

SERVO 2
Φ2
-90°:90°
home 0

CUSCINETTI A SFERE

SERVO 1
Φ1
0°:180°
home 0

SERVO 3
0°:180°
home 180
(in alto)

GHIERE

100 mm

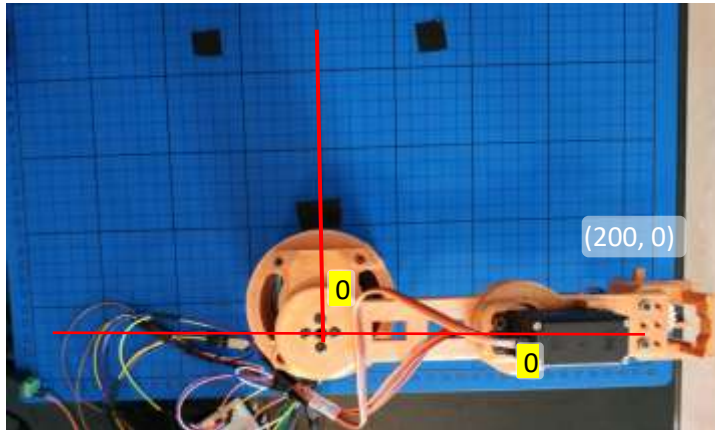
SERVO 4
0°:180°
home 0
(aperta)

100 mm

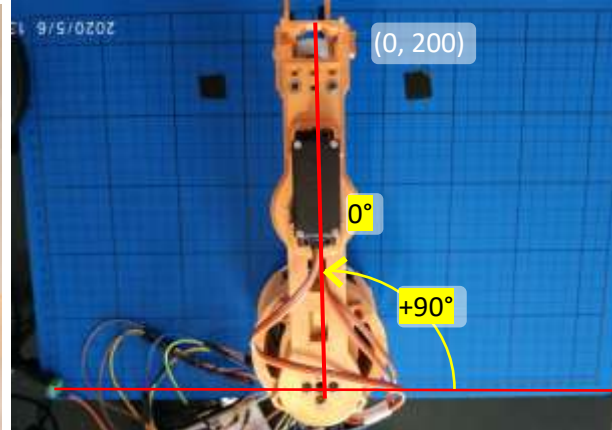
ARDUINO

POSIZIONI LIMITE ROBOT → Cinematica Diretta

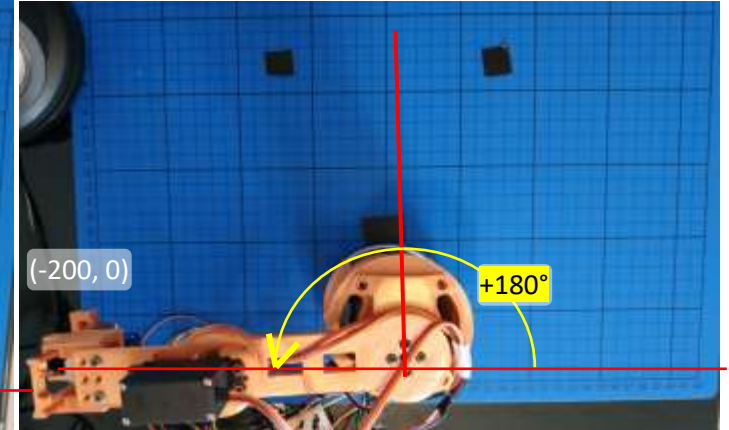
$\Phi_1 = 0$ e $\Phi_2 = 0$ (move 0 0)



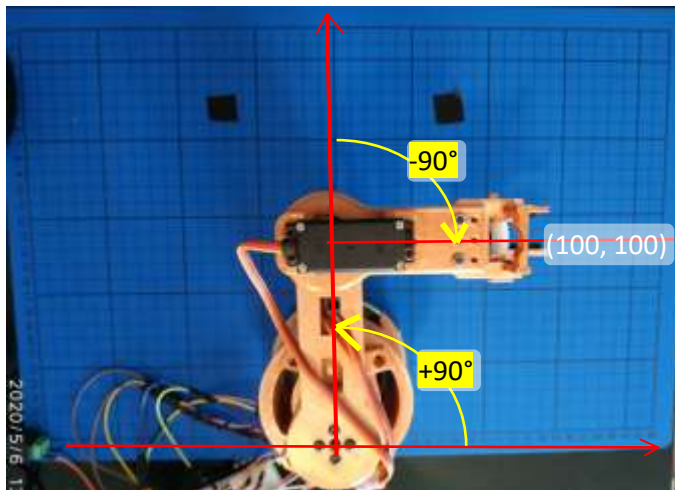
$\Phi_1 = 90$ e $\Phi_2 = 0$ (move 90 0)



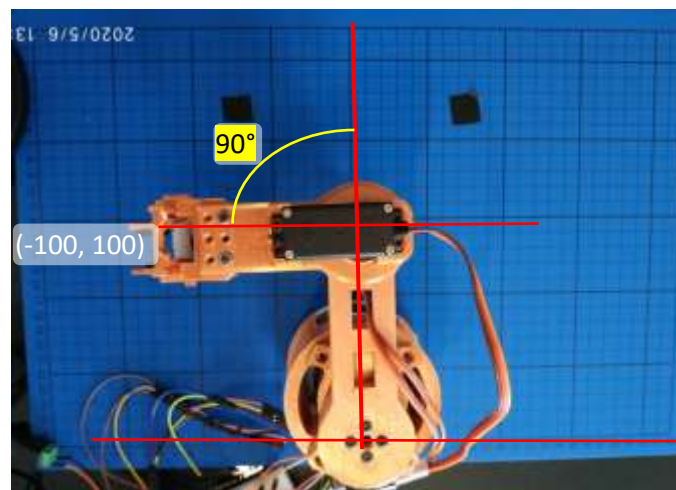
$\Phi_1 = 180$ e $\Phi_2 = 0$ (move 180 0)



$\Phi_1 = 90$ e $\Phi_2 = -9$ (move 90 -90)



$\Phi_1 = 90$ e $\Phi_2 = 90$ (move 90 90)



NB: l'angolo Φ_2 si misura rispetto all'asse passante per il link 1; se il link 2 è allineato al link 1 allora l'angolo

CINEMATICA DIRETTA

Noti gli angoli Φ_1 e Φ_2 dei link ricavo la posizione finale della pinza nel piano di lavoro x-y

Qui sotto due video che mostrano il funzionamento del robot in una azione di *pick & place*

<https://youtu.be/O7r5Vvcin9c>

→ spostamento pezzo giallo

<https://youtu.be/H52VBtY737M>

→ spostamento pezzo blu

PROGRAMMAZIONE ROBOT Scaraduno

ISTRUZIONE	DESCRIZIONE	ESEMPIO
home	porta il robot nella posizione di riposo con $\Phi_1 = 0^\circ$ $\Phi_2 = 0^\circ$ pinza aperta in alto	home
move Φ_1 Φ_2 0 <= Φ_1 <= 180° 90 <= Φ_2 <= 90°	muove i 2 link del robot sulla agli angoli indicati (interi)	move 70 70 move 90 -90 move 180 0
movez Z	muove la slitta terminale sulla quale è collegata la pinza alla quota Z (180 vicino al piano; 0 tutto in alto)	move 180 → pinza vicina dal piano move 0 → pinza lontana dal piano
grip X	sposta la ganasce mobile della pinza di una distanza X (150 = tutta chiusa; 0= tutta aperta)	grip 180 → pinza chiusa grip 0 → pinza aperta
pause T	fa una pausa per un tempo pari a T millisecondi	pause 2000 → due secondi di pausa
hspeed nspeed lspeed	imposta la velocità dei servomotori a: alta media bassa	nspeed → velocità normale
exit	termina il programma	if sensor3=1 then exit end if
if sensor=1 then <i>blocco istruzioni</i> end if	esegue il blocco istruzioni se il sensore è attivo; nel programma di simulazione sono disponibili 3 sensori -sensor1 -sensor2 -sensor3	if sensor1=1 then move 90 90 movez 180 grip 180 end if
if Start=1 then <i>blocco istruzioni</i> end if	esegue il blocco istruzioni se è attivo il pulsante Start	if Start=1 then if sensor1=1 then move 90 90 home end if end if
if Stop=1 then exit <i>(sulla stessa riga)</i>	Termina il programma se è attivo il pulsante Stop	if Stop=1 then exit

ESEMPIO PROGRAMMA

```
home
if Start=1 then
  if sensor1=1 then
    hspeed
    home
    move 45 45
    movez 0
    pause 1000
    grip 70
    nspeed
    movez 180
    move 45 10
    movez 0
    grip 0
    hspeed
    movez 180
    home
  end if

  if sensor2=1
    hspeed
    home
    move 135 -45
    movez 0
    pause 1000
    grip 70
    nspeed
    movez 180
    move 135 -10
    movez 0
    grip 0
    hspeed
    movez 180
    home
  end if

end if
```

Cosa fa questo programma?

LA TEORIA DEL ROBOT SCARA



Il robot SCARA è stato concepito per operazioni veloci e precise.

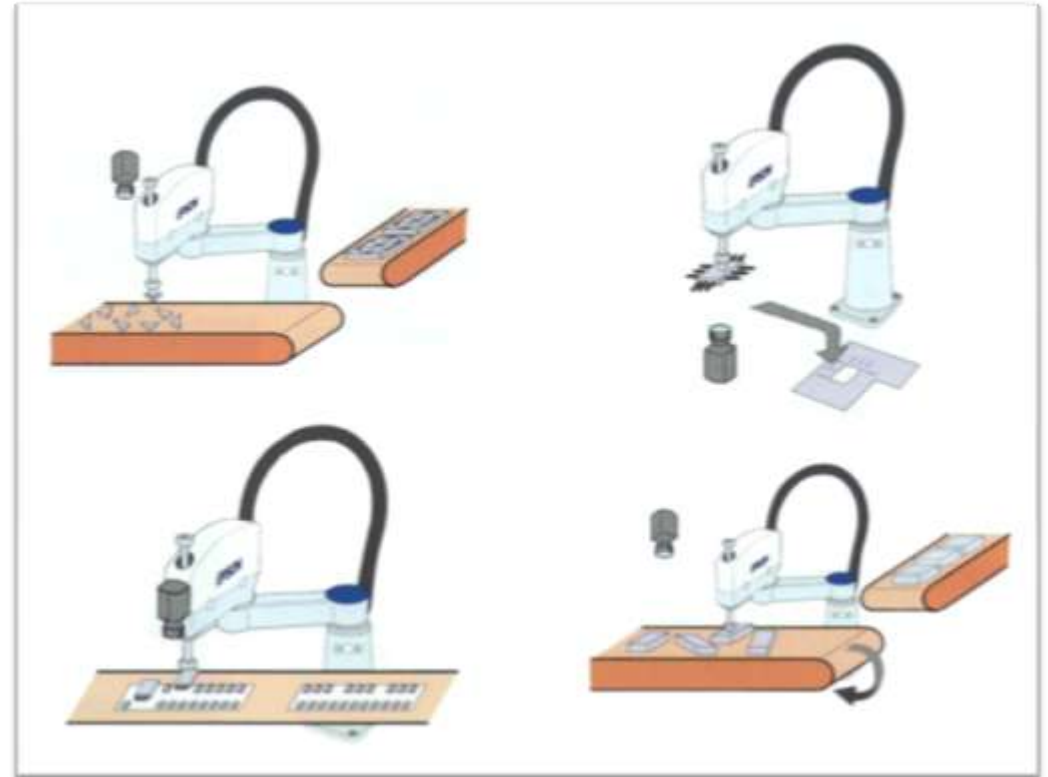
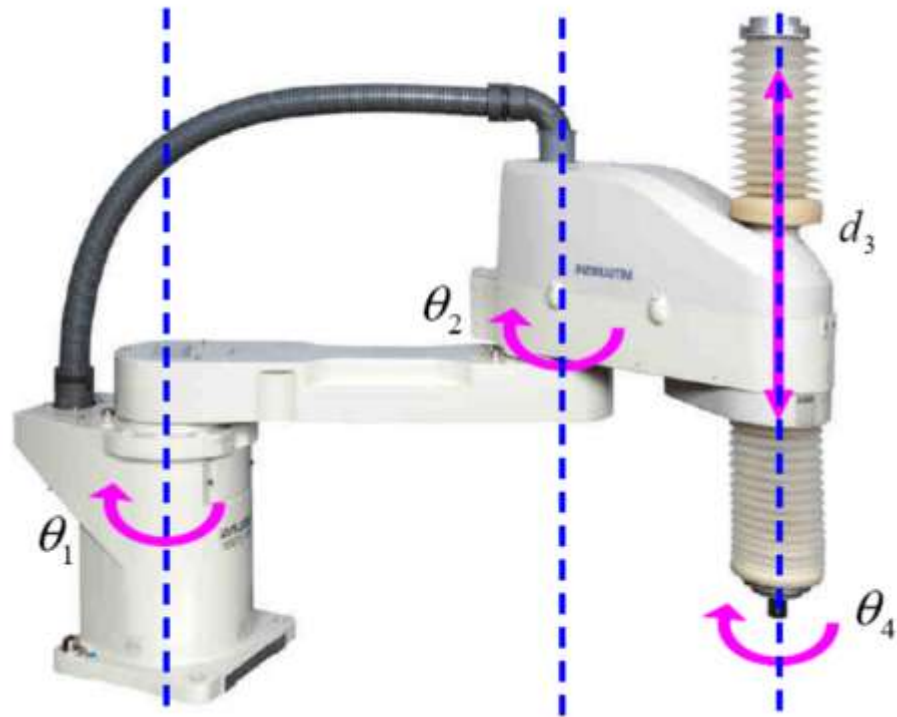
La cinematica del robot SCARA è stata sviluppata all'inizio degli anni '70 in seguito all'osservazione secondo la quale i cicli di movimento più frequenti sono realizzabili con 4 assi. Il vantaggio che presenta questo tipo di robot rispetto ad altri è dovuto al fatto che per sollevare un pezzo il movimento avviene su un solo asse. Il che ne semplifica la struttura rendendolo più affidabile.

Perciò, laddove è possibile la movimentazione di parti su un livello, i vantaggi dello SCARA prevalgono sensibilmente rispetto a quelli delle altre cinematiche.

Il robot Scara presenta quindi 4 gradi di libertà. In un piano orizzontale si muovono 2 bracci articolati, incernierati ad una estremità con un asse verticale fisso, mentre all'altra estremità libera si trova 1 asse Z, il quale può muoversi sia verticalmente che ruotare intorno al proprio asse.

Con 3 assi di rotazione e 1 di traslazione il volume di lavoro di questi robot così si caratterizza come in figura soprastante .

MOVIMENTI DEL ROBOT SCARA e APPLICAZIONI TIPICHE



I robot SCARA offrono il massimo delle prestazioni di ripetibilità rispetto a tutti i tipi di robot. Gli errori che si verificano nella posizione X-Y sono dovuti all'utilizzo di due motori in J1 e J2.

Gli altri tipi di robot utilizzano tre o più motori per contribuire alla posizione X-Y.

L'errore che potrebbe verificarsi è direttamente proporzionale al numero dei motori coinvolti nello spostamento.

L'eccellente ripetibilità è un elemento fondamentale per le piccole applicazioni di assemblaggio, in cui occorre rispettare tolleranze inferiori a diversi micron. Ad esempio, può trattarsi dell'inserimento dei connettori nelle schede elettroniche o dello spostamento di un ago in una piccola fessura per la distribuzione.

CINEMATICA DIRETTA ROBOT SCARADUINO

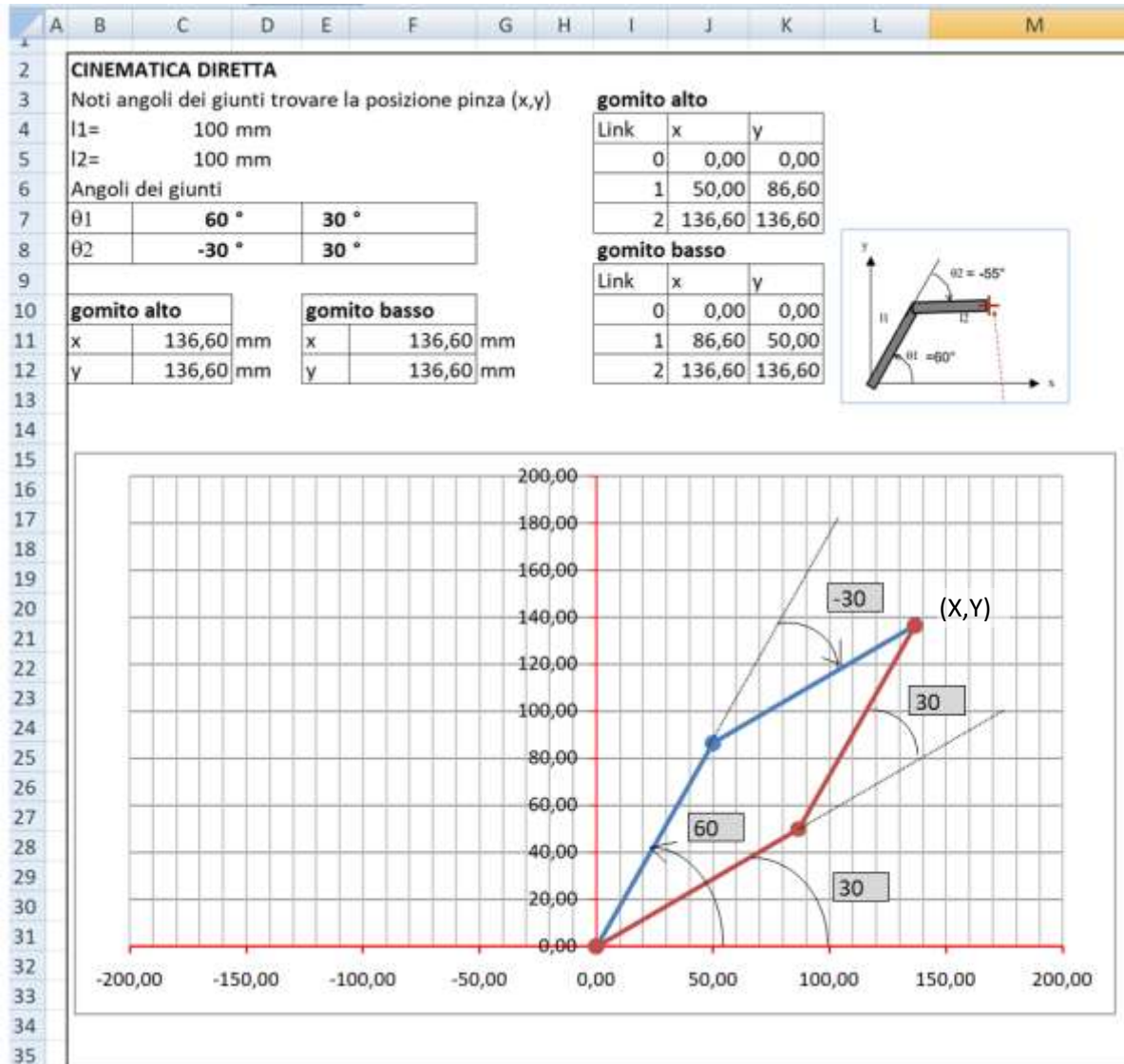
Noti gli angoli dei link si ricava la posizione finale (x,y) della pinza. Ci sono due possibili soluzioni generalmente dette a gomito alto e a gomito basso. Gli angoli si trovano applicando la geometria classica:

$$x = l_1 \cdot \cos(\Phi_2) + l_2 \cdot \cos(\Phi_1 + \Phi_2)$$

$$y = l_1 \cdot \sin(\Phi_2) + l_2 \cdot \sin(\Phi_1 + \Phi_2)$$

$$x = l_1 \cdot \cos(\Phi_2) + l_2 \cdot \cos(\Phi_1 + \Phi_2)$$

$$y = l_1 \cdot \sin(\Phi_2) + l_2 \cdot \sin(\Phi_1 + \Phi_2)$$



In genere si conosce la posizione (x,y) che si vuole raggiungere e di conseguenza si devono ricavare gli angoli necessari. Ciò implica calcoli più complessi (cinematica inversa).

Con un foglio di calcolo si può usare la cinematica diretta "per tentativi" per trovare gli angoli riferiti ad una data posizione.

Senza un foglio di calcolo si possono ricavare gli angoli per via grafica utilizzando un foglio a quadretti.

ESERCITAZIONE N. 1 SCARADUINO

Si deve programmare il robot Scaraduno per una attività di Pick & Place

Se il pulsante Start è attivo il robot può partire.

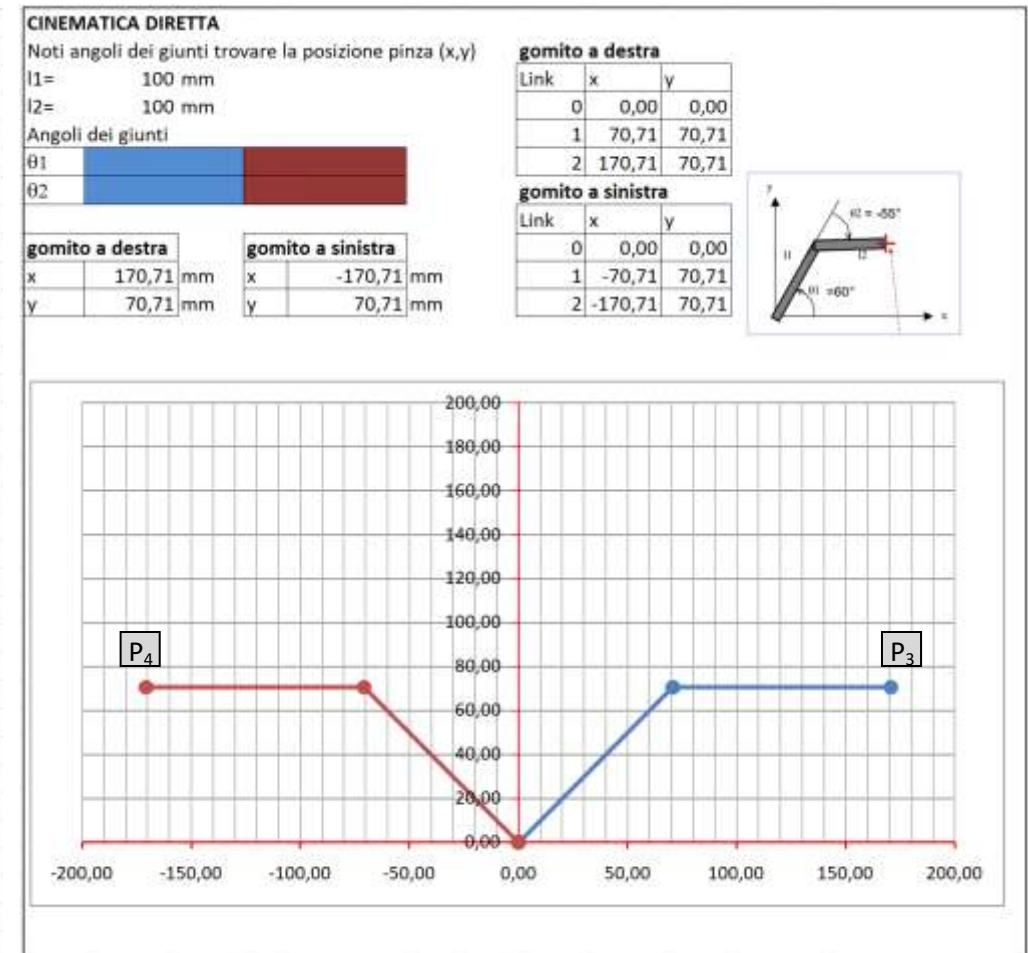
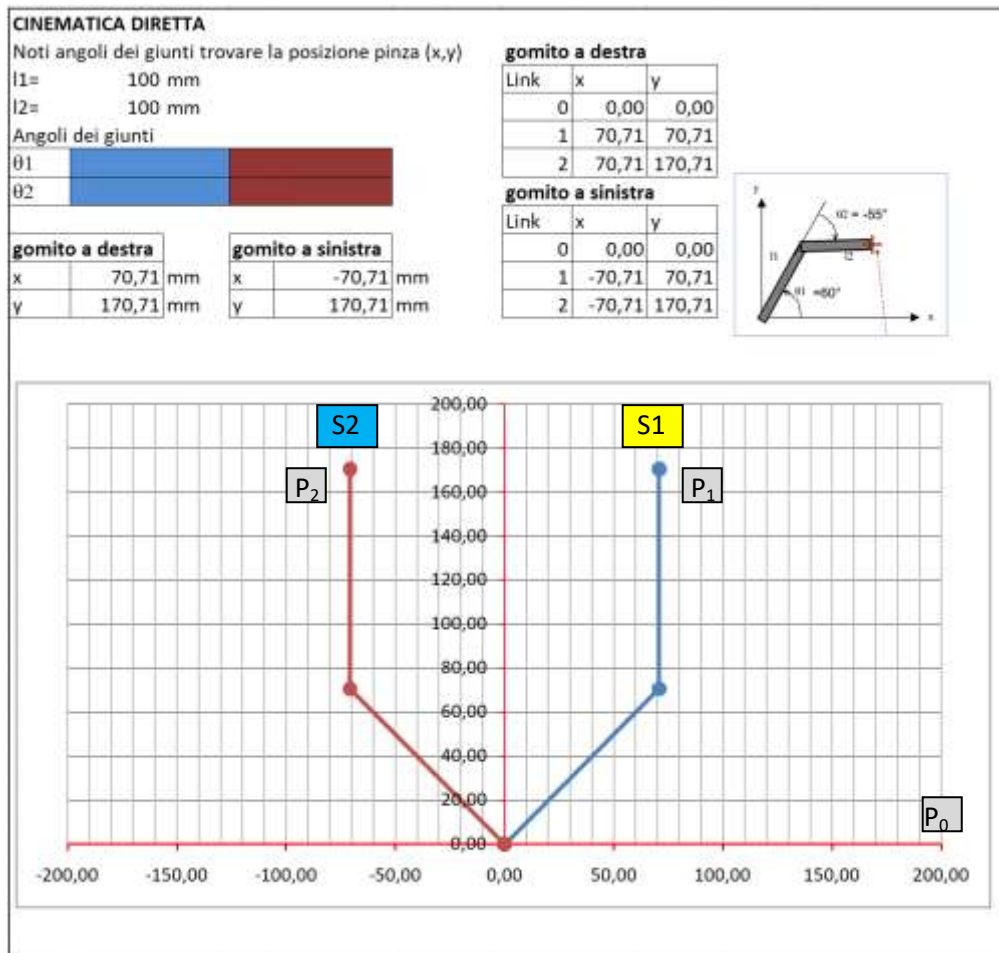
Se il sensore S_1 è attivo significa che è presente un pezzo GIALLO sul piano di lavoro in posizione P_1 che il robot dovrà prelevare e portare nella posizione P_3 .

Se il sensore S_2 è attivo significa che è presente un pezzo BLU sul piano di lavoro in posizione P_2 che il robot dovrà prelevare e portare nella posizione P_4 .

Al termine il robot torna nella posizione di riposo P_0 .

Le posizioni P_1 P_2 P_3 P_4 sono assegnate per ogni studente. Notare che 1-2 e 3-4 DEVONO essere speculari rispetto all'asse y .

Ogni studente deve individuare gli angoli (approssimati all'intero) necessari a raggiungere le posizioni indicate.

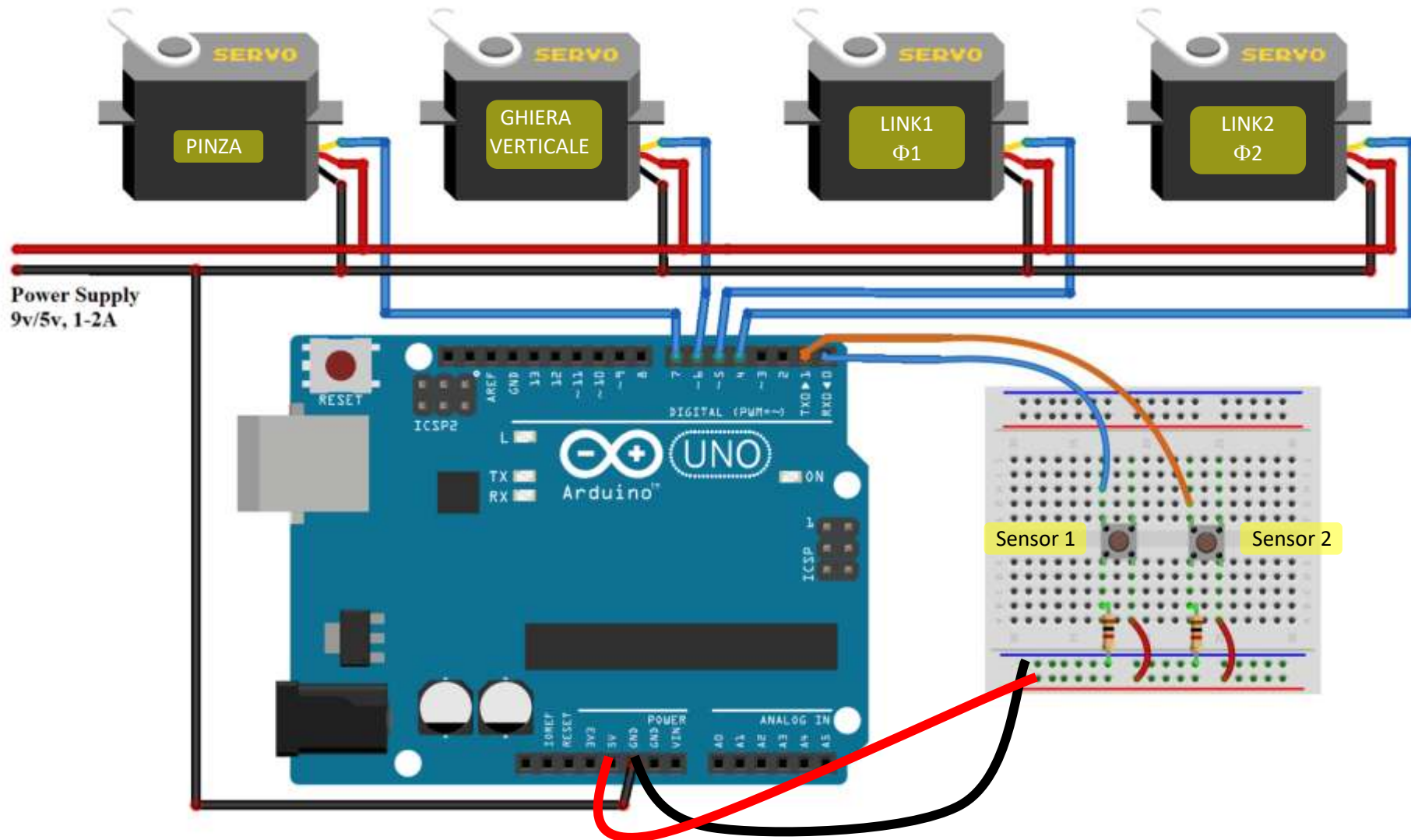


ESERCITAZIONE N. 2 ROBOT SCARADUINO

Si ha disposizione una scheda Arduino collegata ai 4 servomotori che movimentano il robot Scaraduino.

I due push button simulano i due sensori di presenza dei pezzi da spostare. Se premuti significa che il pezzo è presente.

Scrivere il programma Arduino che realizza il ciclo precedentemente assegnato.



ESERCITAZIONE N. 3 ROBOT SCARADUINO

Si ha disposizione una scheda Arduino collegata ai 4 servomotori che movimentano il robot Scaraduino.

Scrivere il programma Arduino che consente di comandare il robot tramite comandi inviati sulla **porta seriale**:

A100 → ruota link1 di 100°; B45 → ruota link2 di 45°; C100 → muove ghiera vert. di 100; D40 → muove pinza di 40

