



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze e Metodi
dell'Ingegneria

Tecnologie Web e Internet of Things

Stefania Monica
stefania.monica@unimore.it

Tecnologie Web e Internet of Things

Internet of Things

Tecnologie Web e Internet of Things

Reti di Computer

- La prima rete di computer, **ARPANET** (*Advanced Research Projects Agency NETwork*), è stata creata nel 1969 dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti.
- ARPANET era una rete militare finalizzata allo scambio di informazioni
- ARPANET fu utilizzata in ambito militare e accademico
- Il primo collegamento fu tra un computer a UCLA e un computer allo Stanford Research Institute

Tecnologie Web e Internet of Things

Reti di Computer

- Nel 1983 il Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti creò MILNET, una rete per soli scopi militari.
- Nel 1986 ARPANET venne affiancata da NSFNET (National Science Foundation)
- Nel 1990 ARPANET venne smantellata poiché divenuta ormai obsoleta
- Negli anni 90, l'uso della rete Internet cresce esponenzialmente, grazie alla diffusione del World Wide Web

Tecnologie Web e Internet of Things

Reti di Ipertesti

- Nel 1990 Tim Berners-Lee (*CERN*):
 - Definì il protocollo HTTP (Hyper-Text Transfer Protocol)
 - Definì il linguaggio HTML (Hyper-Text Markup Language)
 - Creò il primo browser/editor (WordWideWeb)
 - Pubblicò il primo sito:
<https://web.archive.org/web/20150717103715/http://info.cern.ch/hyperText/WWW/TheProject.html>
- L'uso delle reti internet divenne un fenomeno di massa grazie alla diffusione del Web e, in particolare, dell'e-commerce

Tecnologie Web e Internet of Things

Reti di ...

- La rete Internet collegava computer tra loro
- Oggi è possibile collegare oggetti
- Quali?
 - Computer, smartphone, tablet, orologi, ...
 - Oggetti identificabili in modo univoco, in grado di raccogliere e/o comunicare dati
 - Primo oggetto connesso a Internet: Distributore di Coca Cola, Carnegie Mellon Univ., 1982
- Si parla di *Internet of Things (IoT)*

Tecnologie Web e Internet of Things

Storia

- Il termine *Internet of Things* è stato utilizzato per la prima volta nel 1985 da *Peter T. Lewis*.
- Nel suo discorso alla *15th Annual Legislative Weekend* (Washington) ha dichiarato:

“The Internet of Things, or IoT, is the integration of people, processes and technology with connectable devices and sensors to enable remote monitoring, status, manipulation, and evaluation of trends of such devices.”

Tecnologie Web e Internet of Things

Storia

- Nel 1999, *Kevin Ashton* (Procter & Gamble / MIT) ha utilizzato il termine *Internet of Things* per descrivere un sistema in cui gli oggetti sono connessi alla rete internet mediante sensori

*“Today computers, and, therefore, the Internet,
are almost wholly dependent on human beings for information. [...]
The problem is, people have limited
time, attention, and accuracy. [...]
If we had computers that knew everything
there was to know about things,
using data they gathered without any help from us,
we would be able to track and count everything
and greatly reduce waste, loss and cost.”*

- Oggi Kevin Ashton è considerato il “padre” dell’IoT

Tecnologie Web e Internet of Things

Storia

- Nel 2008 si è tenuta la prima *IoT Conference*

“The term Internet of Things has come to describe a number of technologies and research disciplines that enable the Internet to reach out into the real world of physical objects. Technologies like RFID, short-range wireless communications, real-time localization, and sensor networks are now becoming increasingly common, bringing the Internet of Things into commercial use.”
- Tra il 2008 e il 2010 l’interesse verso l’IoT è cresciuto in modo esponenziale
- Nel 2010 il numero di dispositivi connessi ha superato il numero di persone

Tecnologie Web e Internet of Things

Internet of Things

- Anni 90
 - Any time connection
 - Any place connection
- Anni 2000
 - Any *thing* connection
- Le proprietà essenziali degli oggetti connessi sono:
 - Identificazione: gli oggetti devono essere dotati di un identificativo univoco (indirizzo IP)
 - Connessione: gli oggetti devono essere in grado di comunicare tra loro (e non solo)

Tecnologie Web e Internet of Things

Internet of Things

- Comunicazione wireless o wired
- Diversi standard di comunicazione
- Sensori (per ottenere dati dall'ambiente) e/o attuatori (per agire sull'ambiente)
- Memoria interna in cui memorizzare dati
- Senza batteria o con batterie a basso consumo
- Dispositivi eterogenei

Tecnologie Web e Internet of Things

Protocolli di Comunicazione

- IEEE 802.11 (Wi-Fi)
- IEEE 802.15.4 (Zigbee, 6LoWPAN, UWB)
 - Basso costo
 - Bassa Potenza
 - Diverse topologie di rete (griglia, stella, albero)
- Bluetooth e BLE
- RFID (Radio-Frequency Identification)
- NFC (Near Field Communication)

Tecnologie Web e Internet of Things

Cloud Computing

- Insieme di servizi che permettono di elaborare e/o memorizzare dati usando risorse hardware e software distribuite in rete e accessibili solo grazie a Internet.
- Nuovo approccio all'uso di tecnologie già esistenti
 - L'utente non deve più occuparsi delle gestione delle risorse hardware e software
 - L'utente può ricevere servizi da luoghi e dispositivi diversi
- Esistono diversi tipi di servizi
 - SAAS (Software As A Service): consente di utilizzare software su server remoti
 - DAAS (Data As A Service): consente di accedere a dati su server remoti
 - HAAS (Hardware As A Service): consente di usare hardware di server remoti
 - PAAS (Platform As A Service): consente di usare piattaforme software su server remoti

Tecnologie Web e Internet of Things

Cloud Computing

- Vantaggi
 - Ambiente di esecuzione noto e controllato
 - Ambiente di esecuzione e regole di utilizzo uguali per tutti gli utenti
 - Ambiente di esecuzione accessibile da luoghi diversi
 - Ambiente di esecuzione accessibile da dispositivi diversi
- Svantaggi
 - Necessità di connessione a Internet
 - Sicurezza
 - Privacy

Tecnologie Web e Internet of Things

Fog Computing

- Estensione del Cloud Computing a supporto di dispositivi e applicazioni per IoT
- Nodi “più vicini” a sensori e attuatori IoT
- Nodi decentralizzati e distribuiti che comunicano e cooperano per supportare servizi e applicazioni
- L’elaborazione dei dati avviene sui nodi con risorse di calcolo locali
 - Limitando il traffico sulla rete
 - Velocizzando i tempi di risposta (latenza, instabilità connessione, ...)
 - Inviando solo i dati necessari

Tecnologie Web e Internet of Things

Edge Computing

- L'elaborazione dei dati avviene nel luogo più vicino possibile a quello dove i dati stessi sono generati
- Vantaggi:
 - Latenza
 - Generazione di traffico
 - Affidabilità
 - Sicurezza
- Vantaggi:
 - Capacità di calcolo
 - Memoria

Tecnologie Web e Internet of Things

I Dati

- Raccolta dati
 - Connessione
 - Comunicazione
- Memorizzazione di dati
 - Latenza
 - Generazione di traffico
 - Affidabilità
 - Sicurezza
- Analisi dei dati
 - Big Data
 - Machine Learning

Tecnologie Web e Internet of Things

Applicazioni - Domotica e Agricoltura

- Risparmio energetico
 - Temperatura e termostati
 - Illuminazione
 - Elettrodomestici
- Sicurezza
 - Sensori di movimento
 - Videocamere
 - Rilevatori di fumo
- Assistenti vocali
- Agricoltura
 - Parametri meteo e ambientali (suolo, aria, acqua, ...)
 - Sensori nei magazzini (temperatura, umidità)
 - Stato delle coltivazioni
 - Localizzazione degli animali

Tecnologie Web e Internet of Things

Applicazioni - Sanità e Dispositivi indossabili

- Dispositivi per misurare parametri vitali
 - Pressione, glucosio, battito cardiaco
- Dispositivi per rilevare movimenti
 - Cadute
 - Minuti di movimento
- Smart watch
- Smart glass
- Dispositivi per il fitness
- Dispositivi per giocare
- Localizzazione (GPS e indoor)
- Videocamere

Tecnologie Web e Internet of Things

Applicazioni - Smart City

- Traffico
- Comunicazione
 - tra veicoli (V2V)
 - tra veicolo e infrastruttura (V2I)
 - tra veicolo e pedoni (V2P)
- Parcheggi
- Inquinamento
 - dell'aria
 - elettromagnetico
 - acustico
- Gestione rifiuti
- Trasporto pubblico
- Manutenzione
- Meteo

Tecnologie Web e Internet of Things

Applicazioni - Robotica e industria 4.0

- Robotica e Automazione
 - AGV
 - Localizzazione
- *Smart Factory*
 - Controllo produzione
 - Sicurezza sul lavoro
 - Manutenzione
- *Smart Logistics*
 - Tracciabilità e monitoraggio della filiera
 - Gestione della sicurezza
 - Gestione dei veicoli
- *Smart Lifecycle*
 - Gestioni dei processi di sviluppo
 - Gestione fornitori nella fase di sviluppo di nuovi prodotti

Tecnologie Web e Internet of Things

Rischi e Problemi

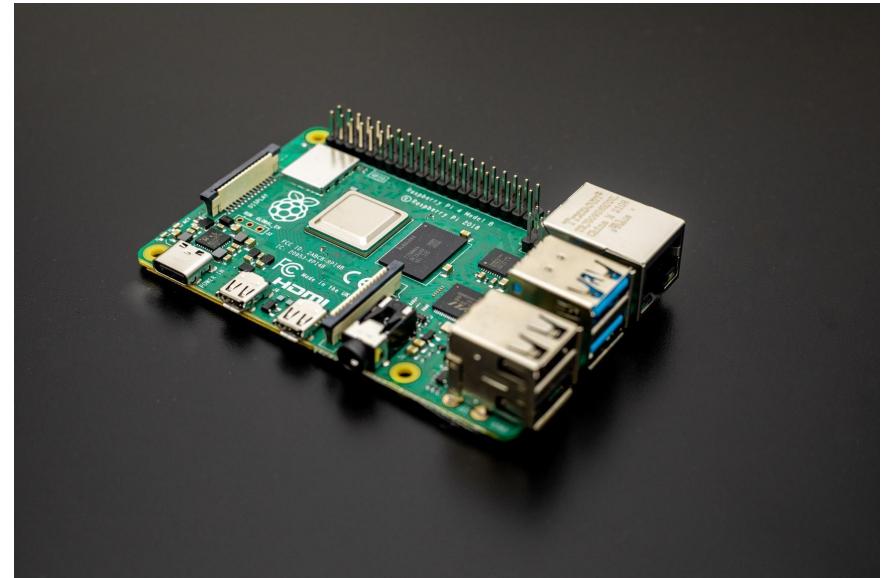
- Privacy
- Sicurezza
- Affidabilità
- Eterogeneità
- Archiviazione dati
- Sostenibilità

Tecnologie Web e Internet of Things

Dispositivi

Raspberry Pi

ESP 32



Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi

- Computer a scheda singola
- Prodotto da Raspberry Pi Foundation
(<https://www.raspberrypi.org>)
- Dal 2012 ad oggi
- Dalla didattica, alla robotica e altro
- 40M+ dispositivi venduti
- Sistema operativo basato su Linux
 - Raspbian
 - Raspberry Pi OS

Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi Model B (2012)

256 MB RAM

Scheda SD

Ethernet

No WiFi

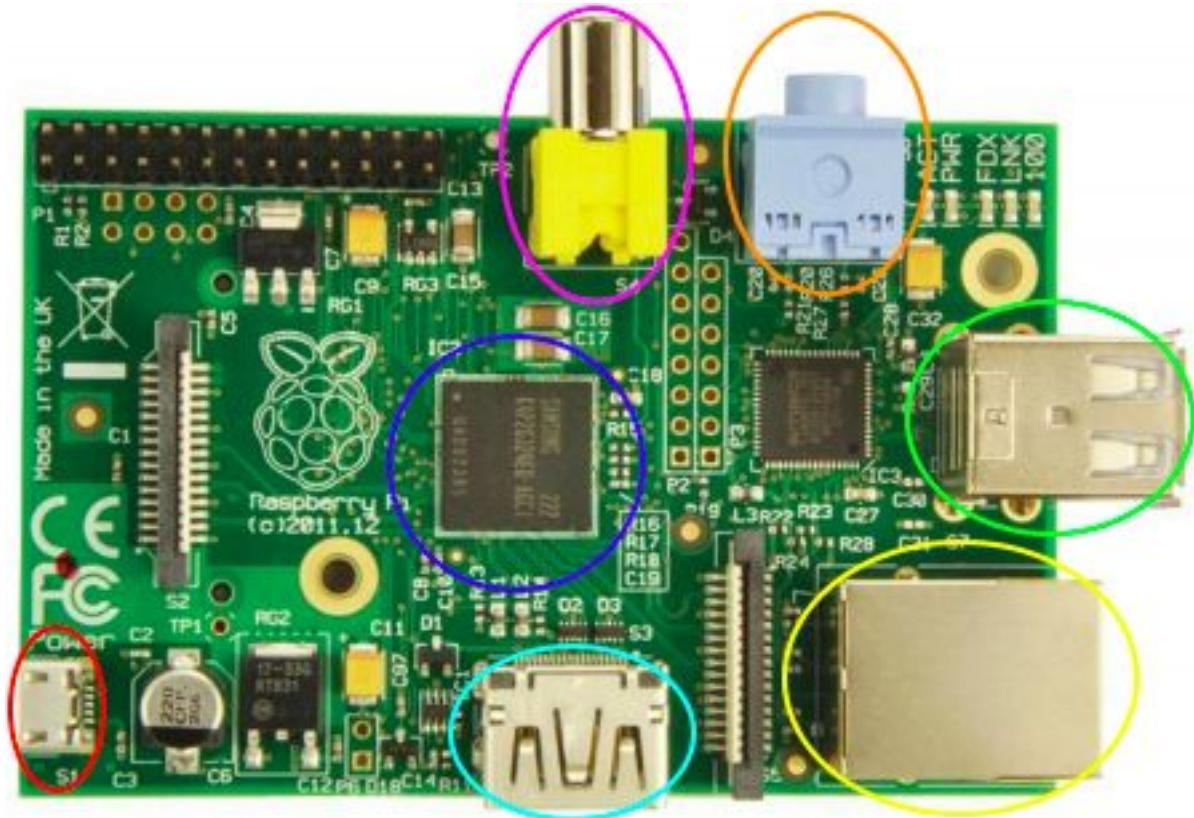
No Bluetooth

26 Pin (8+ GPIO)

2 USB

Jack audio/video

1 HDMI



Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi Model B+ (2014)

512 MB RAM

Scheda MicroSD

Ethernet

No WiFi

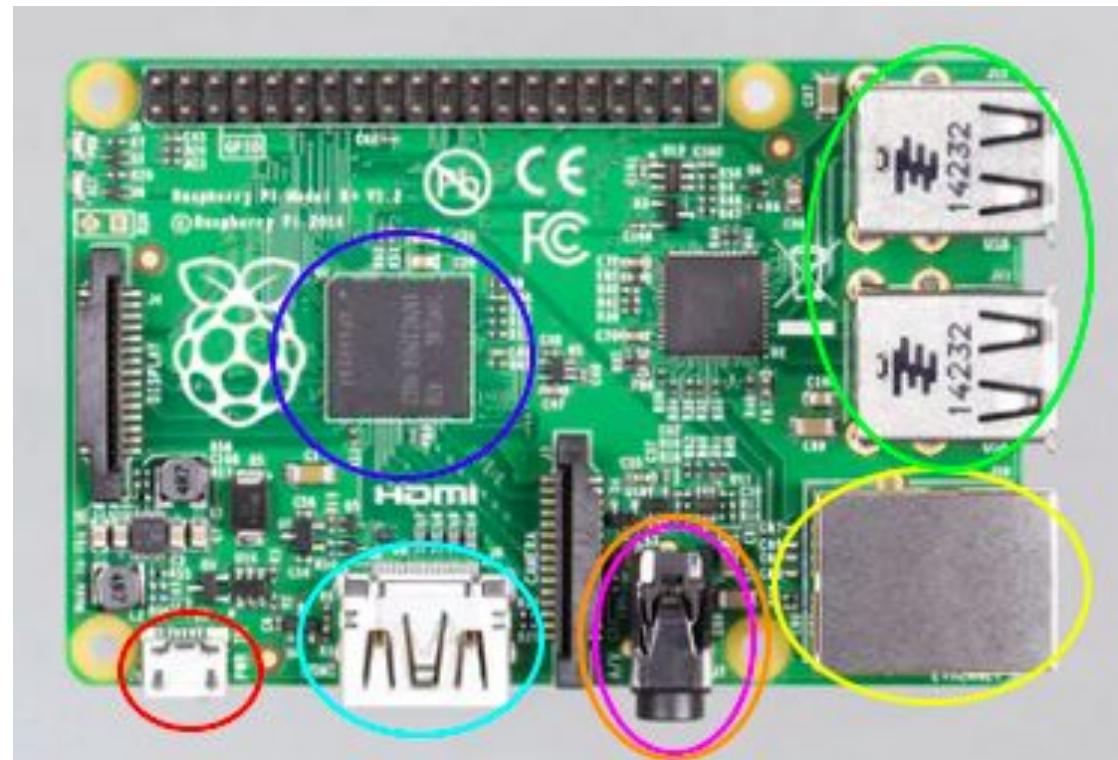
No Bluetooth

40 Pin (17+ GPIO)

4 USB

Jack audio/video

1 HDMI



Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi Model A+ (2014)

- 256/512 MB RAM
- Scheda MicroSD
- No Ethernet
- No WiFi
- No Bluetooth
- 40 Pin (17+ GPIO)
- 1 USB
- Jack audio/video
- 1 HDMI



Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi 3 Model B+ (2018)

1 GB RAM

Scheda MicroSD

Ethernet

WiFi

Bluetooth

40 Pin (17+ GPIO)

4 USB

Jack audio/video

1 HDMI



Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi 3 Model A+

512 MB RAM

Scheda MicroSD

No Ethernet

WiFi

Bluetooth

40 Pin (17+ GPIO)

1 USB

Jack audio/video

1 HDMI



Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi 4 Model B (2019)

1/2/4/8 GB RAM

Scheda MicroSD

Ethernet

WiFi

Bluetooth

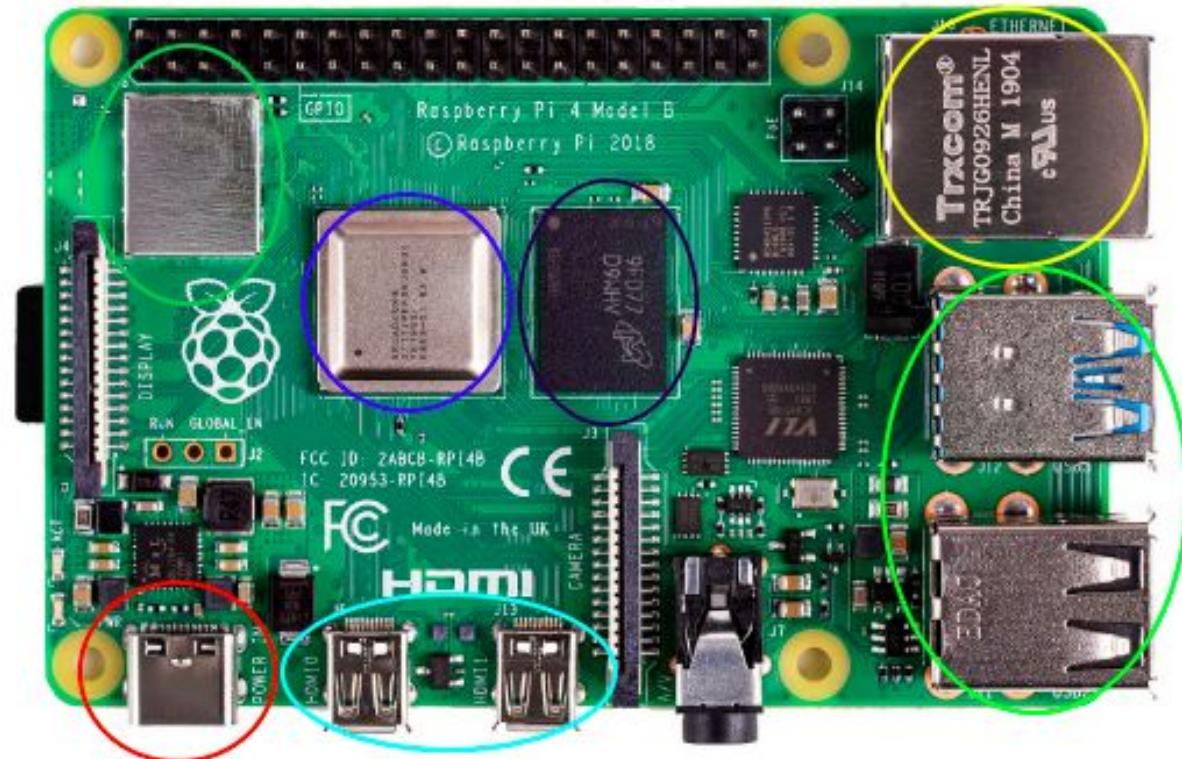
40 Pin (17+ GPIO)

2 USB + 2 USB 3.0

Jack audio/video

2 Micro HDMI

USB C power



Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi Zero (2015)

512 MB RAM

Scheda MicroSD

No Ethernet

No WiFi

No Bluetooth

40 Pin (17+ GPIO)

1+1 Micro USB

1 Mini HDMI



Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi Zero 2 W (2017/21)

512 MB RAM

Scheda MicroSD

No Ethernet

WiFi

Bluetooth

40 Pin (17+ GPIO)

1+1 Micro USB

1 Mini HDMI



Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi Pico (2021)

264 KB RAM

2 MB Flash

No Ethernet

No WiFi

No Bluetooth

26 Pin (17+ GPIO)

No USB

1 Mini HDMI



MicroPython

No Linux

Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi Zero



RPI Model B+	
Power	3V3
SDA I2C	GPIO2
SCL I2C	GPIO3
Ground	GPIO4
Ground	GPIO17
GPIO27	GPIO18
GPIO22	PCM_CLK
Power	3V3
MOSI	GPIO10
MISO	GPIO9
SCLK	GPIO11
Ground	GPIO23
I2C ID EEPROM	ID_SD
Ground	GPIO5
GPIO6	GPIO24
GPIO13	GPIO25
GPIO19	GPIO26
GPIO26	GPIO27
Ground	GPIO28
Ground	GPIO29
GPIO5	GPIO20
GPIO6	GPIO21
GPIO13	CE0_N
GPIO19	CE1_N
GPIO26	ID_SC
Ground	I2C ID EEPROM
Ground	GPIO12
Ground	GPIO16
Ground	GPIO20
Ground	GPIO21

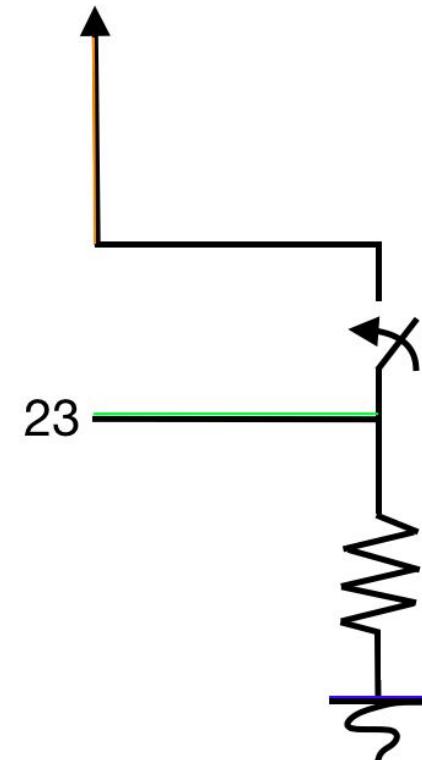
Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi Zero

- Da USB arrivano 2 fili: 5V (+) e 0V (-)
- Collegando + e 0 con un filo di metallo, si ha corrente (indicata con I) da + a 0

$$V = R I$$

- Esempio: Se $R = 1 \text{ k}\Omega$, allora $I = 5 \text{ mA}$
- Filo arancione: da 5V a bottone
- Filo blu: da 0V
- Filo verde: da Pin 23
- Bottone aperto:
 - Non c'è corrente attraverso la resistenza
 - Il dato letto sul pin a quello sul filo blu (0V)

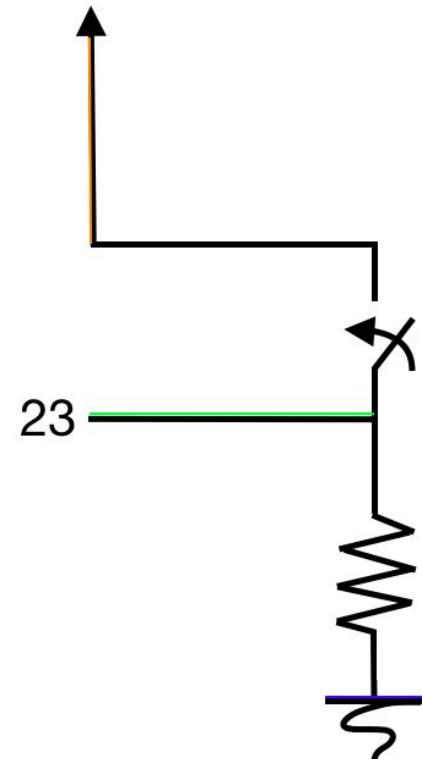


Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi Zero

- Bottone chiuso:

- Si crea un percorso chiuso tra 5V e 0V, quindi passa corrente
- $R = 4.7 \text{ k}\Omega$ (resistenza di protezione o di pulldown)
- $I = 5/4.7 \text{ mA} \approx 1 \text{ mA}$
- Il dato letto sul pin 23 è 5V



Nota: Senza resistenza ($R=0$)
si crea un cortocircuito
che potrebbe danneggiare i pin

Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi Zero



RPI Model B+	
Power	3V3
SDA I2C	GPIO2
SCL I2C	GPIO3
	GPIO4
Ground	GPIO17
	GPIO27
	GPIO22
Power	3V3
MOSI	GPIO10
MISO	GPIO9
SCLK	GPIO11
I2C ID EEPROM	ID_SD
	GPIO5
	GPIO6
	GPIO13
	GPIO19
	GPIO26
Ground	GPIO12
	GPIO16
	GPIO20
Ground	GPIO21
	RPI Model B+

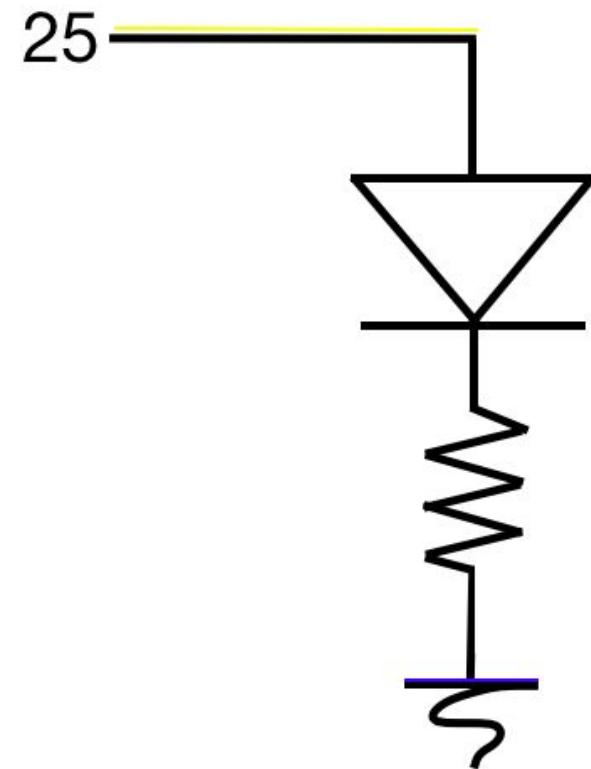
Diagram illustrating the connection between the Raspberry Pi Zero GPIO pins and their corresponding functions:

- Pin 1: Power (Orange)
- Pin 2: 5V (Red)
- Pin 3: 5V (Red)
- Pin 4: Power (Grey)
- Pin 5: Ground (Grey)
- Pin 6: GPIO14 (UART0_TXD)
- Pin 7: GPIO15 (UART0_RXD)
- Pin 8: GPIO18 (PCM_CLK)
- Pin 9: Ground (Grey)
- Pin 10: Ground (Grey)
- Pin 11: GPIO18 (PCM_CLK)
- Pin 12: GPIO23
- Pin 13: Ground (Grey)
- Pin 14: GPIO24
- Pin 15: Ground (Grey)
- Pin 16: GPIO23
- Pin 17: 3V3 (Orange)
- Pin 18: Ground (Grey)
- Pin 19: GPIO24
- Pin 20: Ground (Grey)
- Pin 21: GPIO25
- Pin 22: Ground (Grey)
- Pin 23: GPIO8 (CE0_N)
- Pin 24: Ground (Grey)
- Pin 25: GPIO7 (CE1_N)
- Pin 26: Ground (Grey)
- Pin 27: ID_SC (I2C ID EEPROM)
- Pin 28: Ground (Grey)
- Pin 29: GPIO12
- Pin 30: Ground (Grey)
- Pin 31: GPIO13
- Pin 32: Ground (Grey)
- Pin 33: GPIO19
- Pin 34: Ground (Grey)
- Pin 35: GPIO16
- Pin 36: Ground (Grey)
- Pin 37: GPIO20
- Pin 38: Ground (Grey)
- Pin 39: GPIO21
- Pin 40: Ground (Grey)

Tecnologie Web e Internet of Things

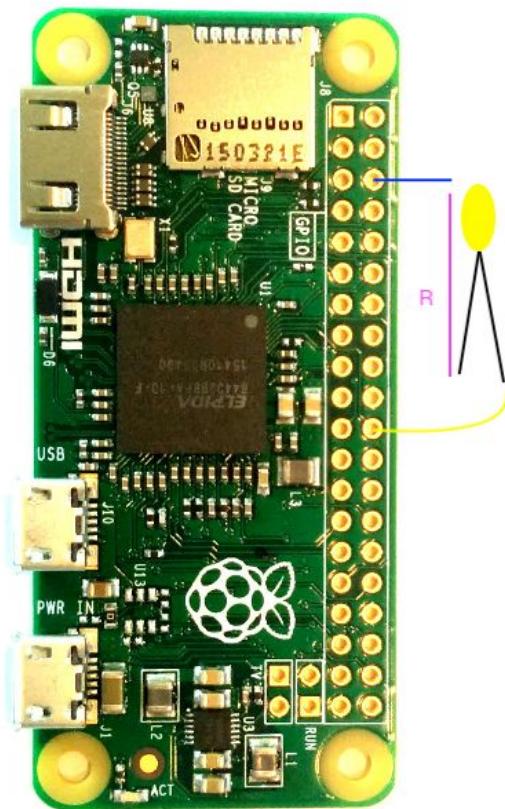
Raspberry Pi Zero

- Filo giallo: da Pin 25 a LED
- LED (Light Emitting Diode): diodi che emettono luce quando c'è corrente
- Si accendono quando la tensione è (circa) 2V
- Resistenza da $1\text{ K}\Omega$
- $I = 3/1000\text{ A} \approx 3\text{ mA}$



Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi Zero



RPI Model B+	
Power	
3V3	5V
SDA I2C	GPIO2
SCL I2C	GPIO3
	Ground
	GPIO4
Ground	GPIO17
	GPIO27
	GPIO22
Power	3V3
MOSI	GPIO10
MISO	GPIO9
SCLK	GPIO11
Ground	ID_SD
I2C ID EEPROM	GPIO5
	GPIO6
	GPIO13
	GPIO19
	GPIO26
Ground	GPIO21
RPI Model B+	

Tecnologie Web e Internet of Things

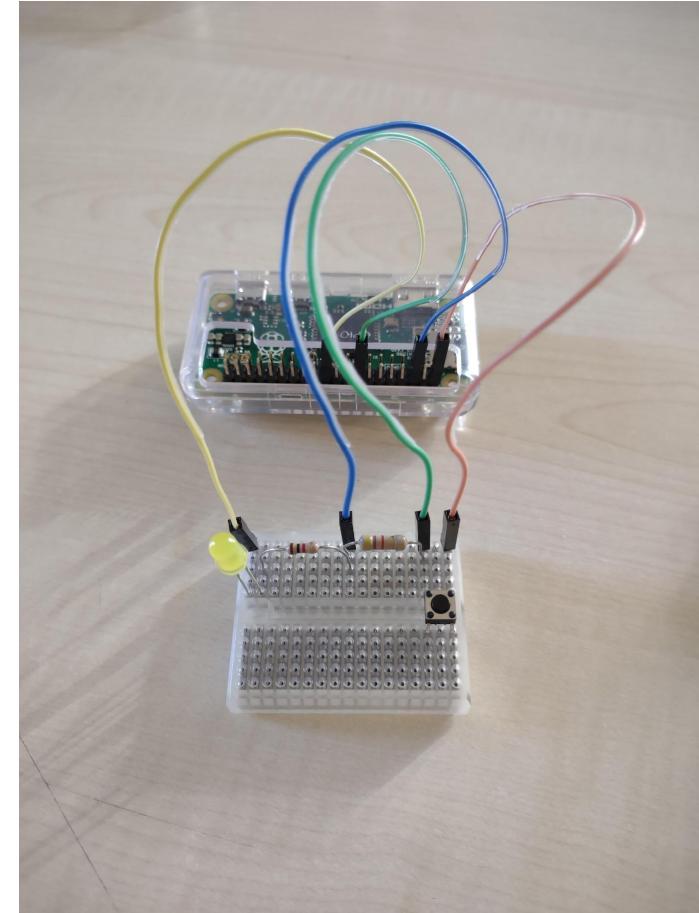
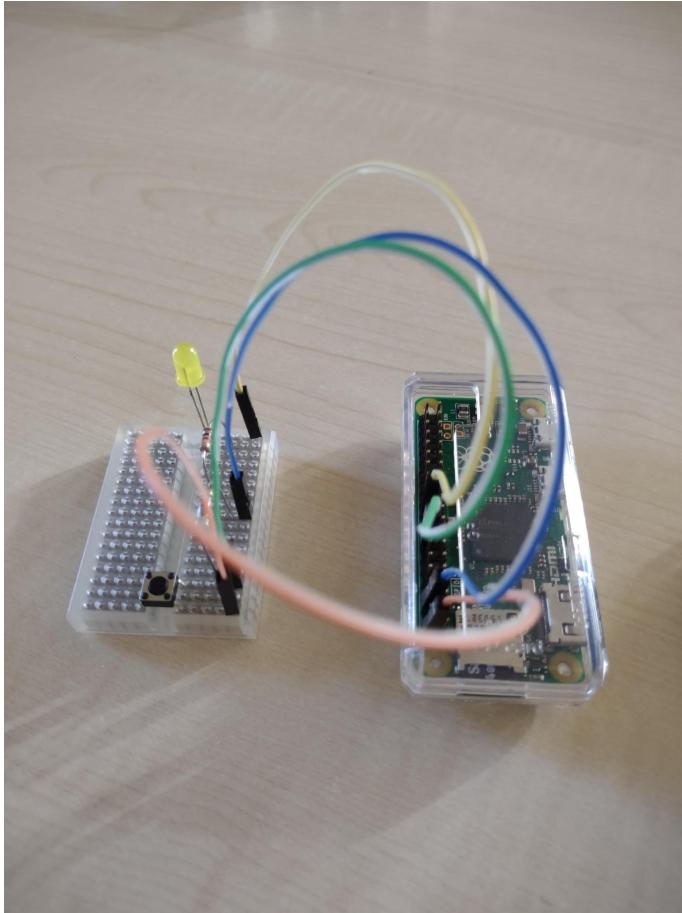
Raspberry Pi Zero

- Scaricare putty (<https://www.putty.org>) e lanciarlo
 - raspberrypi.local (Host Name, senza altre configurazioni)
 - User: pi Password: raspberry
 - python3 nomefile.py
 - sudo halt

```
import RPi.GPIO as GPIO
setmode
    GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
    GPIO.setmode(GPIO.BCM)
setup
    GPIO.setup(channel, GPIO.IN)
input
    GPIO.input(channel)
output
    GPIO.output(channel, state)
```

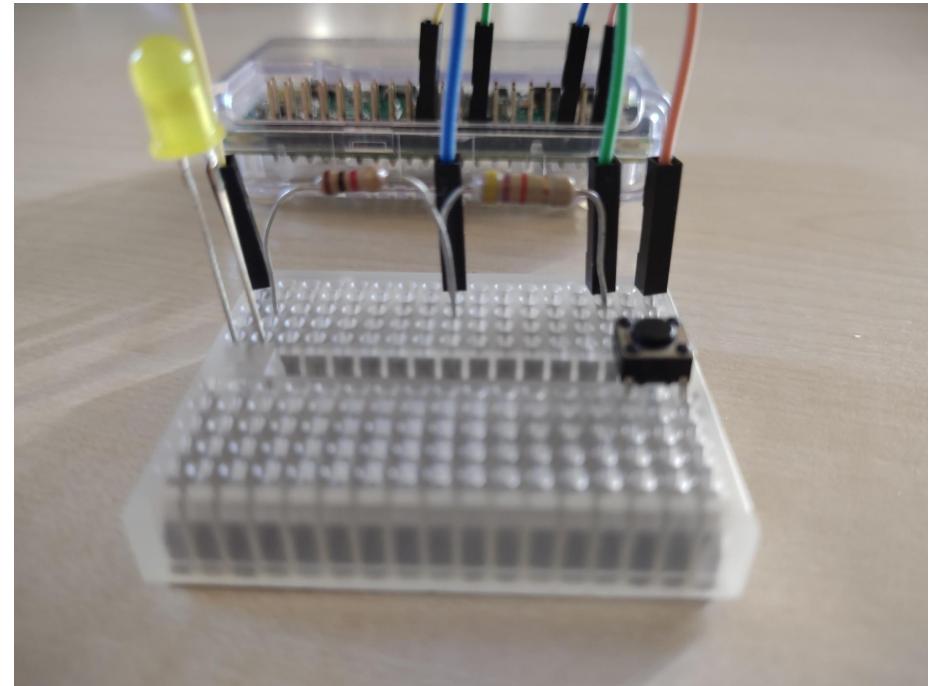
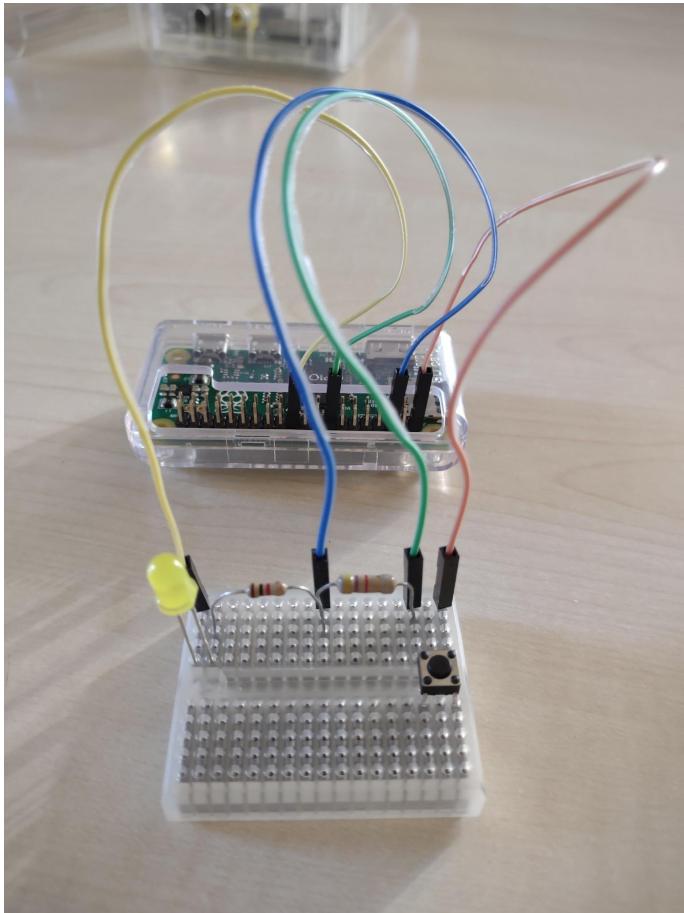
Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi Zero



Tecnologie Web e Internet of Things

Raspberry Pi Zero



Tecnologie Web e Internet of Things

Emulatore Raspberry Pi

Emulatore del Raspberry Pi

<https://create.withcode.uk/python/A3>

Libreria Python per emulatore locale [EmulatorGUI](#)

Si vedano i file nel materiale didattico

Tecnologie Web e Internet of Things

ESP 32

<https://www.adafruit.com/product/3591>

No Ethernet

WiFi

Bluetooth

34 GPIO

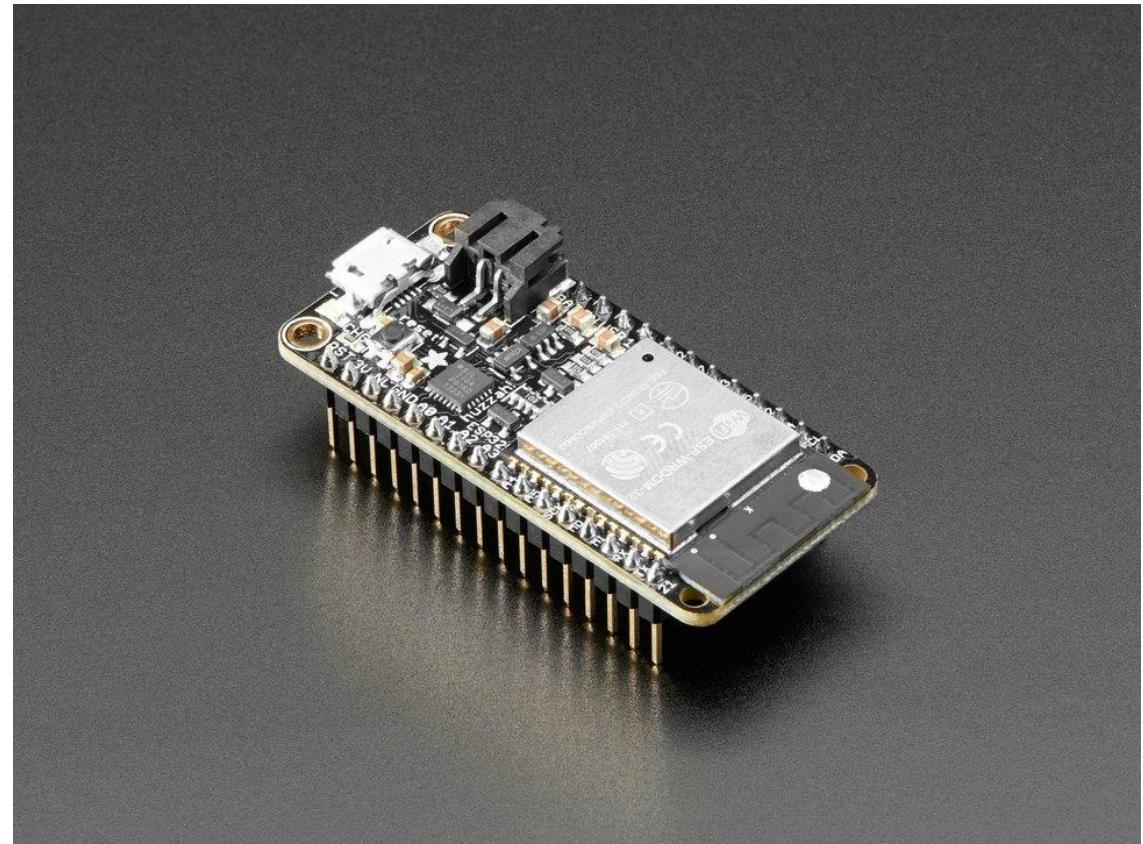
1 Micro USB

1 batteria

Arduino

MicroPython

JavaScript



Tecnologie Web e Internet of Things

ESP 32

<https://www.adafruit.com/product/3591>

Supporta MicroPython (uPython) come linguaggio di programmazione ([documentazione uPython](#))

Scaricare **uPyCraft** (<https://dfrobot.gitbooks.io/upycraft/content>)

Una volta scaricato, cliccare su uPyCraft

Per creare un nuovo file

- New → File

Per salvare

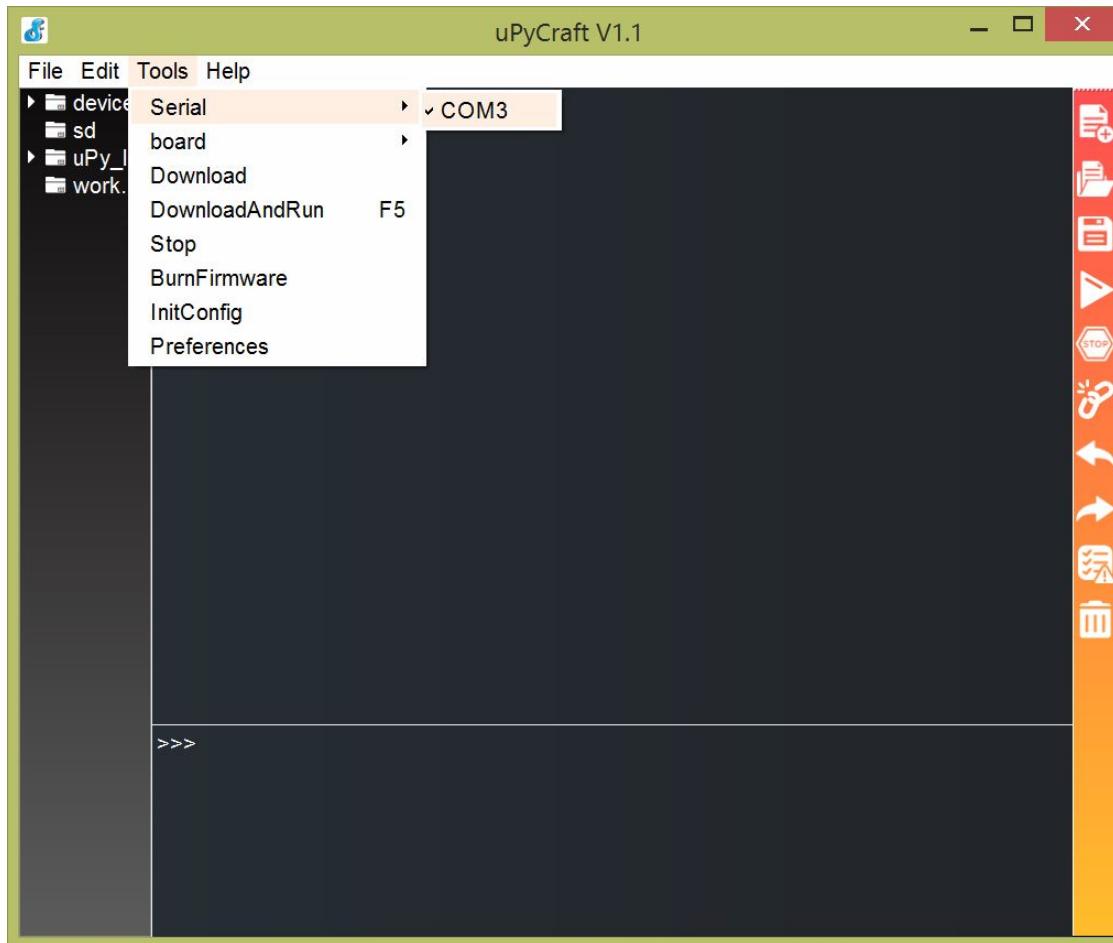
- Icona laterale “salva” (la prima volta chiede in quale cartella mettere i file)

Per scrivere nella memoria

- Icona laterale “run”

Tecnologie Web e Internet of Things

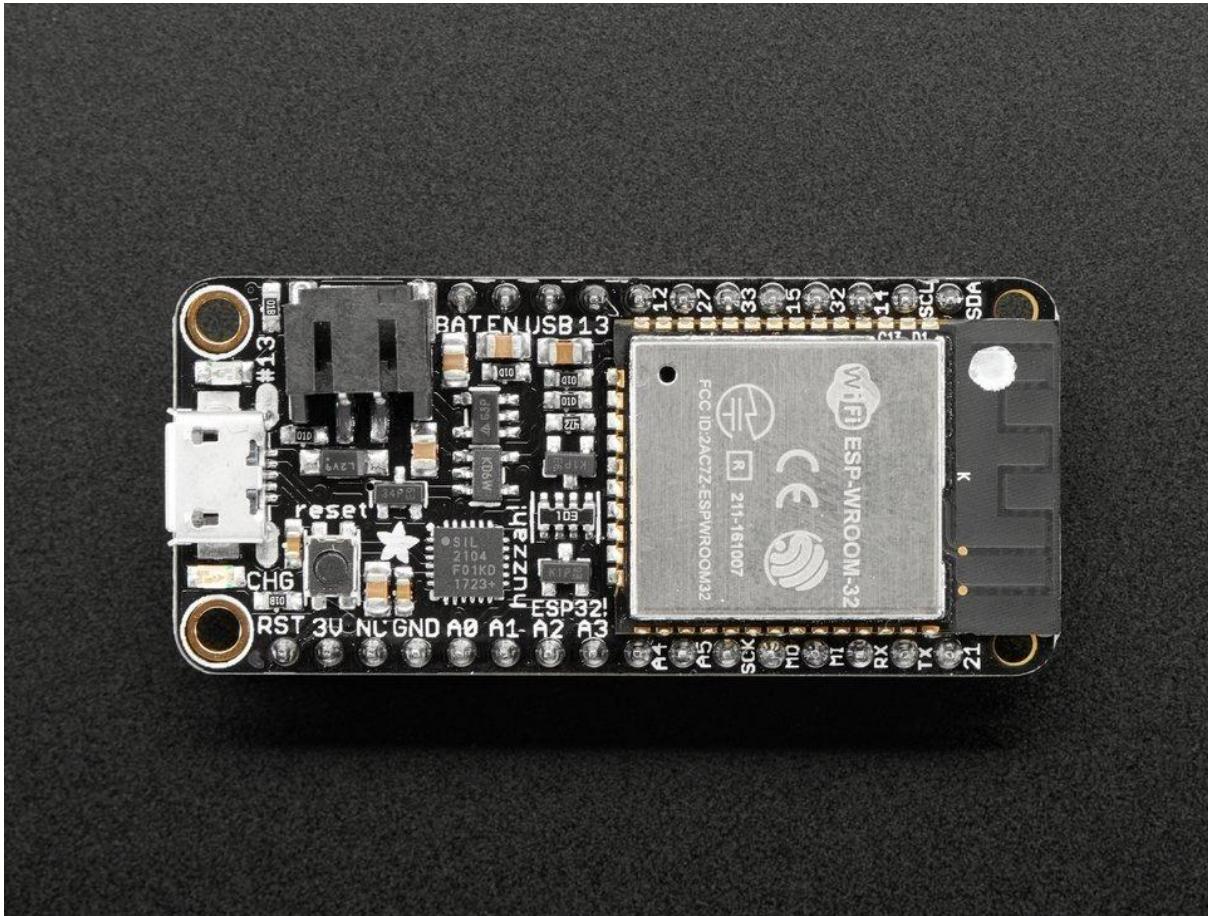
ESP 32



1. led
2. io
3. interrupt
4. temperature

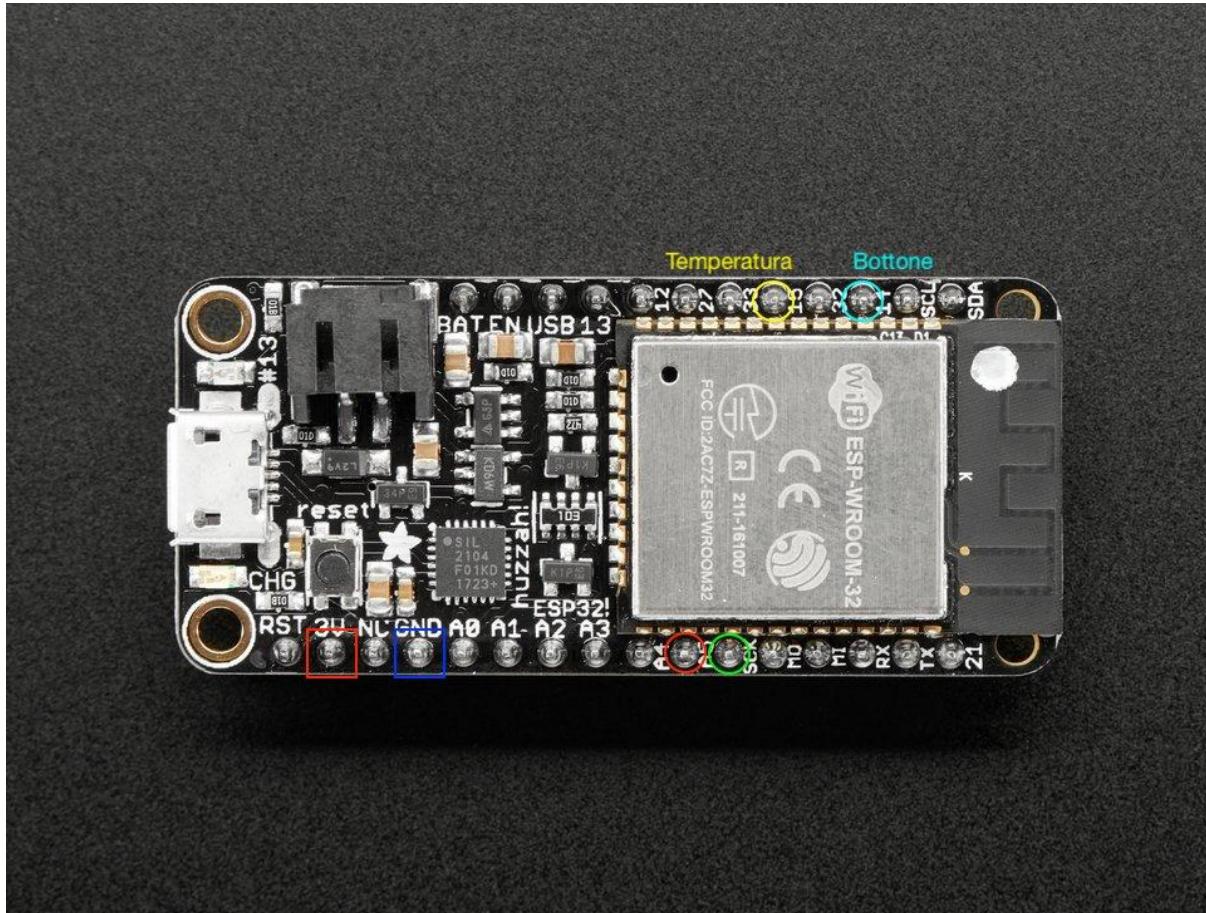
Tecnologie Web e Internet of Things

ESP 32



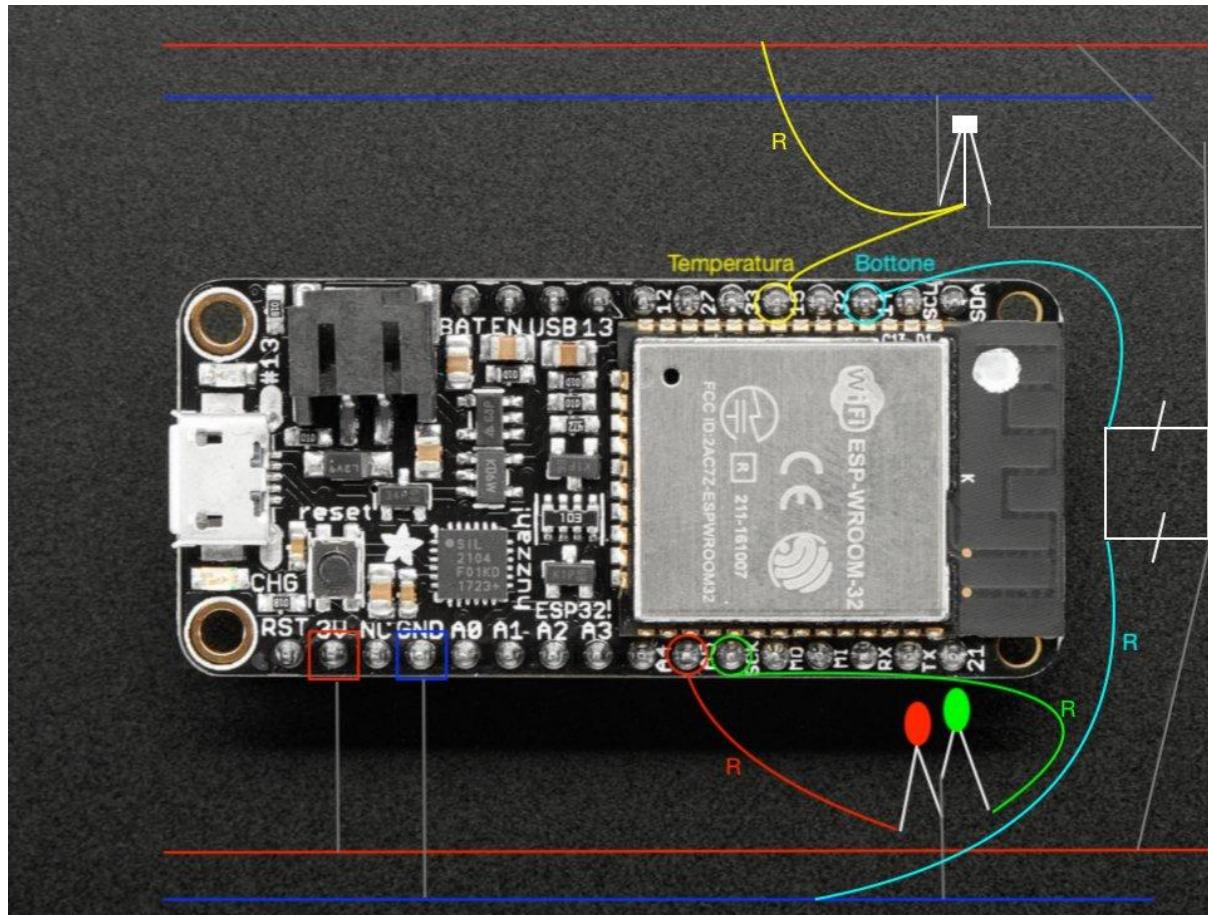
Tecnologie Web e Internet of Things

ESP 32



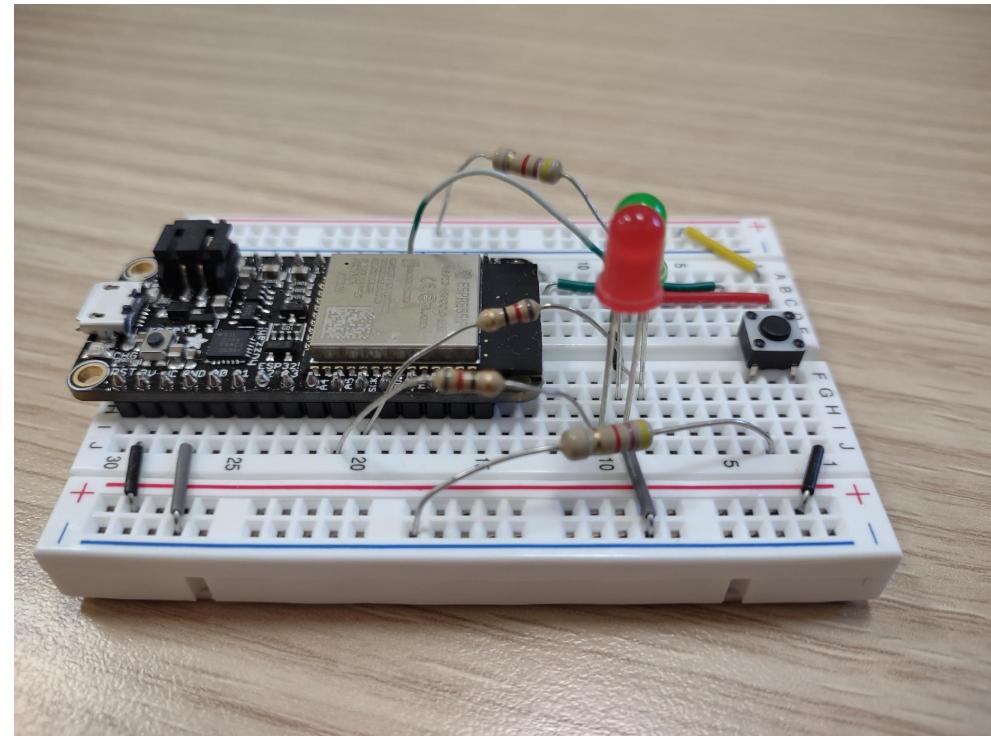
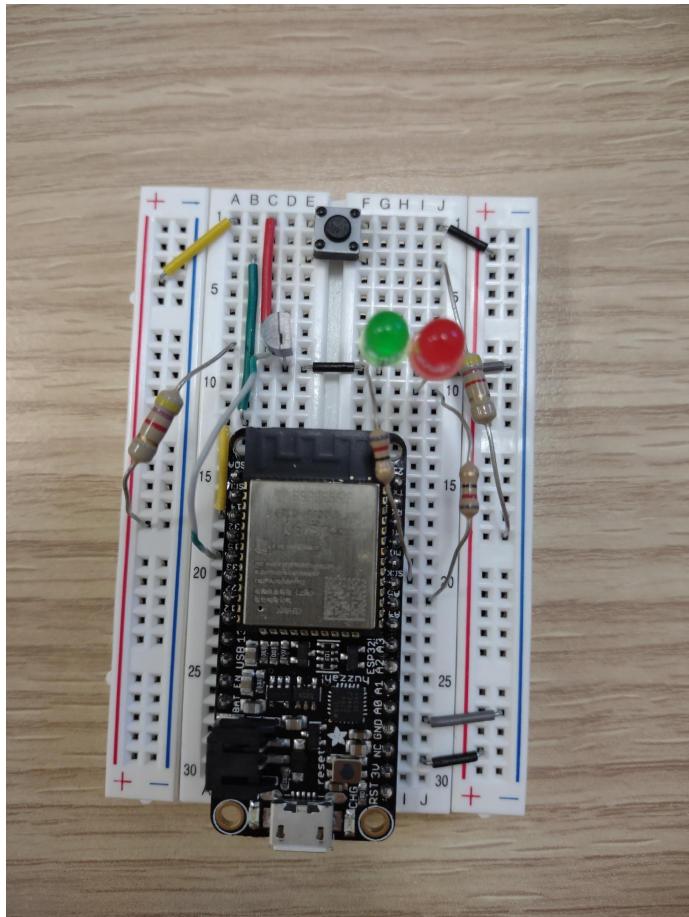
Tecnologie Web e Internet of Things

ESP 32



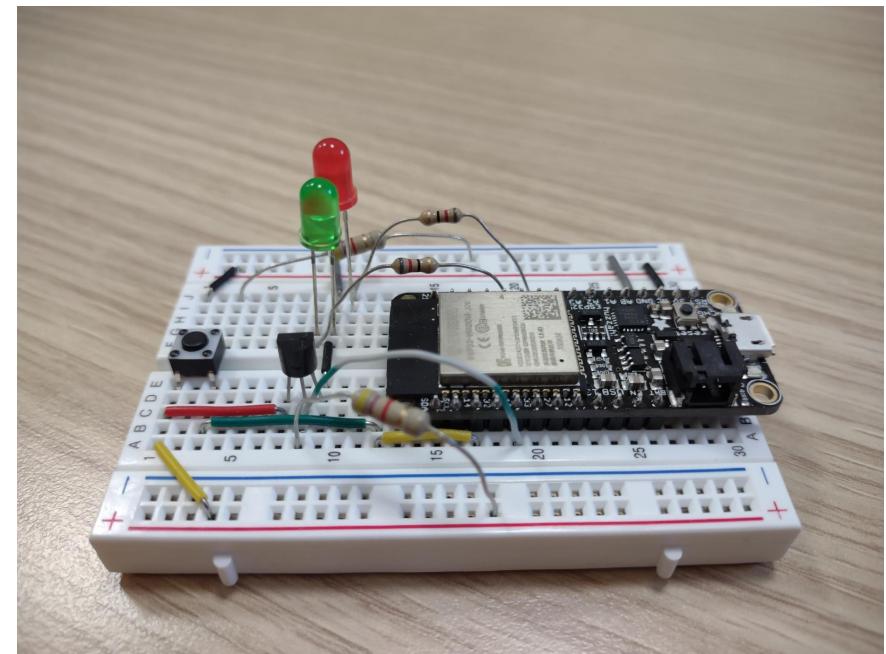
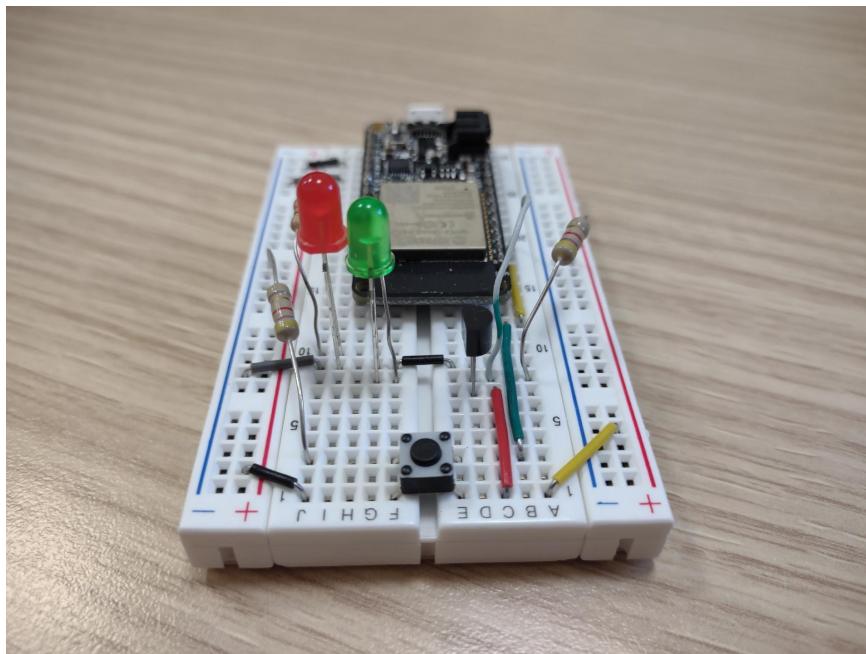
Tecnologie Web e Internet of Things

ESP 32



Tecnologie Web e Internet of Things

ESP 32



Tecnologie Web e Internet of Things

ESP 32

```
from machine import Pin
```

Documentazione machine:

<https://docs.micropython.org/en/latest/library/machine.html>

```
led = Pin(channel,Pin.OUT)
button = Pin(channel,Pin.IN)
```

Valori

```
led.value(x) # x = 0 o x = 1
button.value()
```

Interrupt requests

```
button.irq(function,Pin.IRQ_RISING)
```

Tecnologie Web e Internet of Things

ESP 32

```
import onewire, ds18x20
```

Documentazione onewire e ds18x20

<https://mpython.readthedocs.io/en/master/library/micropython/onewire.html>

<https://mpython.readthedocs.io/en/master/library/mPython/ds18x20.html>

```
pin_temp = Pin(channel)
```

Creazione oggetto onewire

```
onewire = onewire.OneWire(pin_temp)
sensor_temp = ds18x20.DS18X20(onewire)
```

Tecnologie Web e Internet of Things

ESP 32

Ricerca dispositivi (ds18x20)

```
roms = sensor_temp.scan()  
  
import binascii  
binascii.hexlify(rom) # converte in hex
```

Per restituire array di byte

```
sensor_id = bytearray(id_dispositivo)
```

Per ottenere la temperatura (ds18x20)

```
sensor.convert_temp() #legge la temp. e la memorizza  
                      sul sensore
```

```
temp = sensor.read_temp(sensor_id)
```

```
print("Temperature is", temp)
```

Tecnologie Web e Internet of Things

ESP 32

Emulatore dell'ESP 32

<https://wokwi.com/arduino/new?template=esp32>

Si vedano i file nel materiale didattico