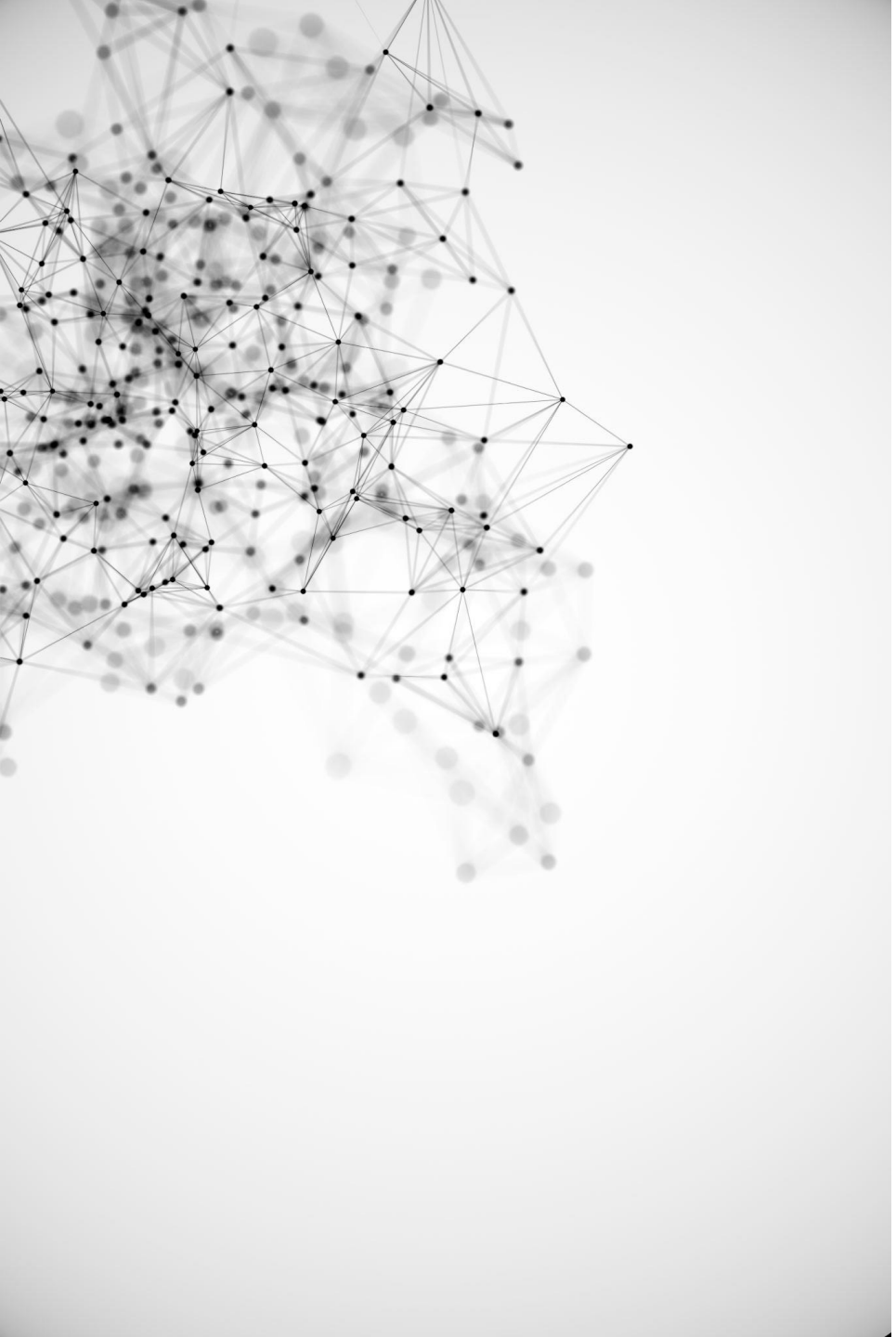


Dispositivo per il monitoraggio indoor e inoltro sms

IDEA PROGETTUALE PER IL CORSO DI

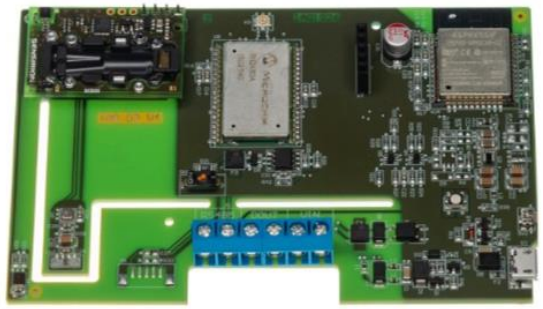
PROGETTAZIONE INDUSTRIALE

Docente: Prof.
G. Cocorullo

Studente:
Andrea Alecce
214611

State of Art [1]

UNIPI Indoor air quality (IAQ) : 154 €



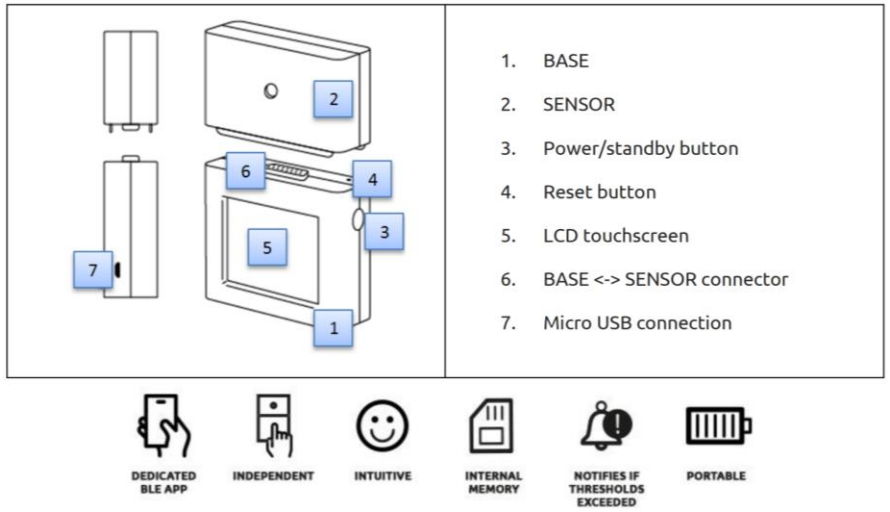
- box in ABS (IP20);
- 24V@0.5A power supply oppure Micro USB

Available model overview

Model	Temp.	Humidity	CO2	VOC	Bar. pressure	Ambient light	LoRaWAN	Wi-Fi host/AP	RS485 Modbus RTU
RW-TH	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
RLW-TH	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RW-THC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓
RLW-THC	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

State of Art [2]

UpSense Air, Air+ e Wave: 169-245 €



Anidride Carbonica

Volatile Organic Compounds

Temperatura

Umidità

State of Art [2]

Base technical specifications

Dimensions and Weight:

108 x 74 x 27 mm (External with sensor fitted);

150 g (base with sensor).

Power supply system:

Rechargeable 3.7 V lithium ion battery, capacity 1,000 mAh;

Battery life: 100 hours' measurement with LCD display OFF.

Screen:

TFT display 2.4";

resistive touchscreen.

Internal memory:

non-removable SD card.

Connection:

Micro USB connection;

Bluetooth 4.0 wireless interface.

Operating temperature:

from 5 to 45°C.

- TVOC Sensor
  Measurement Range: 3
- Temperature Sensor
  Measurement Range: 5-45°C
  Accuracy: ±0,3%
  Response Time 5-30sec
- Humidity Sensor
  Measurement Range: 20-80%
  Accuracy: ±3%
  Response Time: 8sec
- CO_2 Sensor
  Measurement Range: 0-5000ppm
  Accuracy: ±50ppm
  Response Time: 2/3 min

- Electric field measurement Range:
  0 – 24V/m (Laboratiry Charaterization)
- Range Frequencies:
  80 MHz – 6 GHz
  Radio transmitters FM frequencies
  TV Transmitters frequencies
  GSM-UMTS mobile telephony frequencies
  ISM frequencies (WIFI - Bluetooth - Microwave)
  WIFI2 EU frequencies (5180 - 5700 MHz)
- Accuracy:
  ±3dB (tests performed according to the indications of handbook)
- Response Time:
  <1sec

State of Art [3]

Airthings Wave Plus: 269 €

PRODUCT FEATURES
Sensors: Radon, CO_2, TVOC, Temp, Humidity & Air Pressure
Visual indicator: Red/Yellow/Green glow ring
Long battery life:
  Bluetooth: 16 months
  SmartLink (Hub): 18 months
  Future low power mode: TBD months
Supports wall or ceiling mount
Free mobile app for iOS and Android
Web dashboard
Mobile notifications
Wireless connection (Bluetooth or Airthings SmartLink)

ADDITIONAL SPECIFICATIONS
Operational Environment: 4°C to 40°C
Weight: 219g (with batteries)
Dimensions: 12 cm (diameter) x 3.6 cm (height)
Power: 2 AA batteries
Connectivity: Bluetooth & Airthings SmartLink

IAQ SENSOR SPECIFICATIONS
INTEGRATIONS
Sensor sampling interval: 5 minutes
Sensor Resolution:
  Temperature ∓ 0.1°C / F
  Humidity ∓1%
  Pressure ∓0.15hPa
Settling time:
  TVOC ~7 days
  CO_2 ~7 days
CO_2 details:
  NDIR Sensor (Non-Dispersive Infra-Red):
  Measurement range 400–5000 ppm
  Non condensing 0 – 85%RH
  Optimum Accuracy ±30ppm ±3% within 15 – 35°C / 60 - 95°F
  and 0 – 80%RH can be reached after multiple settling
  cycles on locations with natural indoor CO_2 fluctuations

Specifiche del dispositivo

Unità di controllo: microcontrollore per l'acquisizione ed elaborazione dati, gestione output

Sensori:

- Temperatura
- Umidità
- Movimento
- Gas

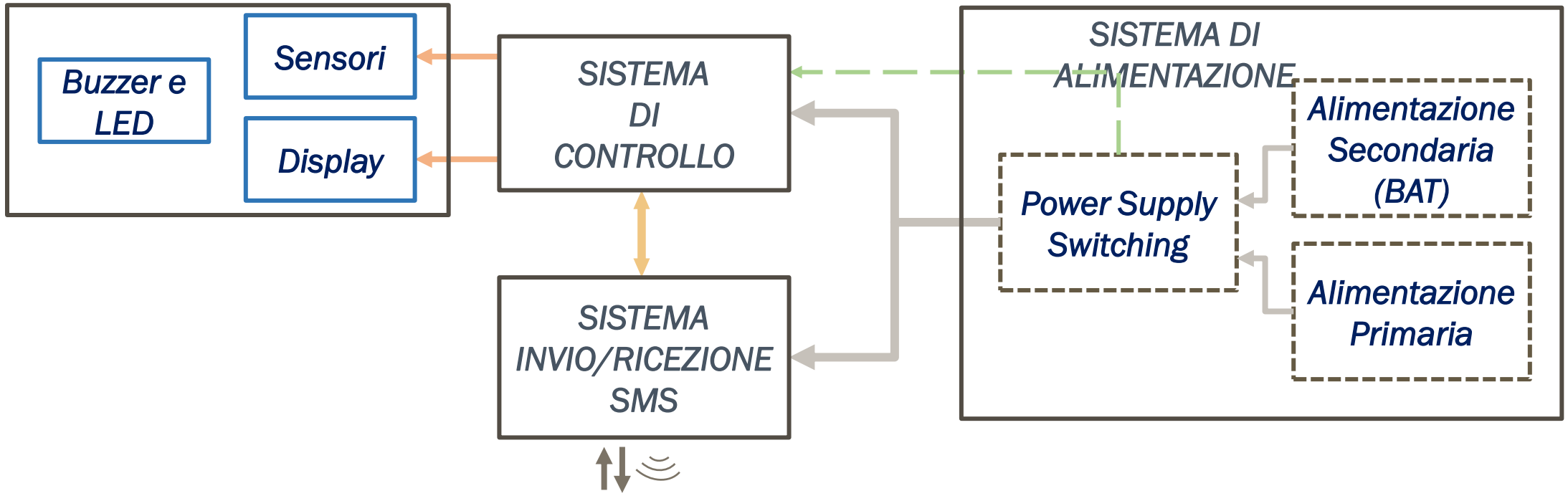
Attuatori: interfaccia di notifica audio/visiva verso l'utente

- Led RGB
- Display
- Buzzer o speaker

Sistema invio/ricezione SMS

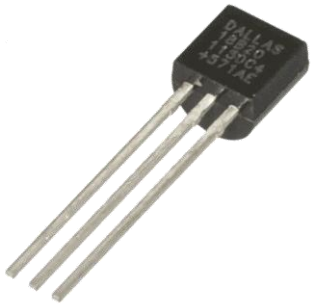
Alimentazione:

- Modulo di gestione della ricarica
- Batteria

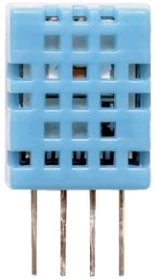

Buzzer e LED
Sensori
Display
SISTEMA DI CONTROLLO
SISTEMA INVIO/RICEZIONE SMS
SISTEMA DI ALIMENTAZIONE
Power Supply Switching
Alimentazione Secondaria (BAT)
Alimentazione Primaria

Sensore di temperatura

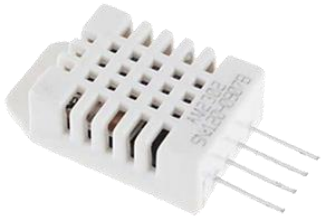
Sensori Temperatura	n° pin dati	Corrente [mA]	Tensione [V]	Precisione	Costo [€]*
DS18B20	1	1	da 3 a 5	±0.5°C	3,97
DHT11	1	da 0,5 a 2,5	da 3 a 5	±2°C	4,24
DHT22	1	da 1 a 1,5	da 3,3 a 6	±0.5°C	4,23
LM35C	1	0,6	da 4 a 30	±0.2°C	5,59



DS18B20



DHT11

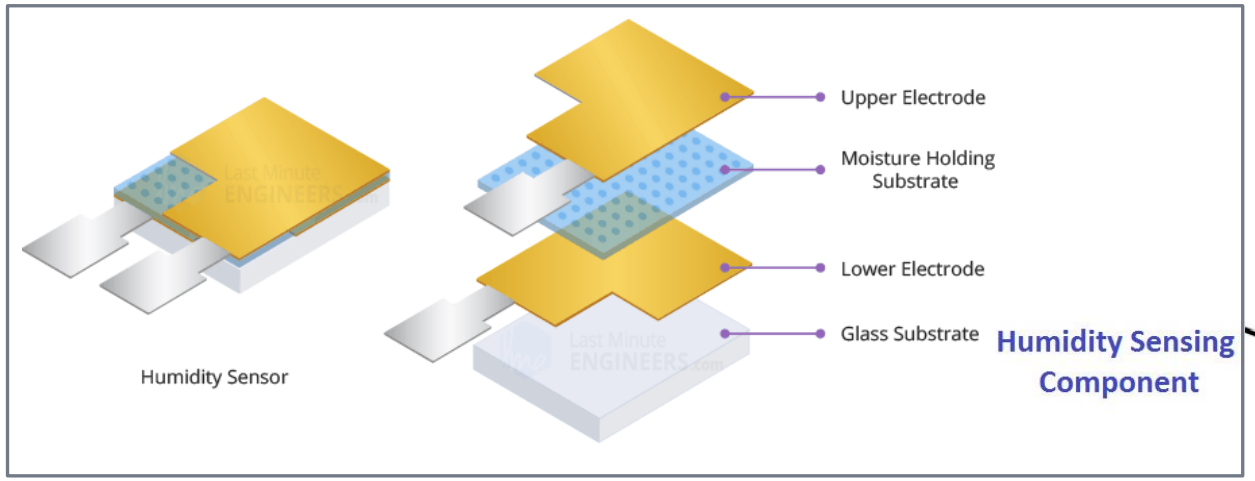


DHT22

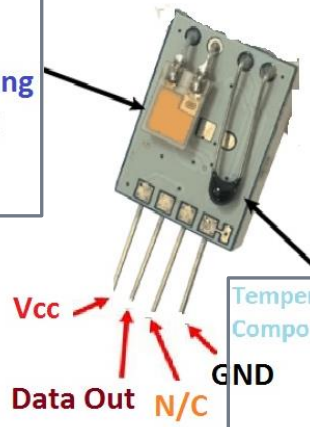
LM35

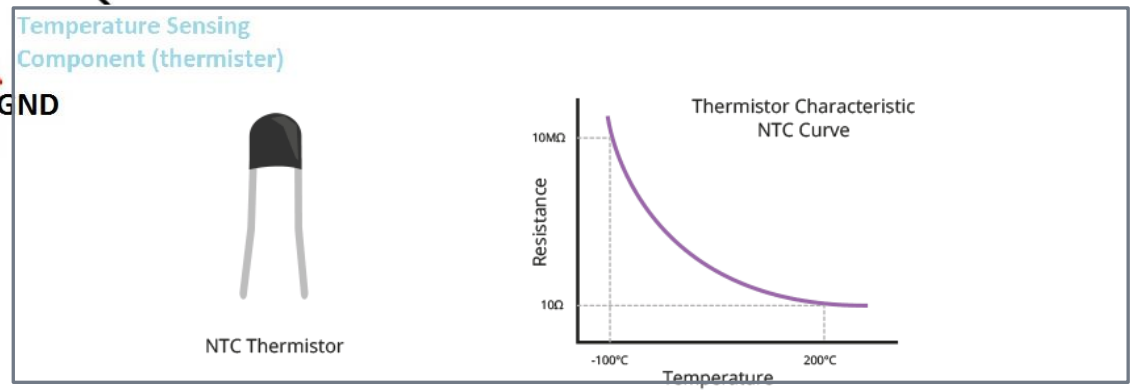
*Mouser

Sensore di temperatura: DHT22



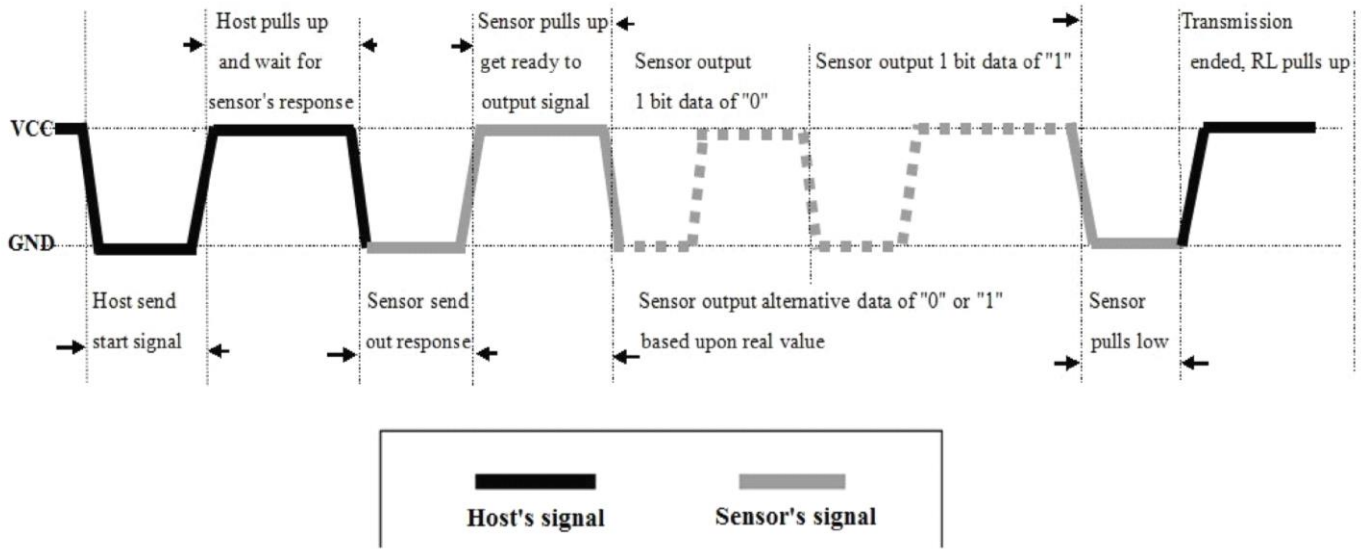
La variazione di resistenza tra i due elettrodi è proporzionale all'umidità relativa.





IC SOIC-14 a 8 bit.
Questo IC misura ed elabora il segnale analogico con i coefficienti di calibrazione memorizzati, esegue la conversione da analogico a digitale ed emette un segnale digitale con la temperatura e l'umidità.

Sensore di temperatura: protocollo 1-Wire



DATA=16 bits RH data+16 bits Temperature data+8 bits check-sum

Example: MCU has received 40 bits data from AM2302 as

0000 0010 1000 1100	**0000 0001 0101 1111**	**1110 1110**
16 bits RH data	16 bits T data	check sum

Here we convert 16 bits RH data from binary system to decimal system,

0000 0010 1000 1100 → 652

Binary system Decimal system

RH=652/10=65.2%RH

Here we convert 16 bits T data from binary system to decimal system,

0000 0001 0101 1111 → 351

Binary system Decimal system

T=351/10=35.1℃

When highest bit of temperature is 1, it means the temperature is below 0 degree Celsius.

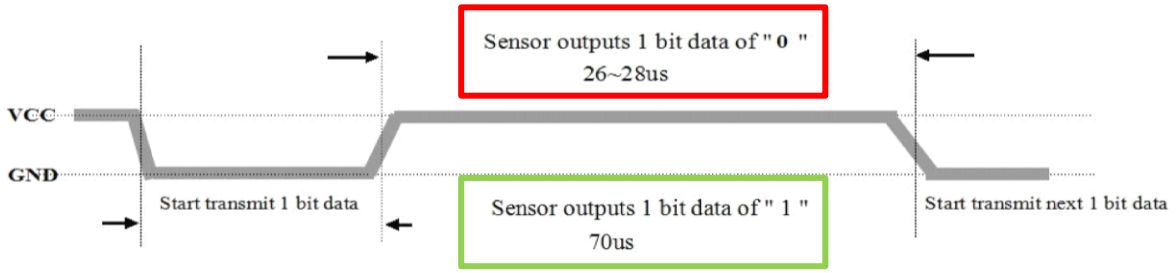
Example: 1000 0000 0110 0101, T= minus 10.1℃

16 bits T data

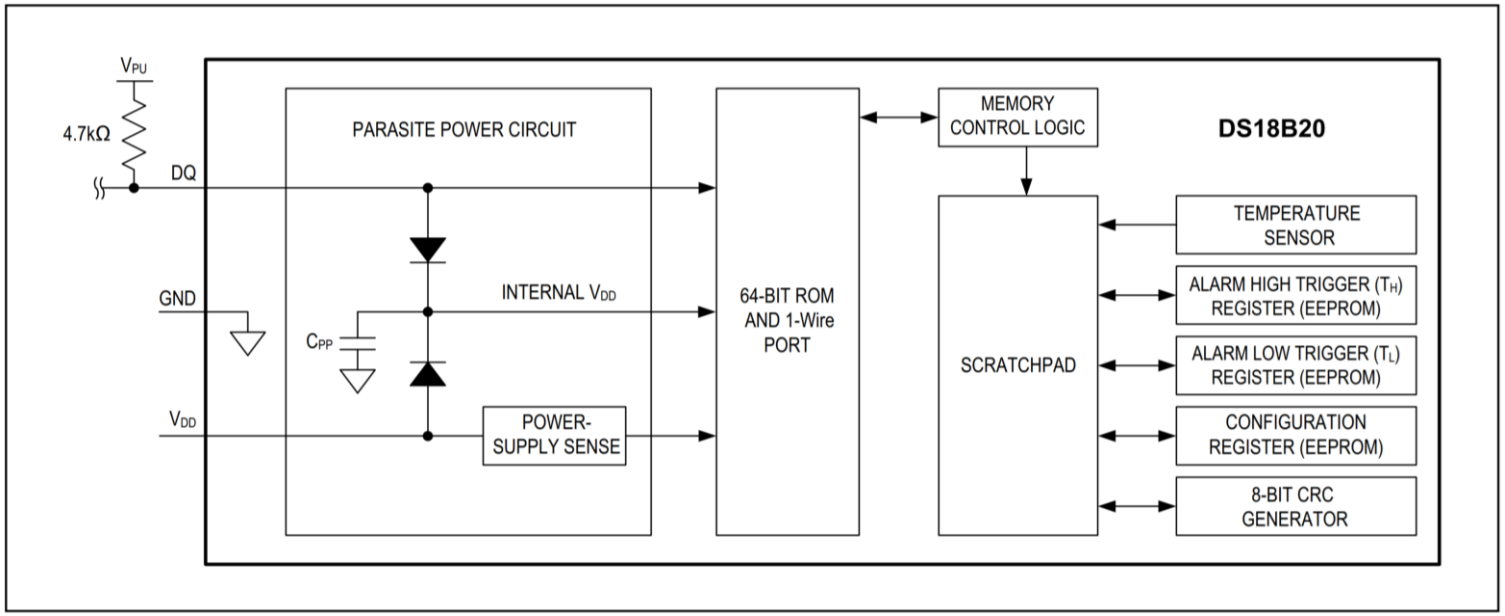
Sum=0000 0010+1000 1100+0000 0001+0101 1111=1110 1110

Check-sum=the last 8 bits of Sum=1110 1110

1) MCU invia segnale di start e il sensore risponde;
2) Il sensore invia i dati al MCU;



Sensore di temperatura: DS18B20



- **codice univoco a 64 bit su ogni dispositivo**

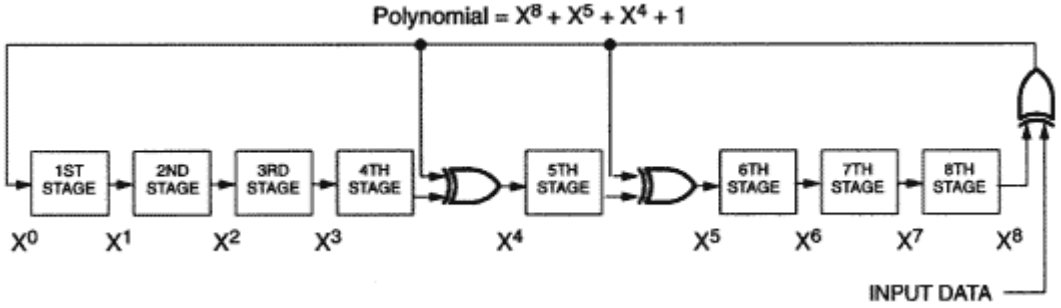
8-BIT CRC		48-BIT SERIAL NUMBER		8-BIT FAMILY CODE (28h)	
MSB	LSB	MSB	LSB	MSB	LSB

- **Il registro di configurazione consente di impostare la risoluzione della conversione in digitale su 9, 10, 11 o 12 bit.**

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
0	R1	R0	1	1	1	1	1

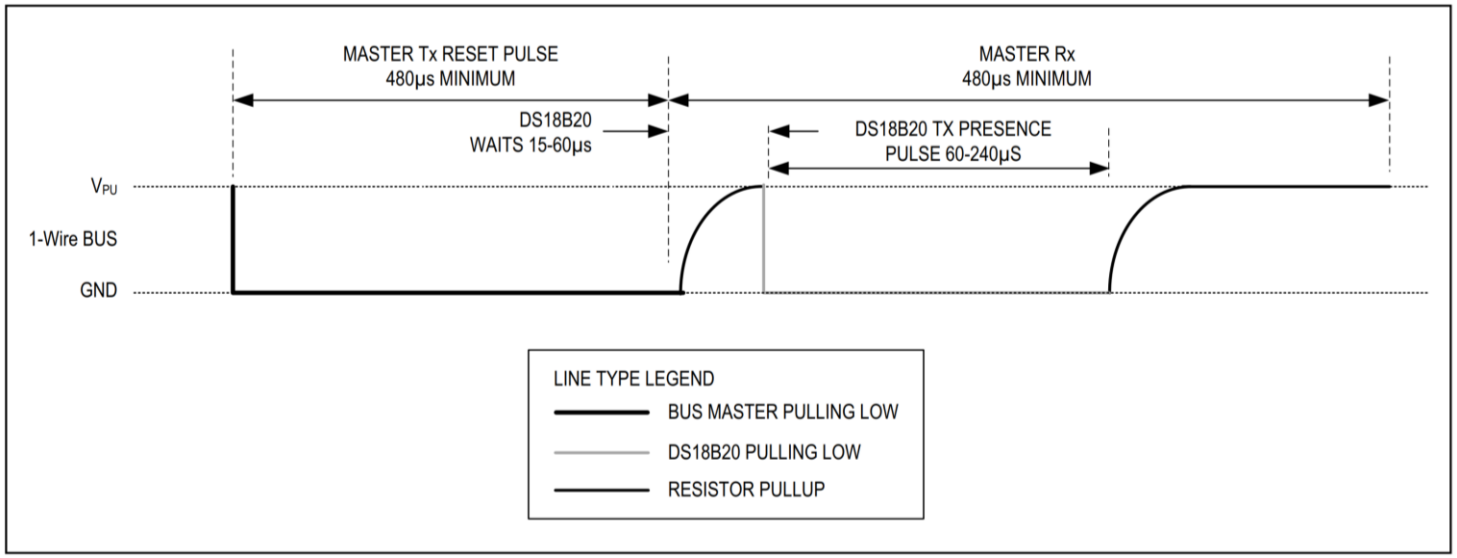
- **I registri TH, TL e di configurazione sono non volatili (EEPROM), quindi conserveranno i dati quando il dispositivo viene spento**

- **CRC: Cyclic redundancy check**



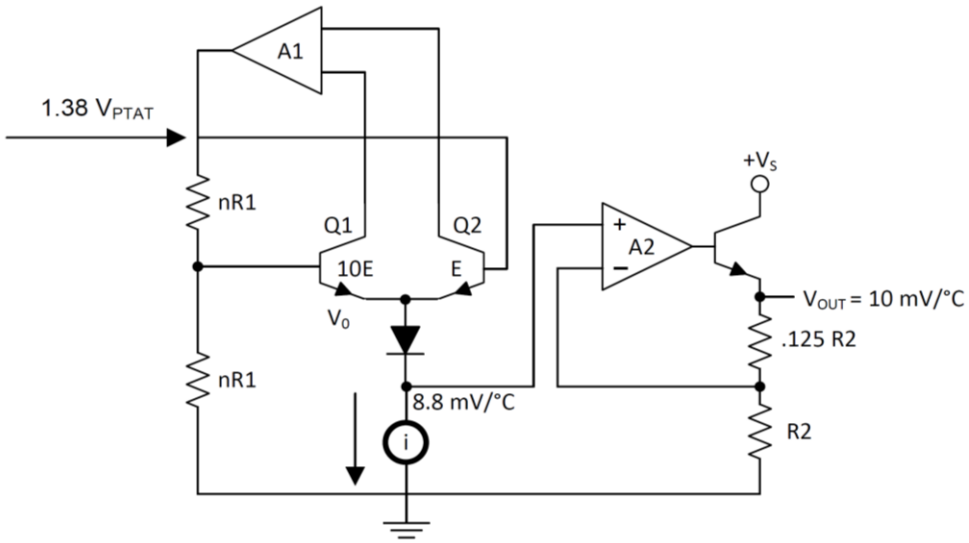
Sequenza di comandi per la lettura della temperatura

1) Il master invia un impulso di reset sul bus
2) I vari slave rispondono con il “Presence Pulse”



3) Il master invia un comando “Mach ROM” 0×55
4) Il master invia la ROM del sensore che vuole leggere
5) Il master invia il comando 0×44 per la conversione di temperatura
6) Il master invia un nuovo impulso di reset
7) Gli slave rispondono con il “Presence Pulse”
8) Il master invia un comando “Mach ROM” 0×55
9) Il master invia la ROM del sensore che vuole leggere
10) Il master invia un comando 0xBE per leggere la memoria del sensore
11) Il master legge i 9 bytes della memoria e lo slave li invia sequenzialmente.

Sensore di temperatura: LM35



Eq. Diodo: $$I = I_S\left(e^{\frac{V_D}{nV_T}} - 1\right) \longrightarrow V_D = n\,\frac{kT}{q}\,\ln\left(1 + \frac{I}{I_S}\right)$$

Consideriamo i transistor al centro:
Uno ha dieci volte le dimensioni dell'altro. Quindi, un decimo della densità di corrente, poiché la stessa corrente attraversa entrambi i transistor.
Ciò provoca una tensione ai capi del resistore R1 che è proporzionale alla temperatura assoluta.

L'amplificatore in alto assicura che la tensione alla base del transistor sinistro (Q1) sia proporzionale alla temperatura assoluta (PTAT) confrontando l'uscita dei due transistor.

$$V_{BE1} = n\,\frac{kT}{q}\,\ln\left(\frac{I_{C1}}{I_S}\right)$$

$$V_{BE2} = n\,\frac{kT}{q}\,\ln\left(\frac{I_{C2}}{I_S}\right)$$

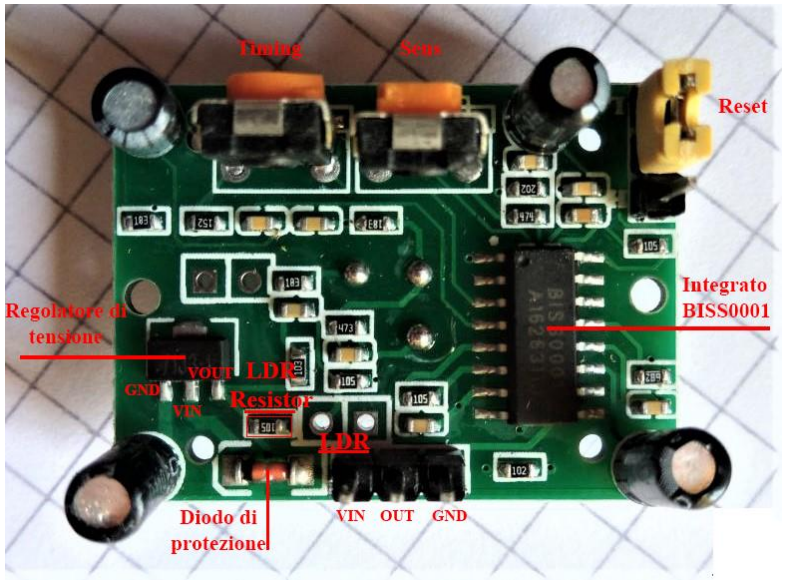
$$\Delta V_{BE} = V_{BE2} - V_{BE1} = n\,\frac{kT}{q}\,\left(\ln\left(\frac{I_{C1}}{I_S}\right) - \ln\left(\frac{I_{C2}}{I_S}\right)\right)$$

$$\Delta V_{BE} = n\,\frac{kT}{q}\,\ln\left(\frac{I_{C1}}{I_{C2}}\right)$$

PTAT (Proportional To Absolute Temperature): fenomeno per cui la differenza tra le tensioni di due diodi o transistor bipolari, che hanno aree diverse e conducono la stessa corrente, è proporzionale alla temperatura assoluta.

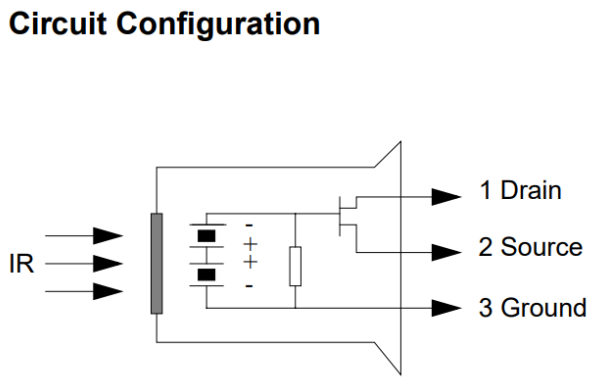
Sensore di movimento PIR

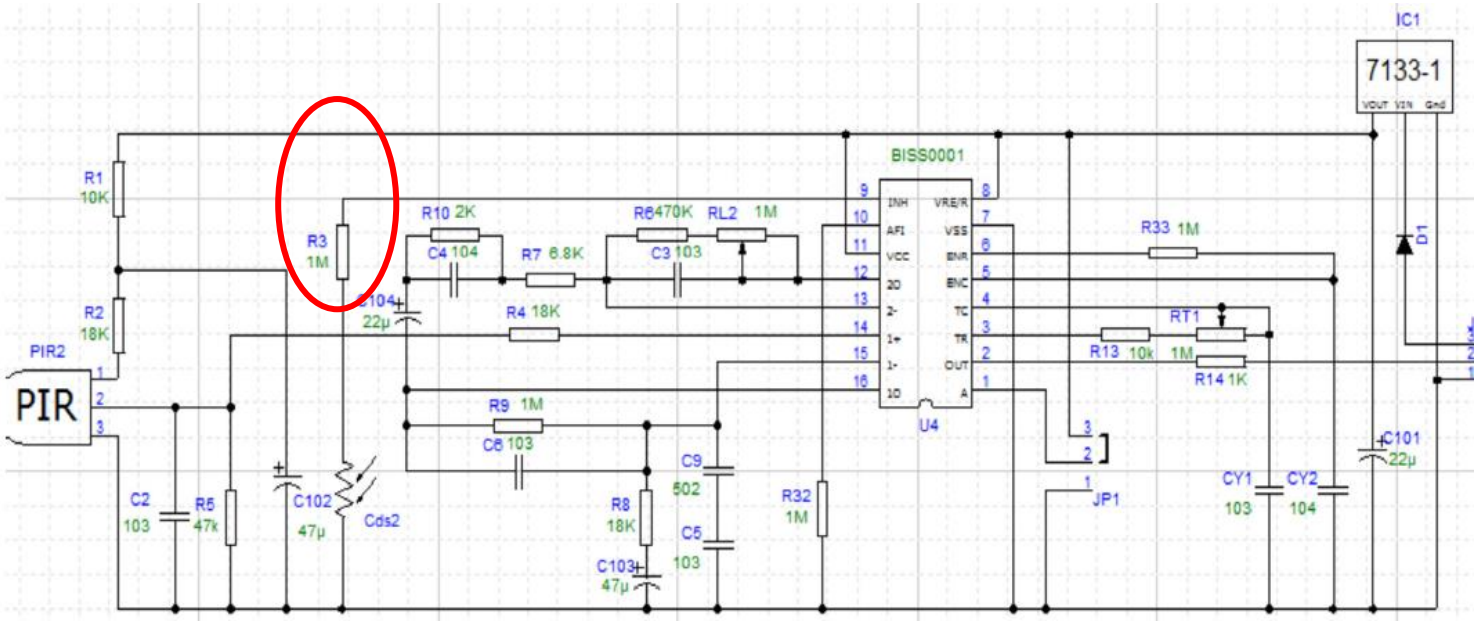
Sensore Movimento	n° pin dati	Corrente [mA]	Tensione [V]	Costo [€]*
PIR HC-SR501	1	65	5	2.4
Adafruit PIR	1	x	5	8.43
Gravitech PIR Sensor	1	x	da 5 a 12	10.98
Parallax PIR Sensor	1	23	da 3 a 6	12.7



*Mouser, Arduiner

Sensore di movimento PIR



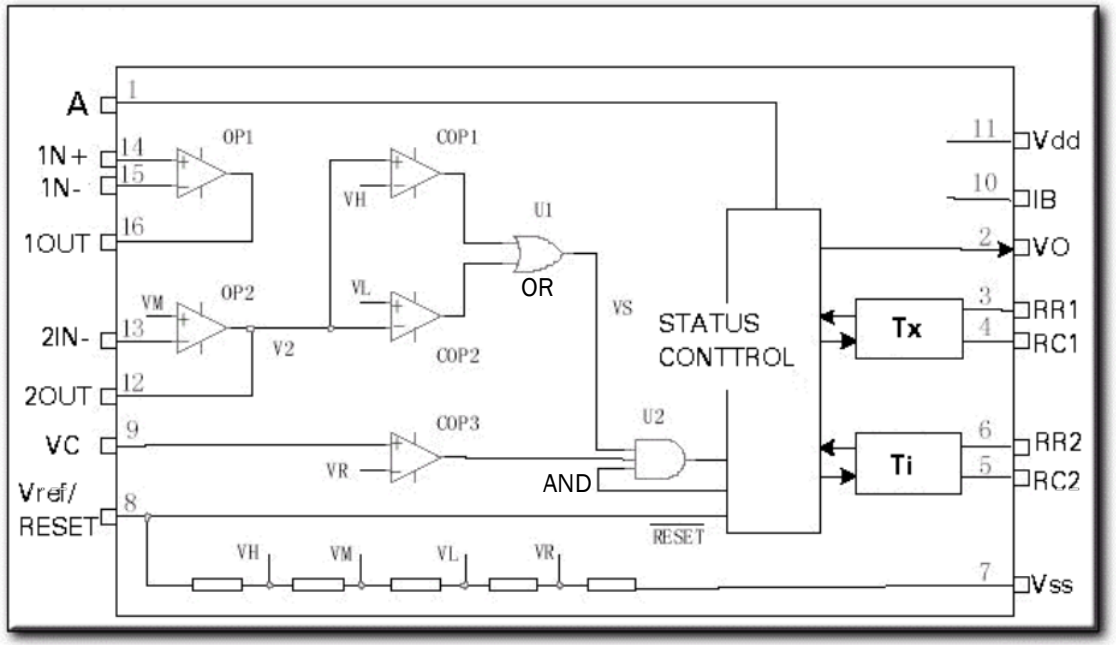


BISS0001: integrato per applicazioni di *Motion Detection* con PIR

Sensore di movimento PIR

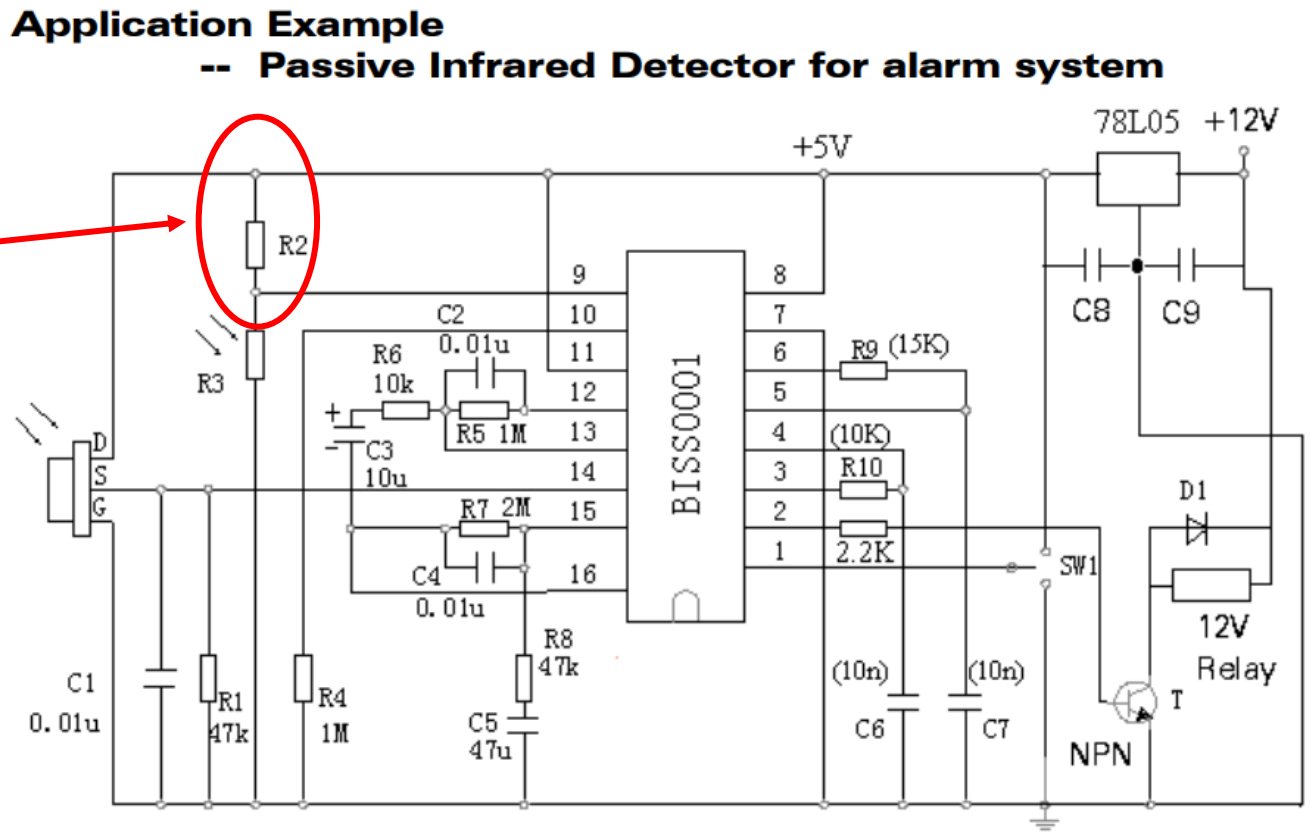
BISS0001:
integrato per applicazioni
di *Motion Detection* con PIR

Internal Block Diagram

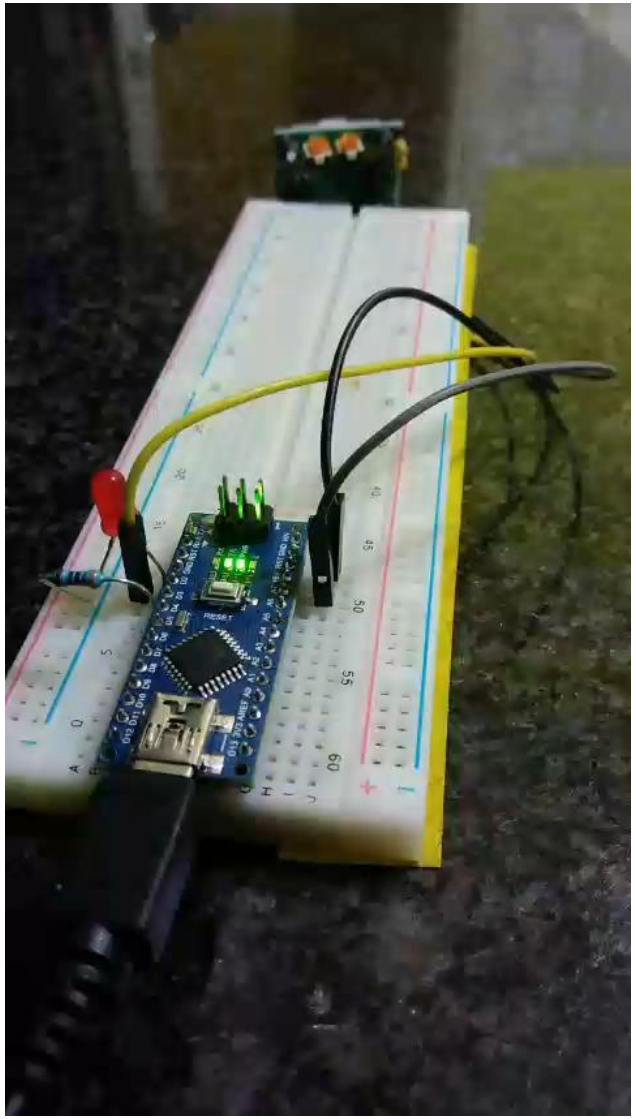


Sensore di movimento PIR

Schema corretto



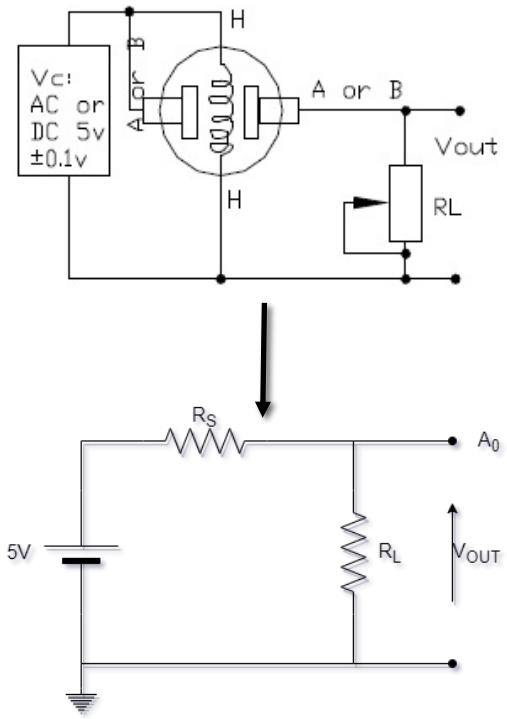
Sensore di movimento PIR



22/01/2021

Sensore di Gas

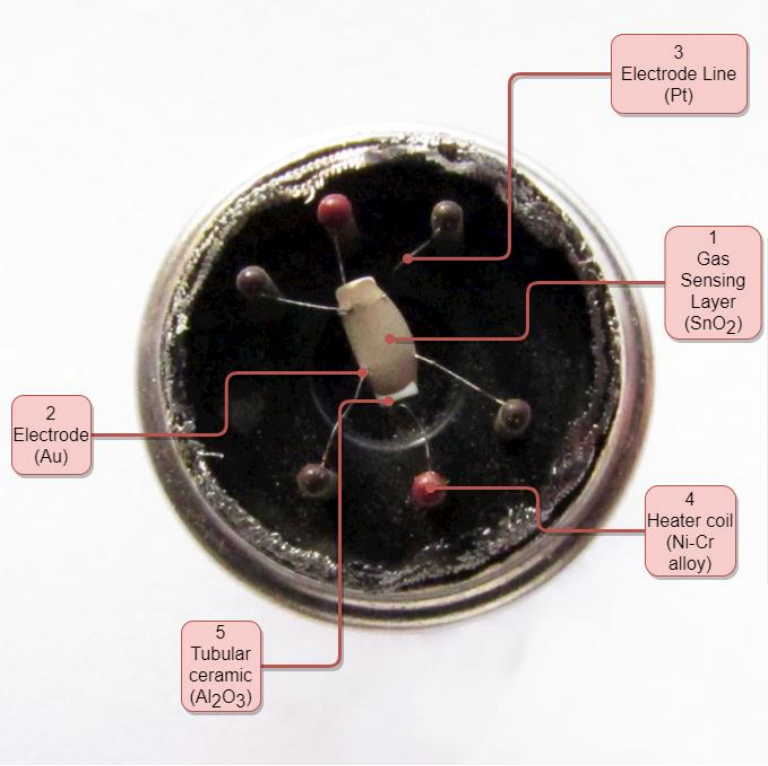
Sensore Gas	n° pin dati	Corrente [mA]	Tensione [V]	Dimensioni [mm]	Costo [€]*
MQ-x	1	160	5	23 (diam) x 20 (h)	5.84
TGS2600-B00	1	42	5	9.2 (Diam) x 7.	21,55
Sensirion SGP40	2 (I2C)	3.5	3.3	2.44 x 2.44 x 0.85	6,61



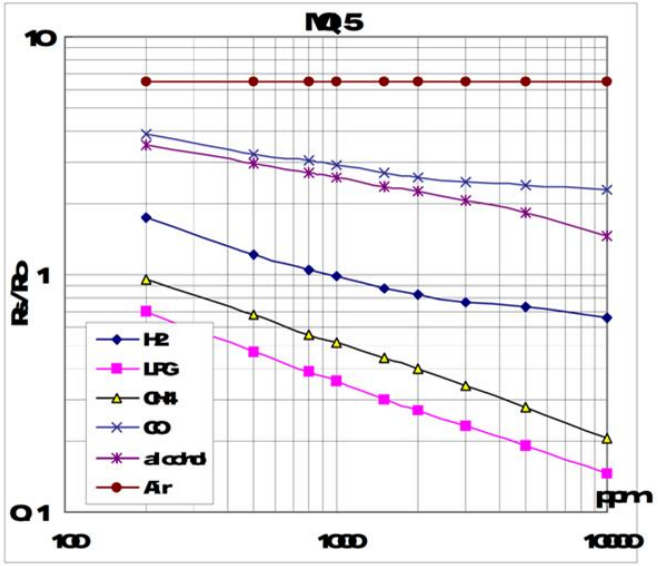
Model	Nominal Test Target Gas
MQ-8	hydrogen, coal, gas, etc.
MQ-9B	carbon monoxide, etc.
MQ-2	flammable gas, smoke, etc
MQ-5	liquefied petroleum gas, methane, coal gas, etc
MQ-135	ammonia, sulfides, etc.
MQ-3B	alcohol, etc
MQ-7B	carbon monoxide, etc.
MQ-4	natural gas, methane, etc.
MQ-2	flammable gas, smoke, etc.
MQ-6	liquefied petroleum gas, isobutane, propane, etc.
MQ-5	liquefied petroleum gas, methane, coal gas ,etc
MQ-7	carbon monoxide, etc.

*Mouser

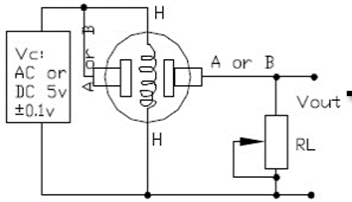
Sensore di Gas: principio di funzionamento



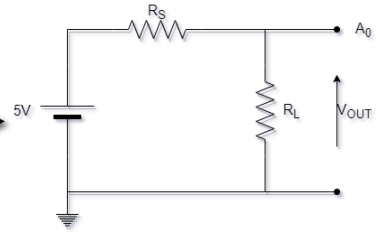
	Parts	Materials
1	Gas sensing layer	SnO_2
2	Electrode	Au
3	Electrode line	Pt
4	Heater coil	Ni-Cr alloy
5	Tubular ceramic	Al_2O_3
6	Anti-explosion network	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7	Clamp ring	Copper plating Ni
8	Resin base	Bakelite
9	Tube Pin	Copper plating Ni



Sensore di Gas: Workflow



Modello



Analisi

$$V = V_{RS} + V_{RL} = I \cdot (R_S + R_L) = I \cdot R_S + I \cdot R_L =$$

$$= \frac{V \cdot R_S}{R_S + R_L} + V_{OUT}$$

$$V - V_{OUT} = \frac{R_S}{R_S + R_L} \cdot V$$

$$(V - V_{OUT}) \cdot (R_S + R_L) = V \cdot R_S$$

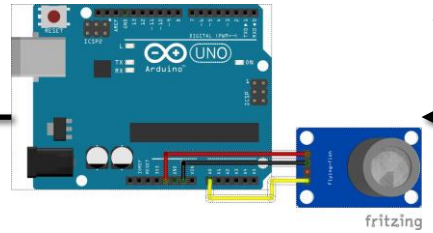
$$V_{OUT} \cdot R_S = V \cdot R_L - V_{OUT} \cdot R_L$$

$$\boxed{R_S = \frac{(V - V_{OUT})}{V_{OUT}} \cdot R_L}$$

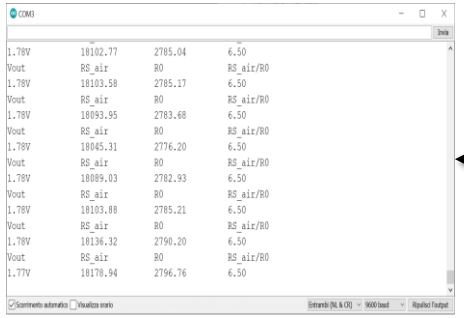
Applicazione analisi modello su firmware

```
void conversione(float ratio, float m, float q) {
  Serial.println("-----------------------------------------------------------------------------------------");
  String wGas = GAS[j];
  ppm_log = (log10(ratio) - q) / m;
  ppm = pow(10, ppm_log);
  percentuale = ppm / 10000; // *100 / 1 milione

  Serial.print("GAS = ");
  Serial.println(wGas);

  if (ppm > 1000) {
    Serial.print(" Attenzione, "); Serial.print(wGas); Serial.println(" in eccesso!!!");
  }

  Serial.print("ppm_log = "); Serial.print("\t"); Serial.print(ppm_log); Serial.print("\t");
  Serial.print("ppm = "); Serial.print("\t"); Serial.print(ppm); Serial.print("\t");
  Serial.print("percentuale = "); Serial.print("\t"); Serial.print(percentuale); Serial.print("\t"); Serial.print("%");

  j++;
}
```

Realizzazione Circuitale

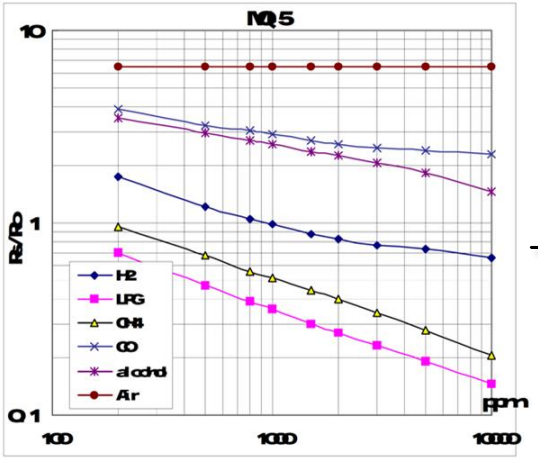


Calibrazione e Test

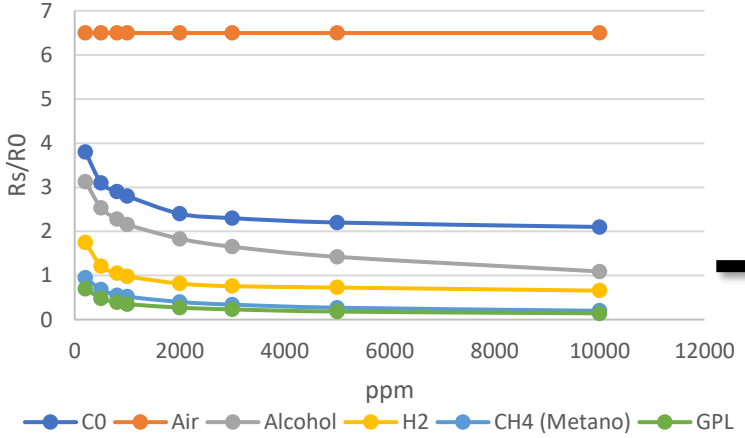


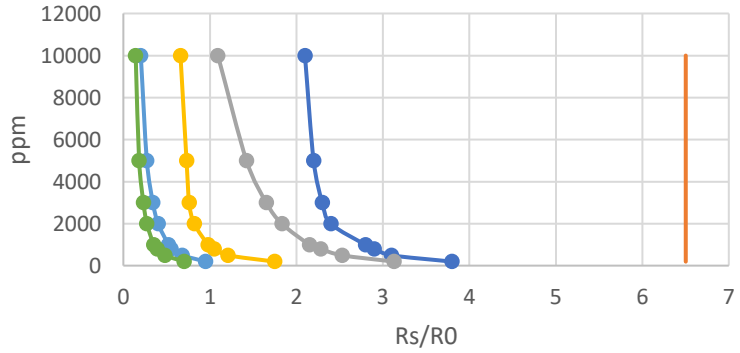
1.78V	18102.77	2785.04	6.50
Vout	RS_air	R0	RS_air/R0
1.78V	18103.58	2785.17	6.50
Vout	RS_air	R0	RS_air/R0
1.78V	18093.95	2783.68	6.50
Vout	RS_air	R0	RS_air/R0
1.78V	18045.31	2776.20	6.50
Vout	RS_air	R0	RS_air/R0
1.78V	18089.03	2782.93	6.50
Vout	RS_air	R0	RS_air/R0
1.78V	18103.88	2785.21	6.50
Vout	RS_air	R0	RS_air/R0
1.78V	18136.32	2790.20	6.50
Vout	RS_air	R0	RS_air/R0
1.77V	18178.94	2796.76	6.50

Sensore di Gas: analisi modello



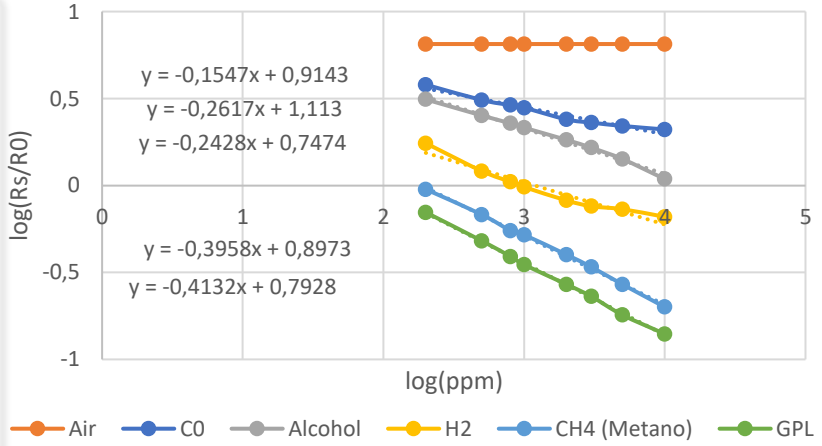
	Rs/R0					
ppm	Air	C0	Alcohol	H2	CH4 (Metano)	GPL
200	6.5	3.8	3.130025	1.75	0.95	0.7
500	6.5	3.1	2.529379	1.21	0.68	0.48
800	6.5	2.9	2.280328	1.05	0.55	0.39
1000	6.5	2.8	2.152723	0.98	0.52	0.35
2000	6.5	2.4	1.832156	0.82	0.4	0.27
3000	6.5	2.3	1.651757	0.76	0.34	0.23
5000	6.5	2.2	1.422074	0.73	0.27	0.18
10000	6.5	2.1	1.091139	0.66	0.2	0.14





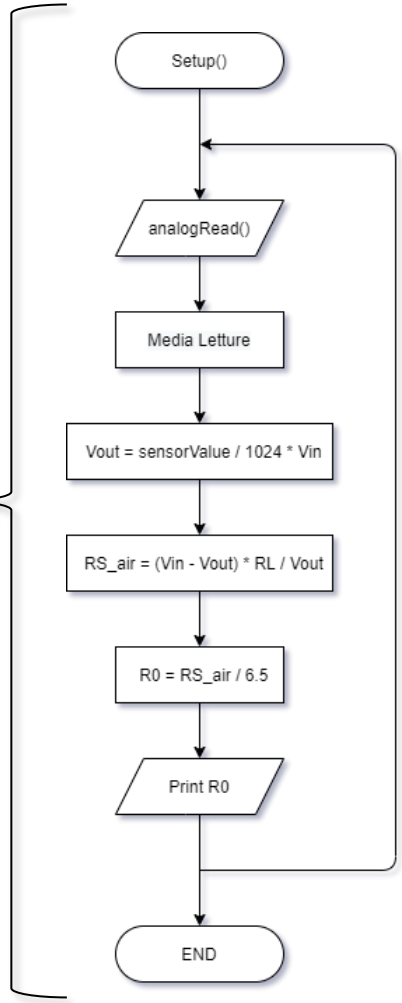
log()

	log(Rs/R0)					
log(ppm)	Air	C0	Alcohol	H2	CH4 (Metano)	GPL
2.30103	0.812913357	0.579784	0.495548	0.243038	-0.022276395	-0.1549
2.69897	0.812913357	0.491362	0.403014	0.082785	-0.167491087	-0.31876
2.90309	0.812913357	0.462398	0.357997	0.021189	-0.259637311	-0.40894
3	0.812913357	0.447158	0.332988	-0.00877	-0.283996656	-0.45593
3.30103	0.812913357	0.380211	0.262963	-0.08619	-0.397940009	-0.56864
3.477121	0.812913357	0.361728	0.217946	-0.11919	-0.468521083	-0.63827
3.69897	0.812913357	0.342423	0.152922	-0.13668	-0.568636236	-0.74473
4	0.812913357	0.322219	0.03788	-0.18046	-0.698970004	-0.85387

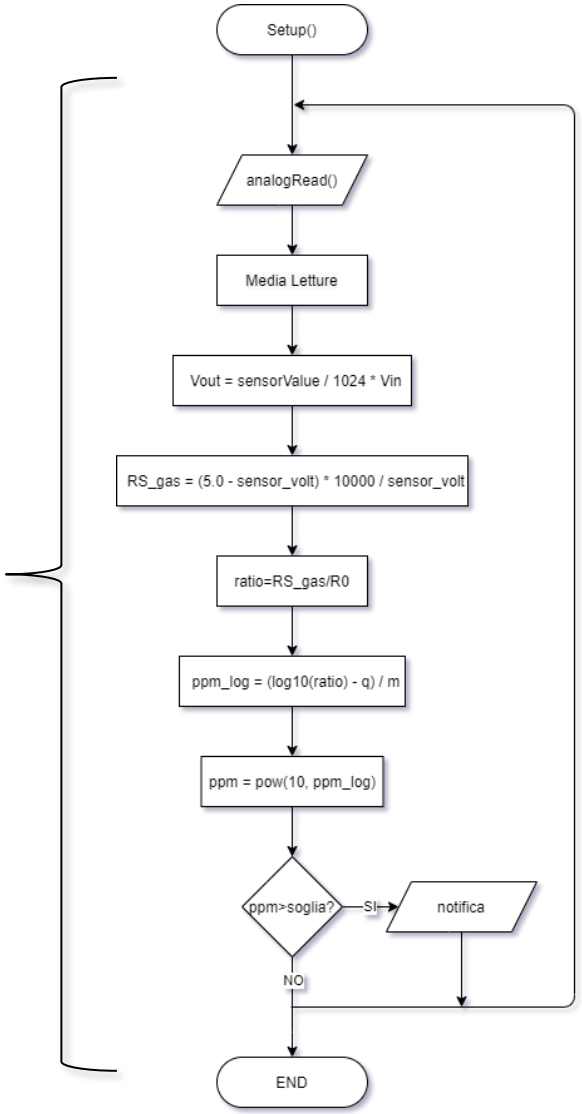


Sensore di Gas: firmware e implementazione modello

Calibrazione

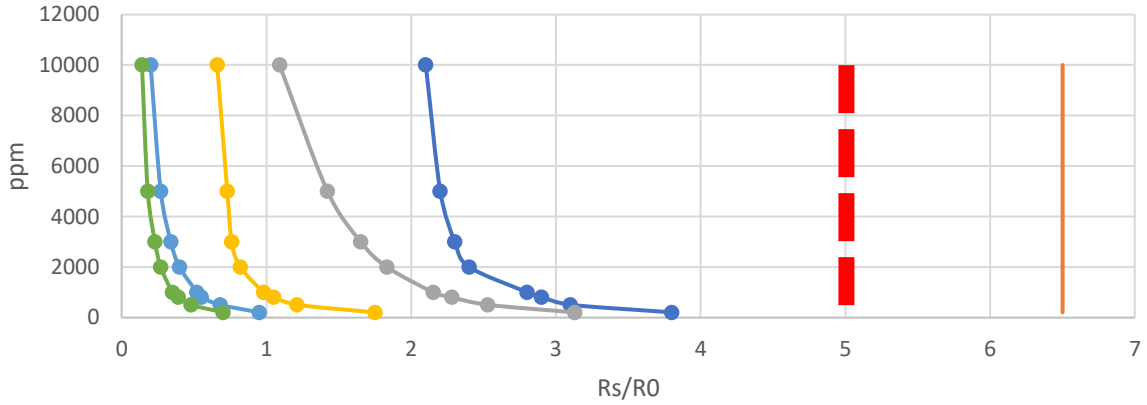


Letture



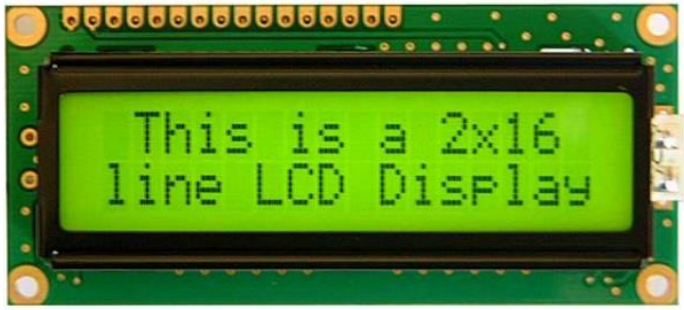
Sensore di Gas: Calibrazione

- ***Controllata*** in ambiente isolato, con somministrazione di concentrazioni note di gas;
- Per ***confronto***, con altro sensore di gas già calibrato;
- ***Relativa***, rispetto ad una condizione di aria pulita nel contesto d'uso.



Display

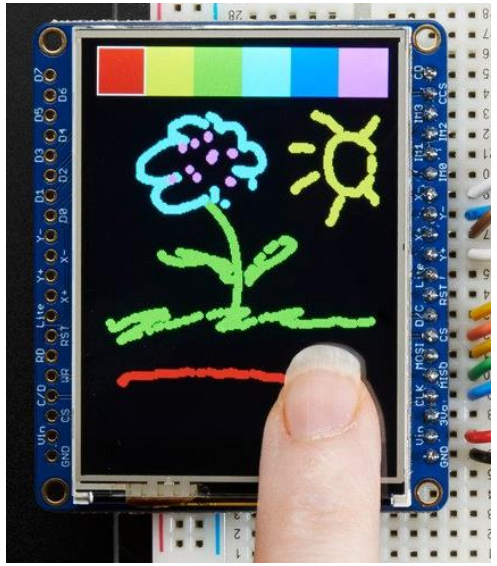
Display	n° pin dati	Tecnologia	Driver	Risoluzione [pixel]	Tensione [V]	Dimensioni [mm]	Costo [€]*
1602	8 o 12	STN (LCD)	SPLC780D1	5 x 8 (a carattere)	5	80 x 36 x 1.6	7,77
1.3" OLED I2C	2 (I2C)	OLED	SH1106	128 x 64	da 3.3 a 5V	36 x 34 x 4	11
1.8" TFT SPI	4 (SPI)	TFT (LCD)	ST7735	128 x 160	da 3.3 a 5V	58 x 34 x 4	16,90
2.4" TFT SPI Touch	4 (SPI) o 12	TFT (LCD)	ILI9341 (video), XPT2046 (touch)	240 x 320	da 3.3 a 5V	70 x 50 x 15	23,29



1602

1.3" OLED I2C

1.8" TFT SPI

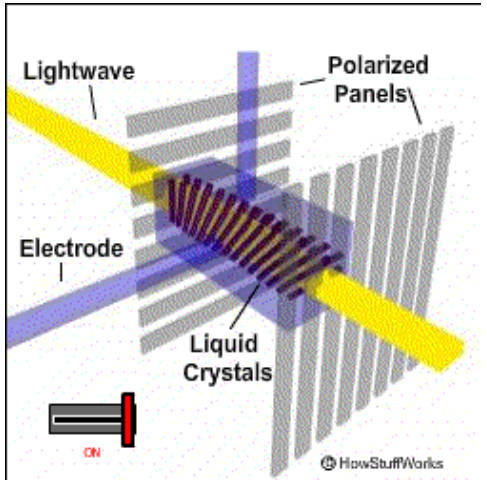


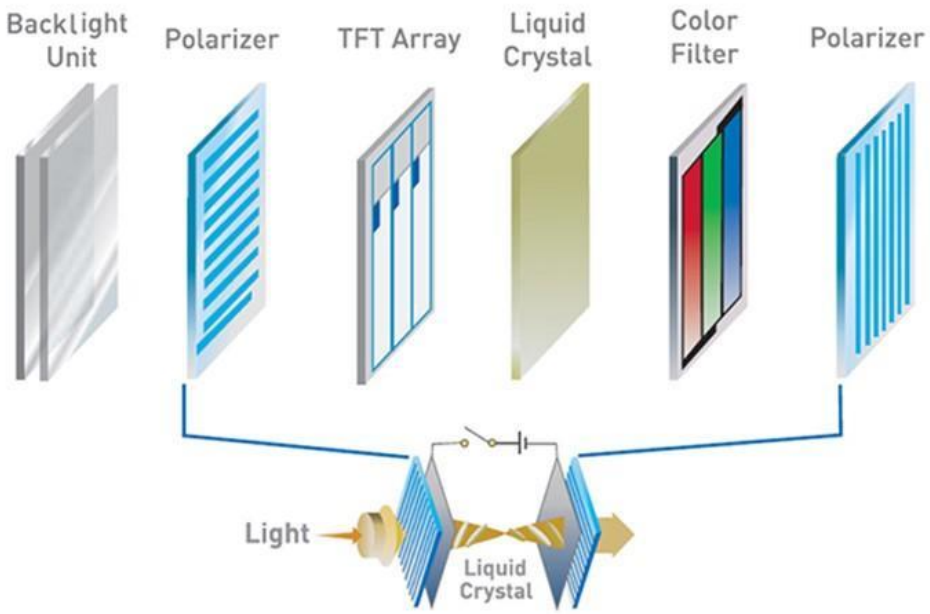
2.4" TFT SPI Touch

*Mouser

Display: LCD

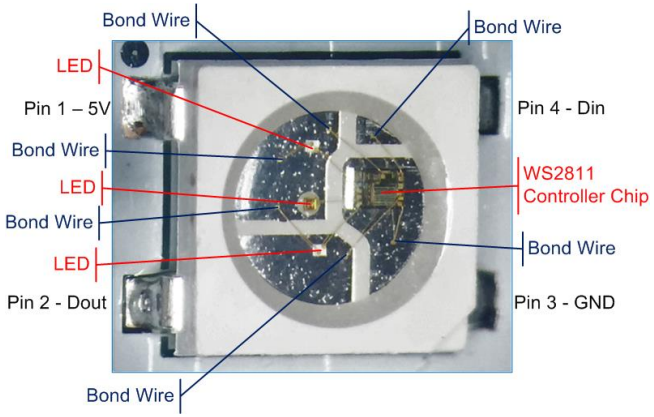
- Vengono illuminati da una fonte di luce esterna
- Utilizza le proprietà di modulazione della luce dei cristalli liquidi.
- Si sfruttano due filtri polarizzatori, a cui si interpongono i cristali liquidi, i cui assi di polarizzazione sono perpendicolari tra loro.
- la ***polarizzazione*** è una caratteristica delle onde elettromagnetiche ed indica la *direzione dell'oscillazione del vettore campo elettrico durante la propagazione dell'onda nello spazio*.
- In presenza o meno di Campo Elettrico applicato, i cristalli liquidi variano la loro disposizione, permettendo o meno il passaggio di luce.





Led RGB

Led RGB	n° pin dati	Corrente [mA]	Tensione [V]	Dimensioni [mm]	Intensità luminosa (mcd)	Costo [€]*
WS2812B	1	circa 50	da 3.5 a 5.3	5x5	420, 720, 200	0.4404
Kingbright WP154A4SUREQBFZGW	3	30 (per led)	5	5 (Diam)	1000, 1300, 500	1.47
Inolux HV-5RGB60	3	25 (per led)	5	5 (Diam)	600, 1000, 500	0.84



WS2812B

Inolux HV-5RGB60

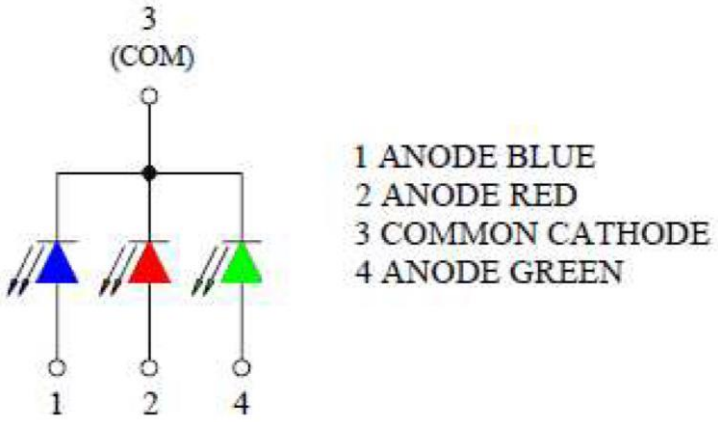
Kingbright WP154A4SUREQBFZGW

*Mouser

Led RGB

Supponendo:

- 5V stabili di alimentazione
- 20mA di corrente per ogni canale RGB
- le tensioni $V_{forward}$ come da datasheet:

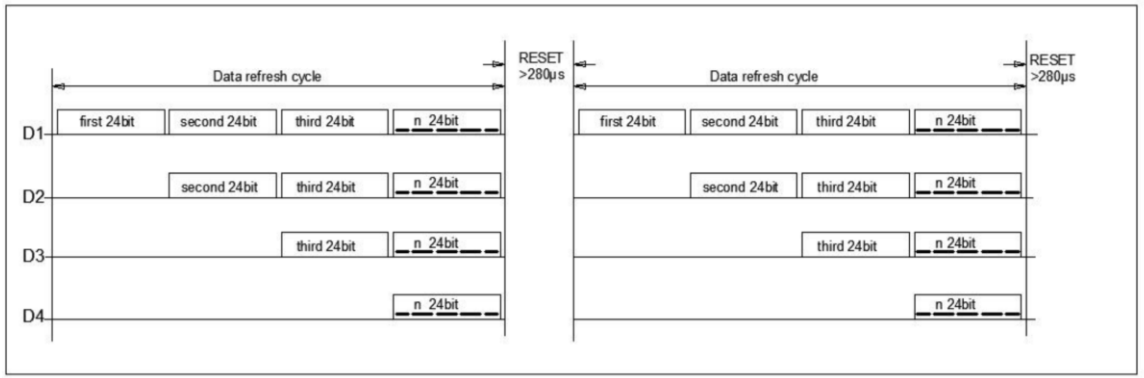


$$R = \frac{v_S - v_f}{I_{LED}} = \begin{cases} \mathrm{Rr} = \dfrac{5V - 2{,}0V}{20mA} = 150\ \Omega \\ Rg = \dfrac{5V - 3{,}4V}{20mA} = 80\ \Omega \\ Rb = \dfrac{5V - 3{,}4V}{20mA} = 80\ \Omega \end{cases}$$

Led RGB: WS2812B

- I primi ***24 bit*** di dati sono per il LED più vicino (8 bit di verde, rosso e poi blu)
- Dopo che 24 bit di dati sono stati ricevuti, il dispositivo entra in modalità ***pass-through***.
- Se la linea dati rimane inattiva per un periodo di tempo prefissato, il dispositivo esce dalla modalità pass-through e leggerà il set successivo di dati che riceve.
- Un numero teoricamente illimitato di LED può essere concatenato insieme fintanto che il driver è in grado di continuare a fornire i dati senza una pausa troppo lunga (e se si dispone di un'alimentazione sufficiente).
- Tuttavia, la frequenza di aggiornamento massima possibile diminuisce man mano che la catena si allunga.

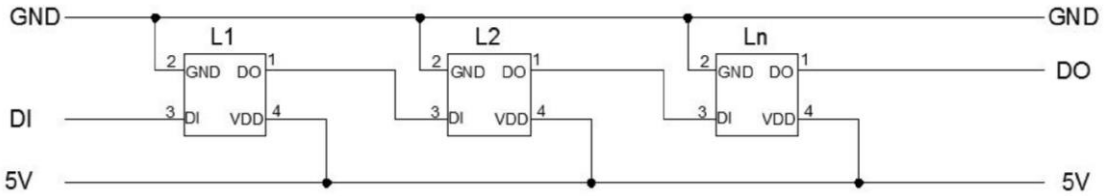
Data Transmission Method



Composition of 24bit Data

G7	G6	G5	G4	G3	G2	G1	G0	R7	R6	R5	R4	R3	R2	R1	R0	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0

Note: Data transmit in order of GRB, high bit data at first.



Buzzer

Buzzer	Tipologia	Tensione [V]	Corrente max [mA]	Frequenza [Hz]	Pressione Sonora	Dimensioni [mm]	Costo[€]*
CUI DEVICES CMI-9650C-030	Elettromagnetico	da 2 a 5	15	2700/3000	78	Ø9.6 x 5.0	2,07
TDK SD1614T5-B1	Elettromagnetico	da 3 a 6	80	2048	85	16x14	1,36
Kobitone 254-EMB125-RO	Elettromagnetico	da 4 a 7	105	2300± 300	85	12x9,5	1,54
TDK PS1420P02CT	Piezoelettrico	5		2000	70	Ø14 x 11	0,517
Murata PKM22EPPH4007-B0	Piezoelettrico	da 1,5 a 15 (max)		4000	92	Ø22 x 12	0,805
Visaton PB 9.11 - 5 V	Piezoelettrico	da 3 a 7		4100	70	15x11x1.75 (SMD)	1,46

CUI DEVICES CMI-9650C-030

TDK SD1614T5-B1

Kobitone 254-EMB125-RO

TDK PS1420P02CT

Murata PKM22EPPH4007-B0

Visaton PB 9.11 - 5 V

*Mouser

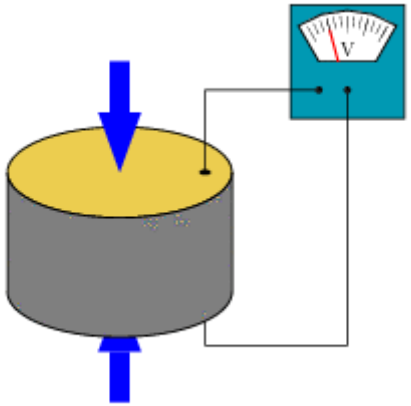
Buzzer

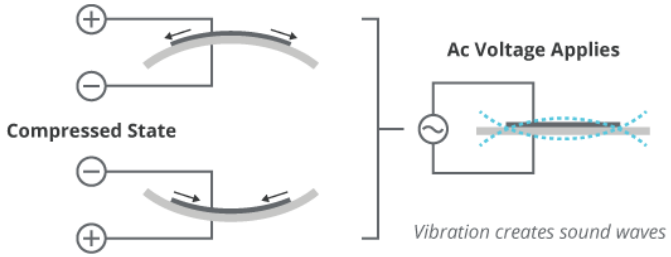
- La ***piezoelettricità*** è la proprietà di alcuni materiali cristallini di polarizzarsi generando:
  - una differenza di potenziale quando sono soggetti a una deformazione meccanica (***effetto piezoelettrico diretto***);
  - Oppure, deformarsi in maniera elastica quando sono sottoposti ad una tensione elettrica (***effetto piezoelettrico inverso***).

- La struttura di tali cristalli è costituita da microscopici ***dipoli elettrici***.
- In condizioni di quiete, questi dipoli elettrici sono disposti in maniera tale che le facce del cristallo abbiano tutte lo stesso potenziale elettrico.

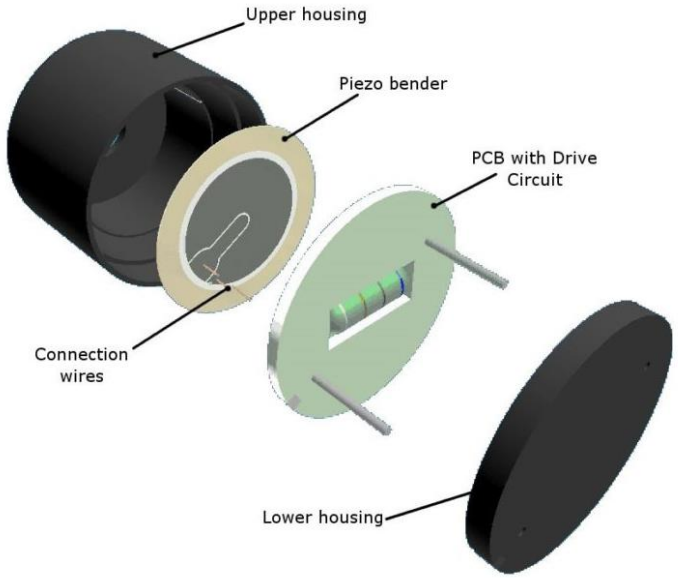
- Comprimendo il cristallo, la sua struttura viene deformata e si perde la condizione di neutralità elettrica del materiale, per cui una faccia del cristallo risulta carica negativamente e la faccia opposta risulta carica positivamente. Nel caso in cui il cristallo venga sottoposto a trazione, il segno della carica elettrica di tali facce si inverte.

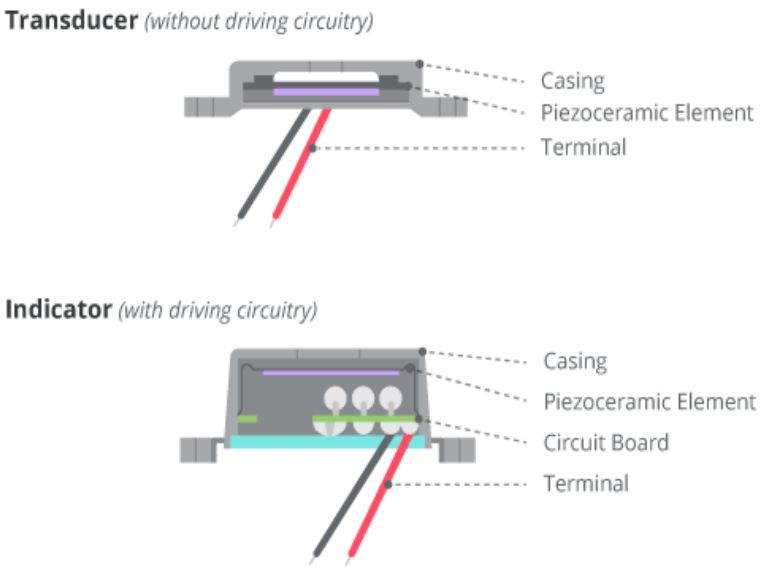
- Al contrario, quando si applica una differenza di potenziale al cristallo, esso si espande o si contrae provocando una vibrazione. L'espansione volumetrica è facilmente pilotabile ed è strettamente dipendente dalla stimolazione elettrica.





Buzzer: piezo

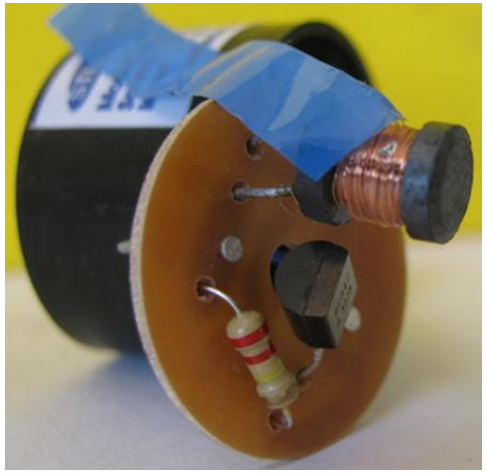


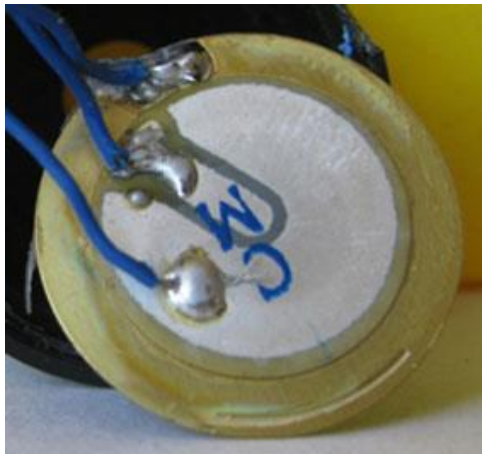


- Segnale AC
- Segnale DC

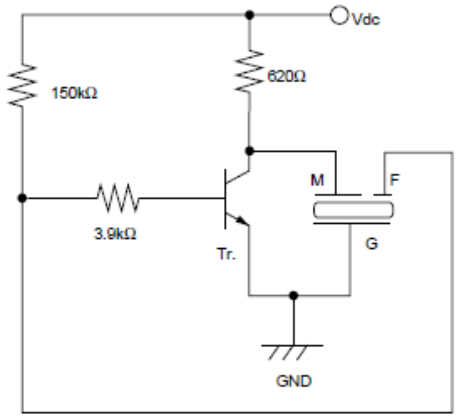
- ampia tensione operativa compresa tra 3 e 250 V
- bassi assorbimenti di corrente, in genere <10 mA.

Buzzer: piezo

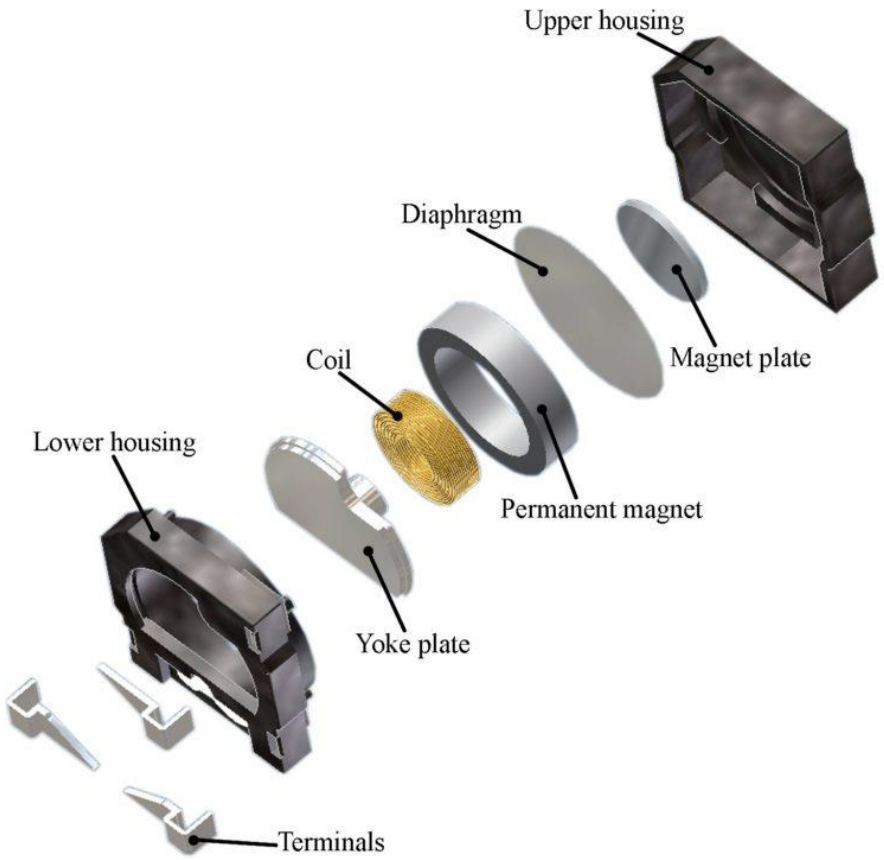




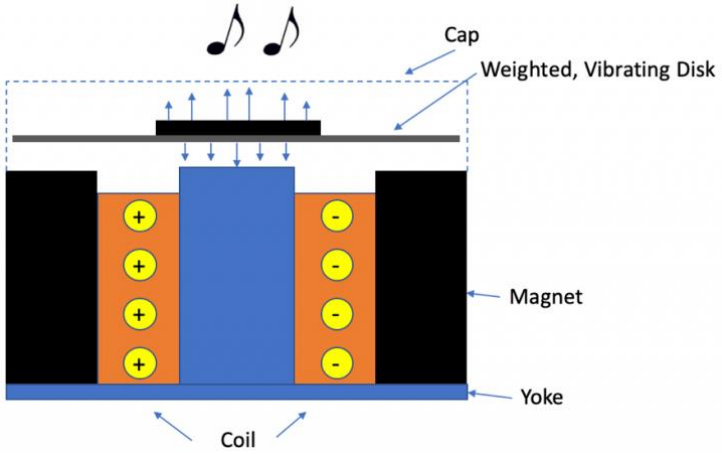
- Il feedback si ottiene dividendo l'elemento piezoelettrico in due porzioni isolati elettricamente.
- Quando l'elemento piezoelettrico principale viene attivato, comprime la porzione di feedback, creando una tensione sulla linea di feedback.
- Quando l'elemento piezoelettrico oscilla, il segnale di feedback oscillerà e il transistor si bloccherà alternativamente o consentirà alla corrente di fluire.



Buzzer: elettromagnetico



- bassa tensione operativa compresa tra 1,5 e 12 V
- elevato assorbimento di corrente, comunemente> 20 mA
- Stesse funzionalità da trasduttore o indicatore



Scheda di sviluppo MCU

Schede Microcontrollori	MCU	Alimentazione [V]	Tensione Logica [V]	Iout GPIO [mA]	Clock [MHz]	Interrupt	PWM	Comunicazione	Dimensioni [mm]	Costo	
Arduino Nano Every	ATMega4809	5, oppure da 7 a 21	5	20	20	Tutti i pin digitali	5 (D3, D5, D6, D9, D10)	UART, SPI, I2C	45x18	9,82	*
Arduino Nano	ATmega328	5, oppure da 7 a 12	5	40	16	D2 e D3	6 (D3, D5, D6, D9, D10, D11)	UART, SPI, I2C	45x18	7,38	**
Teensy 2.0	ATMEGA32U4	5	5	20	16	4 (D5, D6, D7, D8)	7	UART, SPI, I2C	30x18	17,56	*
Adafruit Feather M0 Basic Proto	ATSAMD21G18	3.3	3.3	20	48	Tutti i pin digitali	Tutti i pin digitali	UART, SPI, I2C	51x23	16,90	*
Adafruit Feather 32u4 Basic Proto	ATmega32u4	3.3	3.3	20	8	4 (0, 1, 2, 3)	Tutti i pin digitali	UART, SPI, I2C	51x23	16,90	*
Adafruit Feather 328P	ATmega328p	3.3	3.3	20	8	2 (2, 3)	7	UART, SPI, I2C	51x23	10,59	*
STM32F031K6	ST32F0 Arm Cortex M0	3.3, 5 oppure da 7 a 12	3.3	25	48	Tutti i pin digitali	13	UART, SPI, I2C	50x18	9,76	*
Sparkfun Pro Micro	ATmega32U4	5	5	20		5 (0, 1, 2, 3, 7)	5	UART, SPI, I2C	32x18	16,90	*
SparkFun SAMD21 Mini	ATSAMD21G18	da 3.5 a 6.0	3.3	10	48	Tutti i pin digitali	11	UART, SPI, I2C	10x7	17,74	*

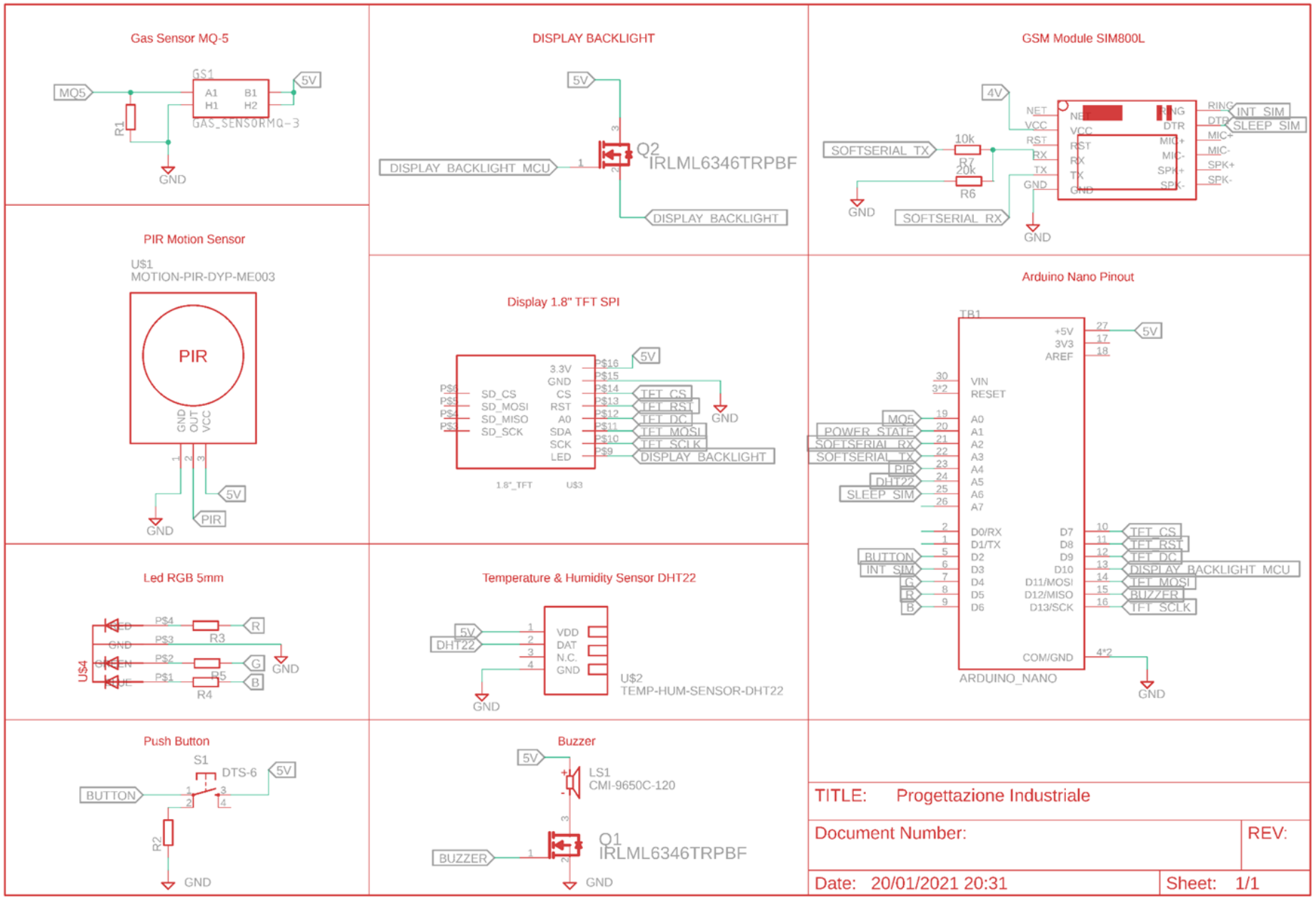
Motivazioni:

- Tensione di alimentazione più flessibile;
- Tensione logica compatibile con i sensori/attuatori;
- Interrupt sufficienti agli scopi progettuali
- Dimensioni contenute
- Costo minore

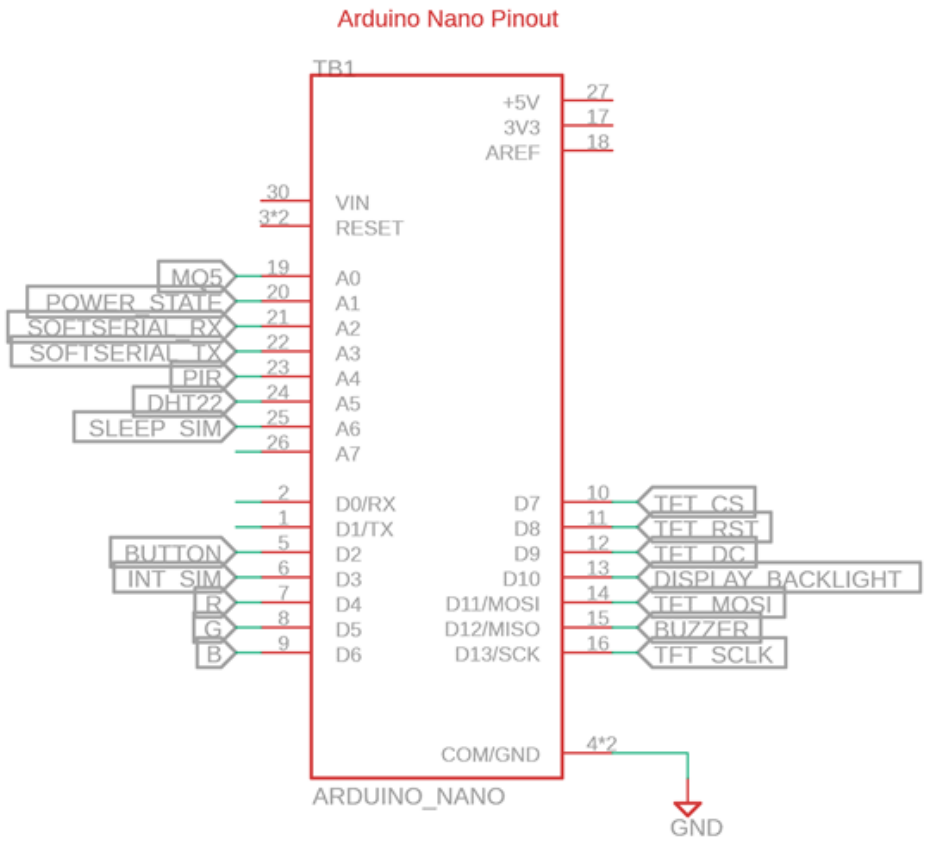
*Mouser
**Arduiner

Assorbimenti in corrente

Assorbimento in corrente	Max da datasheet [mA]	Misurato [mA]
Arduino Nano	20	16.7
DHT22	1.5	1.41
PIR HC-SR501	65	12
MQ-5	160	110
Display 1.8" TFT	50	44.3
Led RGB	25	20,7
Buzzer	15	16.3
Totale	**336.5**	**200.71**


Gas Sensor MQ-5
GS1
GAS_SENSORMQ-3
MQ5
5V
R1
GND
DISPLAY BACKLIGHT
Q2
IRLML6346TRPBF
DISPLAY_BACKLIGHT_MCU
DISPLAY_BACKLIGHT
GSM Module SIM800L
SOFTSERIAL_TX
SOFTSERIAL_RX
10k
20k
R7
R6
4V
INT_SIM
SLEEP_SIM
PIR Motion Sensor
U$1
MOTION-PIR-DYP-ME003
PIR
Display 1.8" TFT SPI
1.8"_TFT
U$3
SD_CS
SD_MOSI
SD_MISO
SD_SCK
TFT_CS
TFT_RST
TFT_DC
TFT_MOSI
TFT_SCLK
Arduino Nano Pinout
TB1
ARDUINO_NANO
POWER_STATE
BUTTON
BUZZER
Led RGB 5mm
U$4
R3
R4
R5
Temperature & Humidity Sensor DHT22
U$2
TEMP-HUM-SENSOR-DHT22
Push Button
S1
DTS-6
R2
Buzzer
LS1
CMI-9650C-120
Q1
IRLML6346TRPBF
TITLE: Progettazione Industriale
Document Number:
REV:
Date: 20/01/2021 20:31
Sheet: 1/1

Gestione pin



- si è evitato di utilizzare i pin digitali D0 e D1
- segnali analogici e interrupt
- Comunicazione SPI

Pin Change Interrupt

- Riferimento al datasheet ATmega328P, 3 passaggi:
  - Attivare la porta

  Es. *PCICR |= 0b00000111; // abilito le porte B, C e D*

PCICR – Pin Change Interrupt Control Register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x68)	–	–	–	–	–	PCIE2	PCIE1	PCIE0	PCICR
Read/Write	R	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

  - Attivare i pin di Interrupt

  Es. *PCMSK1 |= 0b00010000; // PCINT12 (A4)*

PCMSK2 – Pin Change Mask Register 2

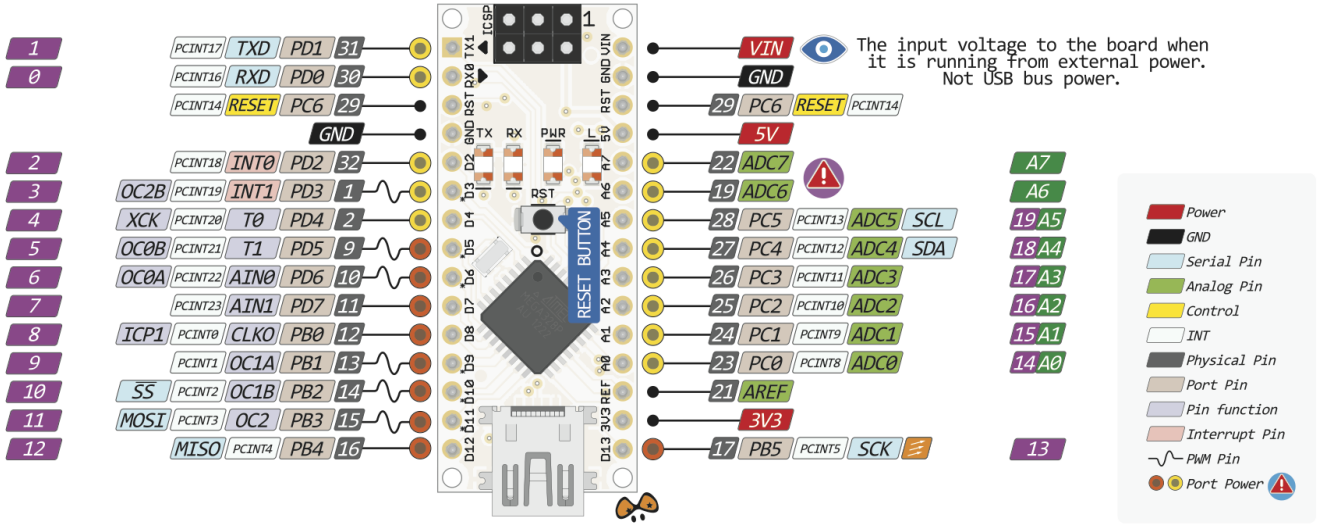
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x6D)	PCINT23	PCINT22	PCINT21	PCINT20	PCINT19	PCINT18	PCINT17	PCINT16	PCMSK2
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

PCMSK1 – Pin Change Mask Register 1

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x6C)	–	PCINT14	PCINT13	PCINT12	PCINT11	PCINT10	PCINT9	PCINT8	PCMSK1
Read/Write	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

PCMSK0 – Pin Change Mask Register 0

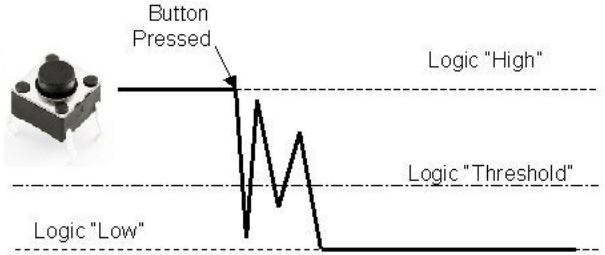
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x6B)	PCINT7	PCINT6	PCINT5	PCINT4	PCINT3	PCINT2	PCINT1	PCINT0	PCMSK0
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

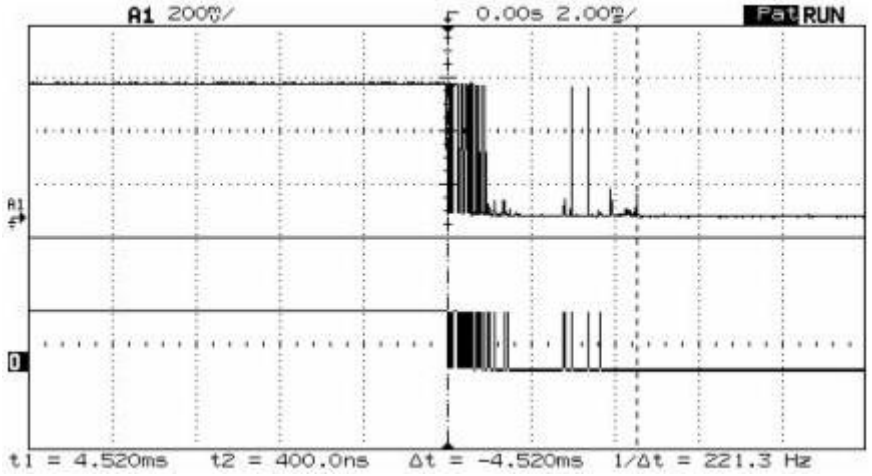


  - Scrivere una funzione ISR (Interrupt Service Routine) per ciascun Interrupt

Sistemi anti-rimbalzo (debounce)

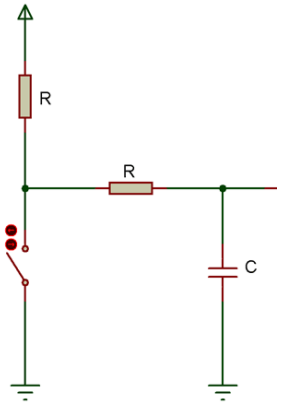
Button "Bounce"



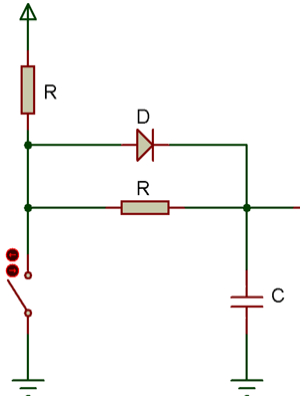


Come intervenire?

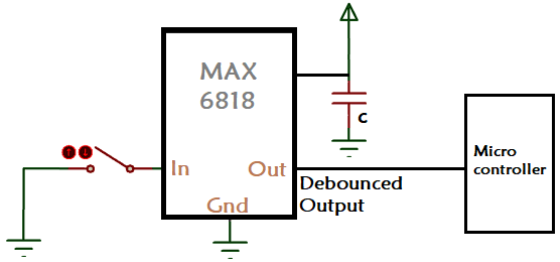
- Debounce Software
- Debounce Hardware



RC

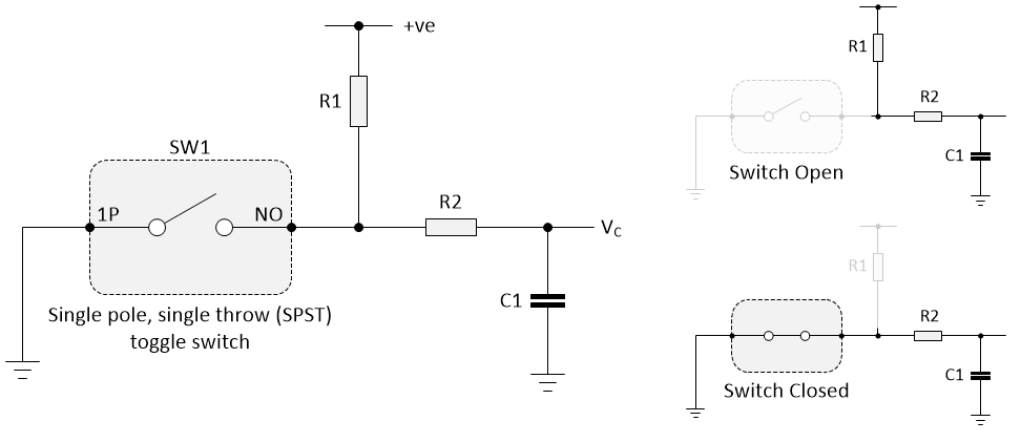


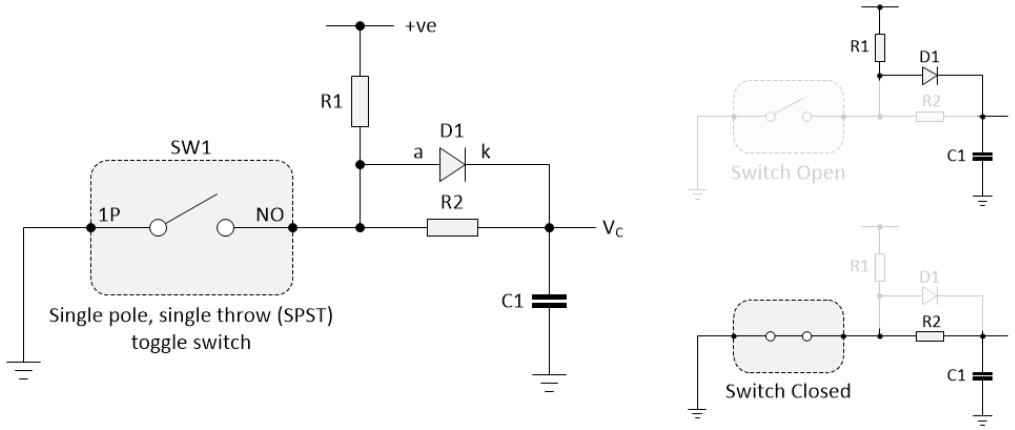
RC con diodo

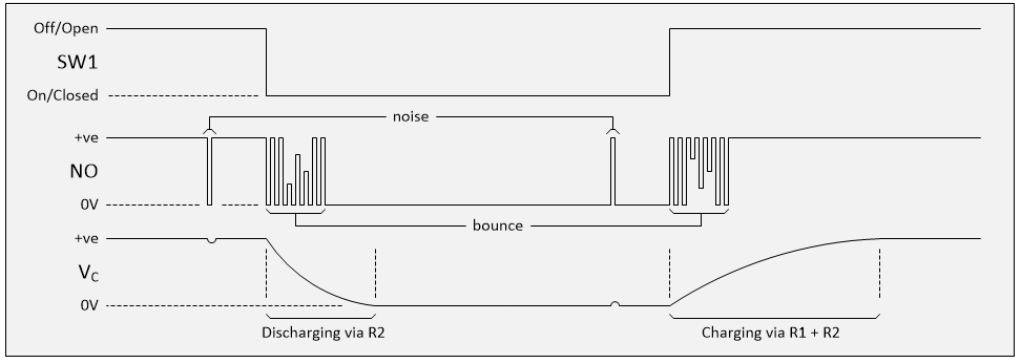


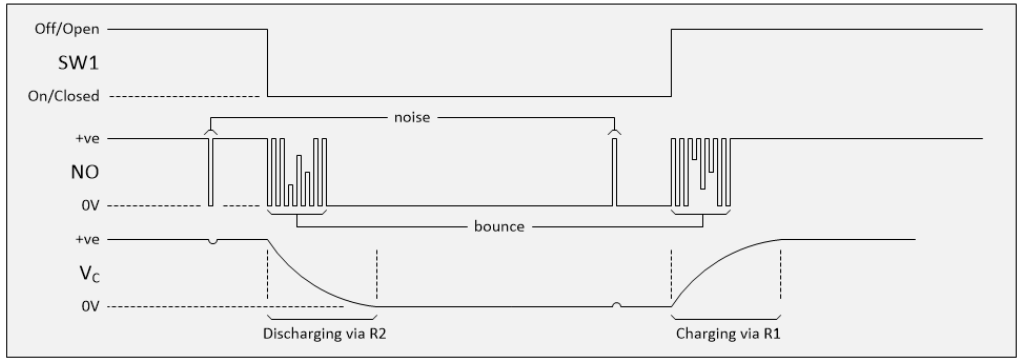
IC dedicati

Debounce Hardware







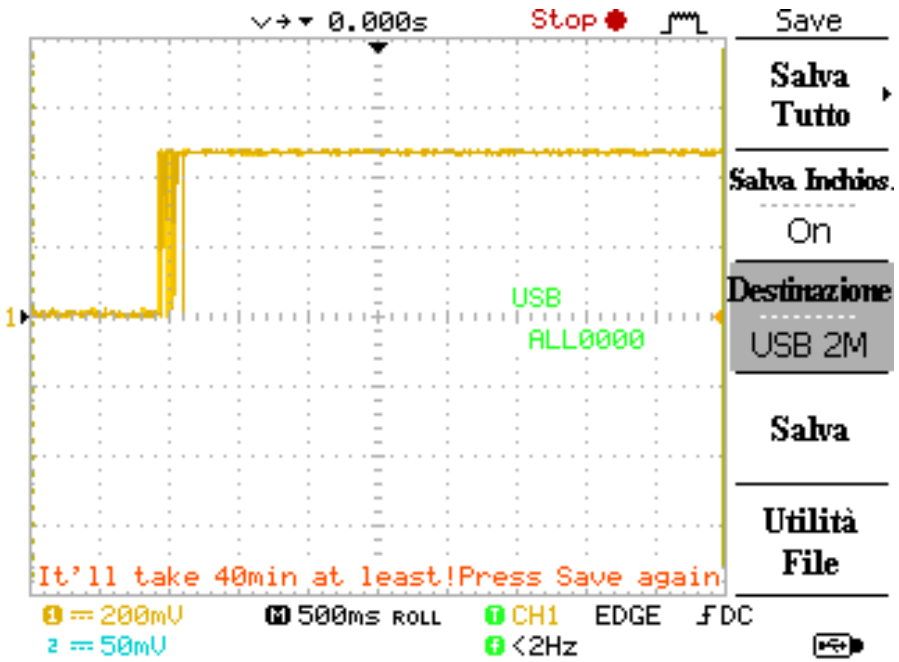


Dimensionamento circuito debounce

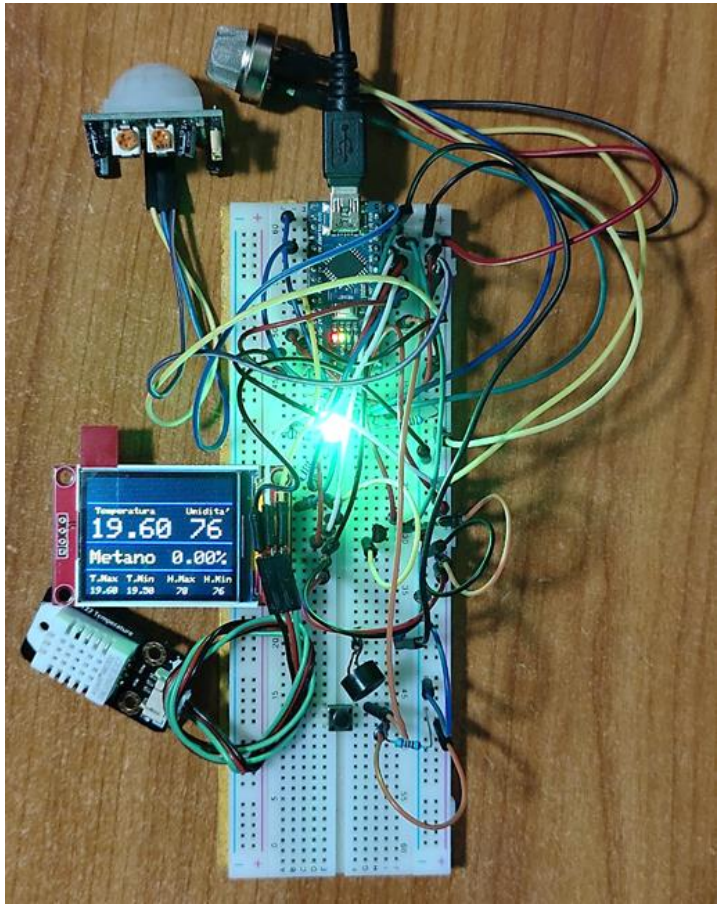
- Garantire che la tensione sul condensatore stia sopra V_{th} (per Arduino Nano è pari a 2.6V)
- Durata del problema: meno di 5ms
- Selezioniamo il valore di C= 1uF (elemento con specifiche più stringenti in termini di costi, spazio occupato etc. rispetto a R) e calcoliamo R:

$$\boxed{\boldsymbol{tau} = \boldsymbol{R} * \boldsymbol{C} \rightarrow \quad \boldsymbol{R} = 5\text{k}}$$

tempo richiesto per caricare il condensatore, attraverso il resistore, al 63,2 % della sua capacità di carica totale; oppure per scaricarlo al 36,8 % della sua differenza di potenziale (in volt)



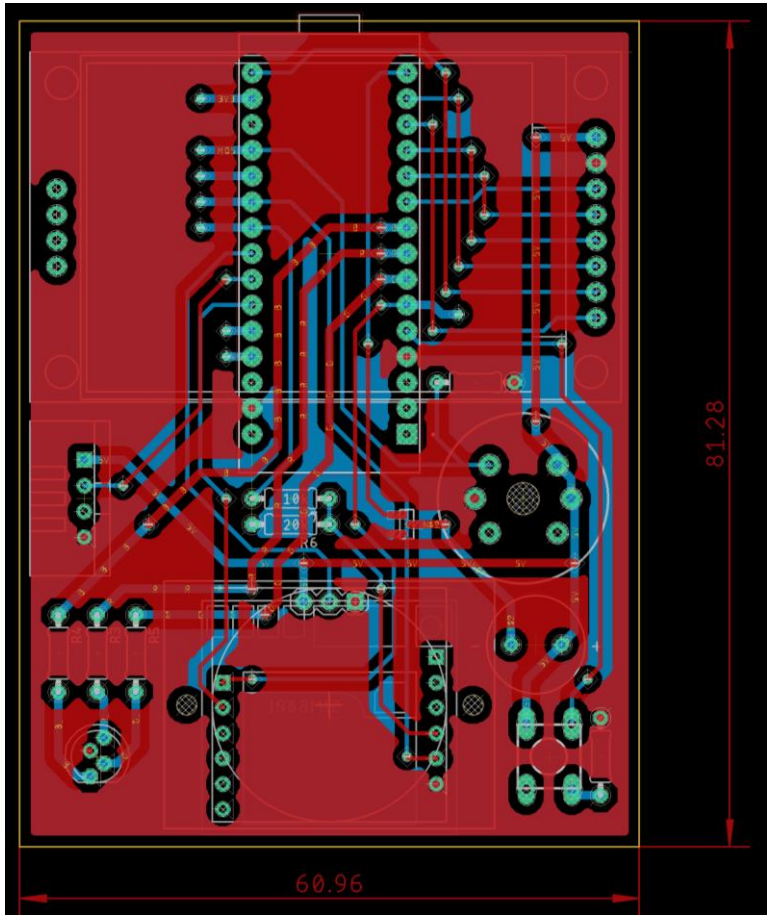
Realizzazione prototipo



Codice su Repository (GitHub):
https://github.com/DeanSupertramp/Progettazione_Industriale

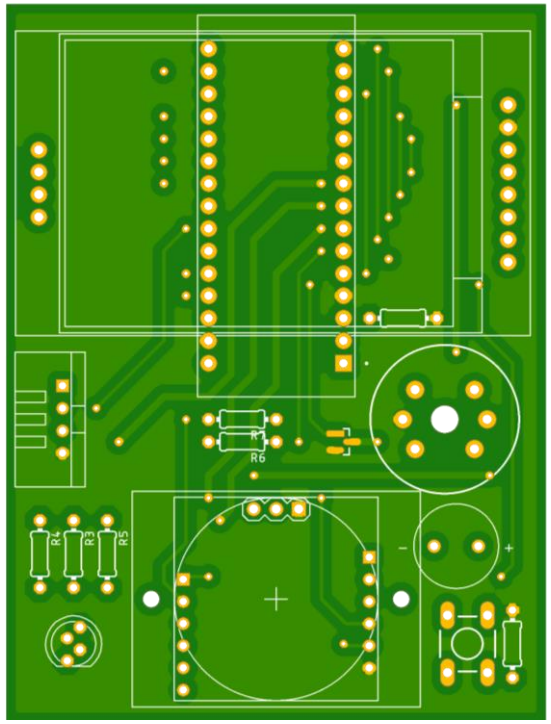
Costo complessivo: circa 40€

Progettazione Circuito

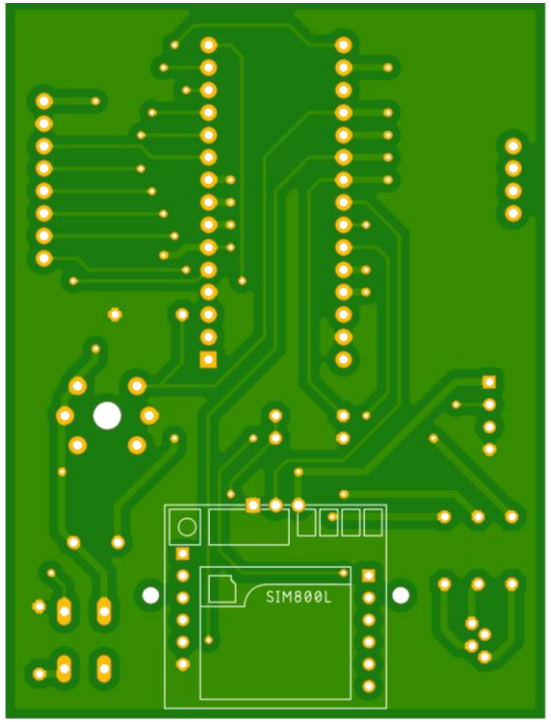


*Dimensioni in mm

Realizzato in Autodesk Eagle



Top



Bottom

Dimensionamento piste

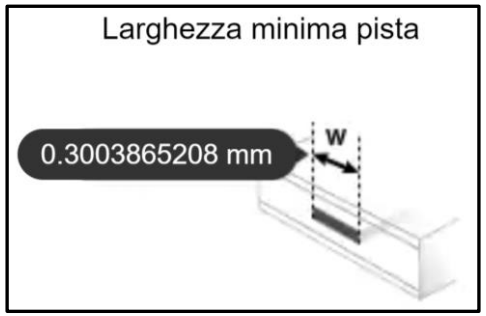
Caratteristiche PCB:

- 2 layer (top e bottom)
- Thickness PCB 0.8mm
- Spessore rame 35 micron
- Corrente massima 0.5°
- Aumento temperatura 10°;
- Temperatura ambiente 25°.

Standard ***IPC-2221***

$$Area[mm^2] = \left(\frac{Corrente[A]}{k * (temp_{aumento}[°C])^b}\right)^{1/c}$$

$$Larghezza[mm] = \frac{Area[mm^2]}{Spessore[mm] * 1{,}378}$$



Scelte:

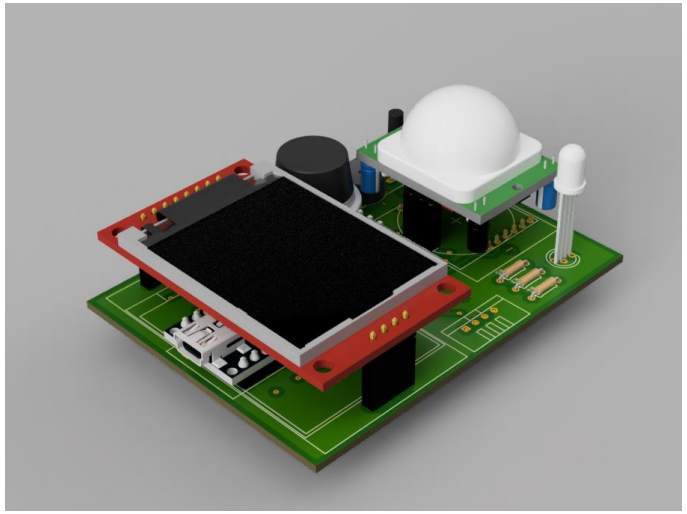
- 0,4mm per segnali
- 0,8mm per alimentazione

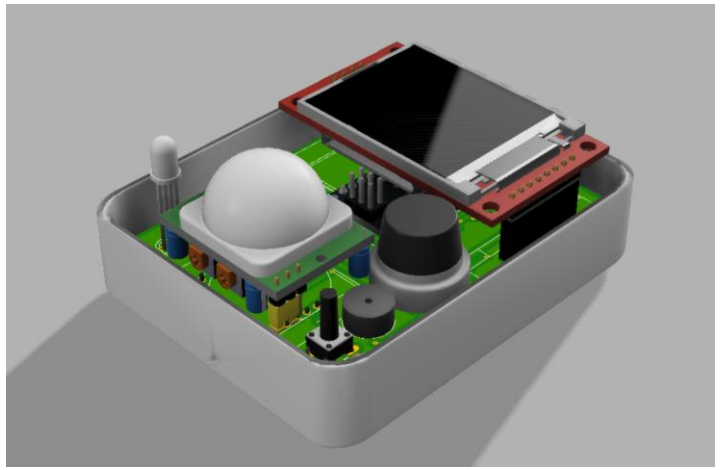
Dove si assume da IPC-2221:

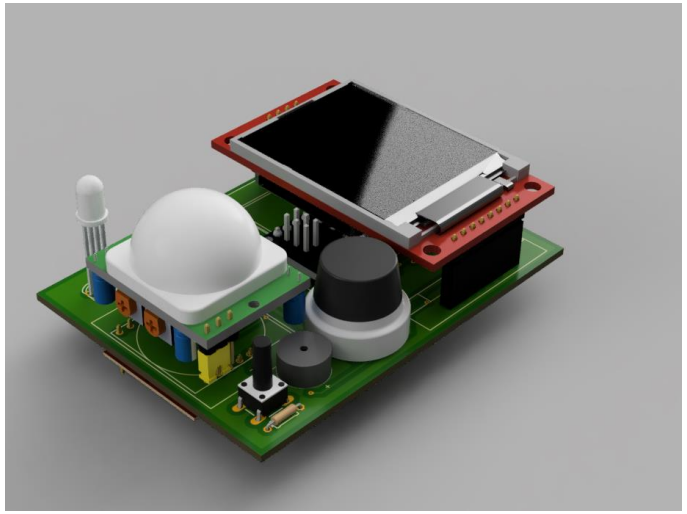
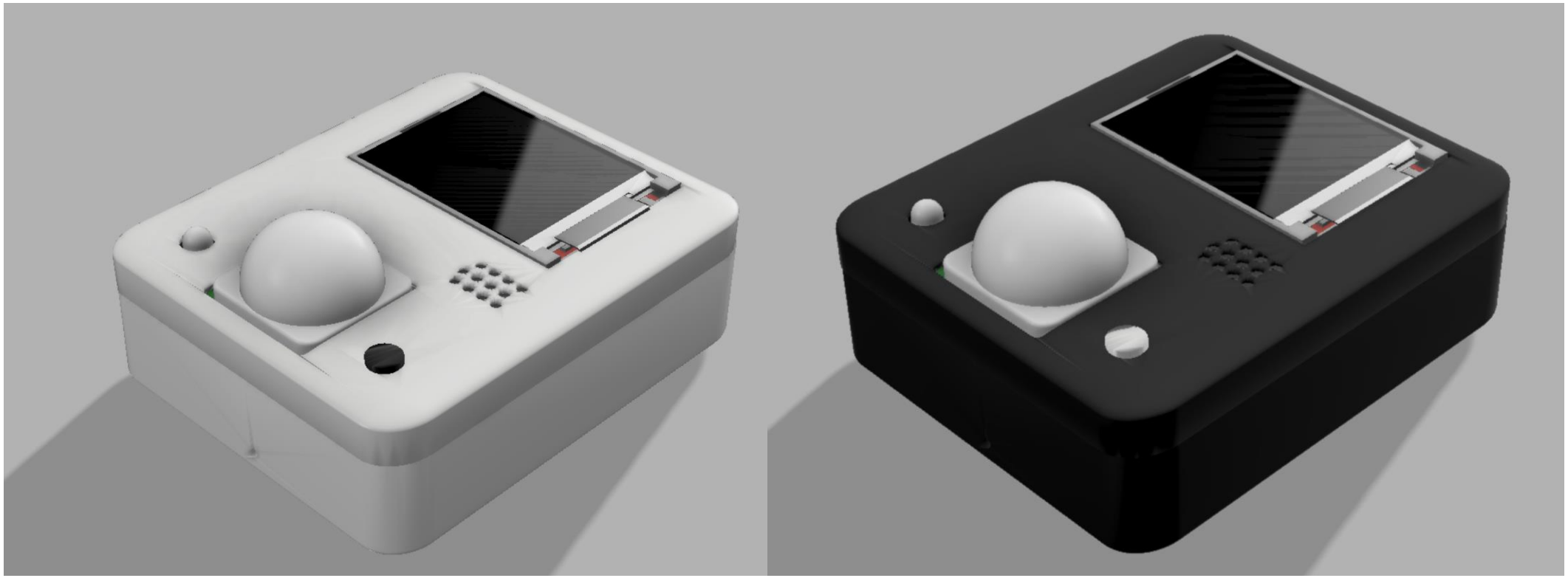
- k = 0,024,
- b = 0,44,
- c = 0,725

Progettazione Circuito

Realizzato in Autodesk Fusion 360







Progettazione Circuito