

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

Dipartimento di Ingegneria Industriale



Laurea triennale in Ingegneria Industriale Meccatronica

---

Corso di Sistemi Meccanici e Modelli

## Studio della Cinematica di una Gru mediante Sintesi

Daniele Serafini mat. 192999  
([daniele.serafini@studenti.unitn.it](mailto:daniele.serafini@studenti.unitn.it))

Anno Accademico 2019-2020

# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Funzioni Iniziali per l'Analisi di Posizione</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Sintesi di Traiettoria</b>	<b>2</b>
3.1	Sintesi con Correlazione . . . . .	3
3.2	Sintesi Senza Correlazione . . . . .	4

# 1 Introduzione

In questa relazione tratto di un problema di Sintesi di un sistema meccanico. Con sintesi si intende l'insieme di operazioni che permette di trovare il metodo migliore per risolvere un problema posto: nel mio caso il problema posto è quello di rendere la traiettoria del gancio della gru, trattato nel primo homework, il più rettilinea possibile e parallela all'asse  $x$ .

## 2 Funzioni Iniziali per l'Analisi di Posizione

Come nella prima analisi della gru procedo nel definire le funzioni necessarie per determinare la posizione del gancio della gru. Vengono utilizzate la **Funzione Quadrilatero** già spiegata nel primo homework e successivamente utilizzo delle funzioni che mi permettano di iterare i calcoli nell'analisi della gru.

## 3 Sintesi di Traiettoria

La sintesi della traiettoria consiste nell'analisi inversa del meccanismo della gru, cioè data una traiettoria desiderata effettuare una **Sintesi Dimensionale** che mi permetta di determinare le dimensioni delle componenti del meccanismo che generino una traiettoria il più vicina a quella desiderata. Per valutare la **Generazione della Traiettoria** è necessario definire una **Funzione Penalità** da minimizzare (o Merito da massimizzare) che valuti la differenza tra la traiettoria realizzata e la traiettoria desiderata. Questa funzione penalità deve misurare l'errore tra la funzione realizzata e la funzione desiderata su un numero predefinito di **Punti di Accuratezza**, all'aumentare dei punti considerati aumenta la difficoltà di computazione ma anche l'accuratezza della funzione realizzata. Per minimizzare la funzione penalità è necessario applicare dei **Metodi di Ottimizzazione**: sono metodi che hanno come scopo la ricerca di massimi e minimi di una funzione, localmente o globalmente, ma non è detto che tutti i massimi/minimi siano realizzabili nella realtà. In questo homework ho applicato il metodo di **Nelder-Mead** sui Politopi che va a valutare la funzione su  $N + 1$  punti dove  $N$  rappresenta il numero di variabili della funzione: il metodo valuta la funzione sugli  $N + 1$  punti e una volta determinato il punto con valore maggiore determina il baricentro tra gli altri punti ed esegue una Riflessione rispetto al baricentro del punto con valore maggiore e successivamente continua fino a ricavare un minimo della funzione.

### 3.1 Sintesi con Correlazione

La sintesi con correlazione consiste nella valutazione della traiettoria realizzata partendo dal movente  $q$  ed ottenendo le coordinate  $(x, y)$  del gancio della gru. Con questo metodo si va a valutare la **Distanza Cartesiana** mediante la seguente funzione penalità

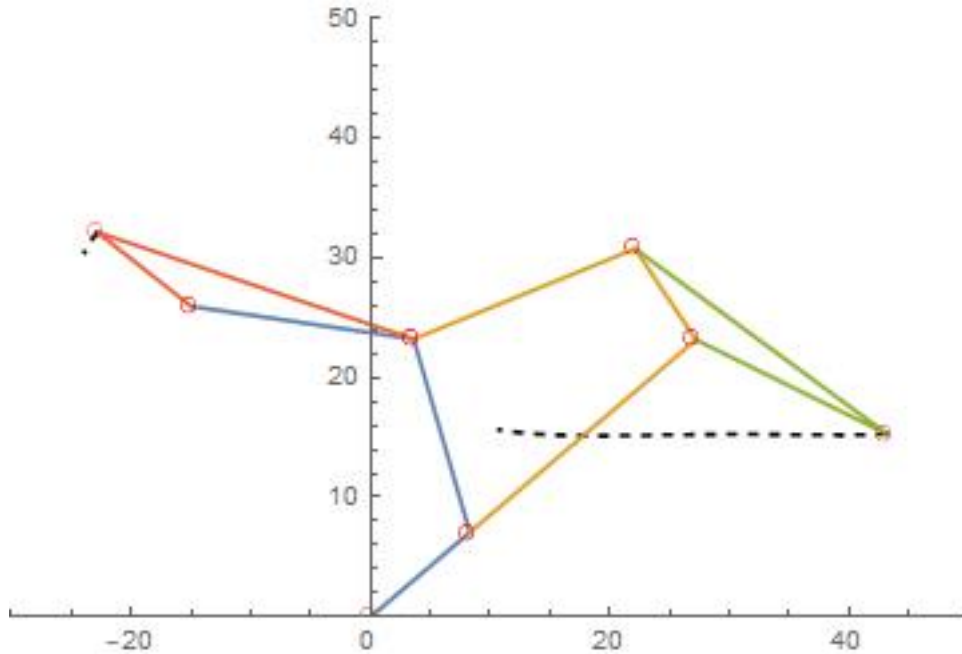
$$P = \omega x \sum \epsilon x(q)^2 + \omega y \sum \epsilon y(q)^2 \quad (1)$$

dove le  $\omega$  rappresentano dei Pesi per la valutazione mentre le  $\epsilon$  rappresentano le funzioni errori sulle distanze  $x$  e  $y$ .

$$\epsilon Y(Lv1\_ , Lv2\_ , Lv3\_ , Lv4\_ , Lv5\_ , Lv6\_ , LvP\_ , xvD\_ , yvD\_ ) := |\text{Pol3}(\text{rangemedia})[[2, 2]] - Fdy| \quad (2)$$

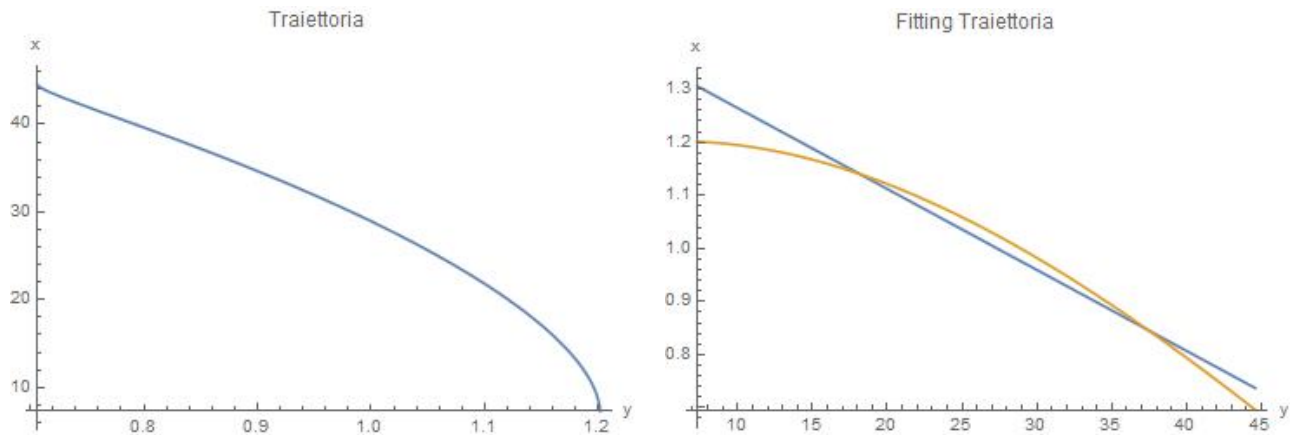
$$\epsilon X(Lv1\_ , Lv2\_ , Lv3\_ , Lv4\_ , Lv5\_ , Lv6\_ , LvP\_ , xvD\_ , yvD\_ ) := |\text{Pol3}(\text{rangemedia})[[2, 1]] - Fdx| \quad (3)$$

Minimizzando con Nelder-Mead utilizzando RandomSeed per aumentare i politopi di partenza si ottiene una traiettoria quasi orizzontale accettabile come si può vedere nell'immagine di seguito.



### 3.2 Sintesi Senza Correlazione

Nella sintesi senza correlazione si applicano gli stessi principi considerati nella sintesi con correlazione, ma qui è necessario trovare un metodo per generare la traiettoria partendo dalla posizione lungo l'asse x ed ottenere la posizione lungo l'asse y del gancio della gru. Per realizzare questo ho eseguito un fitting lineare e polinomiale delle posizioni ottenute calcolando la traiettoria generata in modo da generare una funzione che esprima le y in funzione di x



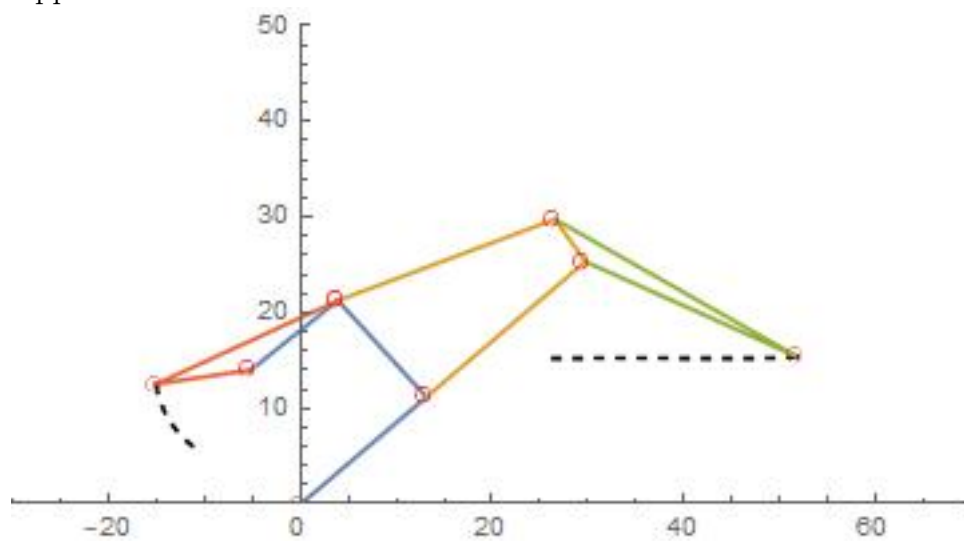
Ora la funzione penalità si limita a valutare la distanza sulle y tra la traiettoria generata tramite sia fitting lineare e polinomiale e la traiettoria desiderata.

$$fFxl:=Pol3(Table[lm(x), \{x, range\}])[2, 2] \quad (4)$$

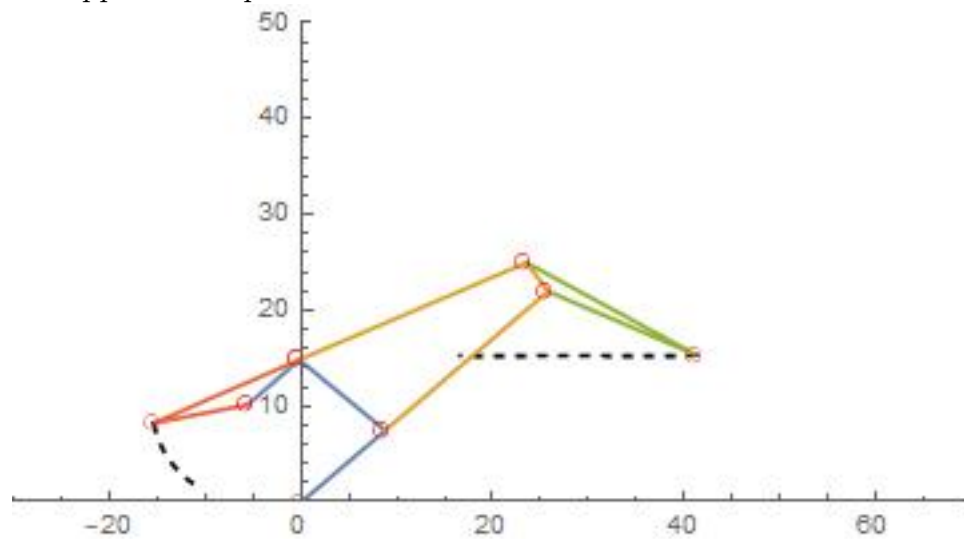
$$fFxpoli:=Pol3(Table[poli, \{x, range\}])[2, 2] \quad (5)$$

Applicando successivamente Nelder-Mead si ottiene anche qua delle traiettorie molto vicine a quella desiderata, come si vede nelle tue immagini di seguito: la prima rappresenta la gru assemblata con componenti ottenute con la funzione lineare mentre la seconda la rappresenta con funzione polinomiale.

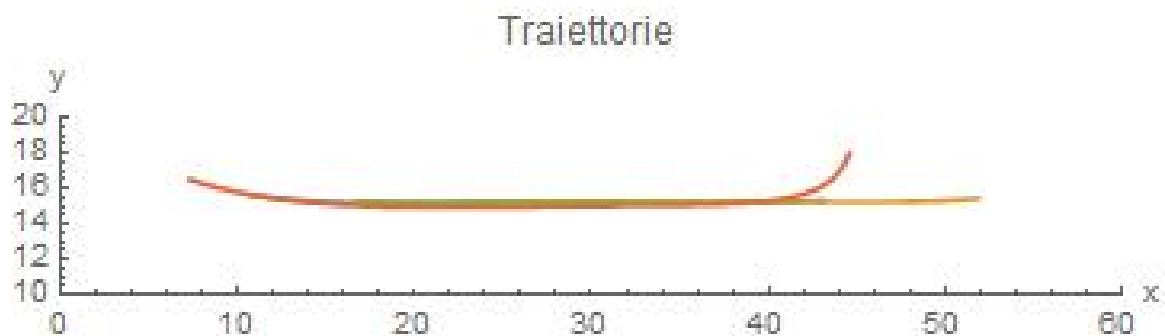
Applicazione lineare



Applicazione polinomiale



Di seguito inserisco un grafico che rappresenta tutte le traiettorie ottenute



dove la linea blu rappresenta l'ottimizzazione con correlazione, la linea gialla rappresenta l'ottimizzazione lineare, la linea verde l'ottimizzazione polinomiale e la linea rossa la traiettoria originale.