

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI  
“FEDERICO II”



FACOLTÀ DI INGEGNERIA  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGETICA

SOMMARIO DELLA TESI DI LAUREA  
IN  
MECCANICA DELLE VIBRAZIONI

**APPROCCIO MULTIBODY ALLO STUDIO DELLA DINAMICA  
DELLA PIATTAFORMA DI STEWART**

Relatore:

Ch.mo Prof.

SERGIO DELLA VALLE

Candidato:

MARCO SILVERIO

Matr. 043/3814

Correlatore:

Dott.Ing.

GIANDOMENICO DI MASSA

ANNO ACCADEMICO 2005/2006

La piattaforma di Gough-Stewart (o più semplicemente la piattaforma di Stewart) è un meccanismo parallelo a 6 gradi di libertà. Nella sua configurazione classica è costituita da un dispositivo terminale collegato al telaio fisso tramite un sistema di attuazione parallelo, in cui gli attuatori lineari – che costituiscono gli *arti* o *gambe* della piattaforma – sono disposti in maniera tale da avere a due a due un punto in comune alternativamente con la base fissa e l'end-effector: il collegamento avviene mediante 6 giunti sferici identici sulla base e 6 giunti sferici identici sulla piattaforma mobile.

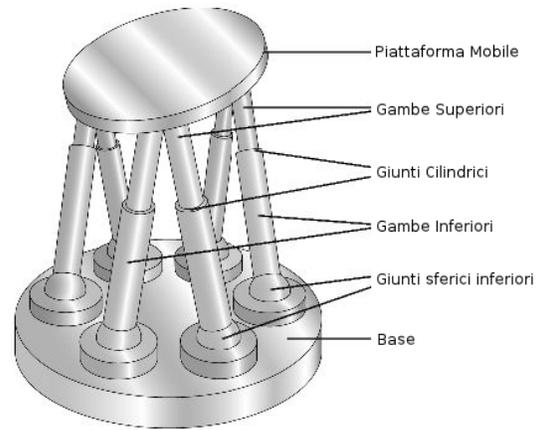
I primi studi risalgono al 1813 quando *Cauchy* affrontò lo studio delle catene cinematiche parallele, ma ci volle più di un secolo con *V.E.*

*Gough* e *D.Stewart* affinché le grandi

potenzialità di questa tipologia di meccanismi paralleli risultasse chiara alla comunità scientifica. In linea generale un meccanismo parallelo rispetto a qualunque meccanismo seriale fornisce infatti una maggiore capacità di carico grazie alla possibilità di poter ripartire carico di lavoro tra tutti e 6 gli attuatori, permette un'ottima accuratezza nel posizionamento, consente di ottenere elevate accelerazioni per l'end-effector ed è caratterizzato da una costruzione semplice e modulare. Tuttavia lo studio della cinematica e della dinamica della piattaforma di Stewart (eccezion fatta per la cinematica indiretta) risulta essere estremamente complesso: sebbene in letteratura sia possibile trovare numerosi studi che affrontano l'argomento utilizzando diversi metodi, la complessità delle equazioni a cui si giunge – sia per quanto riguarda il numero delle equazioni sia per le forti non linearità presenti nelle stesse – richiede un elevato sforzo computazionale. La conoscenza della cinematica e dinamica è però estremamente importante nella fase di progettazione soprattutto per quanto riguarda la messa a punto del sistema di controllo. Alternativamente alla trattazione analitica, è possibile utilizzare tecniche di modellazione e simulazione numerica, per esempio di tipo multibody, che permettono di studiare la cinematica e la dinamica di meccanismi complessi, senza doverne necessariamente scrivere le equazioni del moto.

Il lavoro svolto durante tale tesi ha avuto come obiettivo principale la modellazione multibody di una piattaforma di Stewart, utilizzando un modello CAD tridimensionale sia per la definizione delle caratteristiche geometriche inerziali del modello, che per la visualizzazione dei risultati delle simulazioni.

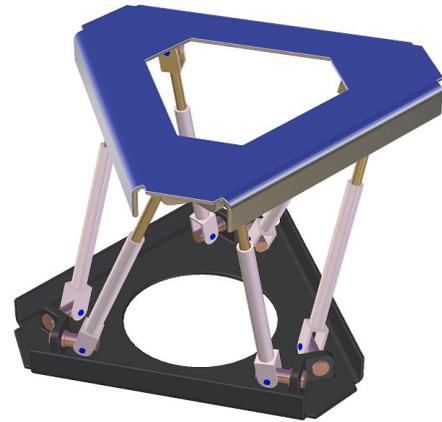
La modellazione multibody è stata effettuata con il codice commerciale *SimMechanics* (modulo di MATLAB), mentre il modello CAD è stato sviluppato con il software *SolidEdge*.



**Figura 1**

La tesi è suddivisa in 3 capitoli: nel primo vengono inizialmente descritte le principali caratteristiche dei meccanismi seriali e paralleli e ne vengono rapidamente elencate le differenze; dopo alcuni cenni storici sull'origine di questa tipologia di meccanismi e sui principali motivi per cui quelli seriali hanno avuto un maggiore utilizzo rispetto ai paralleli, si passa ad una sintetica trattazione analitica della cinematica diretta, inversa e della dinamica, in particolare, vengono illustrate le problematiche che questo tipo di studio comporta e si evidenzia come sia spesso necessario il ricorso a codici di modellazione multibody per superare tali difficoltà.

Il secondo capitolo comprende una descrizione dettagliata del metodo seguito per la modellazione CAD e multibody della piattaforma. Dopo una prima introduzione al software utilizzato al fine di evidenziarne le caratteristiche e le possibilità di impiego, si passa a descrivere rapidamente il modello della piattaforma illustrata in figura; esso è composto da



**Figura 2**

14 parti: un telaio di base fisso, una piattaforma mobile, collegati da sei montanti estensibili, ognuno dei quali è costituito da due parti una vincolata al telaio fisso e l'altra alla piattaforma mobile, in tal modo è possibile tener conto delle caratteristiche d'inerzia anche di tali elementi.

Si passa successivamente alla descrizione del modello multibody realizzato con il software indicato in precedenza: il sistema viene costruito mediante uno schema a blocchi, nel quale ciascun blocco è rappresentativo di un corpo, un attuatore oppure un vincolo (Figura 3) e successivamente vengono definite le proprietà di ciascun componente e le relazioni tra i vari blocchi .

Terminata la modellazione è stato inserito il sistema di controllo di tipo PID.

Sono, infine, riportati i principali risultati delle simulazioni effettuate, queste hanno avuto come obiettivo lo studio sia dell'influenza che hanno i vari coefficienti del sistema di controllo sulla risposta dinamica del sistema, che delle forze e degli spostamenti richiesti al sistema di attuazione della piattaforma per seguire la traiettoria impostata.

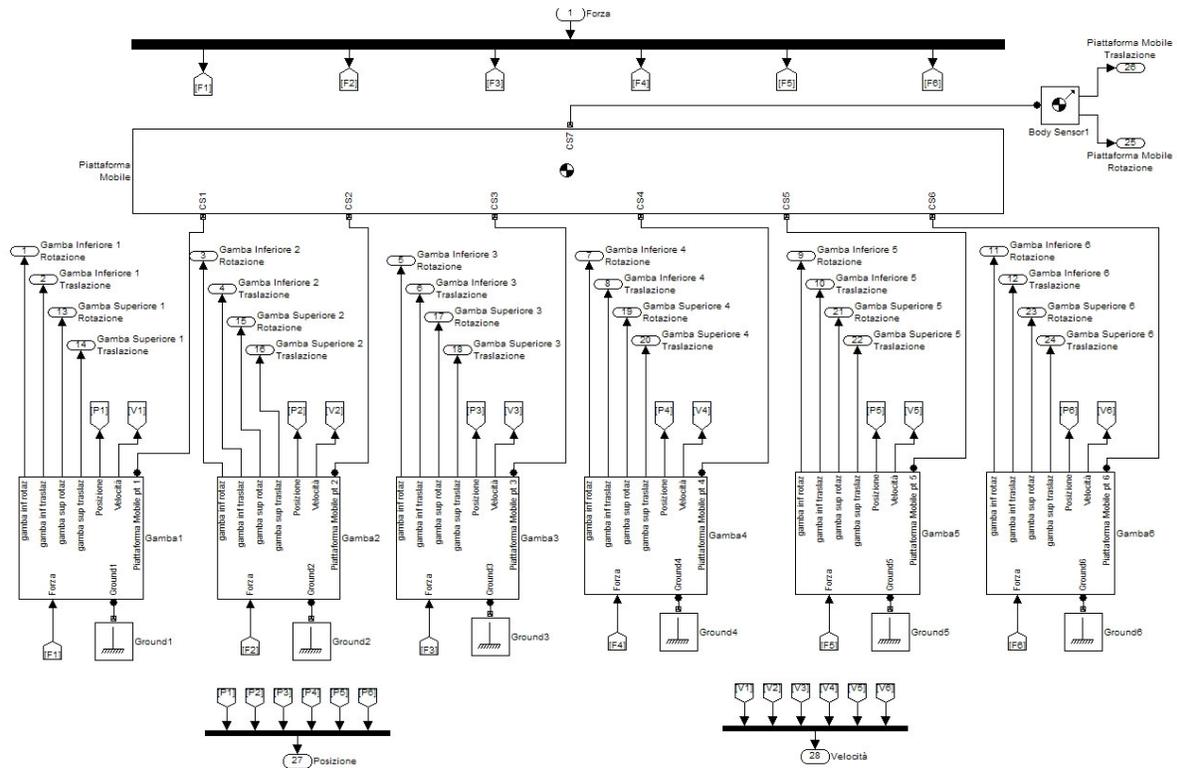


Figura 3

Nel terzo capitolo, infine, viene effettuato un confronto tra i meccanismi a struttura parallela rispetto a quelli seriali, con risultati che giustificano il sempre crescente numero di applicazioni a cui al giorno d'oggi i meccanismi paralleli sono destinati. Successivamente sono presentate alcune applicazioni delle piattaforme di Stewart che si concludono con la descrizione dell'impiego di esse come simulatori di guida per l'addestramento dei carrellisti di cui si riporta uno schema in figura 4.

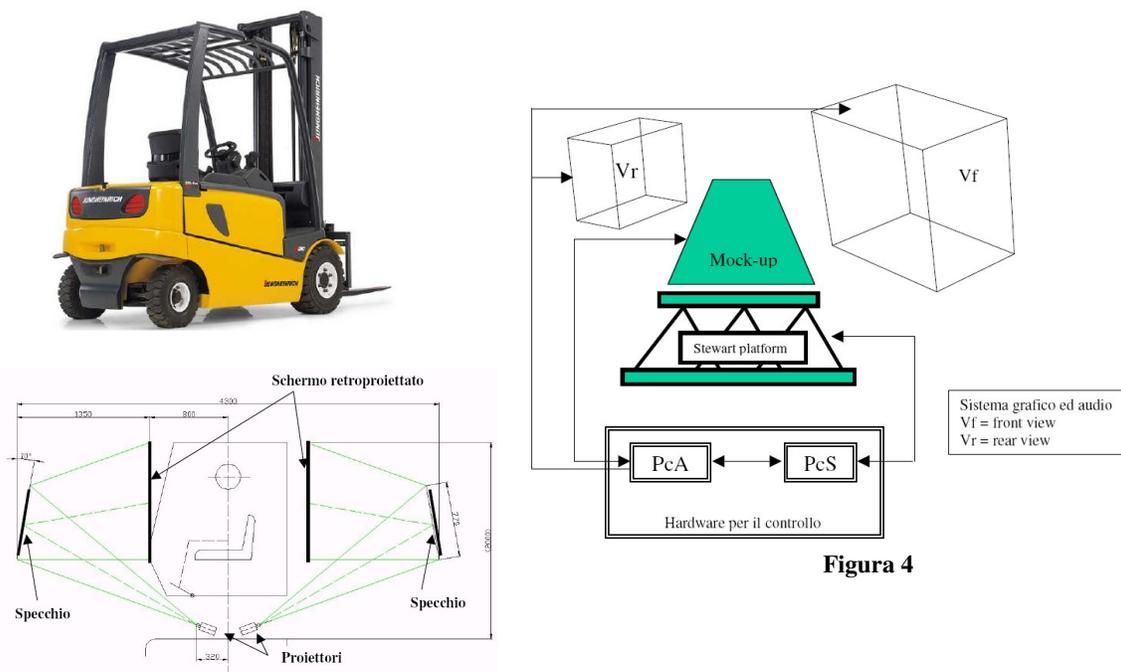


Figura 4