

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

***Relazione per la prova finale
«Analisi cinematica di un sistema
sospensivo tipo Unitrak»***

Tutor universitario: Prof. Giulio Rosati

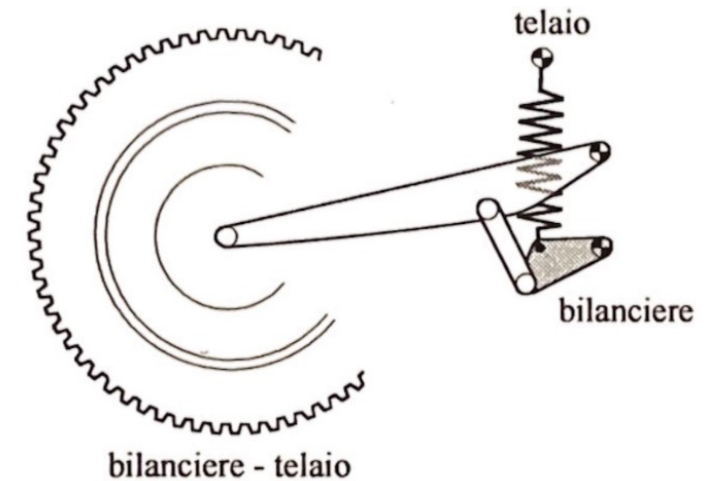
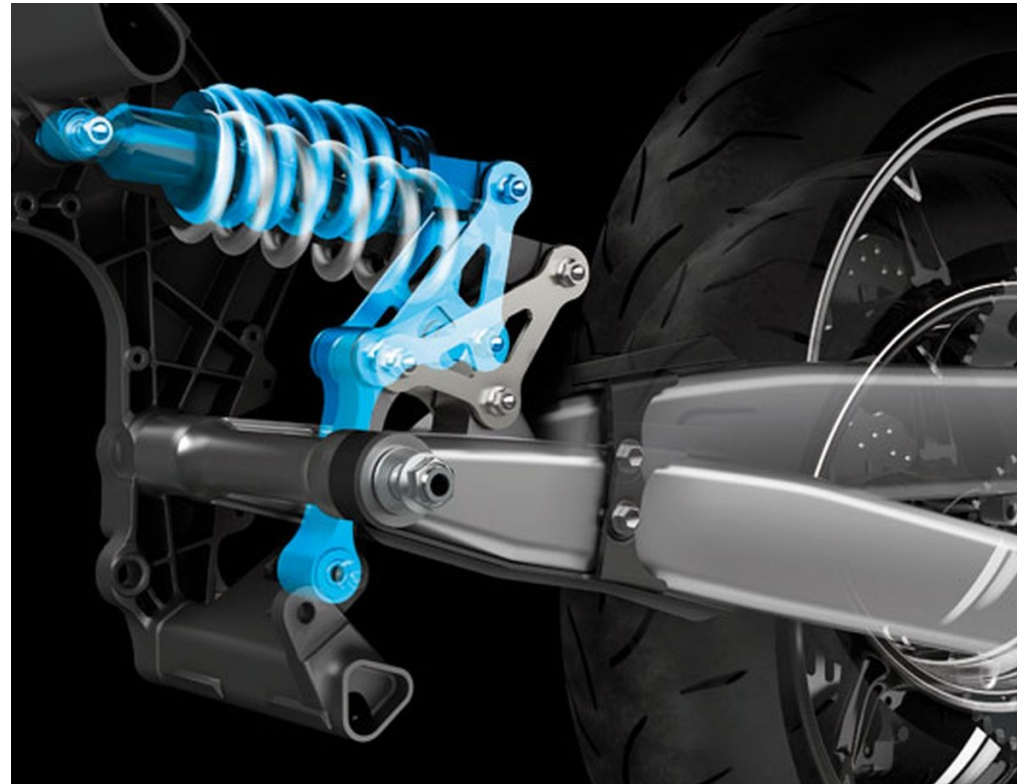
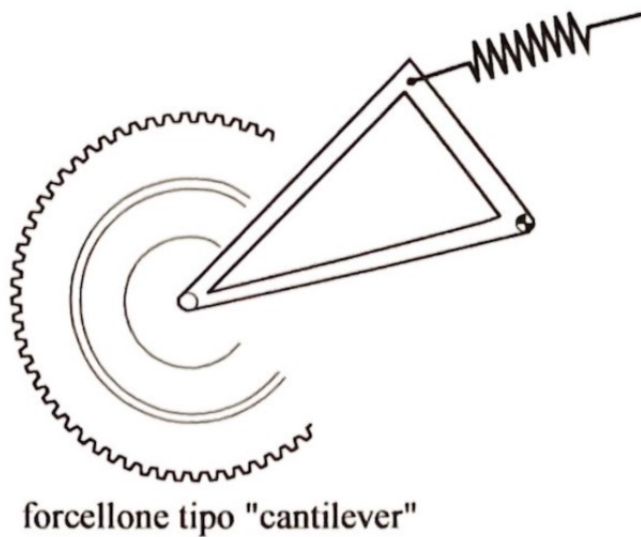
Correlatore: Matteo Bottin

Laureando: *Griggio Michele*

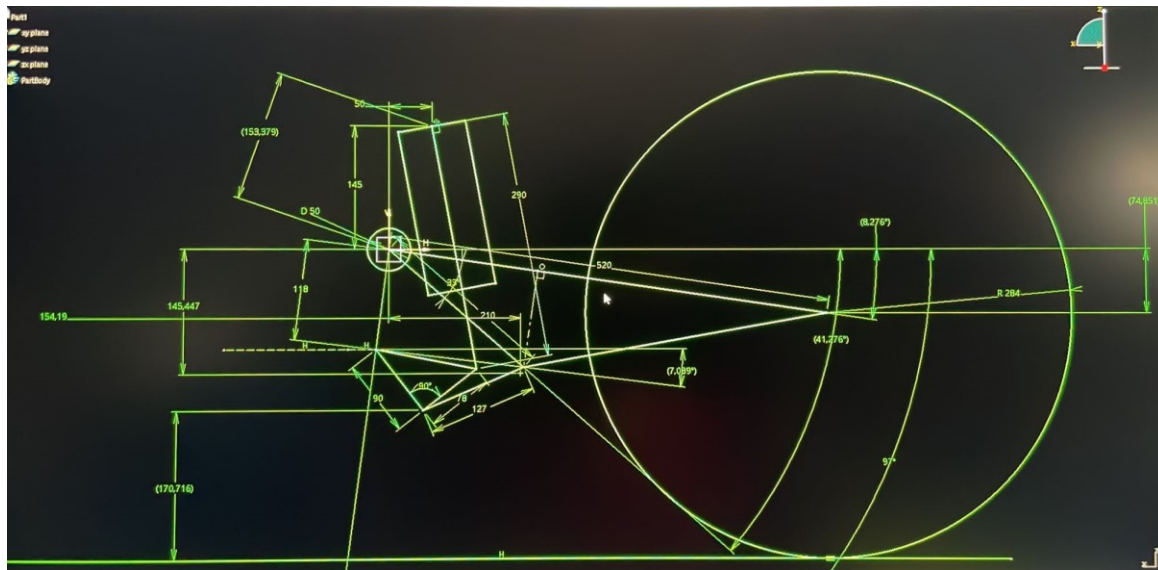
Padova, 21/11/2022

Il sistema sospensivo tipo Unitrak è un tipo di sospensione con sistema “*cantilever*”: questo tipo di sospensione è caratterizzato da una sola unità molla-ammortizzatore (mono-ammortizzatore).

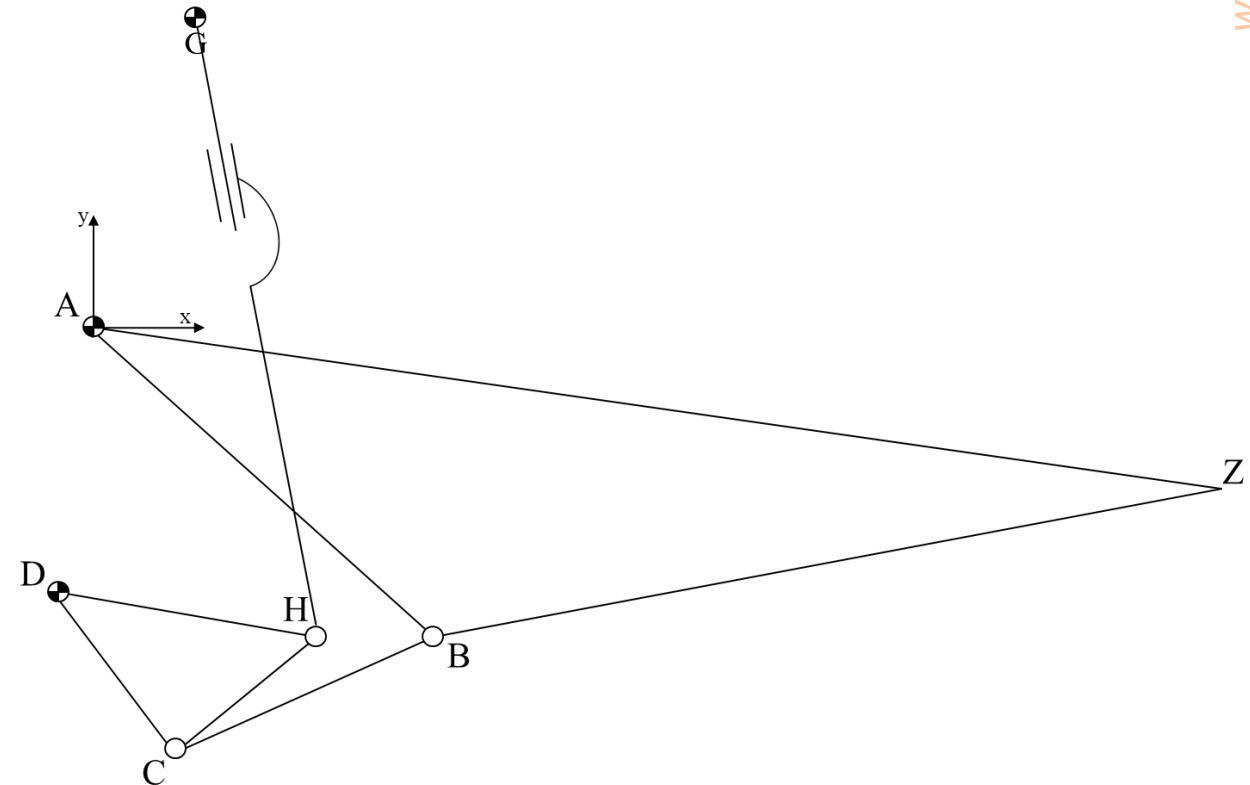
Il *sistema Unitrak* si distingue dagli altri simili cantilever (tutti basati sul meccanismo quadrilatero) per avere l’unità molla-smorzatore inserita tra telaio e bilanciere.



Obiettivo del lavoro è l'esecuzione delle analisi di posizione, velocità, statica e della simulazione Matlab del cinematismo sotto riportato



Disegno CAD preliminare del sistema sospensivo

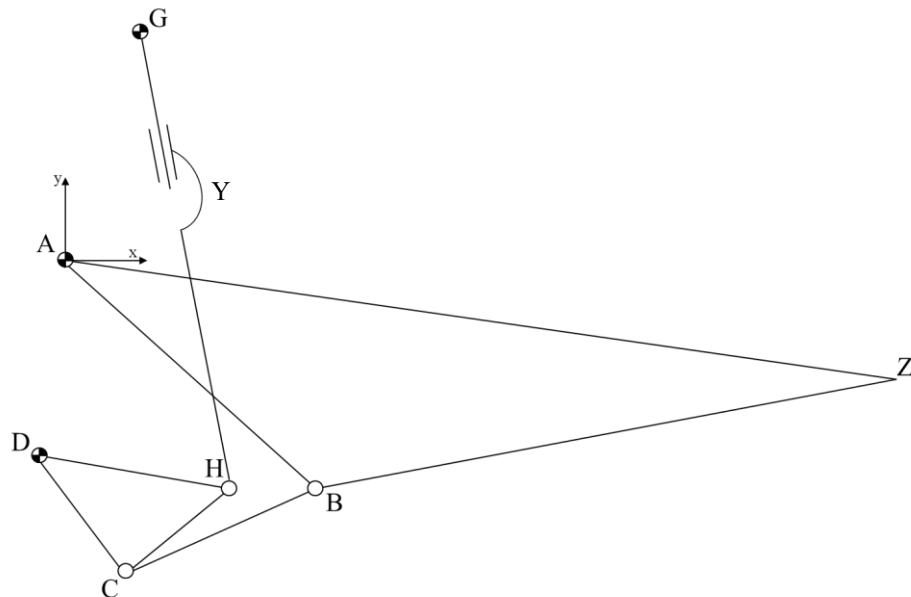


Schema cinematico del meccanismo

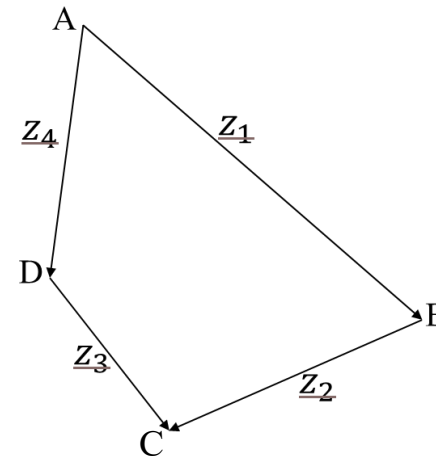
Il meccanismo in analisi è formato da due maglie:

1. un **quadrilatero articolato** (A-B-C-D)
2. un secondo **cinematismo** (A-F-G-H-C-B-A)

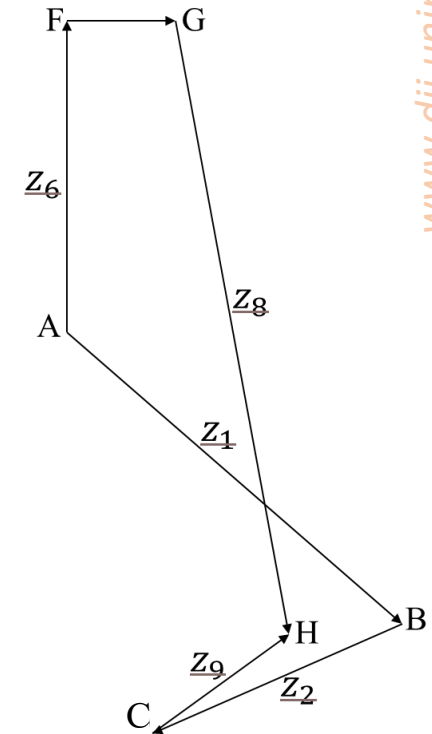
Tramite l'analisi del meccanismo si andranno a determinare posizione e velocità di punti e membri notevoli.



Poligono di chiusura
maglia 1



Poligono di chiusura
maglia 2



Nel meccanismo sono presenti:

- 6 membri ($m = 6$);
- 6 coppie rotoidali (A-B-C-D-G-H);
- 1 prismatica (Y).

$$n = 3(m - 1) - 2c_1 - c_2$$

$$n = 15 - 14 - 0 = 1$$

Considerando le due maglie A-B-C-D e A-F-G-H-C-B-A, si ottengono le seguenti **equazioni di chiusura**:

$$\vec{z}_1 + \vec{z}_2 - \vec{z}_3 - \vec{z}_4 = \vec{0}$$

Per la prima maglia

$$a_1 \begin{Bmatrix} \cos q \\ \sin q \end{Bmatrix} + a_2 \begin{Bmatrix} \cos \varphi_2 \\ \sin \varphi_2 \end{Bmatrix} - a_3 \begin{Bmatrix} \cos \varphi_3 \\ \sin \varphi_3 \end{Bmatrix} - a_4 \begin{Bmatrix} \cos \varphi_4 \\ \sin \varphi_4 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

$$\vec{z}_1 + \vec{z}_2 + \vec{z}_9 - \vec{z}_8 - \vec{z}_7 - \vec{z}_6 = \vec{0}$$

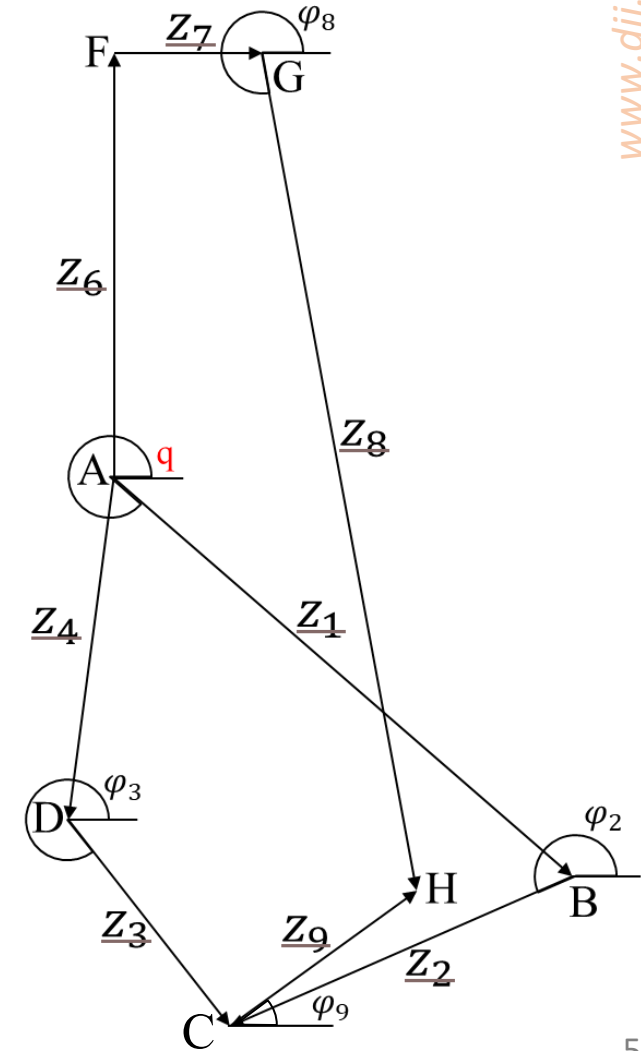
Per la seconda maglia

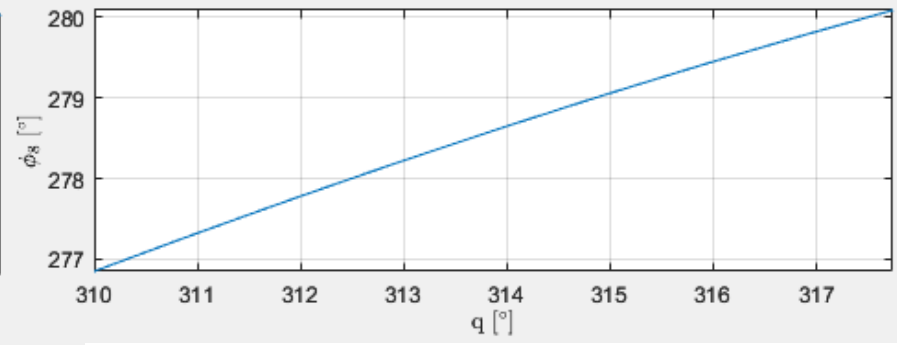
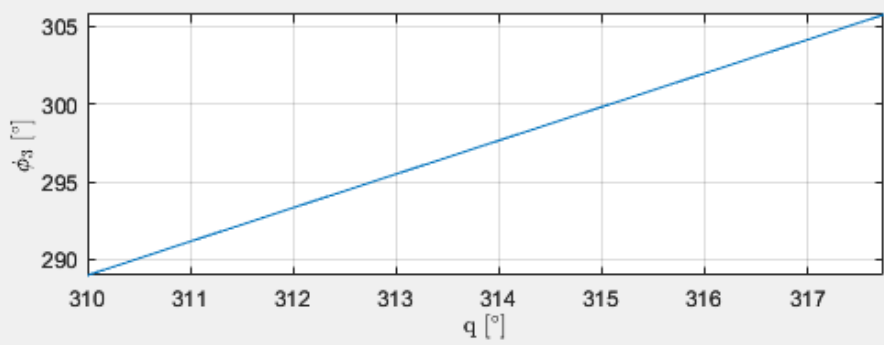
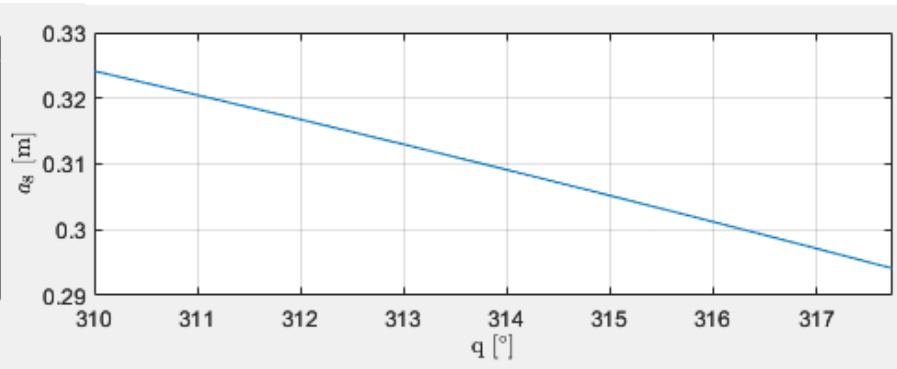
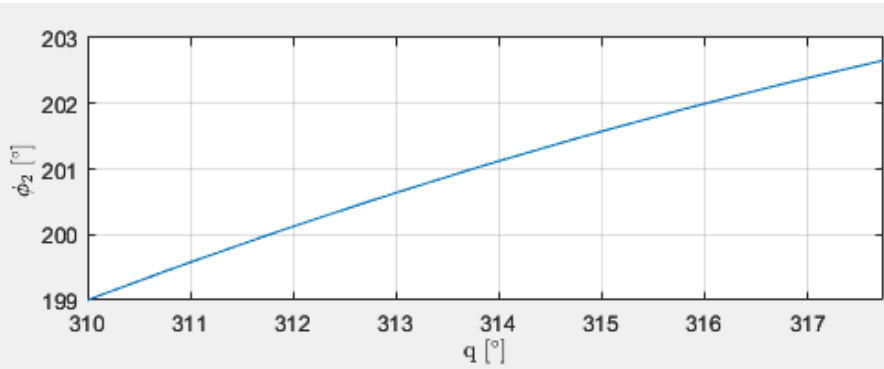
$$a_1 \begin{Bmatrix} \cos q \\ \sin q \end{Bmatrix} + a_2 \begin{Bmatrix} \cos \varphi_2 \\ \sin \varphi_2 \end{Bmatrix} + a_9 \begin{Bmatrix} \cos \varphi_9 \\ \sin \varphi_9 \end{Bmatrix} - a_8 \begin{Bmatrix} \cos \varphi_8 \\ \sin \varphi_8 \end{Bmatrix} - a_7 \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \end{Bmatrix} - a_6 \begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

Le due maglie risultano **debolmente accoppiate**, quindi risolvibili separatamente.

Dati: $q, a_1, a_2, a_3, a_4, a_6, a_7, a_9$

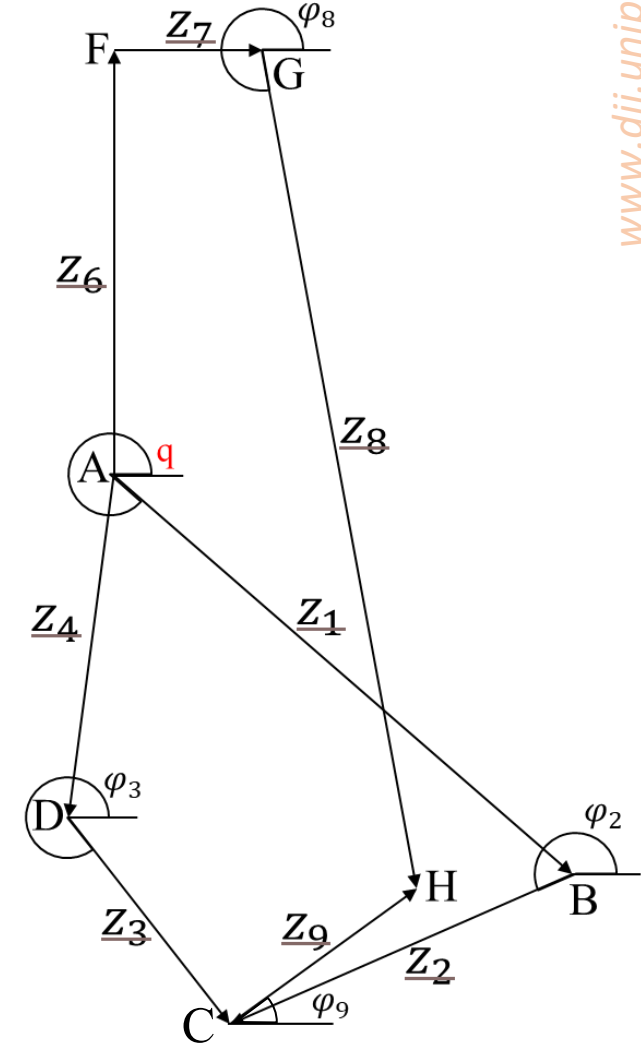
Incognite: $\varphi_2, \varphi_3, \varphi_9, \varphi_8, a_8$





Grafici di posizione maglia 1

Grafici di posizione maglia 2



Derivando le equazioni di chiusura di posizione, si ottengono le equazioni di velocità del meccanismo.

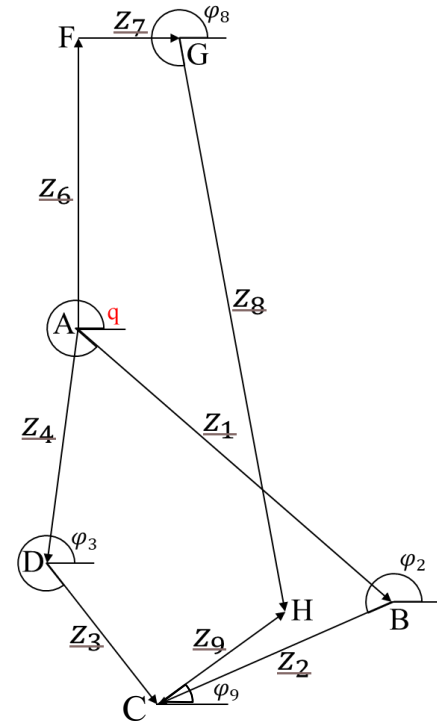
Risolvendo l'equazione di velocità della prima maglia si ottiene:

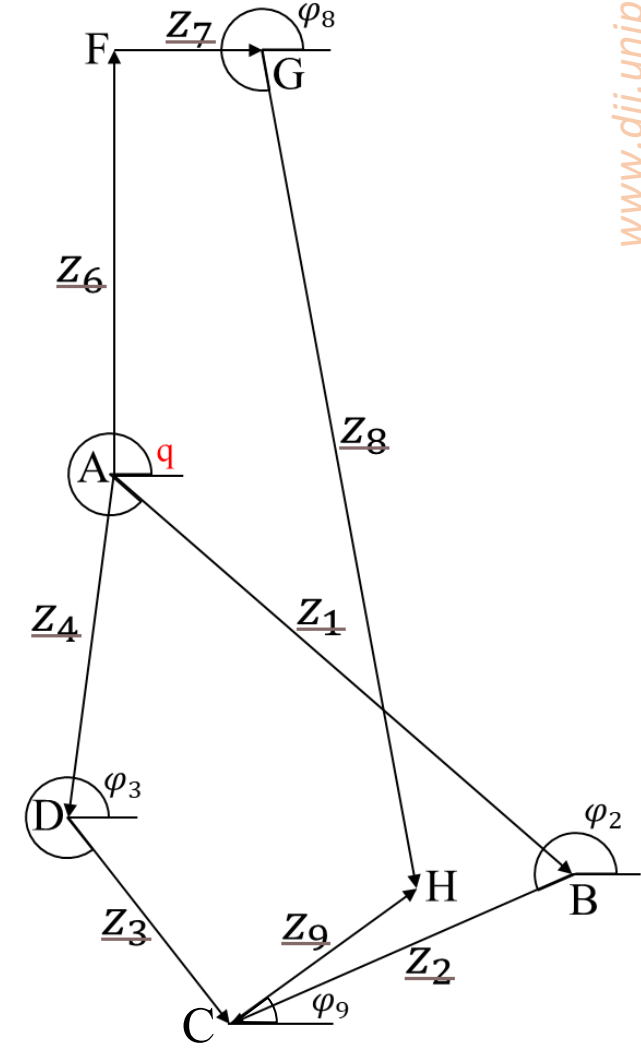
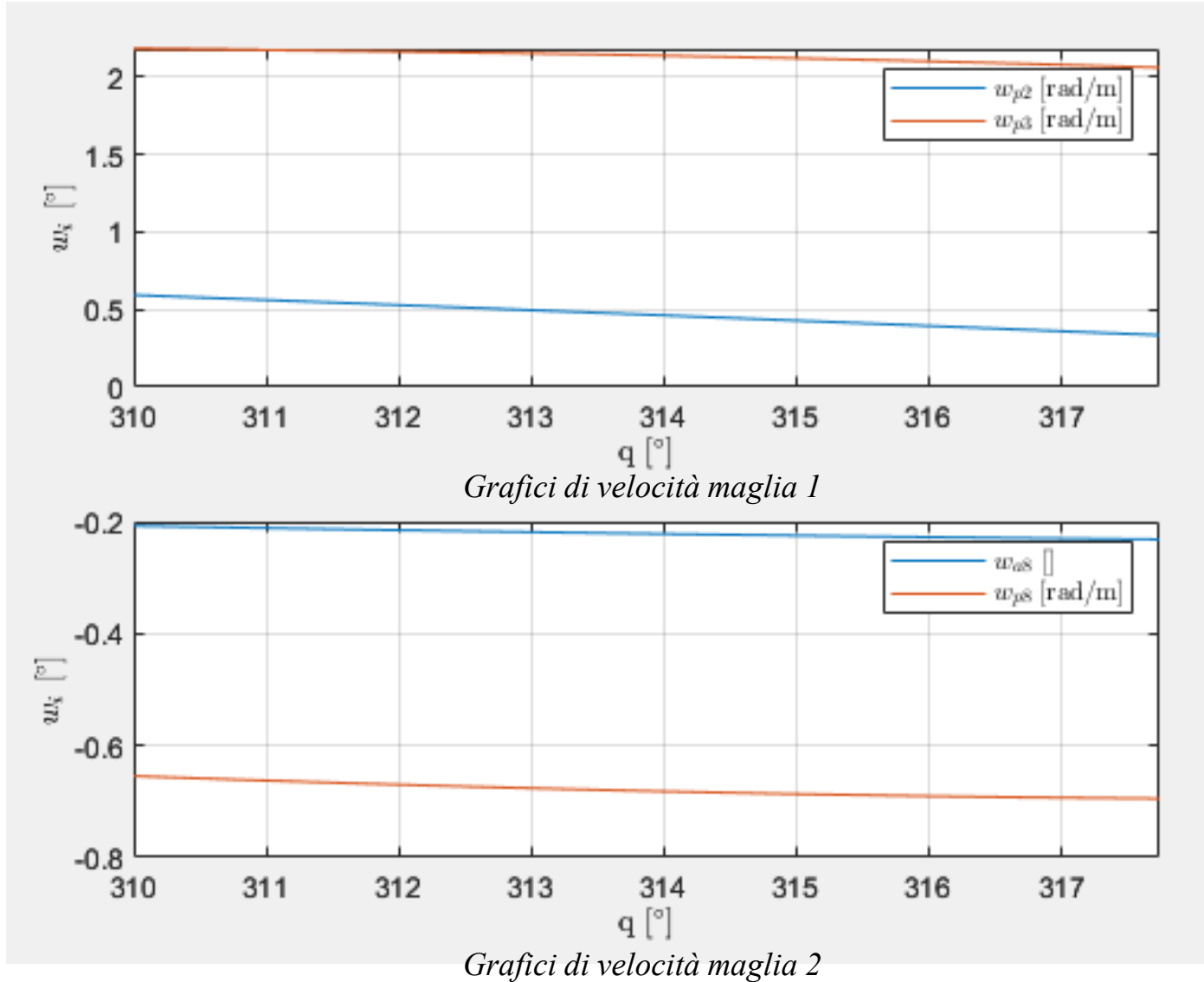
$$\begin{Bmatrix} \dot{\varphi}_2 \\ \dot{\varphi}_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -\frac{a_1 \sin(q - \varphi_3)}{a_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_3)} \\ -\frac{a_1 \sin(q - \varphi_2)}{a_3 \sin(\varphi_2 - \varphi_3)} \end{Bmatrix} \dot{q} = \begin{Bmatrix} w_{\varphi_2} \\ w_{\varphi_3} \end{Bmatrix} \dot{q}$$

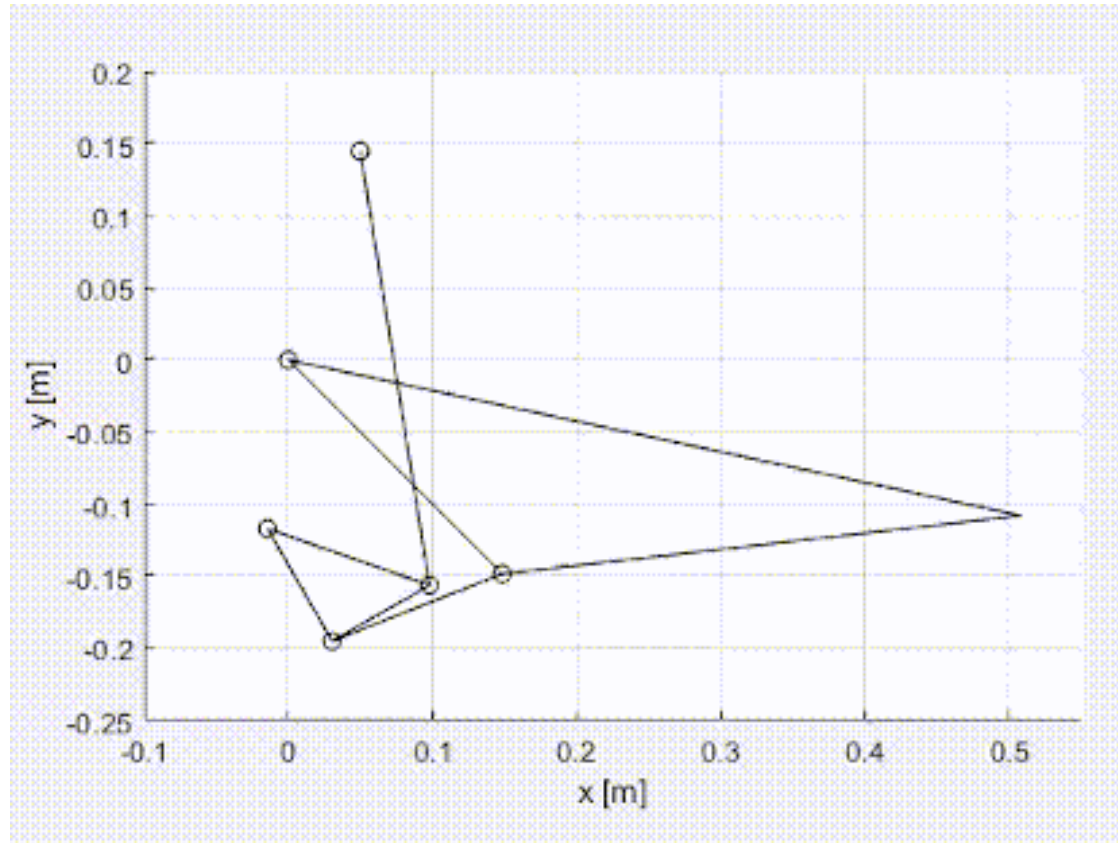
Risolvendo l'equazione di velocità della seconda maglia si ottiene:

$$\begin{Bmatrix} \dot{a}_8 \\ \dot{\varphi}_8 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} a_1 \cos \varphi_8 \sin q + a_2 \cos \varphi_8 \sin \varphi_2 w_{\varphi_2} + a_9 \cos \varphi_8 \sin \varphi_9 w_{\varphi_9} - a_1 \sin \varphi_8 \cos q - a_2 \sin \varphi_8 \cos \varphi_2 w_{\varphi_2} - a_9 \sin \varphi_8 \cos \varphi_9 w_{\varphi_9} \\ -\frac{a_1}{a_8} \sin q \sin \varphi_8 - \frac{a_2}{a_8} \sin \varphi_8 \sin \varphi_2 w_{\varphi_2} - \frac{a_9}{a_8} \sin \varphi_8 \sin \varphi_9 w_{\varphi_9} - \frac{a_1}{a_8} \cos q \cos \varphi_8 - \frac{a_2}{a_8} \cos \varphi_8 \cos \varphi_2 w_{\varphi_2} - \frac{a_9}{a_8} \cos \varphi_8 \cos \varphi_9 w_{\varphi_9} \end{Bmatrix} \dot{q} =$$

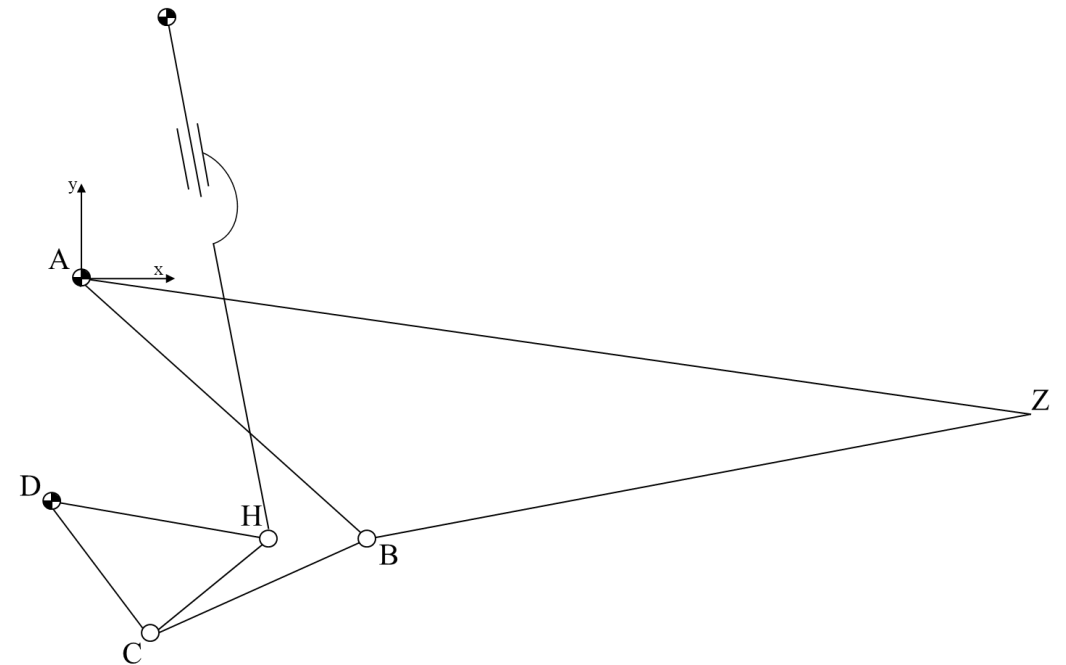
$$= \begin{Bmatrix} w_{a_8} \\ w_{\varphi_8} \end{Bmatrix} \dot{q}$$







Simulazione Matlab del meccanismo

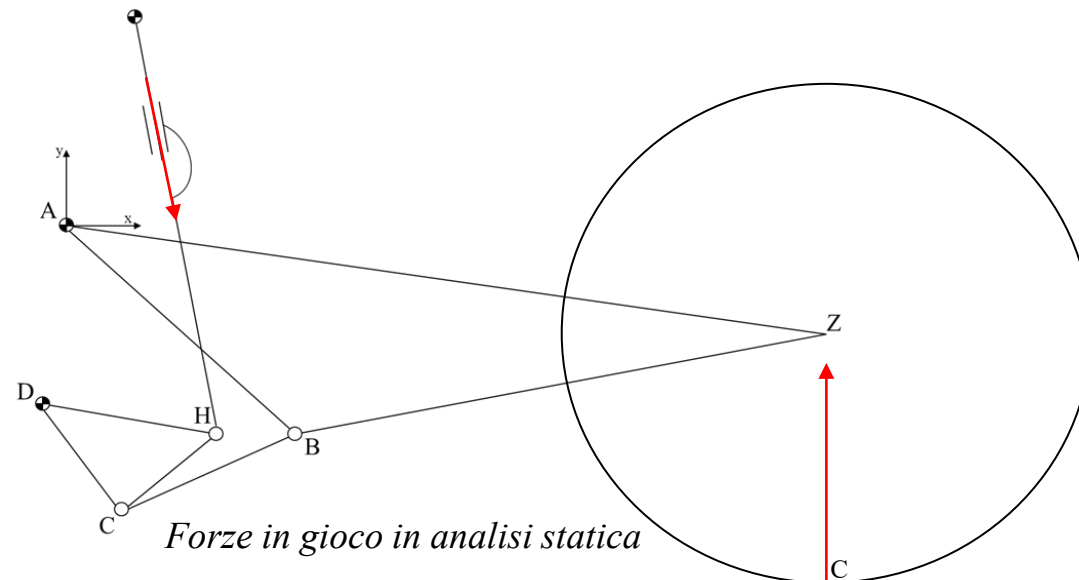


$$\underline{S} = \left\{ \begin{array}{c} -F \\ \frac{P_{moto} + P_{persona}}{2} \end{array} \right\} \quad \underline{u} = \begin{pmatrix} a_8 \\ y_c \end{pmatrix} \quad \underline{W} = \frac{du}{dq} = \left\{ \begin{array}{c} W_{a_8} \\ l_{forcellone} \cdot \cos(q + B\hat{A}Z) \end{array} \right\}$$

con C = punto di contatto terra - pneumatico

$$\vec{S}^T \vec{W} = 0$$

$$F = \frac{\left(\frac{P_{moto} + P_{persona}}{2} \cdot l_{forcellone} \cdot \cos(q + B\hat{A}Z) \right)}{W_{a_8}}$$



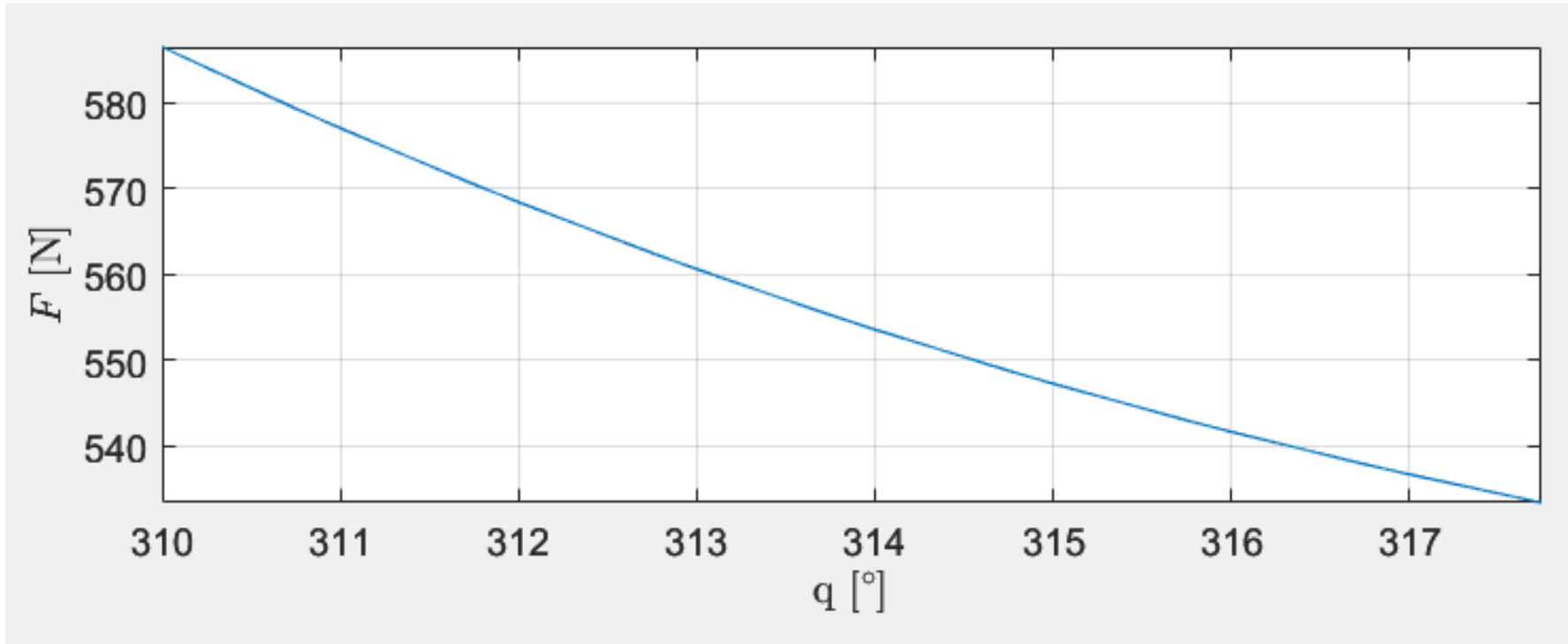


Grafico F al variare di q

L'analisi del meccanismo ha messo in chiaro che il meccanismo pensato a priori è realizzabile e soprattutto funzionale, visti gli andamenti regolari dei grafici e la simulazione Matlab.

Ringrazio per l'attenzione,

Michele Griggio