

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

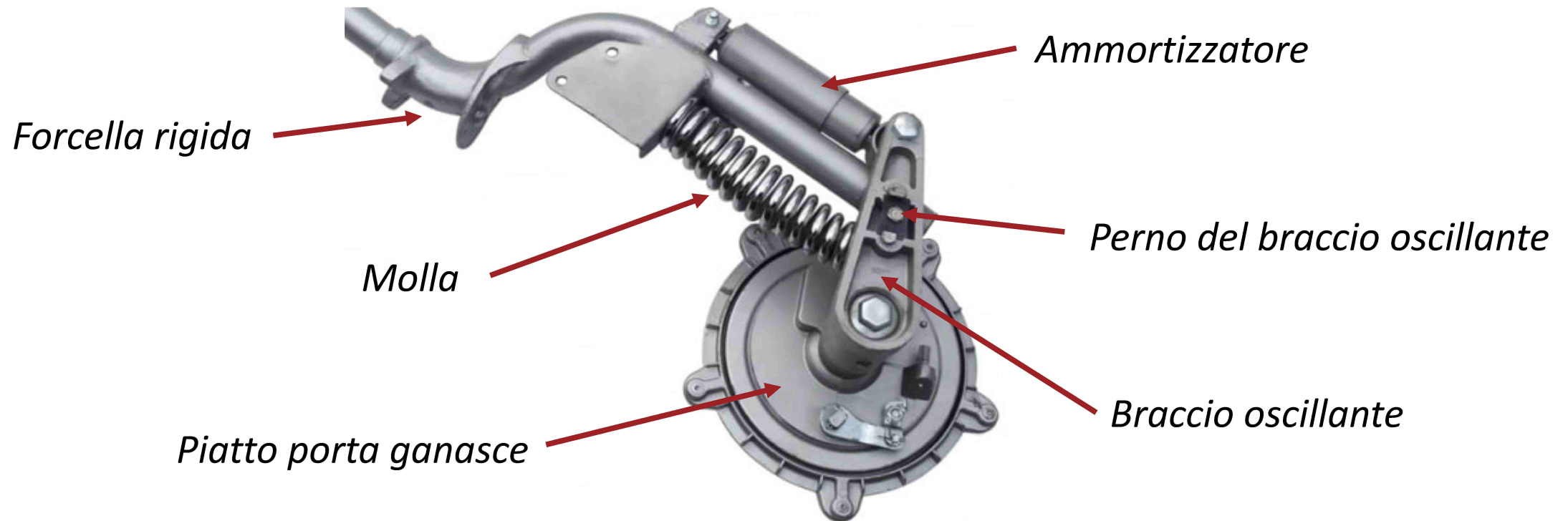
***Relazione per la prova finale***  
***«Analisi cinematica e dinamica  
dell'avantreno di una Vespa in fase di  
frenata»***

Tutor universitario: Prof. Matteo Massaro

Laureando: David De Cal

Padova, 26/09/2023

La sospensione anteriore a braccio oscillante è utilizzata in alcuni modelli di scooter, in particolare nella Vespa. Questo sistema permette alla ruota anteriore di adattarsi alle variazioni del terreno assorbendo urti e vibrazioni e consente una rapida sostituzione in caso di foratura.





- Molla e ammortizzatore separati: molla interna e ammortizzatore esterno
- Sospensione fuori dal centro ruota
- Freno fissato sul braccio oscillante

## Fase di frenata:

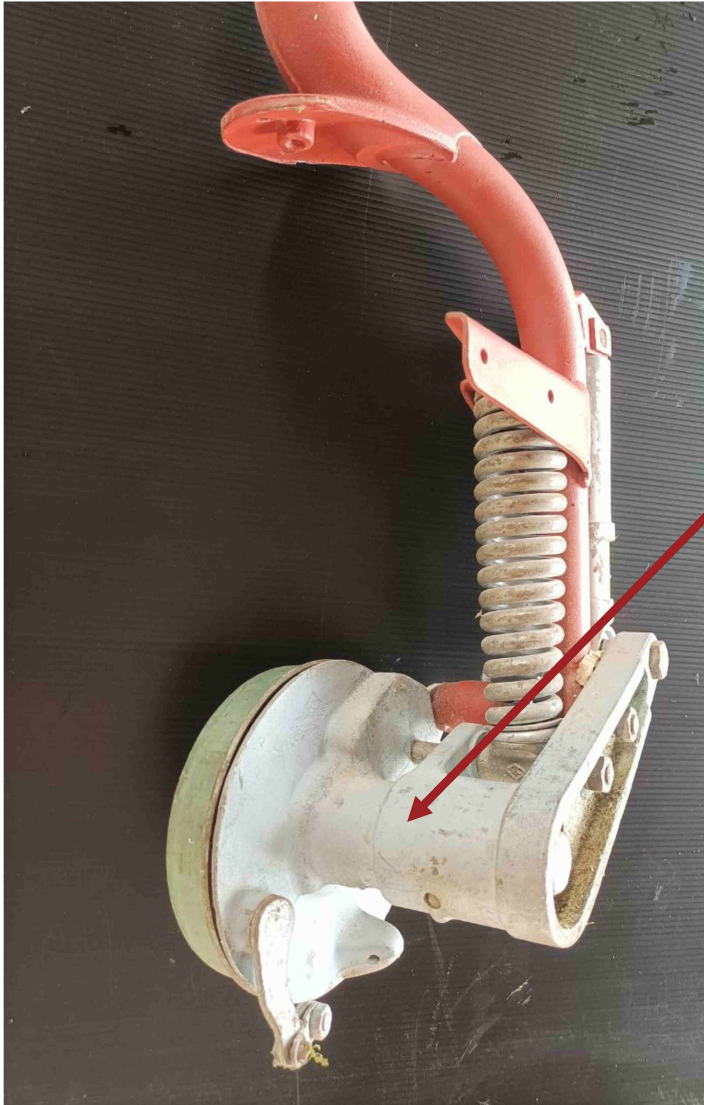
- 1) Quando la molla si comprime, l'ammortizzatore si estende
- 2) In rilascio l'ammortizzatore limita l'estensione rapida della molla



DIREZIONE DI  
AVANZAMENTO

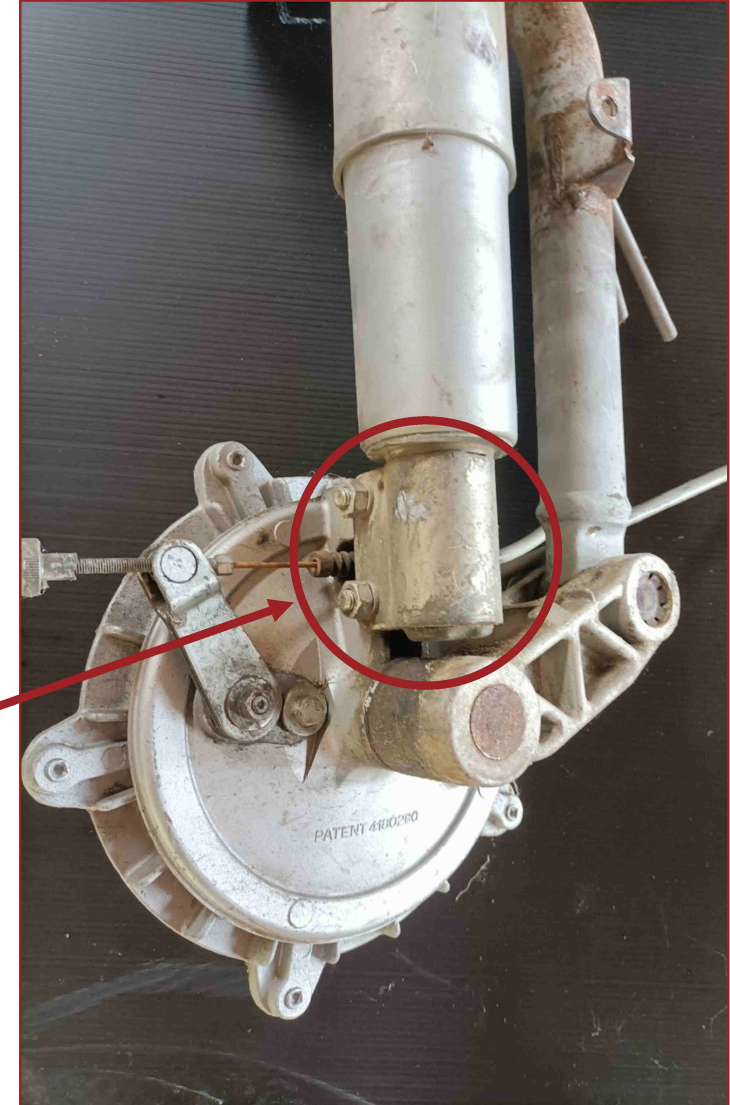


- Sospensione sul centro ruota → ammortizzatore più lungo
- Dalla Vespa PX del 1977 fu introdotto un sistema di fissaggio del freno sull'ammortizzatore e non più sul braccio oscillante → Effetto anti-affondamento
- Modello inizialmente con freni a tamburo e nelle Vespe più recenti anche a disco



Nel primo modello il piatto porta ganasce è fissato al braccetto oscillante.

Grazie a questa staffetta il piatto porta ganasce, che reagisce alla coppia frenante, è fissato all'ammortizzatore.

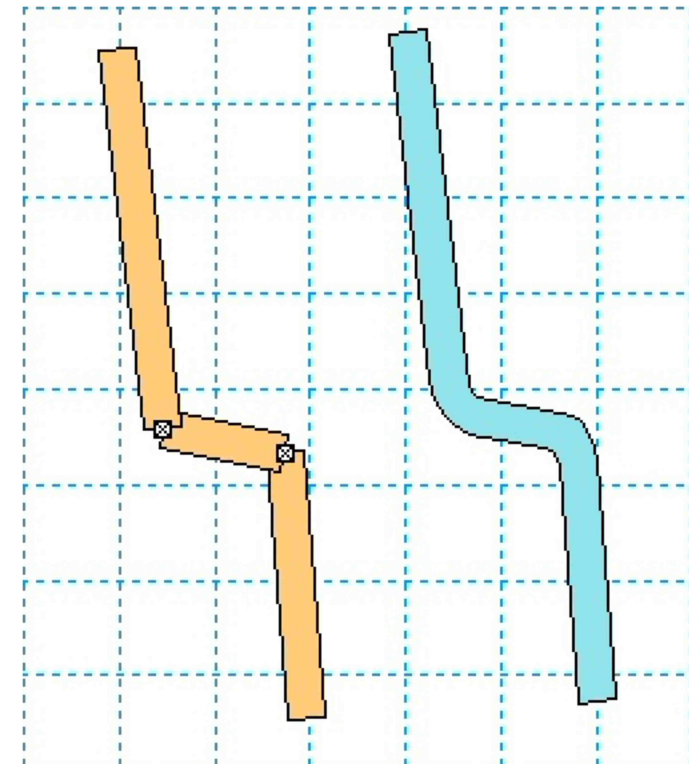




Avantreno Vespa PX 125 del 1977

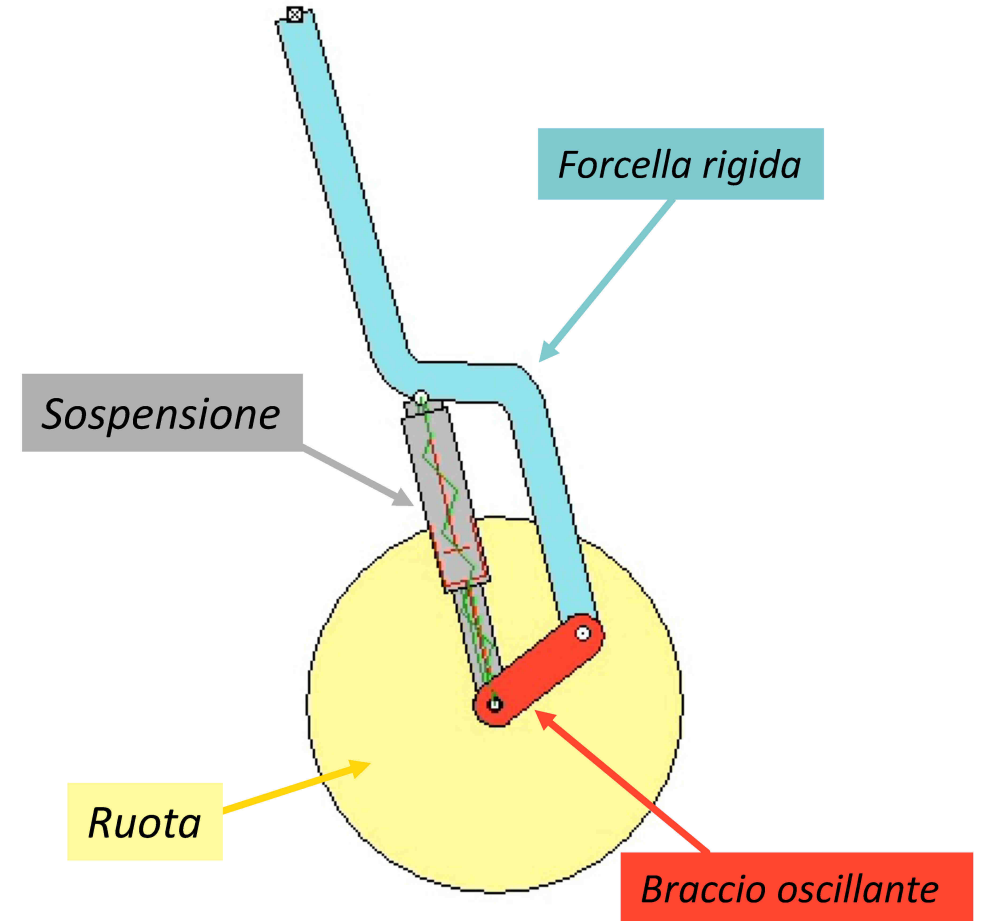
Da un avantreno di una Vespa PX 125 del 1977 si sono misurati i componenti più rilevanti dal punto di vista funzionale, per poter disegnare il modello su Working Model 2D.

1. Suddividere la forcella rigida in 3 parti per agevolare la corretta progettazione
2. Attraverso la funzione di W.M. «Poligono» realizzare un unico corpo arrotondato che approssimi al meglio quello precedente

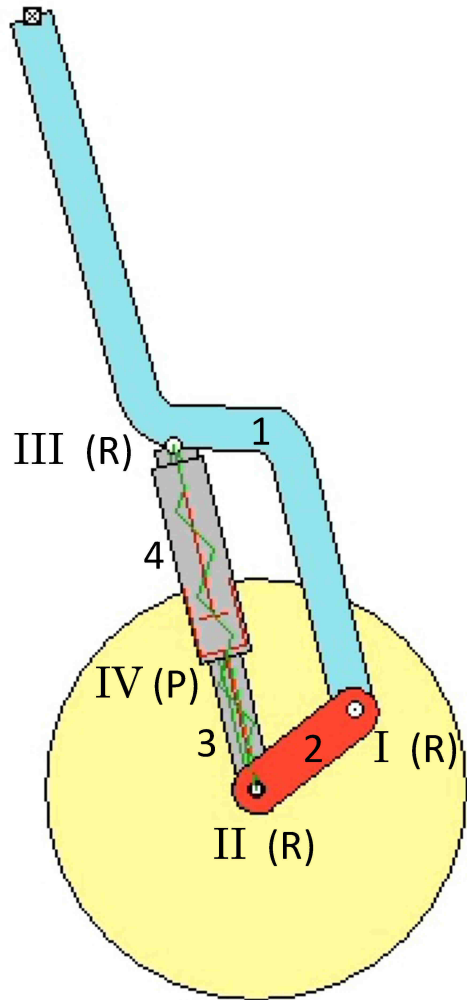


Modello forcella rigida su Working Model

3. Dalla misurazione preliminare il braccio oscillante risulta essere di 12 cm;
4. Essendo gli pneumatici di una Vespa PX 3.50-10 (3.50 inch di larghezza e 10 inch di diametro del cerchione), si è misurato anche il diametro esterno:  $\phi_{ext} = 40$  cm;
5. Una volta disegnata la sospensione, si sono aggiunti molla e ammortizzatore attraverso le funzioni di Working Model.



Modello W.M. completo



## Equazione di Grubler:

$$n_{gdl} = 3(m - 1) - 2R - 2P - C$$

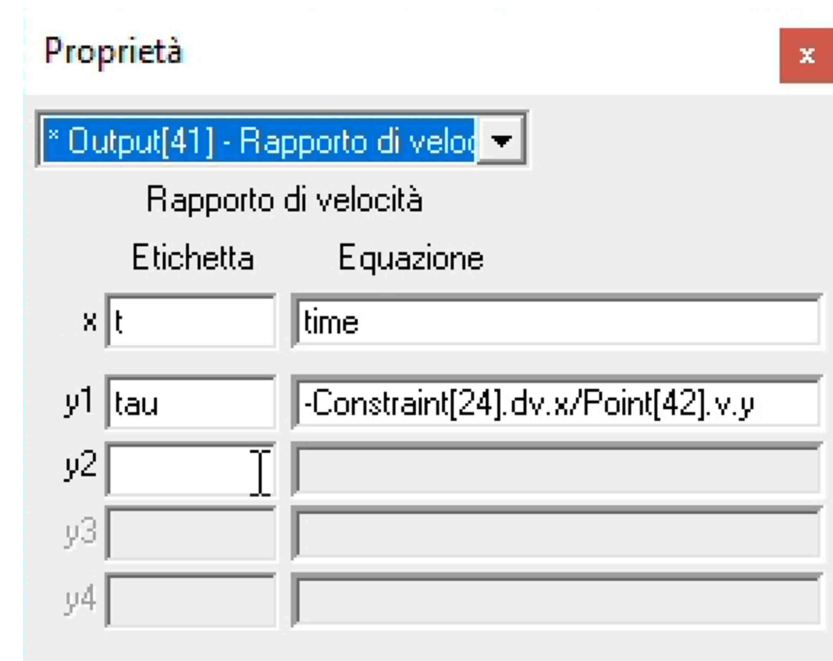
- $m$  = numero di membri compreso telaio = 4
- $R$  = numero delle coppie rotoidali = 3
- $P$  = numero delle coppie prismatiche = 1
- $C$  = numero delle coppie a camma piana = 0

$$n_{gdl} = 1$$

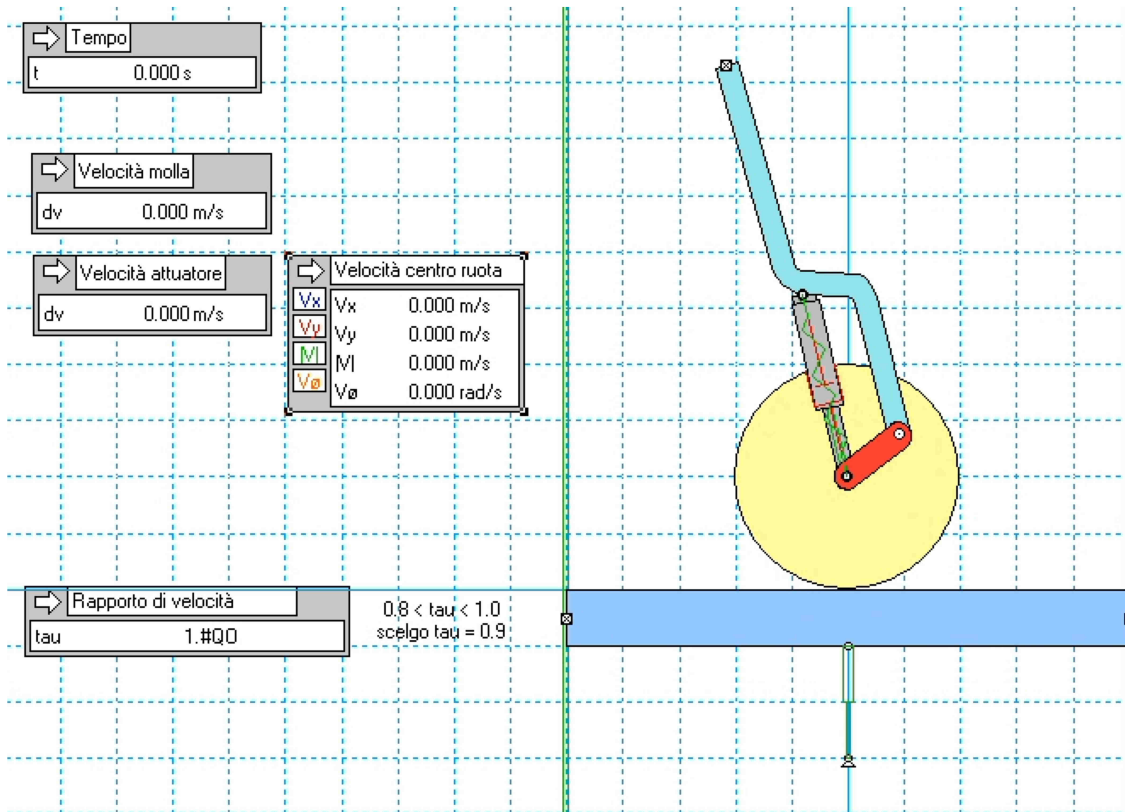


## Calcolare il rapporto di velocità tra escursione della molla e spostamento verticale del centro ruota

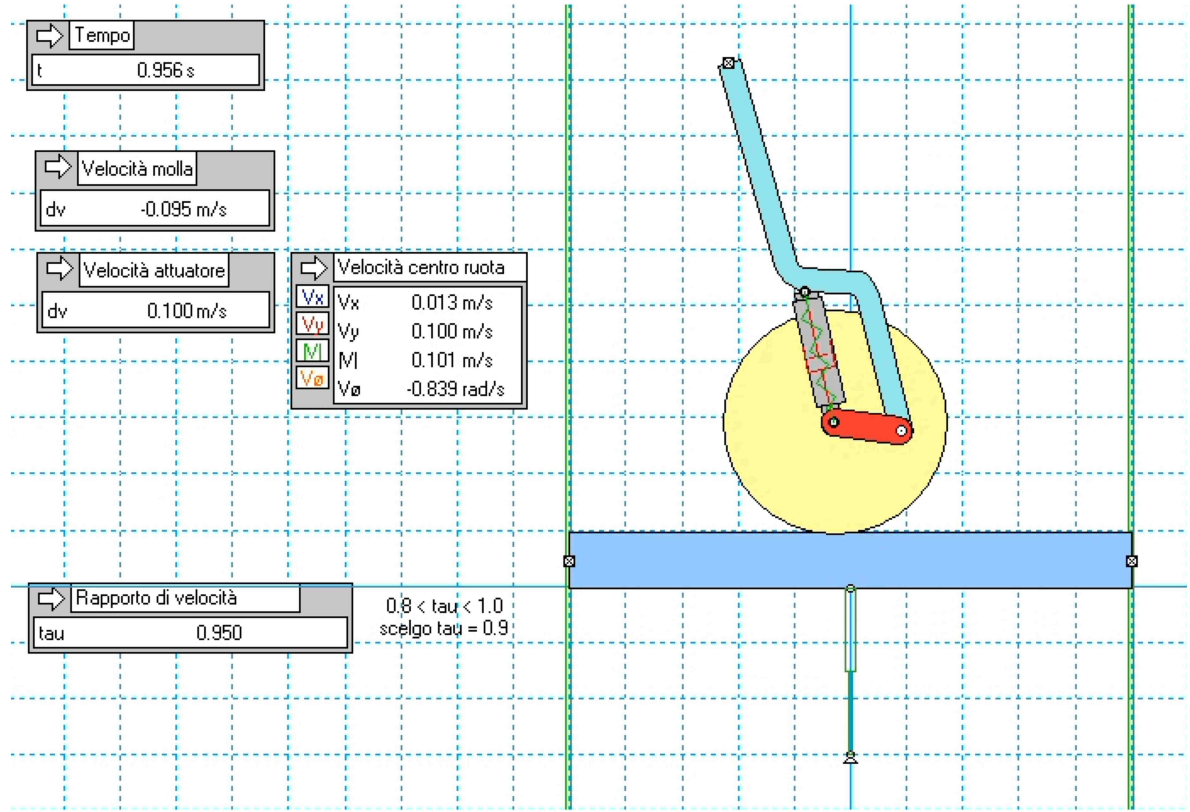
- Attuatore che impone il movimento di  $0.1 \text{ m/s}$
- Con le funzioni di Working Model evidenziare:
  1. Velocità della molla (Constraint[24].dv.x)
  2. Velocità centro ruota (Point[42].v.y)  
= Velocità di attuatore
- $\tau = - \text{Constraint}[24].\text{dv.x} / \text{Point}[42].\text{v.y}$
- Si osserva  $0.85 < \tau < 1.0 \rightarrow$  scelgo  $\tau = 0.95$



*Rapporto di velocità*



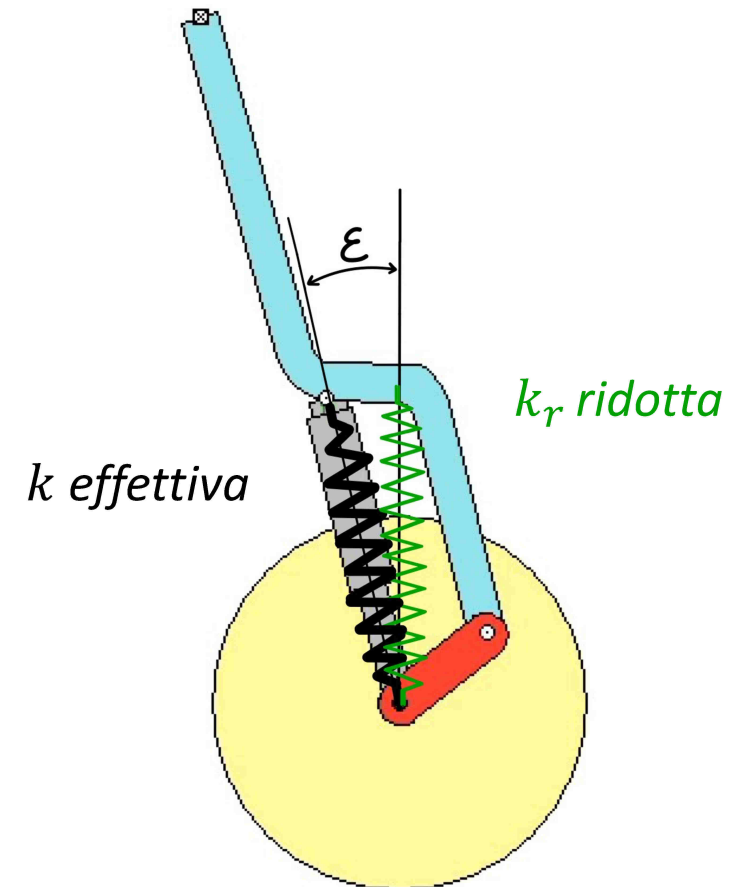
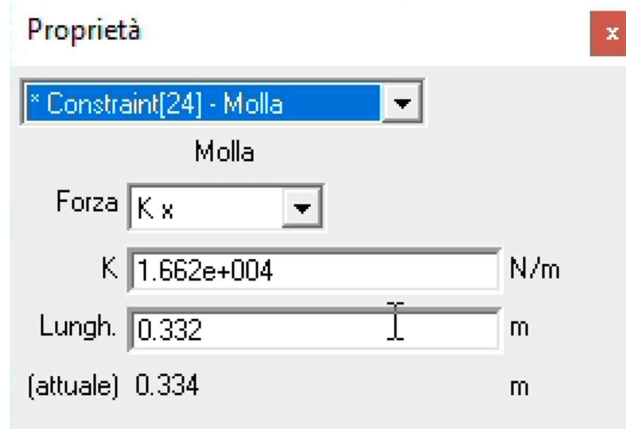
Istante iniziale



Istante in cui  $\tau = 0.95$

**Definire il valore della molla tale da avere una rigidità ridotta in direzione verticale di 15 kN/m**

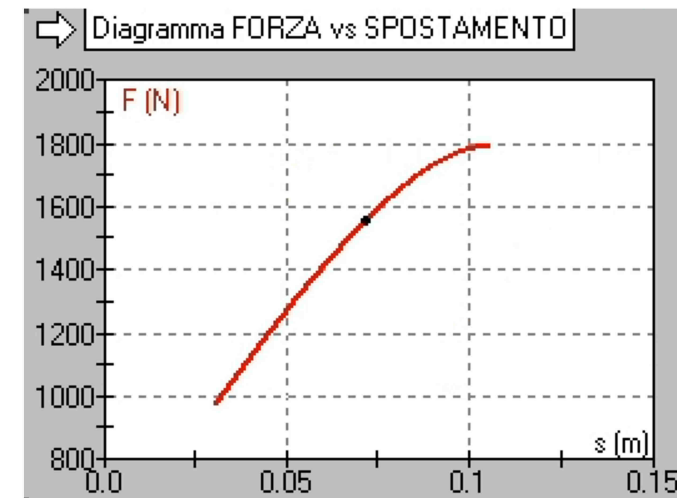
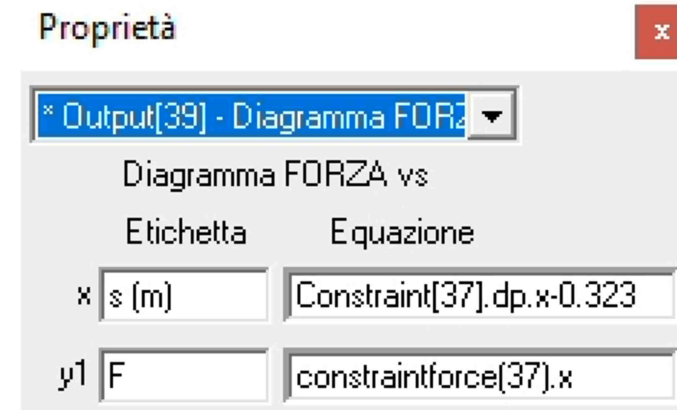
- Si assume una rigidità ridotta in direzione verticale della molla  $k_r = 15 \text{ kN/m}$
- $k_r = k \cdot \tau^2 \rightarrow k = \frac{k_r}{\tau^2} = \frac{15000}{0.95^2} = 16.620 \text{ kN/m}$



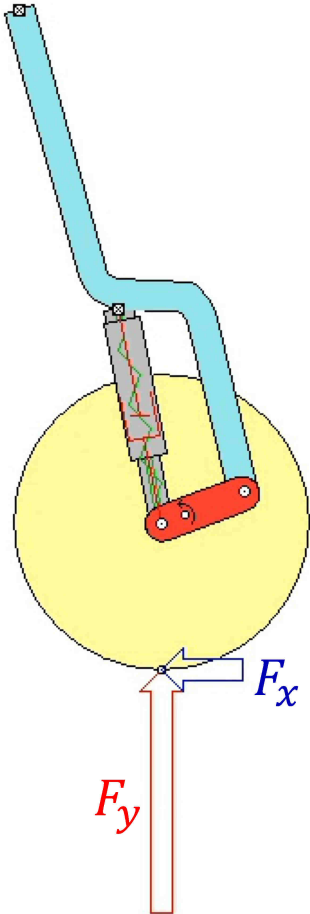
## Verifica che la pendenza locale sia legata alla rigidezza ridotta

- Attuatore che impone il movimento di  $0.1 \text{ m/s}$
- Con le funzioni di Working Model evidenziare:
  1. Forza attuatore (`constraintforce(37).x`)
  2. Spostamento attuatore (`Constraint[37].dp.x-0.323`)
- Creare il diagramma Forza vs Spostamento (Output[39])
- In un intorno dell'istante in cui  $\tau = 0.95$ :

$$\frac{(1638.066 - 1563.256)N}{(0.079 - 0.074) m} = 14962 \text{ N/m} \cong 15 \text{ kN/m}$$

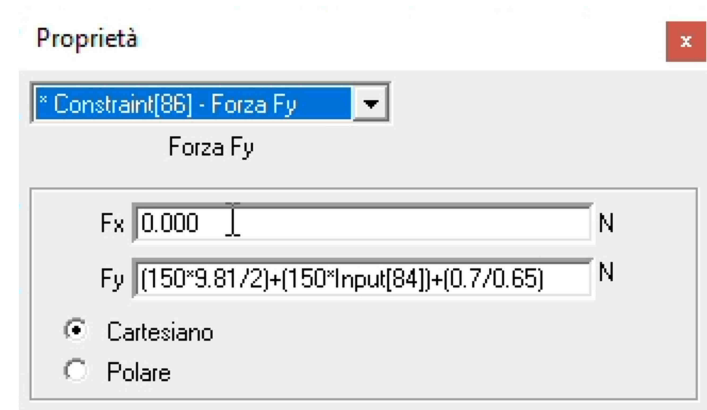


Applicazione delle forze dovute al carico statico e di trasferimento di carico



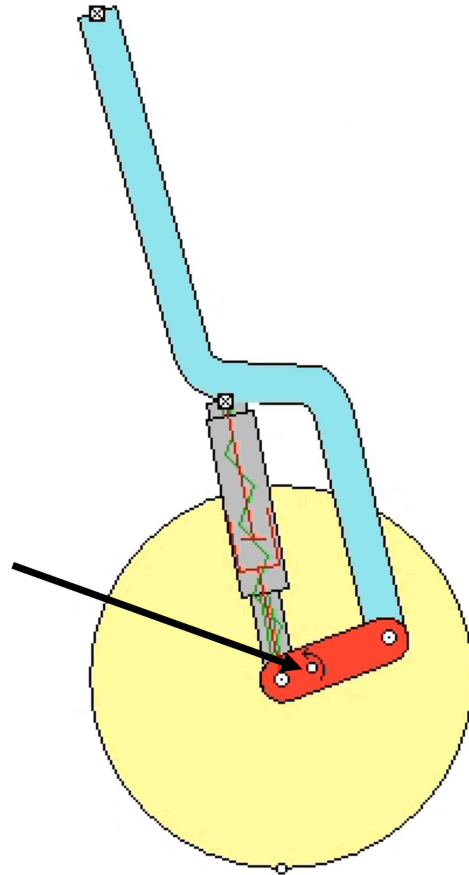
$$F_x = -m_{tot} \cdot a_x$$

$$F_y = mg \cdot \frac{b}{w} + m_{tot} \cdot a_x \cdot \frac{h}{w}$$

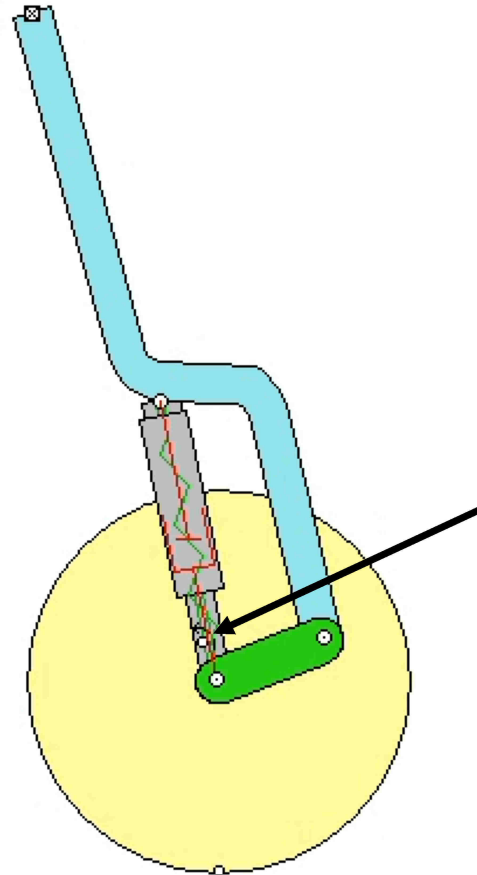


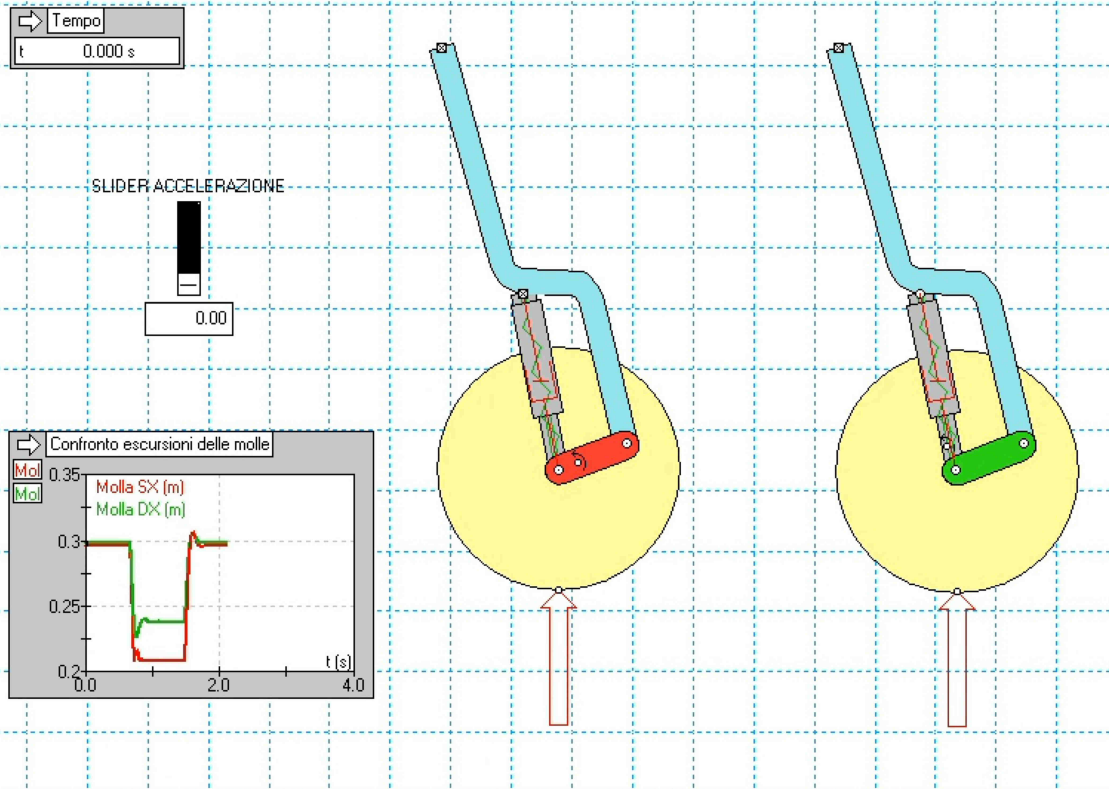
Considero due configurazioni esattamente uguali (dimensioni, peso, costante della molla...)

La coppia frenante  
viene applicata al  
braccio oscillante  
simulando una  
configurazione dei  
modelli meno recenti

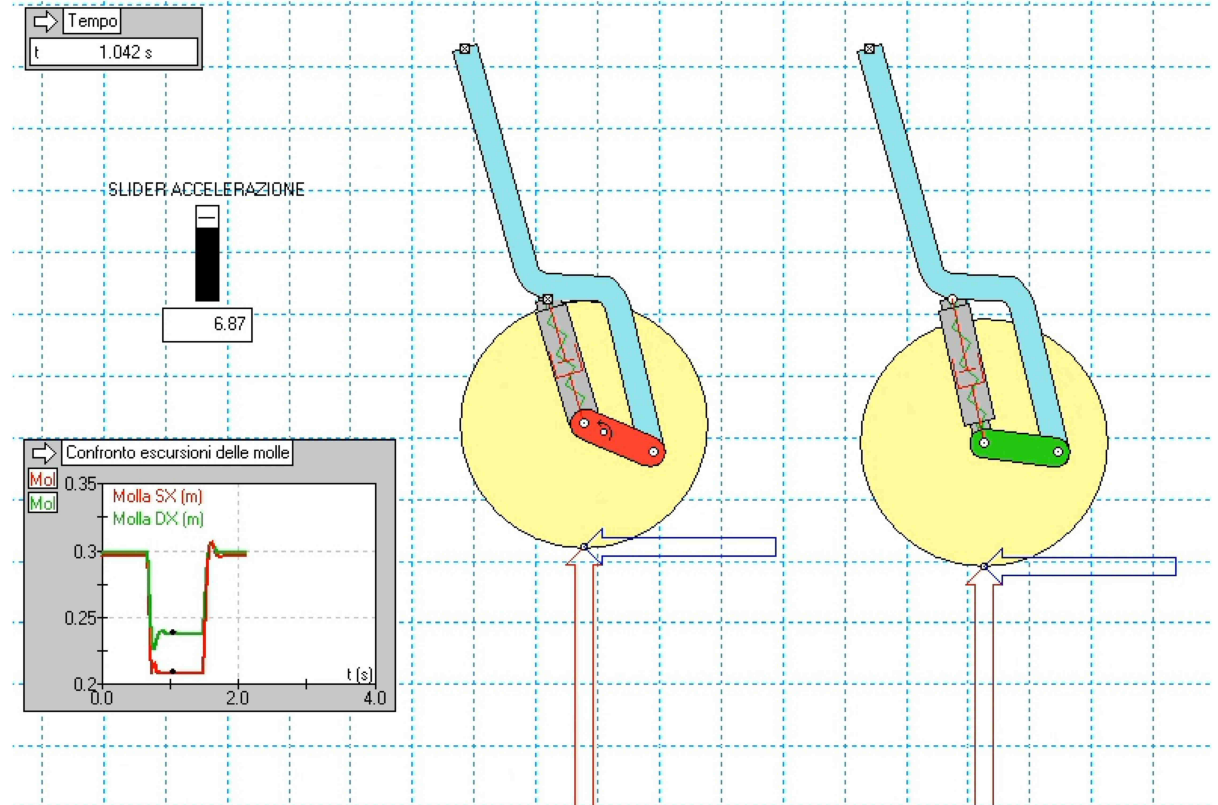


La coppia frenante  
viene applicata  
all'ammortizzatore  
simulando una  
configurazione dei  
modelli più recenti,  
dal 1977 in poi.



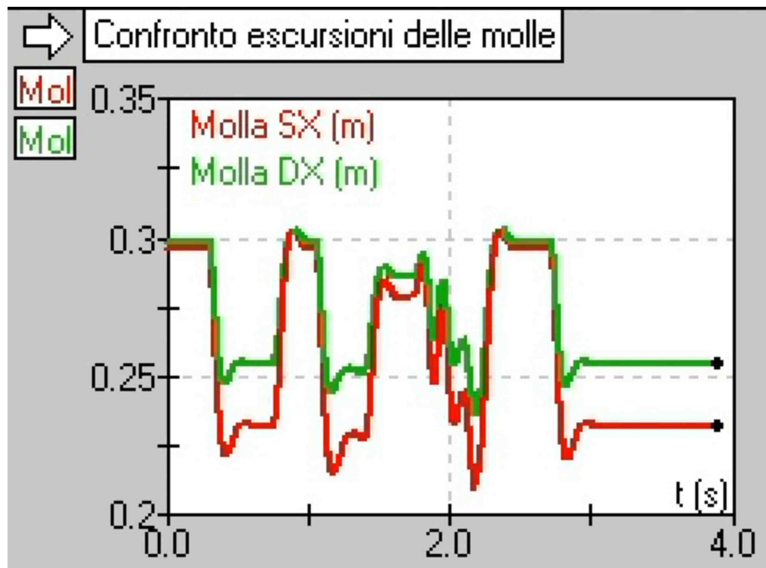


Istante iniziale  $a_x = 0.00$



Istante in cui  $a_x = 6.87$  decelerazione massima

Osservando il grafico del confronto delle escursioni delle molle è possibile vedere come la prima configurazione (curva rossa) subisca una maggiore compressione della molla rispetto alla seconda (curva verde).



Si può concludere che il modello più recente, adottato a partire dal 1977 nella Vespa PX 125 e ancora tutt'ora utilizzato, subisce un minor affondamento dell'avantreno in fase di frenata rispetto alla precedente configurazione.