASPBERRY PI2

Il Raspberry Pi 2 è una piattaforma di prototipazione, di seguito le specifiche tecniche generali per il modello utilizzato.

#### Dati tecnici:

- Scheda tecnica Raspberry Pi 2 Model B
- SoC – Broadcom BCM2836 quad core Cortex A7 processor @ 900MHz with VideoCore IV GPU
- System Memory – 1GB SDRAM (PoP)
- Storage – micro SD card slot (push release type)
- Video & Audio Output – HDMI and AV via 3.5mm jack.
- Connectivity – 10/100M Ethernet
- USB – 4x USB 2.0 ports, 1x micro USB for power
- Expansion: 2x20 pin header for GPIOs / Camera header / Display header
- Power – 5V via micro USB port.

Raspberry Pi 2 può essere considerato come un computer a tutti gli effetti (sebbene le sue dimensioni siano inferiori a quelle del palmo di una mano) con il suo software e la sua interfaccia utente. Si tratta di un single board computer ovvero di un computer implementato su un'unica scheda elettronica.



La scelta di Pi deriva dal fatto che sia:

- conveniente
- semplice da usare
- basato su Linux open source: è possibile accedere gratuitamente a software e download
- flessibile per l'utente.

## 2.2 Elenco altre componenti

Di seguito descritte nel dettaglio le altre componenti del dispositivo rappresentate già assemblate in Fig.8.

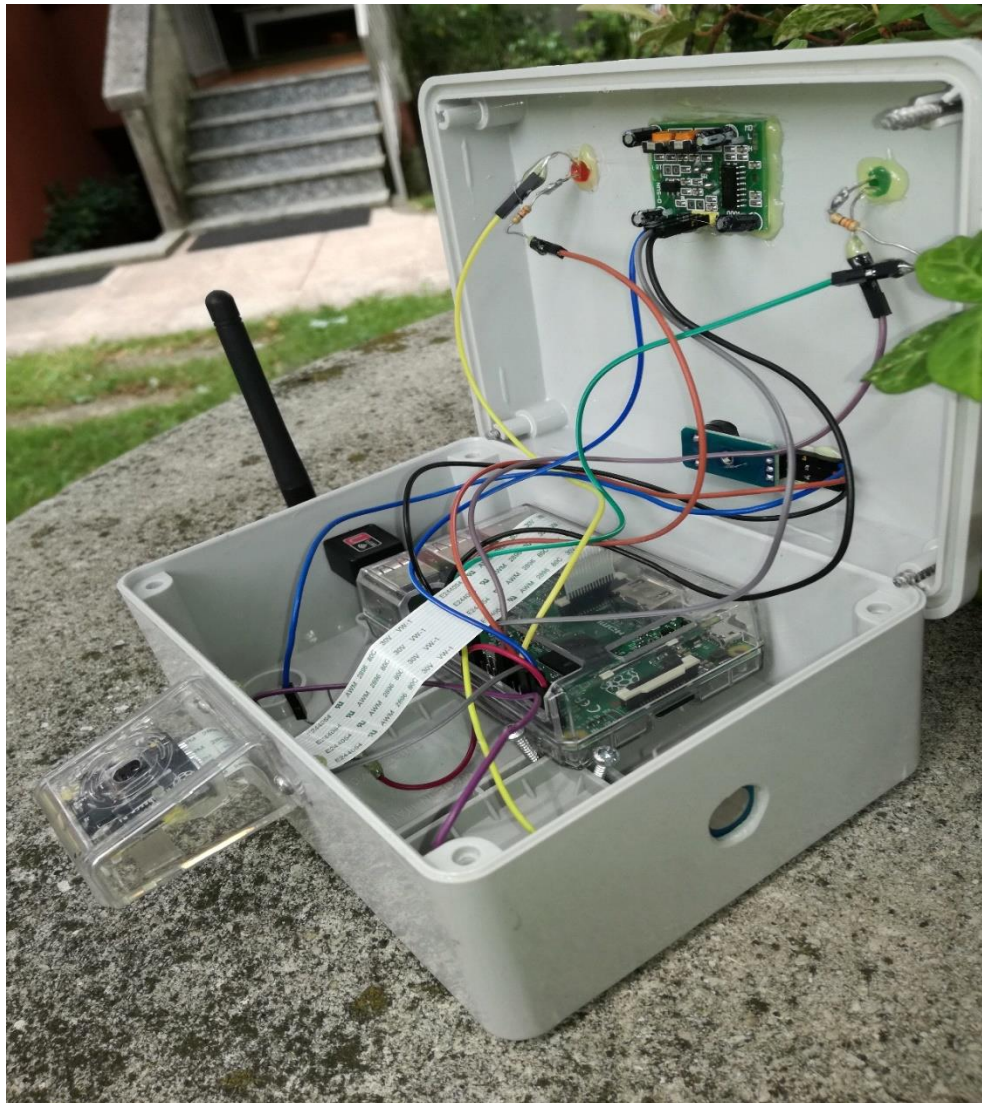


FIGURA 8 – ALTRE COMPONENTI DISPOSITIVO



### 2.2.1 Sensore PIR: (HC-SR501 Infrared PIR Motion Sensor Module)

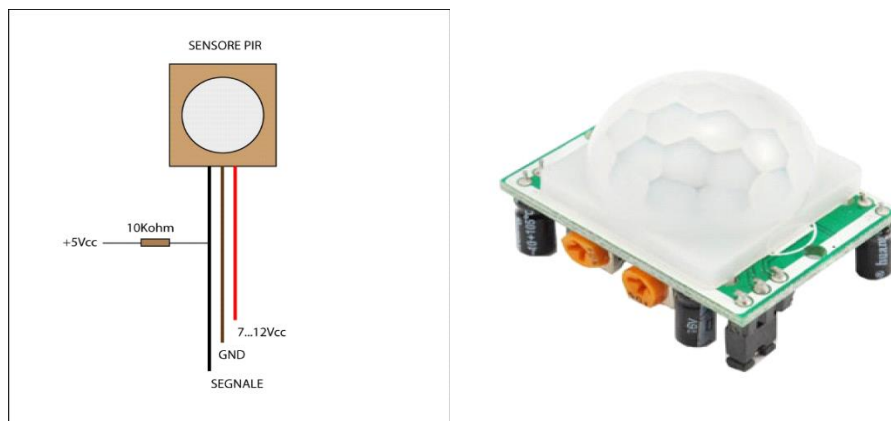


FIGURA 9 - SENSORE PIR

Un sensore ad infrarossi passivo (PIR sensor, acronimo di Passive InfraRed) è un sensore elettronico che misura i raggi infrarossi (IR) irradiati dagli oggetti nel suo campo di vista. Questi sensori sono molto usati come rilevatori di movimento.

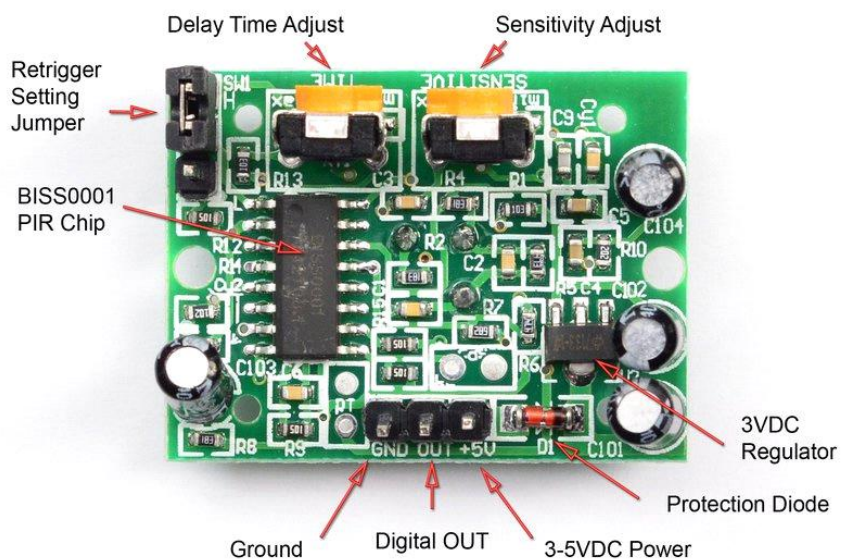


FIGURA 10 – SCHEDA SENSORE PIR

Questi tipi di componenti possono essere di diversi tipi e forme:

### PASSIVI

I più utilizzati, stanno in ascolto di una onda IR nel loro campo visivo

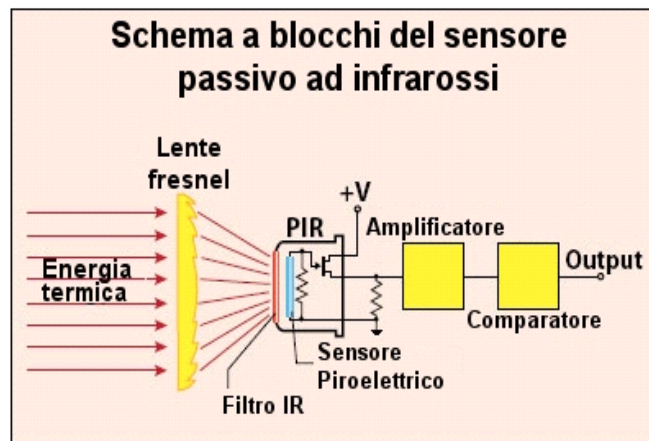


FIGURA 11 – SCHEMA SENSORE PASSIVO

### ATTIVI

Una parte del sensore invia un'onda e quando questa viene riflessa il sensore segnala la presenza di un oggetto

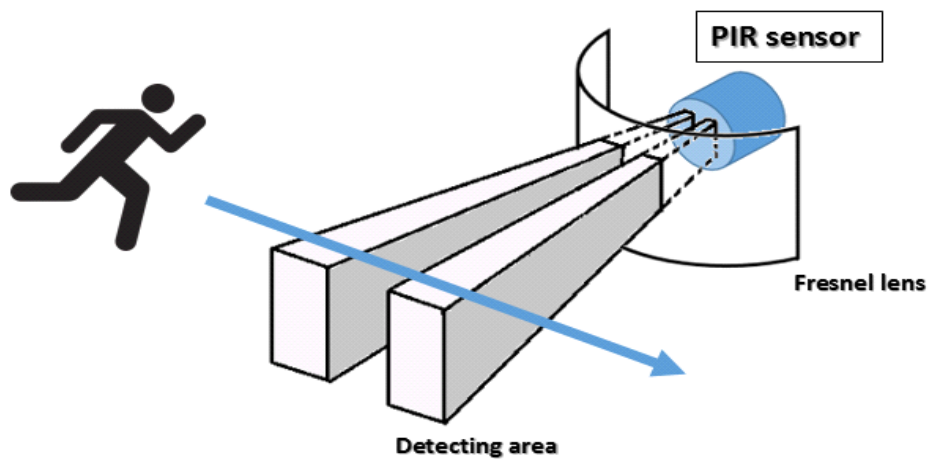


FIGURA 12 – SCHEMA SENSORE ATTIVO

Un sensore PIR non rileva autonomamente un movimento, tuttavia, registra brusche variazioni di temperatura che modificano lo stato “memorizzato come normale” dal PIR. Quando qualcosa o qualcuno passa di fronte a uno sfondo, ad esempio un muro, precedentemente "fotografato" dal PIR come stato normale, la temperatura in quel punto si innalza bruscamente, passando da quella della stanza a quella del corpo. Per questo motivo qualora dovessero passare davanti al sensore oggetti di temperatura identica non viene innescato alcun movimento

### 2.2.2 Allarme: (Buzzer Alarm Sensor Module)

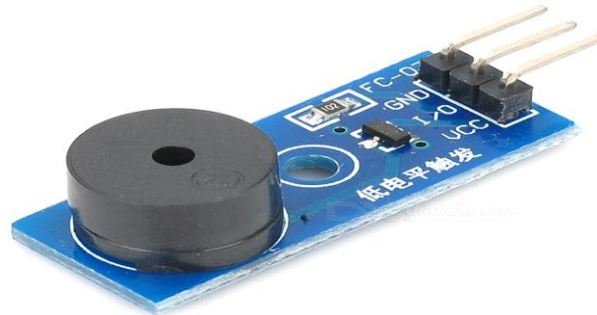


FIGURA 13 –MODULO ALLARME

#### Dati tecnici:

- Board size: 22 (mm) x12 (mm)
- Working voltage: 3.3- 5V
- Pin configuration (VCC, Input, GND)

In Fig.14 è rappresentato il diagramma schematico.

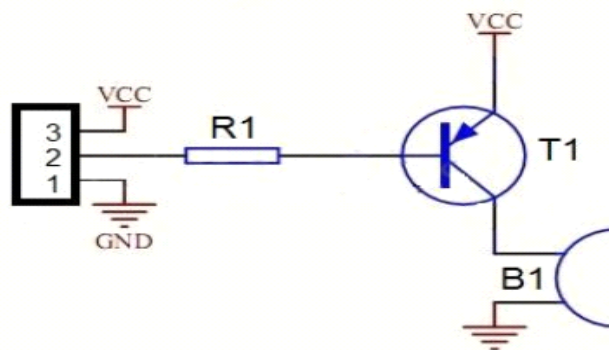


FIGURA 14 – SCHEMA CIRCUITO

Il funzionamento di questo componente è gestito da un codice python che permette di riprodurre diverse melodie a seconda delle frequenze che vengono prese in considerazione.

In Fig. 15 è rappresentato un esempio di modalità di configurazione.

```
#-----
import RPi.GPIO as GPIO
import time

Buzzer = 11

CL = [0, 131, 147, 165, 175, 196, 211, 248]      # Frequenze basse
CM = [0, 262, 294, 330, 350, 393, 441, 495]      # Frequenze medie
CH = [0, 525, 589, 661, 700, 786, 882, 990]      # Frequenze alte

song_1 = [    CM[3], CM[5], CM[6], CM[3], CM[2], CM[3], CM[5], CM[6], # song1
               CH[1], CM[6], CM[5], CM[1], CM[3], CM[2], CM[2], CM[3],
               CM[5], CM[2], CM[3], CM[3], CL[6], CL[6], CL[6], CM[1],
               CM[2], CM[3], CM[2], CL[7], CL[6], CM[1], CL[5] ]

beat_1 = [    1, 1, 3, 1, 1, 3, 1, 1,                                # Beats of song 1, 1 means 1/8 beats
               1, 1, 1, 1, 1, 1, 3, 1,
               1, 3, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
               1, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
               1, 1, 3 ]
```

FIGURA 15 – ESEMPIO DI CONFIGURAZIONE

### 2.2.3 Sensore touch : (Digital Touch Sensor Module)

Questo sensore è basato su un modulo capacitivo touch switch IC (TTP223B). Nello stato normale il modulo emette un basso consumo energetico.



FIGURA 16 – SENSORE TOUCH

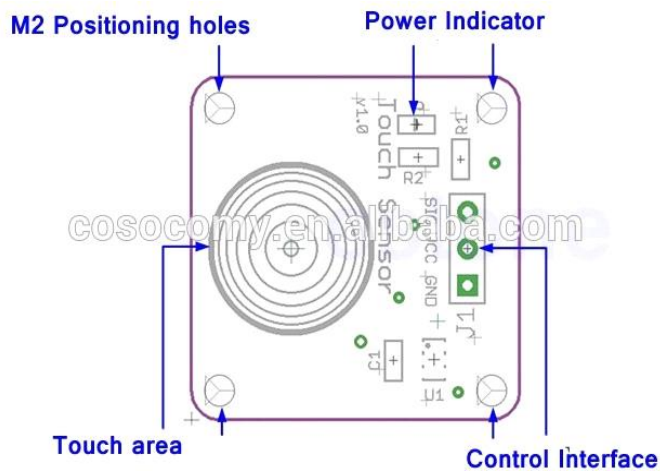


FIGURA 17 – SCHEMA SENSORE TOUCH

Quando un dito tocca la posizione corrispondente il modulo avrà una uscita alta, se non viene toccato per un lasso di tempo di circa 12 secondi passa alla modalità a basso consumo.

Dati tecnici:

- Working voltage: 5V
- Pin configuration (VCC, GPIO, GND)

**Projected capacitive touchscreen.**

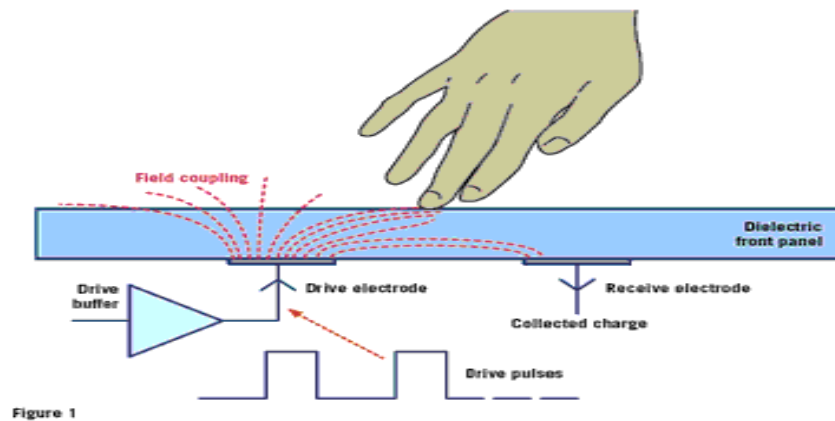


Figure 1

FIGURA 18 – SCHEMA D'USO SENSORE TOUCH

## 2.2.4 Modulo Pi camera:

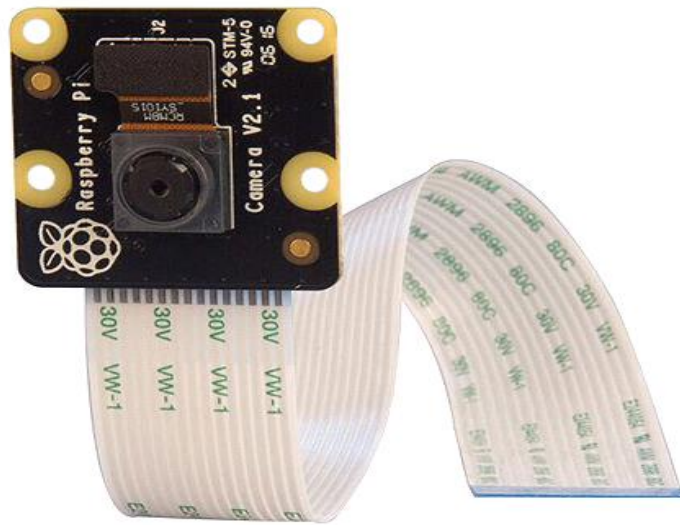


FIGURA 19 – MODULO PI CAMERA

La videocamera utilizzata è stata una raspberry Camera Pi NoIR V2 con una risoluzione di 8Mp (3280 x 2464 pixels) e con un sensore Sony IMX219PQ AD.

Il modello NoIR non monta i filtri ad InfraRosso, da qui il nome NoIR (No InfraRed), questo è anche il motivo per cui questo modulo camera si rende adatto a fotografie notturne o in situazioni di scarsa illuminazione, la mancanza del filtro consente il passaggio della luce infrarossa e permette a quest'ultima di raggiungere il sensore ed essere registrata. Questo dato indica però che la sola camera Pi NoIR non è sufficiente a garantire immagini di qualità con scarsa illuminazione; si deve necessariamente utilizzare led ad InfraRosso come fonte di luce ausiliaria o, in alternativa, un filtro ir come quello rappresentato in Fig.20.



FIGURA 20 – FILTRO IR



Questa tipologia di videocamera non è adatta principalmente a scatti di qualità con luce diurna, in quanto risulterebbero delle immagini con colori falsati.

In Fig.21 è rappresentata una foto scattata con condizioni di luce normale.

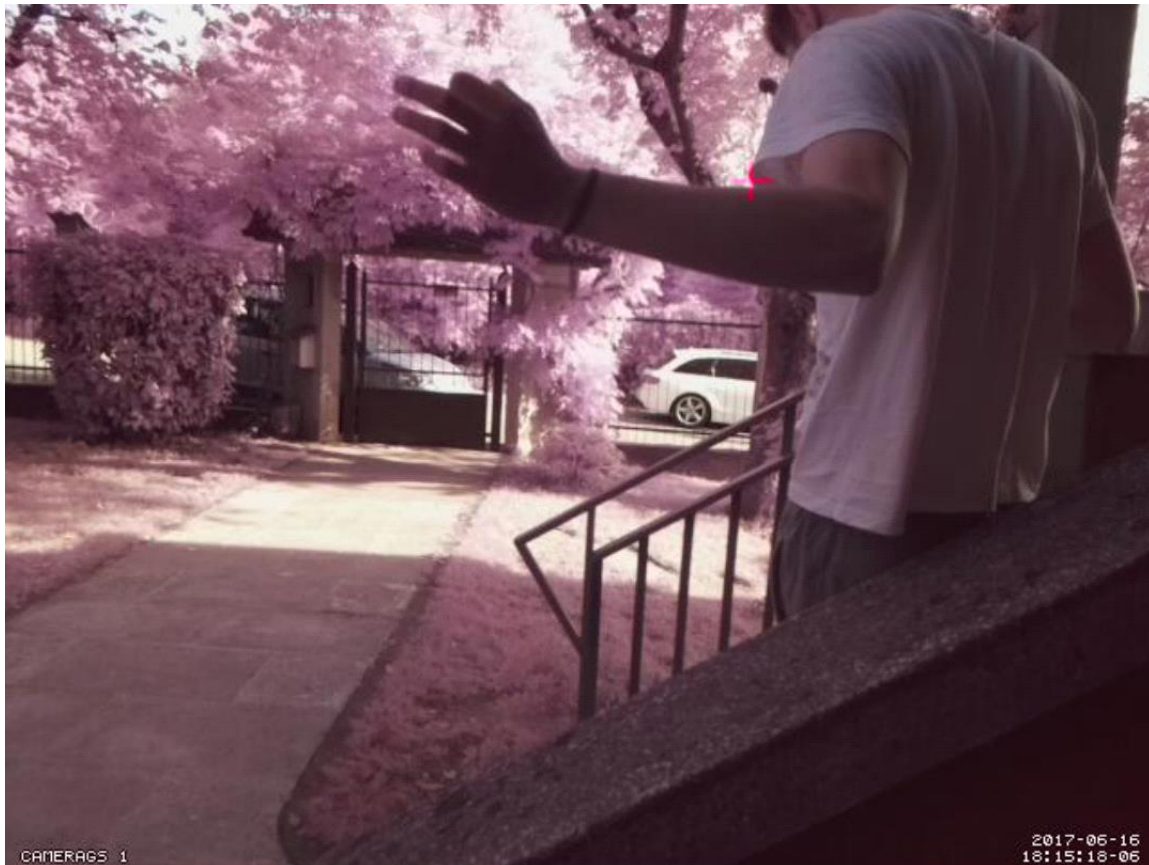


FIGURA 21 – CONDIZIONI DI LUCE NORMALE

Se si vuole utilizzare comunque questo tipo di Raspberry Pi camera, per foto diurne, è necessario utilizzare una pellicola che funziona da filtro IR e che bisogna applicare davanti all'obbiettivo.

I **filtri infrarosso** sono dei filtri la cui funzione è quella di rimuovere le lunghezze d'onda tipiche della luce visibile: in questo modo, al sensore, giunge esclusivamente la componente infrarossa.

In Fig.22 è rappresentata una fotografia scattata con il filtro IR applicato.



FIGURA 22 – CONDIZIONI DI LUCE NORMALE CON FILTRO

## 2.2.5 Adattatore USB WIFI



FIGURA 23 – ADATTATORE USB WIFI

Il Raspberry PI2, a differenza del fratello maggiore , non presenta una scheda wifi integrata, per questo motivo ho dovuto pensare, fin da subito, di acquistare un adattatore usb wifi in quanto sono molto semplici da usare; basta semplicemente collegarne uno nella prima porta disponibile e installare i driver relativi (802.IIN in questo caso)

### Dati tecnici:

- Wireless Standards: IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
- Host Interface: High speed USB2.0/1.1 interface
- Data Rate: 802.11n: up to 150 Mbps(down) and 150 Mbps (up)  
802.11g:54/48/36/24/18/12/9/6 Mbps auto fallback  
802.11b:11/5.5/2/1 Mbps auto fallback
- Frequency Band: 2.4 Ghz
- RF Frequency: 2412 - 2472 Mhz (Europe)
- Radio Channel; 1 - 14 channels (Universal Domain Selection)
- Modulation: 11n: BPSK,QPSK,16QAM,64QAM with OFDM  
11g: BPSK,QPSK,16QAM,64QAM,OFDM  
11b: DQPSK,DBPSK DSSS,CCK
- Data Security: 64/128-bit WEP Encrvptcon  
WPA, WPA-PSK, WPA2, WPA2-PSK. TKIP/AES

802.11ac è l'attuale standard Wi-Fi. Usa sia la banda a 2.4 GHz (come 802.11b e 802.11g) che quella a 5GHz (come 802.11n).

- Mentre 802.11n arriva al massimo a 40 MHz, con l'802.11ac si arriva 80 e persino a 160 MHz.
- 802.11n usava 64 QAM (quadrature amplitude modulation); 802.11ac porta il limite a 256 QAM, ossia è il 33% più efficiente.

Il seguente adattatore utilizza come standard USB 2.0, cosiddetto "Hi Speed", raggiunge teoricamente 480 Mb/s (60 MB/s), a differenza dello standard USB 3.0, noto come "Super Speed" che incrementa quel limite a 5 Gb/s (625 MB/s).

Gli adattatori USB Wi-Fi possono essere divisi in base alle loro antenne, che possono essere omnidirezionali - trasmettono e ricevono in tutte le direzioni - o direzionali - focalizzano la trasmissione solo in una direzione. La forza dell'antenna è espressa in decibel (dB). Nel mio caso ho preferito usare un adattatore con antenna esterna, seppur ingombrante, in quanto la forza del segnale non era ottimale ed erano presenti ostacoli che creavano interferenza.

### 2.3 Schema Dispositivo e risultato finale

In Fig.24 è rappresentata una bozza di appunti personali riguardante lo schema del dispositivo e i vari collegamenti.

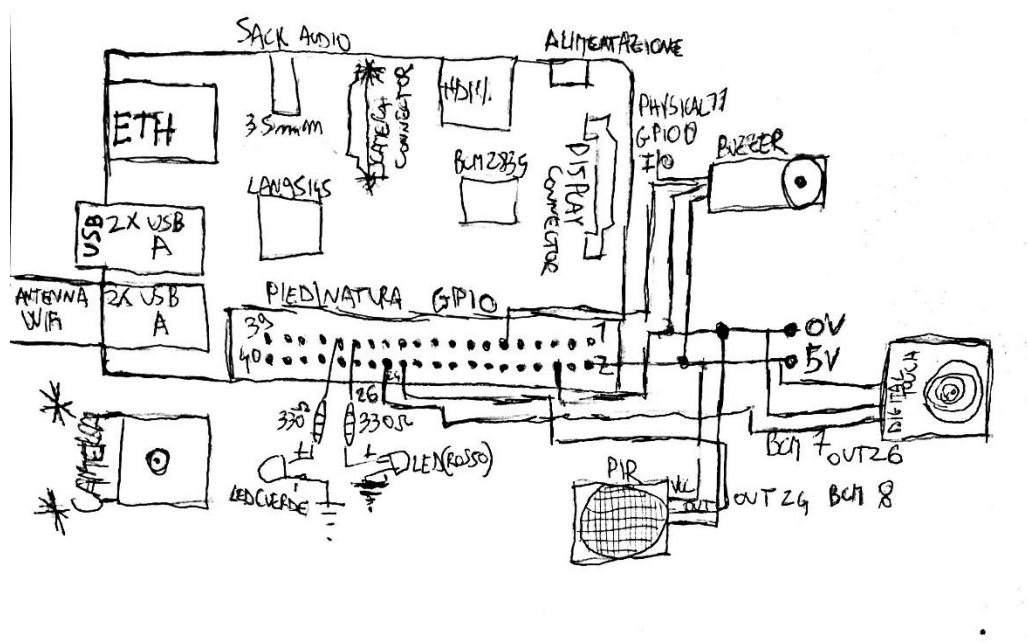


FIGURA 24 – APPUNTI – SCHEMA DISPOSITIVO

In Fig.25 è rappresentato il dispositivo assemblato pronto da posizionare nel sito identificato.



FIGURA 25 – DISPOSITIVO ASSEMBLATO

### 3 CONCLUSIONI

#### 3.1 Principali difficoltà riscontrate

Di seguito elencate le principali difficoltà riscontrate nelle diverse fasi del progetto:

- Fase di pianificazione:
  - Difficoltà iniziali nell'impostazione dell'attività
  - Difficoltà nella pianificazione corretta delle attività sulla base del tempo a disposizione
- Fase di progettazione:
  - Problemi nel capire che sensori scegliere e come gestirli tra di loro
  - Problema con il sensore PIR
  - Problema con il programma di gestione della videocamera
- Fase di realizzazione
  - Difficoltà nel montare fisicamente i componenti nella scatola di derivazione per rendere l'oggetto adatto a diverse situazioni
  - Problema con la programmazione della pagina web
- Fase di test e controllo finali
  - Problema con la comunicazione tra la pagina web e i programmi presenti nella memoria interna del Raspberry Pi
  - Problema con i diversi indirizzi IP statici che sono stati assegnati al dispositivo

#### 3.2 Costo realizzazione

Complessivamente il costo delle componenti può essere così rappresentato:

| Componente          | Costo       |
|---------------------|-------------|
| Raspberry Pi 2      | ≈35€        |
| Pi Cam Noir V2      | ≈30€        |
| sensore PIR         | ≈1€         |
| sensore Allarme     | ≈1€         |
| tasto touch         | ≈1€         |
| Adattatore WiFi     |             |
| USB                 | ≈3€         |
| Scatola derivazione | ≈4€         |
| case*2              | ≈5€         |
| <b>TOTALE</b>       | <b>≈80€</b> |



### 3.3 Eventuali punti di miglioramento

La naturale evoluzione del dispositivo potrebbe prevedere i seguenti punti di miglioramento

- Gruppo di continuità con batteria o pannello fotovoltaico
- Faro di illuminazione che si attiva alla rilevazione di un determinato movimento
- Motore elettrico in grado di muovere la videocamera in diverse angolature a seconda delle richieste dell'utente.