

**Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria**

*Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione,  
delle Infrastrutture e dell'Energia Sostenibile*

Corso di Laurea in Ingegneria dell'informazione



# SVILUPPO DI UN ALGORITMO PER LA PIANIFICAZIONE DEL MOVIMENTO DI UN BRACCIO ROBOTICO

Relatore:

Prof. Valerio Scordamaglia

Correlatore:

Vito Antonio Nardi

Candidato:

Valerio Carmelo Nicolò

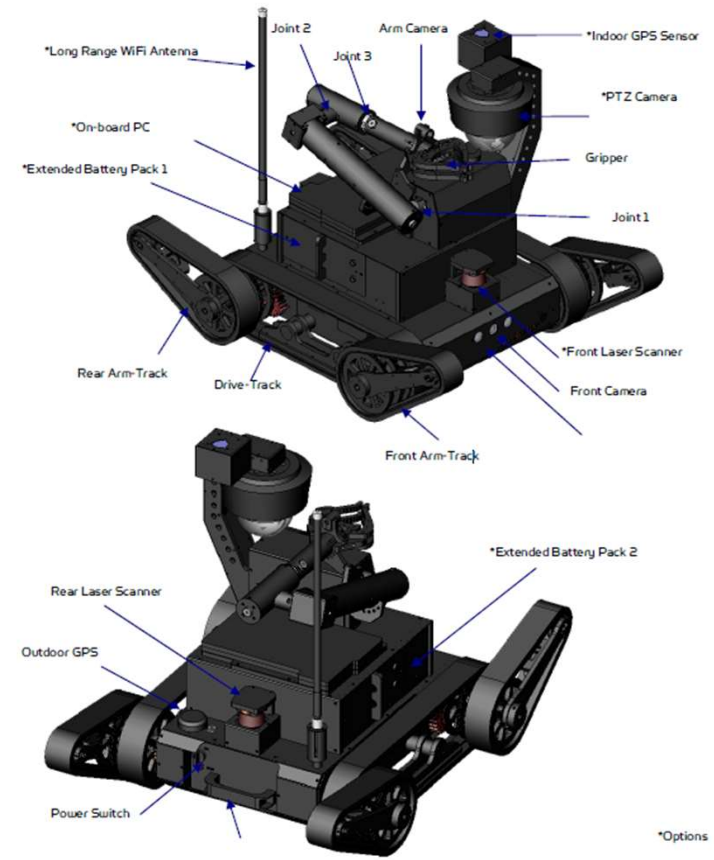


# Obiettivi

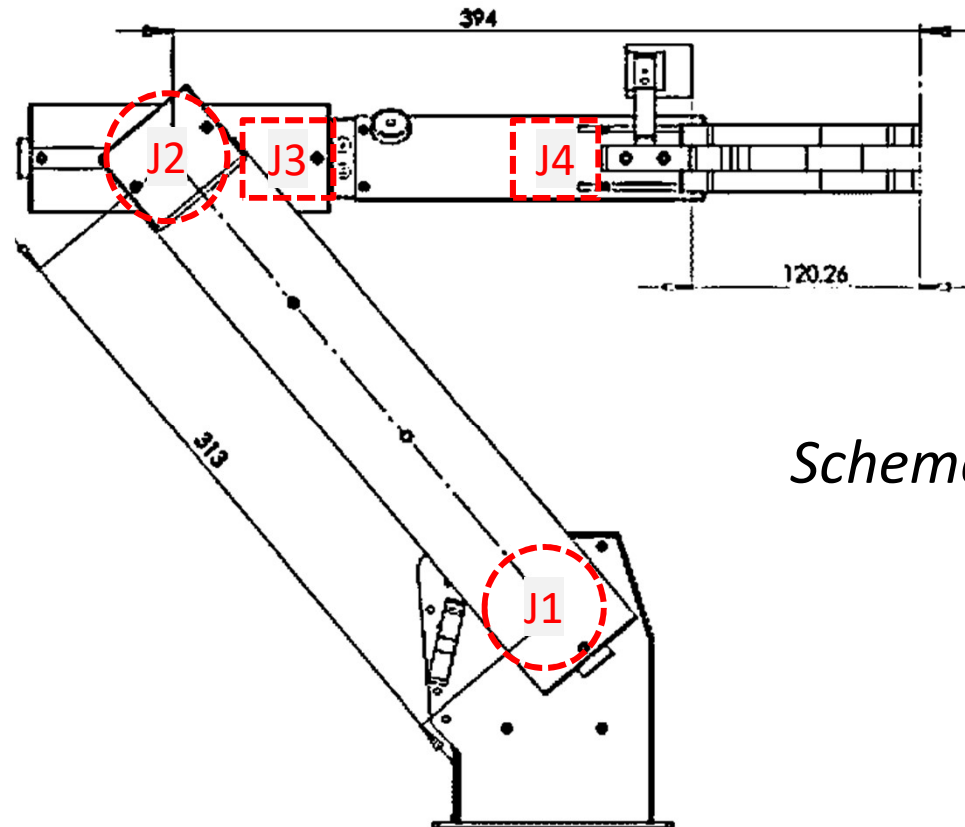
- Reverse engineering sul sistema d'interesse e sistema di telecontrollo
- **Modello cinematico** e discretizzazione tramite **grafo** dello scenario operativo
- Applicazione dell'algoritmo **A\*** con verifica real-time della distanza minima dall'ostacolo
- Verifica simulativa tramite **SolidWorks** e **SimScape**

# Introduzione

Studio effettuato sul sistema sperimentale di laboratorio:  
**JaguarV4 with Manipulator Arm Mobile Robotic Platform della DrRobot.**

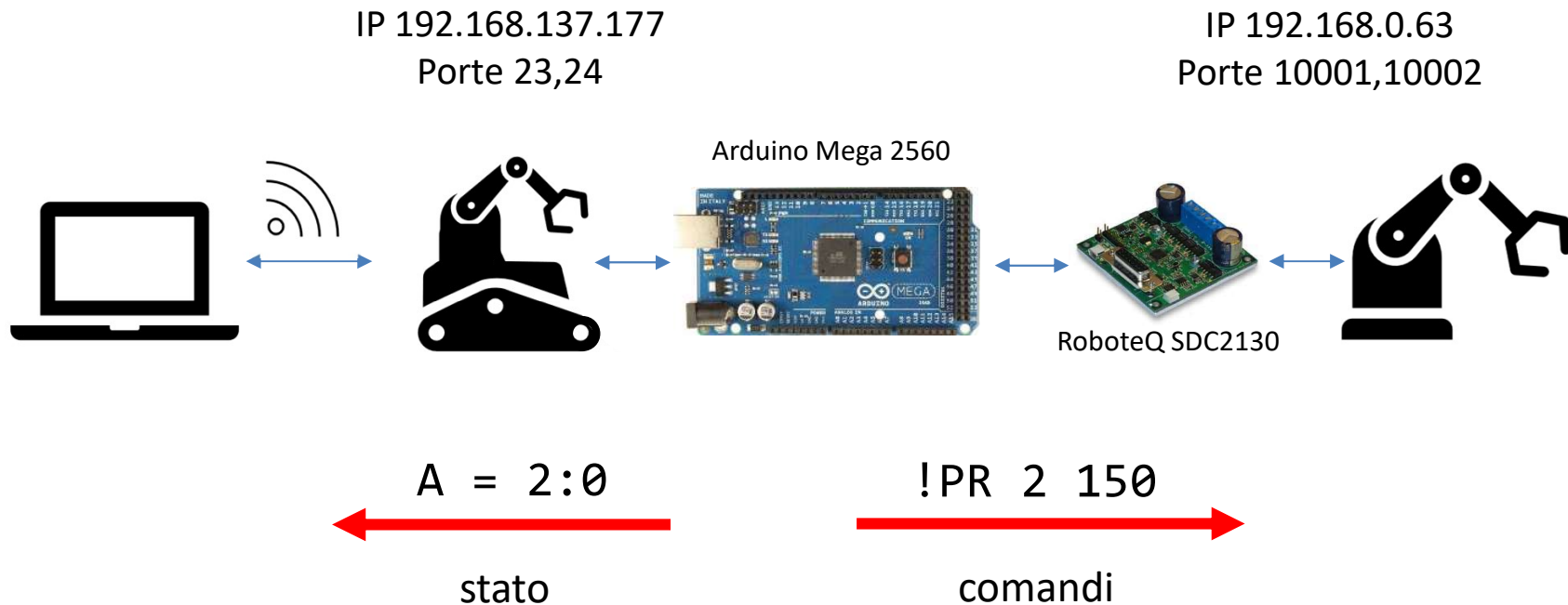


# Jaguar v4 with Manipulator Arm



*Schema del braccio*

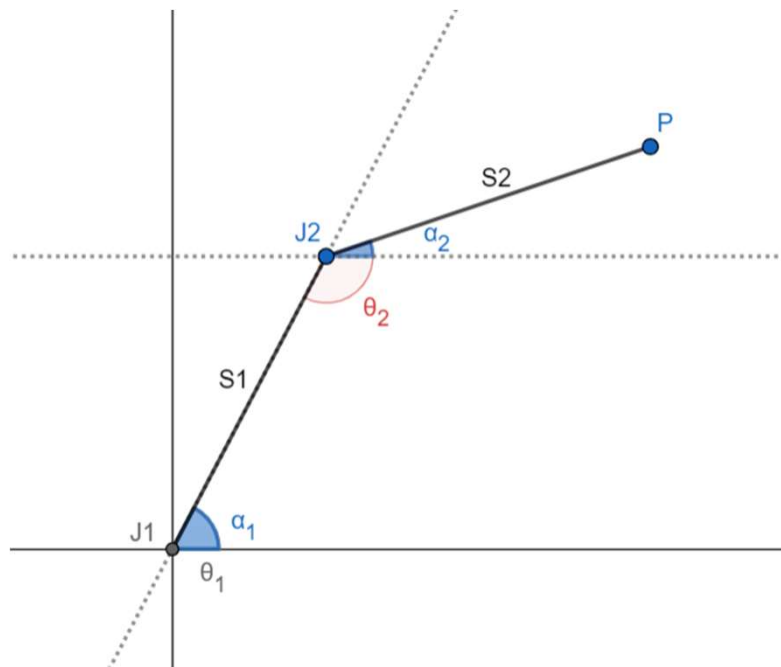
# Interfaccia Arduino



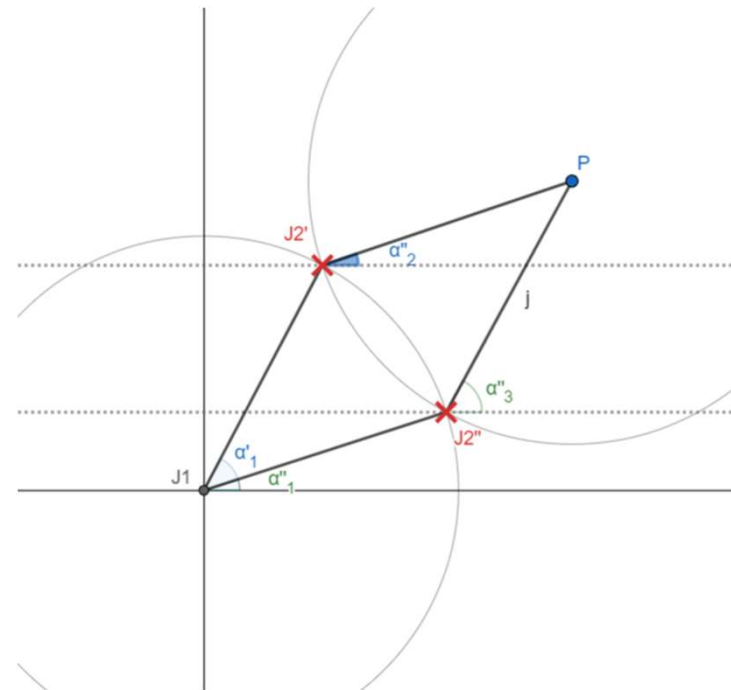
Riconoscimento automatico messaggi tramite **RegEx**:

```
pattern1 = '[A-Z]{1,2}';  
pattern2 = '(\d{1,})';
```

# Modello Matematico

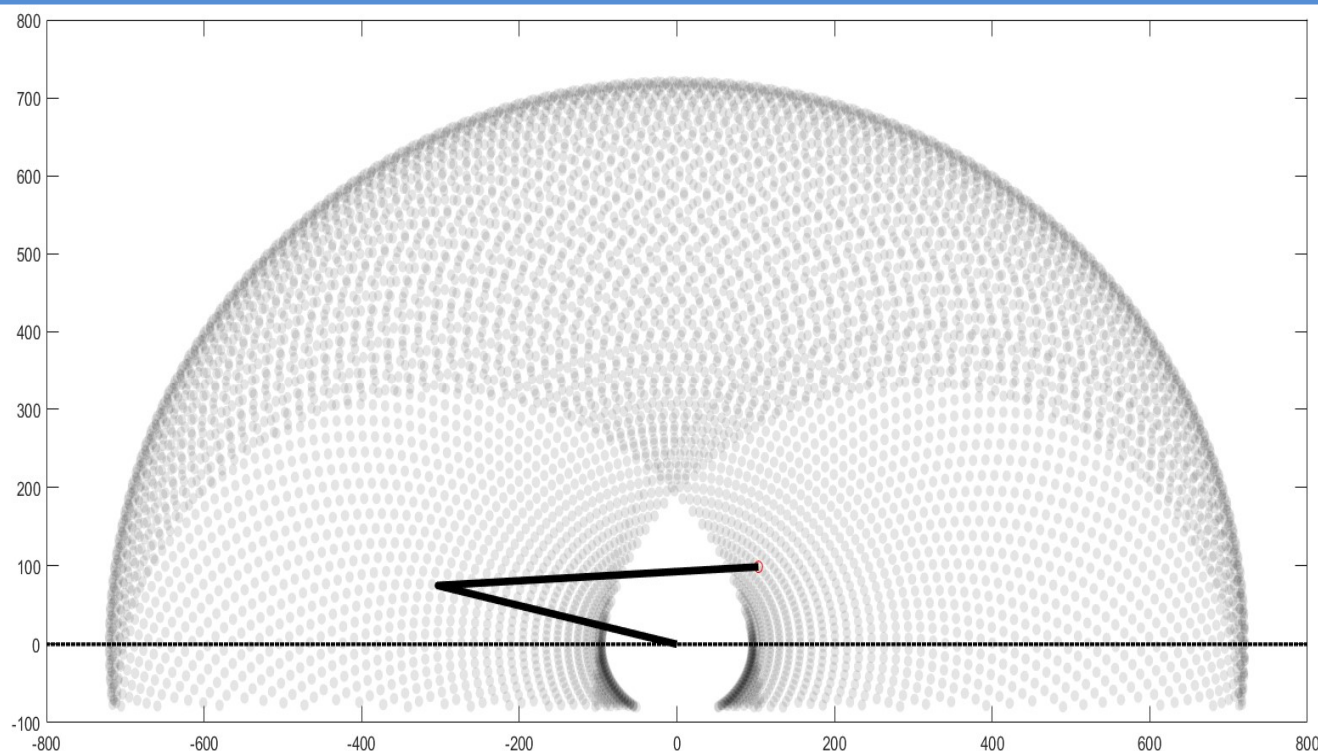


Cinematica **Diretta**



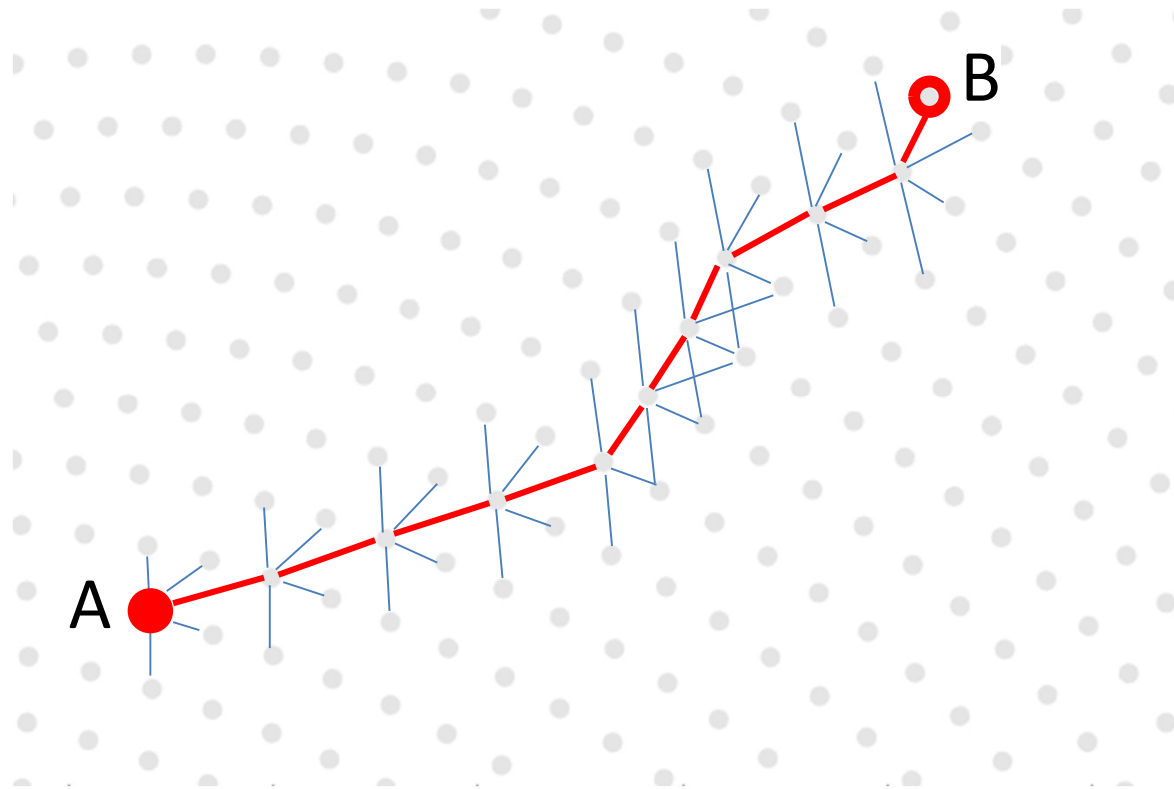
Cinematica **Inversa**

# Grafo



Rappresentazione grafica del grafo pesato, determinato sulle possibili **posizioni** dei primi due motori.  
Gli archi rappresentano percorsi ammissibili tra i nodi.

# L'algoritmo A\*



Obiettivo: **minimizzare** per ogni nodo la funzione  
$$f(n) = g(n) + h(n)$$



# L'algoritmo A\*

Verifica dell'ottimo può risultare costosa:

$$f(n) < \text{costo\_ottimo\_attuale}$$

si aggiunge un **parametro  $\epsilon$** , come minimo guadagno accettabile per cambiare percorso:

$$f(n) * \epsilon < \text{costo\_ottimo\_attuale}$$

# L'algoritmo A\*

Modifica **euristica**: pesi k come distanza geometrica

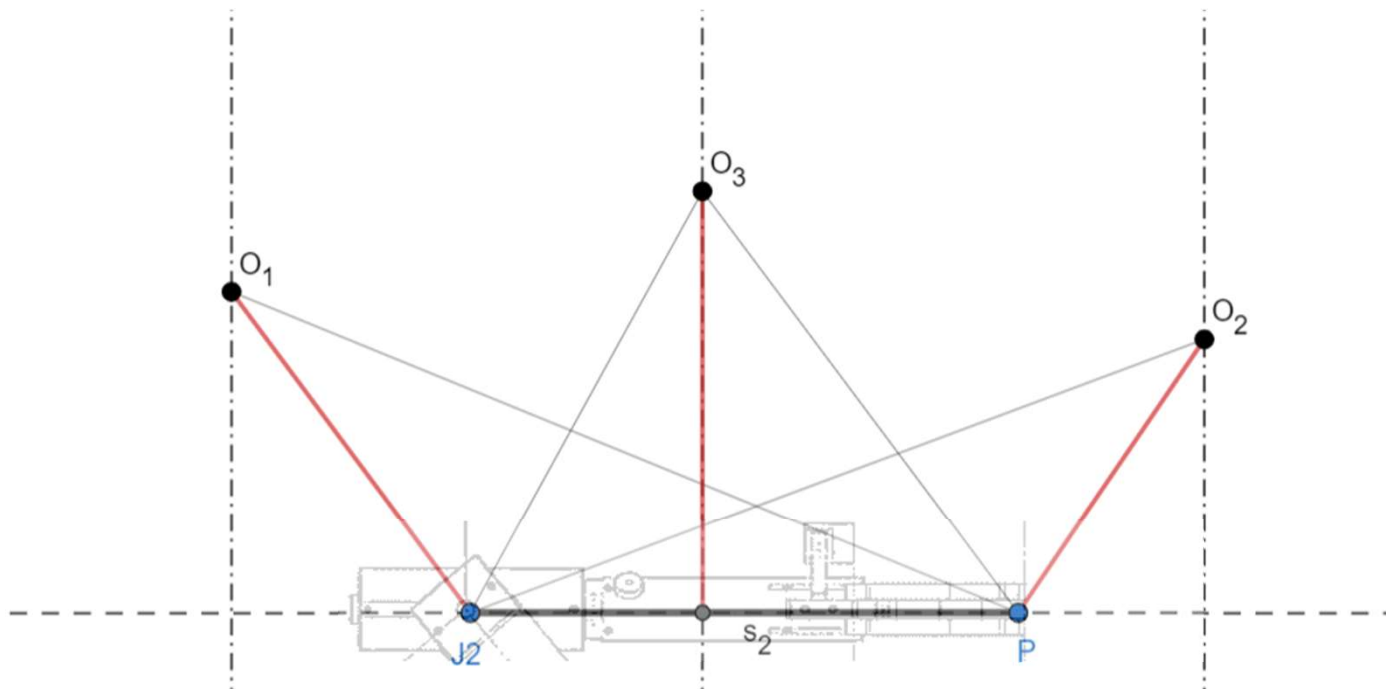
$$h(n) = (\theta_{1f} - \theta_{1n}) + (\theta_{2f} - \theta_{2n})$$



$$h(n) = k_1 \cdot (\theta_{1f} - \theta_{1n}) + k_2 \cdot (\theta_{2f} - \theta_{2n})$$

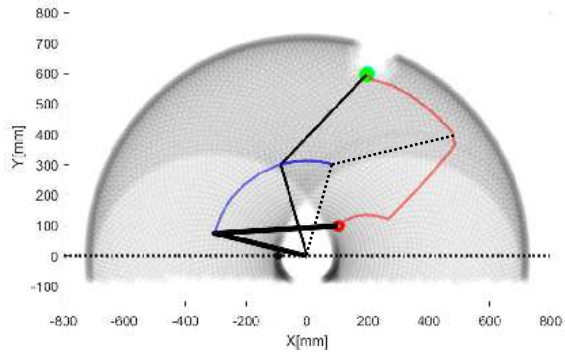
# Verifica dell'ostacolo

- Verifica **real-time**
- **Soglia** tiene conto anche dello spessore
- Distanza **segmento-punto** → 3 casi



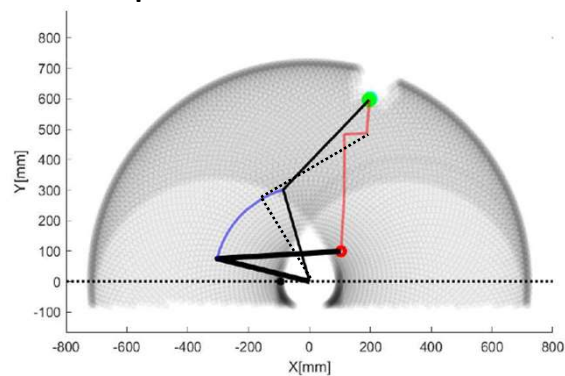
# L'algoritmo A\*

Euristica classica



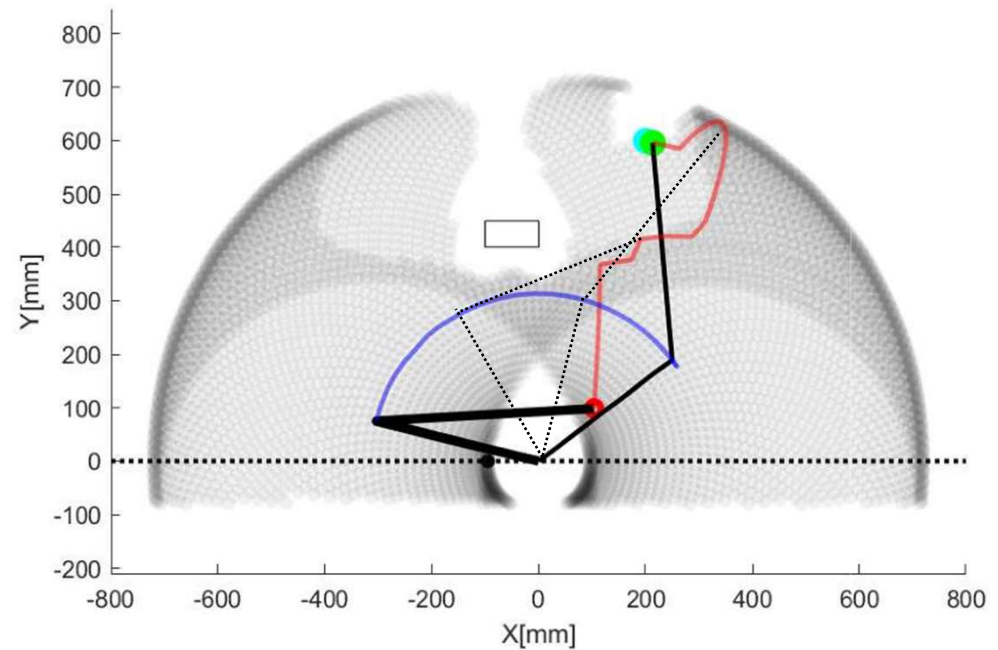
18 chiamate,  $100^\circ$

Euristica pesata



10 chiamate,  $54^\circ$

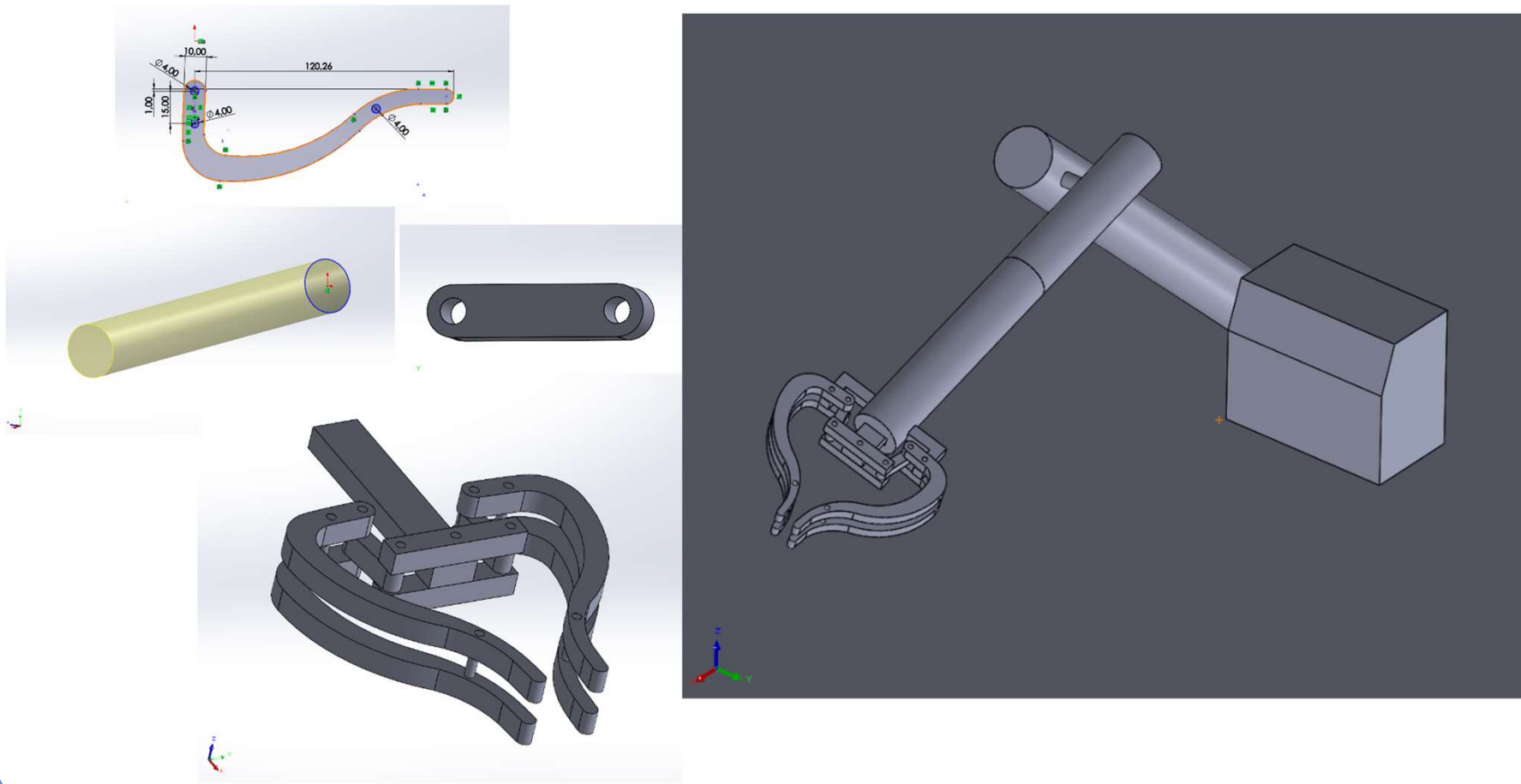
In presenza di ostacolo



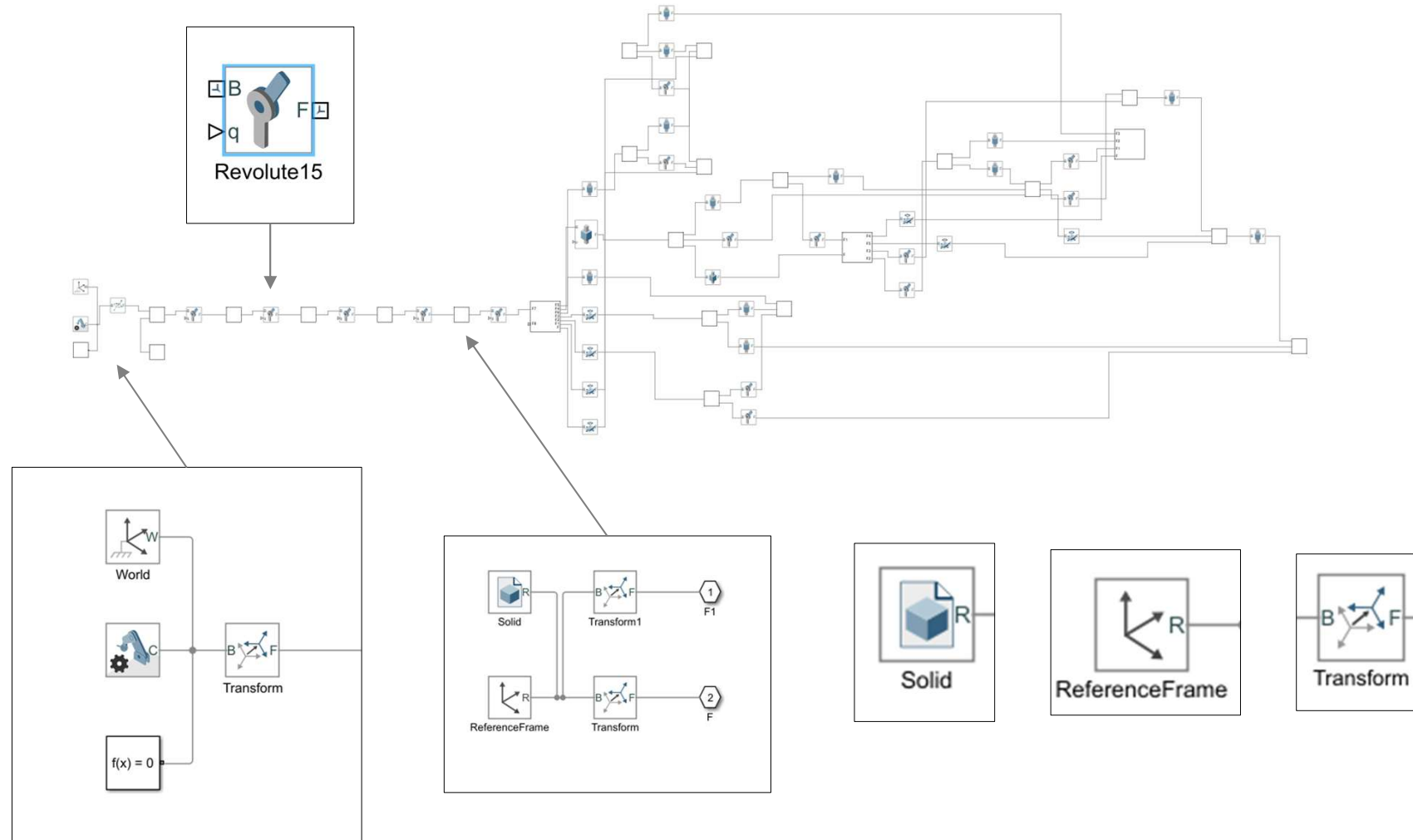
22 chiamate,  $114^\circ$

# Solidworks

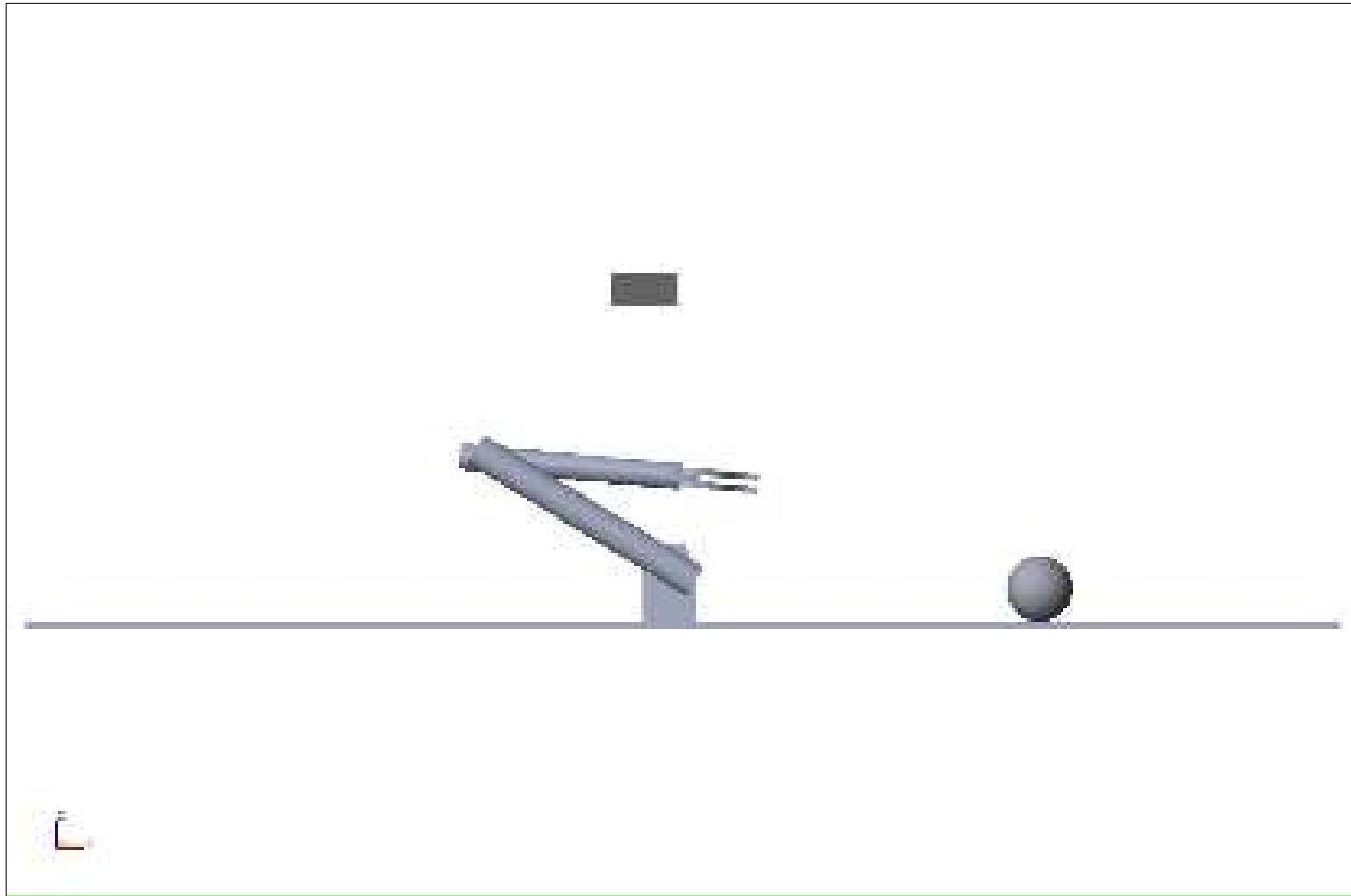
## *Modellazione 3D del braccio*



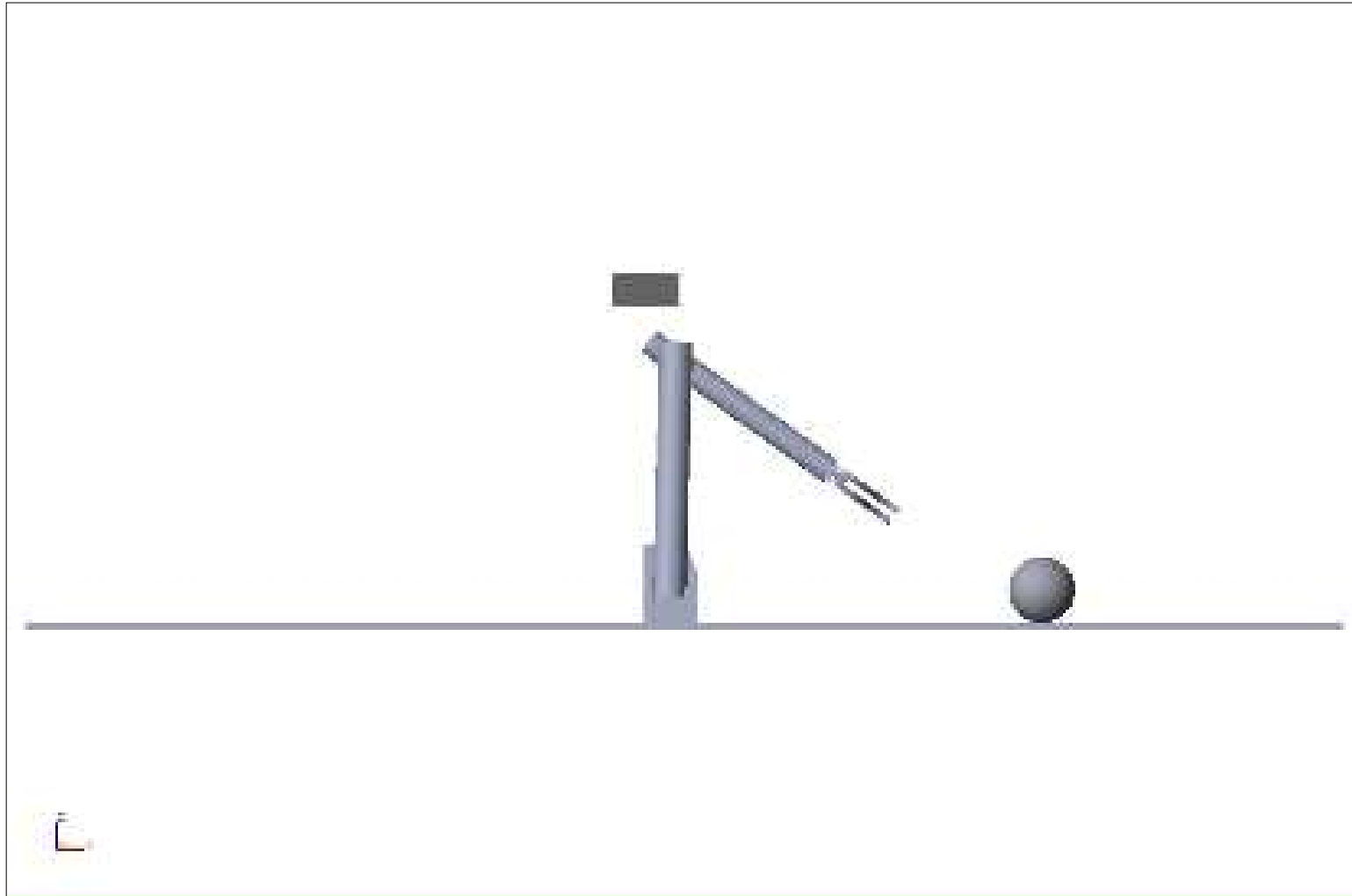
# Simulink, Simscape Multibody



# Risultati

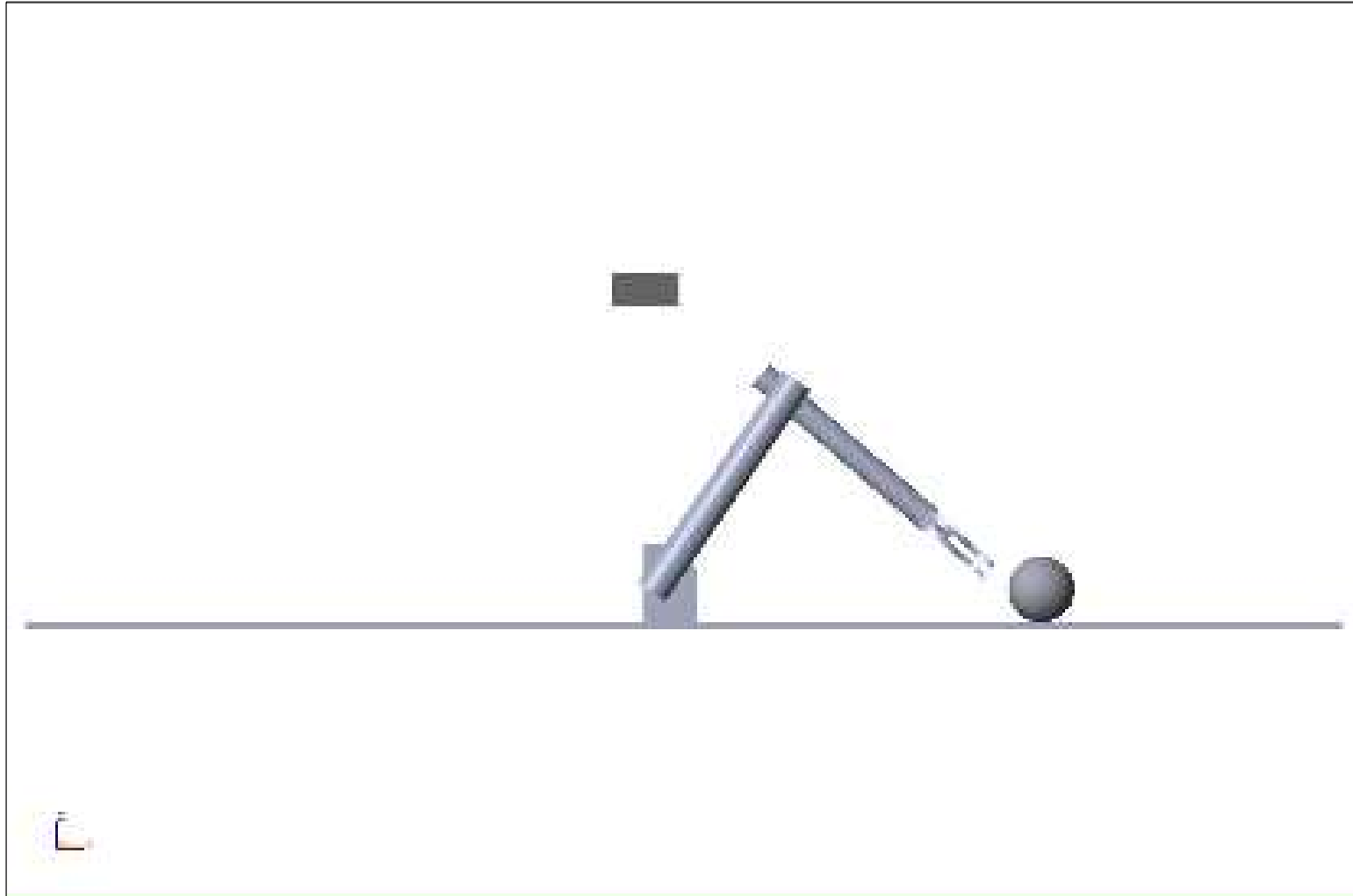


# Risultati

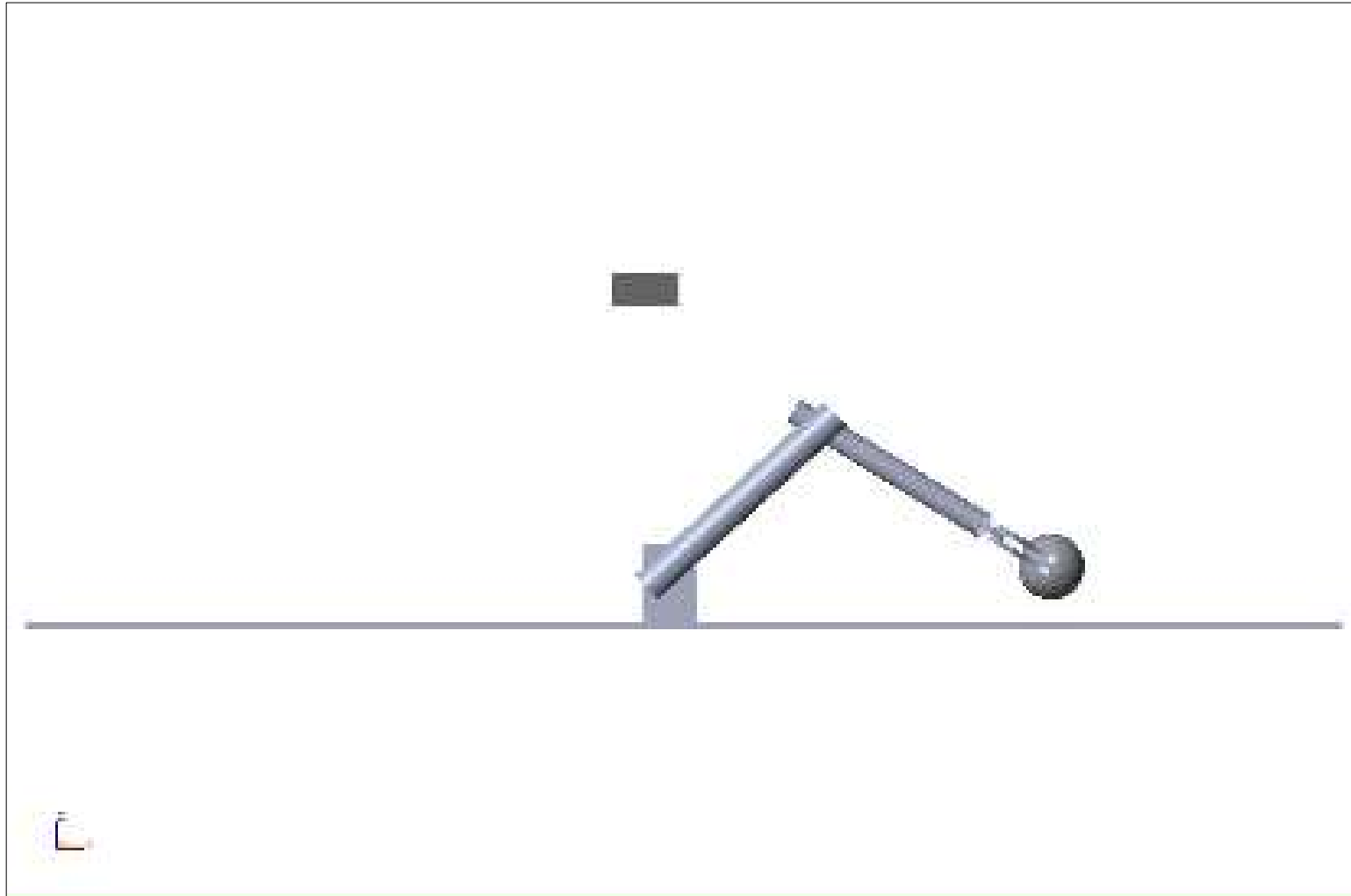




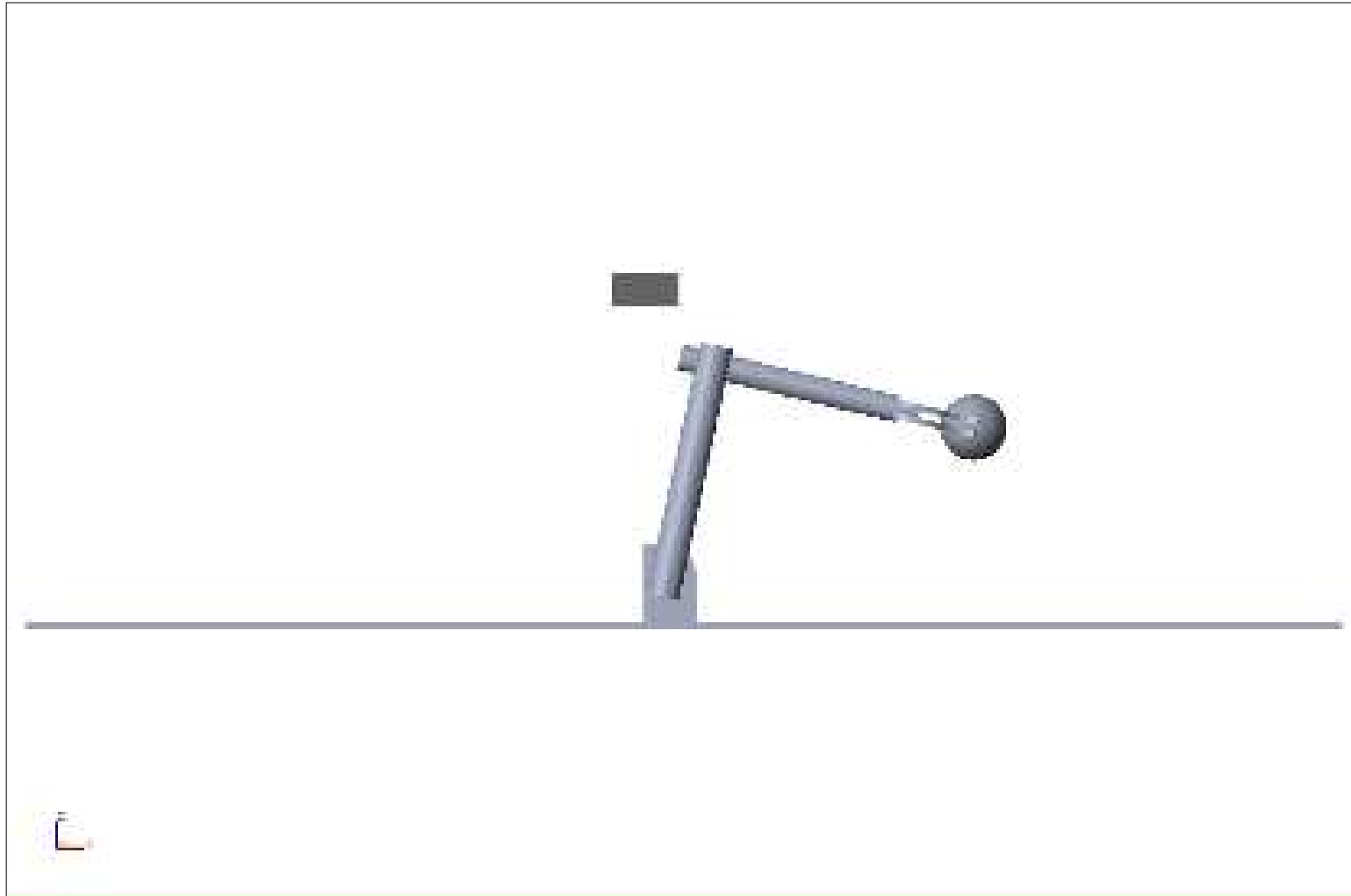
# Risultati



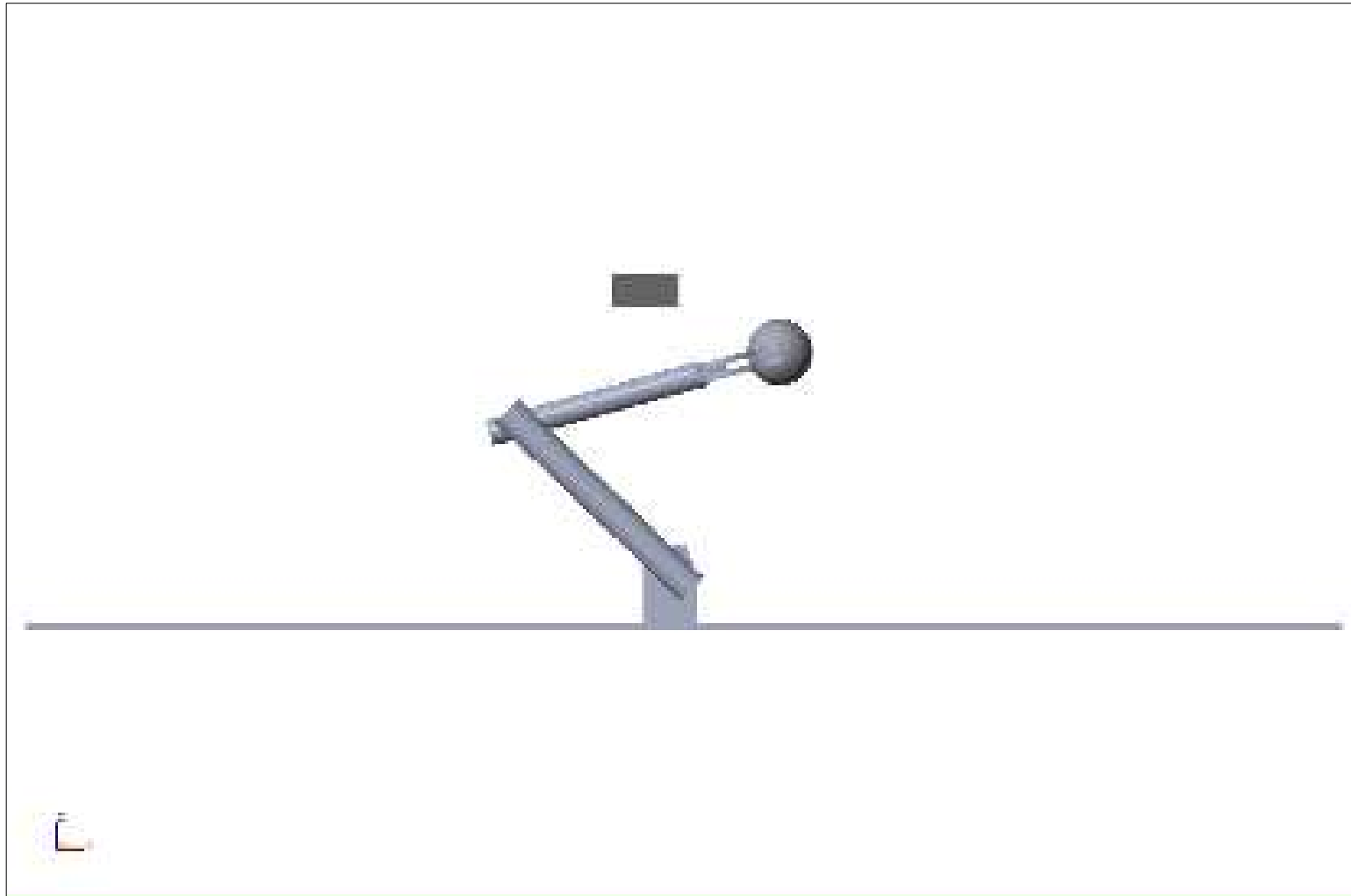
# Risultati



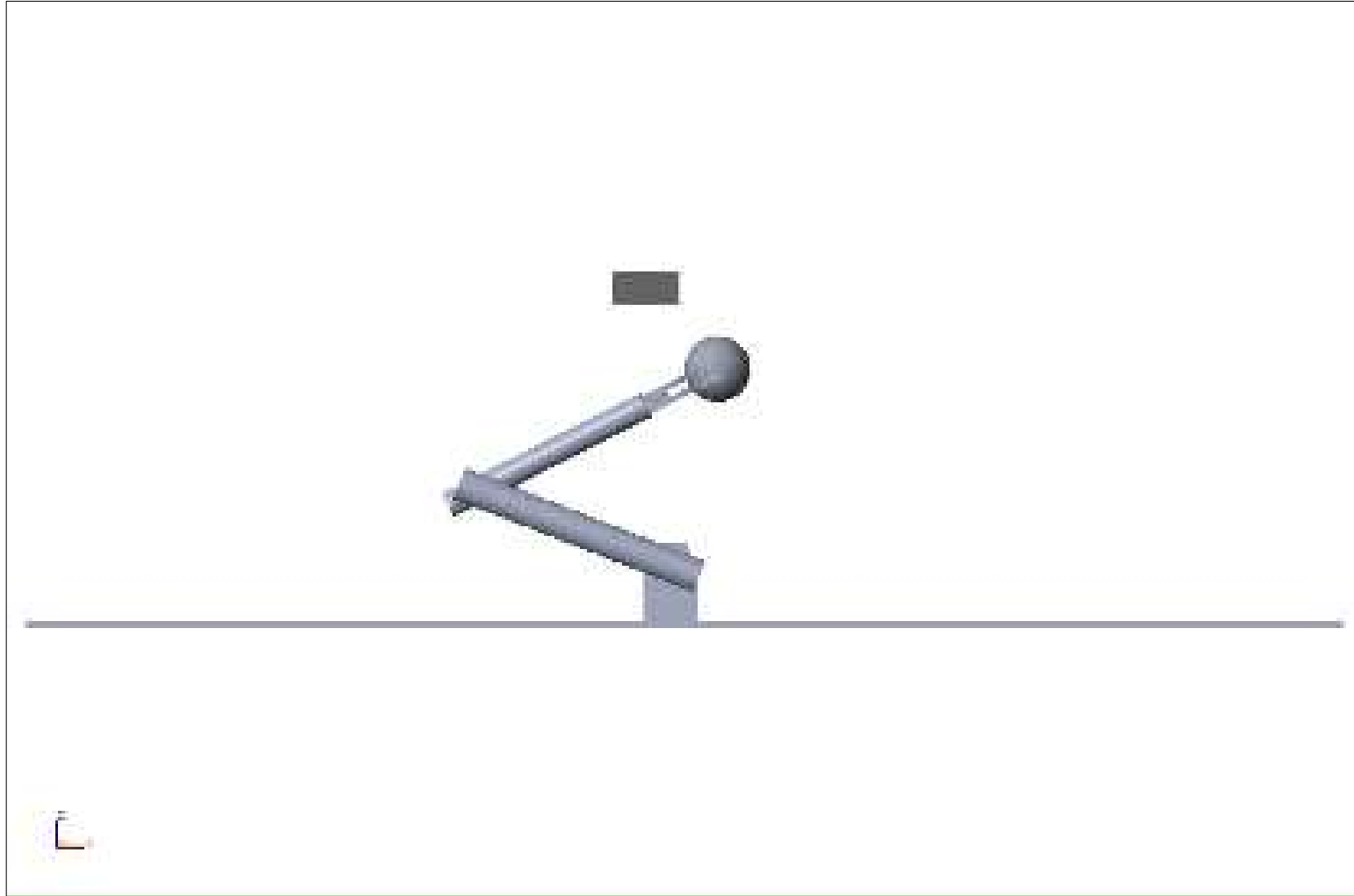
# Risultati



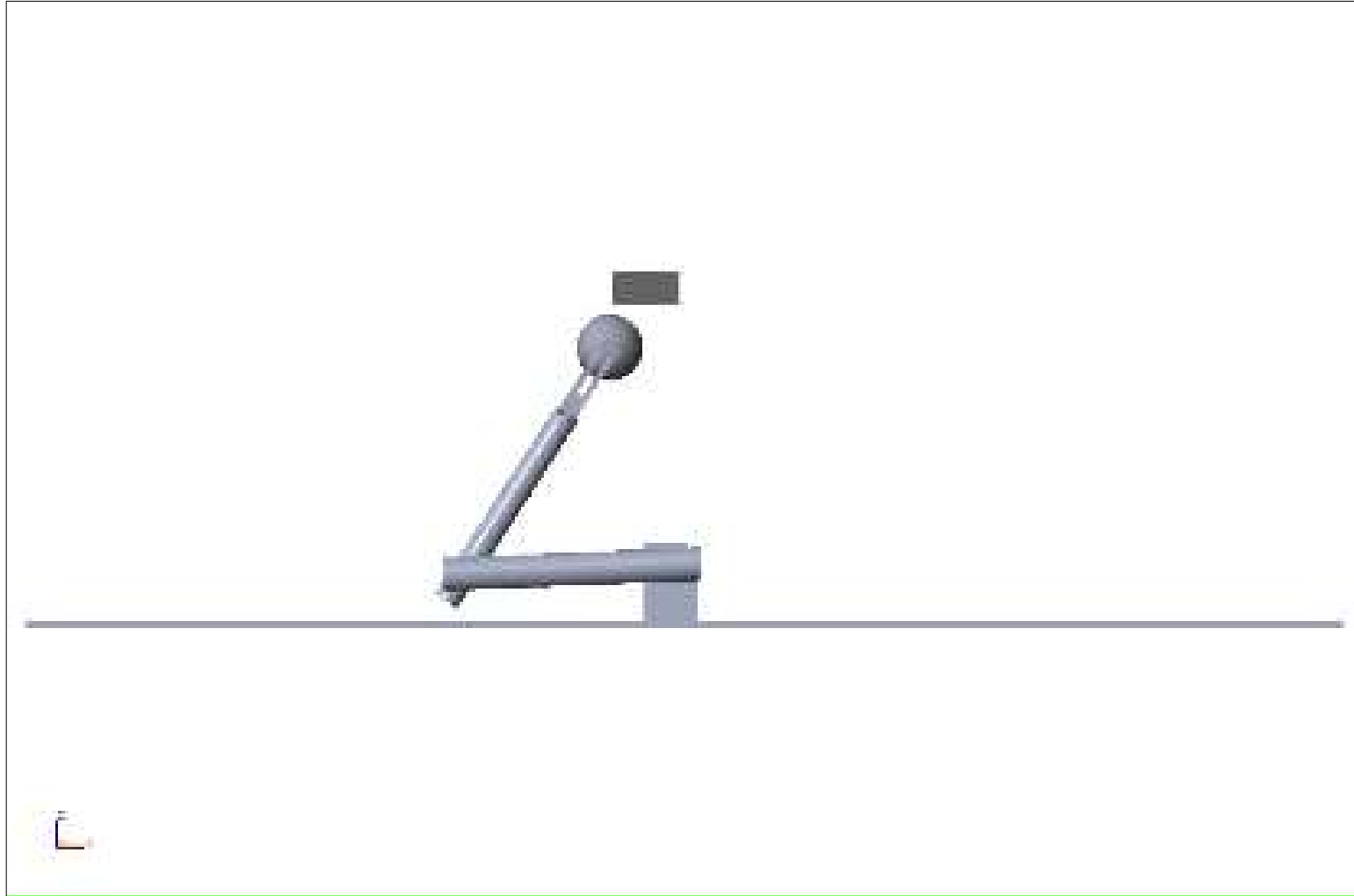
# Risultati



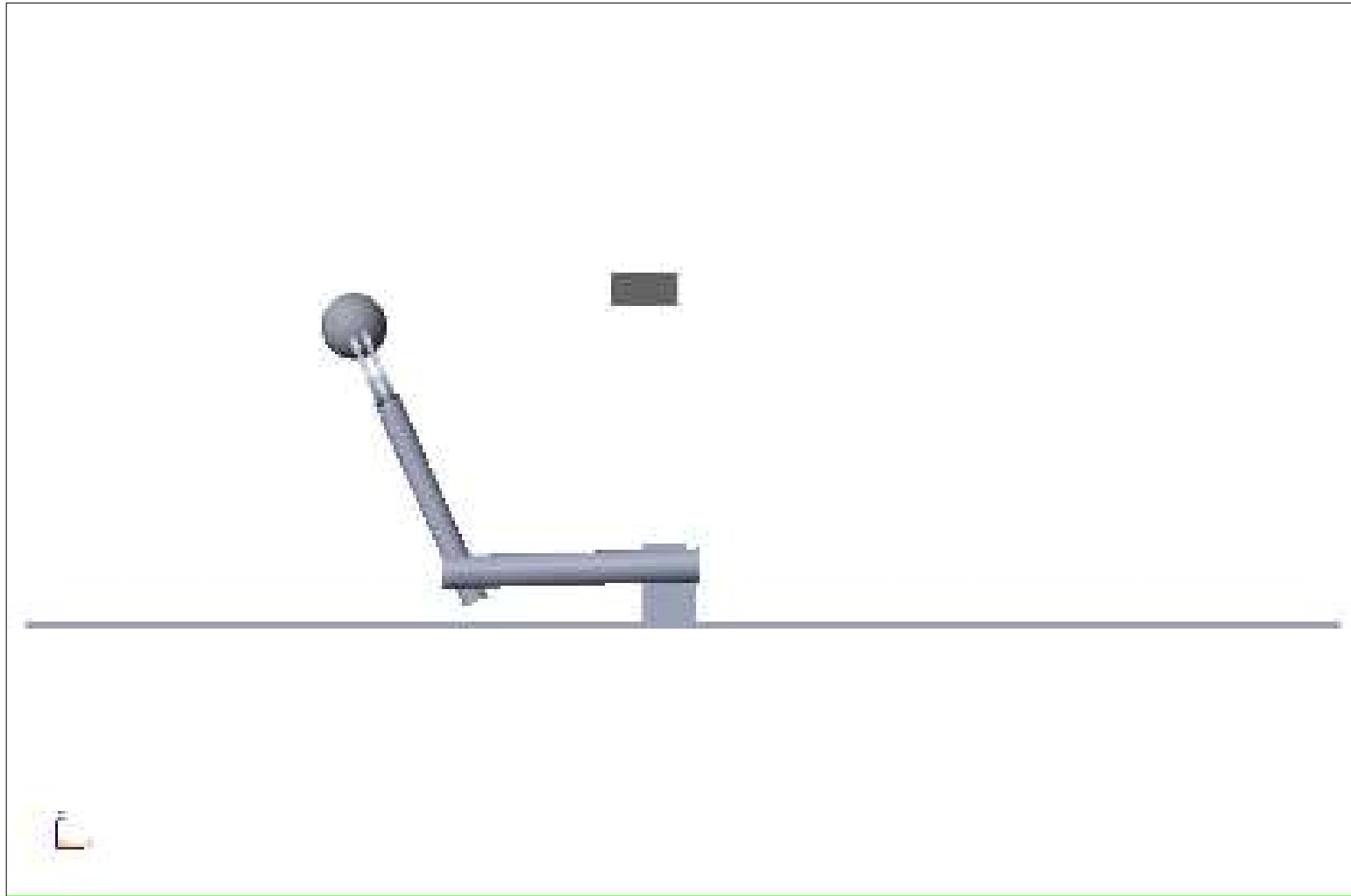
# Risultati



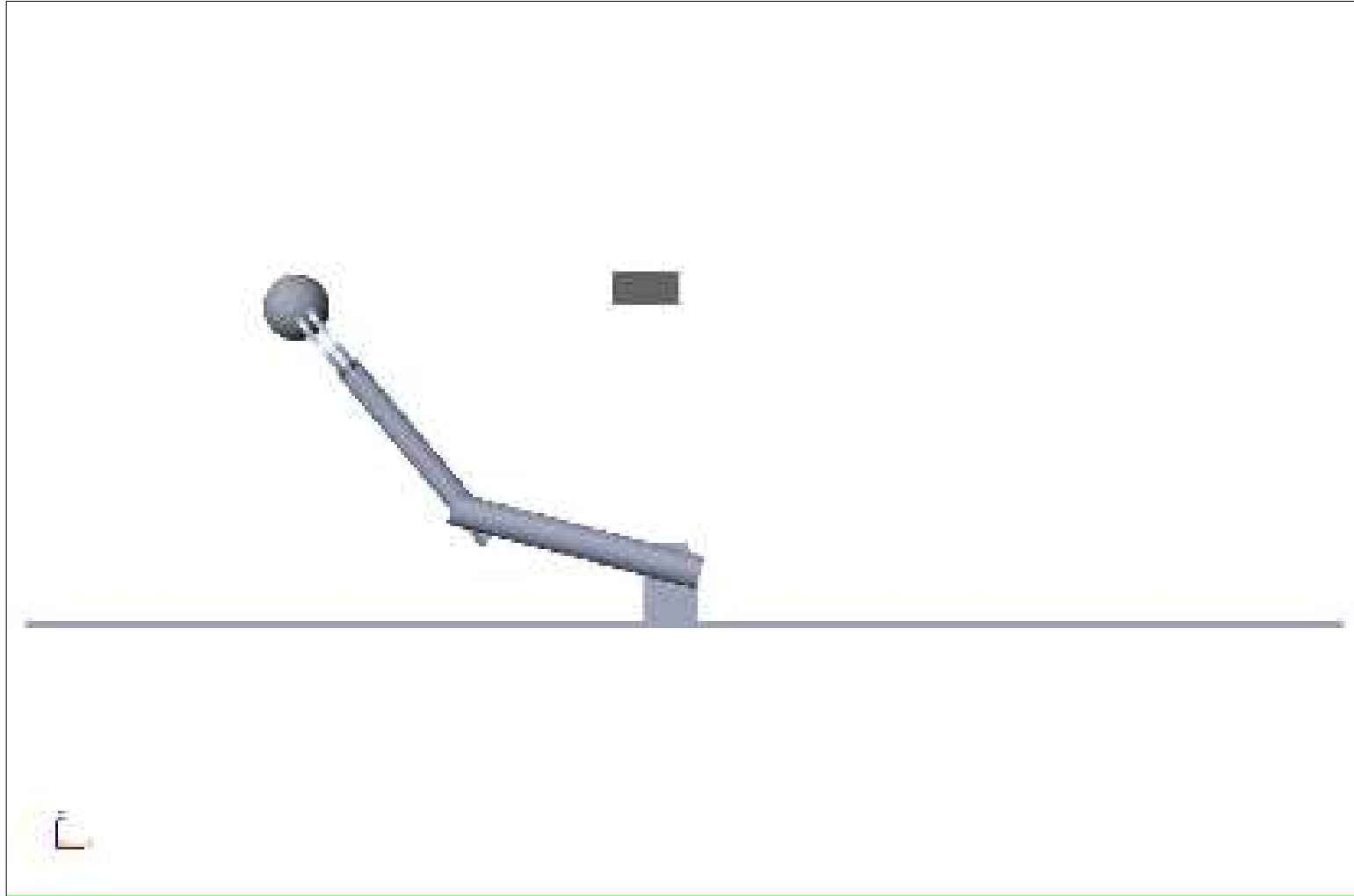
# Risultati



# Risultati

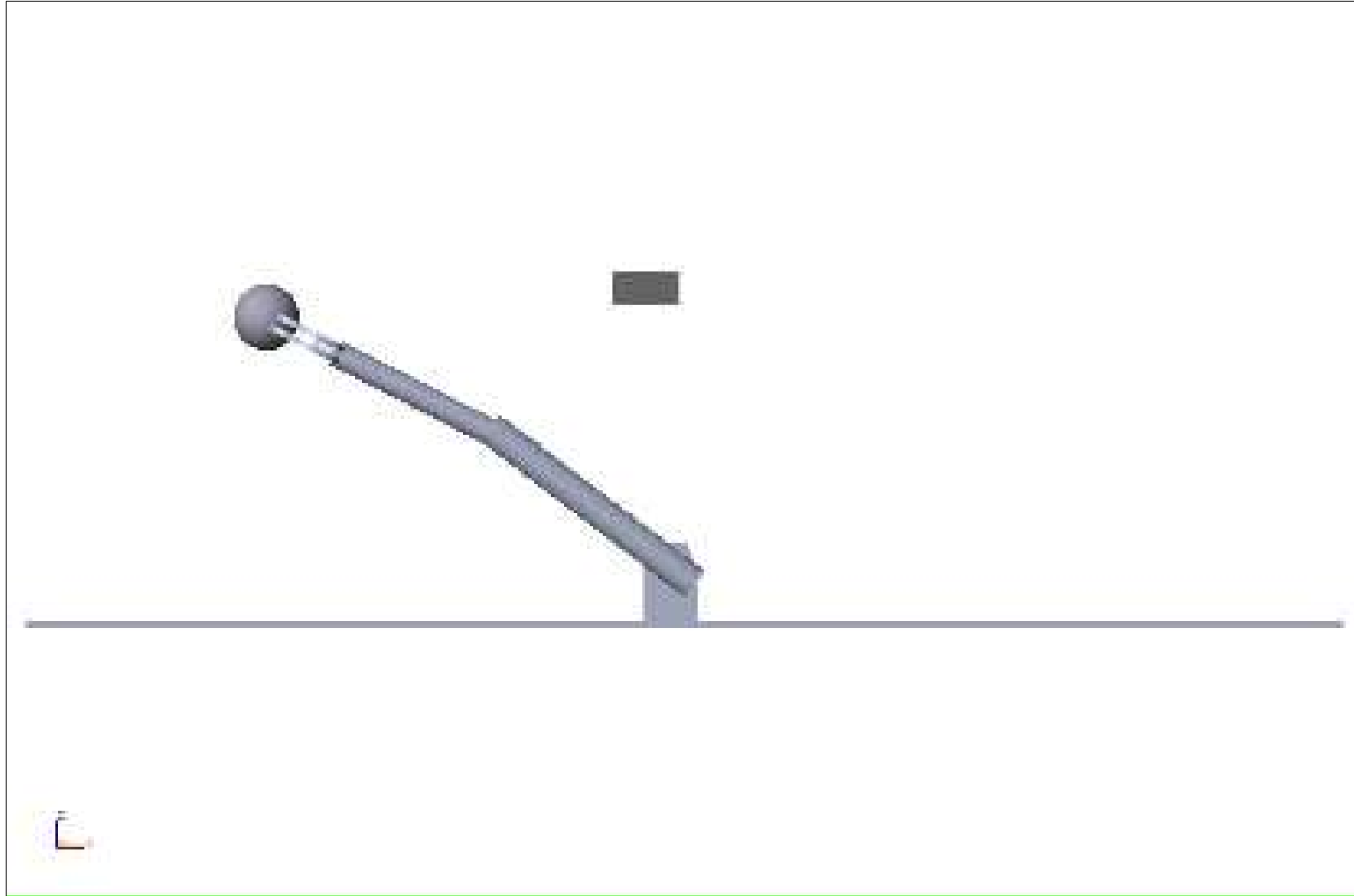


# Risultati

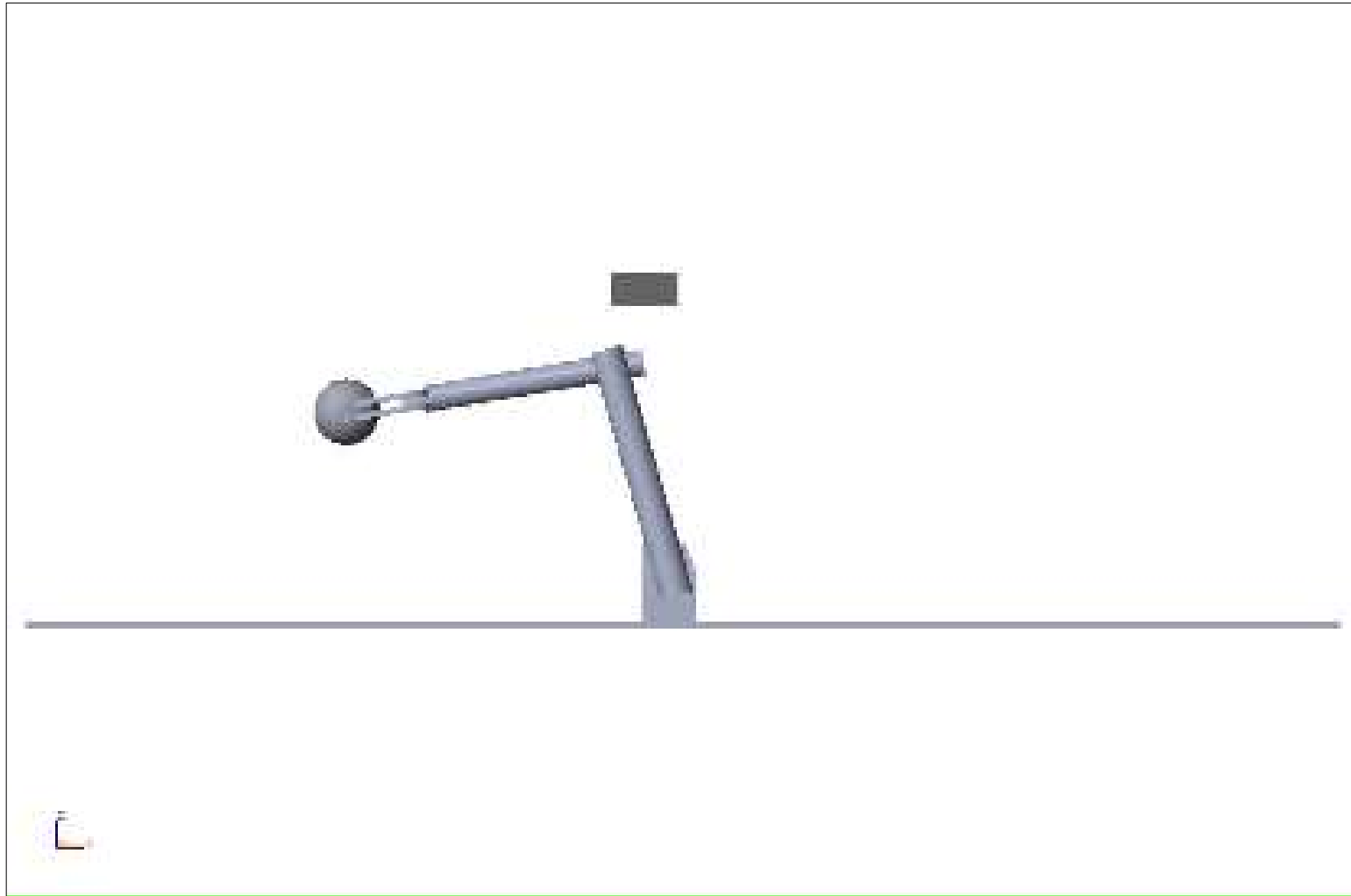




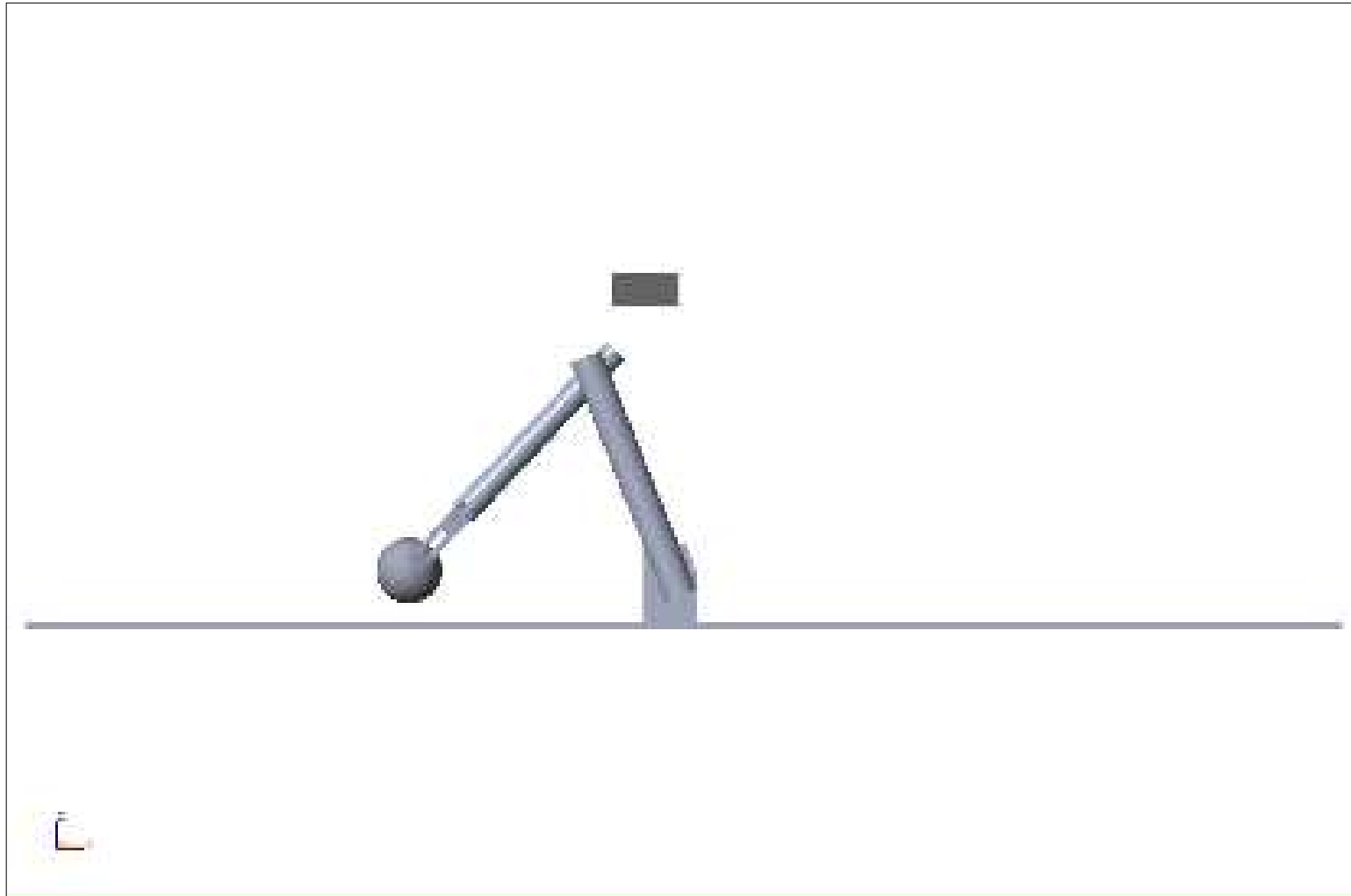
# Risultati



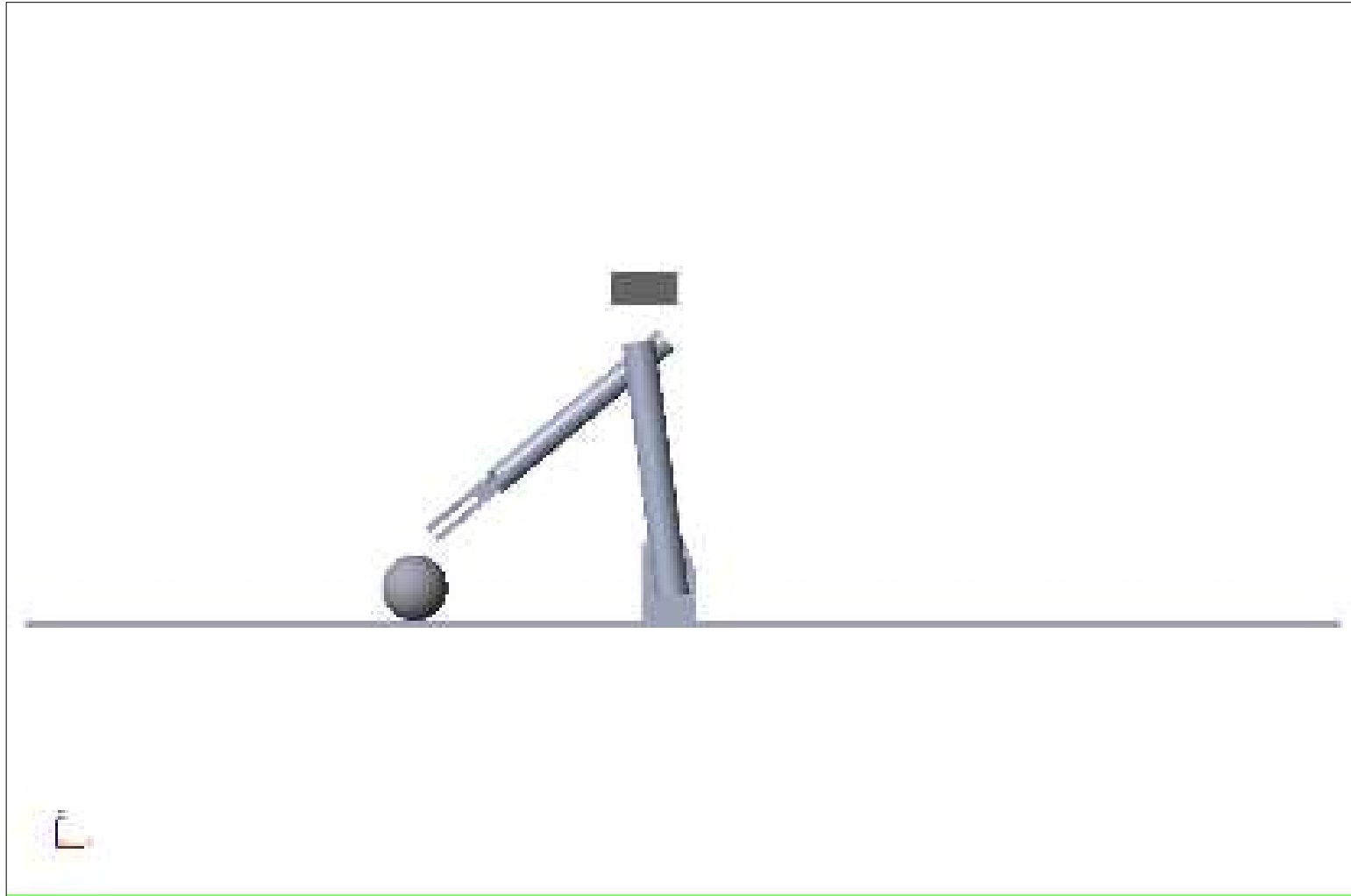
# Risultati



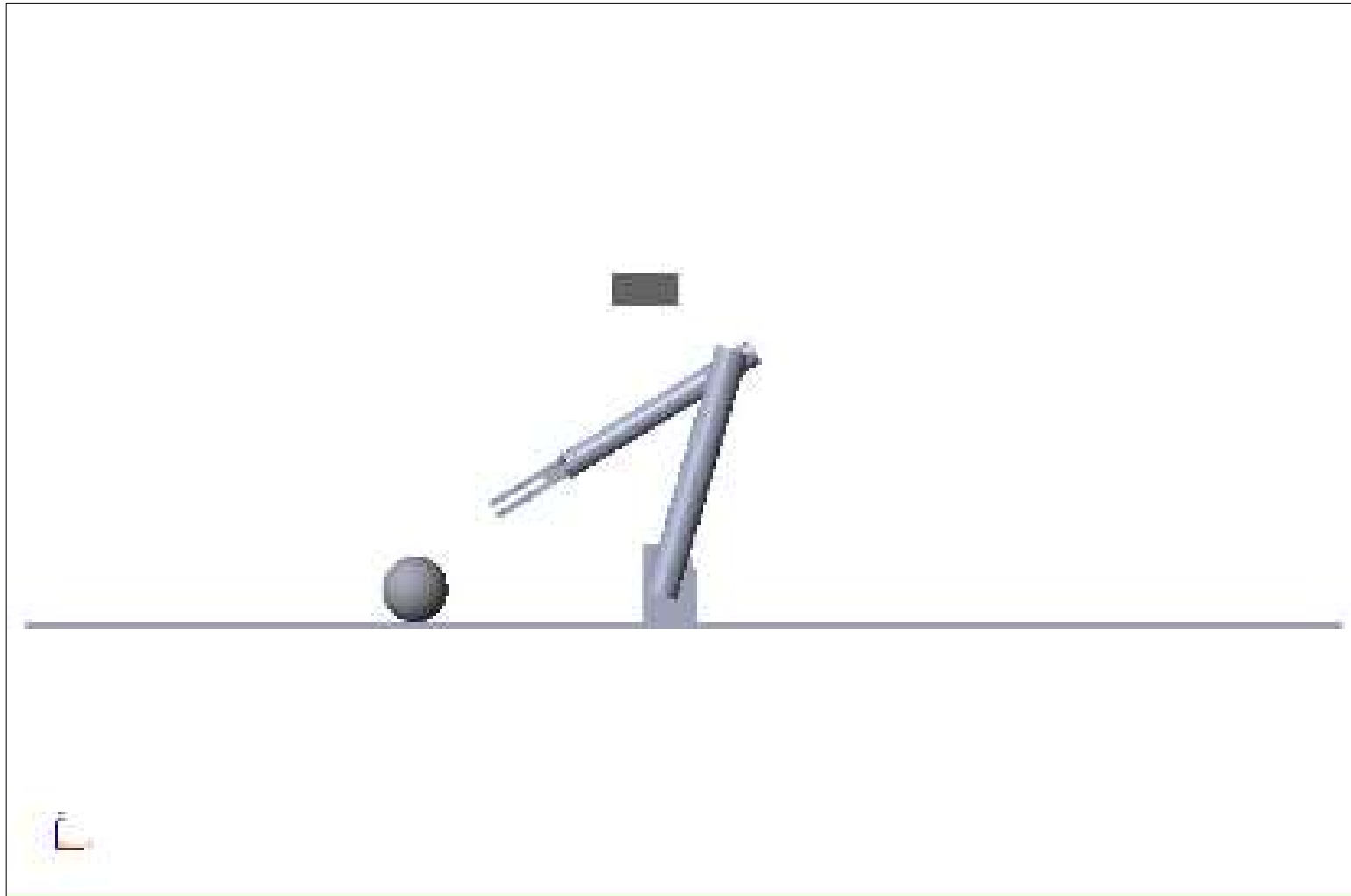
# Risultati



# Risultati



# Risultati



# Conclusioni

In questo lavoro di tesi è stato sviluppato un algoritmo di pianificazione della traiettoria di un braccio con presenza di ostacoli.

- Discretizzazione dello spazio attraverso un **grafo**
- Algoritmo di ricerca **A\*** con verifica della distanza dall'ostacolo.
- Parametro  $\epsilon$  per bilanciamento tra complessità computazionale e ottimalità.
- Introduzione euristica **pesata**.
- Verifica in simulazione **Simscape** con modello **Solidworks**.

**Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria**

*Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione,  
delle Infrastrutture e dell'Energia Sostenibile*

Corso di Laurea in Ingegneria delle telecomunicazioni



# SVILUPPO DI UN ALGORITMO PER LA PIANIFICAZIONE DEL MOVIMENTO DI UN BRACCIO ROBOTICO

Relatore:

Prof. Valerio Scordamaglia

Correlatore:

Vito Antonio Nardi

Candidato:

Valerio Carmelo Nicolò

