

CIVIFORM

CODING E ROBOTICA PER L'INNOVAZIONE SOCIALE

Cividale, gennaio-febbraio 2022

ROBOT

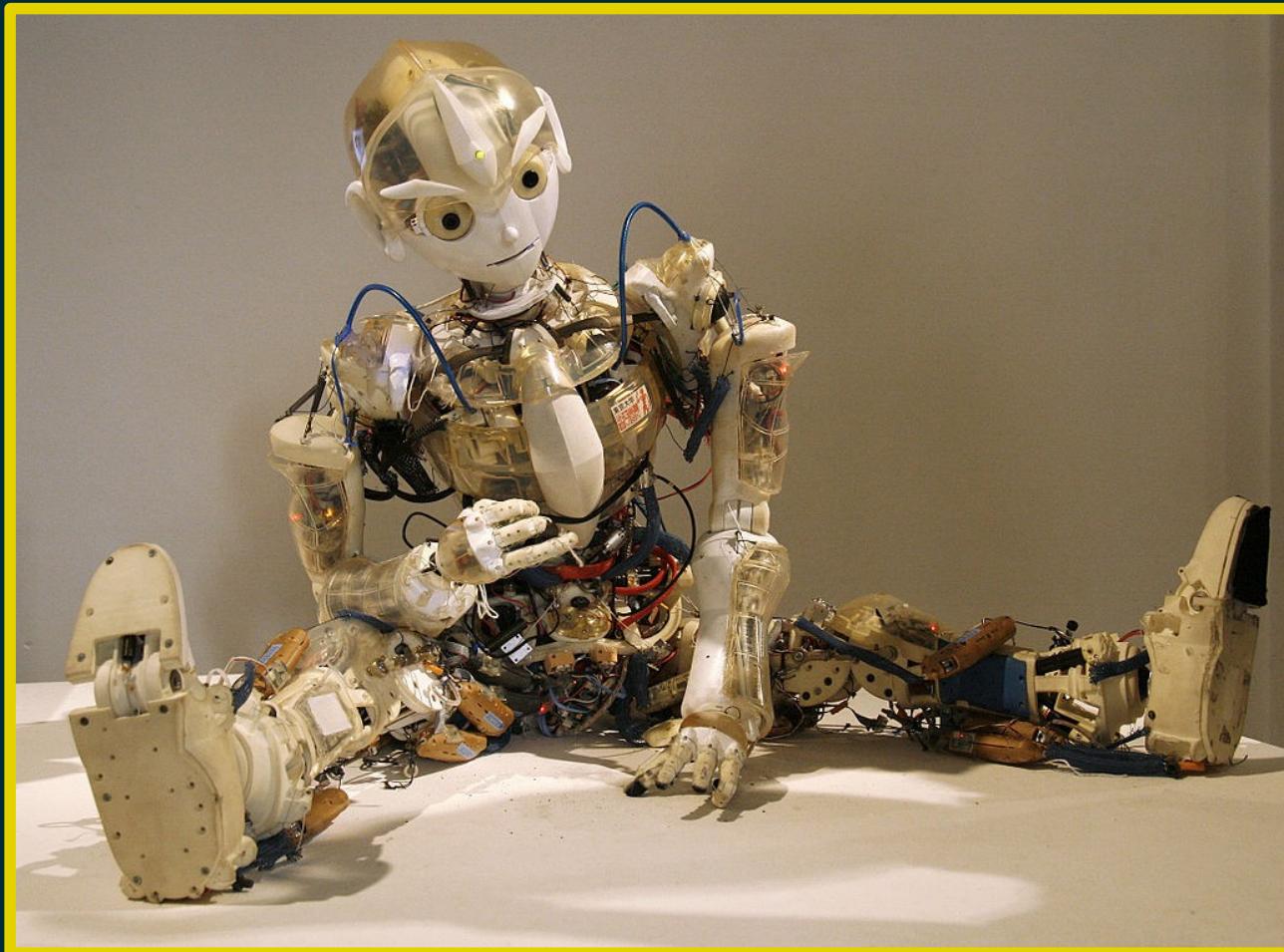
Dal ceco **robo**ta, lavoro pesante.

Usato dallo scrittore ceco Karel Čapek in un dramma teatrale del 1920 ad indicare degli umanoidi creati per svolgere i lavori più faticosi...

DEFINIZIONE

Apparato meccanico ed elettronico programmabile, impiegato nell'industria, in sostituzione dell'uomo, per eseguire automaticamente e autonomamente lavorazioni e operazioni ripetitive, o complesse, pesanti e pericolose.

ESEMPI

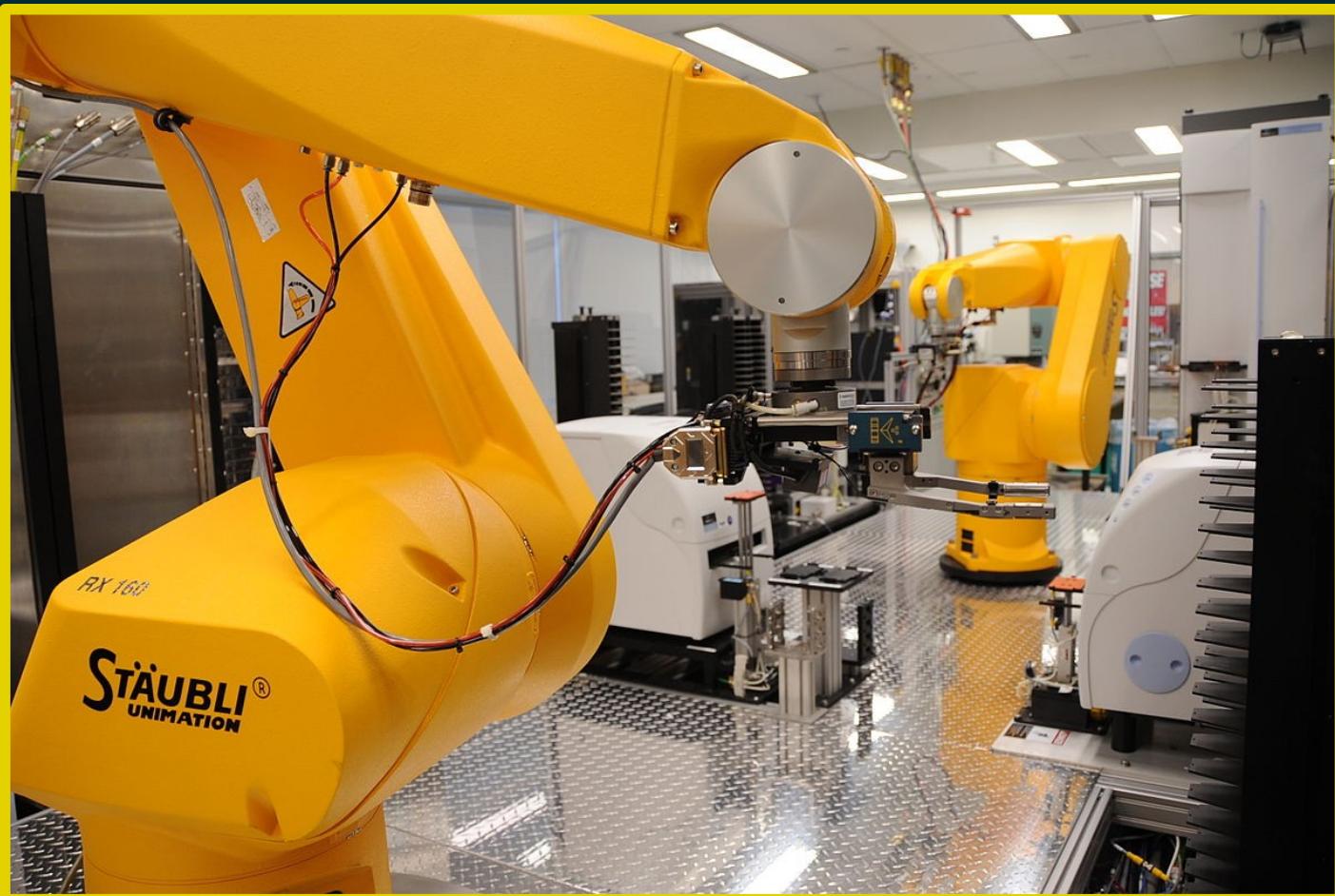


By Manfred Werner - Tsui - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4762533>

ESEMPI



ESEMPI



By Maggie Bartlett, National Human Genome Research Institute - <http://www.genome.gov/dmd/img.cfm?node=Photos/Technology/Research%20laboratory&id=79299>,
Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=37410189>

ESEMPI



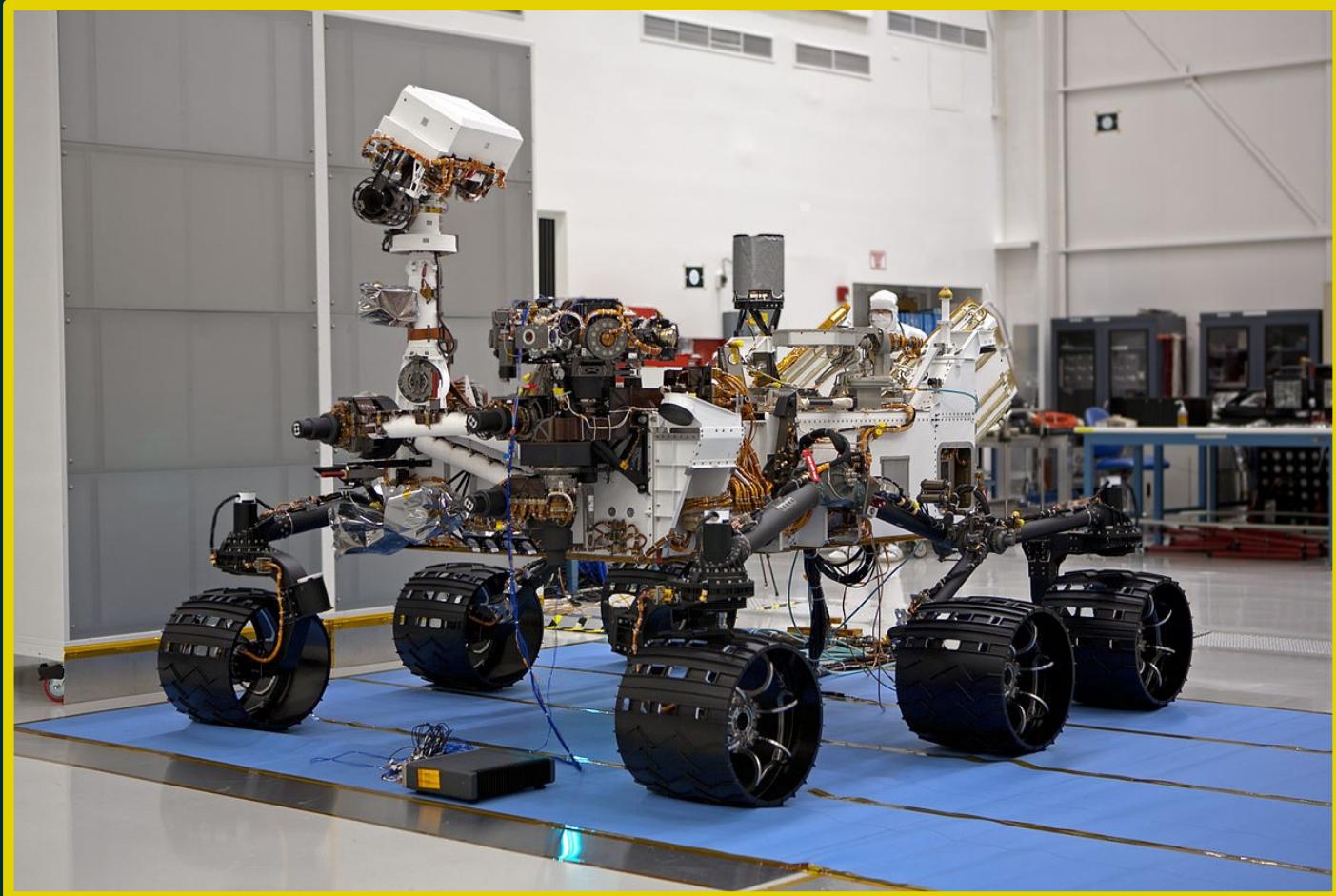
By Robobotics - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=56206814>

ESEMPI



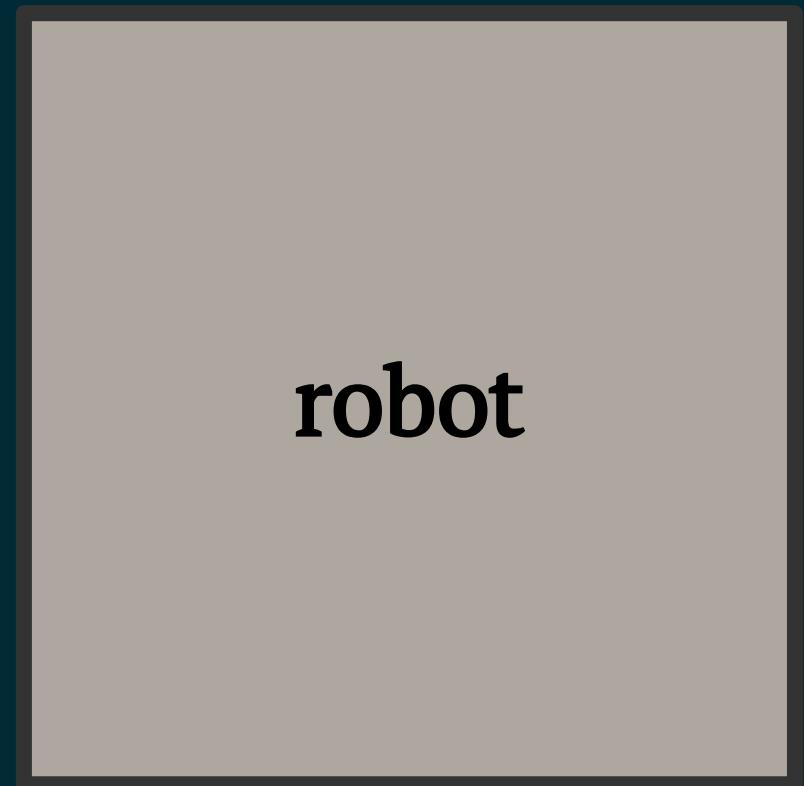
By □□□□□ □□□□ - <https://www.franciscanhealth.org/health-care-services/robotic-assisted-surgery-334>, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=70874369>

ESEMPI

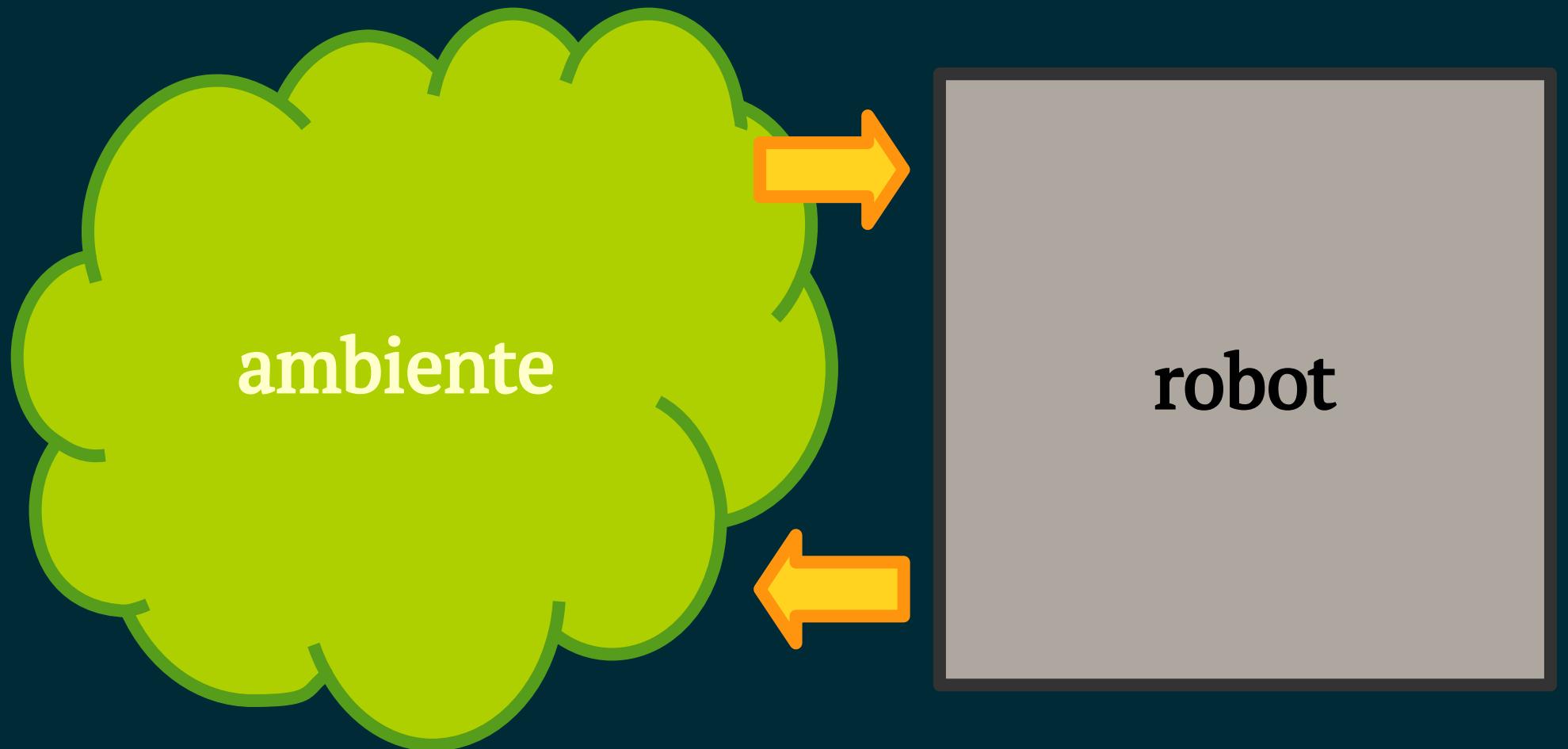


By NASA - <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA14309>, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17465432>

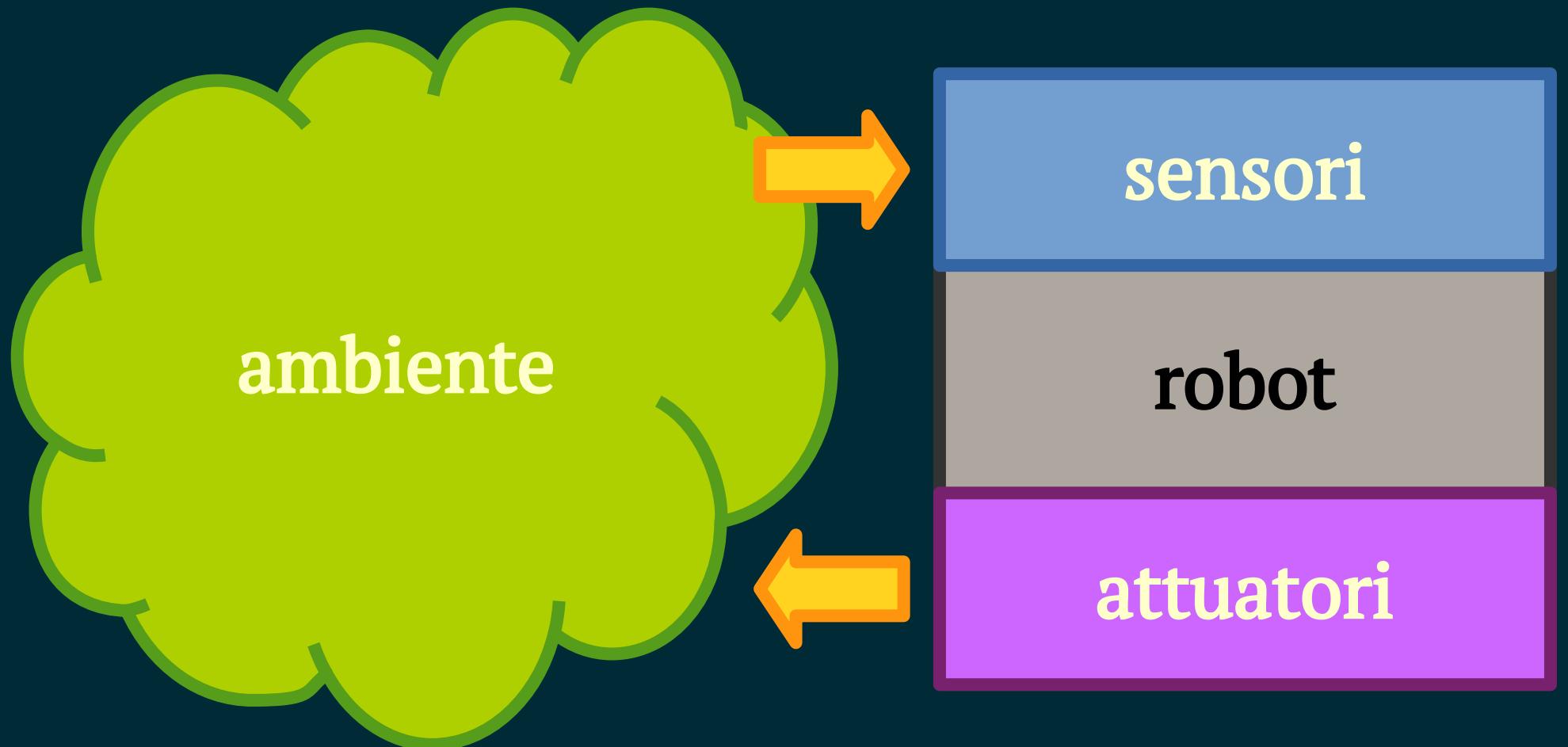
FUNZIONAMENTO



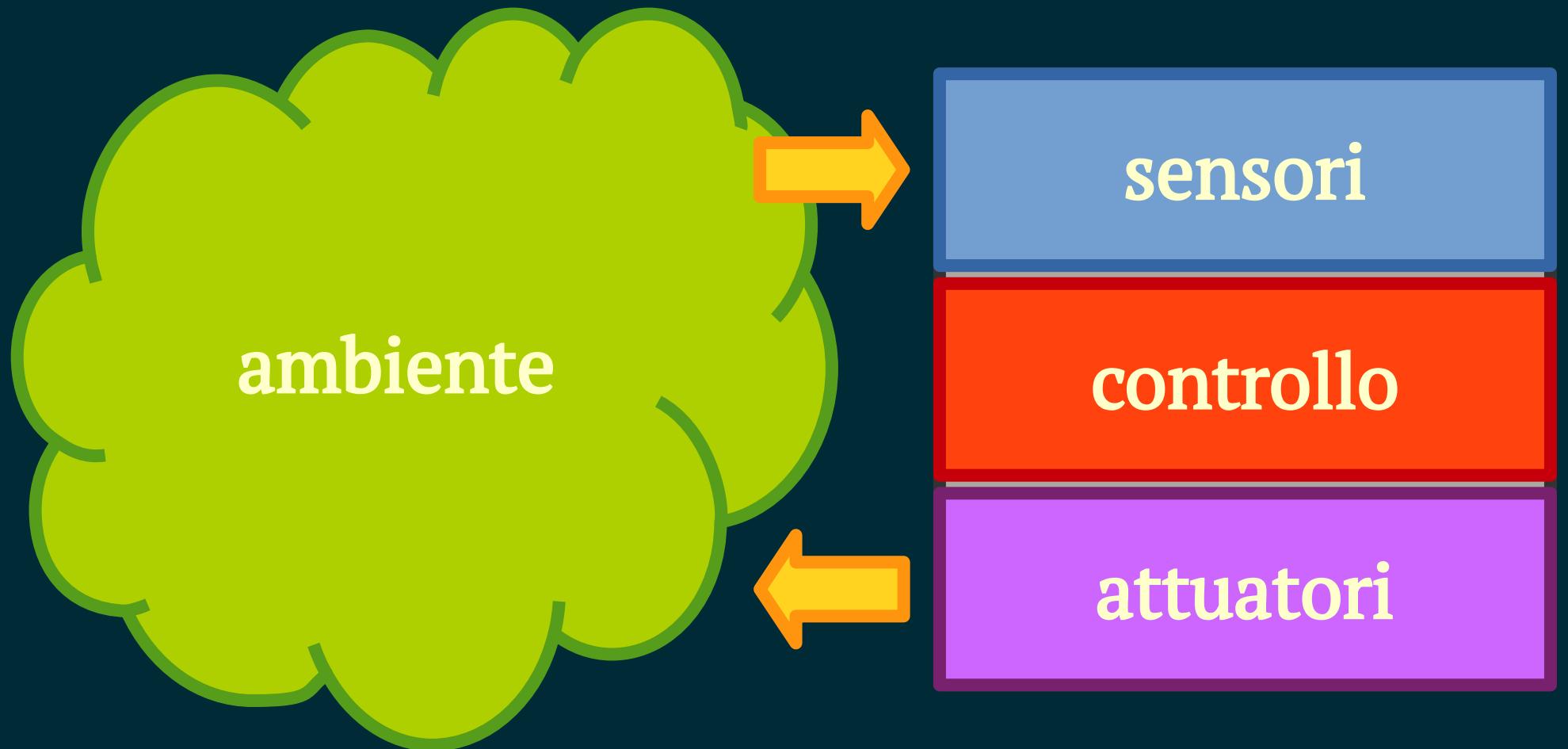
FUNZIONAMENTO



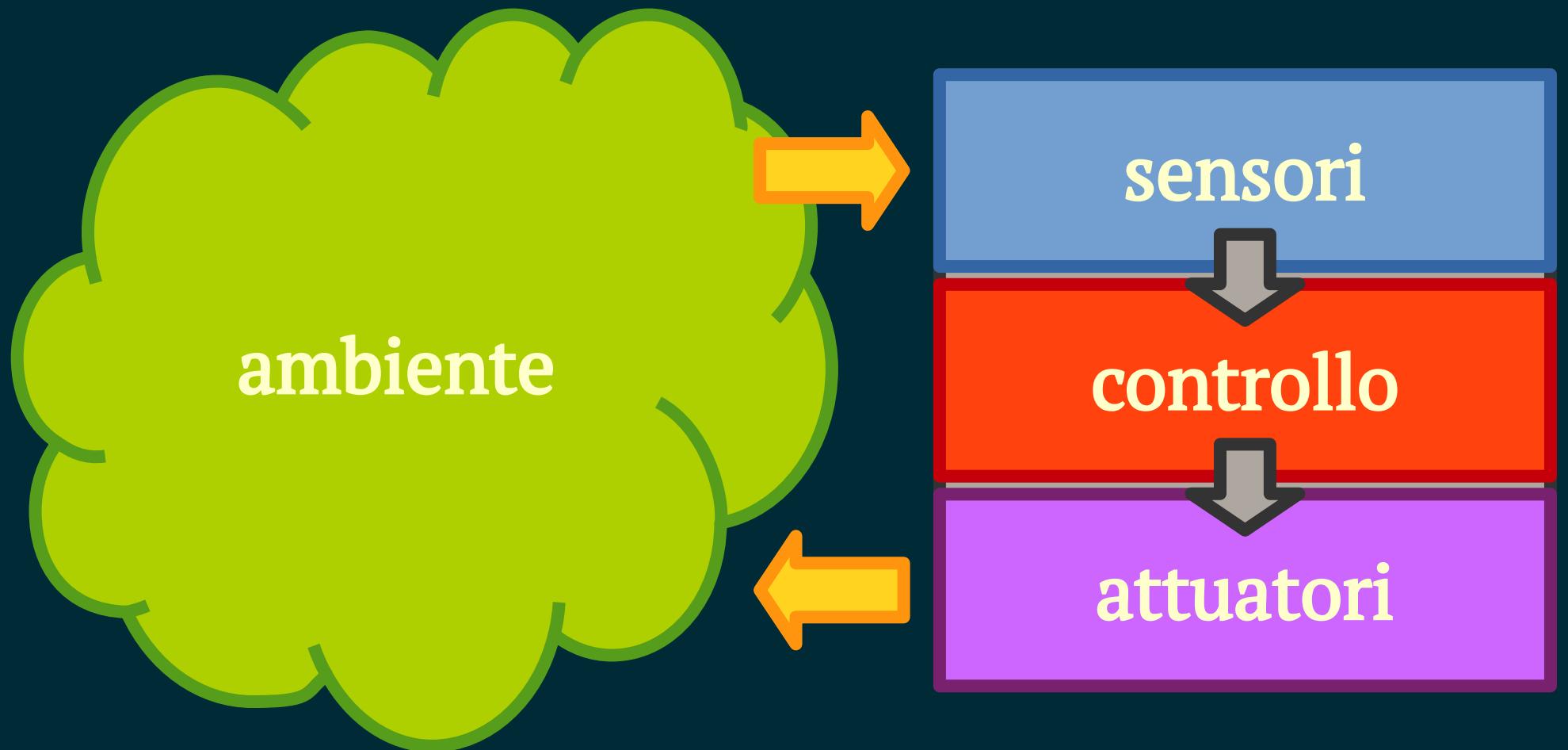
FUNZIONAMENTO



FUNZIONAMENTO



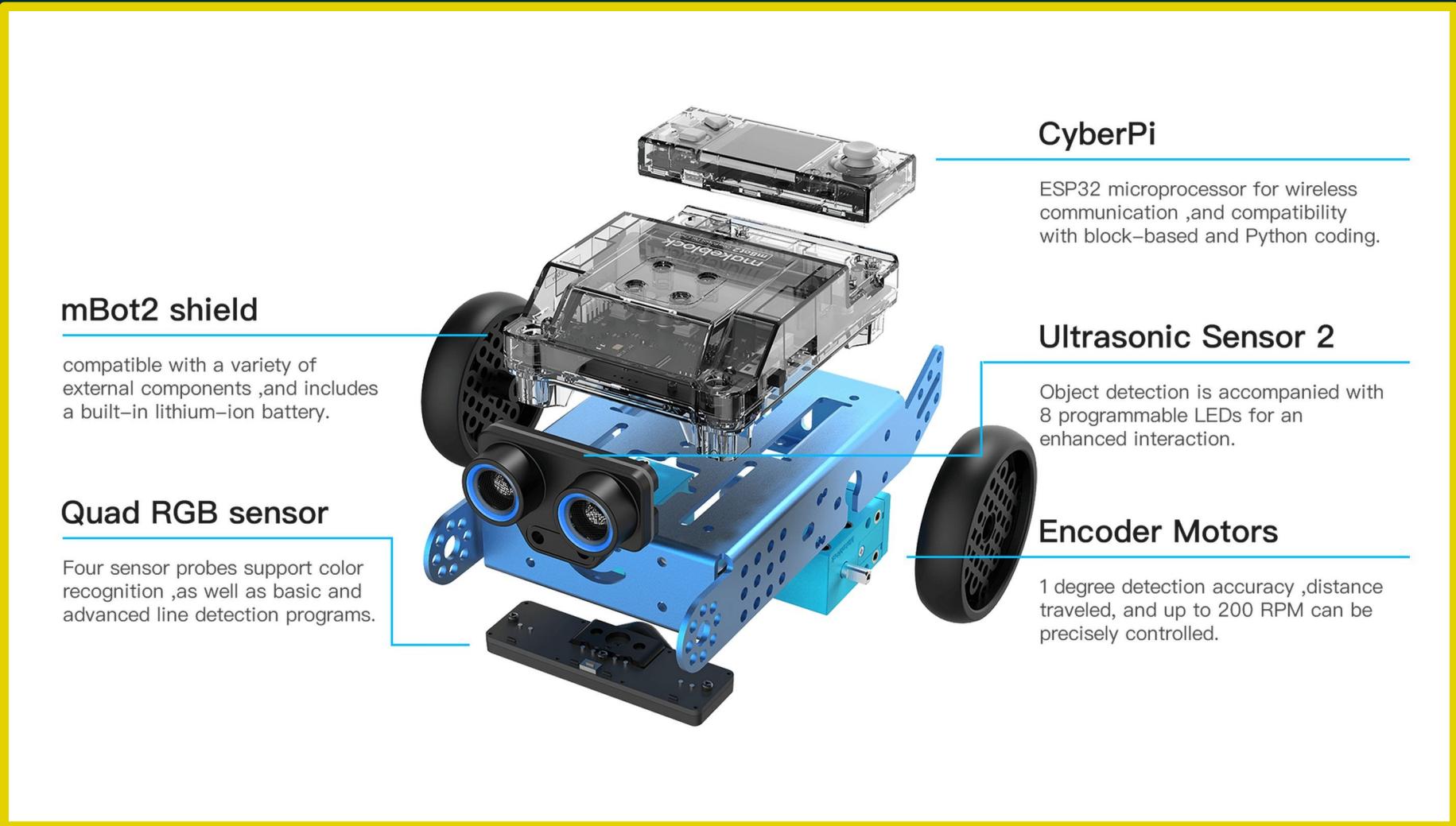
FUNZIONAMENTO



mBot2



mBot2



SENSORI

- joystick
- pulsanti
- microfono
- fotoricettore
- accelerometro/giroscopio
- sensore ultrasonico
- sensore di linea RGB

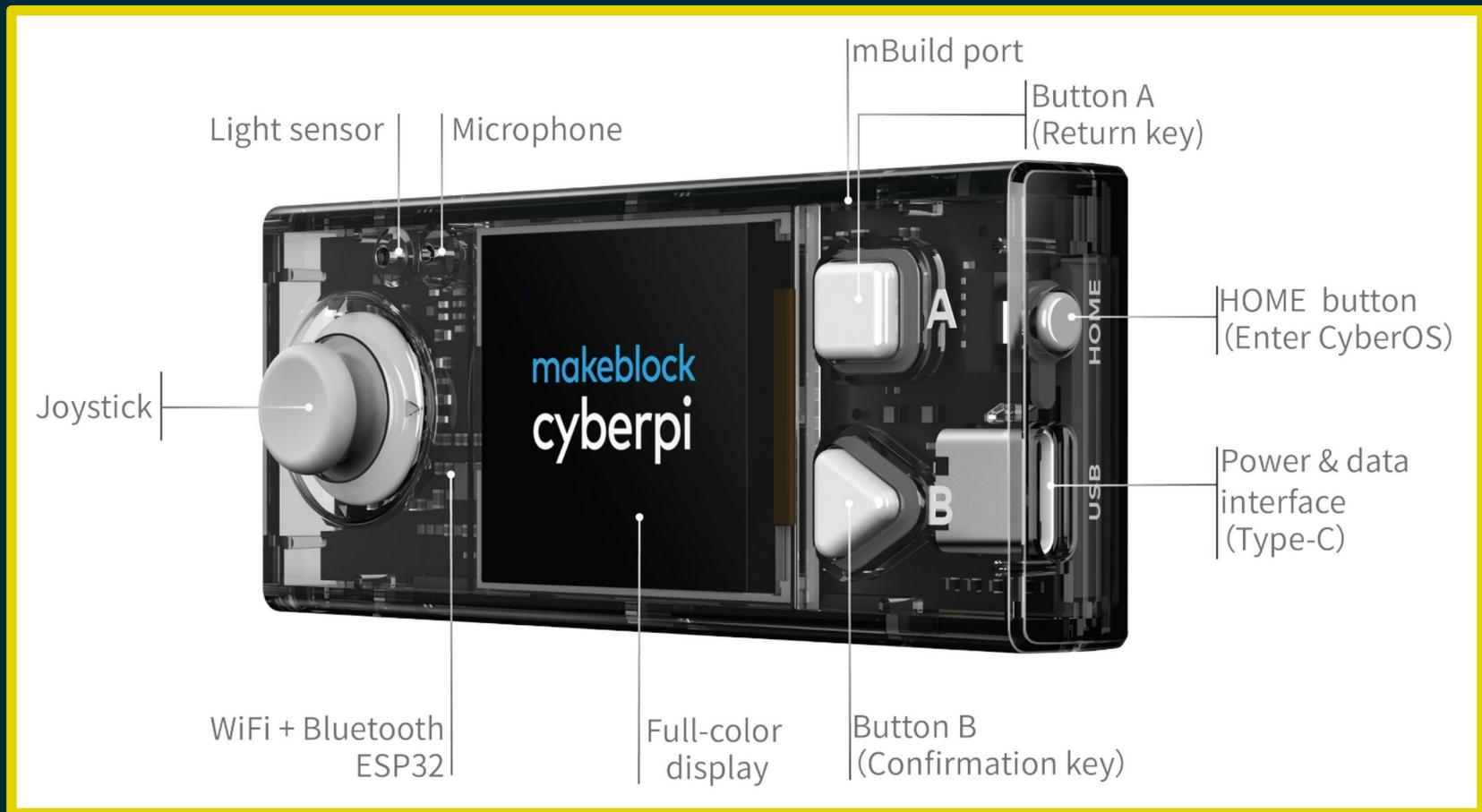
ATTUATORI

- striscia LED
- altoparlante
- display grafico 128x128 a colori
- 2 motori con encoder
- 8 LED blu (montati sul sensore ultrasonico)

CONTROLLO



CONTROLLO



CONTROLLO



RGB LED
(Five)

Gyroscope
Accelerometer

Speaker

CARATTERISTICHE

Basata su SOC ESP-32

- **CPU:** Xtensa® 32-bit LX6 dual-core
- **Clock:** 240MHz
- **ROM:** 448KB
- **RAM:** 520KB
- **Mem. di massa:** 8MB SPI Flash + 8MB PSRAM

CyberPi vs iPhone 12

	CyberPi	iPhone 12
core	2	6 + 4
parola (bit)	32	64
clock	240MHz	3.1Ghz
memoria RAM	520KB	4GB
capacità	16MB	64GB
display	1.4" 128×128	6.1" 2532×1170

AMBIENTE DI SVILUPPO



COLLEGAMENTI

FISICI

- collegare CyberPi al PC con il cavo USB

LOGICI

- connettere mBlock a CyberPi
- selezionare una modalità tra UPLOAD/LIVE

MODALITÀ LIVE

Il programma viene eseguito in mBlock.

Quando incontra un blocco di pertinenza di CyberPi, mBlock invia la richiesta di esecuzione del comando al dispositivo e resta in attesa della risposta; ricevutala, prosegue con il programma.

MODALITÀ LIVE

PRO

- CyberPi può interagire con sprite e sfondo
- lo sviluppo del programma risulta più agevole

CONTRO

- l'esecuzione del programma è rallentata
- il programma risiede sul PC, non su CyberPi

SENSORI DI BASE

- joystick

pressed/pulled?

pressed/pulled counts

reset pressed/pulled counts

SENSORI DI BASE

- joystick
- pulsanti A/B

pressed?

press counts

reset press counts

SENSORI DI BASE

- joystick
- pulsanti A/B
- fotoricettore

ambient light intensity [0÷100]

SENSORI DI BASE

- joystick
 - pulsanti A/B
 - fotoricettore
 - microfono
- loudness [0÷100]**

FUNZIONI TIPICHE

fotoricettore

- regolazione automatica del contrasto
- attivazione di funzioni “notturne”
- ottimizzazione dell'esposizione alla luce

microfono

- registratore di suoni
- reazione a segnali audio
- riconoscimento vocale

SENSORI AVANZATI

- accelerometro/giroscopio
- sensore ultrasonico
- sensore di linea a colori

ACCELEROMETRO

Rileva l'accelerazione sugli assi x/y/z.

Se fermo si può determinarne l'orientamento.

Se in moto si può dedurre velocità e spostamento.

ACCELEROMETRO



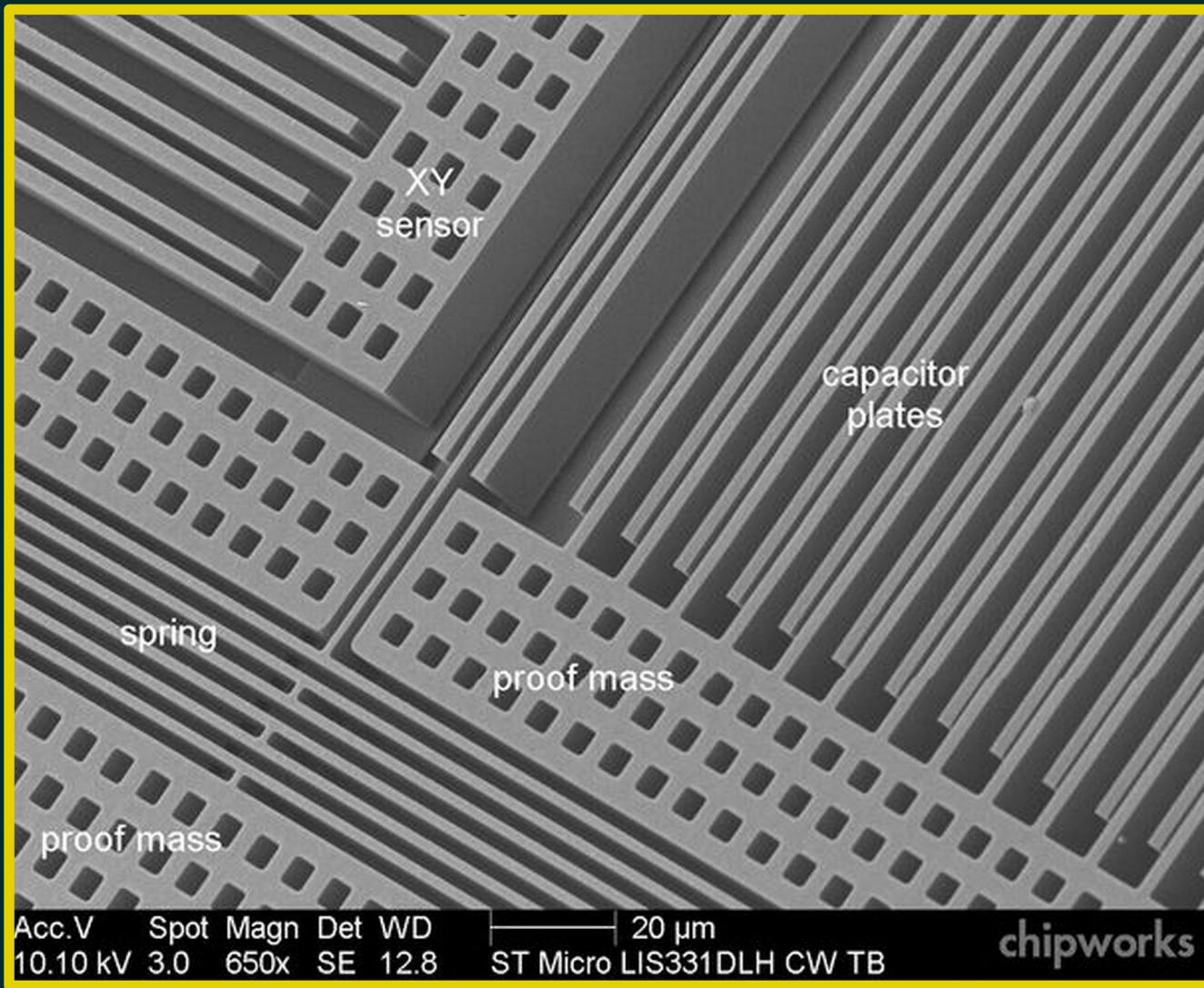
GIROSCOPIO

Rileva la velocità angolare sugli assi x/y/z.

Usato per tracciare l'orientamento nel tempo
(determinato integrando le velocità angolari).

Necessita di calibrazione.

REALIZZAZIONE



DATI GREZZI

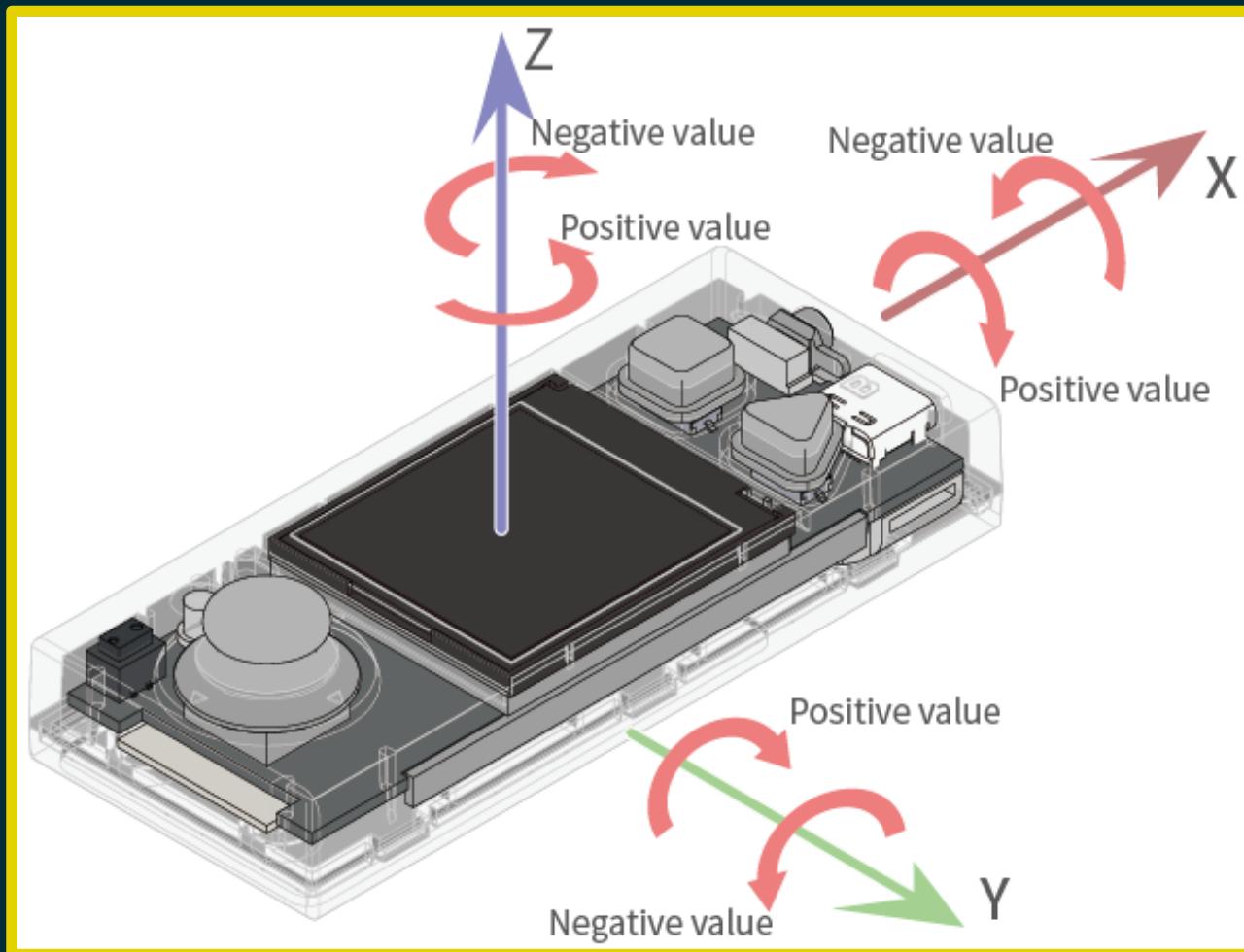
- accelerometro

motion sensor x/y/z acceleration

- giroscopio

angle speed around x/y/z axis

DATI GREZZI



“SENSOR FUSION”

Tecniche di integrazione dei dati provenienti da diversi sensori per ottenere dati più precisi, più affidabili o più semplici da interpretare.

Combinando i dati dell'accelerometro e del giroscopio si possono riconoscere movimenti come rotazioni, scuotimenti, urti e vibrazioni.

DATI INTEGRATI

- accelerometro + giroscopio

tilted left, right, ... ?

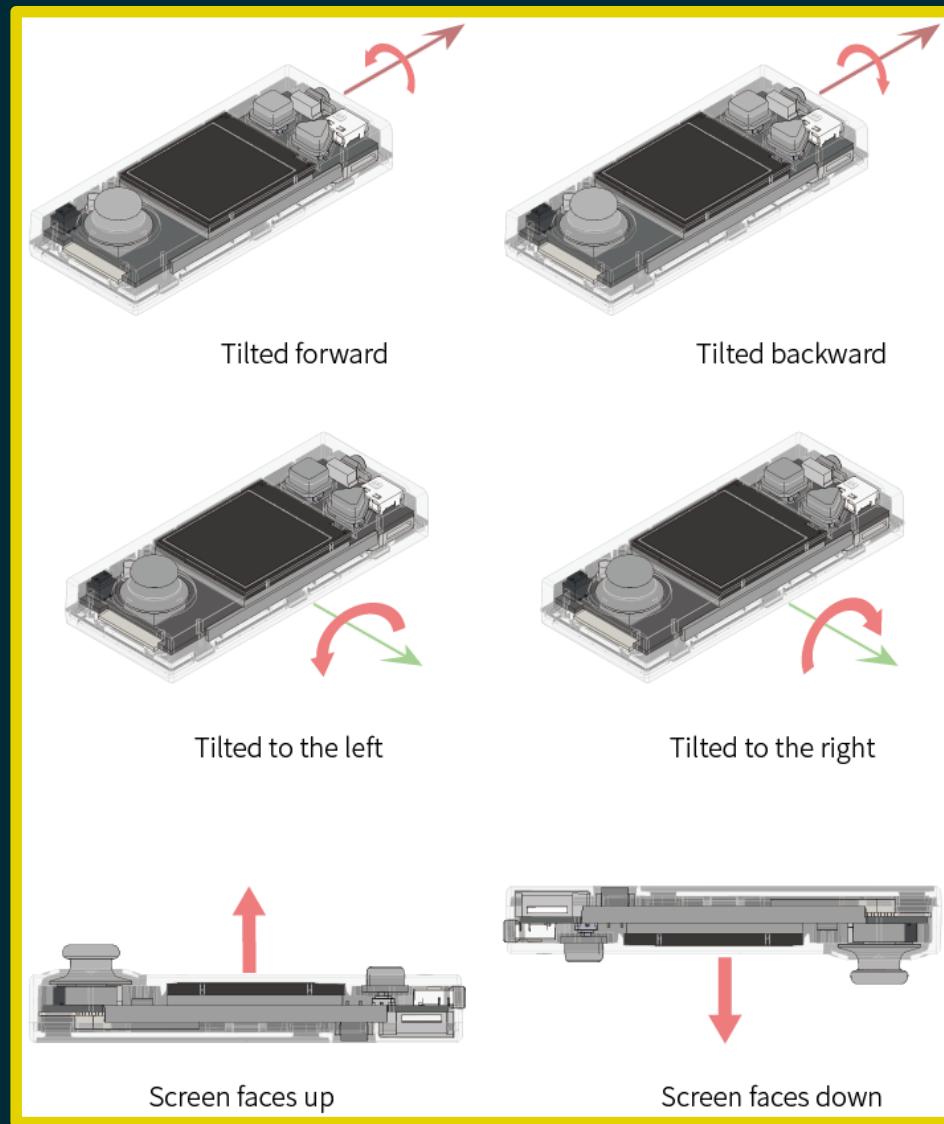
wave, rotate, freefall, shaken?

shaking strength [0÷100]

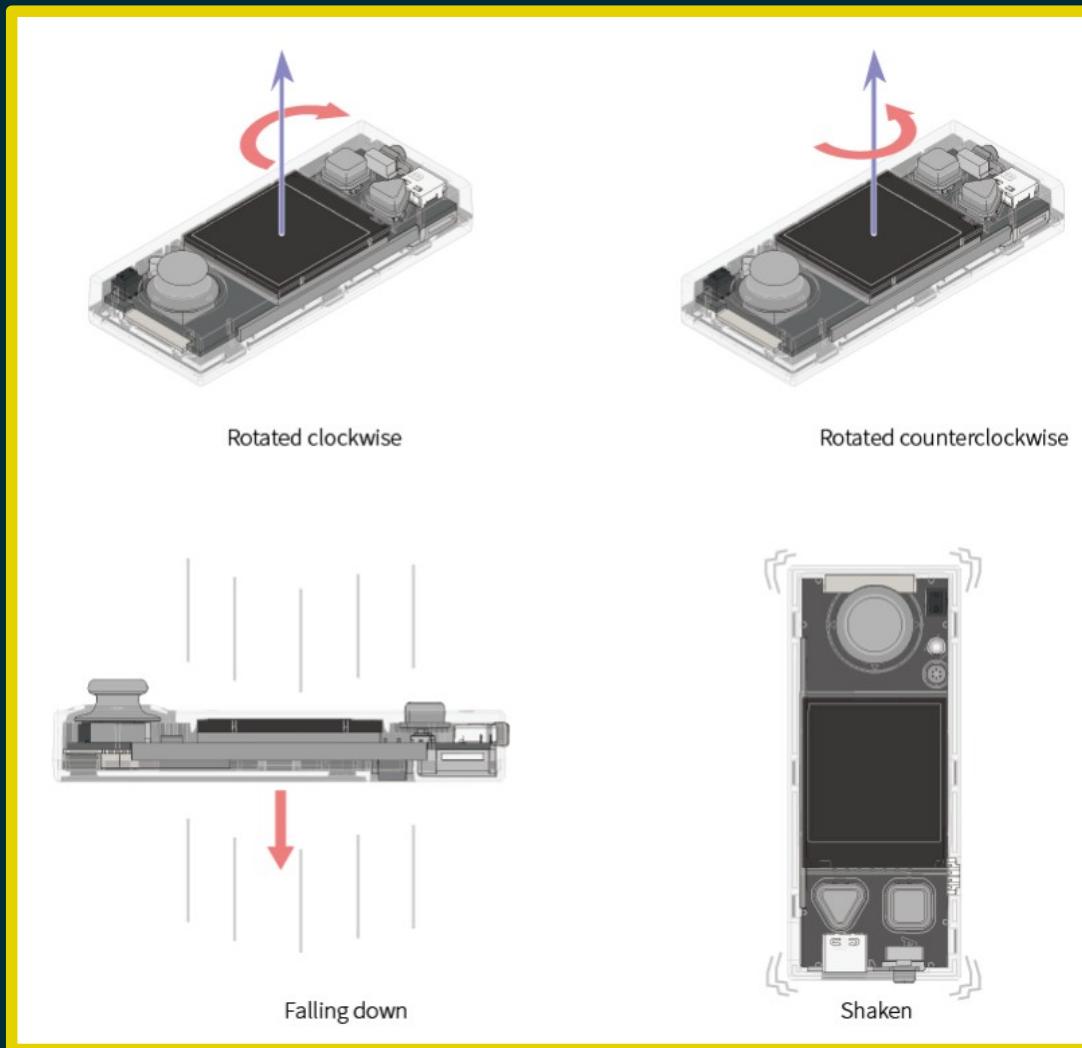
waving direction [0÷100]

waving speed [0÷100]

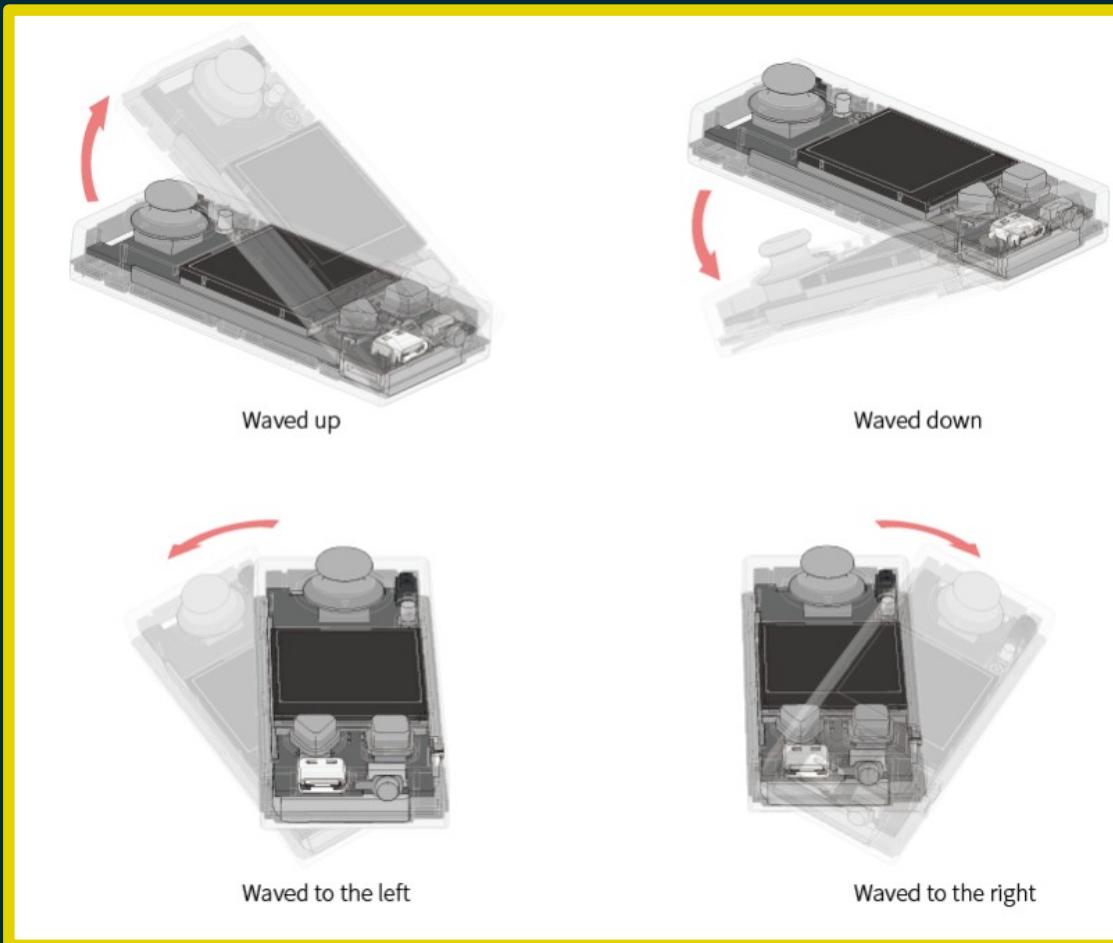
DATI INTEGRATI



DATI INTEGRATI



DATI INTEGRATI



MODALITÀ UPLOAD

Il programma viene eseguito in CyberPi.

Il programma a blocchi viene riscritto in Python.
Il codice è visibile in mBlock ma non modificabile.

Il programma è trasmesso a CyberPi che lo salva
al posto dell'ultimo programma usato e lo esegue.

MODALITÀ UPLOAD

Nella modalità **Upload** il sistema operativo di CyberPi è accessibile in ogni momento.

Il tasto **Home** richiama il menu principale.

MODALITÀ UPLOAD

PRO

- il programma risiede stabilmente su CyberPi
- il programma viene eseguito a velocità massima

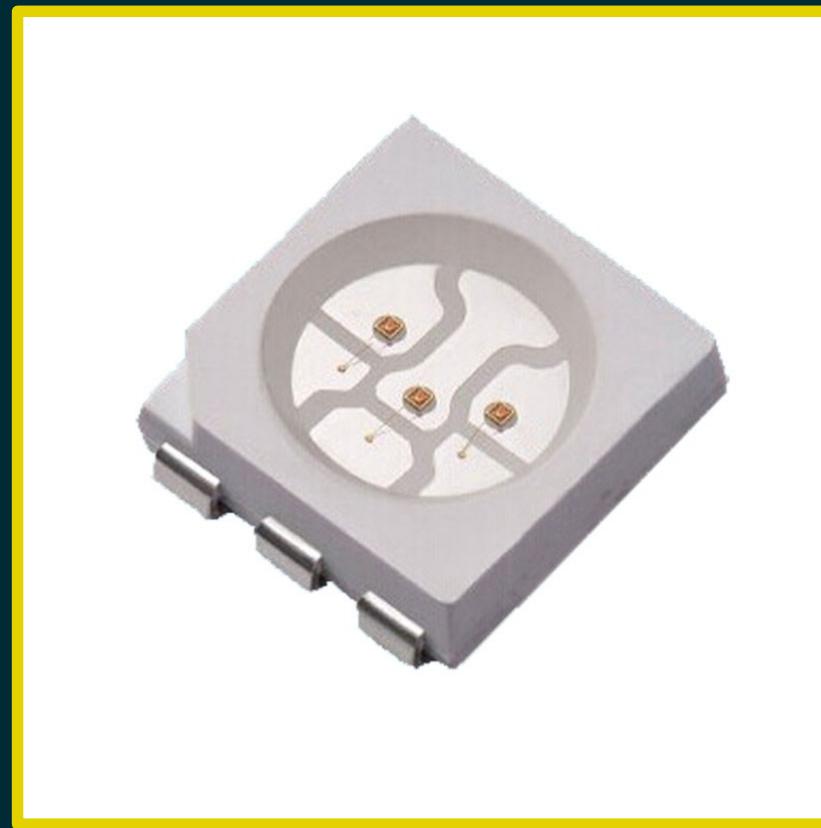
CONTRO

- richiede ogni volta il trasferimento del codice
- l'ambiente di mBlock non è disponibile
- il numero di salvataggi ammessi è limitato

STRISCIÀ LED



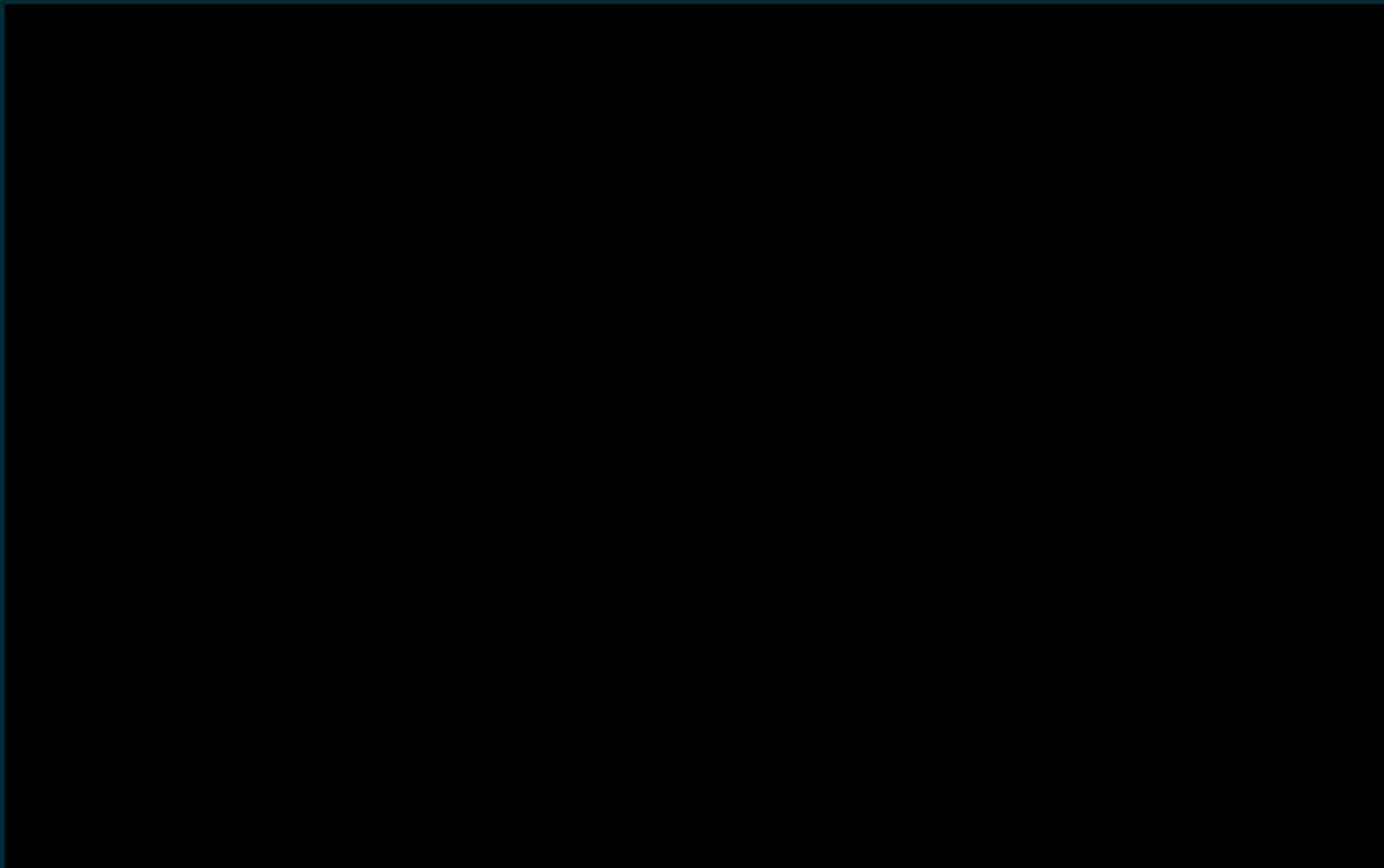
LED RGB



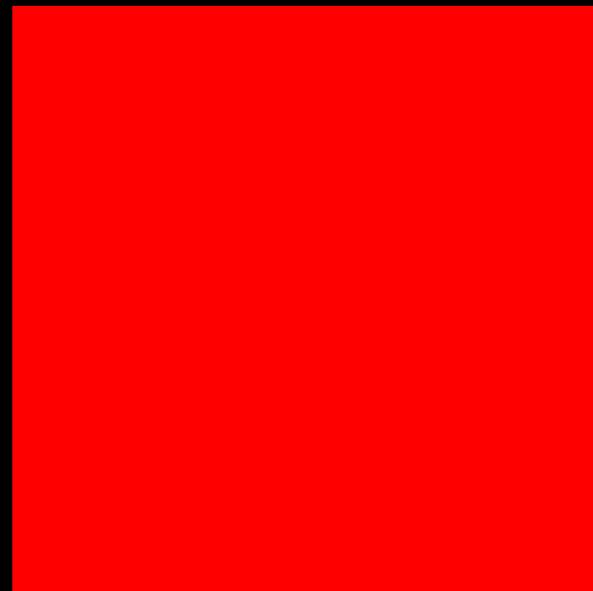
ESERCITAZIONE

- accendere la striscia LED di rosso
- accendere i LED per un tempo prefissato
- accendere i LED solo se il tasto B è premuto
- far lampeggiare la striscia LED
- controllare l'intensità luminosa dei LED
- far lampeggiare i LED alternativamente

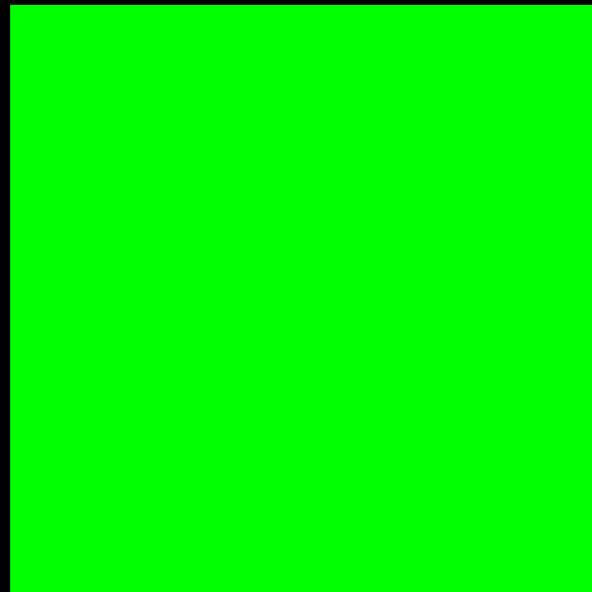
COLORI RGB



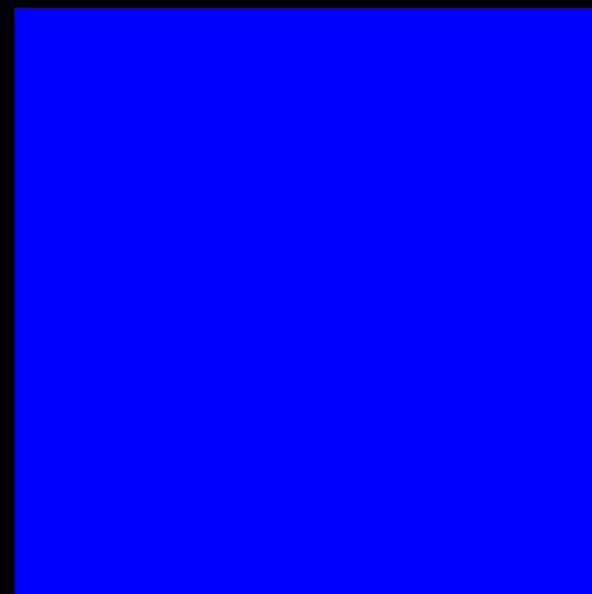
ROSSO (RED)



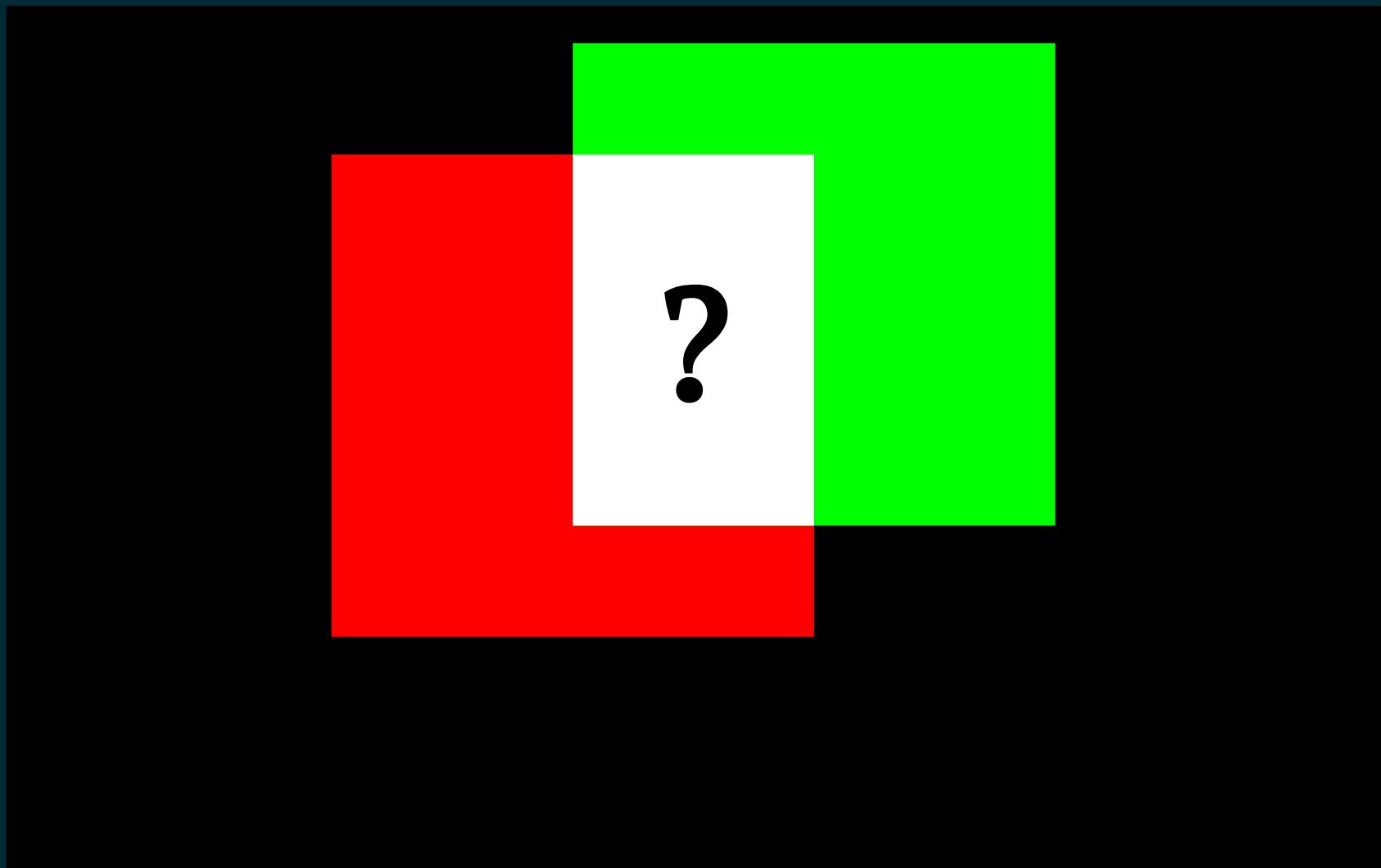
VERDE (GREEN)



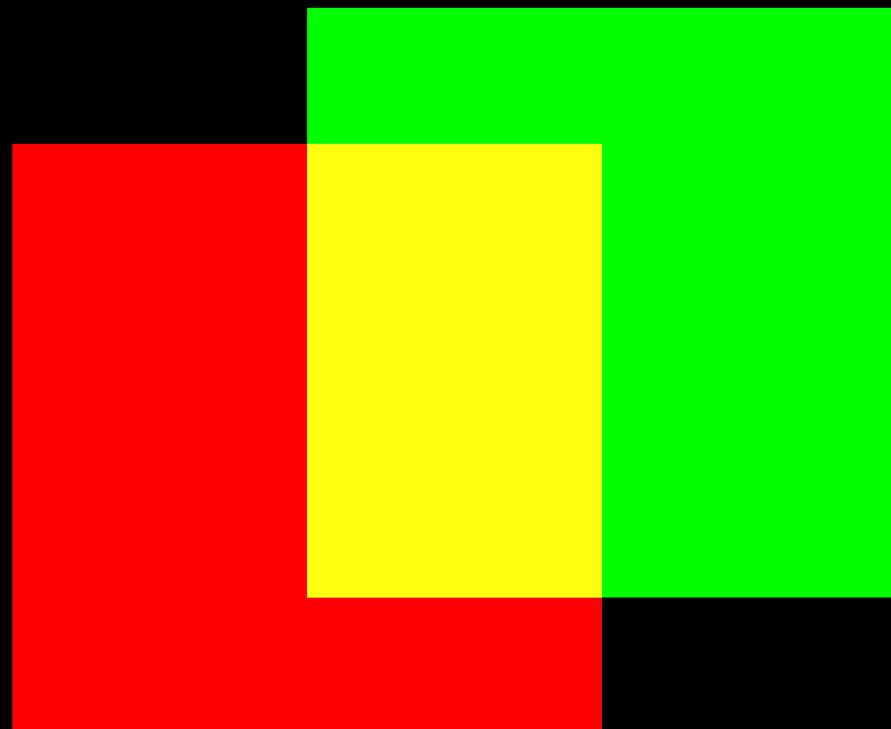
BLU (BLUE)



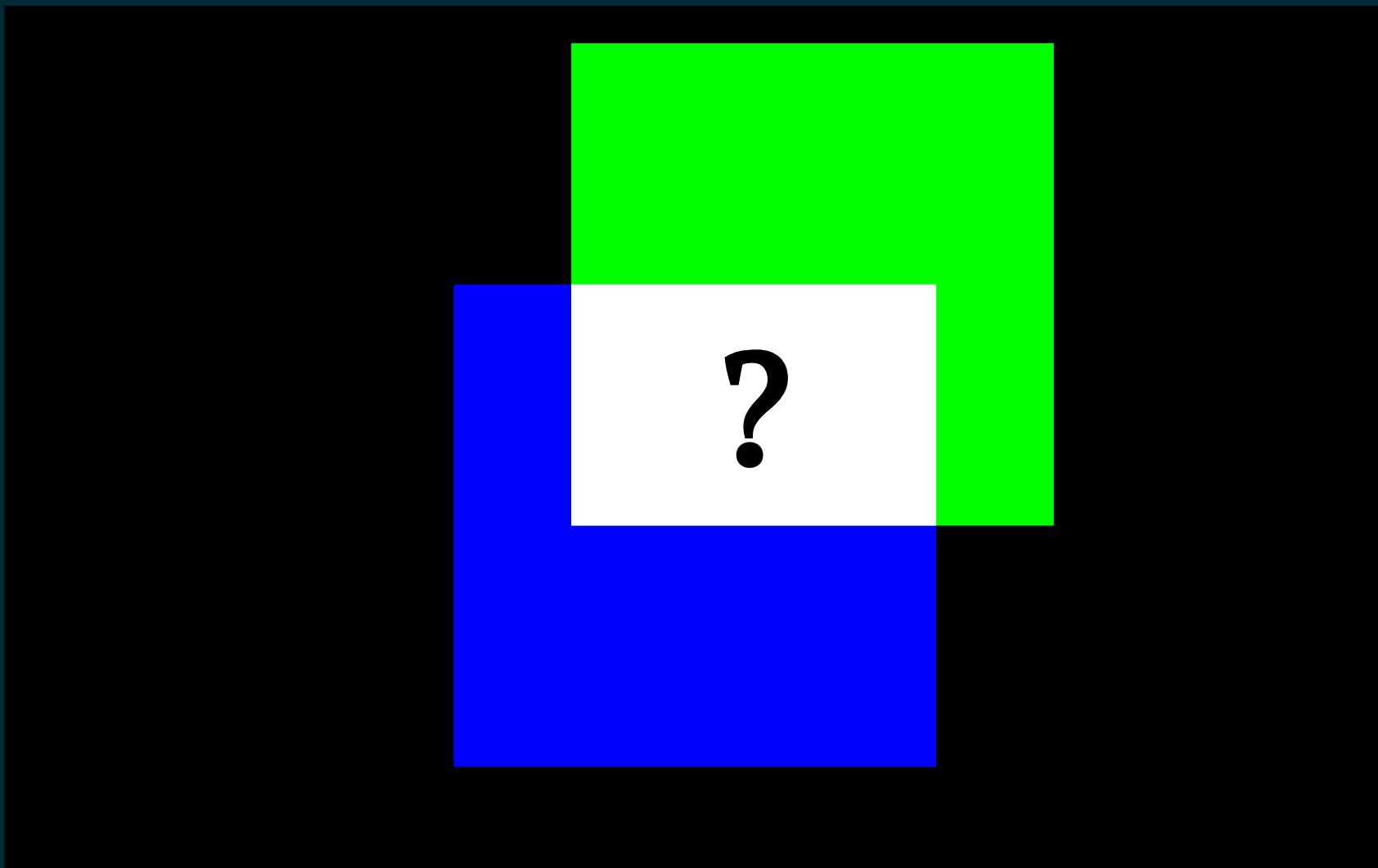
ROSSO + VERDE



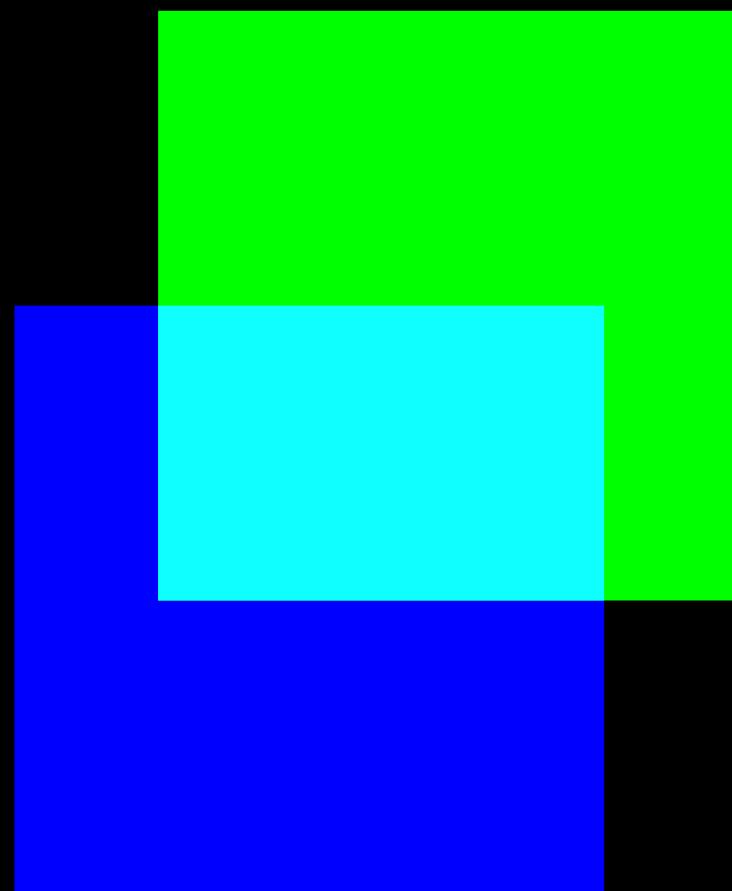
GIALLO



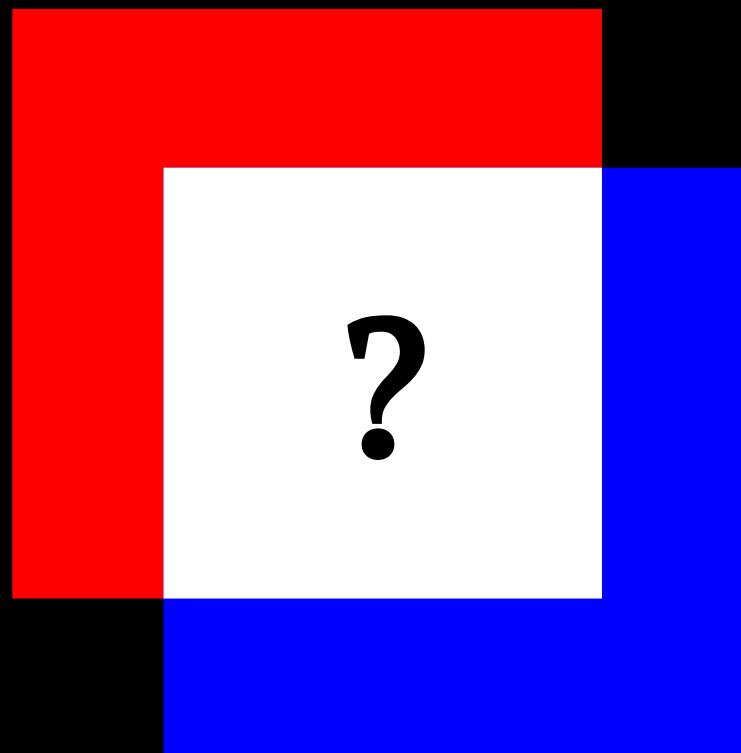
VERDE + BLU



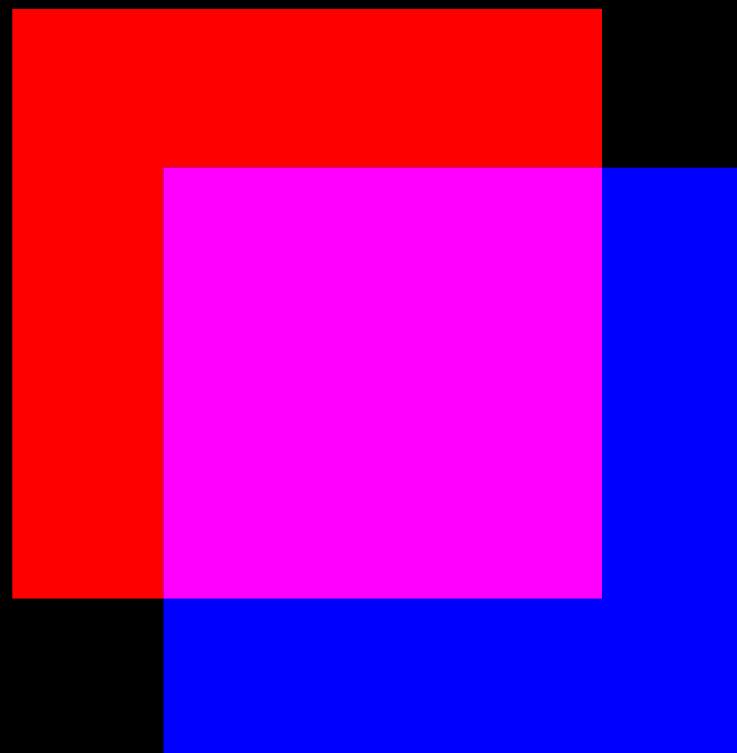
CIANO



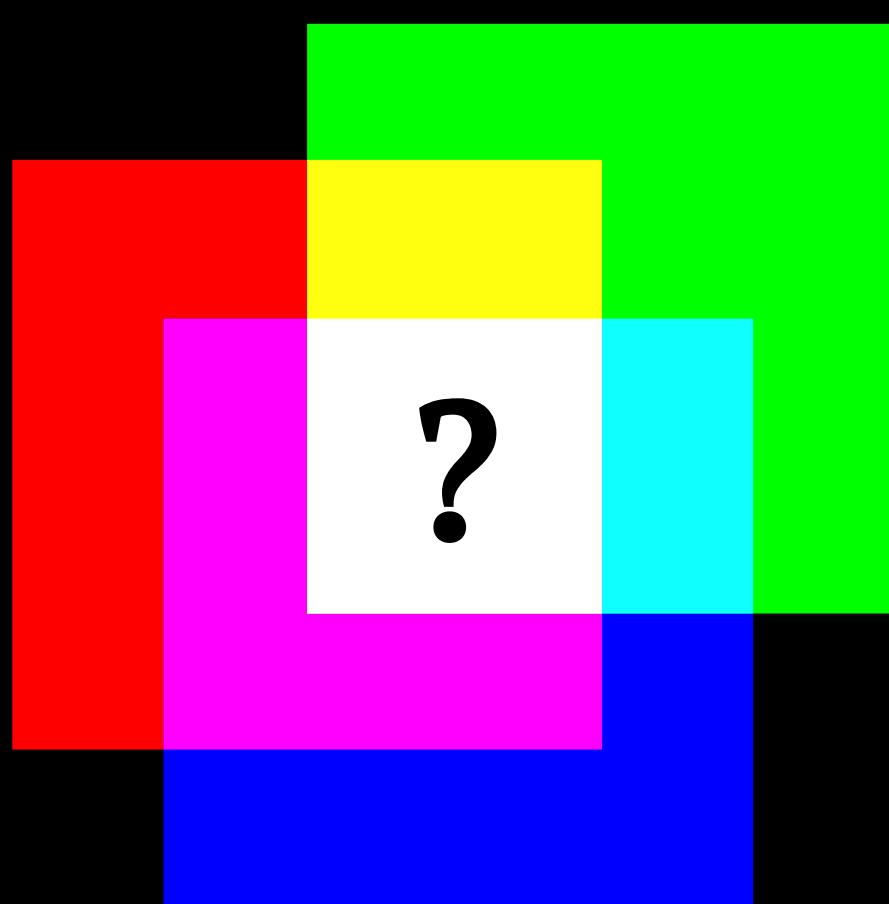
ROSSO + BLU



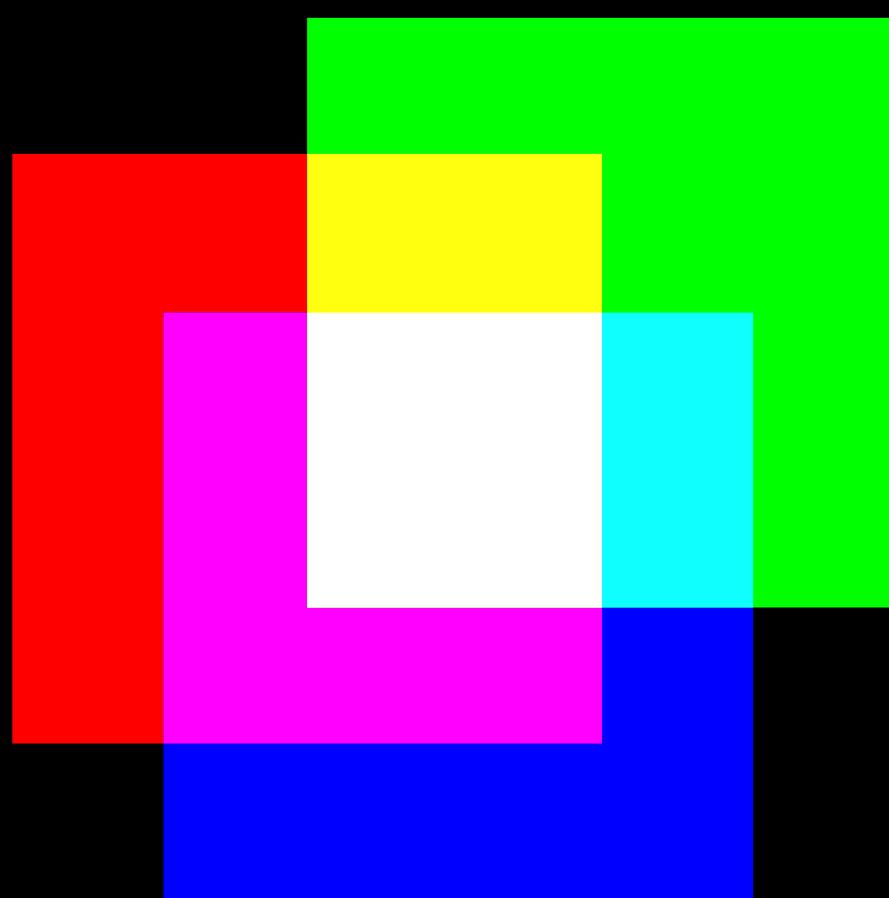
MAGENTA



ROSSO + VERDE + BLU



BIANCO



ESERCITAZIONE

- controllare il colore dei LED della striscia
- cambiare il colore dei LED a caso ogni secondo
- simulare un semaforo
- emulare un indicatore di direzione moderno
- realizzare l'animazione “supercar”
- ...

ESERCITAZIONE

- riprodurre il lampeggio della polizia
- 4 lampeggi blu “stroboscopici”
(LED accesi per 20ms, spenti per 80ms)
alternati sui due LED sinistro/destro

ESERCITAZIONE

- riprodurre il lampeggio della polizia
- 4 lampeggi blu “stroboscopici”
(LED accesi per 20ms, spenti per 80ms)
alternati sui due LED sinistro/destro

Nella modalità LIVE i tempi non sono rispettati!

PROGRAMMAZIONE

IL PROGRAMMATORE



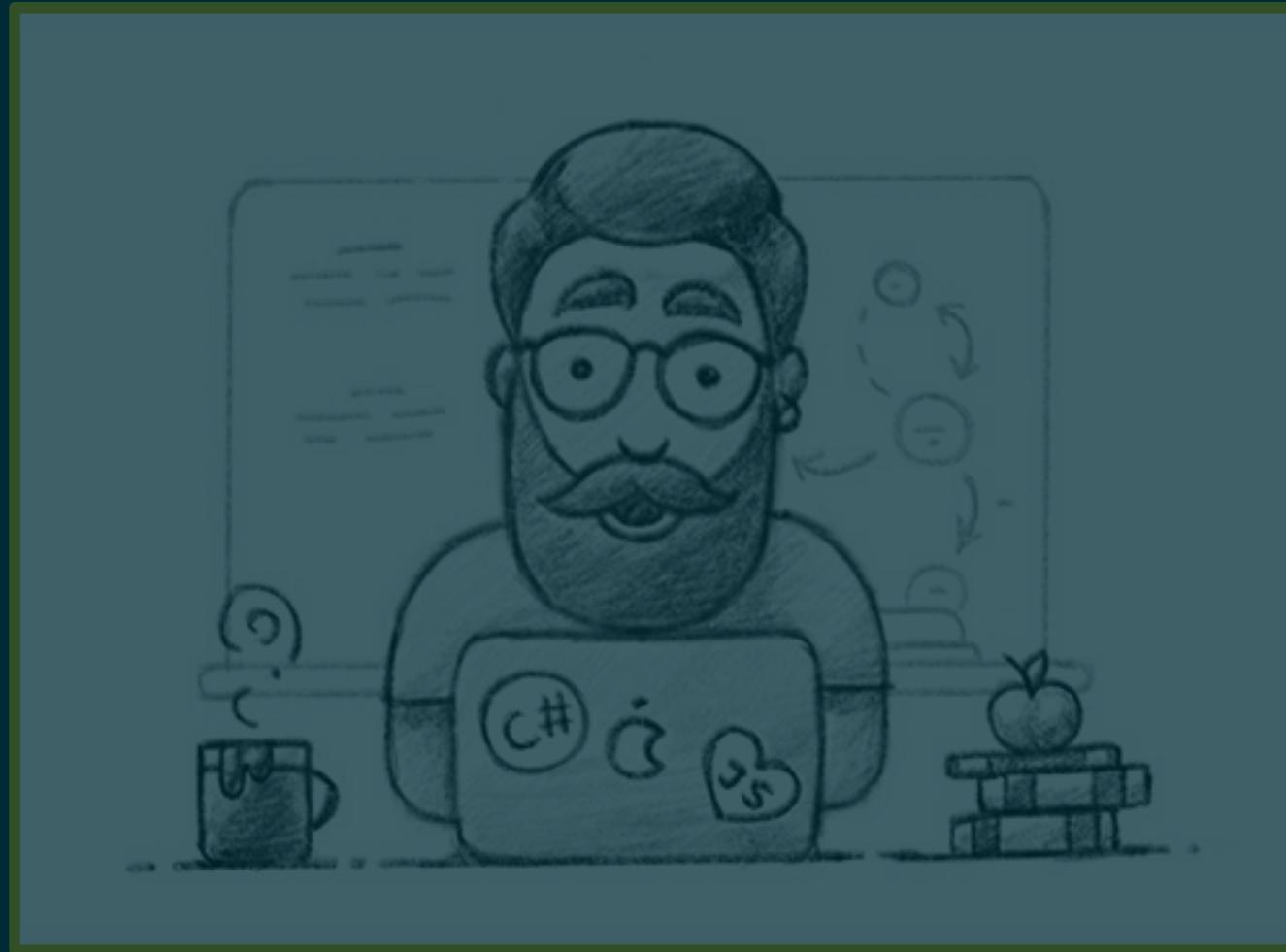
© 2017 by Alex Kunchevsky

LINGUAGGIO NATURALE



Accendi i LED
di rosso!

IL CONTROLLO



PROGRAMMAZIONE



Accendi i LED
di rosso?!



LINGUAGGIO BINARIO

LINGUAGGIO BINARIO

LINGUAGGIO BINARIO

```
000011001001010001100011000000000000001  
10010010100100010110000000000000110010  
0101001000101100000000000011001001010  
00110101000000100...
```

LINGUAGGIO BINARIO

```
000011001001010001100011000000000000001  
10010010100100010110000000000000110010  
0101001000101100000000000011001001010  
00110101000001000001100100101000110  
10100000100000110010010100011010100  
0000100...
```

LINGUAGGIO BINARIO

svariate di migliaia di bit!

svariate di migliaia di bit!

UN DIALOGO DIFFICILE!



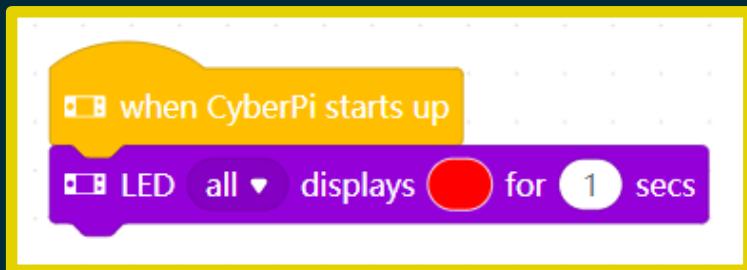
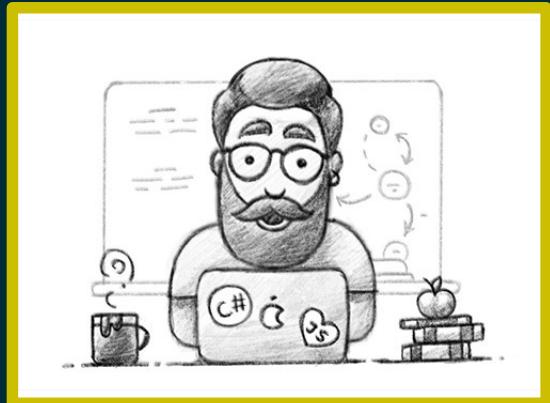
Accendi i LED di rosso!

0000110010010100011000110000
0000000011001001010010001011
0000000000... .

UN INTERPRETE IN AIUTO



LINGUAGGIO DI ALTO LIVELLO



LINGUAGGIO DI BASSO LIVELLO



0000110010010100011000110000
0000000011001001010010001011
0000000000... .

UN PASSAGGIO INTERMEDI

The screenshot shows the mBlock 5 interface for CyberPi. On the left, there's a sidebar with categories: Devices (CyberPi selected), Sprites, Background, and a Mode Switch section with Upload, Live, and Disconnect buttons. The main workspace contains a single script:

```
when CyberPi starts up
  LED all displays red for 1 secs
```

The left sidebar lists various event blocks:

- when green flag clicked
- when space key pressed
- when CyberPi starts up
- when joystick pulled
- when button A pressed
- when CyberPi tilted left
- when wave left detected
- when light value > 50
- when I receive message1
- broadcast message1
- broadcast message1 and wait

The Python Editor window on the right shows the generated code:

```
# generated by mBlock5 for CyberPi
# codes make you happy

import event, time, cyberpi

@event.start
def on_start():
    cyberpi.led.on(255, 0, 0, "all")
    time.sleep(1)
    cyberpi.led.on(0, 0, 0, "all")
```

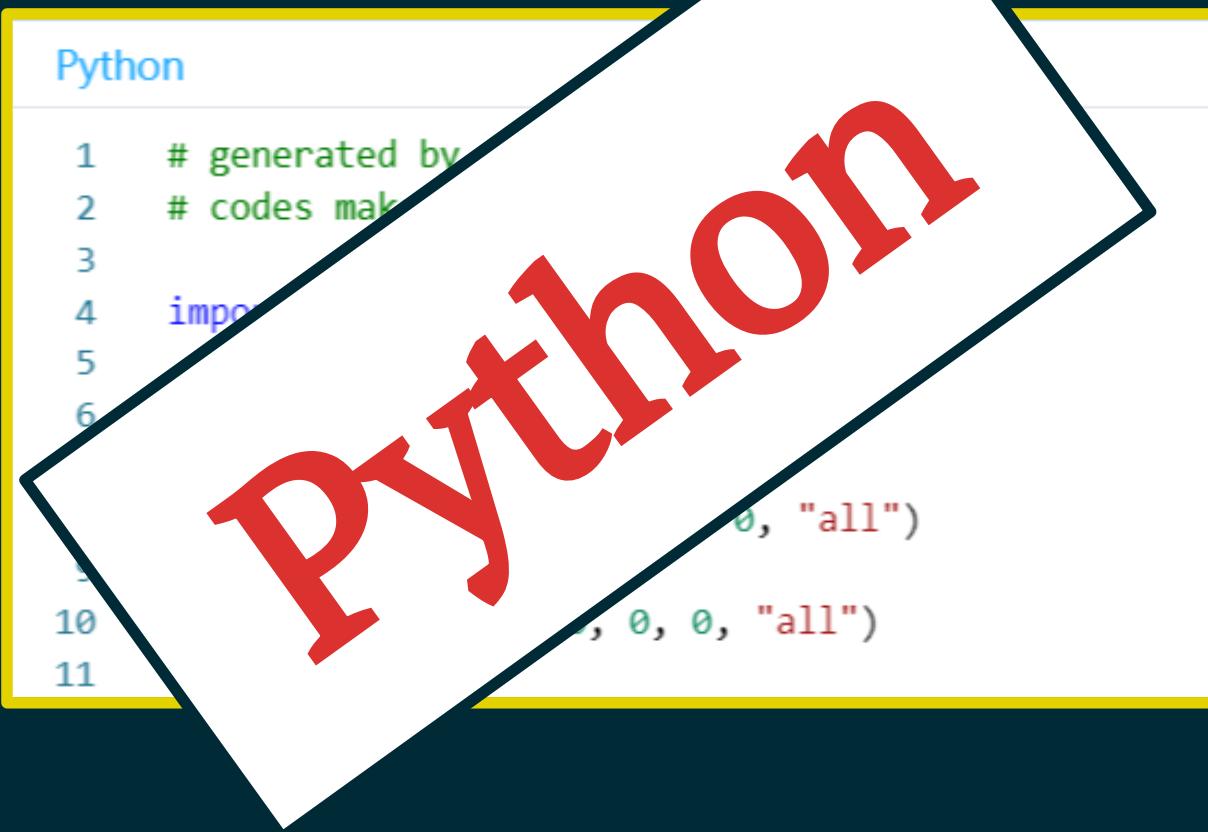
At the bottom of the Python Editor window are two buttons: "Go to Python Editor" and "Copy this transcode to clipboard".

LINGUAGGIO INTERMÉDIO

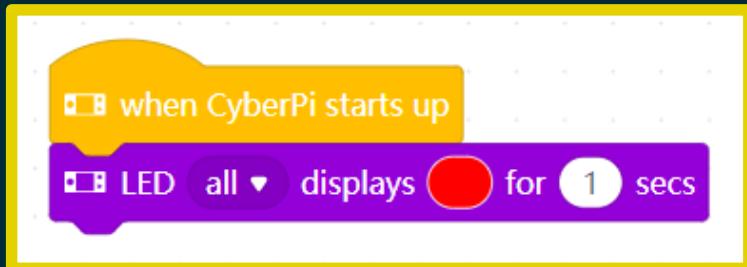
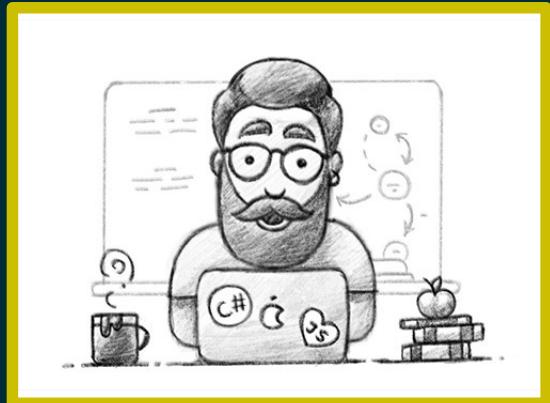
Python

```
1 # generated by mBlock5 for CyberPi
2 # codes make you happy
3
4 import event, time, cyberpi
5
6 @event.start
7 def on_start():
8     cyberpi.led.on(255, 0, 0, "all")
9     time.sleep(1)
10    cyberpi.led.on(0, 0, 0, "all")
11
```

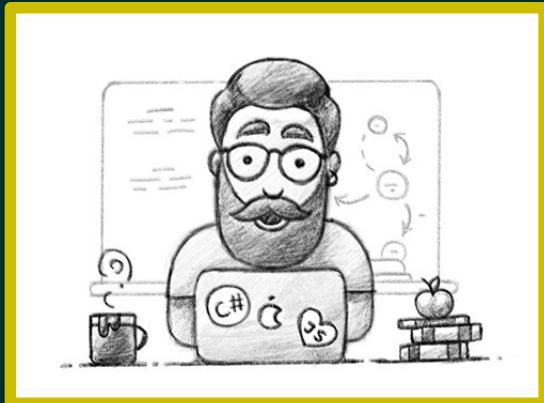
LINGUAGGIO INTERMÉDIO



SCRITTURA DEL PROGRAMMA



TRADUZIONE “AL VOLO”



```
@event.start
def on_start():
    cyberpi.led.on(255, 0, 0, "all")
    time.sleep(1)
    cyberpi.led.on(0, 0, 0, "all")
```

TRASMISSIONE



```
@event.start
def on_start():
    cyberpi.led.on(255, 0, 0, "all")
    time.sleep(1)
    cyberpi.led.on(0, 0, 0, "all")
```

INTERPRETAZIONE



0000110010010100011000110000
0000000011001001010010001011
0000000000...
...

INTERPRETAZIONE



Il programma è interpretato
durante l'esecuzione!



```
0000110010010100011000110000  
0000000011001001010010001011  
0000000000...  
...
```

ATTUATORI DI BASE

- altoparlante
- display grafico

ALTOPARLANTE

- riproduce tracce audio
- emette note della scala temperata
- genera segnali in frequenza

ESERCITAZIONE

**Abbassare il volume!
(5% è più che sufficiente)**

ESERCITAZIONE

- riprodurre i suoni precaricati

ESERCITAZIONE

- riprodurre i suoni precaricati
- suonare la scala diatonica:

60 62 64 65 67 69 71 72

ESERCITAZIONE

- riprodurre i suoni precaricati
- suonare la scala diatonica
- replicare la sirena della polizia:

G4 (67) per un secondo

E5 (76) per un sesto di secondo

G4 (67) per un sesto di secondo

E5 (76) per un sesto di secondo

ESERCITAZIONE

- riprodurre i suoni precaricati
- suonare la scala diatonica
- replicare la sirena della polizia:

G4 (67) per un secondo

E5 (76) per un sesto di secondo

G4 (67) per un sesto di secondo

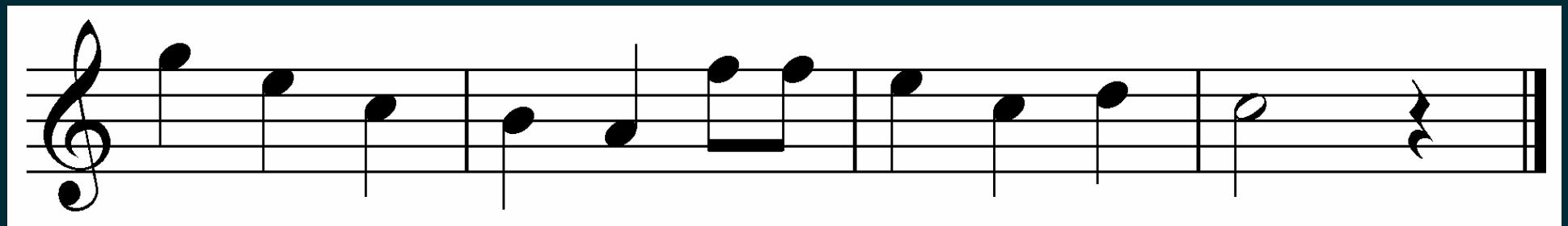
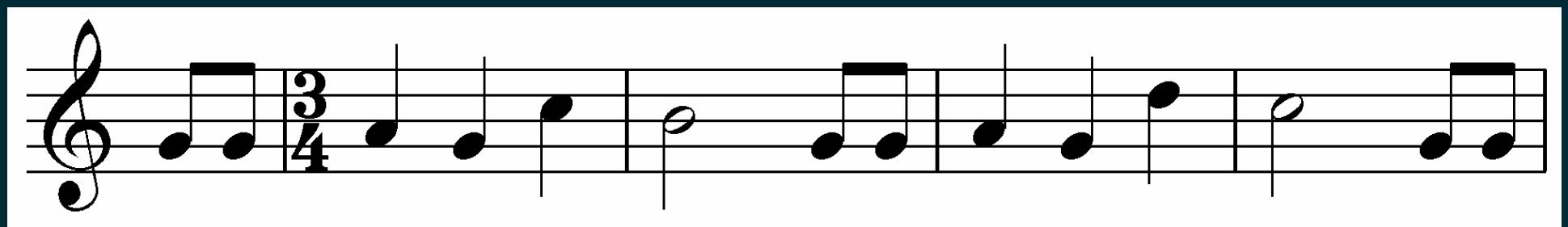
E5 (76) per un sesto di secondo

RIPETERE!

ESERCITAZIONE

- riprodurre i suoni precaricati
- suonare la scala diatonica
- replicare la sirena della polizia
- suonare la melodia di “Tanti auguri”

ESERCITAZIONE



ESERCITAZIONE

67 67 3 69 67 72 71 67 67 69 67 74 72 67 67
1/8 1/8 1/4 1/4 1/4 1/2 1/2 1/8 1/8 1/4 1/4 1/4 1/2 1/8 1/8

ESERCITAZIONE

A musical staff in treble clef. It features a measure starting with a dotted half note (67), followed by two eighth notes (67), a measure starting with a quarter note (4), a measure starting with a dotted half note (69), followed by two eighth notes (67), a measure starting with a quarter note (72), a measure starting with a dotted half note (71), followed by two eighth notes (67), a measure starting with a quarter note (67), followed by two eighth notes (69), a measure starting with a quarter note (67), followed by two eighth notes (74), a measure starting with a quarter note (72), a measure starting with a dotted half note (67), followed by two eighth notes (67).

Measure	Beat	Note Value	Number	Time Signature
1	1	Dotted Half Note	67	1/8
1	2	Eighth Note	67	1/8
1	3	Quarter Note	4	1/4
2	1	Dotted Half Note	69	1/4
2	2	Eighth Note	67	1/4
2	3	Quarter Note	72	1/2
3	1	Dotted Half Note	71	1/2
3	2	Eighth Note	67	1/8
3	3	Eighth Note	67	1/8
4	1	Quarter Note	69	1/4
4	2	Quarter Note	77	1/4
4	3	Quarter Note	77	1/4
5	1	Quarter Note	76	1/4
5	2	Quarter Note	72	1/4
5	3	Quarter Note	74	1/4
6	1	Quarter Note	72	1/2
6	2	Half Note	67	1/8
6	3	Half Note	67	1/8

A musical staff in treble clef. It features a measure starting with a quarter note (79), followed by two eighth notes (76), a measure starting with a quarter note (72), a measure starting with a quarter note (71), followed by two eighth notes (69), a measure starting with a quarter note (77), followed by two eighth notes (77), a measure starting with a quarter note (76), followed by two eighth notes (72), a measure starting with a quarter note (74), a measure starting with a quarter note (72), a measure starting with a half note (72).

Measure	Beat	Note Value	Number	Time Signature
1	1	Quarter Note	79	1/4
1	2	Quarter Note	76	1/4
1	3	Quarter Note	72	1/4
2	1	Quarter Note	71	1/4
2	2	Quarter Note	69	1/4
2	3	Eighth Note	77	1/8
2	4	Eighth Note	77	1/8
3	1	Quarter Note	76	1/4
3	2	Quarter Note	72	1/4
3	3	Quarter Note	74	1/4
4	1	Quarter Note	72	1/2

ESERCITAZIONE

- riprodurre i suoni precaricati
- suonare la scala diatonica
- replicare la sirena della polizia
- suonare la melodia di “Tanti auguri”

ESERCITAZIONE

- riprodurre i suoni precaricati
- suonare la scala diatonica
- replicare la sirena della polizia
- suonare la melodia di “Tanti auguri”
- emettere dei “beep” a frequenza casuale

CONCORRENZA

Sappiamo riprodurre la sirena della polizia...
Sappiamo emulare il lampeggio della polizia...

CONCORRENZA

Sappiamo riprodurre la sirena della polizia...

Sappiamo emulare il lampeggio della polizia...

Lo si può fare in contemporanea!?

CONCORRENZA

Sappiamo riprodurre la sirena della polizia...
Sappiamo emulare il lampeggio della polizia...

Lo si può fare in contemporanea!?

DISPLAY GRAFICO

- 128×128 pixel, a colori
- tre modalità: testo, tabella e grafica
- fino a 8 etichette in sovrapposizione
- orientabile nelle quattro direzioni

DISPLAY GRAFICO

Modalità testo

- 4 dimensioni di carattere
- colore e dimensione del testo globali
- flusso organizzato in linee
- origine in alto a sinistra
- a-capo automatico e su comando
- scorrimento automatico verso l'alto

DISPLAY GRAFICO

Modalità tabella

- massimo 4 righe, 3 colonne
- dimensione del testo prefissata (**middle**)
- scorrimento orizzontale automatico dei testi

DISPLAY GRAFICO

Modalità grafica

- grafico a linea o a barre verticali
- origine in basso a sinistra
- valori compresi nell'intervallo [0÷100]
- raggruppamento implicito per colore
- scorrimento automatico delle tracce
- aggiornamento automatico delle barre

DISPLAY GRAFICO

Etichette

- 8, disponibili in tutte le modalità
- appaiono in sovrapposizione al resto
- liberamente posizionabili sul display
- dimensione e colore del testo proprie

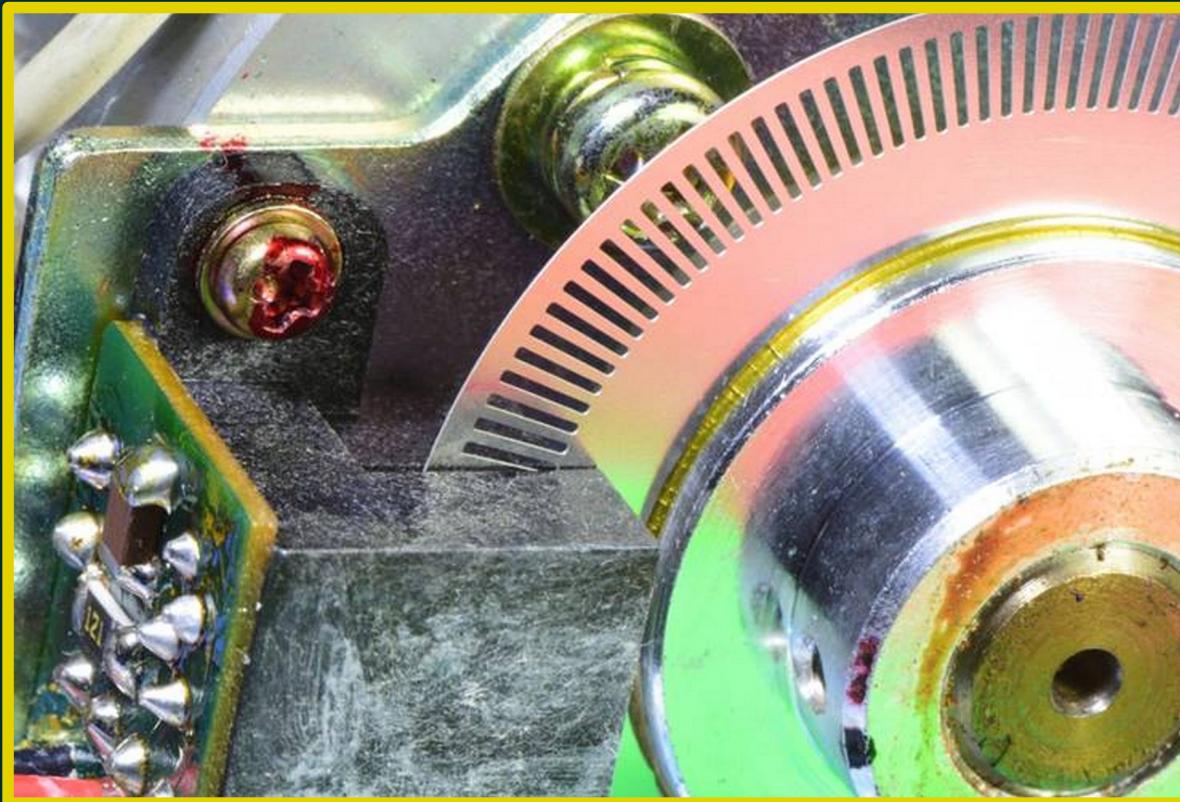
ESERCITAZIONE

- aggiungere una descrizione introduttiva ad un programma già realizzato prima del suo avvio
- simulare il lancio di un dado con lo scuotimento
- diagrammare l'andamento del livello di luminosità e della rumorosità ambientale
- realizzare una livella digitale

MOVIMENTO DI BASE

- avanti, indietro, ruota
- velocità espressa in giri/min ($\pm 200\text{RPM}$)
- versione “temporizzata” dei comandi
- avanti, indietro per una data lunghezza
- ruota a sinistra/destra di un certo angolo

MOTORI CON ENCODER



PRUDENZA!

mBot2 comincerà a muoversi
non appena il trasferimento del
programma sarà completato.

PRUDENZA!

mBot2 comincerà a muoversi
non appena il trasferimento del
programma sarà completato.

**Attenzione a non farsi
prendere di sorpresa!**

PRUDENZA!

mBot2 continuerà a muoversi
finché non verrà spento
(o all'esaurimento della batteria).

CARATTERISTICHE

Motori

- velocità massima: 200 RMP
- sensibilità dell'encoder: 1 °
- accuratezza (nelle rotazioni): inferiore a 5 °
- coppia massima: 1500 g/cm
- utilizzabili come manopole

ESERCITAZIONE

Far muovere mBot2...

ESERCITAZIONE

Far muovere mBot2:

- quando si preme il pulsante B...

ESERCITAZIONE

Far muovere mBot2:

- quando si preme il pulsante B
- per tre secondi, dopodiché si deve fermare

ESERCITAZIONE

Far muovere mBot2 cambiando direzione a caso ogni secondo, usando i LED come indicatori:

verde per “avanti”,
rosso per “indietro”,
giallo (solo i due LED interni) per “ruota”.

ESERCITAZIONE

Percorrere delle traiettorie predefinite:

- tracciare un quadrato di 50 cm lato
- tracciare un pentagono di 45 cm di lato
- completare una gincana arbitraria...

ESERCITAZIONE

Percorrere delle traiettorie predefinite:

- tracciare un quadrato di 50 cm lato
- I **movimenti sono accurati? Perché?**
- tracciare un pentagono di 45 cm di lato
- completare una gincana arbitraria..
Un'autocalibrazione potrebbe migliorare la situazione!

ESERCITAZIONE

Percorrere delle traiettorie predefinite:

- tracciare un quadrato di 50 cm lato
- tracciare un pentagono di 45 cm di lato
- completare una gincana arbitraria...

ESERCITAZIONE

Percorrere delle traiettorie predefinite:

- tracciare un quadrato di 50 cm lato
- tracciare un pentagono di 45 cm di lato
- completare una gincana arbitraria
- muoversi lungo una circonferenza?!

CONTROLLO DEI MOTORI

CONTROLLO DEI MOTORI

I due motori di mBot sono indipendenti.

CONTROLLO DEI MOTORI

M1



CONTROLLO DEI MOTORI



M2

CONTROLLO DEI MOTORI

I due motori di mBot sono indipendenti.
Controllabili in velocità (RPM) o potenza (%).

Valori positivi fanno ruotare i motori in senso
antiorario, quelli negativi in senso orario.

- M1 ruota in avanti per valori **positivi**
- M2 ruota in avanti per valori **negativi**

TRAIETTORIE



TRAIETTORIE



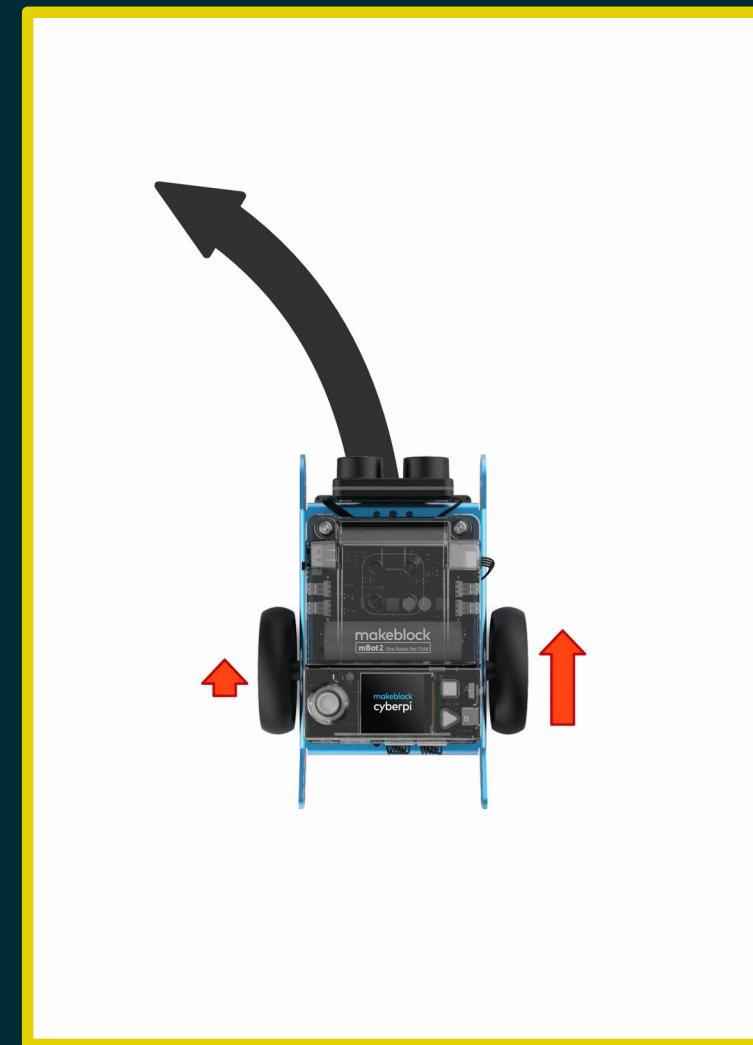
TRAIETTORIE



TRAIETTORIE



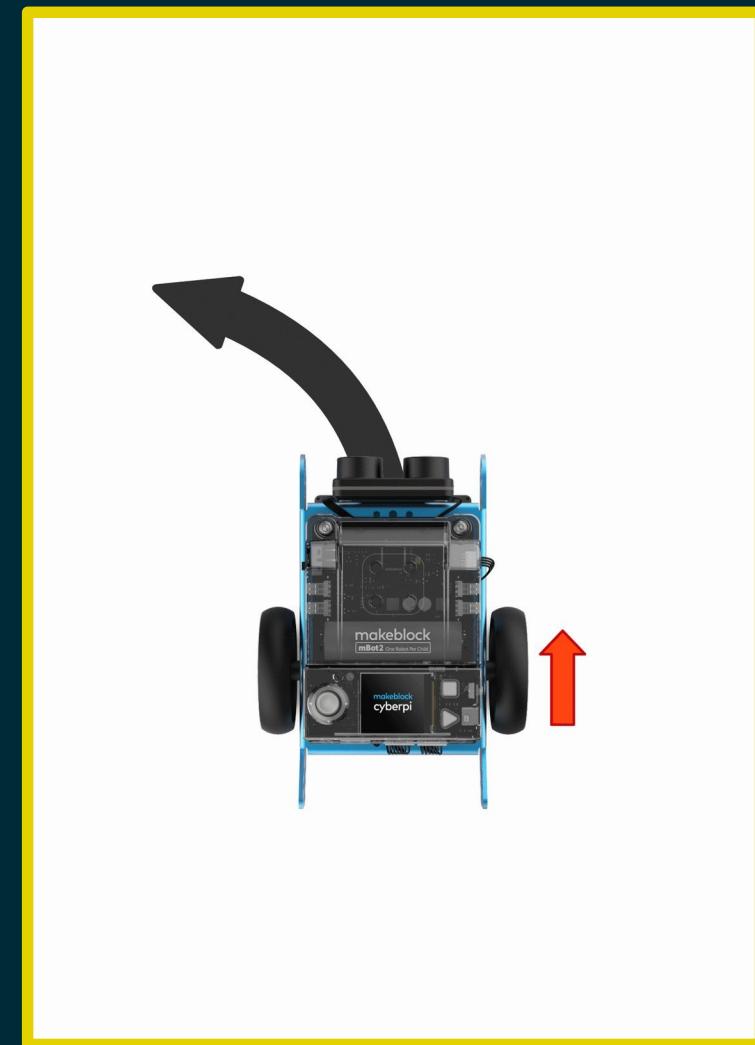
TRAIETTORIE



TRAIETTORIE



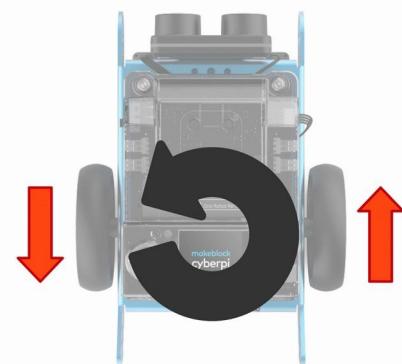
TRAIETTORIE



TRAIETTORIE



TRAIETTORIE



TRAIETTORIE



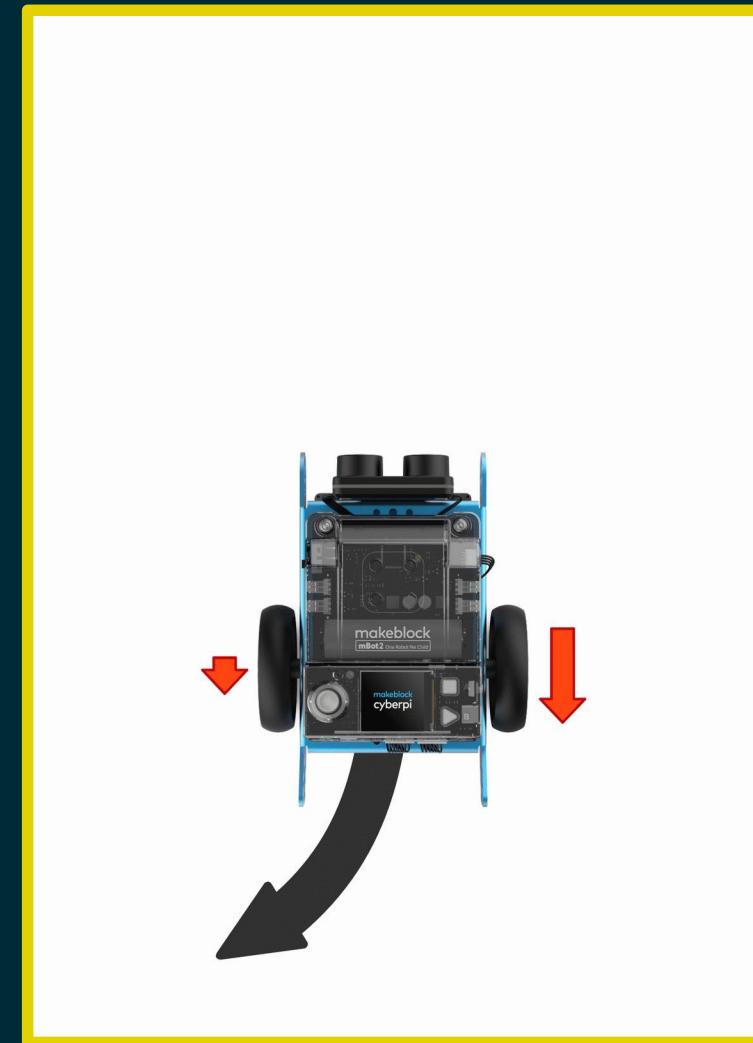
TRAIETTORIE



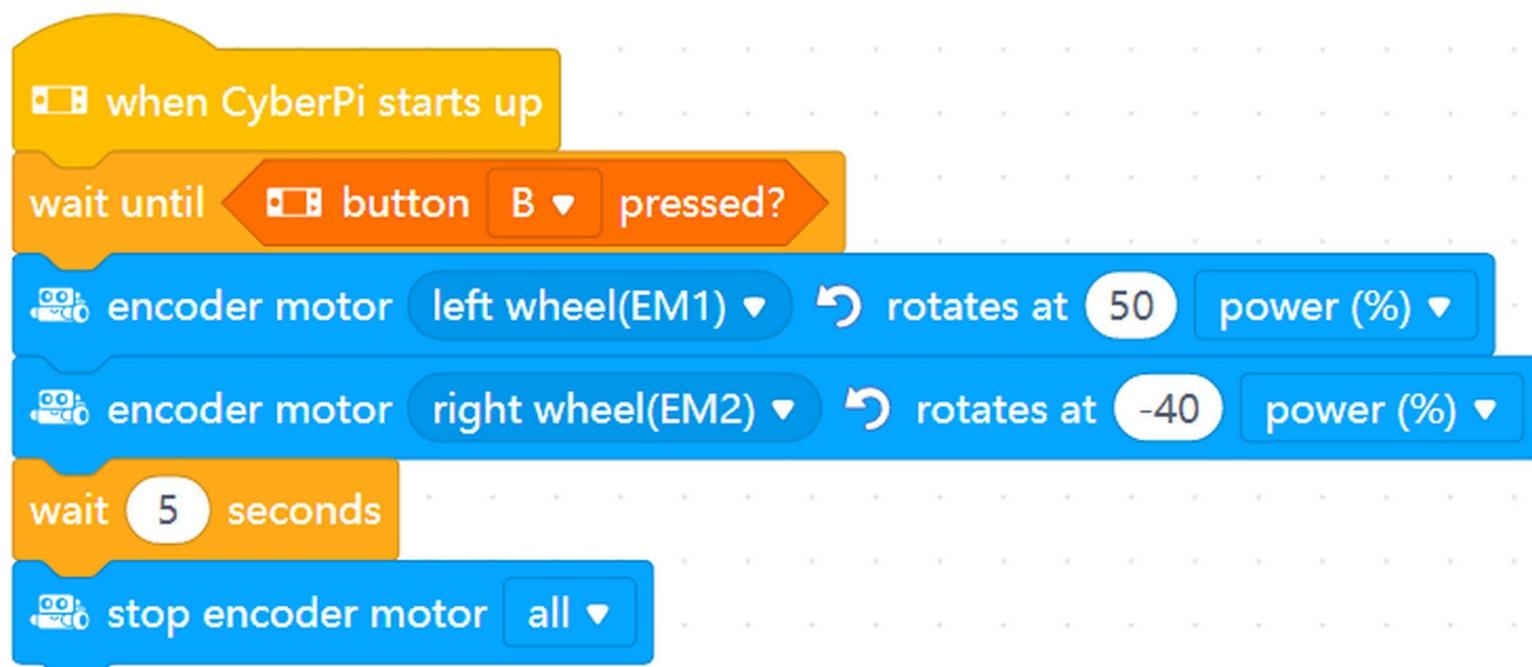
TRAIETTORIE



TRAIETTORIE



QUIZ!



ESERCITAZIONE

Il raggio di curvatura dipende dal rapporto tra le velocità di rotazione dei due motori M1 e M2.

Provare a disegnare una curva a S, a U, o a 8 sperimentando vari rapporti: 2:1, 3:4, ...

Al variare del rapporto cambia il tempo impiegato da mBot2 a completare la traiettoria prescelta.

SENSORE DI PROSSIMITÀ



APPLICAZIONE

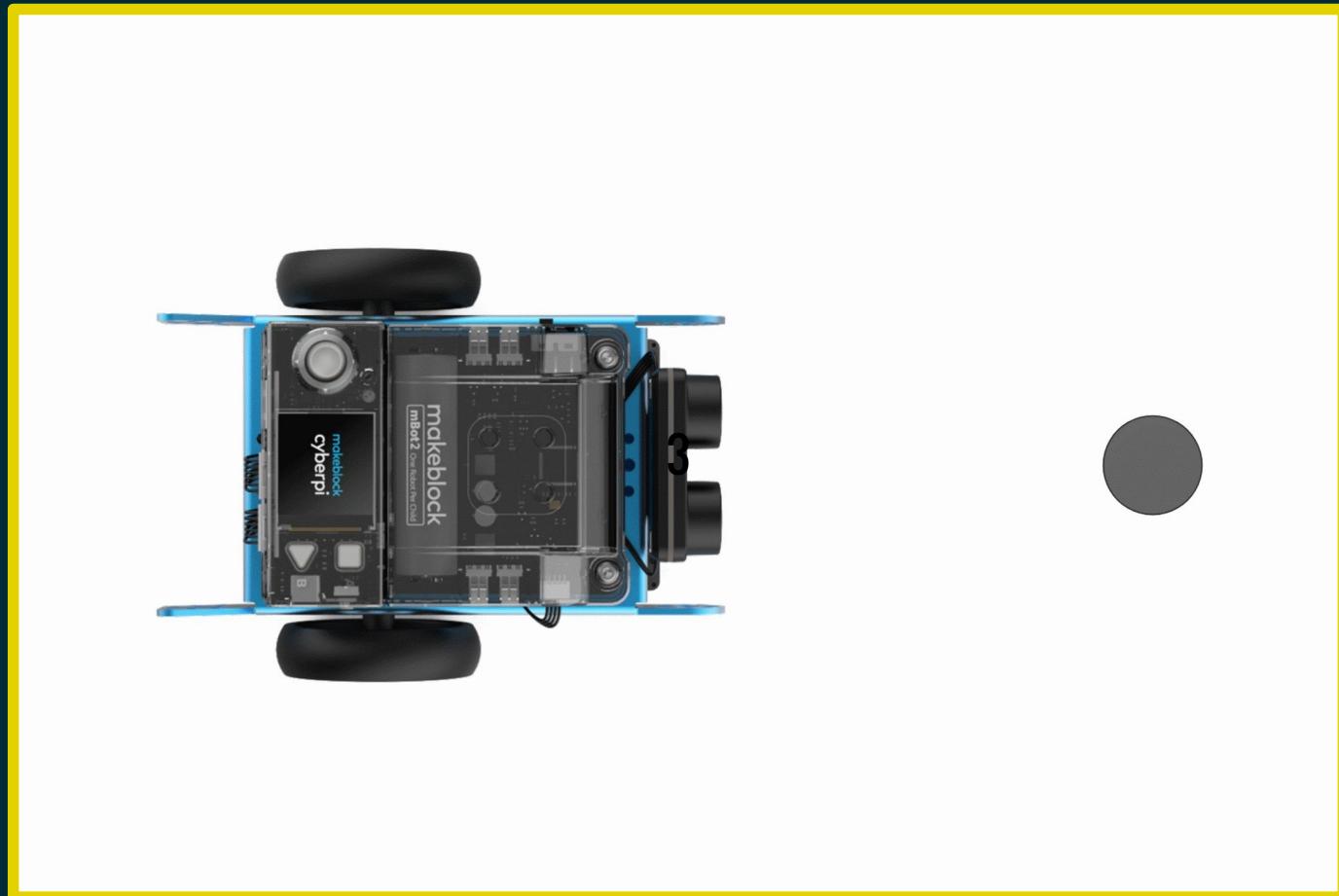


By Powerreset - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15009646>

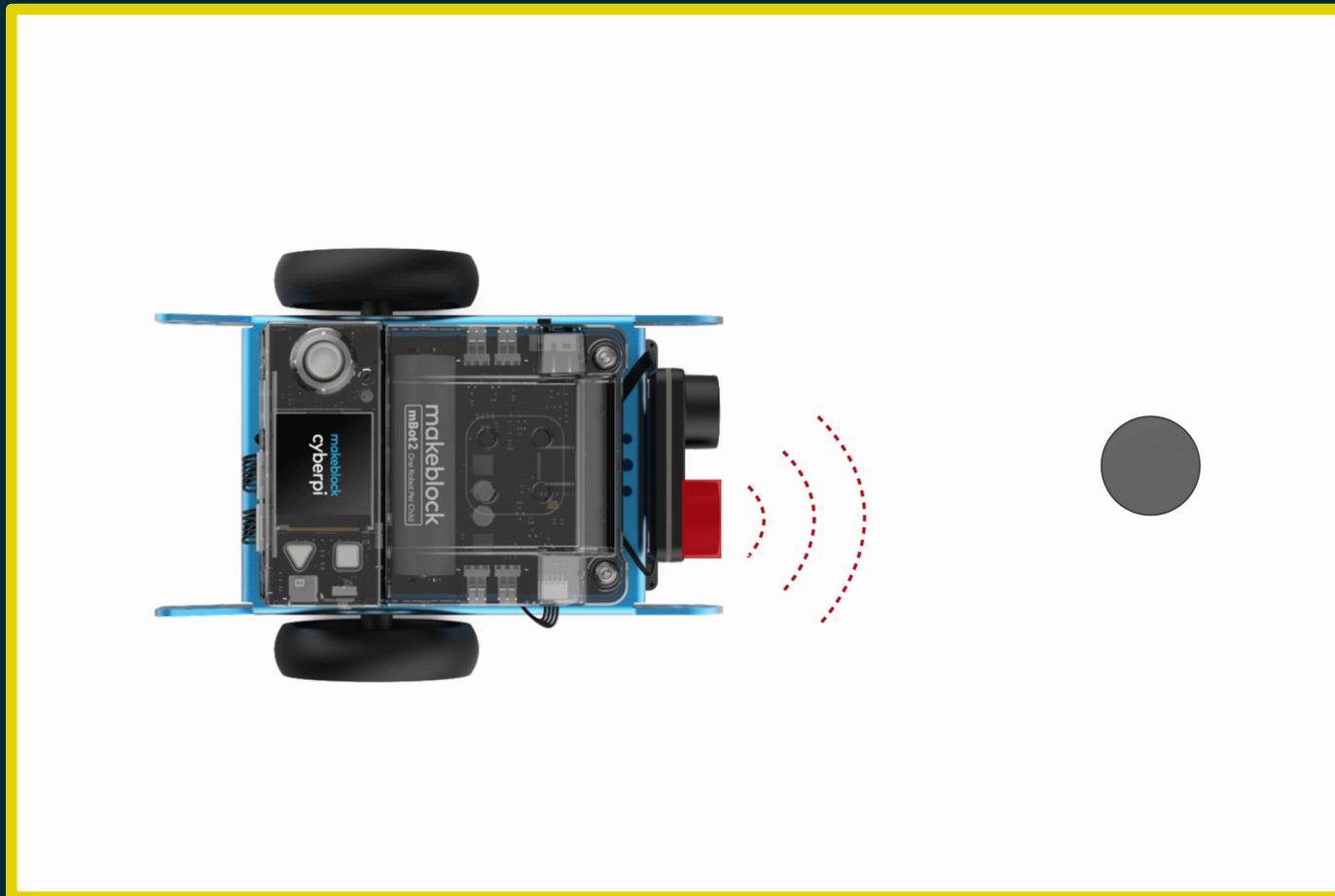
APPLICAZIONE



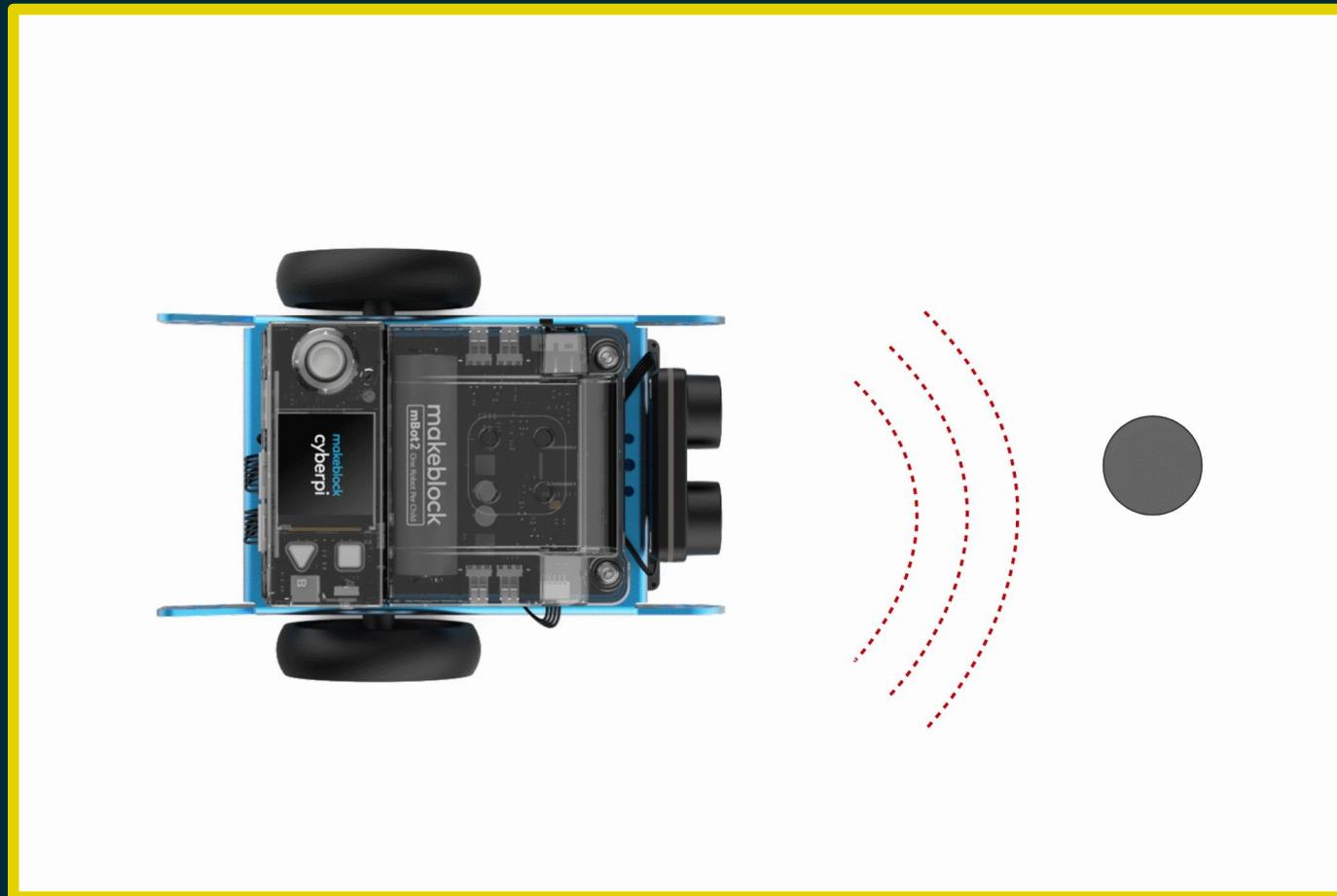
FUNZIONAMENTO



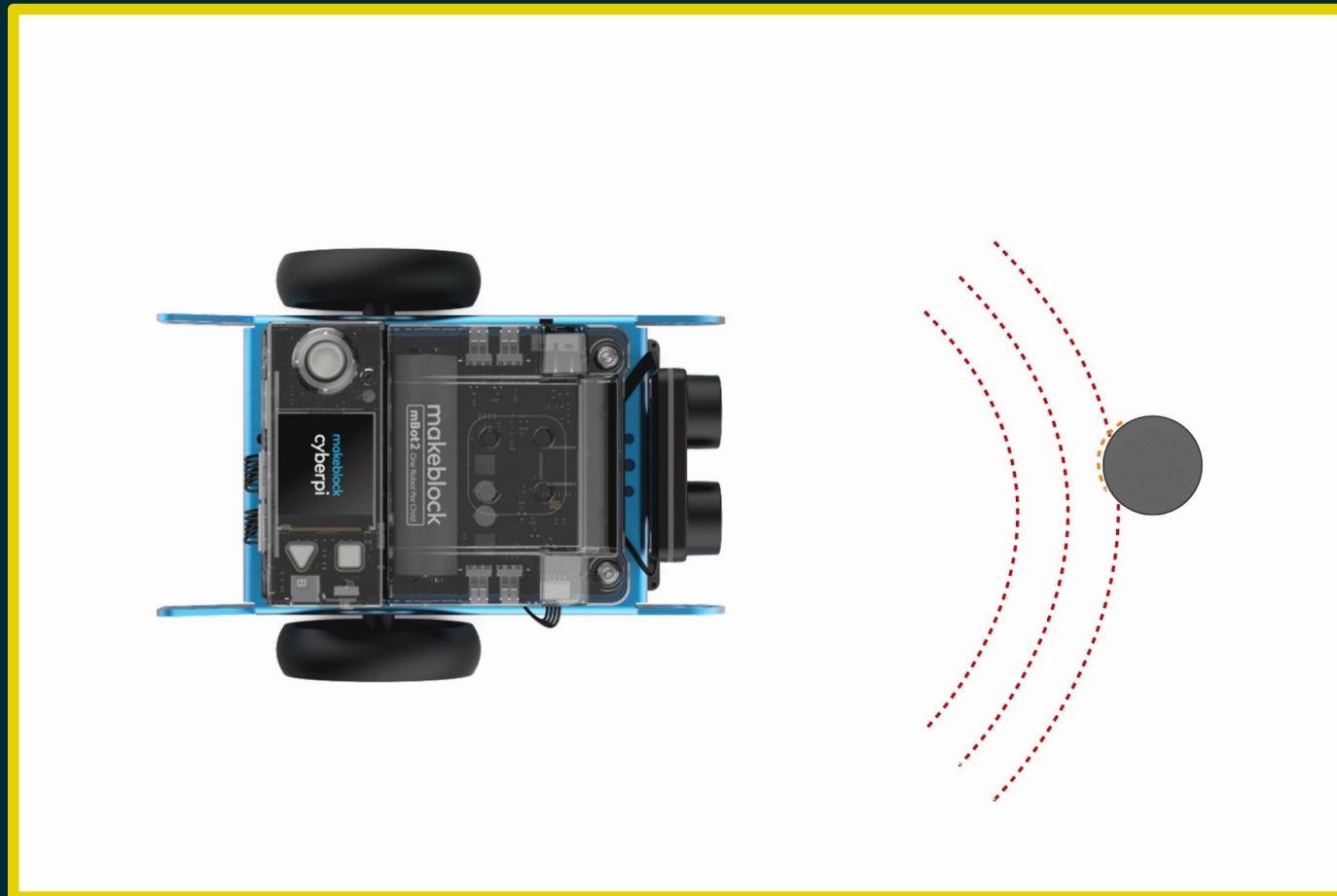
FUNZIONAMENTO



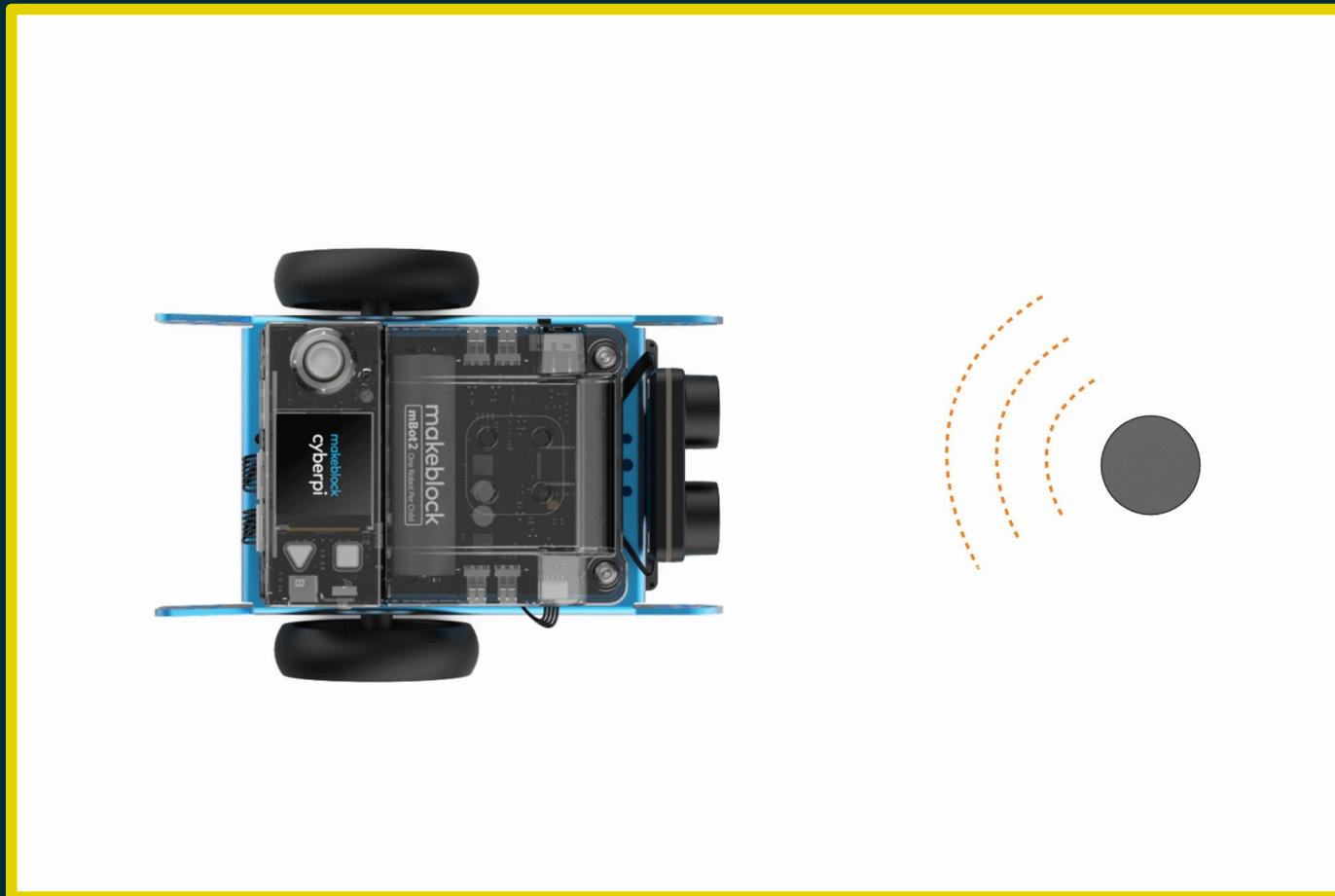
FUNZIONAMENTO



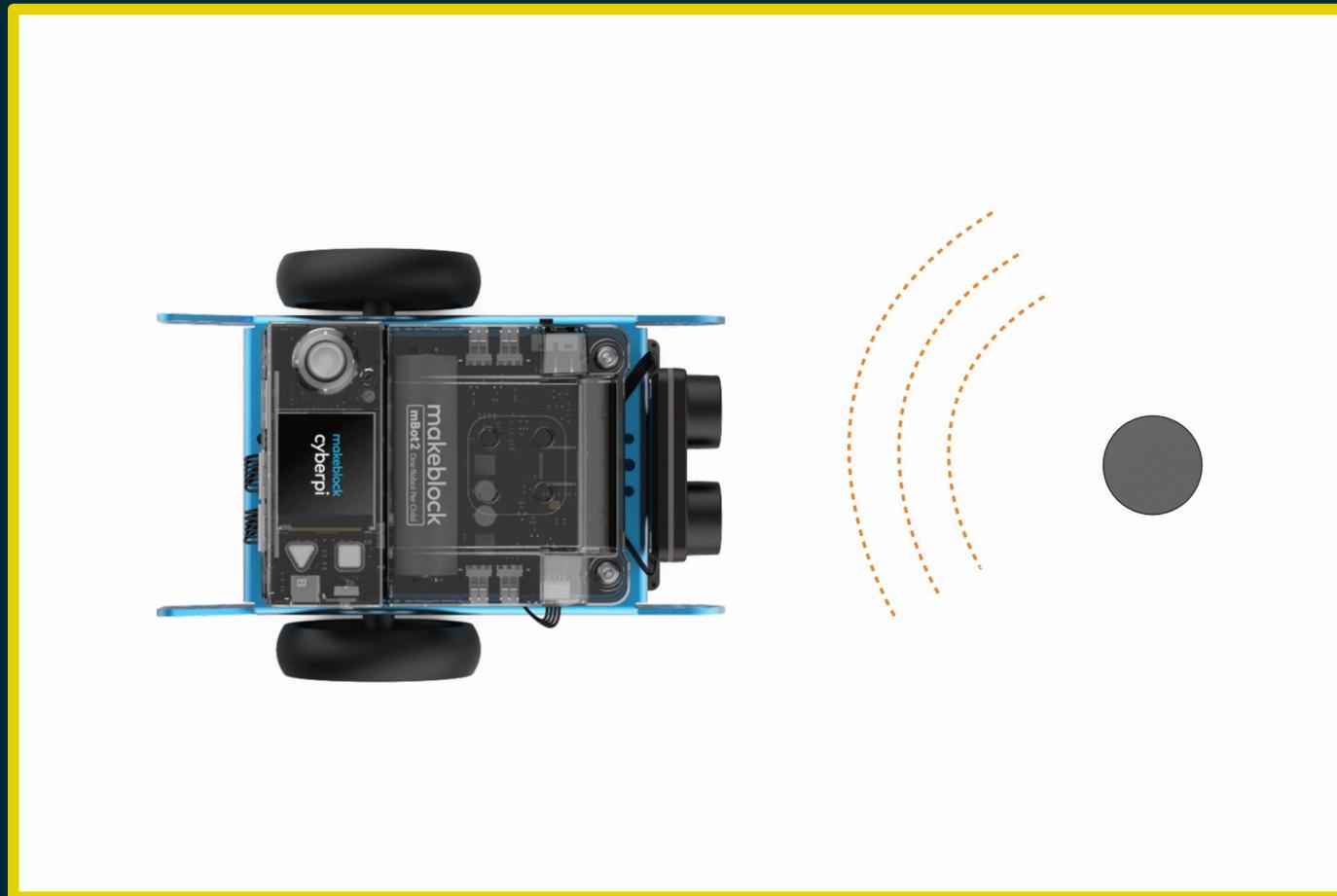
FUNZIONAMENTO



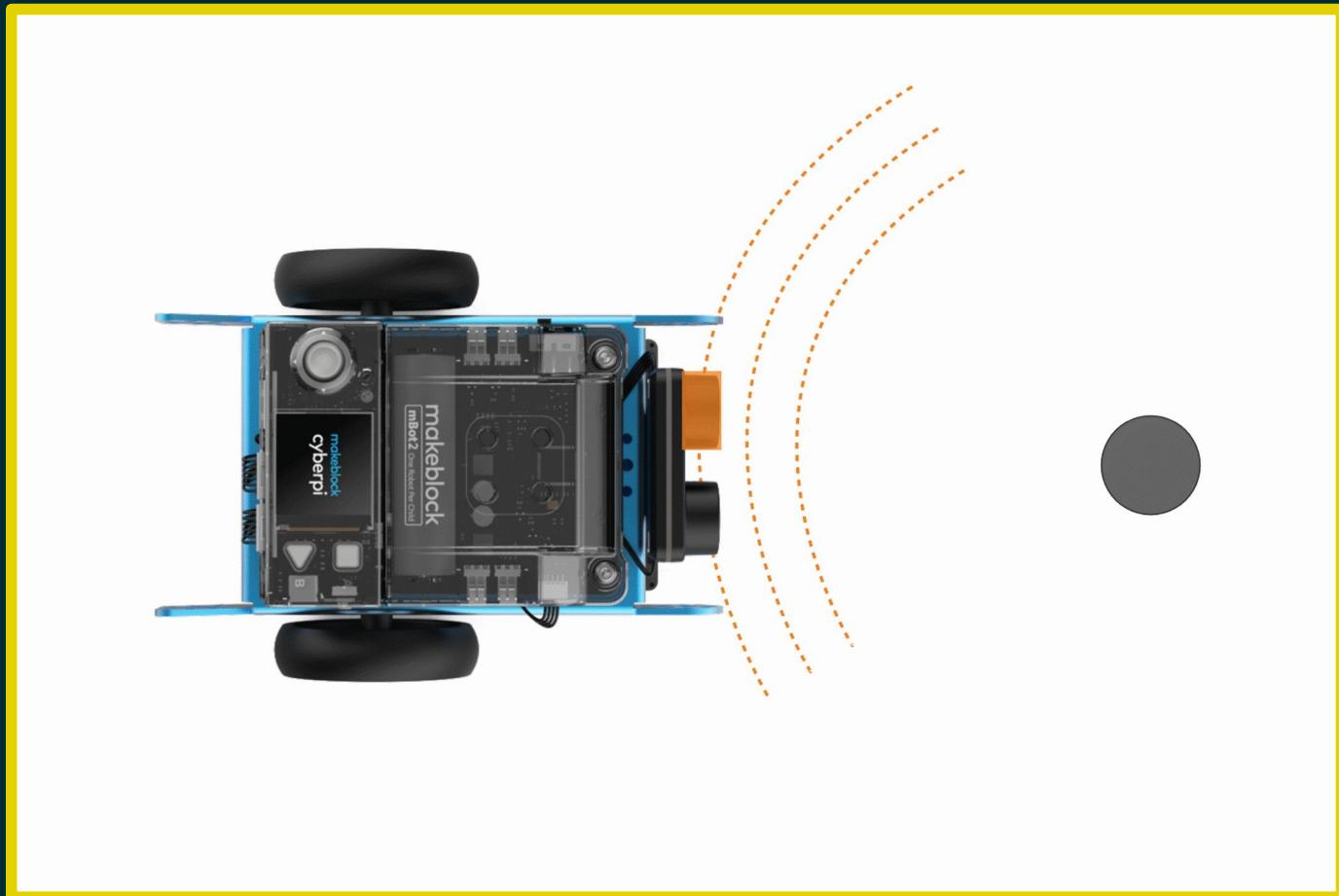
FUNZIONAMENTO



FUNZIONAMENTO



FUNZIONAMENTO



CARATTERISTICHE

Campo di misura: da 5 a 300 cm

Risoluzione: 1 cm

Accuratezza: $\pm 5\%$

Non particolarmente stabile.

CARATTERISTICHE

Campo di misura: da 5 a 300 cm

Risoluzione: 1 cm

Accuratezza: $\pm 5\%$

Non particolarmente stabile.

Soggetto a interferenze: attendere
almeno 50ms tra una lettura e l'altra.

TEST DEL SENSORE /1

Indicare la distanza rilevata con il colore dei LED:

meno di 15 cm..... : LED rossi

tra 15 e 45 cm..... : LED gialli

45 cm e oltre.....: LED verdi

TEST DEL SENSORE /2

Indicare la distanza con un suono.

Più l'oggetto è vicino, più acuta è la nota:

meno di 10 cm..... : nota **72 (suono 523)**

tra 10 e 15 cm..... : nota **71 (suono 494)**

tra 15 e 20 cm..... : nota **69 (suono 440)**

...

Si ottiene un theremin!

TEST DEL SENSORE /3

Indicare la distanza rilevata con un cicalino: più l'oggetto è vicino, più ravvicinati i “beep”:

- tra 100 e 75 cm.... : 1 beep al secondo
- tra 75 e 50 cm..... : 2 beep al secondo
- tra 50 e 25 cm..... : 4 beep al secondo
- meno di 25 cm.... : beep continuo

SCANSA OSTACOLI

Leggere il valore registrato dal sensore.

SCANSA OSTACOLI

Leggere il valore registrato dal sensore.

Se l'ostacolo si trova a più di 45 cm...

SCANSA OSTACOLI

Leggere il valore registrato dal sensore.

Se l'ostacolo si trova a più di 45 cm
allora si prosegue diritti;

SCANSA OSTACOLI

Leggere il valore registrato dal sensore.

Se l'ostacolo si trova a più di 45 cm

allora si prosegue diritti;
altrimenti...

SCANSA OSTACOLI

Leggere il valore registrato dal sensore.

Se l'ostacolo si trova a più di 45 cm

allora si prosegue diritti;
altrimenti
ci si ferma.

SCANSA OSTACOLI

Accendere i LED:

- d'azzurro durante l'attesa iniziale;
- di verde quando il robot avanza;
- di rosso quando il robot è fermo.

SCANSA OSTACOLI /2

Leggere il valore registrato dal sensore.

Se l'ostacolo si trova a più di 45 cm

allora si prosegue diritti;
altrimenti...

SCANSA OSTACOLI /2

Leggere il valore registrato dal sensore.

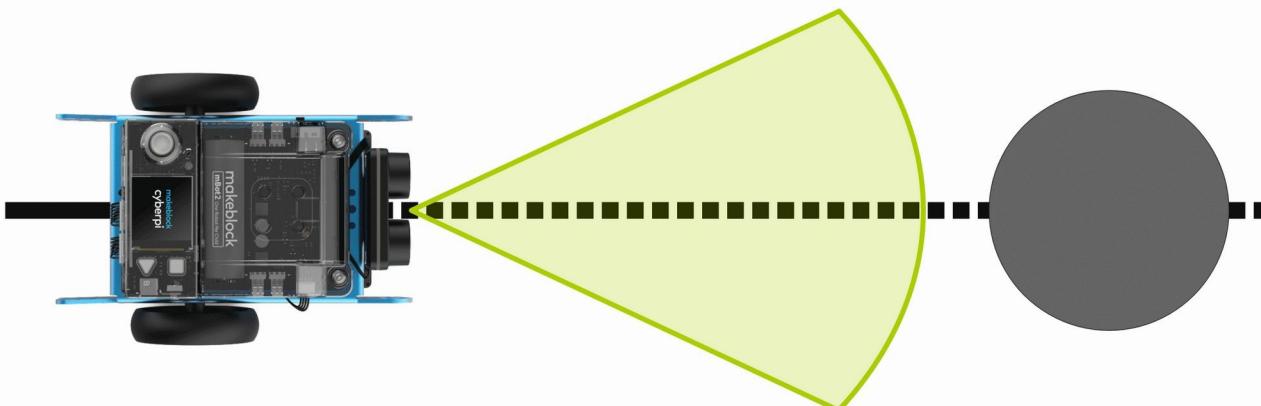
Se l'ostacolo si trova a più di 45 cm

allora si prosegue diritti;

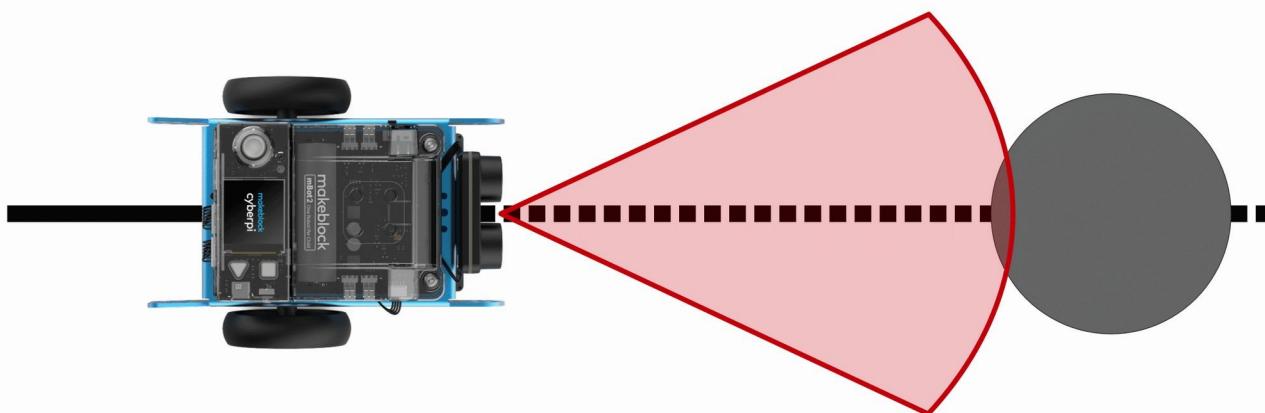
altrimenti

curvare brevemente in una direzione a caso.

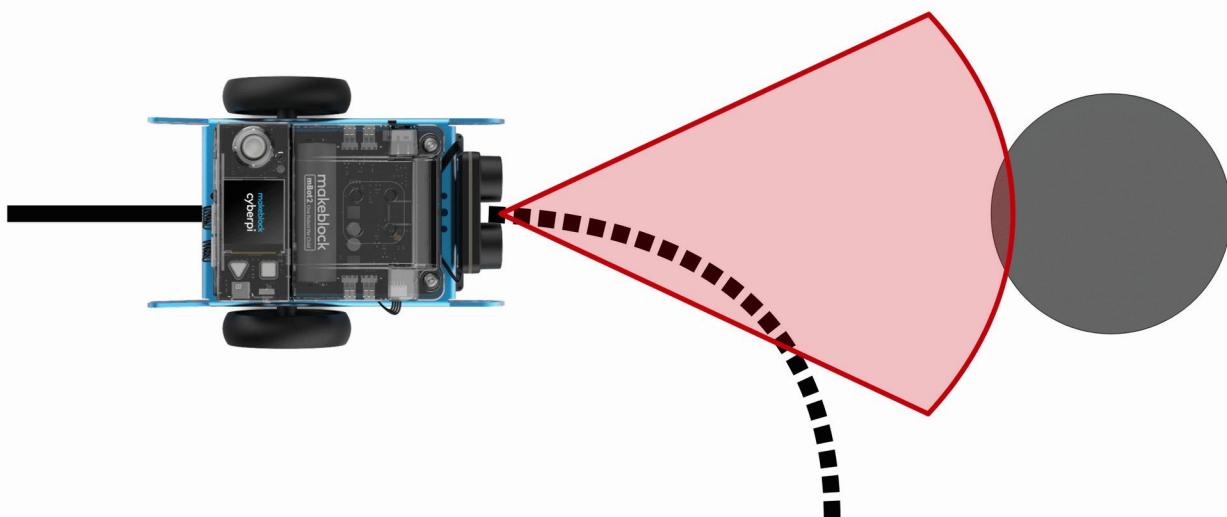
ESEMPLIFICAZIONE



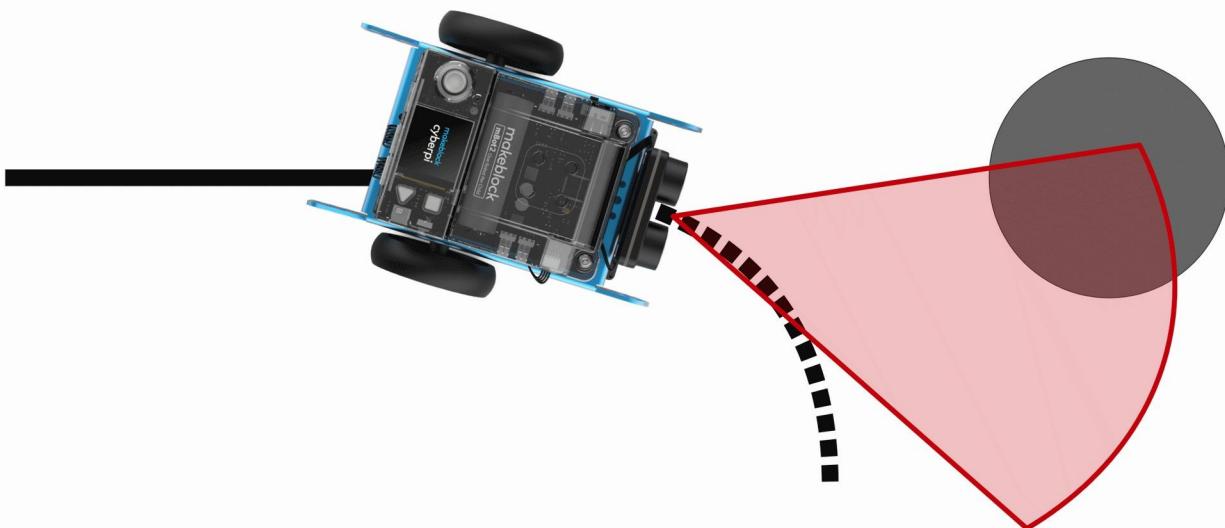
ESEMPLIFICAZIONE



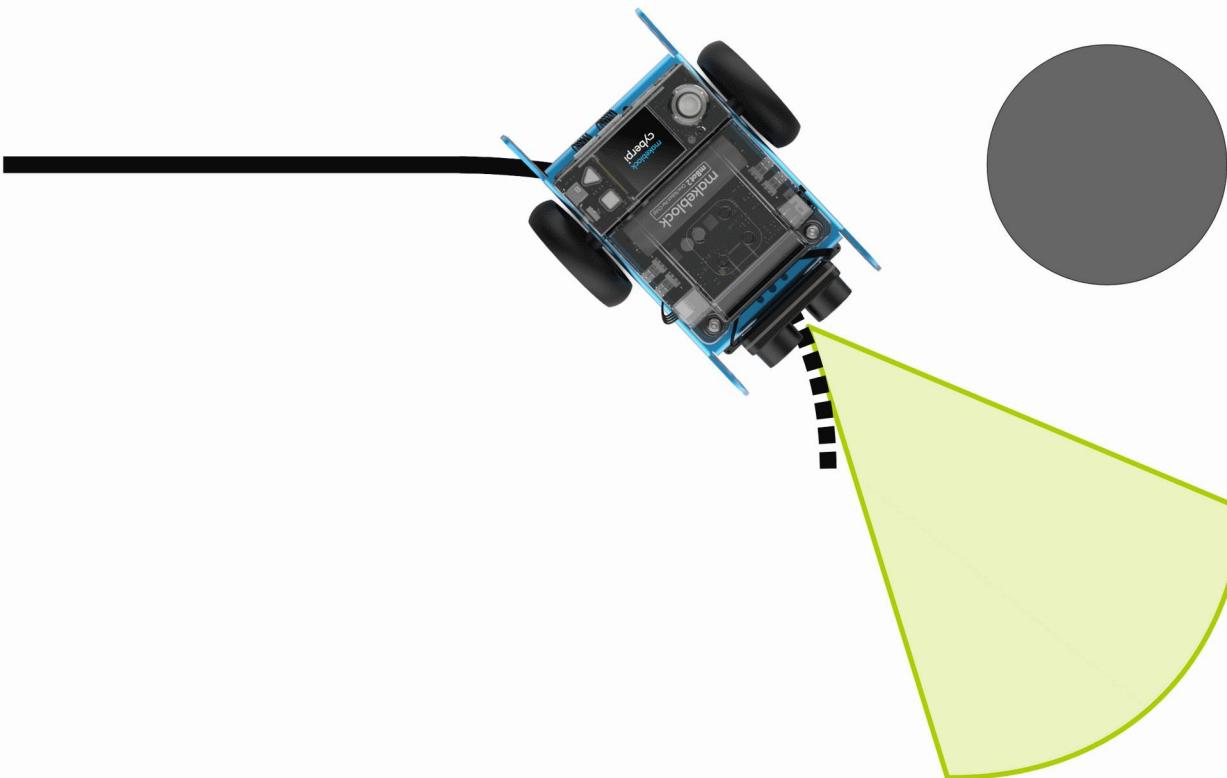
ESEMPLIFICAZIONE



ESEMPLIFICAZIONE



ESEMPLIFICAZIONE



ESEMPLIFICAZIONE

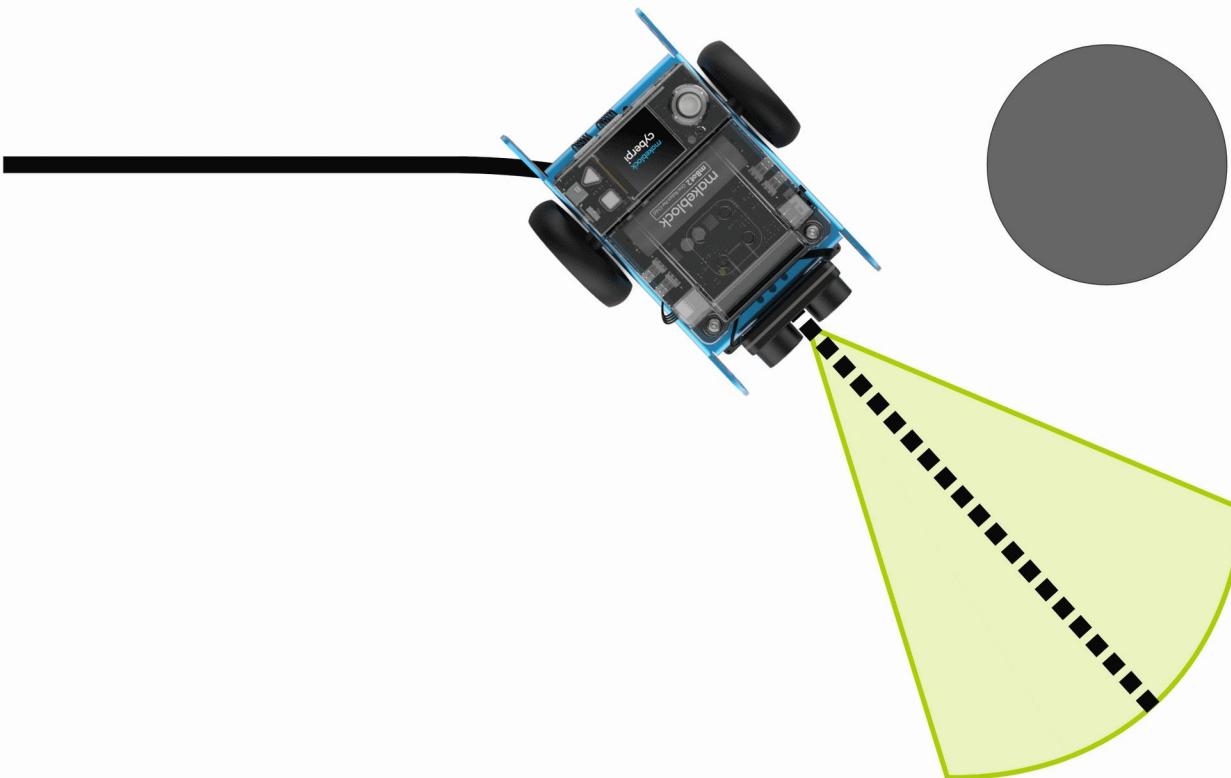
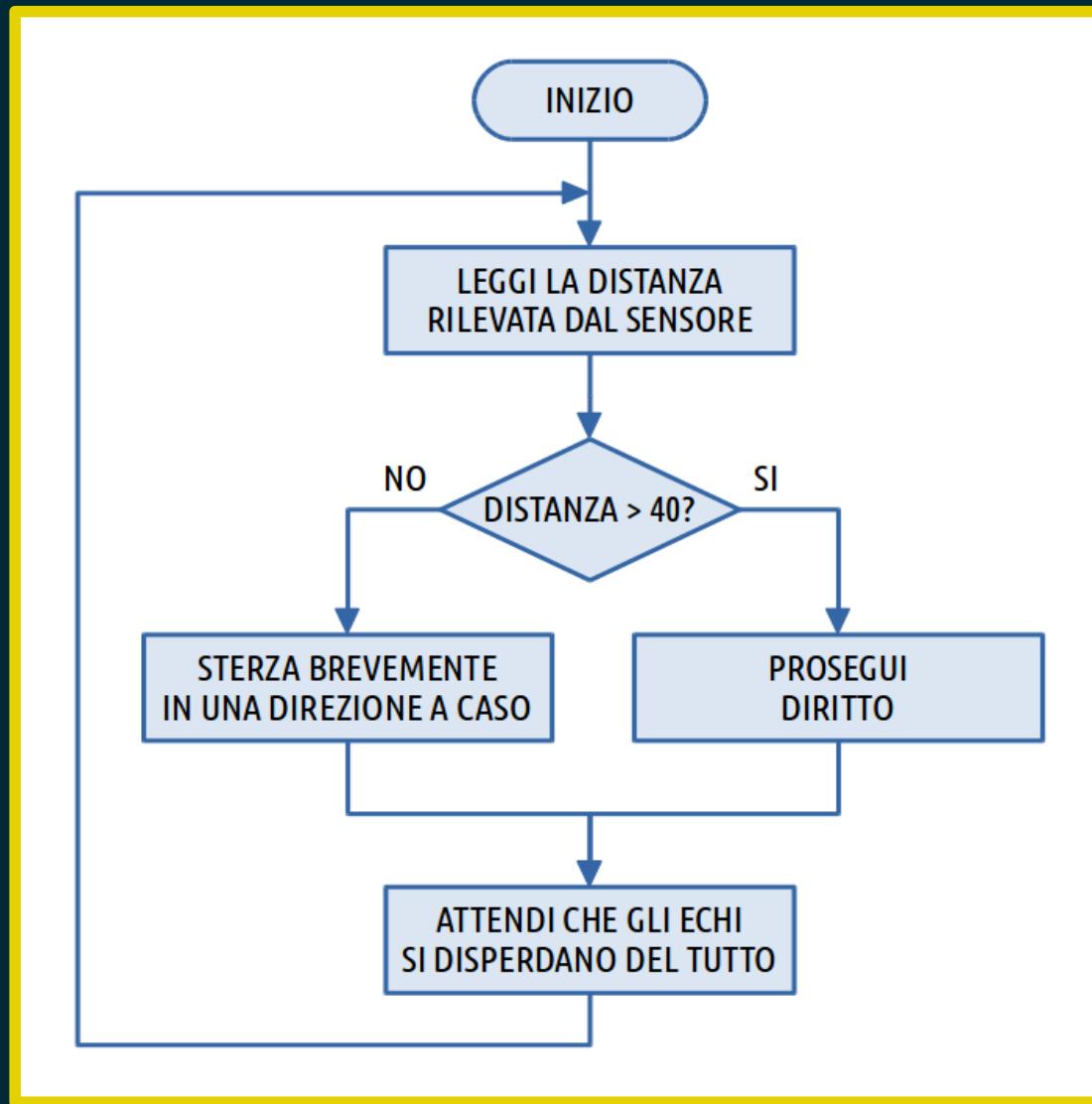


DIAGRAMMA DI FLUSSO



SCANSA OSTACOLI /3

Il programma funziona alla perfezione con gli ostacoli frontali immobili. Cosa accade se un ostacolo appare all'improvviso davanti al robot?

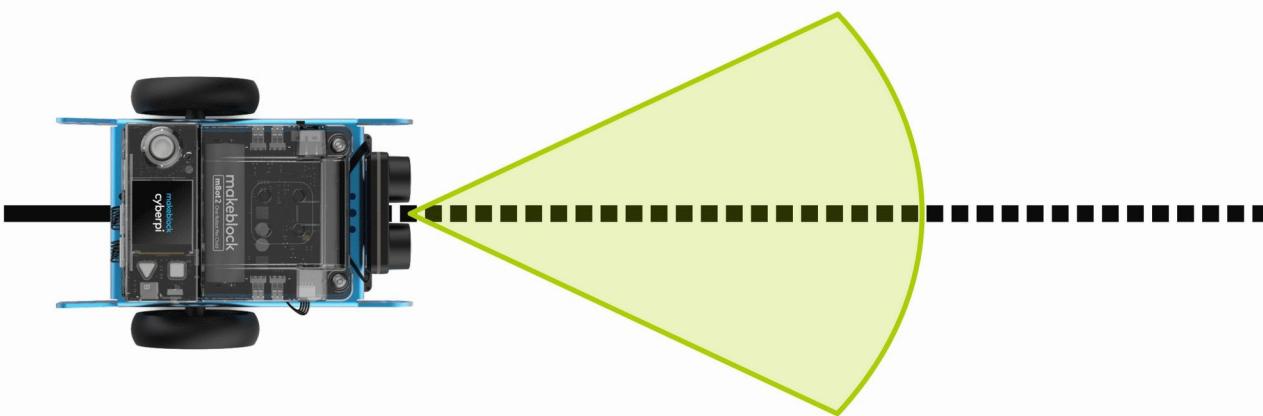
SCANSA OSTACOLI /3

Il programma funziona alla perfezione con gli ostacoli frontali immobili. Cosa accade se un ostacolo appare all'improvviso davanti al robot?

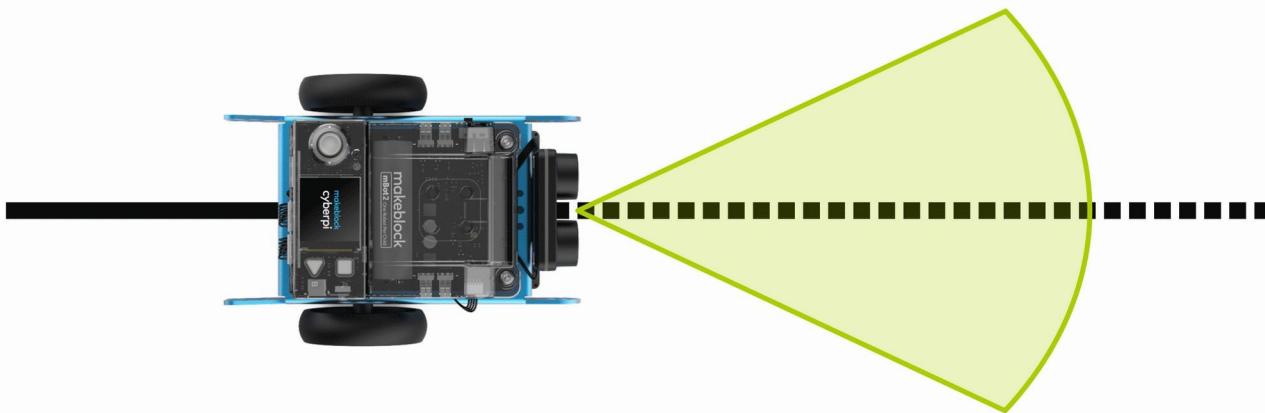
Il raggio di curvatura potrebbe non essere abbastanza stretto per evitare l'ostacolo.

ESEMPLIFICAZIONE

ESEMPLIFICAZIONE



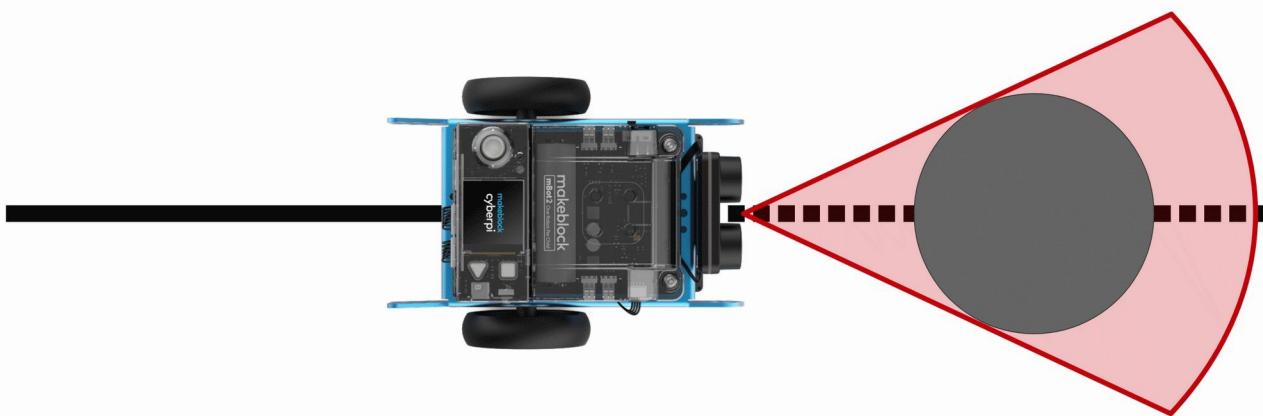
ESEMPLIFICAZIONE



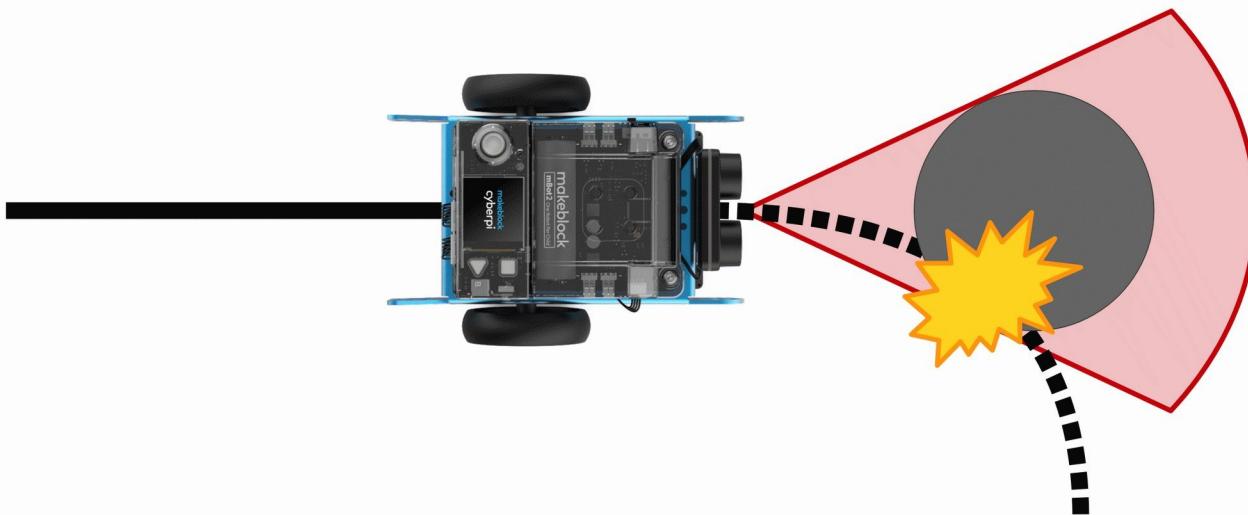
ESEMPLIFICAZIONE



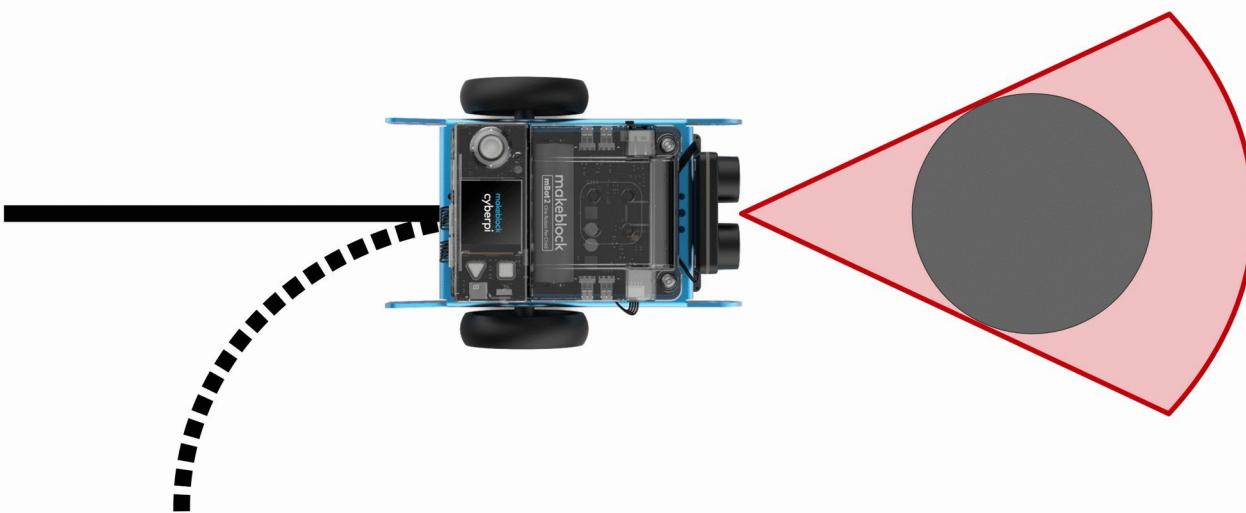
ESEMPLIFICAZIONE



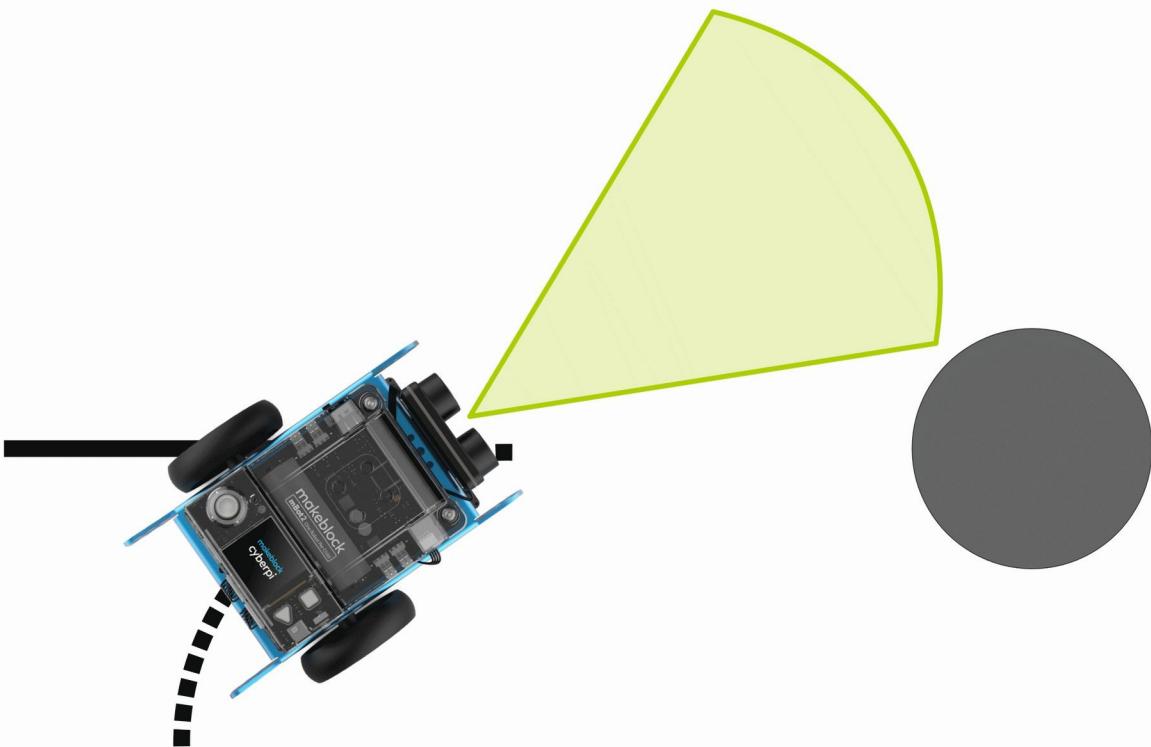
ESEMPLIFICAZIONE



ESEMPLIFICAZIONE



ESEMPLIFICAZIONE



ESEMPLIFICAZIONE

