



Gruppo italiano di Meccanica Applicata

**Studio e sviluppo di sistemi
meccatronici per il contenimento attivo
delle vibrazioni**

21-22 luglio 2016

Francesco Aggogeri

Università degli Studi di Brescia
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale



Il progetto di ricerca

Obiettivi:

- Studiare e sviluppare sistemi mecatronici, integrabili in macchine operatrici con lo scopo di incrementarne le prestazioni e la modularità

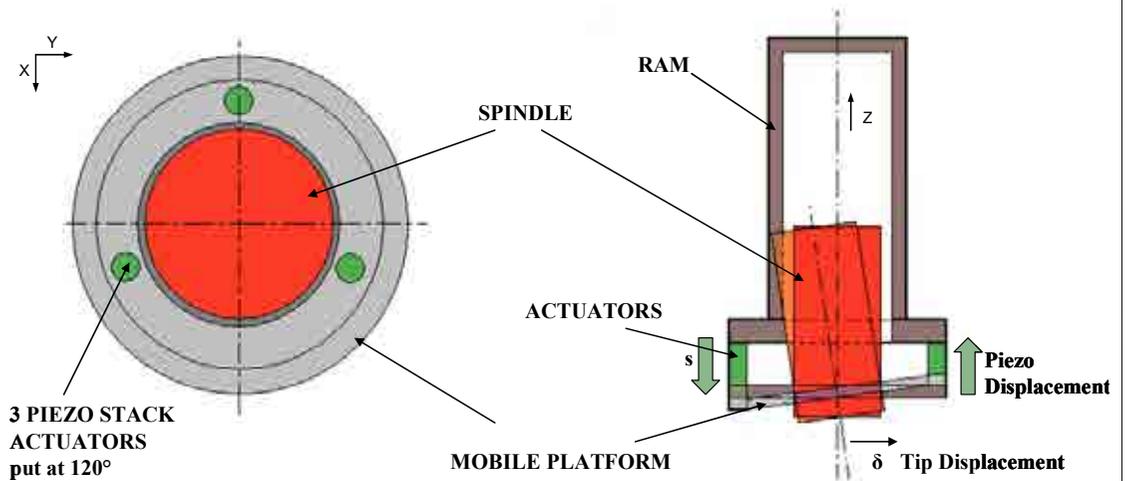
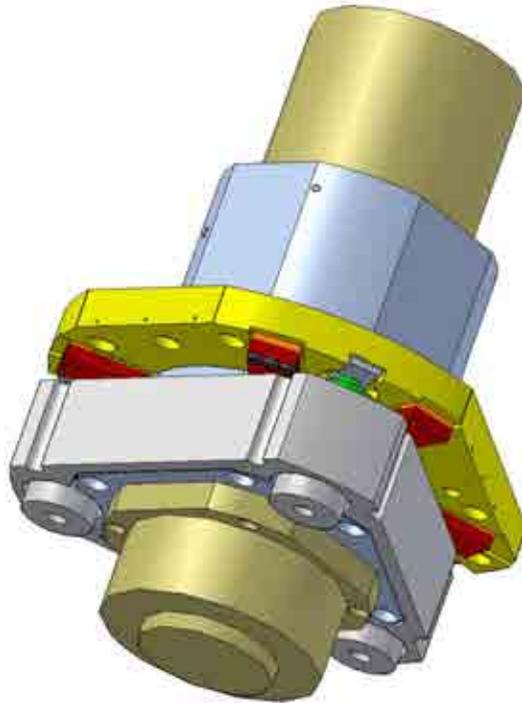
Motivazioni:

- Affrontare problematiche relative alla precisione delle lavorazioni

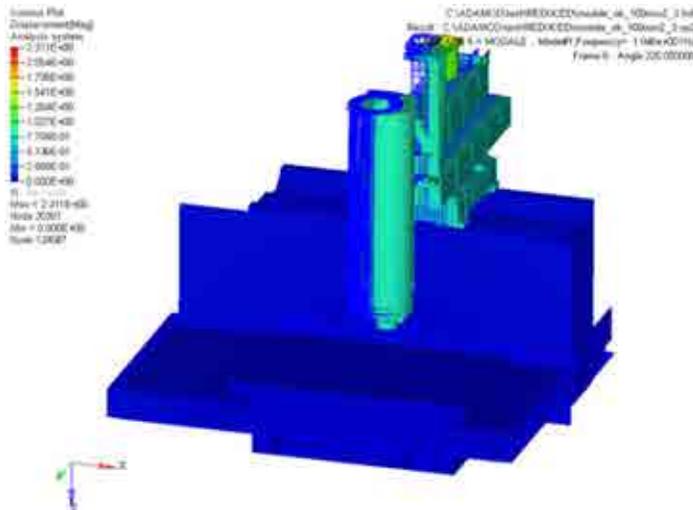


Attività di ricerca

- Dispositivo flessibile interposto tra il ram ed il mandrino della macchina
- 3 attuatori piezoelettrici permettono il movimento relativo delle due piattaforme
- Misurato uno spostamento indesiderato, i 3 attuatori sono attivati dinamicamente per compensare le vibrazioni



Attività di ricerca



Modello

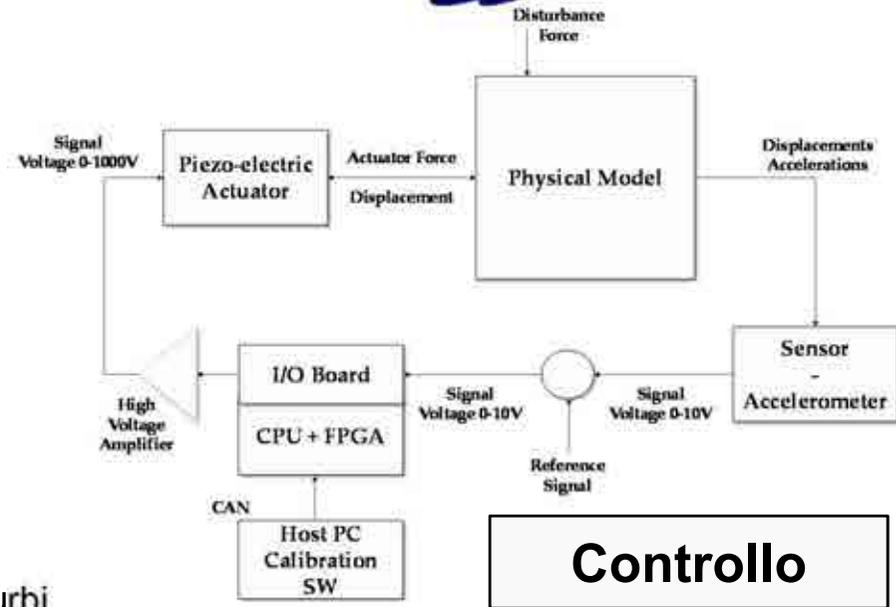
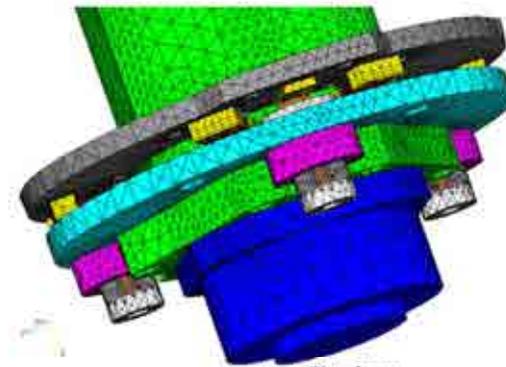
$$\{M\} \cdot \ddot{\xi} + \{V\} \cdot \dot{\xi} + \{K\} \cdot \xi = F$$

$$\chi = \begin{Bmatrix} \dot{\xi} \\ \xi \end{Bmatrix} \rightarrow \dot{\chi} = \{A\} \cdot \chi + \{B\} \cdot \varepsilon$$

$$\varepsilon = \begin{Bmatrix} F \\ 0 \end{Bmatrix} \rightarrow \psi = \{C\} \cdot \chi + \{D\} \cdot \varepsilon$$

$\chi(t)$: vettore di stato; $\varepsilon(t)$: vettore dei disturbi

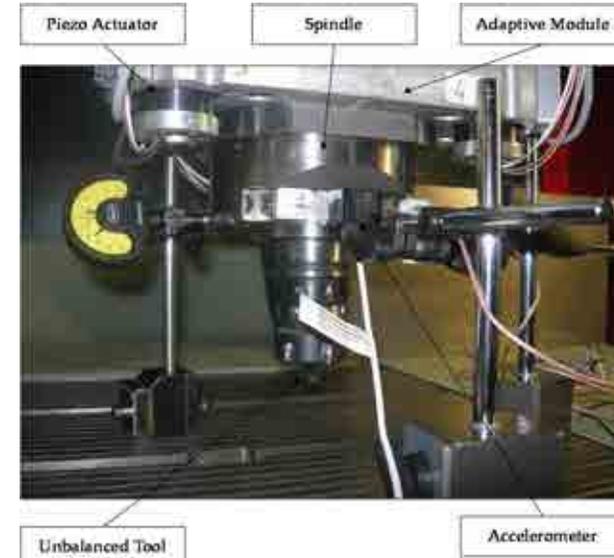
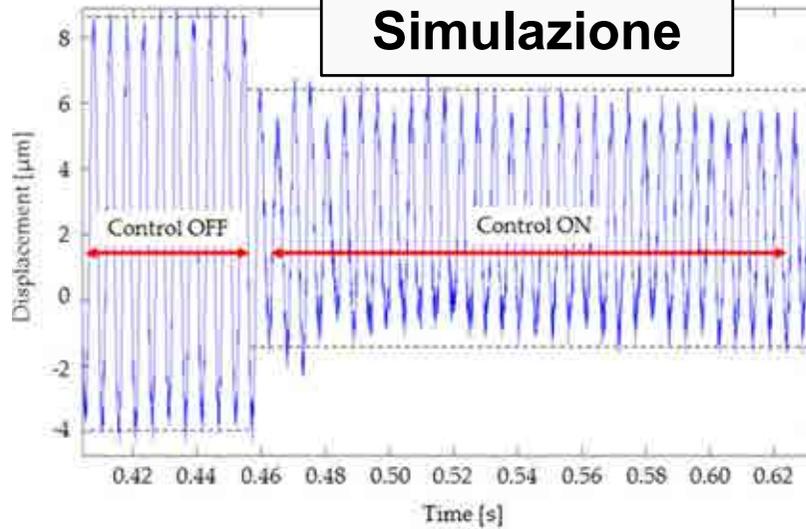
Analisi FE



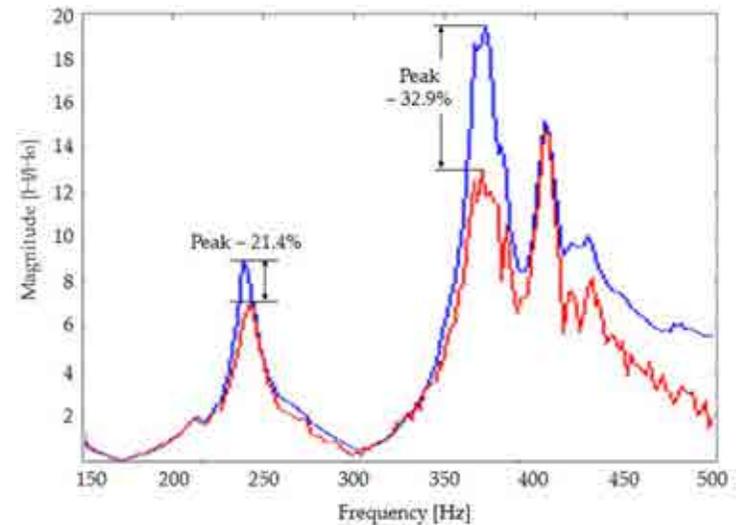
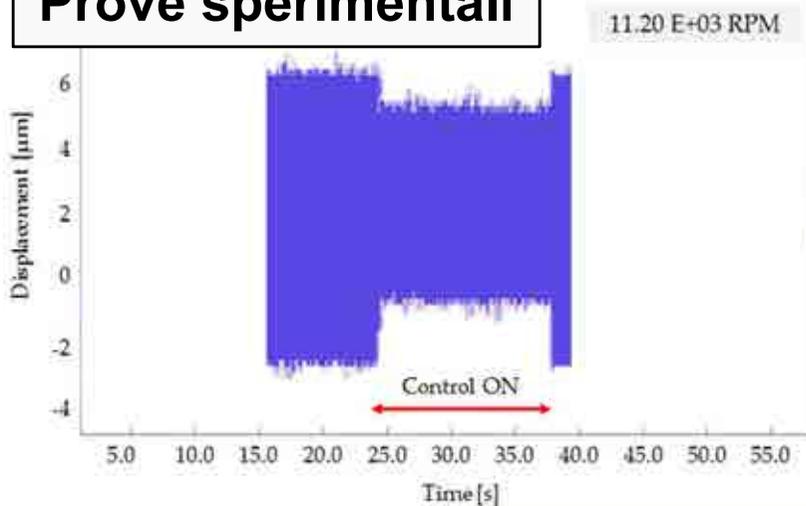
Controllo

Simulazione e Prove sperimentali

Simulazione



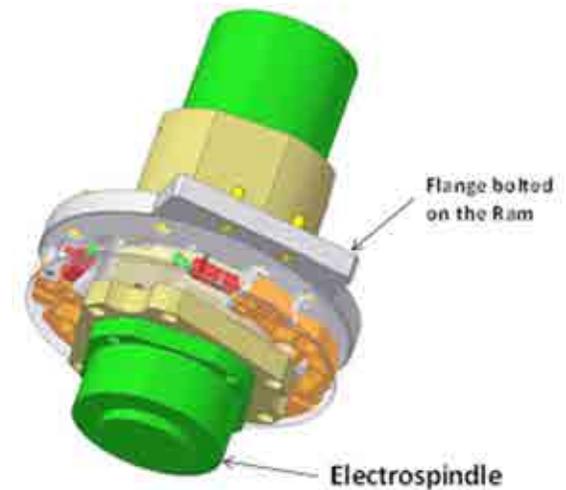
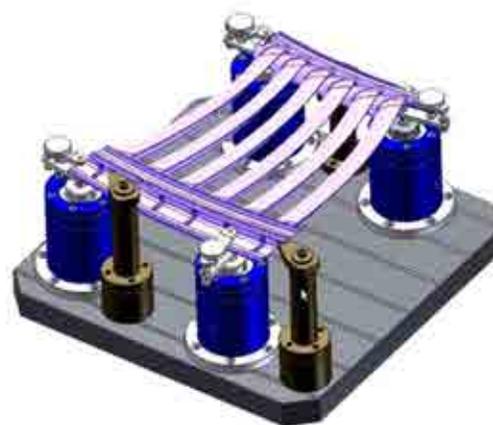
Prove sperimentali



I prossimi passi

- Alleggerimento delle strutture della piattaforma
- Nuovo design e modalità di compensazione della piattaforma (fissa)

Altri dispositivi:



Attuatori pneumatici flessibili: soft actuators

Michele Gabrio Antonelli

Università degli Studi dell'Aquila

Dipartimento di Ingegneria Industriale e
dell'Informazione e di Economia



Attività principali

- modellazione
- prototipazione
- caratterizzazione
- integrazione in sistemi complessi

di **attuatori pneumatici flessibili**, il cui funzionamento è basato su **membrane** realizzate in **materiale elastico deformabile** utilizzato come **unico componente** o **combinato ad una struttura di rinforzo**

Progetti di ricerca

- sviluppo di un **corsetto attivo a distrazione**
- sviluppo di un **dispositivo di massaggio ad azionamento pneumatico**
- sviluppo di un **corsetto per l'applicazione di un sistema di spinta tridimensionale**
- sviluppo di una **pinza per NOTES** con azionamenti a **rigidezza variabile**
- modellazione numerica di un **muscolo McKibben**
- sviluppo di un **dito per una mano di un robot collaborativo**

Pinza per Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery

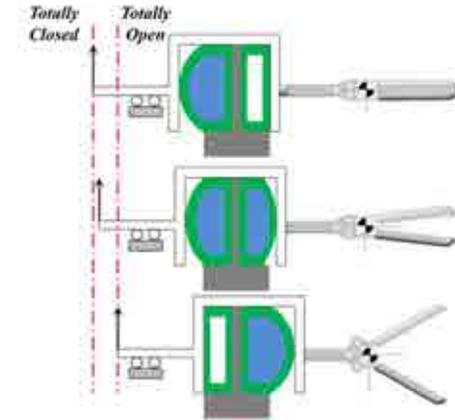
da impiegare come end-effector di un robot-snail per l'afferraggio delicato ed il mantenimento in posizione di tessuti biologici e di vasi sanguigni

Progettazione della pinza

- . sistema di presa
 - . trasmissione
 - . sistema di attuazione
- (attuatori a membrana silconica in configurazione agonista-antagonista)

Caratteristiche del prototipo

lunghezza [mm]	61.17
diametro corpo pinza [mm]	14.62
angolo di massima apertura [°]	68
massa [g]	110
forza massima di chiusura [N]	2.5

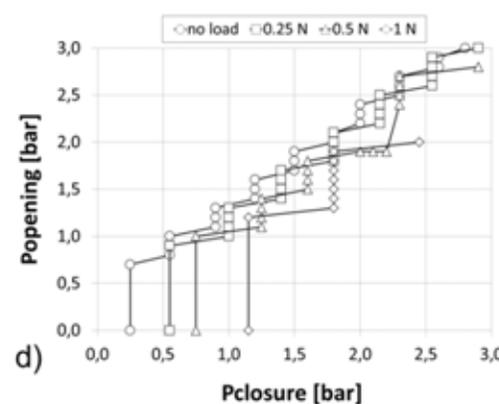
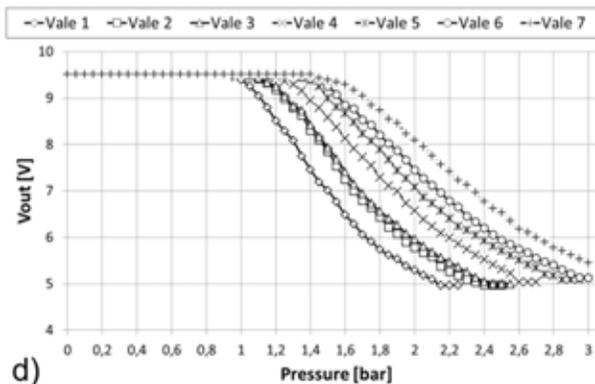
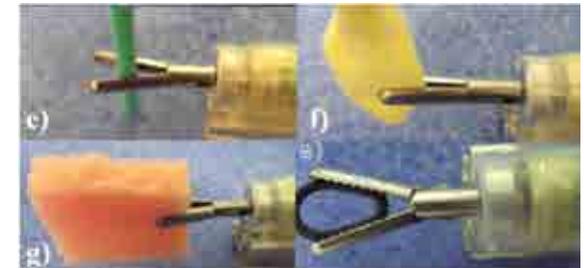


Schema di funzionamento

Prototipazione

Sperimentazione

- . test funzionali
- . caratteristica **angolo di apertura/chiusura-pressione** sotto l'azione di un carico esterno variabile simmetrico/non simmetrico
- . verifica della **tenuta pneumatica e meccanica**
- . rilievo della **rigidezza variabile dell'attuazione**
- . verifica della **capacità di afferraggio**



Modellazione numerica di un muscolo McKibben

per realizzare uno strumento di progettazione di muscoli per la «bio-inspired robotic»

Tipologia di attuatore flessibile

- .corpo cilindrico in gomma siliconica
- .struttura esterna di rinforzo trecciata in poliammide

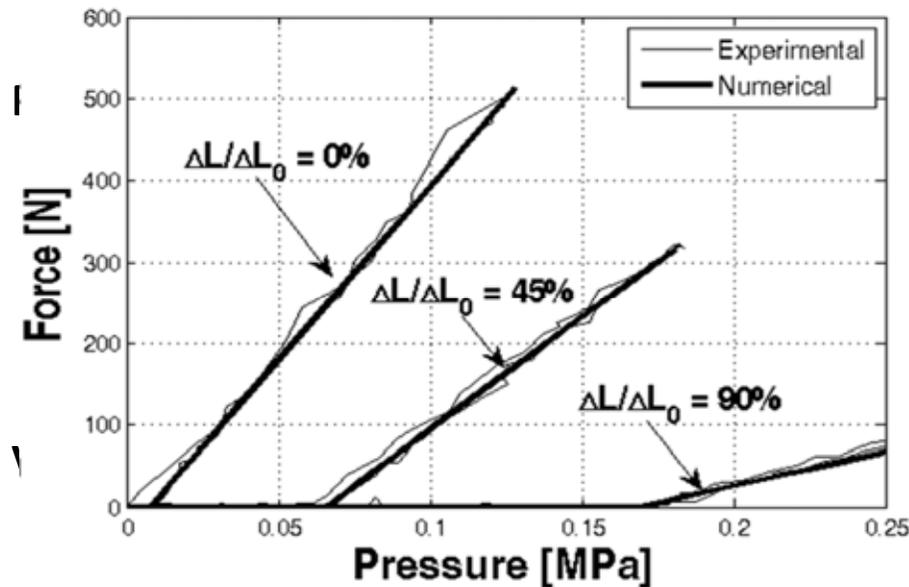
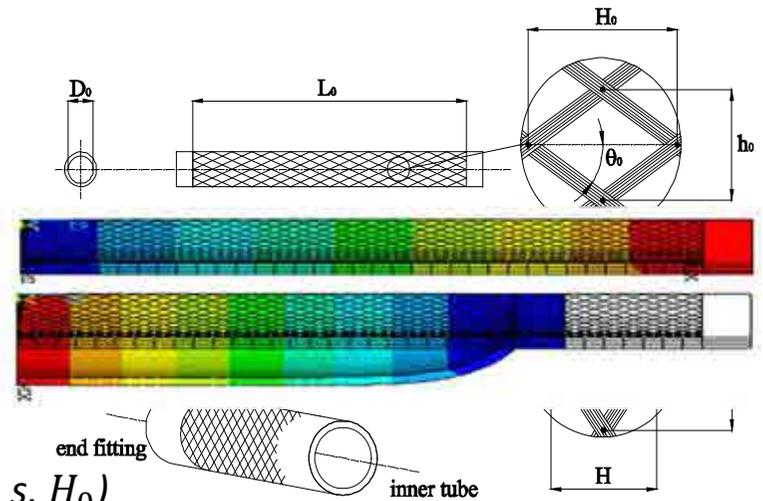
Modello agli elementi finiti

- non lineare

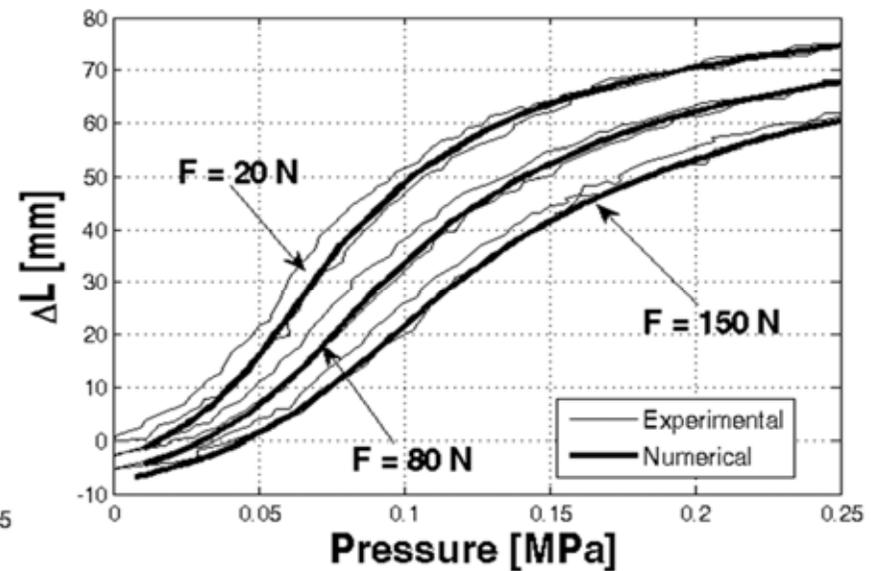
- .non linearità della legge costitutiva del materiale siliconico
- .non linearità geometrica

- parametrico

- .parametri geometrici caratteristici del muscolo (θ_0 , L_0 , D_0 , s , H_0)



Prove isometriche



Prove isotoniche

Sviluppo di un dito flessibile

per realizzare una mano cedevole come dispositivo di interfaccia tra l'uomo ed un robot

Tipologia di attuatore flessibile

- .corpo cilindrico in gomma siliconica
- .struttura interna di rinforzo a trama quadrata con discontinuità in direzione assiale

Modello agli elementi finiti

- non lineare

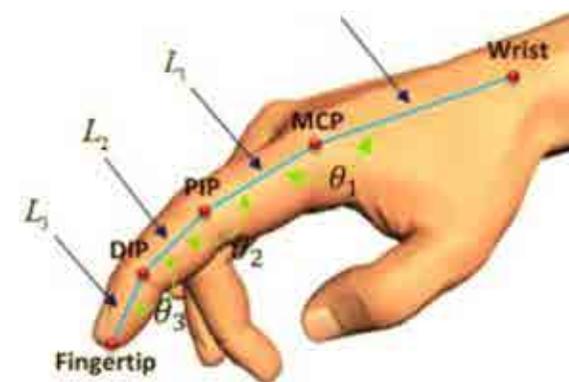
- .non linearità della legge costitutiva del materiale siliconico
- .non linearità geometrica

- parametrico

- .lunghezza delle falangi (L_1, L_2, L_3)
- .diametro e spessore di parete del corpo cilindrico
- .pressione dell'aria
- . Geometria della struttura di rinforzo

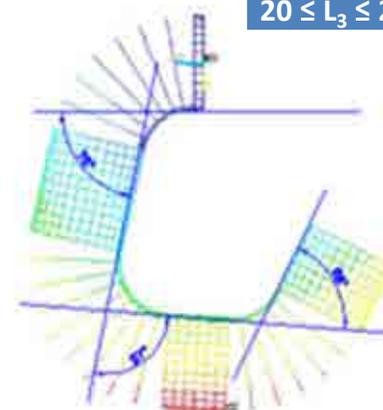
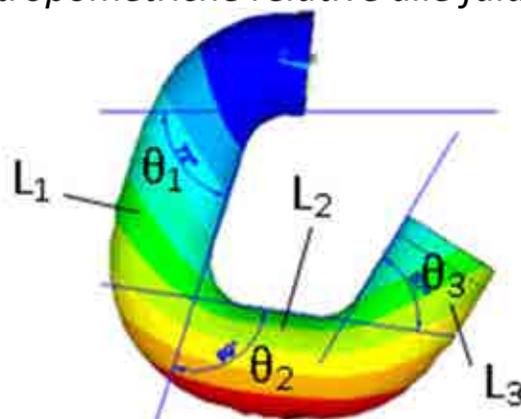
Ottimizzazione dei parametri relativi all'indice

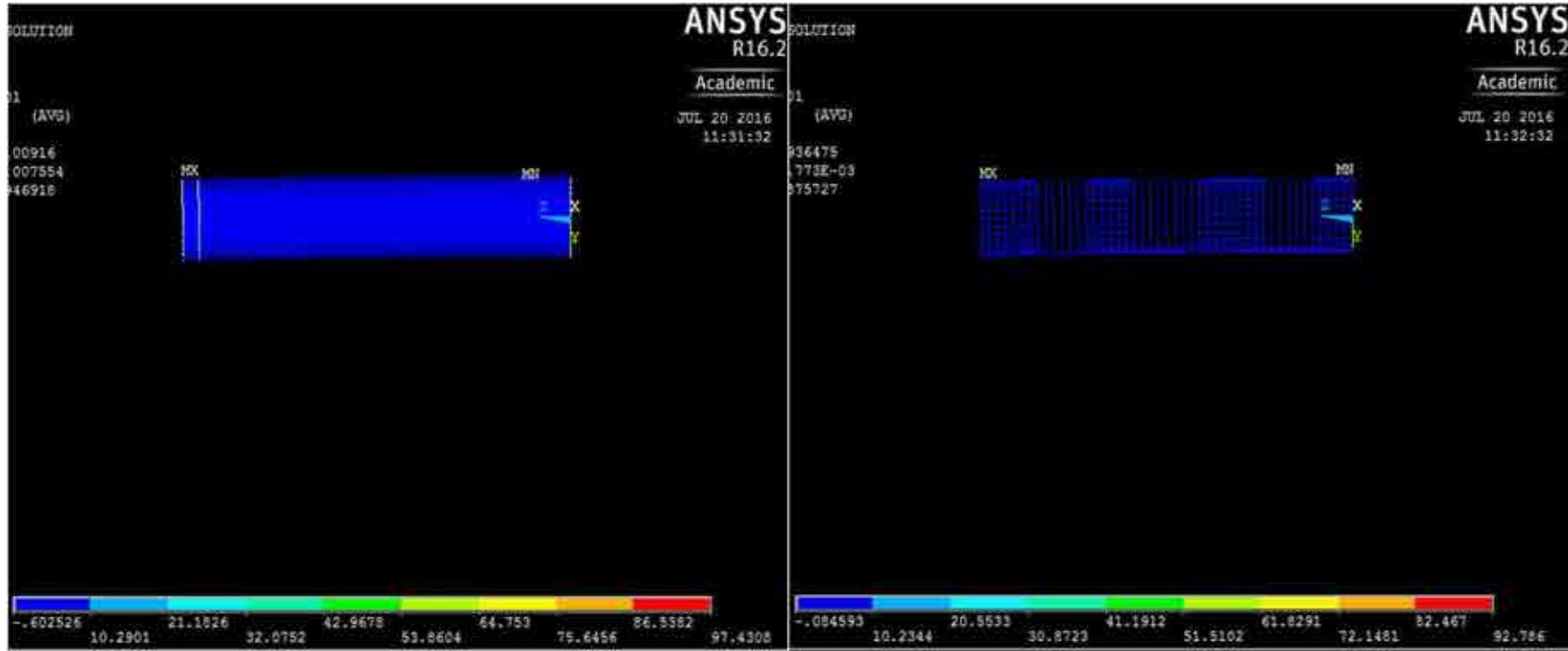
- . trovare il set di parametri che soddisfa alle misure antropometriche relative alle falangi



Misure antropometriche

$50 \leq L_1 \leq 62$	$0^\circ \leq \theta_1 \leq 75^\circ$
$25 \leq L_2 \leq 35$	$0^\circ \leq \theta_2 \leq 100^\circ$
$20 \leq L_3 \leq 24$	$0^\circ \leq \theta_3 \leq 65^\circ$





Grazie per l'attenzione



POLITECNICO
MILANO 1863

Aerodinamica ed aeroelasticità delle strutture

Tommaso Argentini

Napoli, Luglio 2016

Interazione vento-struttura ed effetti dell'azione del vento sulla risposta dinamica.

Problematiche:

- Dinamica indotta dal forzamento del vento turbolento
- Vibrazioni indotte da distacco di vortici
- Instabilità aeroelastiche

Attività sperimentale e analitica/numerica



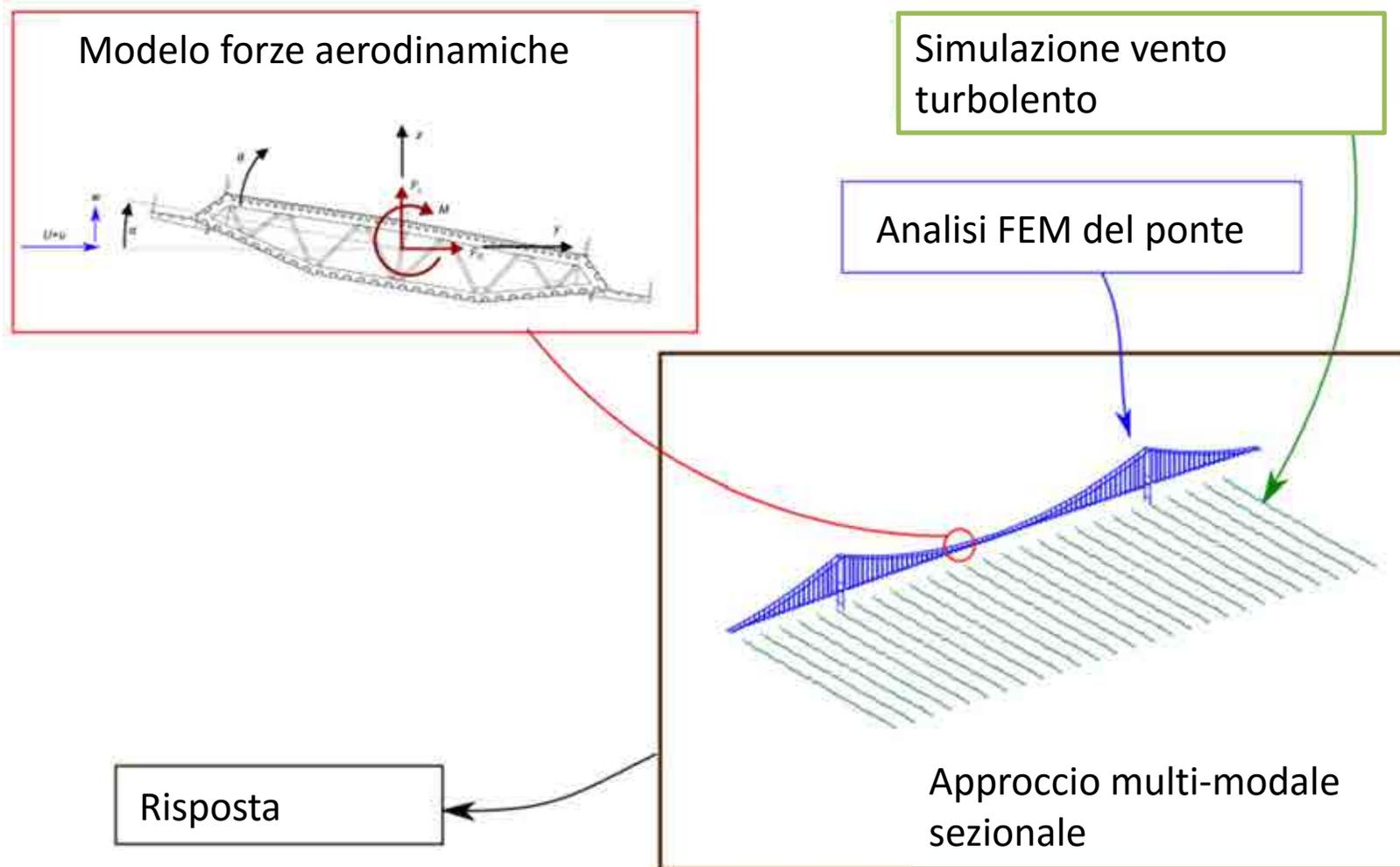
Terzo ponte sul Bosforo



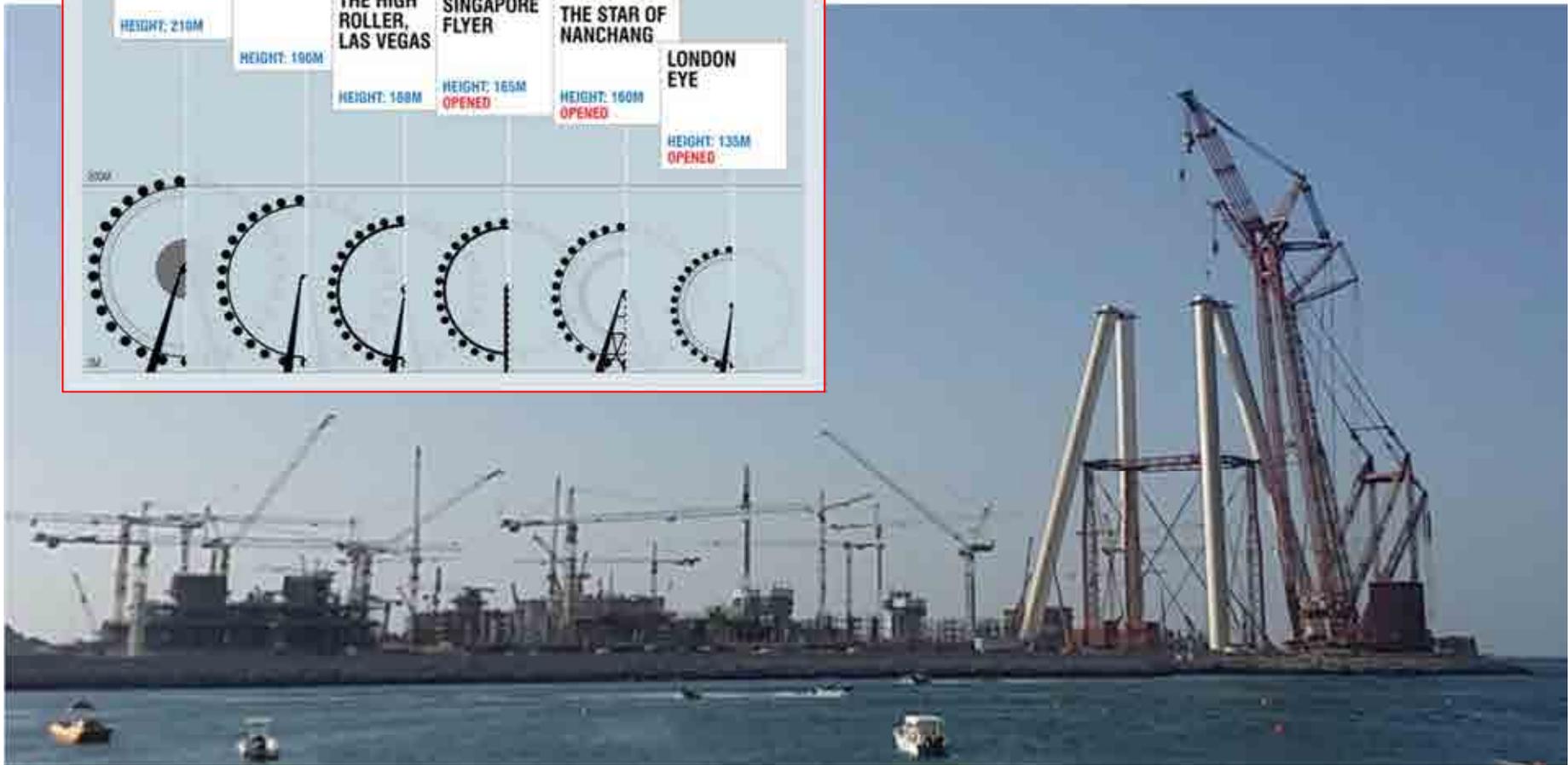
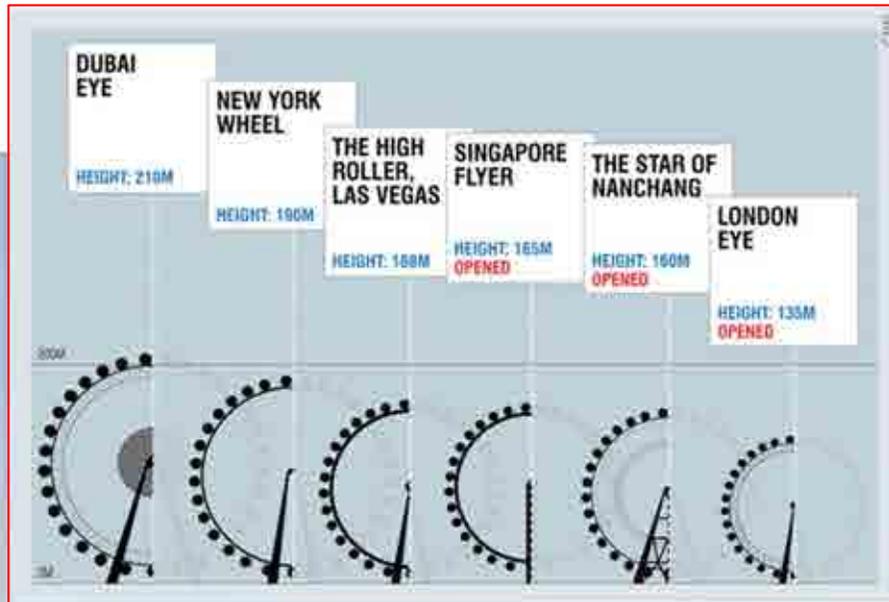
Lunghezza: 2160 m
Campata centrale: 1440 m
Torri: 320 m
larghezza impalcato: 58 m

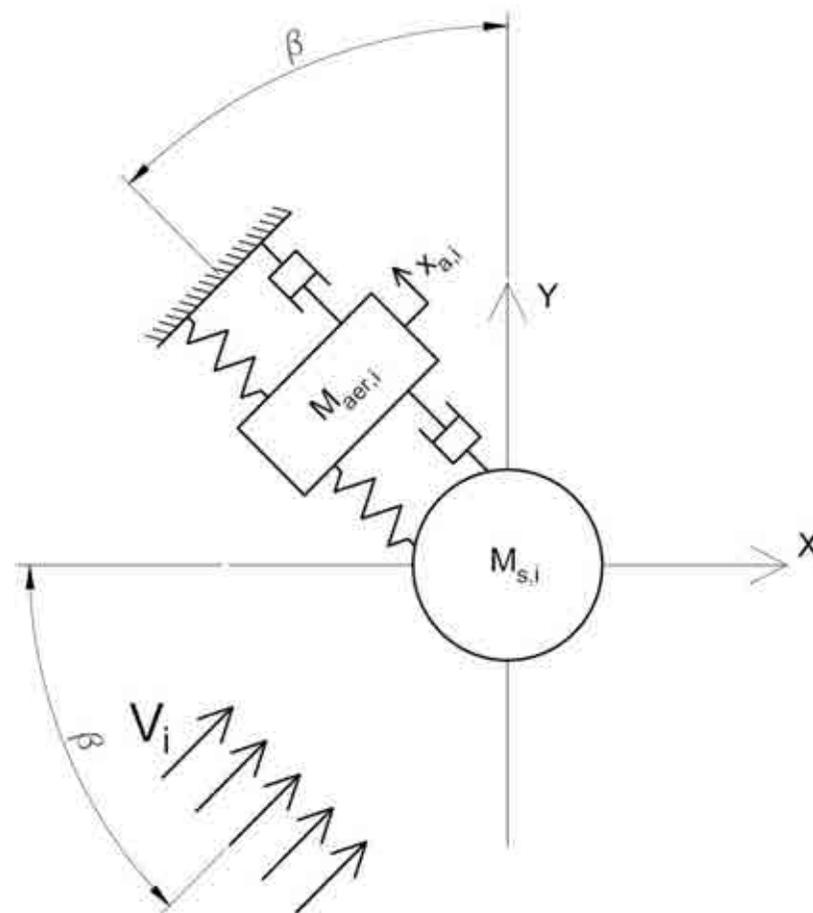
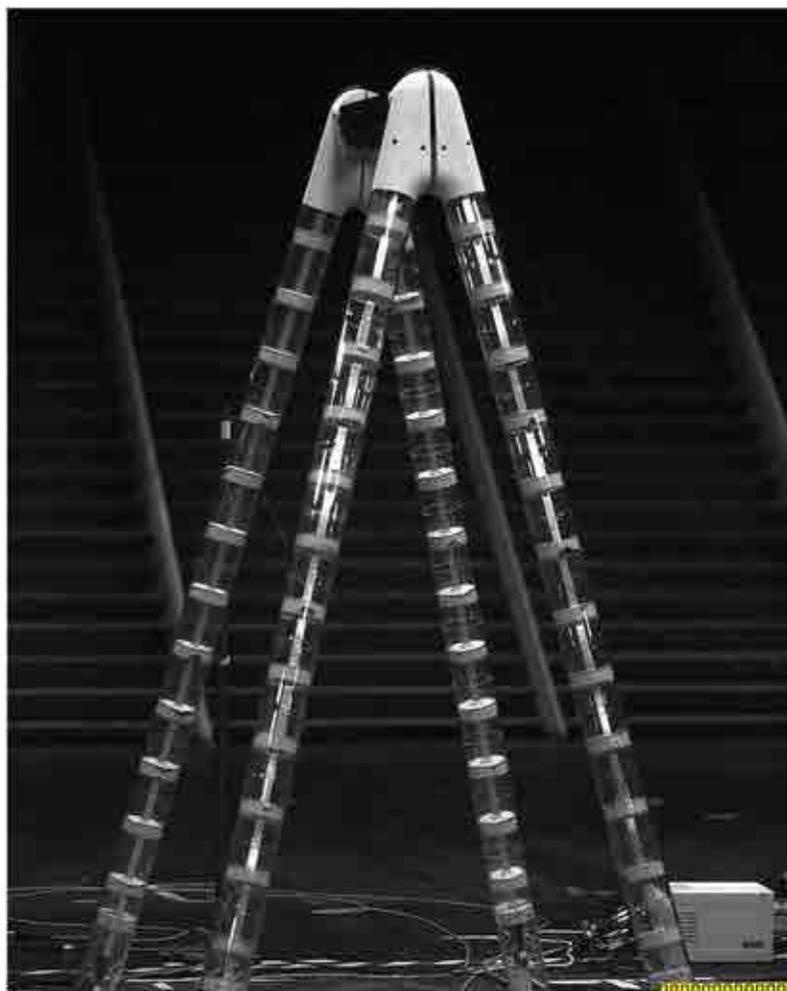
Modello aeroelastico in scala 1:180





Vibrazioni indotte da distacco di vortici







Ponte della baia di Izmit (Turchia)

Lunghezza: 2682 m

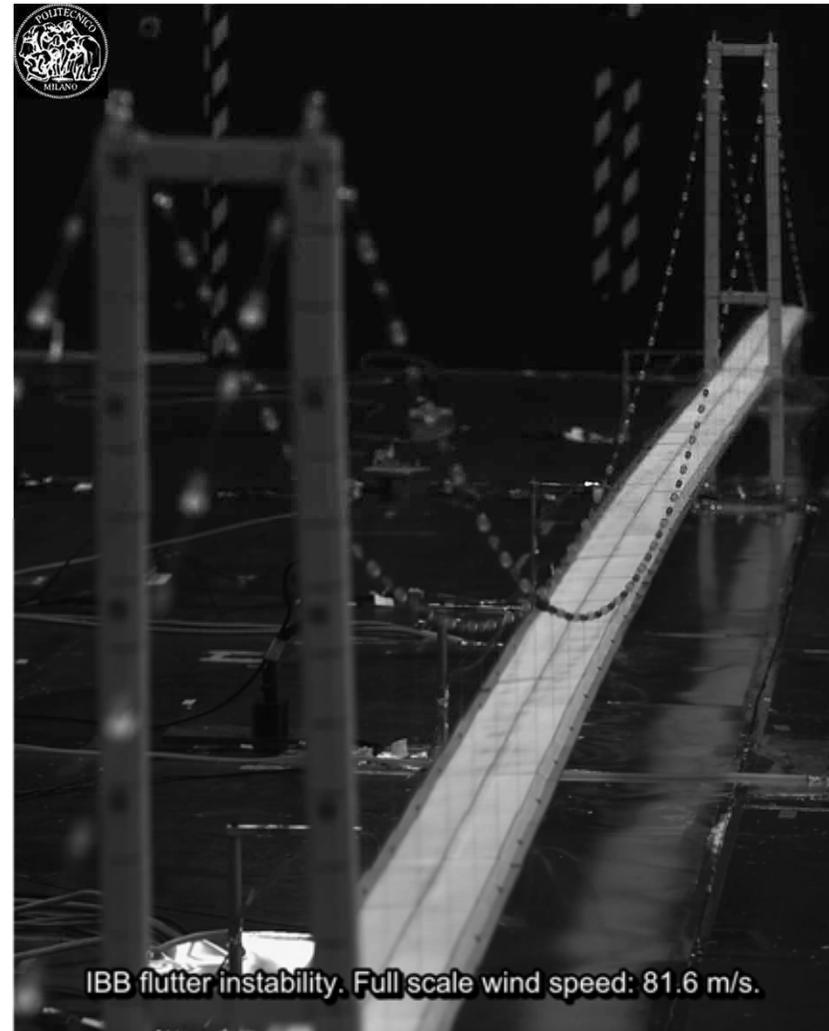
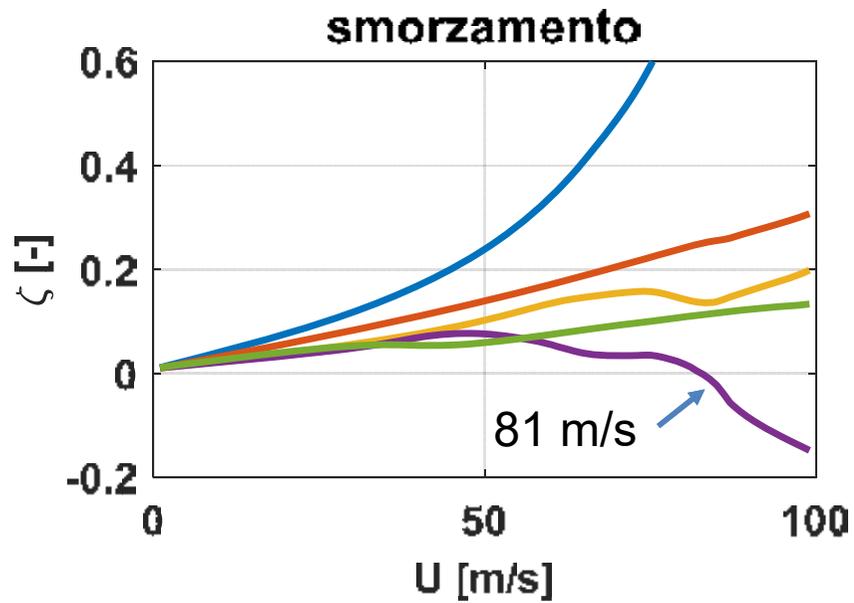
Campata centrale: 1550 m

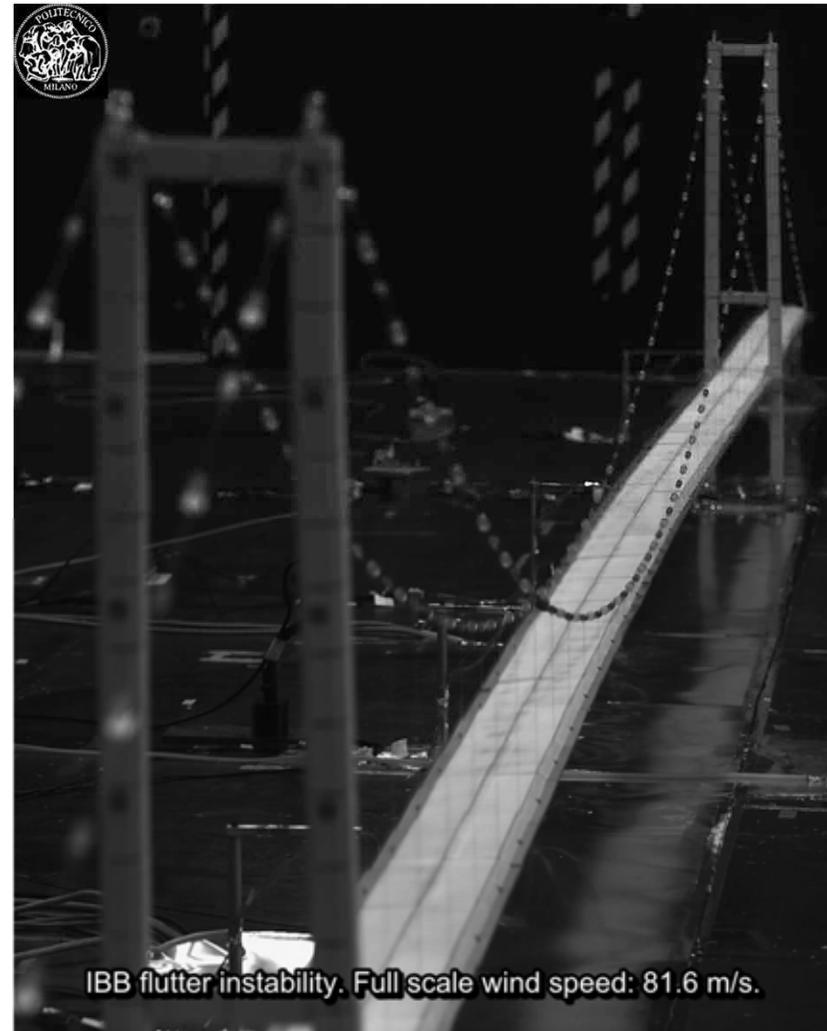
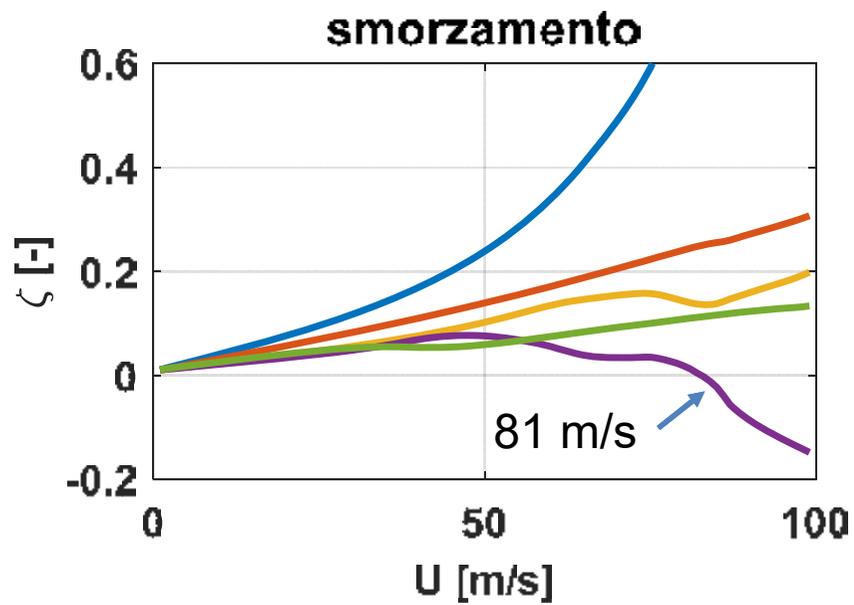
Torri: 252 m

larghezza impalcato: 35 m



**Modello
in scala
1:220**







Gruppo Italiano di Meccanica Applicata

21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Alessio Artoni

Ottimizzazione geometrica di ruote dentate e pianificazione di traiettorie per sistemi robotici

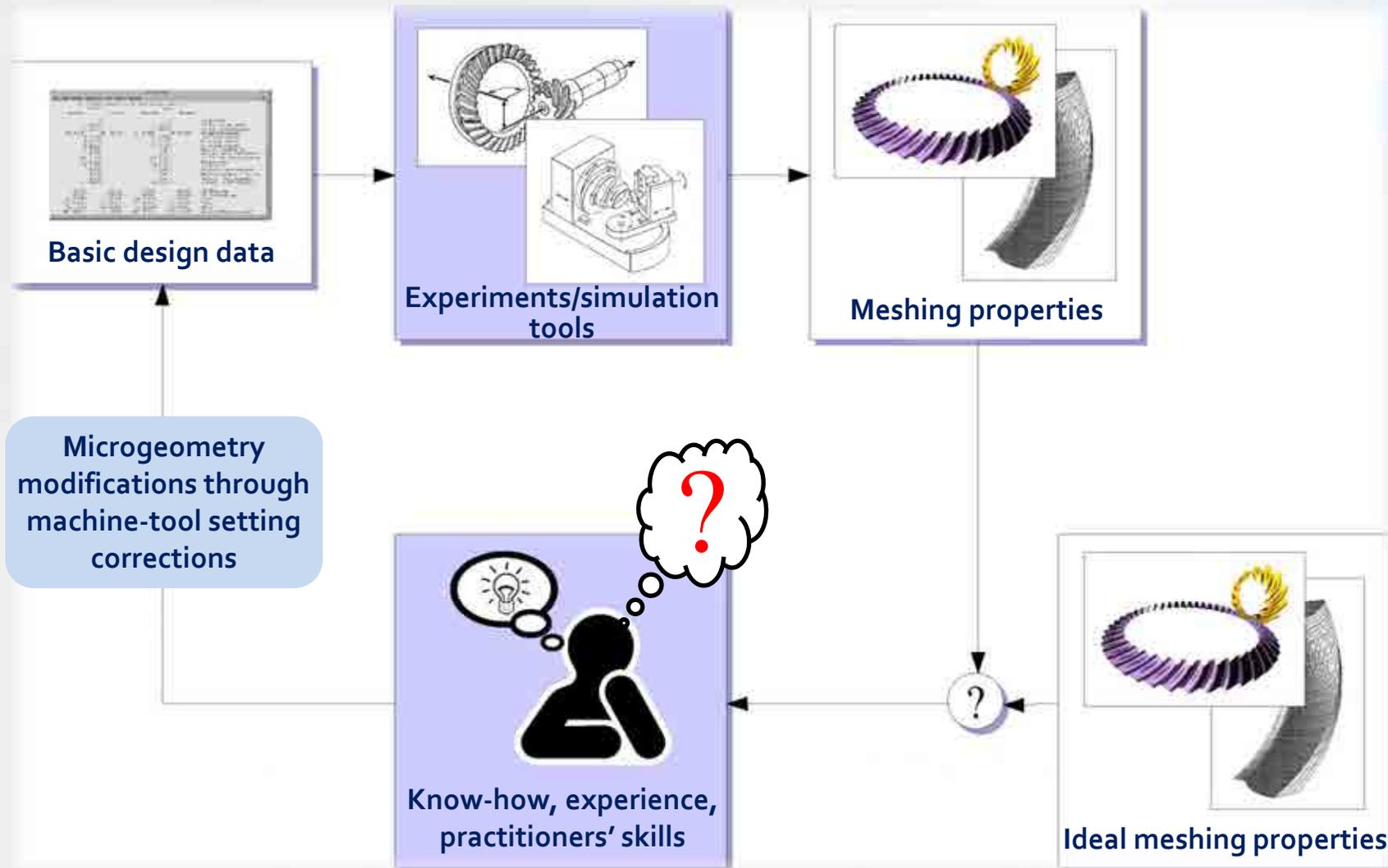


Università di Pisa

Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale

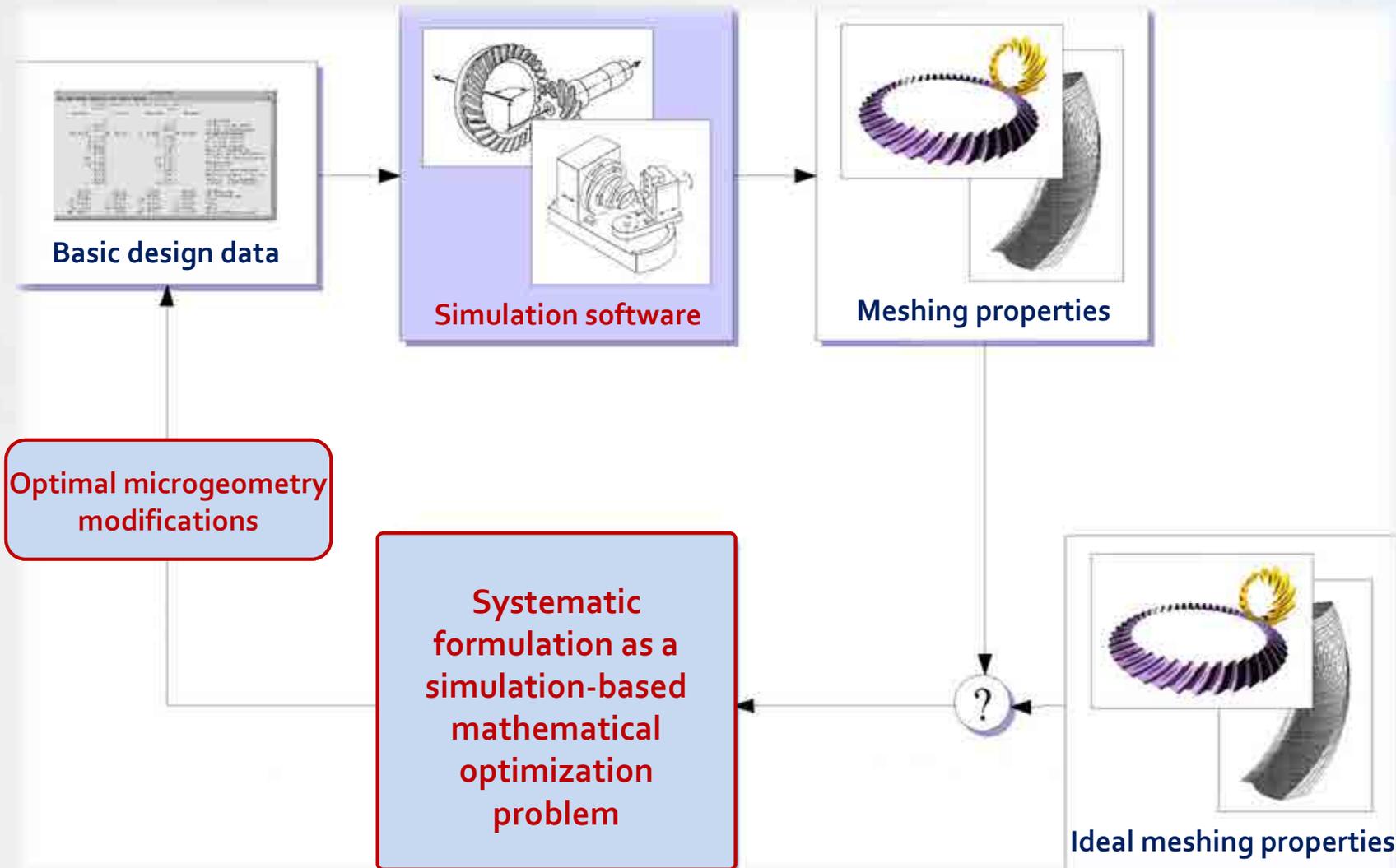
Ottimizzazione geometrica di ruote dentate

Approccio tradizionale per l'ottimizzazione della (micro-)geometria



⇒ **Difficoltoso, trial-and-error, lento, subottimale**

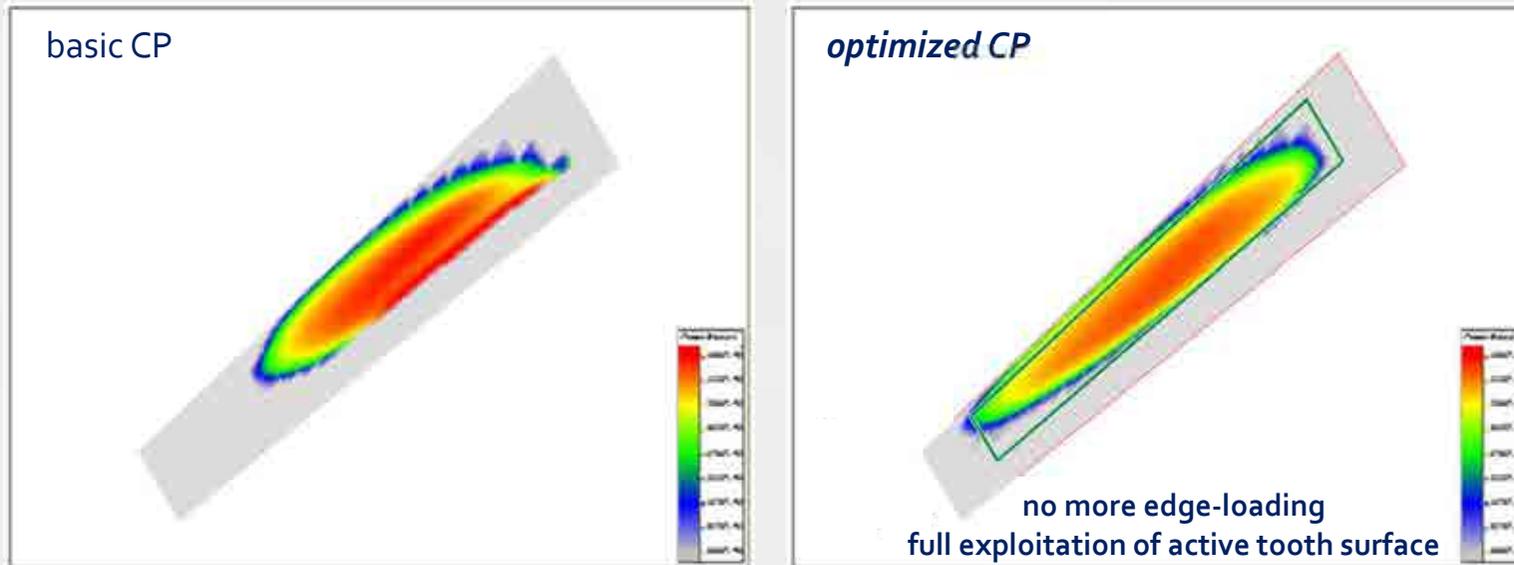
Approccio proposto per l'ottimizzazione della (micro-)geometria



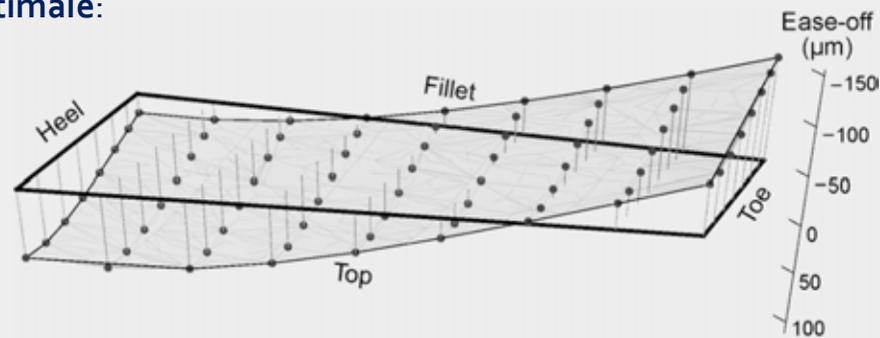
⇒ Automatico, sistematico, efficiente, globalmente ottimo

Esempio: ottimizzazione del contact pattern

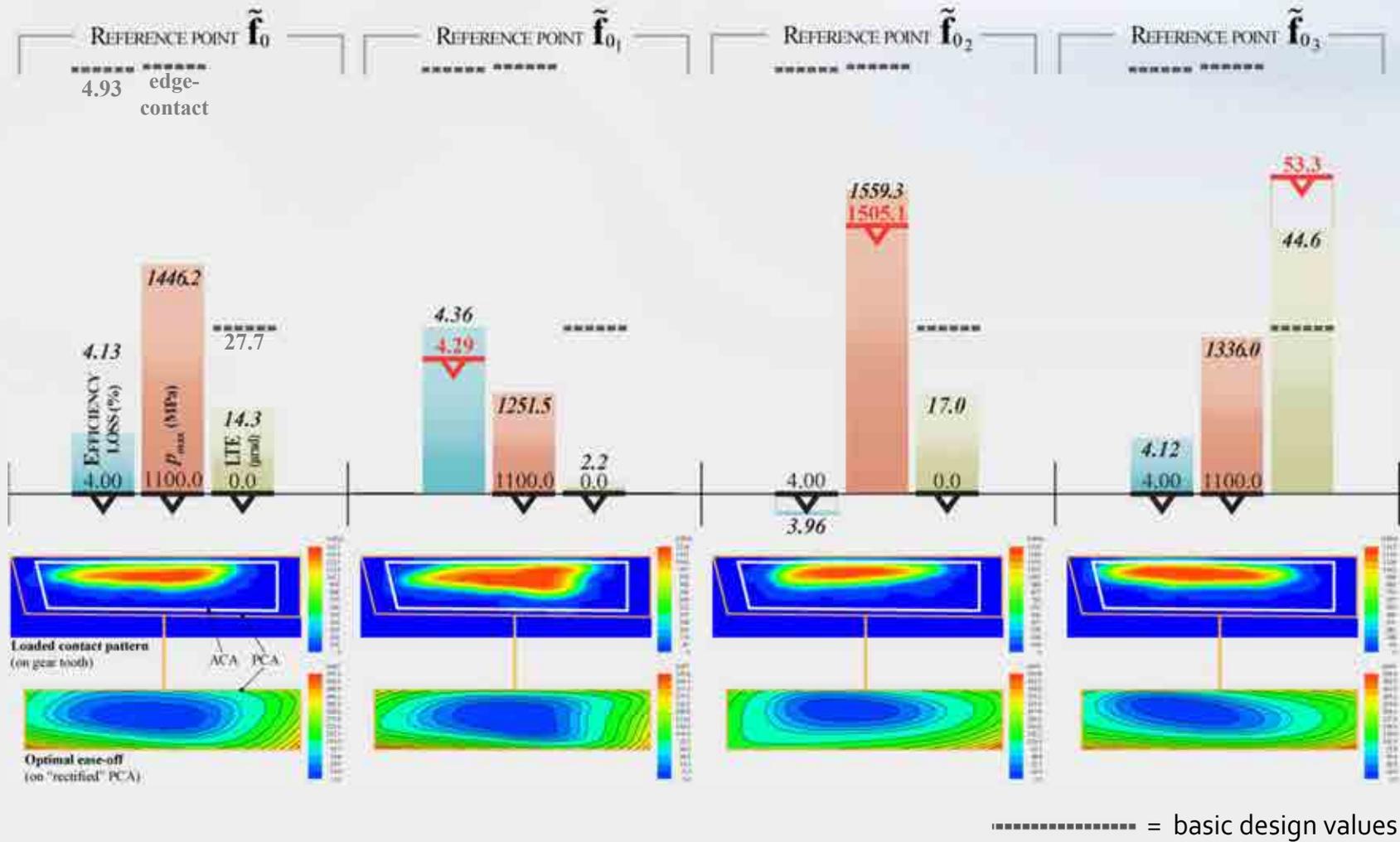
— contact pattern **basic** vs. **ottimizzato**:



— microgeometria ottimale:



Esempio: ottimizzazione multiobiettivo di ingranaggio automotive



Un requisito pratico: robustezza a variabilità/incertezza



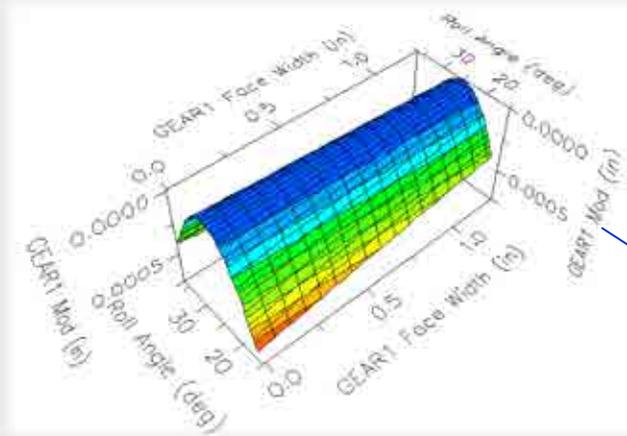
- Variabilità coppia motrice



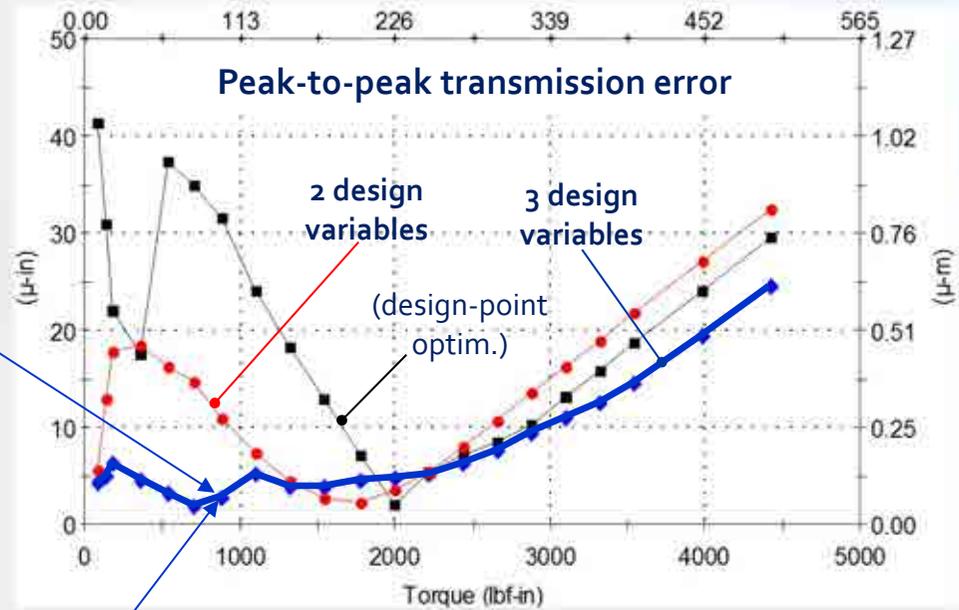
- Incertezza disallineamenti sotto carico

[adapted from AnSol Helical3D manual]

Esempio: ottimizzazione *robusta* di coppia elicoidale



optimal and robust microgeometry



Perform Micro-Geometry Optimization

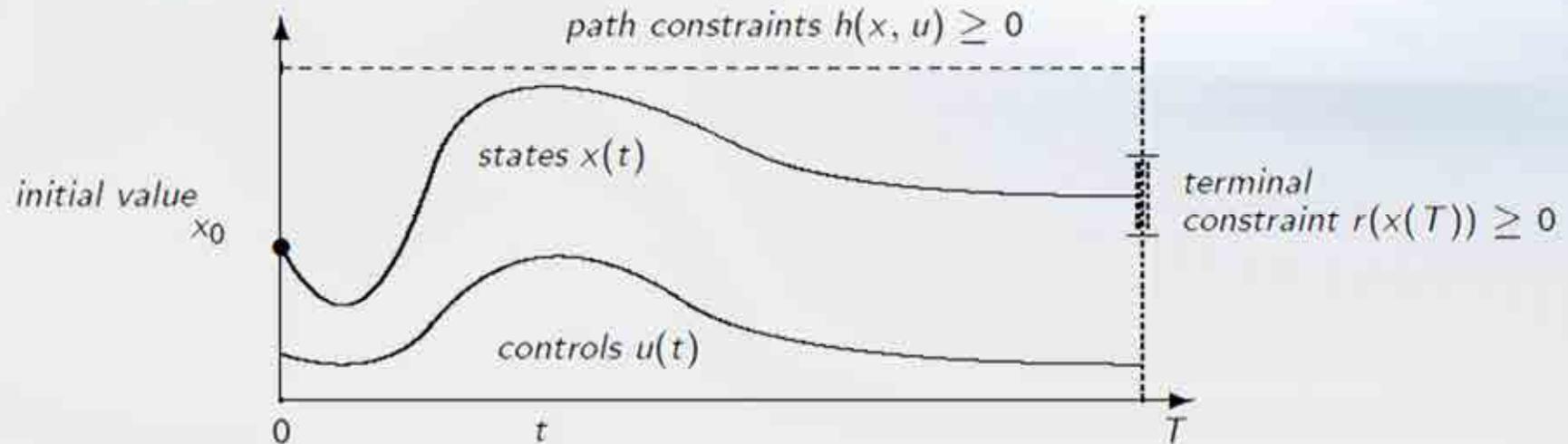
Design Variables

All design variables for GEAR1	(unit)	Minimum	Maximum
<input type="checkbox"/> Roll angle at start of EAP Mod :	(deg)	0.000	0.000
<input type="checkbox"/> Parabolic EAP Mod Magnitude :	(in)	0.000	0.000
<input type="checkbox"/> Linear EAP Mod Magnitude :	(in)	0.000	0.000
<input type="checkbox"/> Roll angle at start of SAP Mod :	(deg)	0.000	0.000
<input type="checkbox"/> Parabolic SAP Mod Magnitude :	(in)	0.000	0.000
<input type="checkbox"/> Linear SAP Mod Magnitude :	(in)	0.000	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> Profile Crown Mod :	(in)	0.000000	0.002000
<input type="checkbox"/> Profile Pressure Slope Mod :	(in)	0.000	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> Lead Crown Mod :	(in)	0.000000	0.002000
<input type="checkbox"/> Lead Pressure Slope Mod :	(in)	0.000	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> Bias Error (sym, at tip, fw=0)	(in)	-0.001	0.001

The background is a light blue gradient with several curved, overlapping lines in shades of blue and white, creating a sense of motion or a futuristic aesthetic.

Pianificazione di traiettorie per sistemi robotici

Problema di controllo ottimo applicato a sistemi articolati

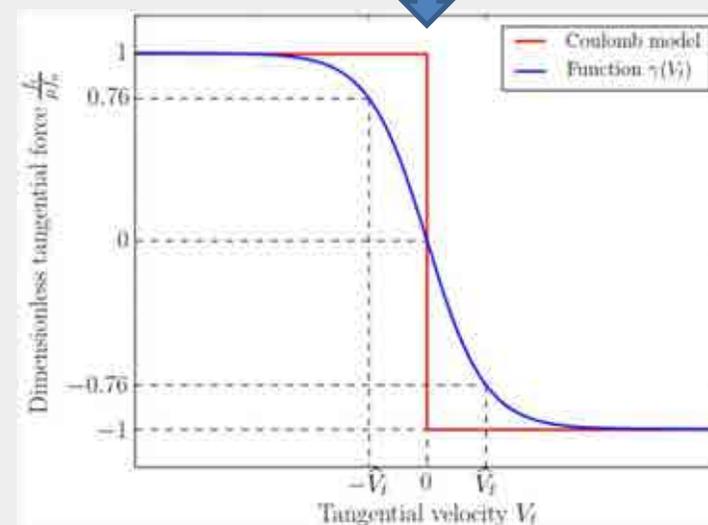
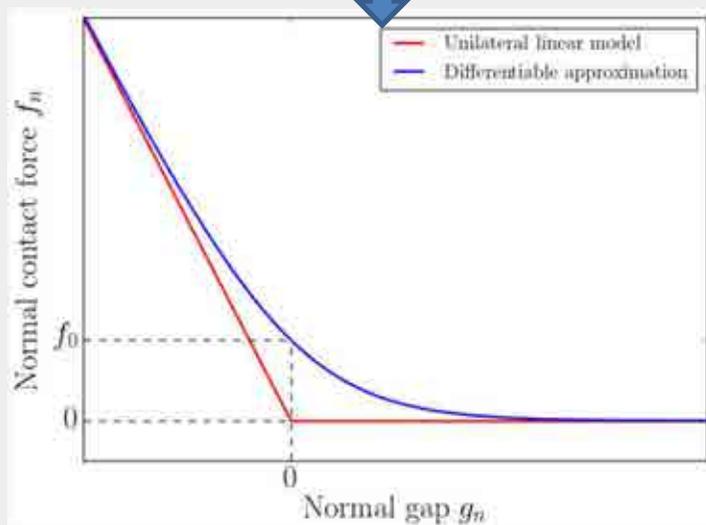
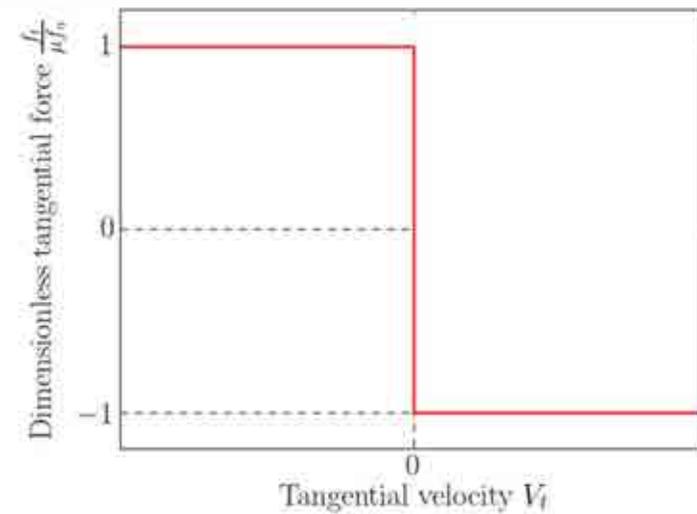
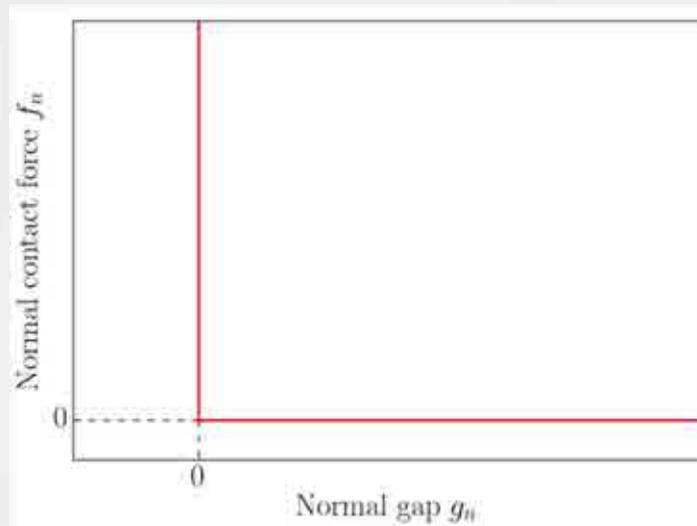


$$\begin{aligned} & \underset{\mathbf{x}(\cdot), \mathbf{u}(\cdot)}{\text{minimize}} && \int_0^T L(\mathbf{x}(t), \mathbf{u}(t)) dt + E(\mathbf{x}(T)) \\ & \text{subject to} && \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{x}(0) - \mathbf{x}_0 &= 0, && \text{(fixed initial values)} \\ \dot{\mathbf{x}}(t) - \mathbf{f}(\mathbf{x}(t), \mathbf{u}(t)) &= 0, & t \in [0, T] && \text{(ODE/DAE model)} \\ \mathbf{h}(\mathbf{x}(t), \mathbf{u}(t)) &\geq 0, & t \in [0, T] && \text{(path constraints)} \\ \mathbf{r}(\mathbf{x}(T)) &\geq 0, &&& \text{(terminal constraints)} \end{aligned}$$

Problema continuo discretizzato mediante metodo delle collocazioni \longrightarrow NLP grande ma sparso

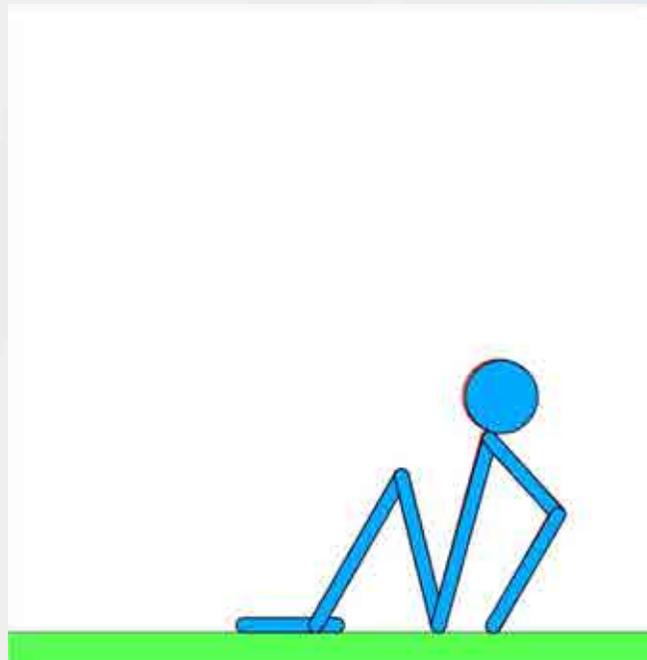
Modelli smooth delle forze di contatto



Gli eventi di contatto non sono specificati a priori

Alcuni risultati

whole-body motion
planning di umanoide

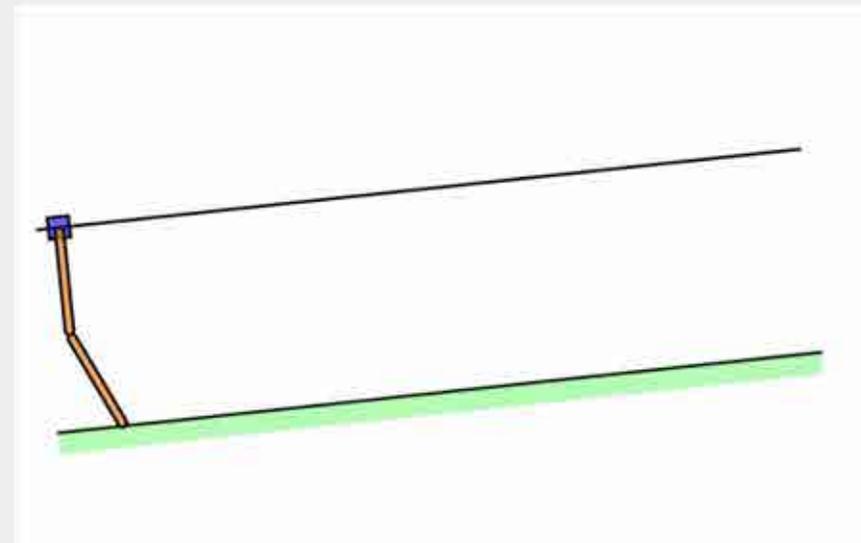


Dexterous manipulation

Penalty-based approach

[Disk: 360 deg CCW rotation]

manipolazione fine di disco passivo



'semplice' locomozione



Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Tecniche di modellazione e testing di trasmissioni ad ingranaggi

M. Barbieri, A. Zippo, M. Strozzi, F. Pellicano

Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari", Università di Modena e Reggio Emilia

Centro Intermech Mo.Re., Università di Modena e Reggio Emilia



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Progetti di ricerca attivi (su ingranaggi)

Progetto FP7 Fortissimo – HPGA High Performance Gear Analyzer

Porting di un software per l'analisi statica/dinamica di ingranaggi su piattaforma di supercalcolo

FP7 IndGEAR - On-line early damage diagnosis, prognosis and root cause analysis for Industrial multi-stage gearboxes used in the water industry.

POR-FESR MetAGEAR

Integrated framework for industrial gearbox design & manufacturing

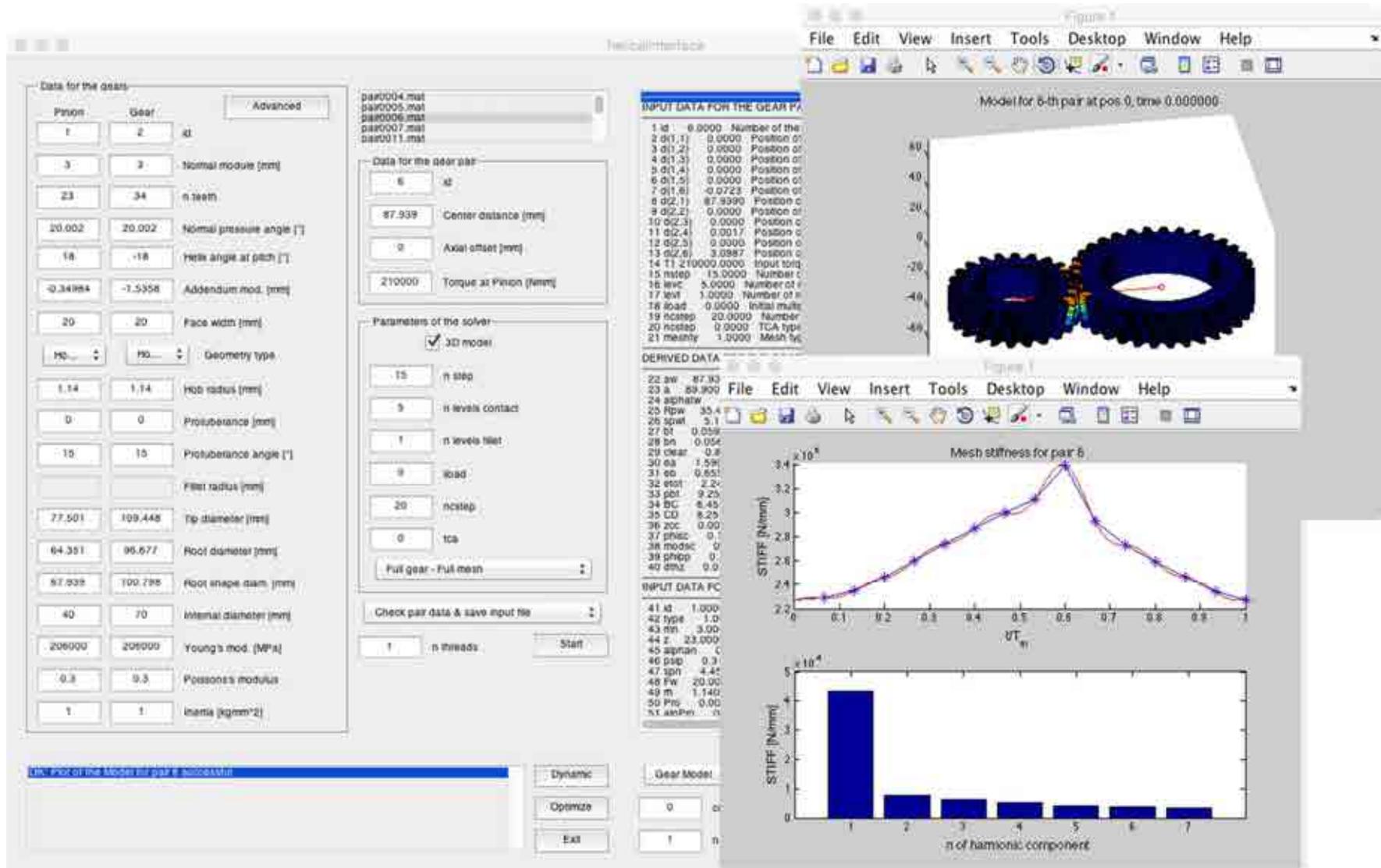


Programma operativo regionale
Fondo europeo di sviluppo regionale



Regione Emilia-Romagna

Software HPGA: interfaccia grafica

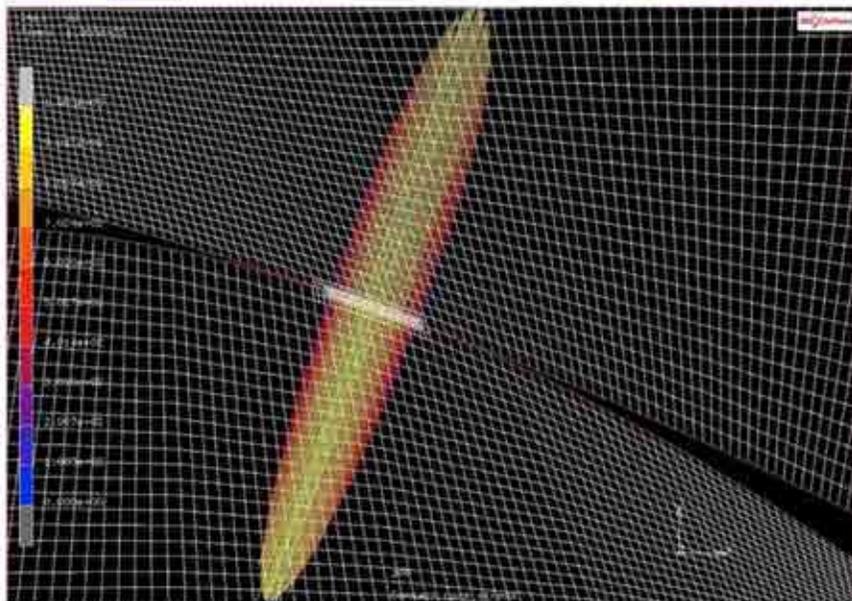


- Software per la simulazione statica di coppie di ruote dentate sviluppato nel Laboratorio Vibrazioni e Powertrain di UNIMORE

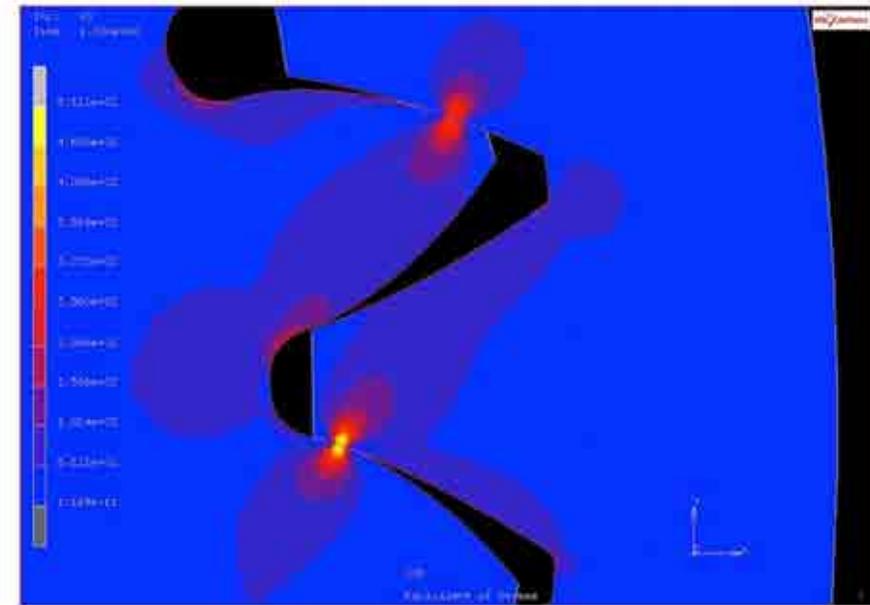
Software HPGA: analisi FEM statiche



Raffinamento della griglia
in una coppia di ruote

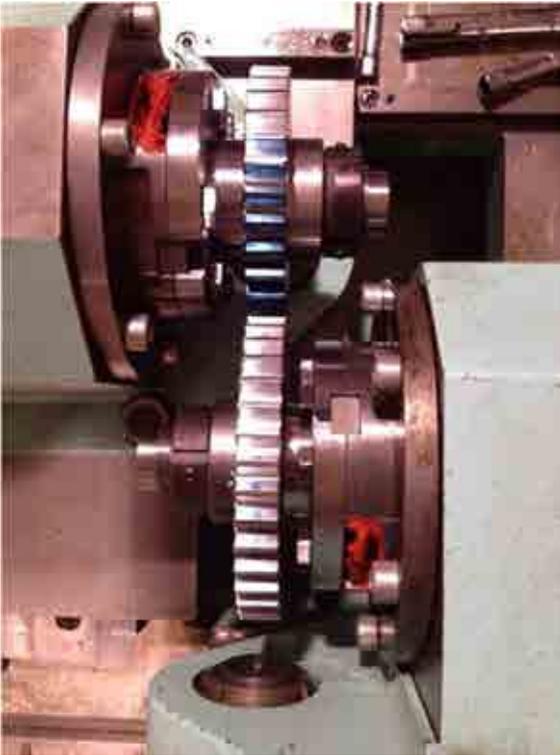


Pressione di contatto



Tensione equivalente di Von Mises

Misure sperimentali: pitting (IndGEAR)



- L'impronta di contatto è perfettamente centrata (a causa della elevata bombatura superficiale imposta ai denti)
- Dopo 4 ore di lavoro a carico nominale, è visibile un pitting ben definito su 4 denti distinti del pignone
- Il segnale viene raccolto da accelerometri monoassiali posti sugli alberi (per valutare l'errore di trasmissione dinamico DTE) e da accelerometri triassiali posti sui supporti degli alberi stessi

Misure estensimetriche (IndGEAR)

- Quattro diversi estensimetri vengono posti al piede del dente di ciascuna ruota
- I cavi sono connessi allo slip ring attraverso l'albero cavo
- Misura della tensione a base dente lungo la retta di contatto
- Validazione dei modelli di calcolo (statici/dinamici)





Gruppo Italiano di Meccanica Applicata

21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

THE GEAR DAY

8 Marzo 2016 | 9:00 - 13:00
Sala Eventi del Tecnopolo
Via P. Vivarelli 10, 41125 - Modena

RELATORI

Prof. L. Gelman
University of Cranfield

Prof. M. Guiggiani
Università di Pisa

Prof. G. Dalpiaz
Università di Ferrara

Prof. F. Pellicano
Università di Modena e Reggio Emilia

*Nuove Tecnologie per la Progettazione e il Controllo
di Trasmissioni a Ingranaggi*

IndGEAR project
FORTISSIMO HPGA project

visita al Laboratorio di Vibrazioni e Powertrain
www.vibrazioni.unimore.it



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA



Turbine eoliche al Dipartimento di Meccanica

Marco Belloli

POLIMI VAWT-IPC Prototype



Position Feedback
Blade Shaft



Individual Pitch Control
Motor-reducer unit



Main Shaft Motor
Slip Rings

FOWT: Il problema

Aerodinamica

- *Aeroelasticità*



Controllo

- *Pitch*
- *Velocità rotazione*



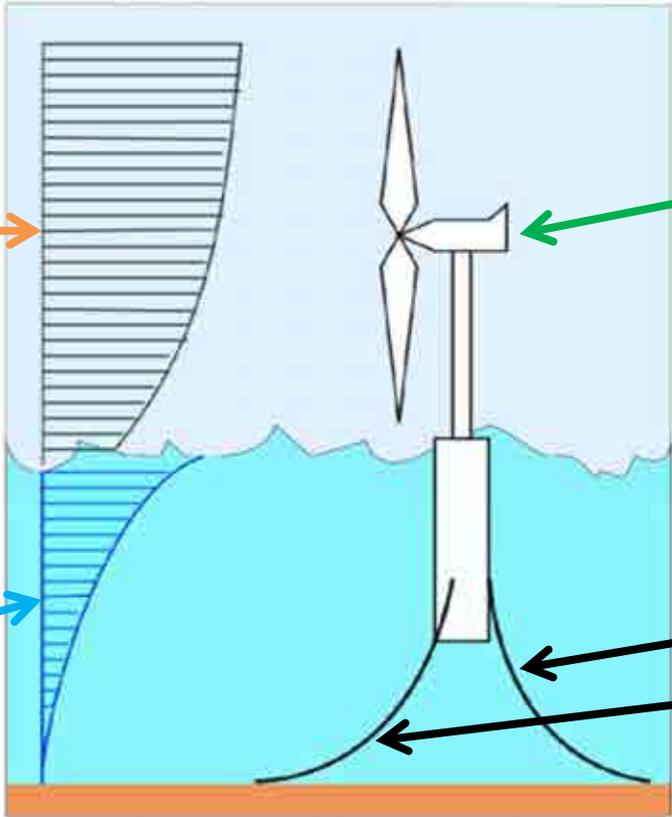
Idrodinamica

- *Idrostatica*
- *Radiazione*
- *Diffusione*
- *Viscosità*



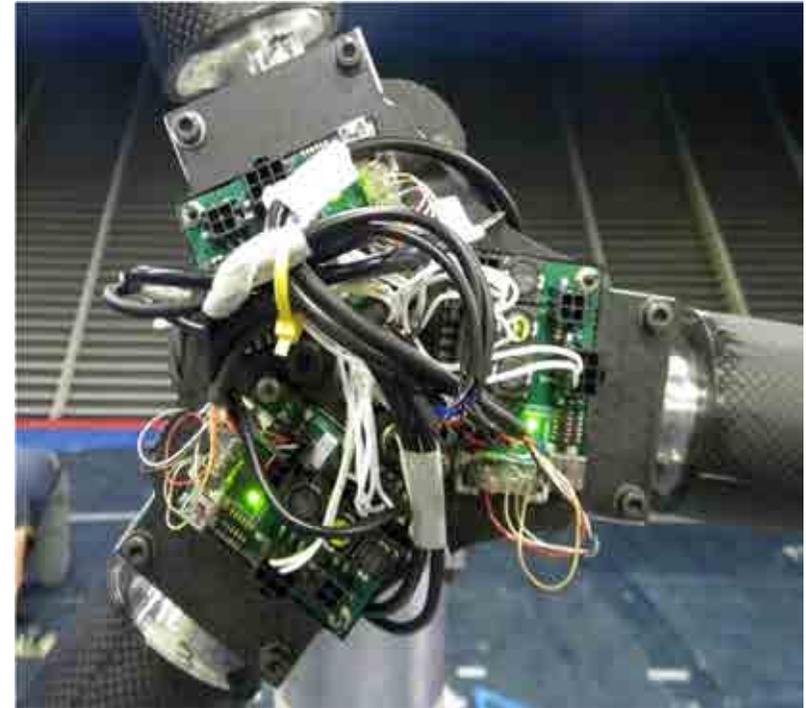
Ormeggio

- *Modelli lineari*
- *Modelli nonlineari*

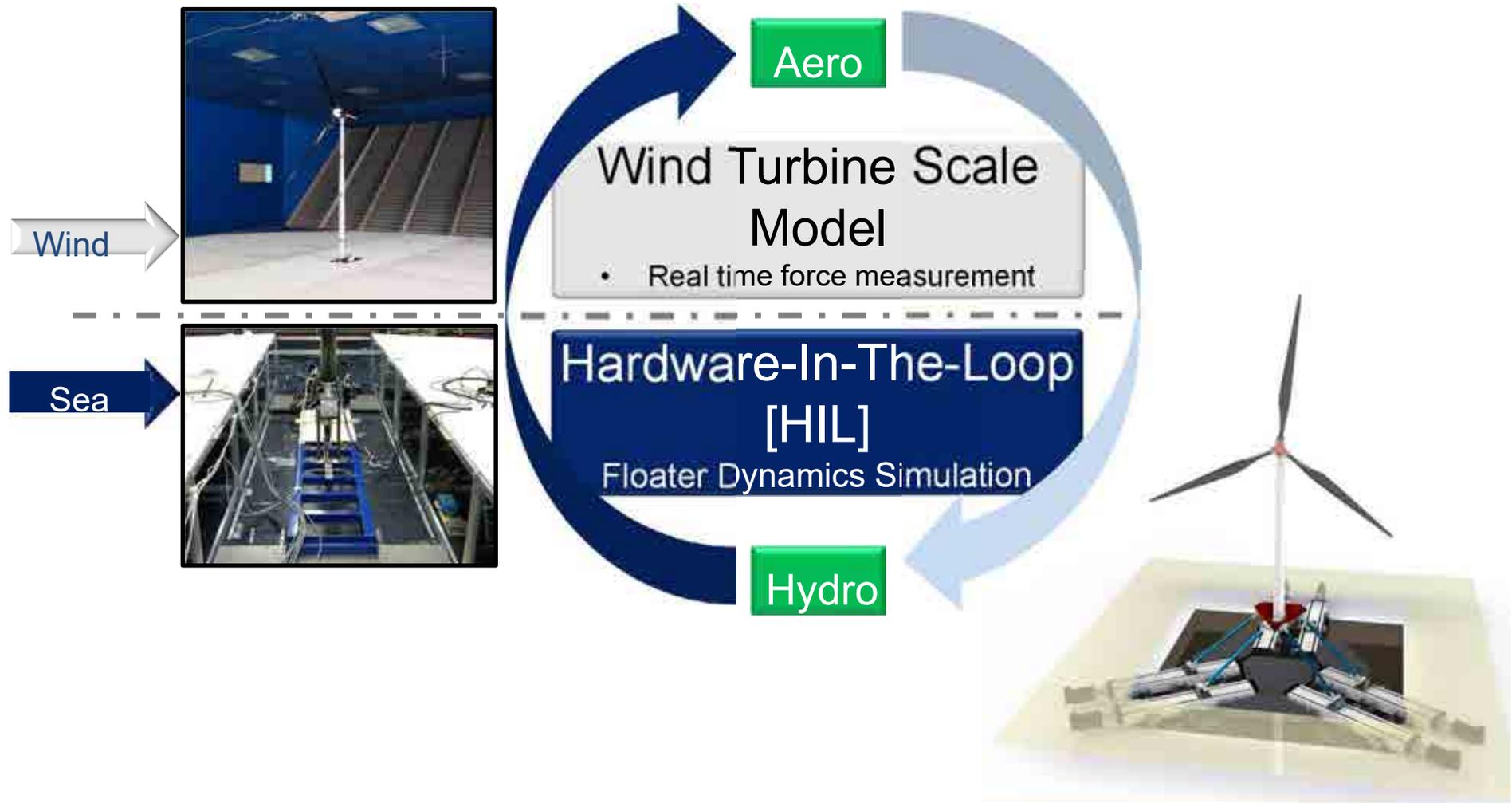


$$[M]\ddot{X} = F^{Aero} + F^{Idro} + F^{Ormeggio} + F^{Controllo}$$

Floating Off-Shore Wind Turbine: il modello fisico



Floating Wind Turbines Testing: HIL



LIFES50+

POLIMI major experimental Partner with MARINTEK

FULL PROJECT VALUE 7.5 M€
POLIMI GRANT 400k€



Qualification of innovative floating substructures for 10MW wind turbines and water depths greater than 50m.

LIFES50+ project.

MARINTEK – Norway

DTU – DK

ORE CATAPULT– UK

POLIMI – Italy

TECNALIA Research & Innovation – Spain

IREC – Spain

USTUTT – Germany

Iberdrola Ingeniería y Construcción, SA – Spain

Dr. techn. Olav Olsen AS – Norway

Nautilus Floating Solutions SL - Spain

Ramboll, AS – Germany

DNVGL – Germany

IDEOL – France

NREL – USA

SINTEF – Norway

Università degli Studi di Brescia
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale

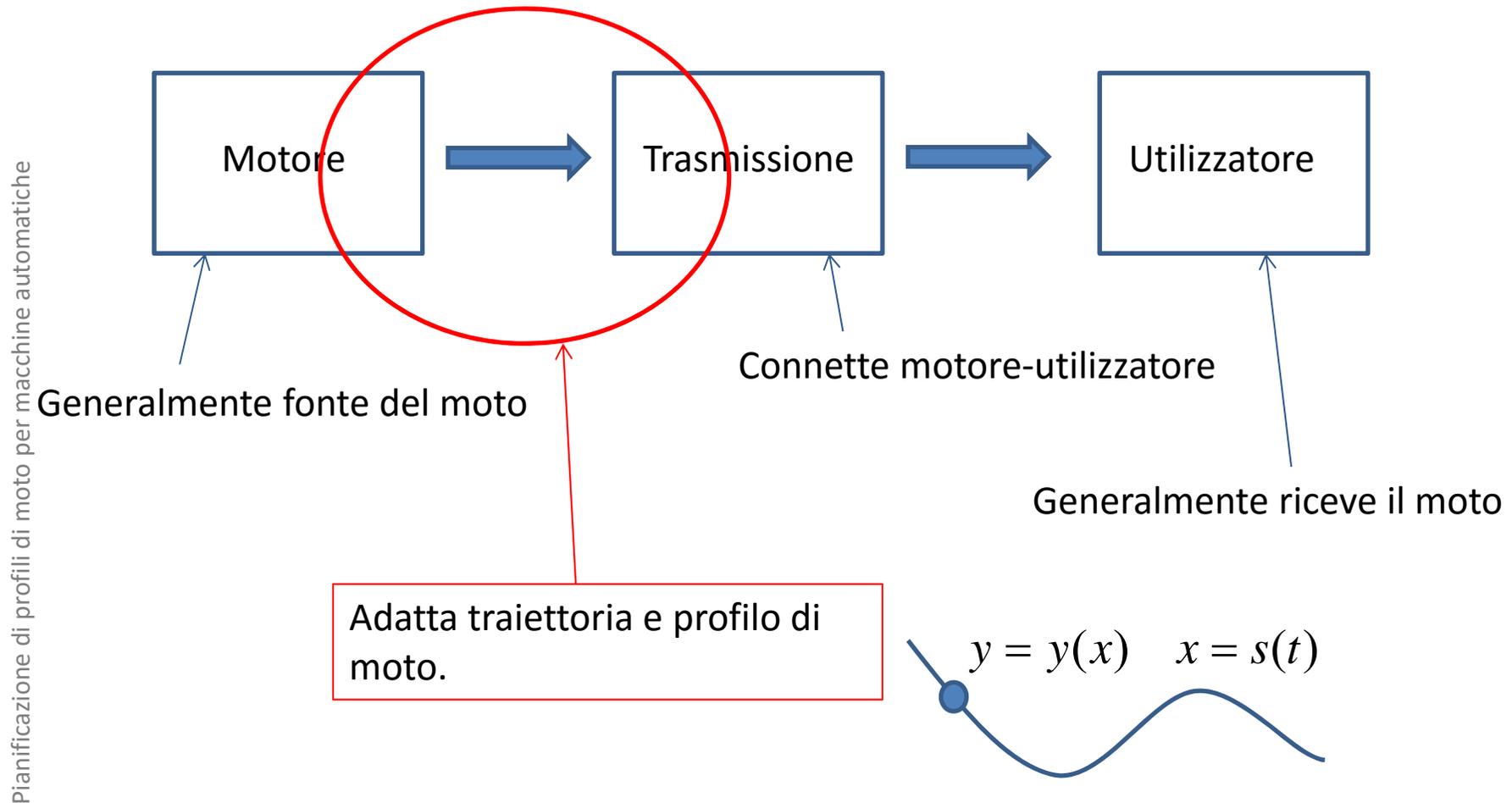


PIANIFICAZIONE DI PROFILI DI MOTO
PER MACCHINE AUTOMATICHE

Alberto Borboni
Email alberto.borboni@unibs.it
Tel. +39 030 3715401

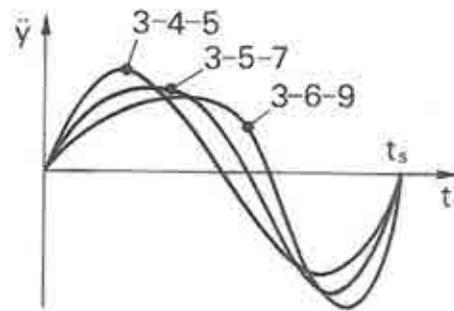
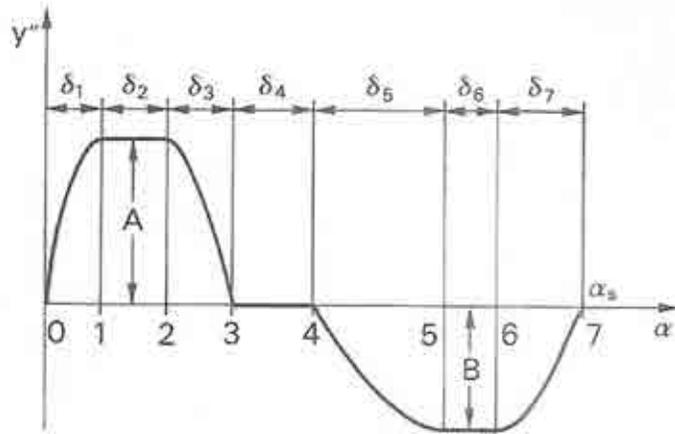
Definizione di macchina - aspetti cinematici

Profilo di moto nella teoria delle macchine – area di ricerca



Progettazione di profili di moto

Profili in letteratura per scopi speciali, uso coefficienti, vari metodi



$$C_V = \frac{\dot{y}_{\max}}{h/T}$$

$$C_A = \frac{\ddot{y}_{\max}}{h/T^2}$$

$$C_K = \frac{(\dot{y} \cdot \ddot{y})_{\max}}{h^2/T^3}$$

Ottimizzazione del profilo di moto

Due esempi di metodologie

Metodi iterativi (es.
Algoritmi genetici)



A. Borboni, R. Bussola, R. Faglia, P. L. Magnani, and A. Menegolo, "Movement optimization of a redundant serial robot for high-quality pipe cutting," *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME*, vol. 130, pp. 0823011-0823016, 2008.

Analisi di Fourier

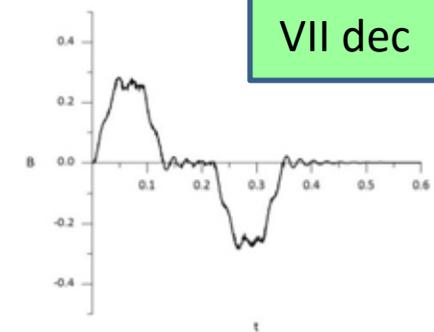
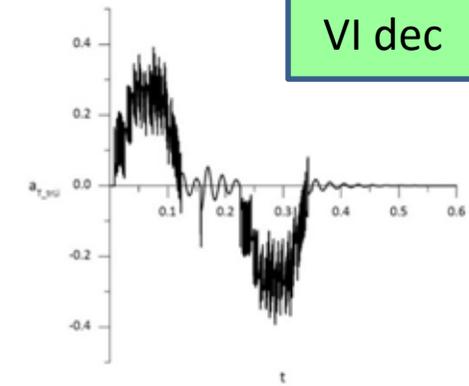
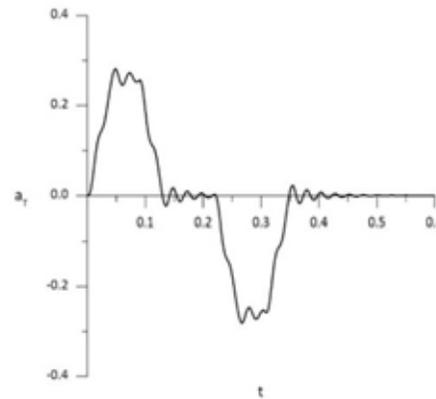
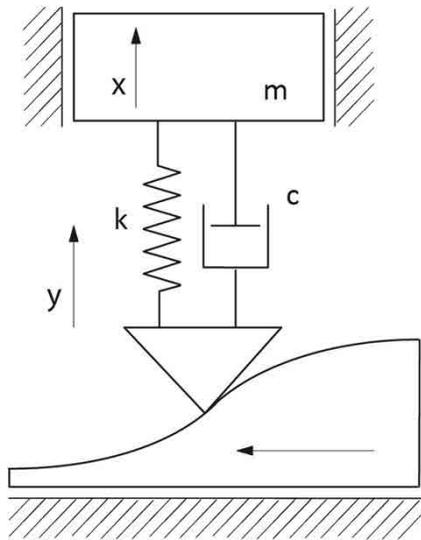


A. Borboni and M. Lancini, "Commanded motion optimization to reduce residual vibration," *Journal of Vibration and Acoustics, Transactions of the ASME*, vol. 137, pp. 1-9, 2015.

Limiti all'ottimizzazione di profili di moto

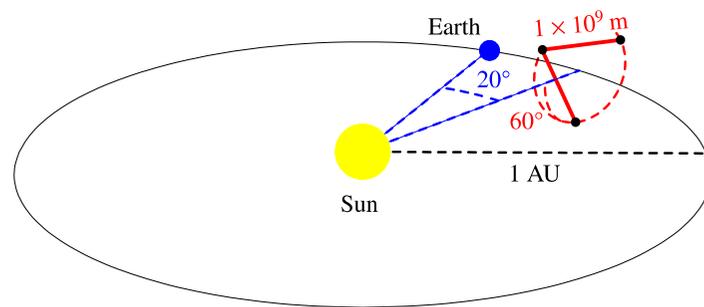
Effetti di interpolazione/troncamento – camma piana traslante

Pianificazione di profili di moto per macchine automatiche



DINAMICA E CONTROLLO DI SISTEMI MECCANICI PER APPLICAZIONI SPAZIALI

Missione eLISA (rilevazione onde gravitazionali), LISA Pathfinder (dimostratore tecnologico)

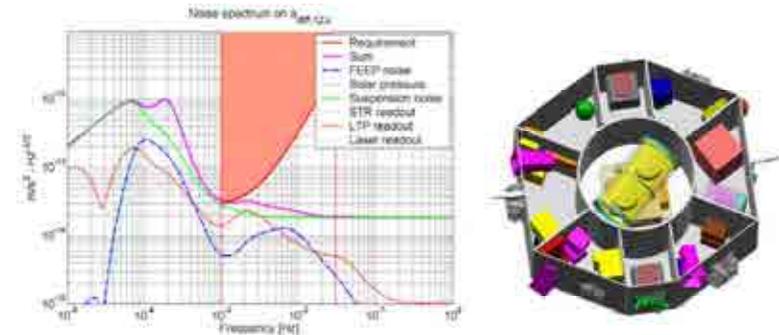


Principio di misura: risposta dinamica di un sistema **instabile** di masse in **volo libero**, isolate da **forze** ($\text{PSD} < 3 \times 10^{-15} \text{ m/s}^2/\sqrt{\text{Hz}}$, $10^{-4} \div 10^{-1} \text{ Hz}$)

FORMULATION			IMPLEMENTATION			
Pre-A	A	B	C	D	E	F
Concept Studies	Concept & Technology Development	Preliminary Design & Technology Completion	Final Design & Fabrication	System Assembly, Test, & Launch	Operations & Sustainment	Closeout

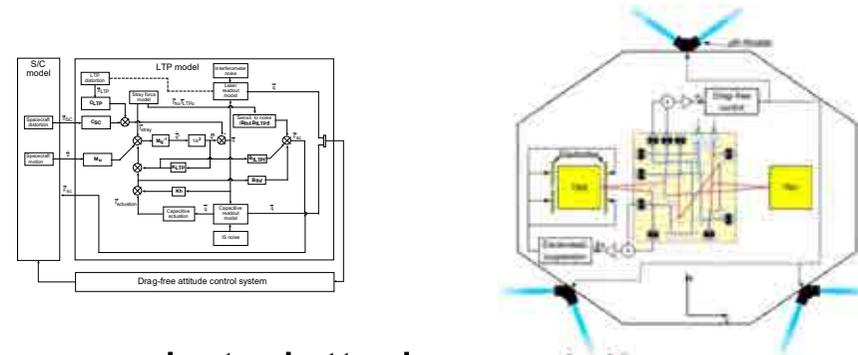
Definizione dell'architettura di sistema:

- Modellazione multibody, modellazione delle forze, definizione dei modi operativi
- Definizione dei requisiti di sistema/sottosistema per i disturbi in forza (noise budget)



Progettazione controllo drag-free di orbita ed assetto del satellite e masse test:

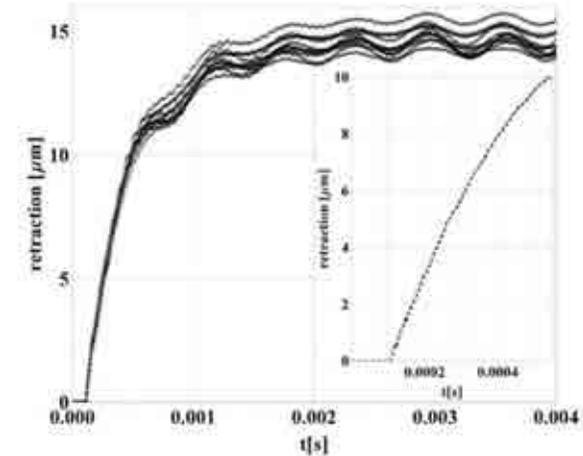
- Definizione dei requisiti
- Sintesi delle leggi di stabilizzazione e controllo



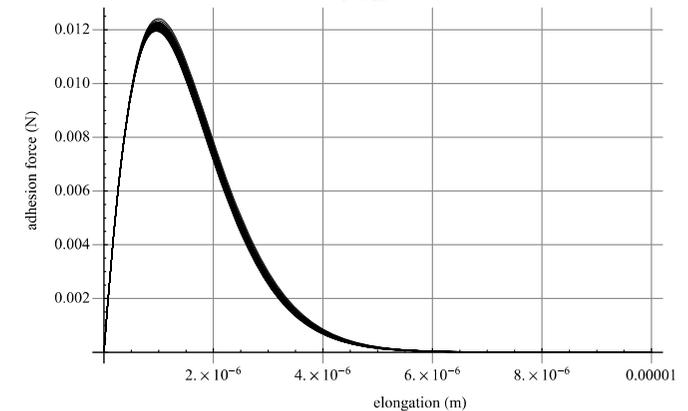
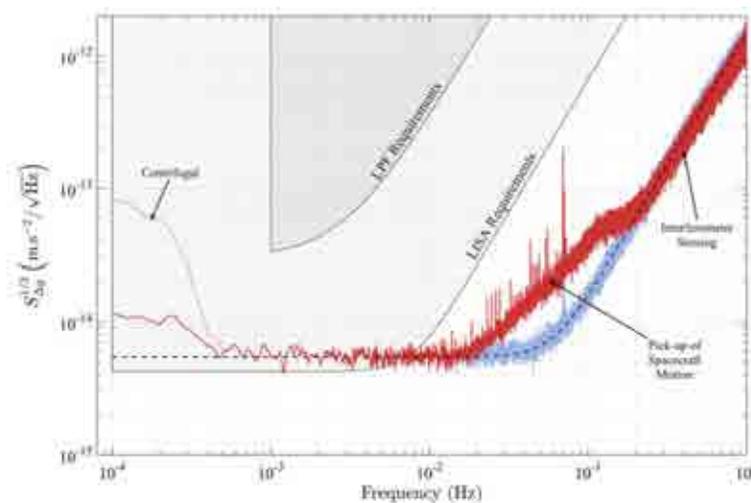
Test meccanismo di iniezione della massa in traiettoria geodetica:

- Progettazione e sviluppo di un sistema di misura di piccoli impulsi
- Modellazione del meccanismo di iniezione in moto geodetico (forze di adesione)





Realizzazione laboratorio Space applications
 – flight hardware (contratto Airbus Defence and Space)



- Masse rilasciate 15-16 febbraio 2016
- Fase scientifica 8 marzo 2016
- Disturbo in accelerazione in specifica 7 giugno 2016



Pianificazione del moto di meccanismi con elasticità concentrate e distribuite

Paolo Boscariol, PhD

DTG, Università di Padova (dal 2016)

DIEGM, Università di Udine (dal 2008 al 2015)



Pianificazione del moto di meccanismi con elasticità concentrate e distribuite

Scopo: pianificazione di **leggi di moto punto-punto** per sistemi meccanici con **dinamiche nonlineari**, a vibrazioni minime.

La pianificazione di una legge di moto punto-punto può essere tradotta in un problema **variazionale**, in forma TPBVP, e può essere risolto numericamente.

La tecnica si adatta anche ai meccanismi con una dinamica nonlineare, espressa in forma di equazioni differenziali ordinarie (ODE).

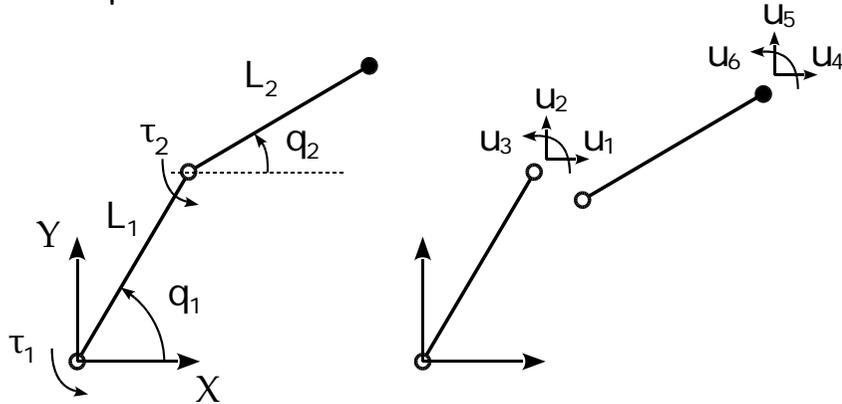
Sfide:

- Sistemi con **dinamica complessa** e di grandi dimensioni
- Problemi **vincolati** (tecniche di smoothing)
- Incremento della **robustezza**



Pianificazione del moto per meccanismi a membri deformabili

Manipolatore a membri deformabili



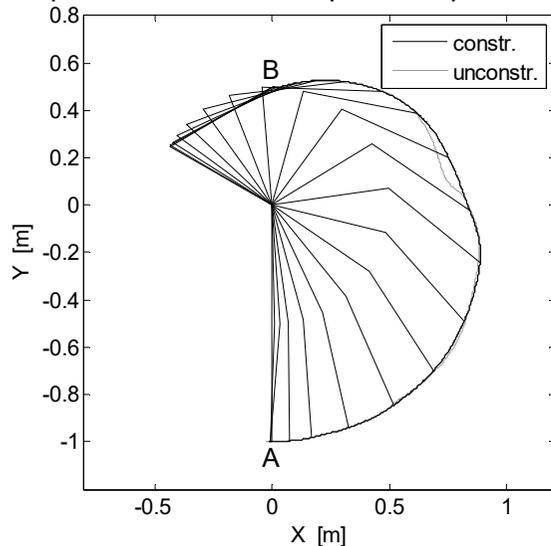
Dinamica nonlineare ERLS-FEM
 $\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{M}(\mathbf{x}, t)^{-1} \Phi(\mathbf{x}, \mathbf{u}, t) = \Omega(\mathbf{x}, \mathbf{u}, t)$
Funzione di costo composta
Vincoli su ingressi e stato

Definizione Hamiltoniano e PMP

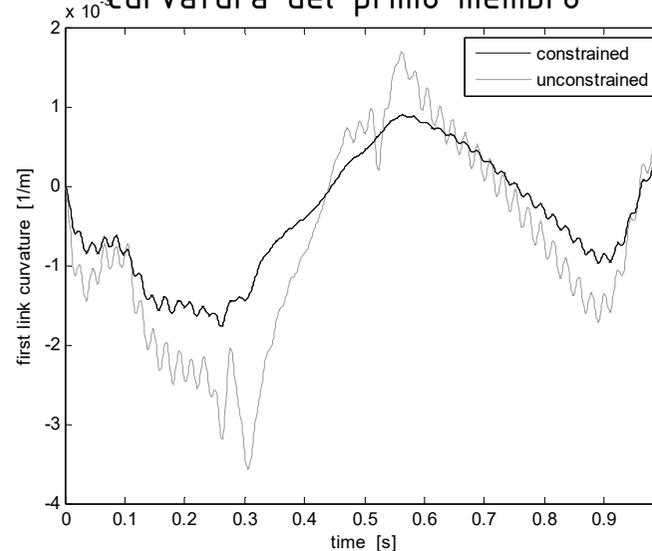
Soluzione numerica

Traiettoria ottima

percorso nello spazio operativo



curvatura del primo membro



Risultati:

- Soluzione di problemi a minimo jerk e a jerk vincolato
- Riduzione notevole delle vibrazioni rispetto a traiettorie «classiche» (es. b-spline)
- Il vincolo sul jerk riduce l'ampiezza dello spettro delle vibrazioni fino a -10 dB

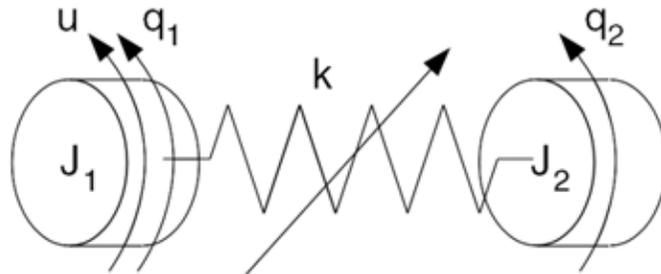
Limite:

La soluzione ottenuta è limitatamente robusta

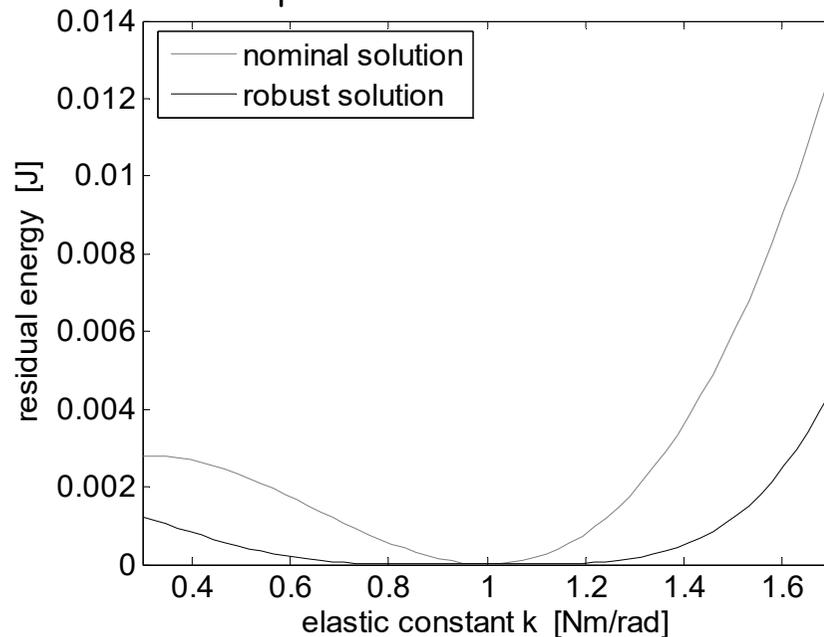


Pianificazione robusta di traiettorie per sistemi elastici

Sistema 2 dof con giunto elastico
Parametro incerto: rigidezza k



Valutazione robustezza: energia residua per un moto rest-to-rest



Pianificazione del moto di meccanismi con elasticità concentrate e distribuite – Paolo Boscarì, Napoli, 21/07/2016

Dinamica nonlineare

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \Omega(\mathbf{x}, \mathbf{u}, t, k)$$

Funzione di costo composta

Vincoli su ingressi e stato

Funzioni di sensibilità

$$\dot{\mathbf{S}}(t) = \partial \Omega(\mathbf{x}, \mathbf{u}, t, k) / \partial k$$

Dinamica «robusta»

Aggiunta B.C. sulle f. di sensibilità

Definizione Hamiltoniano e PMP

Soluzione numerica

Traiettoria robusta

Risultati:

- Riduzione delle **vibrazioni residue**
- Sensibile **incremento della robustezza** rispetto alla variazione di parametri del modello
- Formulazione anche in presenza di **vincoli** e con **dinamiche nonlineari**



Pianificazione robusta di traiettorie per sistemi elastici

Sviluppi futuri:

- Validazione sperimentale delle tecniche di pianificazione (in corso)
- Integrazione con tecniche di **structural modification**
- Pianificazione del moto per la **riduzione dei consumi energetici** delle macchine automatiche



Offshore Renewable Energy

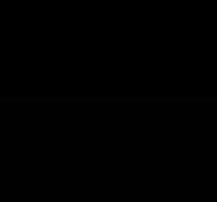
Speaker: Giovanni Bracco

Coordinator: Giuliana Mattiazzo

*ERMANNIO GIORCELLI
VITO CALAMUSA
BIAGIO PASSIONE
NICOLA POZZI
ANTONELLO SIRIGU
GIACOMO VISSIO*

*DIMEAS - Department of Mechanical and Aerospace Engineering
Politecnico di Torino
C.so Duca degli Abruzzi, 24
TORINO
ITALY*

Wave Energy



Wave Energy



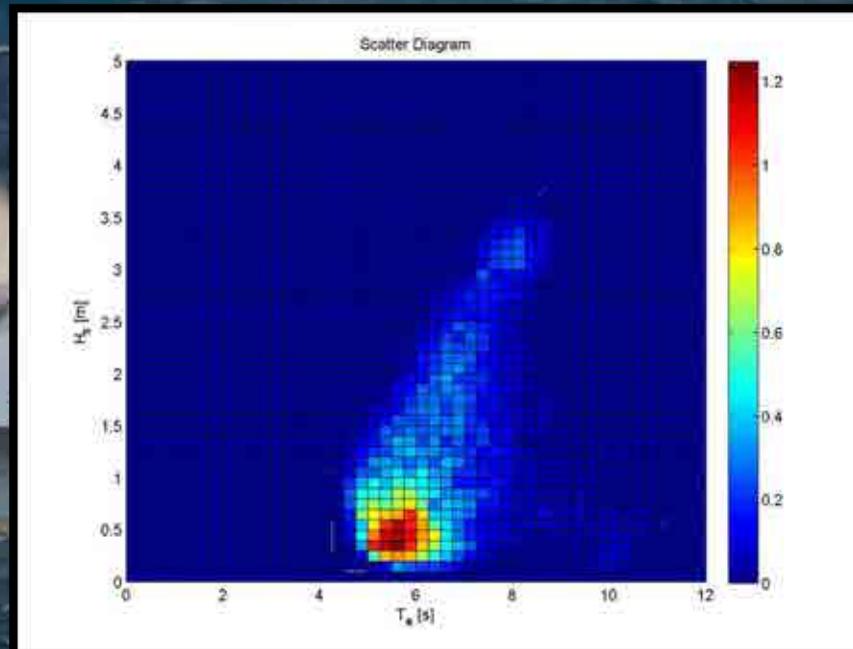
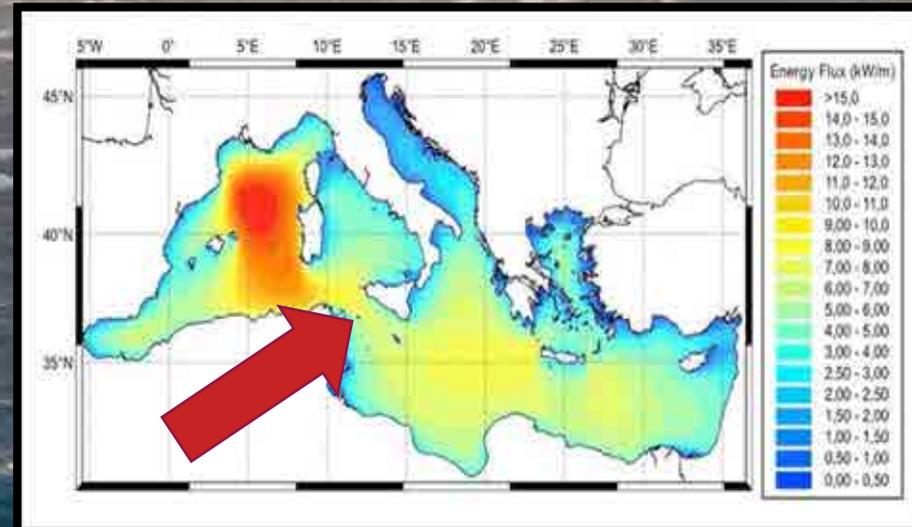
- *Primary Resource Analysis*
- *The technology:*
 - Design*
 - Modeling*
 - Control Systems*
 - Prototyping*
 - Field Tests*
- *Wave Farm*
- *Grid Integration*



Wave Energy



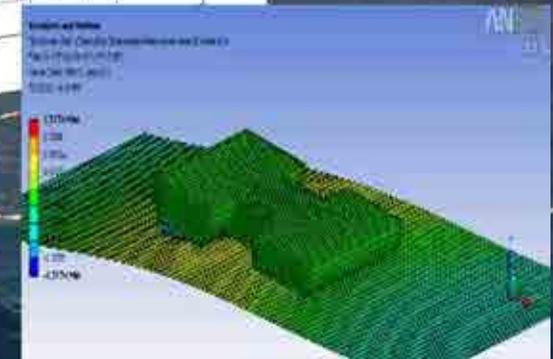
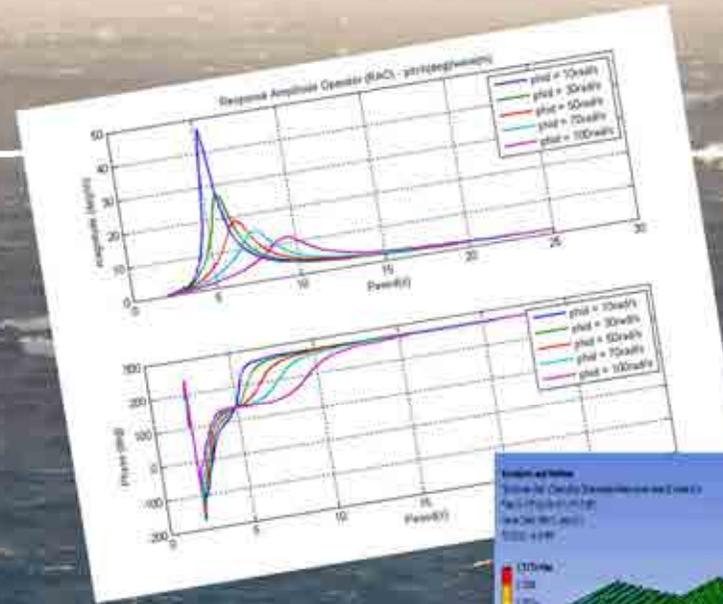
- Primary Resource Analysis
- *The technology:*
 - Design*
 - Modeling*
 - Control Systems*
 - Prototyping*
 - Field Tests*
- *Wave Farm*
- *Grid Integration*



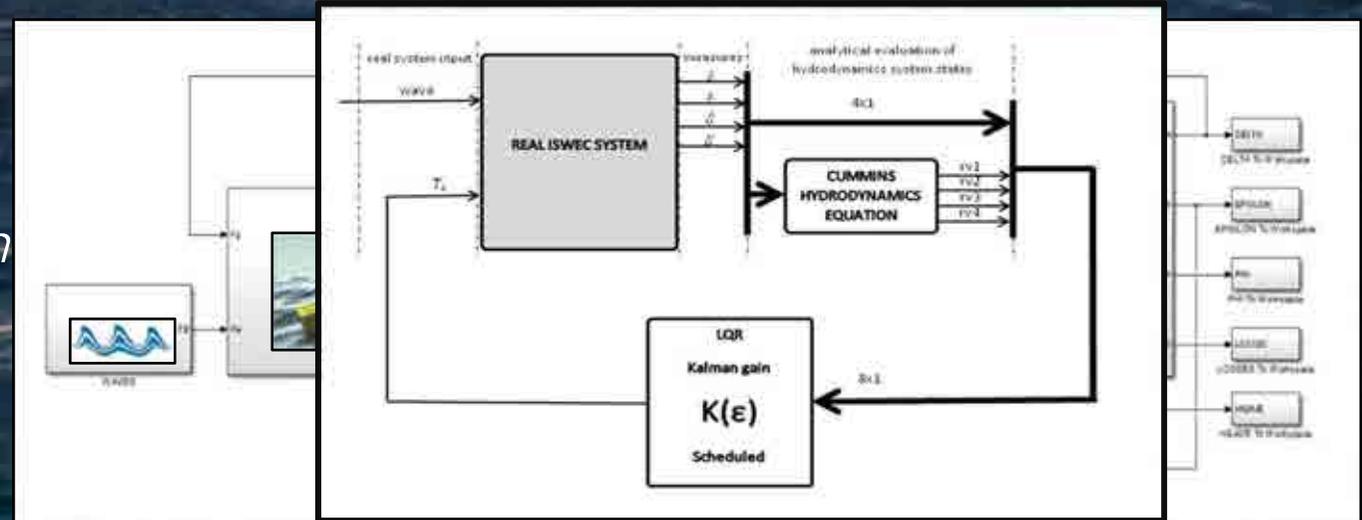
Wave Energy



- *Primary Resource Analysis*
- *The technology:*
 - Design
 - Modeling
 - Control Systems
 - Prototyping*
 - Field Tests*



- *Wave Farm*
- *Grid Integration*



Wave Energy



Prototyping (ISWEC)

2009

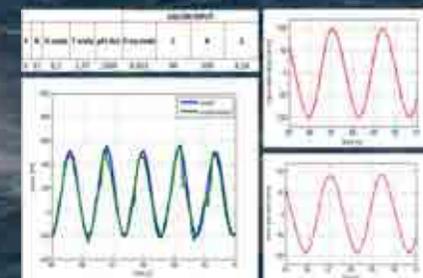
2012

Edinburgh, 1:45

Naples, 1:45

Turin, 1:45

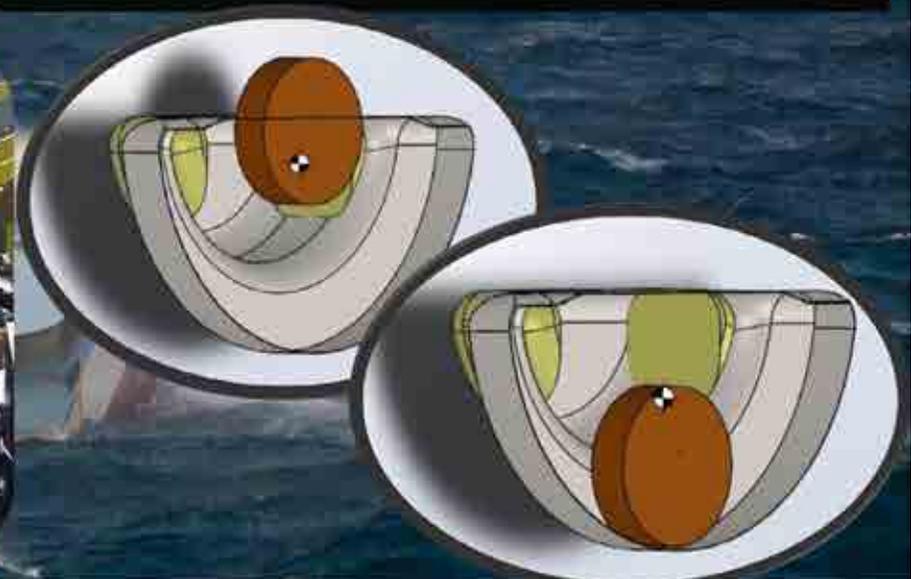
Rome, 1:8



Wave Energy



- *PEWEC (Pendulum Wave Energy Converter)*
- *Modeling and prototyping at 1:45 and 1:12 Scale*
- *Design Full Scale*



Offshore Wind Energy



PIGAL

(Piattaforma Galleggiante)

Deployed February 2015

- *Tower Height: 13.5 m*
- *Hub height (from water): 6 m*
- *Draft: 7,5 m*
- *Mass: 5 ton*
- *Rotor diameter: 3 m*
- *Nom. power: 3kW @ 12m/s*
- *Cut-in speed: 3 m/s*
- *Cut-off speed: 20 m/s*
- *Active pitch control*

Offshore Wind Energy



- *Primary Resource Analysis*
- *The technology:*
 - Design*
 - Modeling*
 - Control Systems*
 - Prototyping*
 - Field Tests*
- *Hybrid systems (Wind + Wave)*



Politecnico di Torino



Offshore Renewable Energy

Grazie!



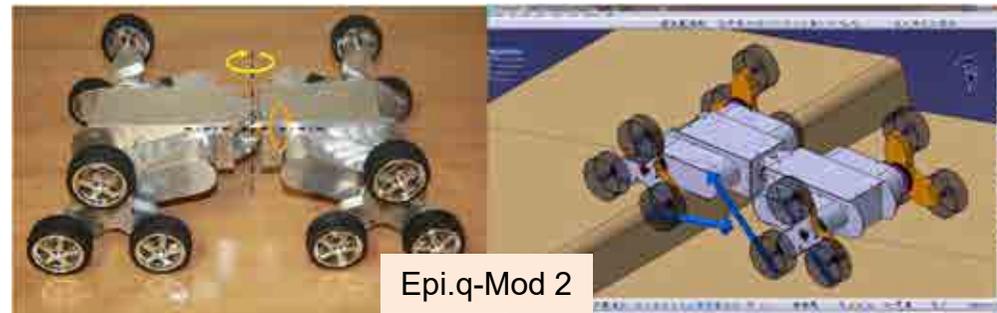
Luca Bruzzone
Università degli Studi di Genova - DIME
bruzzone@dimec.unige.it

Mantis: robot mobile di sorveglianza a locomozione ibrida



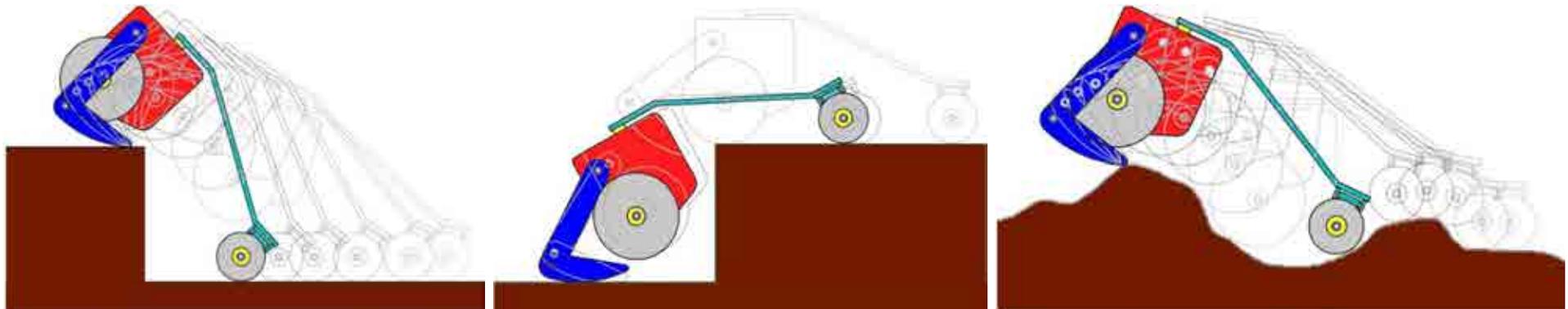
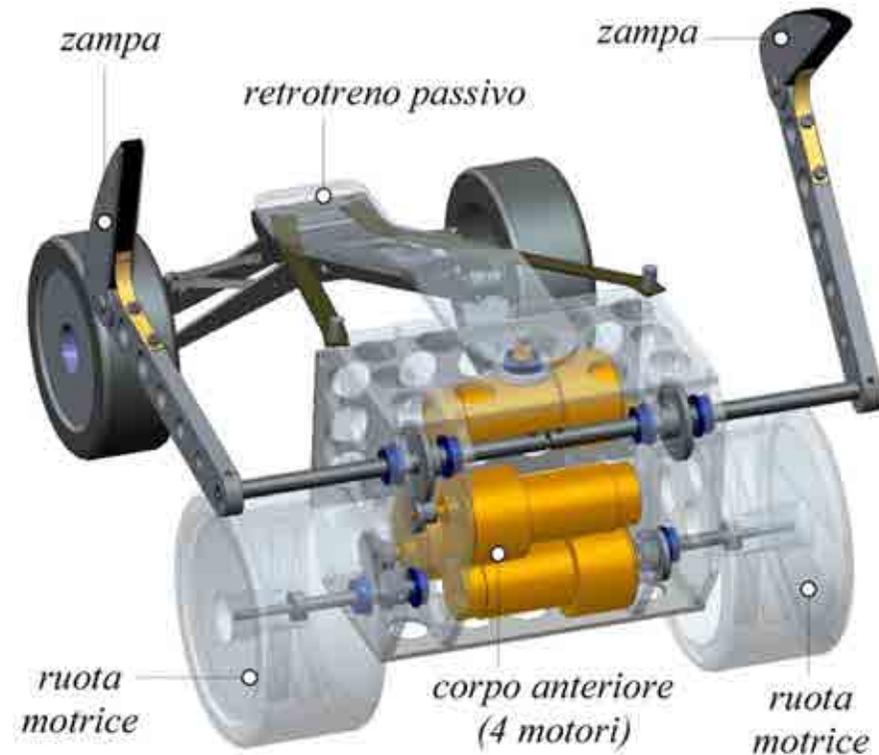
Robotica mobile di sorveglianza

- espansione della **robotica di servizio**, ed in particolare della **robotica mobile di sorveglianza**
→ **sistemi di locomozione per ambienti non strutturati**
- inizio della mia attività di ricerca nel campo della robotica mobile:
collaborazione col gruppo di ricerca del **Politecnico di Torino** del **Prof. Giuseppe Quaglia** sulla famiglia di robot **Epi.q**

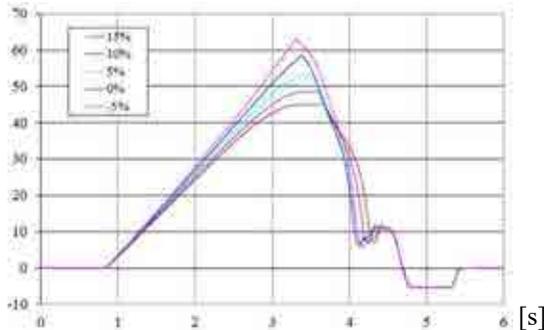


Il robot mobile Mantis

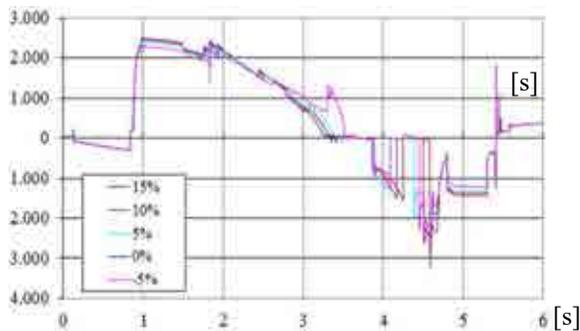
- locomozione su **ruote**
⇒ **velocità, efficienza energetica**
- locomozione su **zampe**
⇒ capacità di **superamento ostacoli**
- **locomozione ibrida su ruote e zampe**
 - coniuga i vantaggi dei due sistemi
 - contiene la complessità meccanica e di controllo rispetto alle sole zampe
- ⇒ **Mantis**



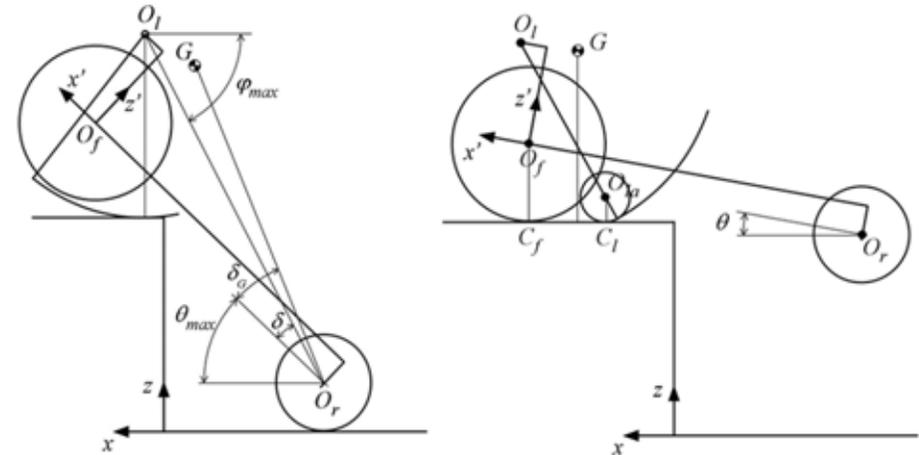
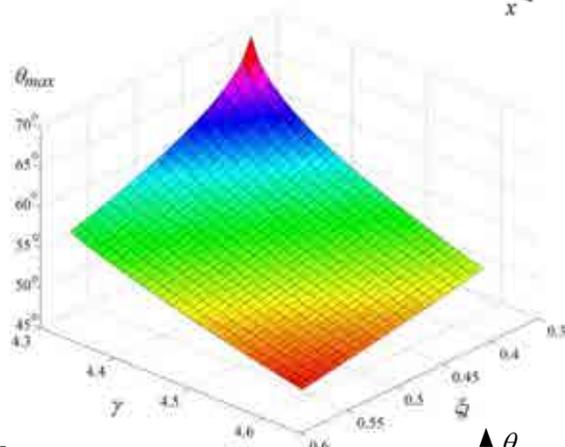
- o **approccio analitico** adimensionale + **simulazione multibody** per studiare l'influenza dei parametri geometrici



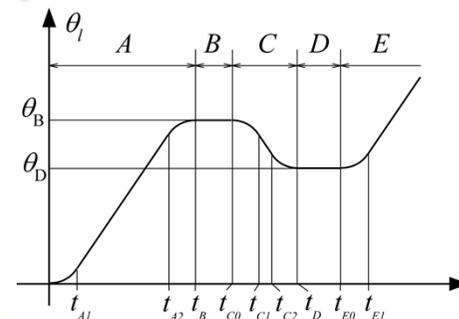
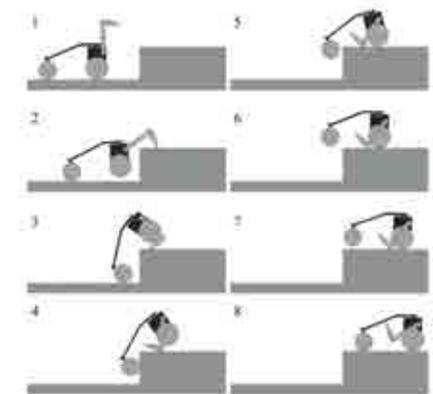
angolo di beccheggio [°] al variare dell'interasse



coppia alle zampe [Nmm] al variare dell'interasse



$$\theta_{max} = \varphi_{max} - \delta = \arcsin \left(\frac{\gamma_1 + \frac{2}{\alpha} - \beta}{\sqrt{(\gamma + \xi_1)^2 + (\psi_1 + 1 - \beta)^2}} \right) - \arctan \left(\frac{\psi_1 + 1 - \beta}{\gamma + \xi_1} \right)$$



- o sintesi della **legge di moto delle zampe** per il superamento di gradini

Risultati sperimentali



Caratteristiche del Mantis:

- capacità di superamento di gradini più alti del robot stesso
- locomozione ibrida ruote/zampe su terreni e ostacoli irregolari
- capacità di rialzarsi dopo un capottamento
- su terreni regolari, locomozione solo su ruote:
 - elevata velocità
 - autonomia
 - assenza di oscillazioni nella visione (vs. RHex, Loper, ASGUARD)

Sviluppi futuri:

- sistema automatico di navigazione e superamento ostacoli
- semplificazione della meccanica
- uso di materiali non metallici, anche flessibili
- parti stampate in 3D



*Open Source
Ground Mobile
Robot?*

Grazie per l'attenzione





Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

FREQUENZE NATURALI DI CILINDRI A PARETE SOTTILE E BORDI INCASTRATI

M. Cammalleri

*Dipartimento di Ingegneria Chimica, Gestionale, Informatica, Meccanica
Università degli Studi di Palermo*

Viale delle Scienze Edificio 8, 90128 Palermo

e-mail: marco.cammalleri@unipa.it



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DICGIM - DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CHIMICA, GESTIONALE, INFORMATICA, MECCANICA



PERCHE'

dalla letteratura:

Assenza di modelli che fossero allo stesso tempo accurati e semplici da utilizzare

Accuratezza elevata



Modelli numerici



- implementazione onerosa
- calcoli iterativi
- problemi di convergenza

Modelli analitici



Semplicità di utilizzo



Assunzioni semplificative



accuratezza limitata
(errori del 40%)



COME

Modello analitico proposto

$f_n = ?$

- Equazioni di equilibrio indefinite classiche senza ulteriori semplificazioni
- Appropriata scelta delle autofunzioni
- Principio di Hamilton



Equazioni Differenziali del Moto

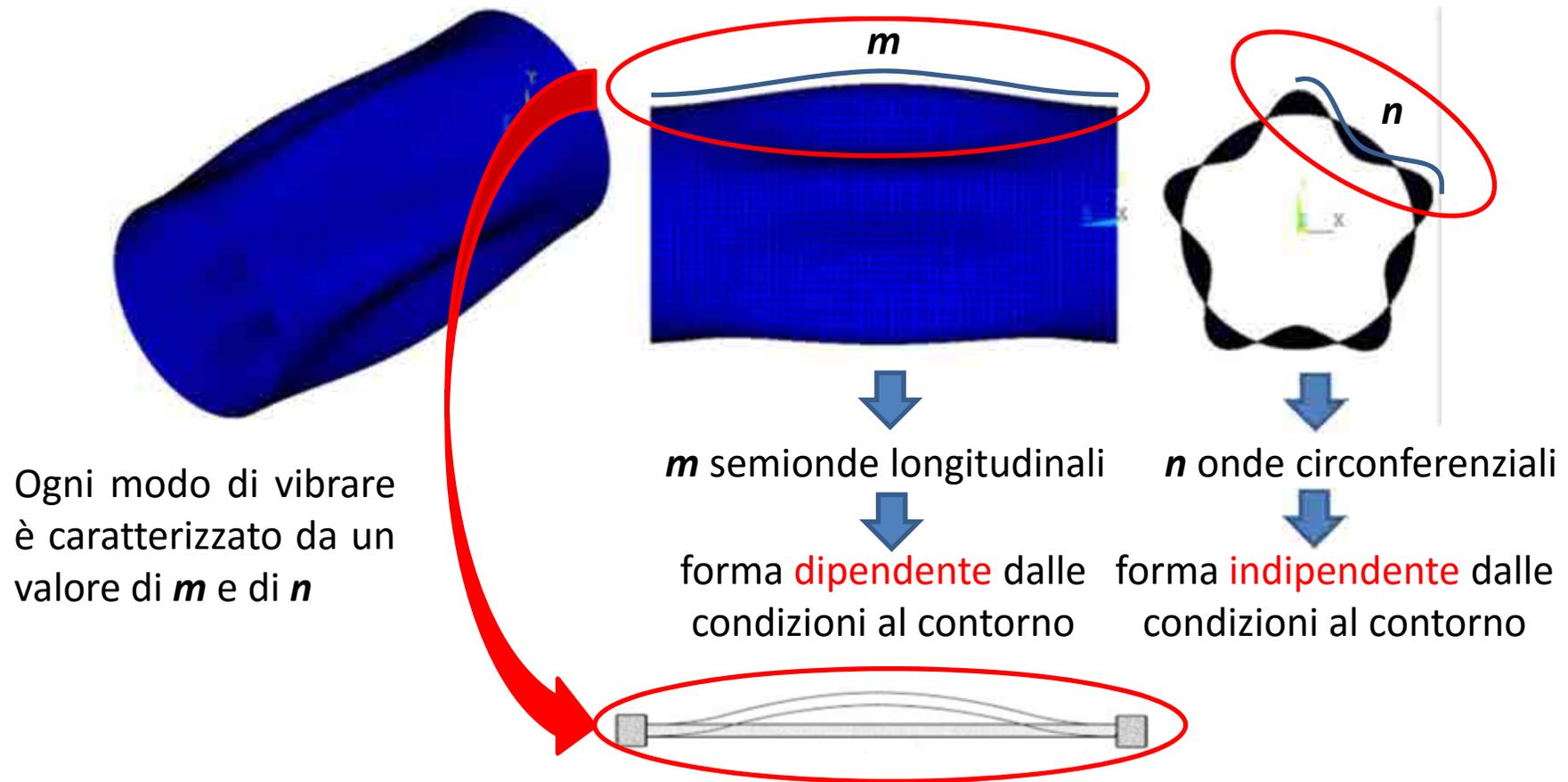
Reissner - Donnell

$$K \left(\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{1-\nu}{2a^2} \frac{\partial^2 u_x}{\partial \theta^2} + \frac{1+\nu}{2a} \frac{\partial^2 u_s}{\partial x \partial \theta} + \frac{\nu}{a} \frac{\partial u_r}{\partial x} \right) = \rho h \frac{\partial^2 u_x}{\partial t^2}$$

$$K \left(\frac{1+\nu}{2a} \frac{\partial^2 u_x}{\partial x \partial \theta} + \frac{1-\nu}{2} \frac{\partial^2 u_s}{\partial x^2} + \frac{1}{a^2} \frac{\partial^2 u_s}{\partial \theta^2} + \frac{1}{a^2} \frac{\partial u_r}{\partial \theta} \right) = \rho h \frac{\partial^2 u_s}{\partial t^2}$$

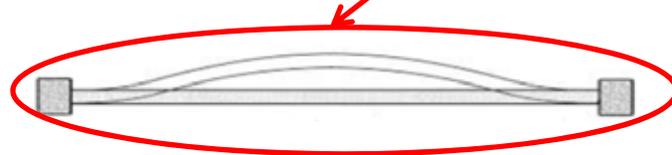
$$K \left[-\frac{\nu}{a} \frac{\partial u_x}{\partial x} - \frac{1}{a^2} \frac{\partial u_s}{\partial \theta} - \frac{u_r}{a^2} - \frac{h^2}{12} \left(\frac{\partial^4 u_r}{\partial x^4} + \frac{1}{a^4} \frac{\partial^4 u_r}{\partial \theta^4} + \frac{2}{a^2} \frac{\partial^4 u_r}{\partial x^2 \partial \theta^2} \right) \right] = \rho h \frac{\partial^2 u_r}{\partial t^2}$$

Autofunzioni



Autofunzioni

$$u_r = A_r f_r(x) g_r(\theta) \cos(\omega t)$$



$$\cos(n\theta)$$

Condizione di ortogonalità

$$\int_V u_r u_x dV = 0$$

$$\int_V u_r u_s dV = 0$$



$$f_x(x) \propto \frac{d}{dx} f_r(x)$$

$$g_s(\theta) \propto \frac{d}{d\theta} g_r(\theta)$$



$$u_x$$

$$u_s$$

Equazione della Frequenza

Autofunzioni

Equazioni di Reissner

$$\delta H = \int_{t_0}^{t_1} \delta W dt = 0$$

Principio di Hamilton

$$f_{1,2,3} = \frac{1}{2\pi a} \sqrt{\frac{E\Delta_{1,2,3}}{\rho(1-\nu^2)}}$$



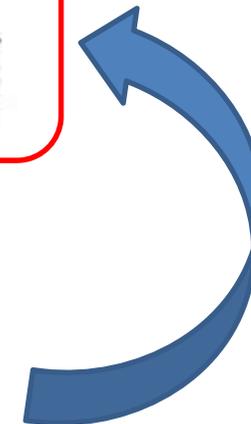
$$\Delta^3 - R_2\Delta^2 + R_1\Delta - R_0 = 0$$

$$l, h, a$$

$$\rho, E, \nu$$

$$m, n$$

Legami algebrici espliciti





Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

RISULTATI

Confronto con dati di letteratura

Rispetto alla soluzione numerica “esatta”

Scarto max 10% per tutti i modi di vibrare

Rispetto a dati sperimentali

Scarto < 5% sulla frequenza più bassa

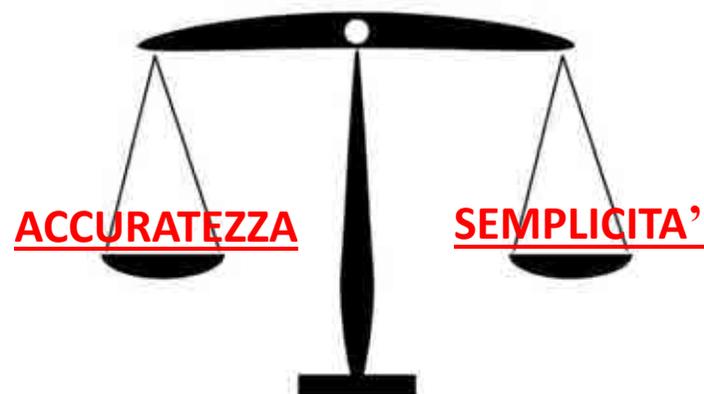


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DICGIM - DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CHIMICA, GESTIONALE, INFORMATICA, MECCANICA



CONCLUSIONI



Si candida quindi ad essere uno strumento ideale per gli ingegneri che devono progettare elementi assimilabili a questi elementi.

SVILUPPI.

Già sviluppato un modello più generale valido per le più comuni condizioni di vincolo allo stato ancora in fase di validazione.

Ottimizzazione di meccanismi piani e spaziali

ALESSANDRO CAMMARATA

UNIVERSITA' DI CATANIA

DICAR

acamma@dii.unict.it

SVILUPPO DI METODI MATEMATICI PER L'OTTIMIZZAZIONE DI SISTEMI MECCANICI PIANI E SPAZIALI

Ottimizzazione:

- Cinematica
- Dinamica
- Elastostatica
- Elastodinamica

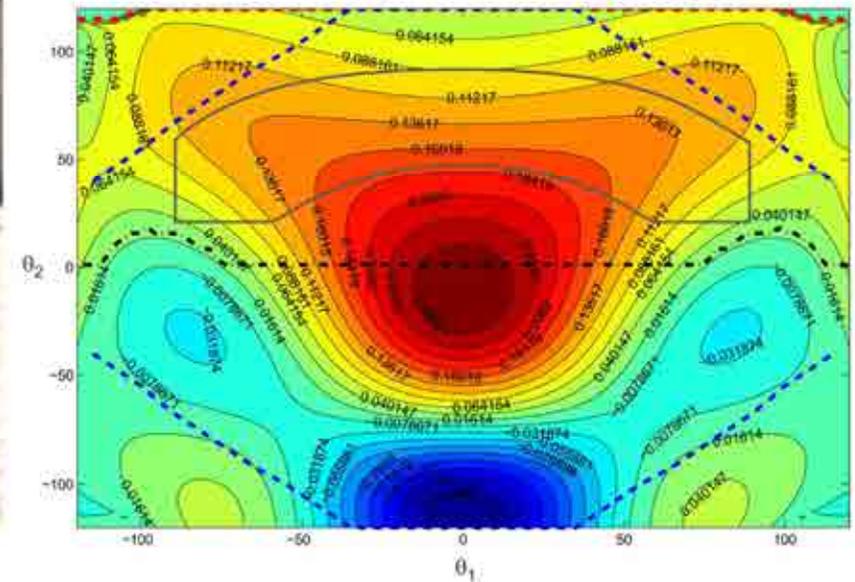
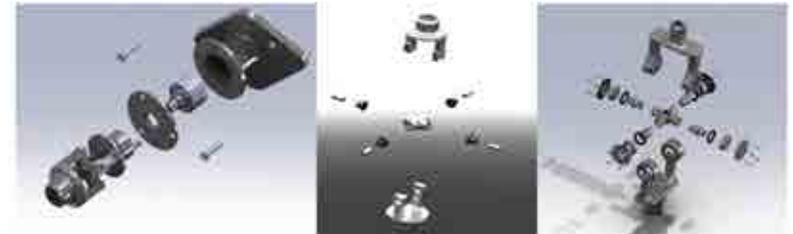
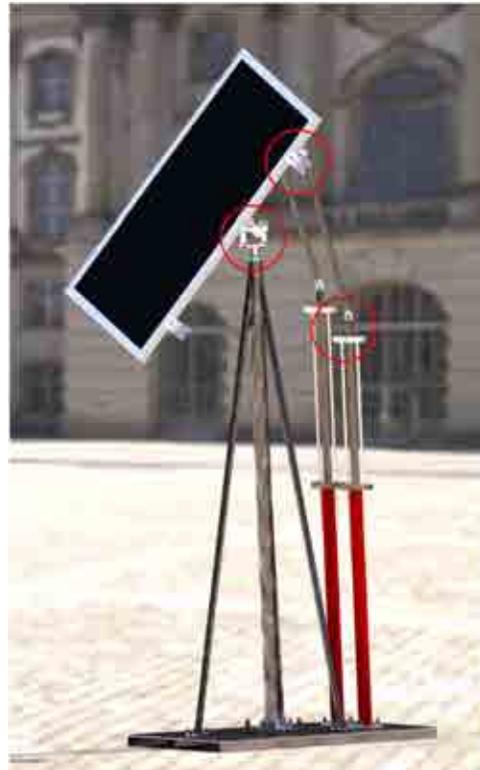
Applicazioni:

- Robotica seriale e parallela
- Sistemi multibody
- Sistemi compliant

INSEGUITORE SOLARE A CINEMATICA PARALLELA

Sistema di puntamento U2_PUS a 2- gdl per la movimentazione di pannelli fotovoltaici.

- Studio del workspace del meccanismo
- Studio del percorso solare durante l'anno
- Studio delle singolarità dirette ed inverse
- Ottimizzazione cinematica
- Studio delle interferenze tra i link ed ottimizzazione dei giunti
- Verifiche statiche, termiche ed a fatica dei componenti
- Analisi energetica

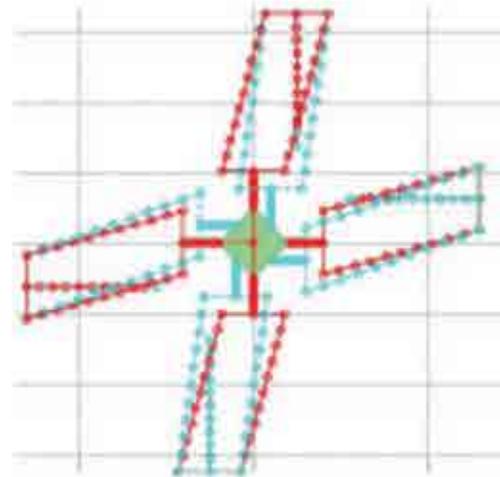
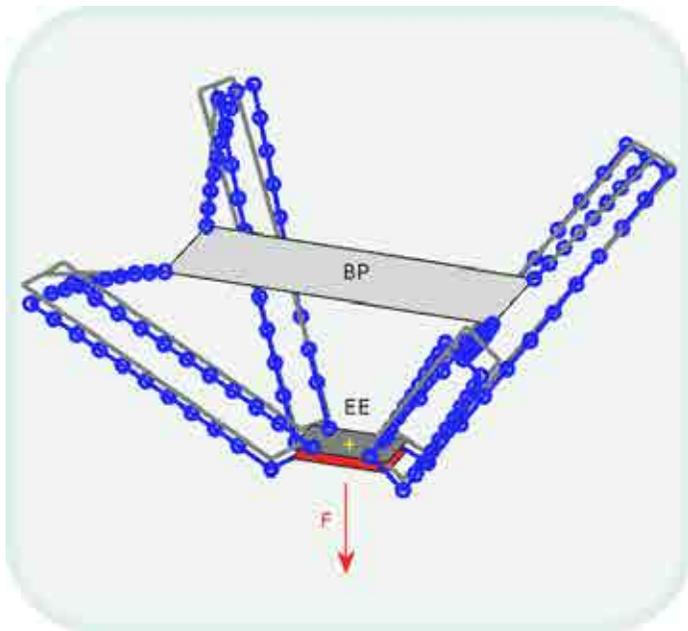


Cammarata, Alessandro. "Optimized design of a large-workspace 2-DOF parallel robot for solar tracking systems." *Mechanism and Machine Theory* 83 (2015): 175-186.

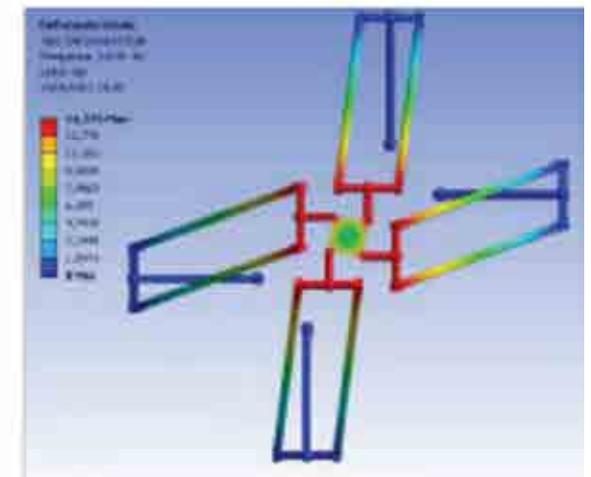
ROBOT PER APPLICAZIONI PICK-AND-PLACE

robot paralleli a 4-gdl (3T-1R)

- Ragnar
- McGill SMG
- Bilbao SMG



Cammarata, Alessandro, and Sinatra Rosario. "Elastodynamic optimization of a 3T1R parallel manipulator." *Mechanism and Machine Theory* 73 (2014): 184-196.



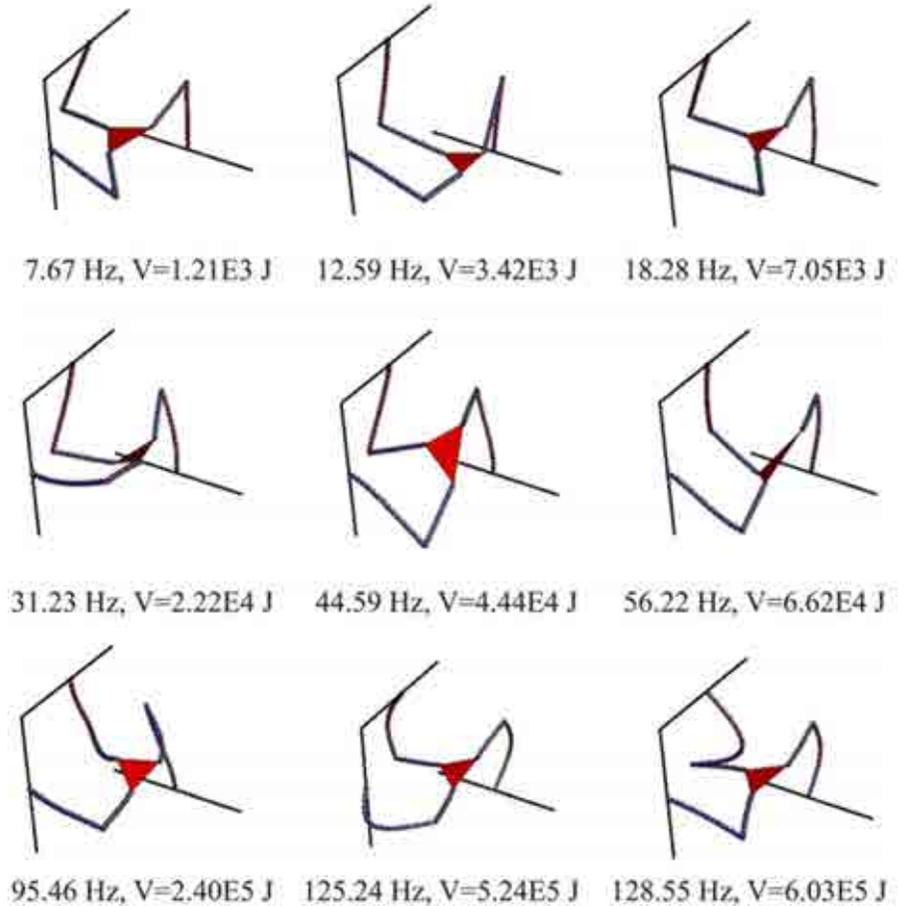
ROBOT DI PURA ROTAZIONE O TRASLAZIONE

robot paralleli a 3-gdl (3T o 3R)

- Agile Eye
- Tripteron

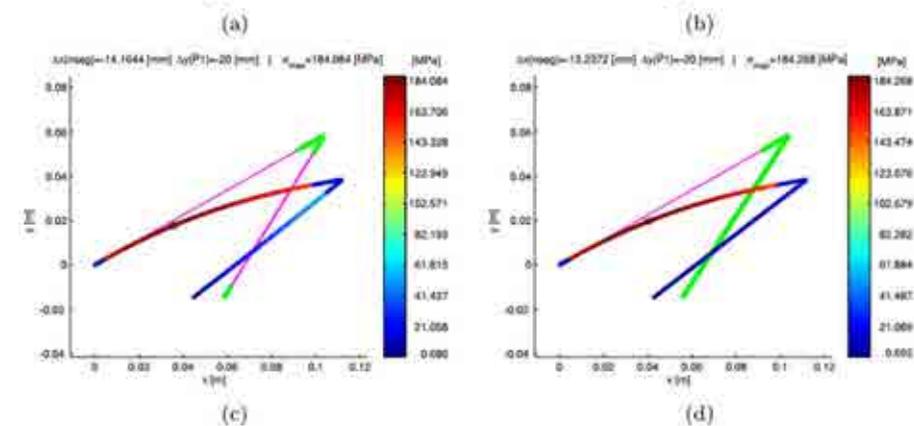
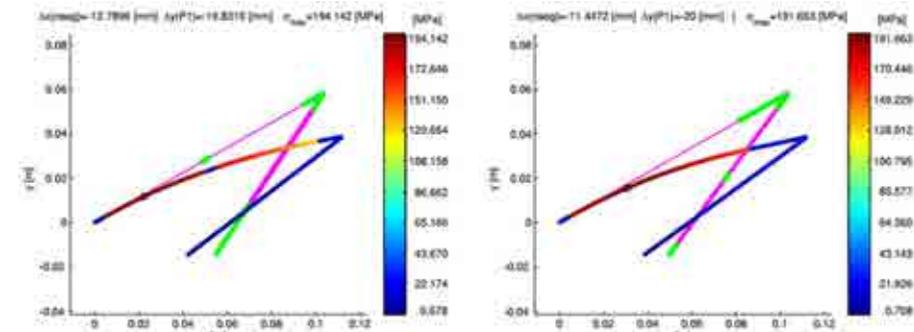
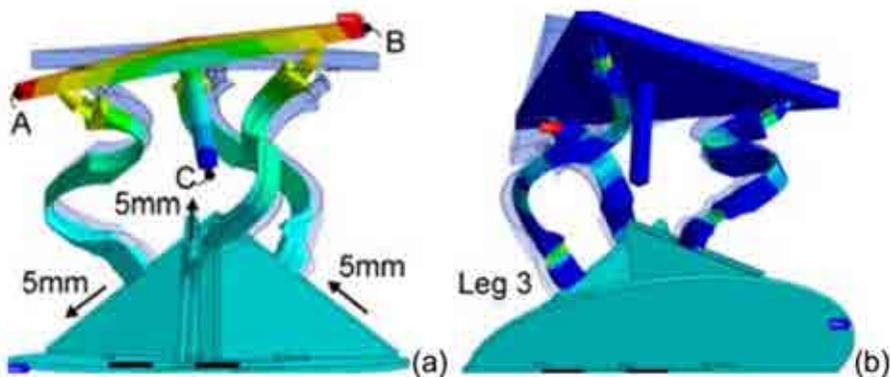


Cammarata, Alessandro, Davide Condorelli, and Rosario Sinatra. "An algorithm to study the elastodynamics of parallel kinematic machines with lower kinematic pairs." *Journal of Mechanisms and Robotics* 5.1 (2013): 011004.



MECCANISMI COMPLIANT PIANI E SPAZIALI

- Robot parallelo sferico
- Sistema di apertura di un sellino da corsa



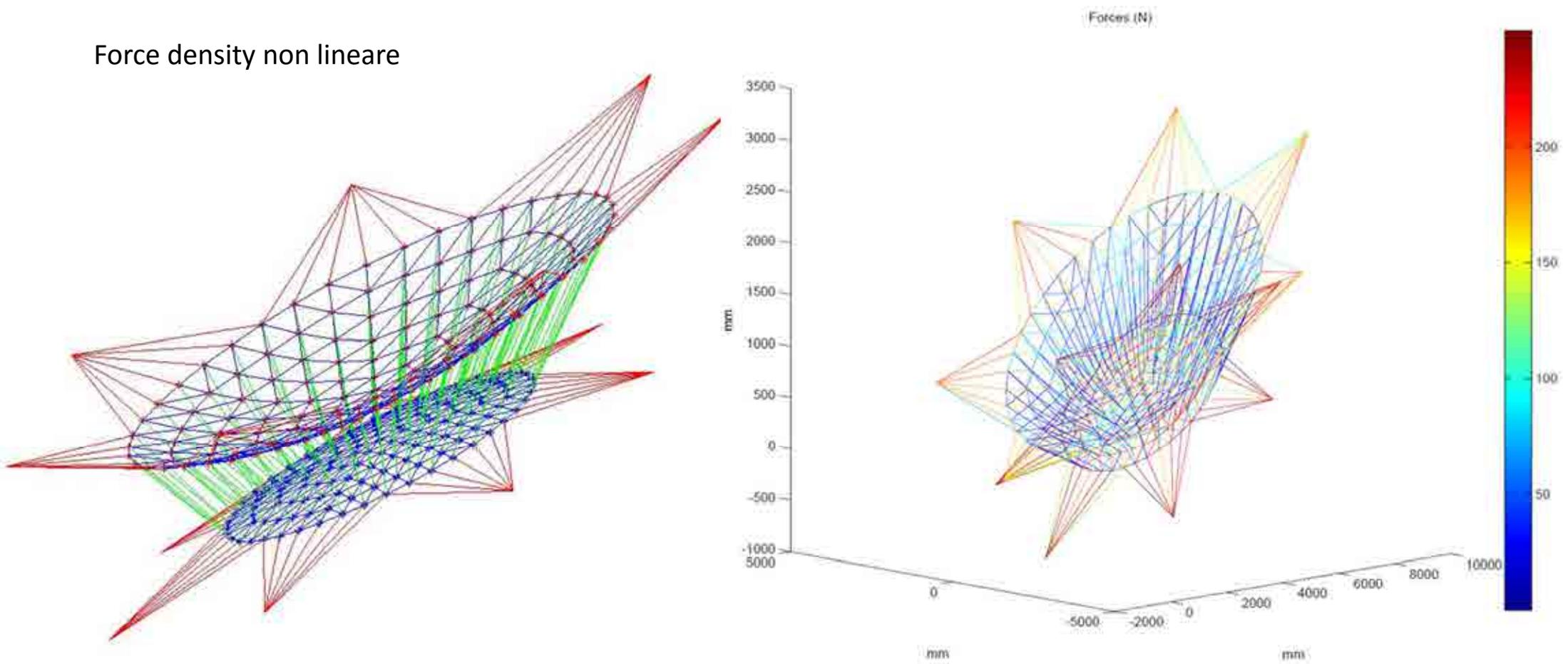
Callegari, Massimo, et al. "Analysis and design of a spherical micromechanism with flexure hinges." *Journal of Mechanical Design* 131.5 (2009): 051003.

Cammarata, Alessandro, et al. "Modified chain algorithm to study planar compliant mechanisms." *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)* 10.2 (2016): 191-201.

SISTEMI MULTIBODY

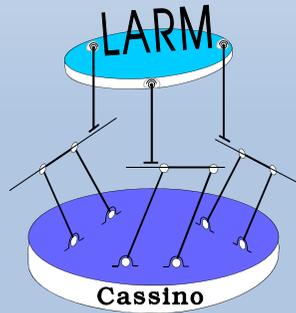
LDA (Large Deployable Antenna) – THALES ALENIA SPACE

Force density non lineare



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

acamma@dii.unict.it



UNIVERSITY OF CASSINO AND SOUTHERN LATIUM



Dept. of Civil and Mechanical Engineering

LARM: Laboratory of Robotics and Mechatronics

LARMbot: a new humanoid robot with parallel mechanisms

Daniele Cafolla, Mingfeng Wang, Giuseppe Carbone, Marco Ceccarelli

(LARM Cassino Italy: {cafolla, wang, carbone, ceccarelli}@unicas.it)

Il Laboratorio di Robotica e Meccatronica (LARM) è stato istituito nel 1990 presso l'Università di Cassino dal Prof. Marco Ceccarelli

Le finalità delle attività del LARM sono lo sviluppo di esperienze e conoscenze per la formazione, la ricerca e la consulenza tecnico-scientifica nei settori dell'Automazione e della Robotica nell'ambito dell'Ingegneria Meccanica.

Tra le varie linee di ricerca, particolare attenzione è stata focalizzata sui robot a basso costo e sui robot ad architettura parallela.

Sviluppo di un robot umanoide a basso costo, utilizzando architetture parallele per il tronco e le gambe

860 gr Lifting Results

- Structure stiffness;
- Lifting up to **53%** of its own weight;
- Balanced load:

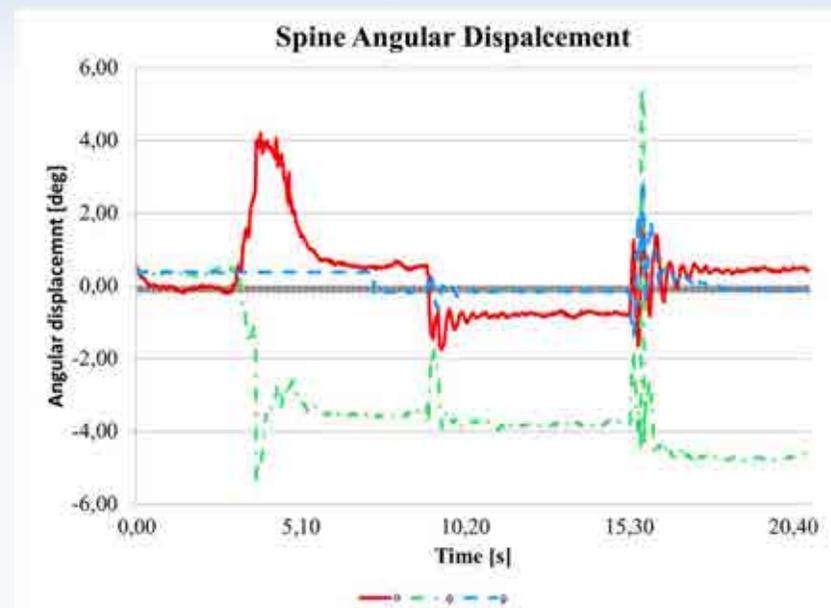
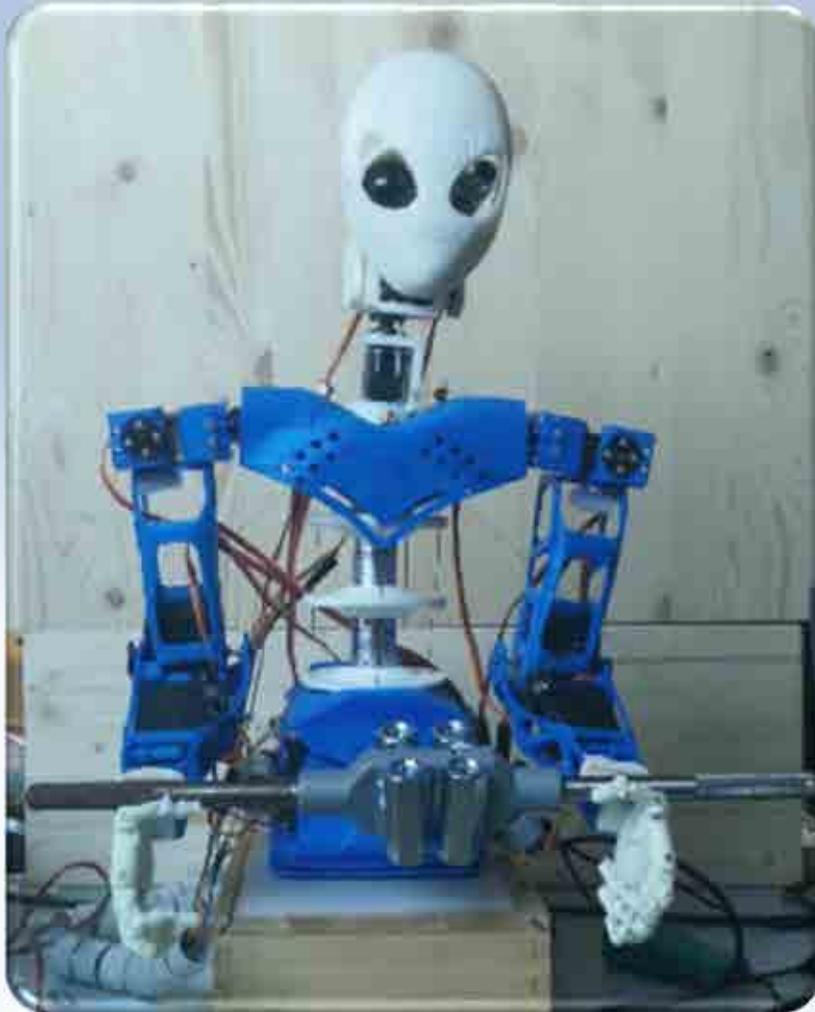
Angle Displacement

- θ : -1.75° to 4.19° ;
- Φ : -5.33° to 5.35° ;
- Ψ : -1.40° to 2.88° .

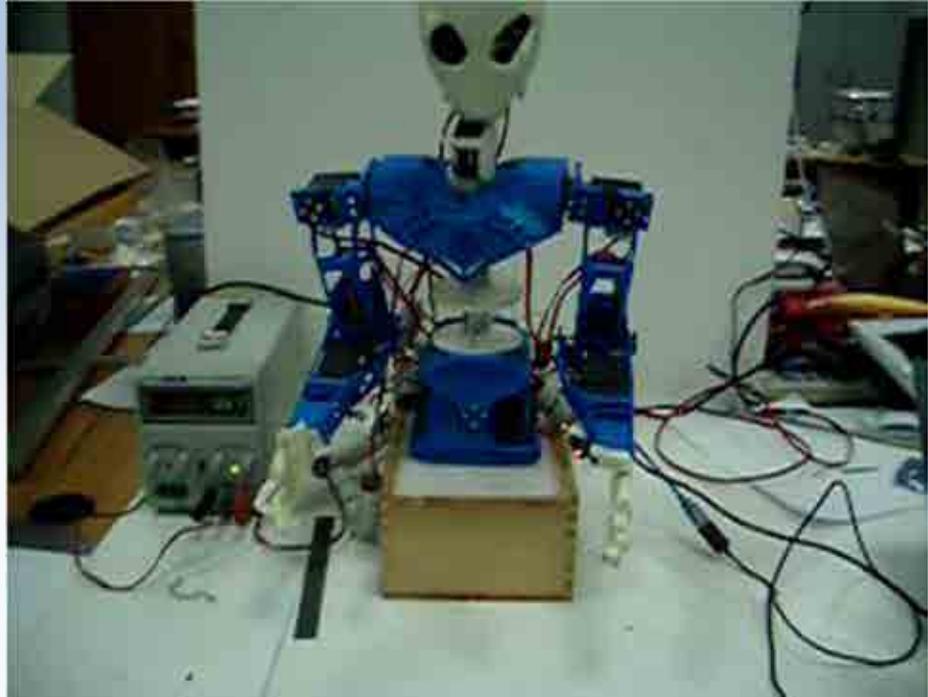
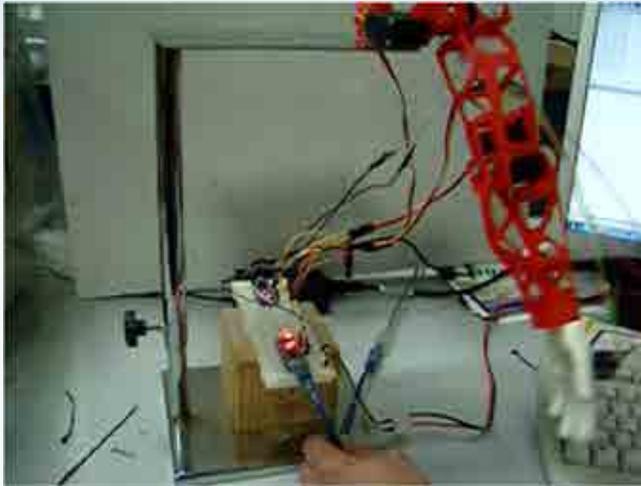
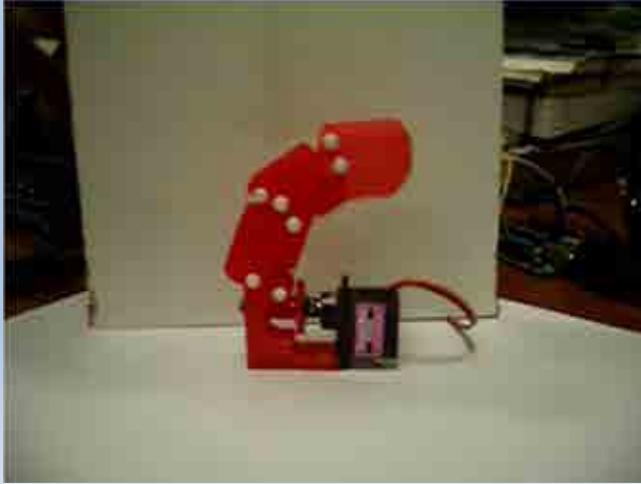
Linear accelerations:

- **X-axis**: -5.61 m/s^2 to 1.96 m/s^2 ;
- **Y-axis**: -1.18 m/s^2 to 2.51 m/s^2 ;
- **Z-axis**: 8.51 m/s^2 to 9.81 m/s^2 .

- Low Power Consumption (14.67 W–26.47 W).



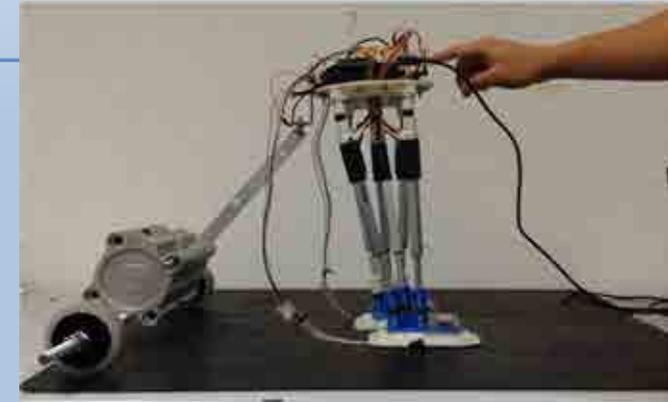
Angular displacements acquired by the IMU during 860 gr Lifting operation.



Cassino Biped Locomotor

Table 7. Main specifications of Cassino Biped Locomotor

DOF	Weight _t	Payload	Dimension (L×W×H)	Step Size	Step cycle
6	1.2 kg	3.5 kg	227×159×353 mm	50×20 mm	6 s/step



Controller: Arduino Mega+6×H-bridged card

IMU sensor 3

Arduino Uno

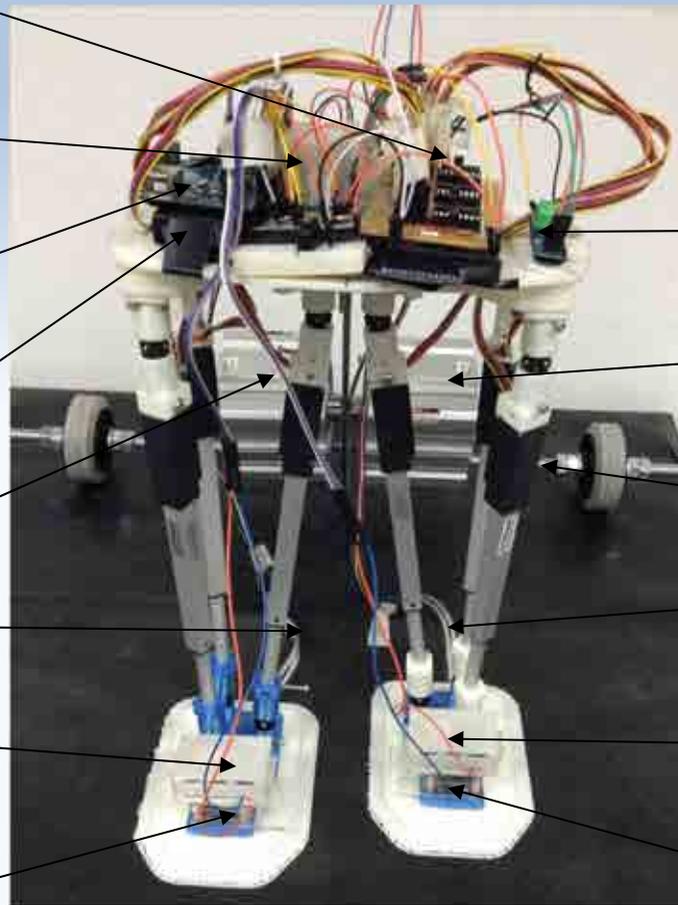
12V Battery

Payload 2

Force sensor 2

IMU sensor 2

Phidgets® sensor 2



Current sensor: ACS712

Payload 1

Chariot

Force sensor 1

IMU sensor 1

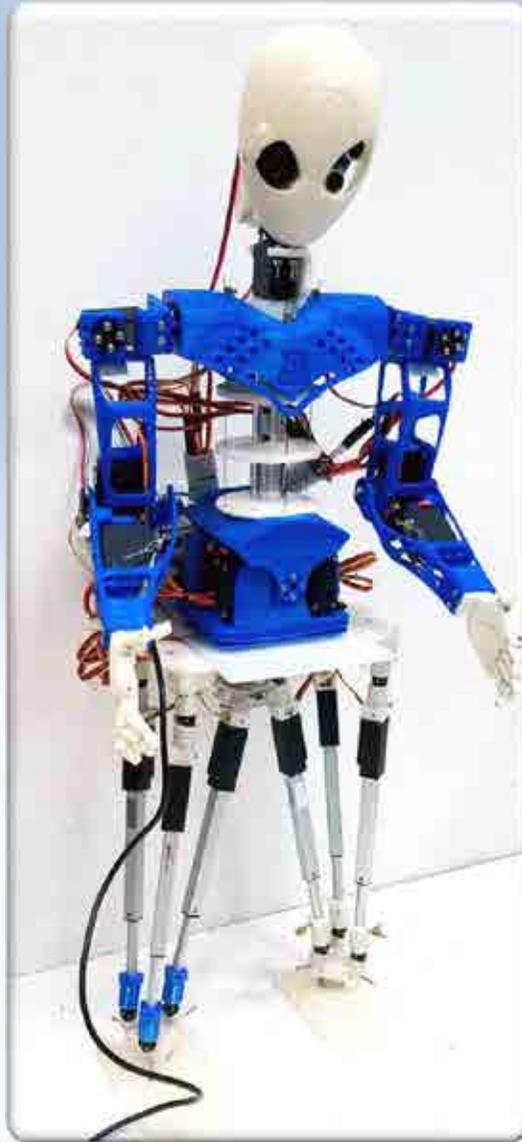
Phidgets® sensor 2



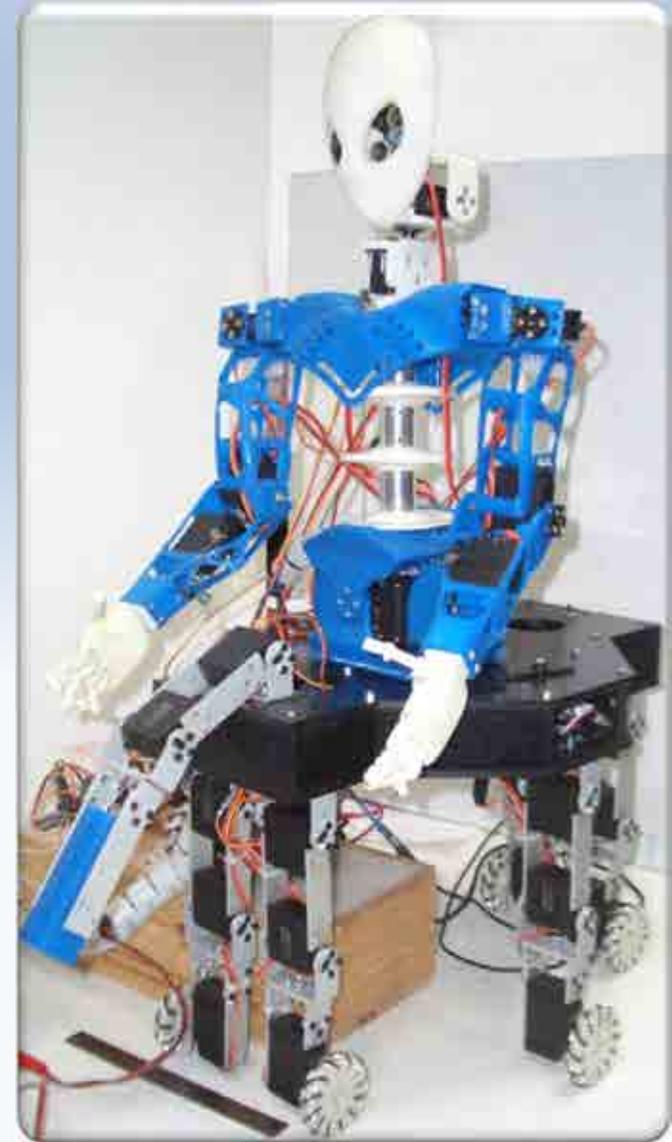
A prototype of the proposed Cassino biped locomotor for experimental tests

A CAD model of Cassino biped locomotor

Humanoid Assembly



LARMBot



LARMCentaur



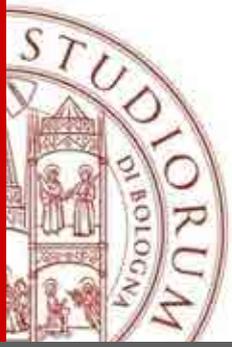
Version I (2010)



Version II (2012)



Version III (2014)



Marco Carricato

Associate Professor

DIN – Dept. of Industrial Engineering, University of Bologna

GRAB – Group of Robotics, Automation and Articular Biomechanics

GMA

July 21, 2016, Napoli



Presentation

Teaching:

- Mechanics of Drives (Mechanical Engineering, Bachelor level)
- Mechanics of Machines (Mechanical Engineering, Master level)

Team:

- 3 post-docs
- 3 PhD's
- contract researchers recruited on-the-fly

Current research topics :

- Cable-driven parallel robots
- Screw theory
- Industrial research

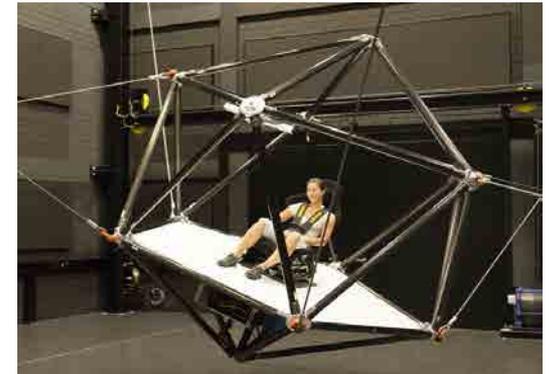
Cable-driven parallel robots

Features:

- Wide workspace and high-speed motion capabilities
- Modular mechanical structure and enhanced reconfigurability
- Reduced construction and assembly costs

Applications:

- Heavy material handling
- Large assembly lines
- Assistance & rehabilitation
- Entertainment





Cable-driven parallel robots

Research and accomplishments:

- Kinematic and dynamic analyses for suspended underconstrained robots
- Stability and workspace analysis
- Control architectures based on guaranteed computational techniques (Interval Analysis)
- Development of an 8-cable reconfigurable prototype

Collaborations:

- INRIA, LIRMM (France)
- Fraunhofer IPA, University of Duisburg (Germany)
- University of Padua (Italy)

Journal and main conferences:

- Int. Journal of Robotic Research
- IEEE Transactions on Robotics
- ASME Journal of Mechanisms and Robotics
- Int. Conference on Cable-Driven Parallel Robots
- ARK – Advances in Robot Kinematics

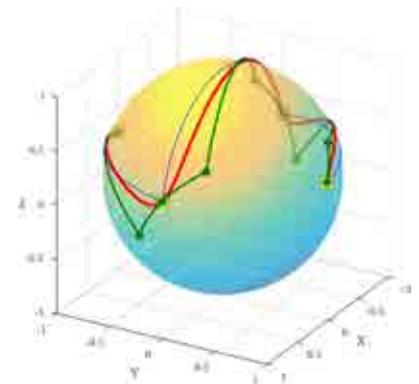
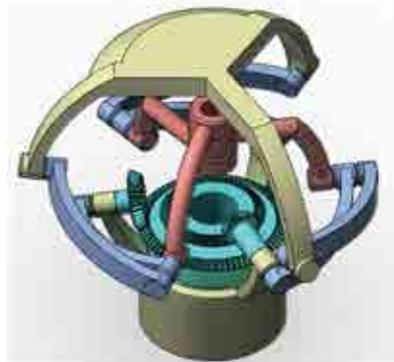
Screw theory

Brief description:

- Screw theory is the algebra and calculus of 6D vectors arising in the kinematics and dynamics of rigid bodies (describing, for instance, forces/moments, and angular/linear velocities).
- We conducted extensive research on both theoretical and practical aspects of screw theory in robotics and mechanisms.

Research and accomplishments:

- Identification and classification of Persistent screw systems (PSS) of order 3 to 5
- Identification and classification of Lie triple screw systems (LTS) of order 2 to 5
- Application of PSS and LTS in analysis, synthesis, motion planning and control of robots and mechanisms, with emphasis on:
 - homokinetic couplings;
 - robotic wrists;
 - parallel manipulators.





Screw theory

Main venues for publication:

- IEEE Transactions on Robotics
- Mechanism and Machine Theory
- Journal of Geometry, Advances in Geometry
- World Congress in Mechanism and Machine Science
- ARK – Advances in Robot Kinematics
- CK – Int. Workshop on Computational Kinematics
- IMA Conference on Mathematics of Robotics
- ISRR – Int. Symposium of Robotics Research

Collaborations:

- Hong Kong University of Science & Technology (China)
- University of Braunschweig (Germany)
- London South Bank University (UK)
- University of Guanajuato (Mexico)
- University of Genoa (Italy)



Industrial research

Main topics:

- Energy efficiency of servo-actuated automatic machinery
- Mechanism optimization of automatic machinery
- Robotic solutions for flexible and modular automatic machinery
- Robotized production cells
- Compliant joints for automatic machinery
- Compact gear reducer for robotic applications
- Servo-actuated axes for automotive, marine and sub-marine applications
- Servo-actuated axes for sheet-metal forming press

Main Collaborations:

- IMA, CALZONI, CEVOLANI, GD, GIMA, GIMA TT, MARCHESINI, LAMBORGHINI, SAMP, TETRA PAK, TOYOTA MATERIAL HANDLING, etc.



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

THANK YOU VERY MUCH!



POLITECNICO
MILANO 1863



Steven Chatterton

Dipartimento di Meccanica
Politecnico di Milano
Gruppo Dinamica dei Rotori

Gruppo italiano di Meccanica Applicata
Napoli 21-22 luglio 2016 Università degli Studi di Napoli Federico II

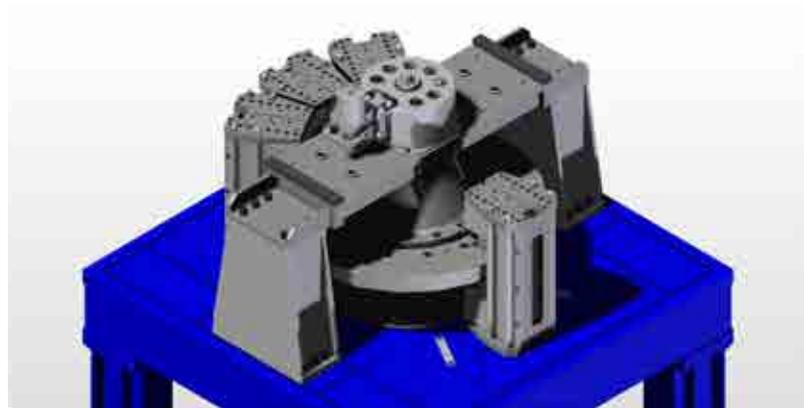
Cuscinetti a film d'olio



Journal brg, $\phi 160$ mm, 500 kN , < 1 rpm



Tilting-pad journal brg. $\phi 100$ mm, 25 kN, 3000 rpm



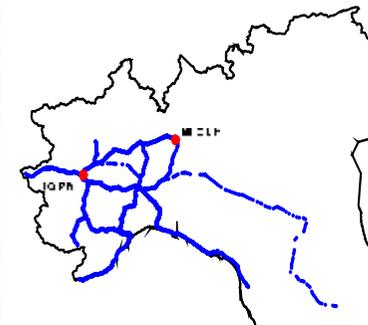
Tilting-pad thrust brg. $\phi 1000$ mm, 1000 rpm



Diagnostica di cuscinetti in ambito ferroviario



Banco prova motore-riduttore 300kW
treno alta velocità



Diagnostica cuscinetti locomotiva E464-430





POLITECNICO
MILANO 1863

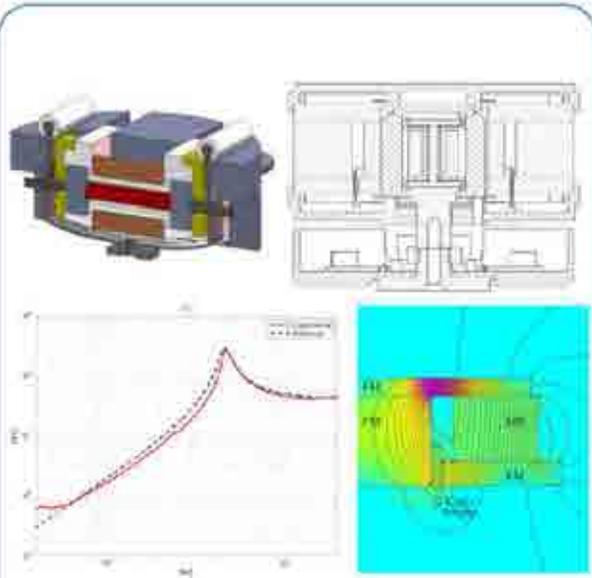
Controllo attivo di vibrazioni

Simone Cinquemani

Controllo attivo di vibrazioni – Dinamica delle strutture



Controllo attivo di vibrazioni - Attuatori



Progettazione model based

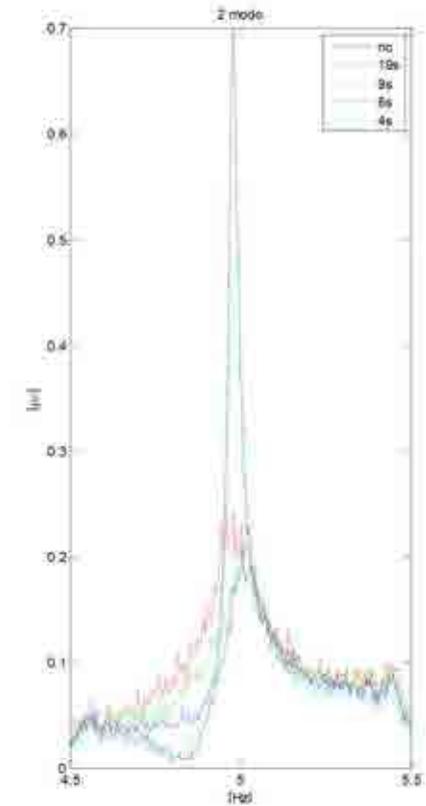
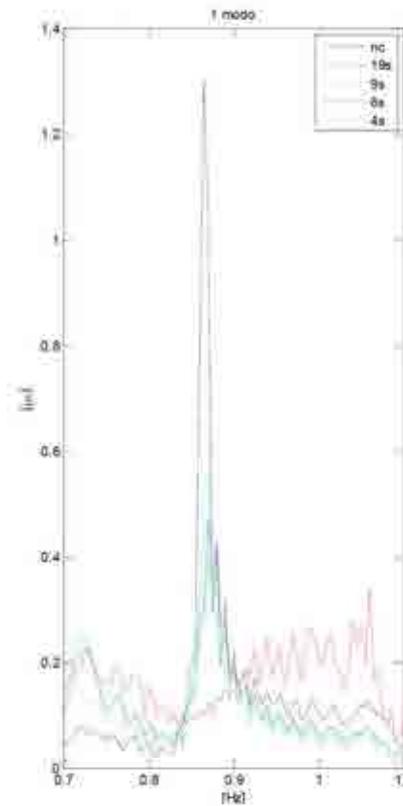
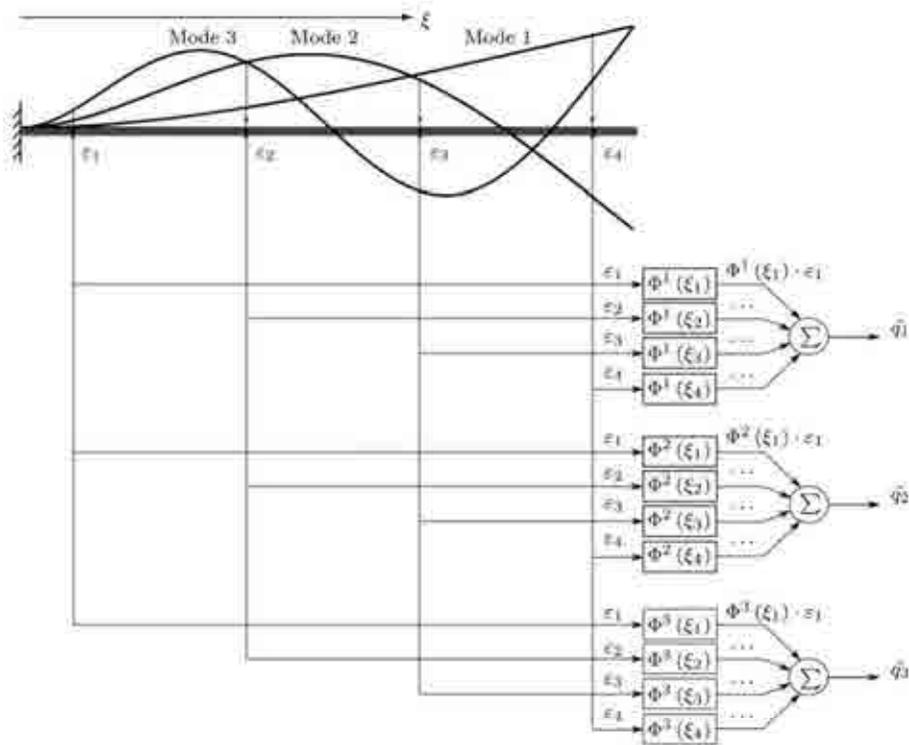


Realizzazione prototipo



Caratterizzazione sperimentale

Controllo attivo di vibrazioni: algoritmi





UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze e Metodi
dell'Ingegneria

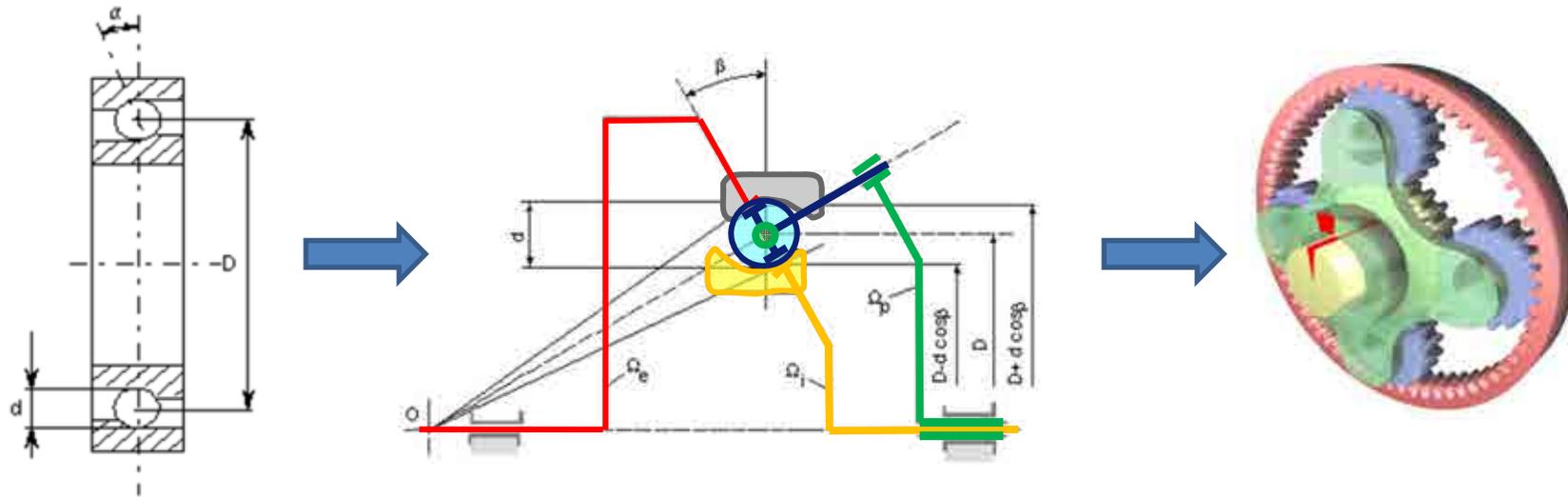
Diagnostica di cuscinetti volventi in regime non-stazionario

Marco Cocconcelli

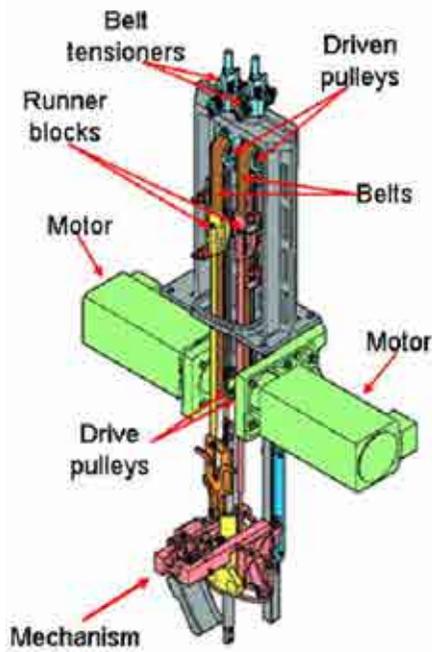
Università di Modena e Reggio Emilia

Sede di Reggio Emilia

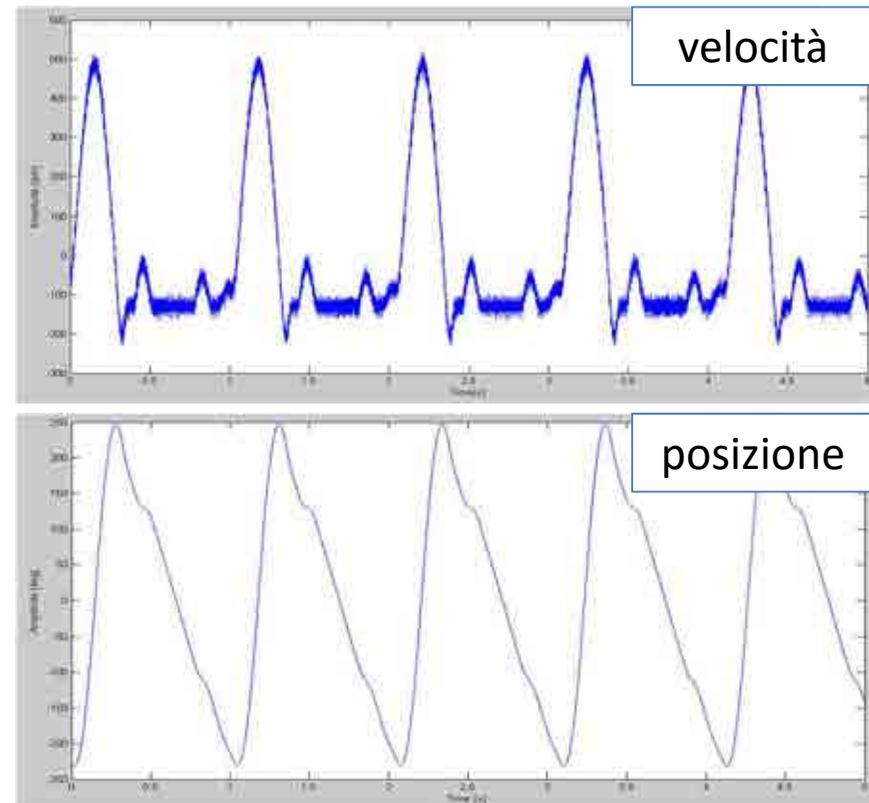
Modello classico:



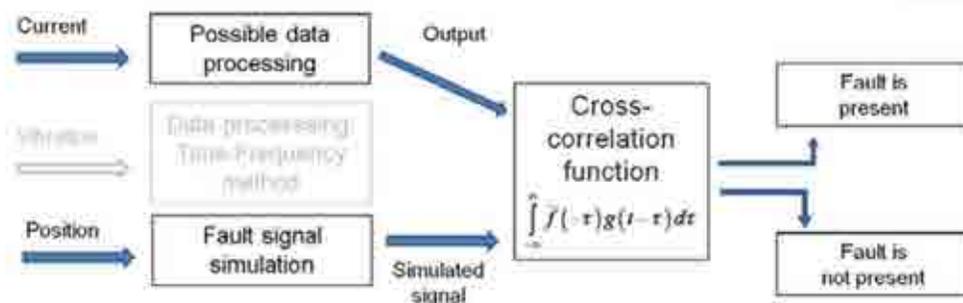
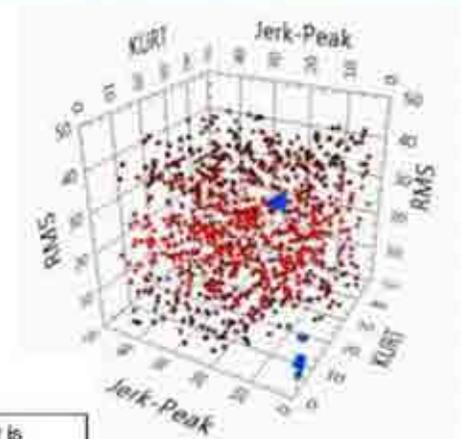
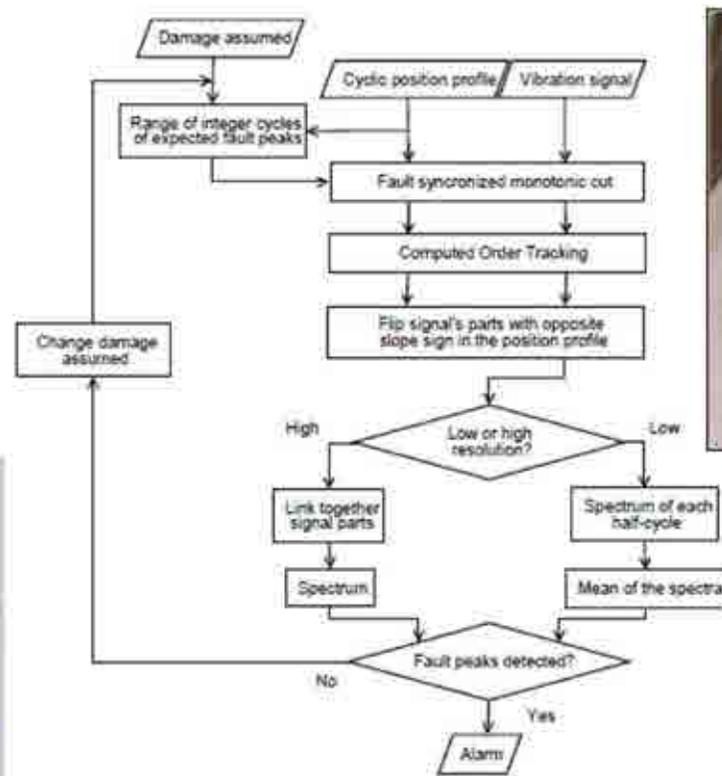
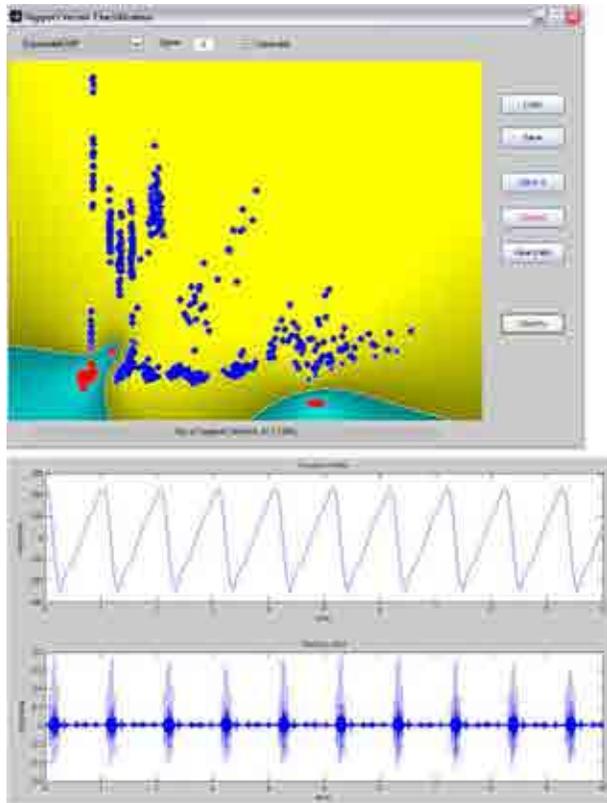
Applicazioni a velocità variabile:



Encoder integrato



Risultati dell'attività di ricerca:



Gruppo di ricerca:

 PaC  **RUBINI Riccardo**
riccardo.rubini@unibo.it

 Ru  **COCCONCELLI Marco**
marco.cocconcelli@unimore.it



**Dipartimento di Scienze e
Metodi dell'Ingegneria**
Via G. Amendola, 2
Pad. Tamburini

GPS: 44.6885N, 10.6650 E

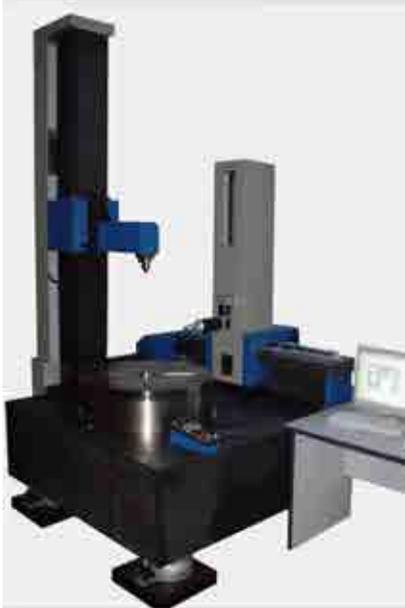
UNIMORE

<http://www.diagnostica.unimore.it/>

Supporti ad aria

Federico Colombo

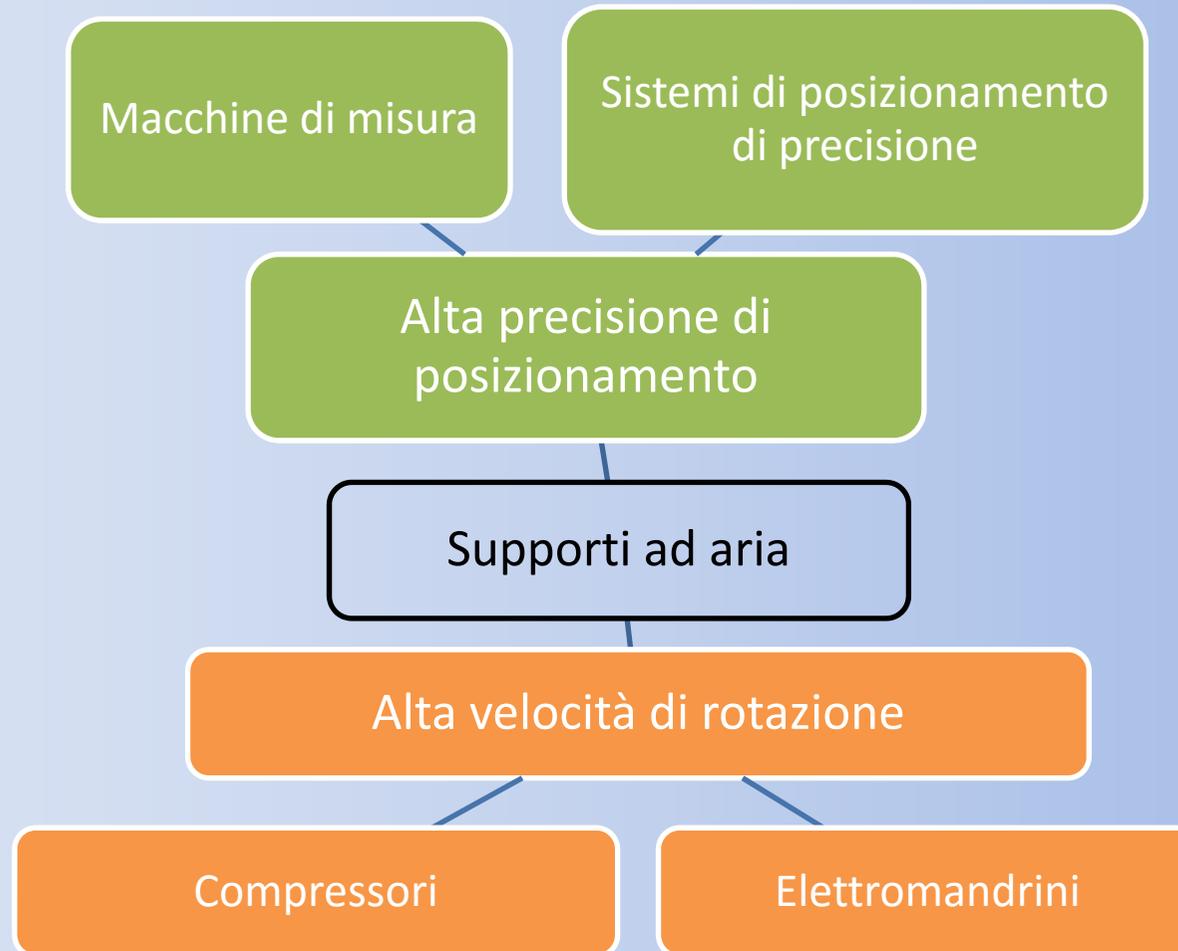
Politecnico di Torino, DIMEAS



Sommario

- Applicazioni
- Temi di ricerca
 - Aspetti di base
 - Aspetti applicativi

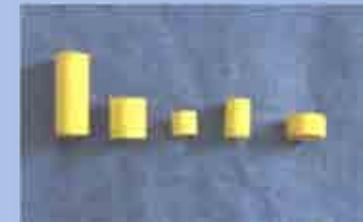
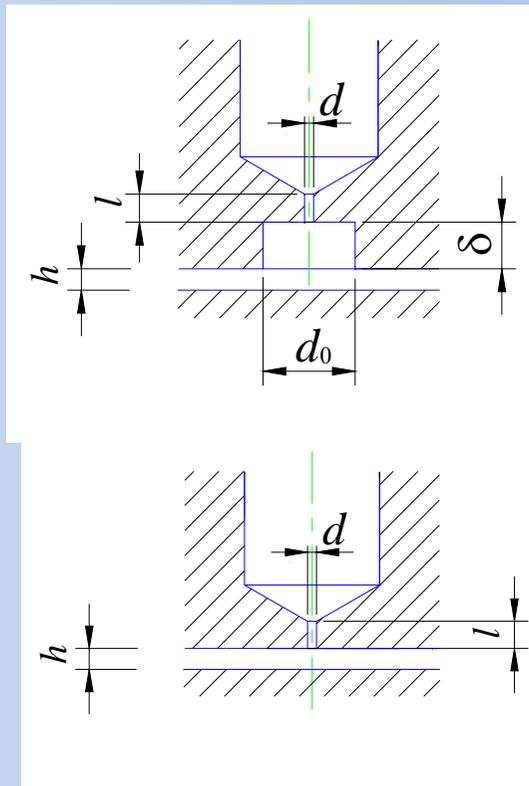
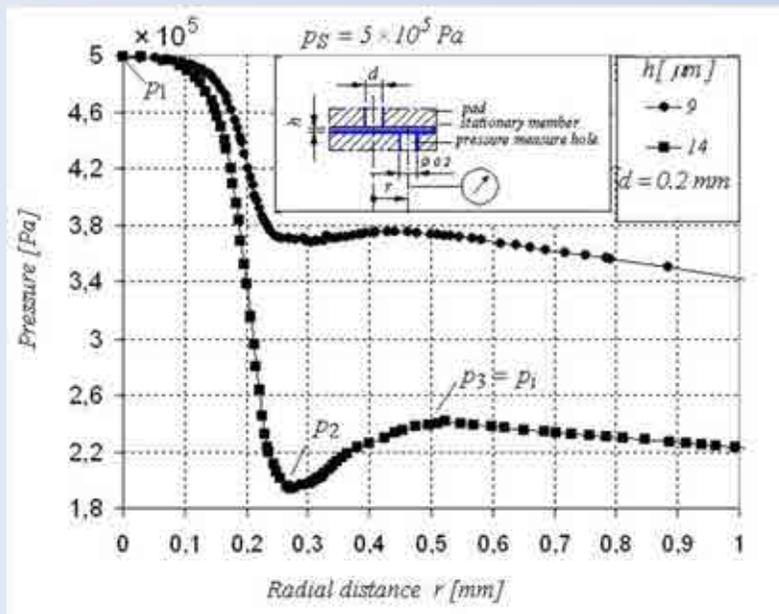
Applicazioni



Temi di ricerca

Aspetti di base

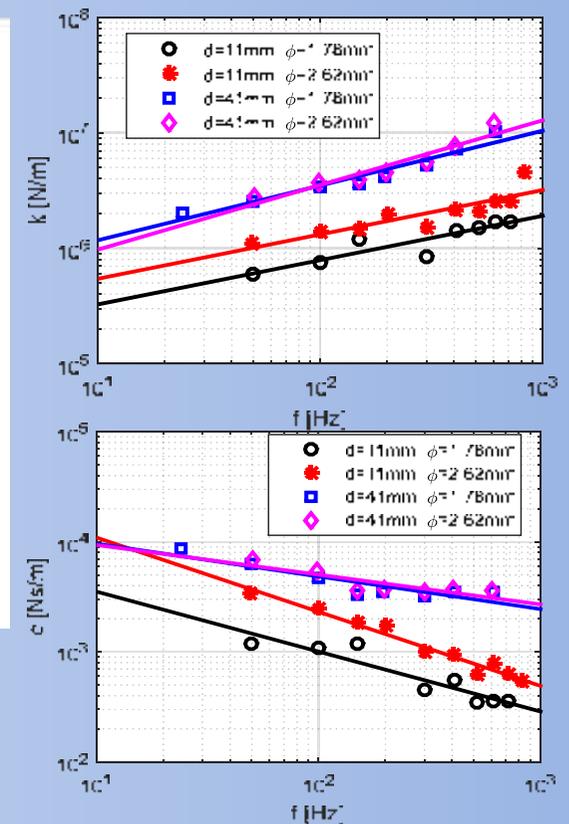
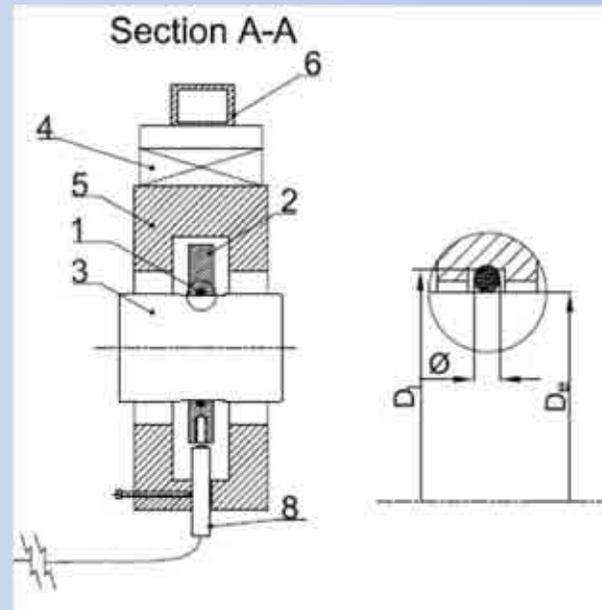
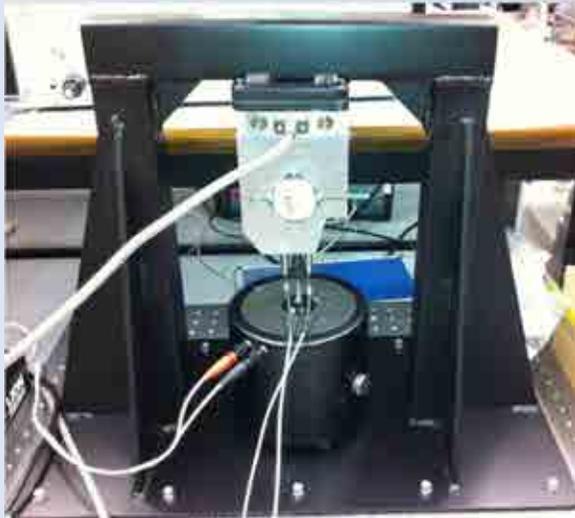
- Caratterizzazione coefficienti di efflusso
- Caratterizzazione dinamica anelli O-ring per stabilizzare i cuscinetti
- Simulazione numerica



Temi di ricerca

Aspetti di base

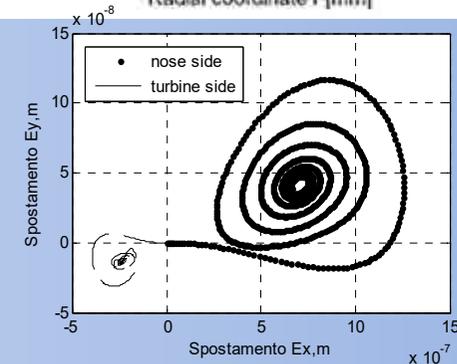
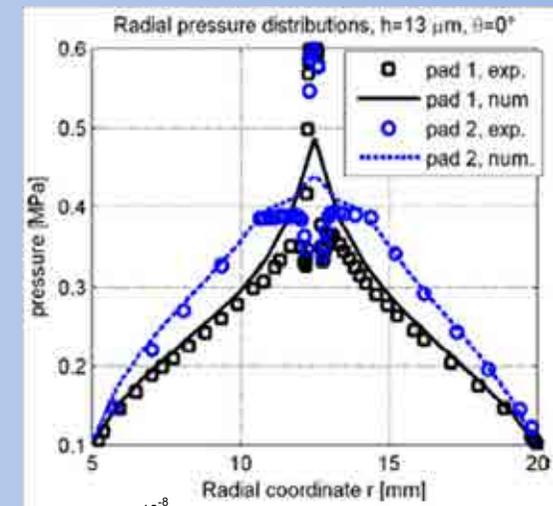
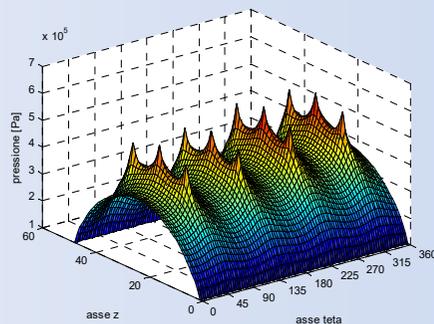
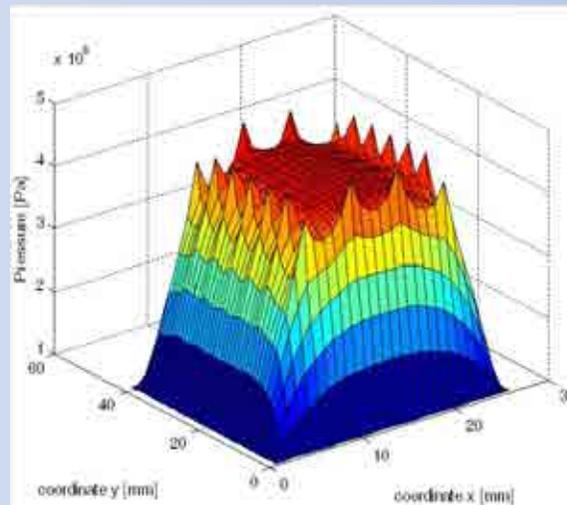
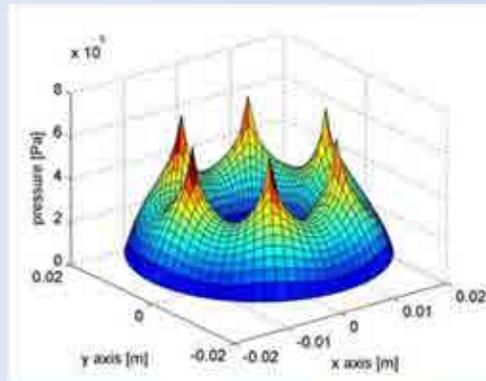
- Caratterizzazione coefficienti di efflusso
- Caratterizzazione dinamica anelli O-ring per stabilizzare i cuscinetti
- Simulazione numerica



Temi di ricerca

Aspetti di base

- Caratterizzazione coefficienti di efflusso
- Caratterizzazione dinamica anelli O-ring per stabilizzare i cuscinetti
- Simulazione numerica



Temi di ricerca

Aspetti applicativi

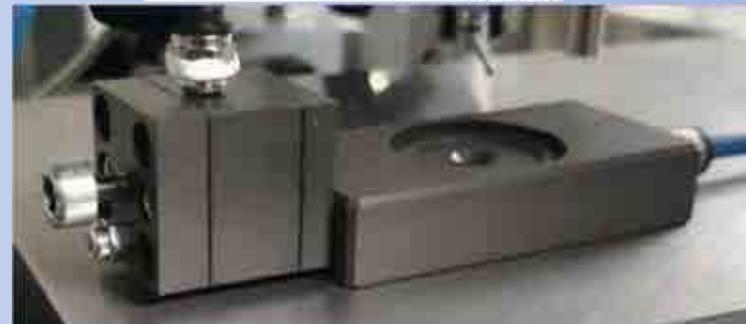
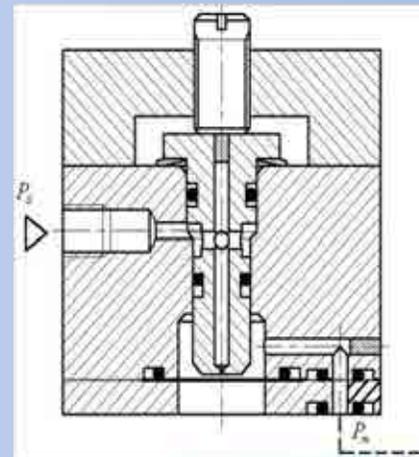
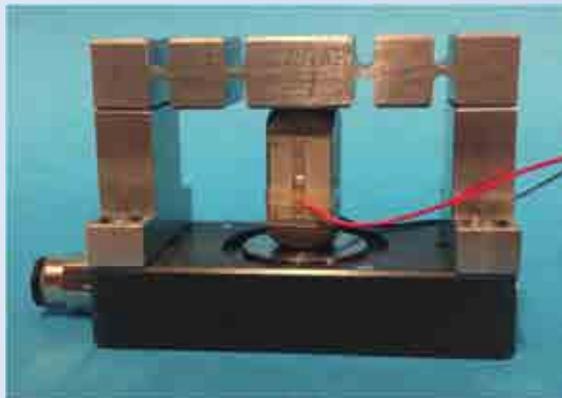
- Progettazione e sperimentazione su prototipi
- Sviluppo di pattini attivi
- Sviluppo di banchi prova per test statici o dinamici



Temi di ricerca

Aspetti applicativi

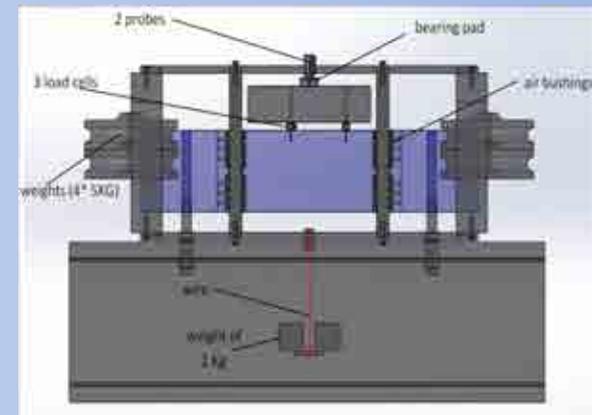
- Progettazione e sperimentazione su prototipi
- Sviluppo di pattini attivi
- Sviluppo di banchi prova per test statici o dinamici



Temi di ricerca

Aspetti applicativi

- Progettazione e sperimentazione su prototipi
- Sviluppo di pattini attivi
- Sviluppo di banchi prova per test statici o dinamici



Gruppo di Meccanica Applicata alle Macchine

Staff

2 PO

1 RTD

1 assegnista di ricerca (Post-Doc)

5 dottorandi

1 borsista di ricerca

Gianluca D'ELIA



Attività di ricerca del Gruppo

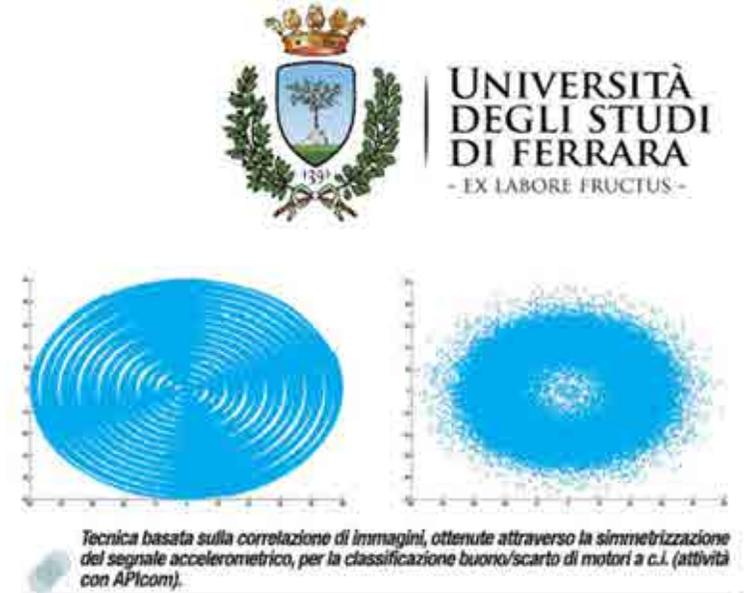
1- Ottimizzazione vibro-acustica di sistemi meccanici complessi



3 – Meccanica dei robot e biomeccanica



2 – Diagnostica vibrazionale



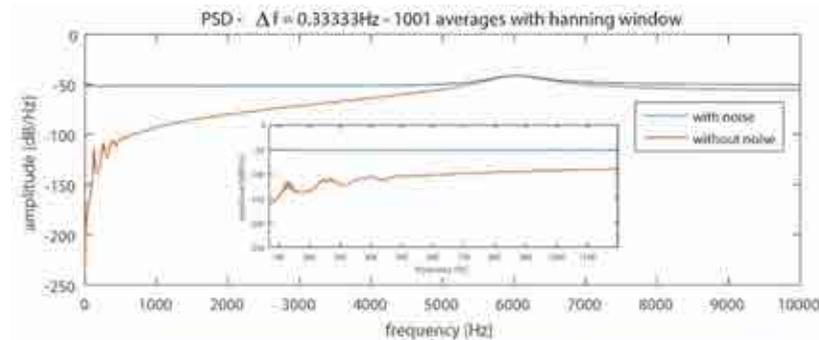
Diagnostica vibrazionale delle macchine rotanti



Sviluppo ed applicazione di tecniche avanzate di analisi delle vibrazioni per la diagnostica di macchine rotanti

Scopo:

- Diagnostica
- Monitoraggio



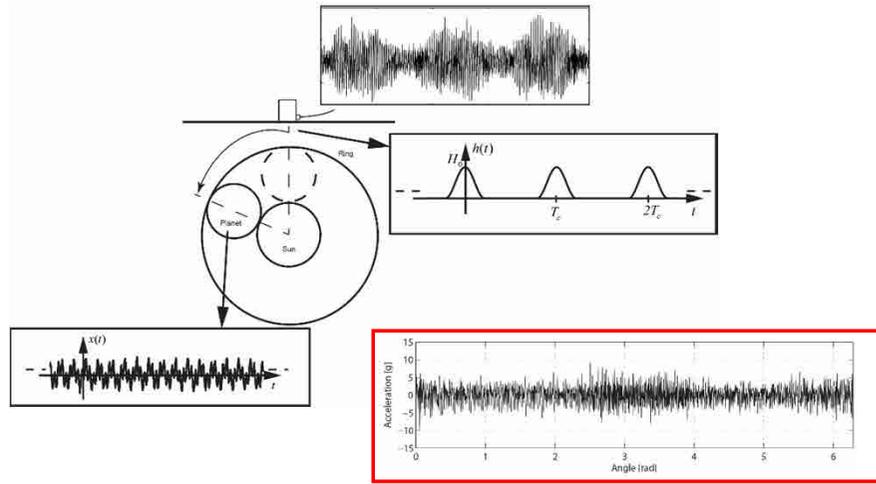
Metodologia:

- Analisi delle sorgenti e delle risposte vibratorie mediante modelli matematici dei segnali
- Applicazione a casi reali

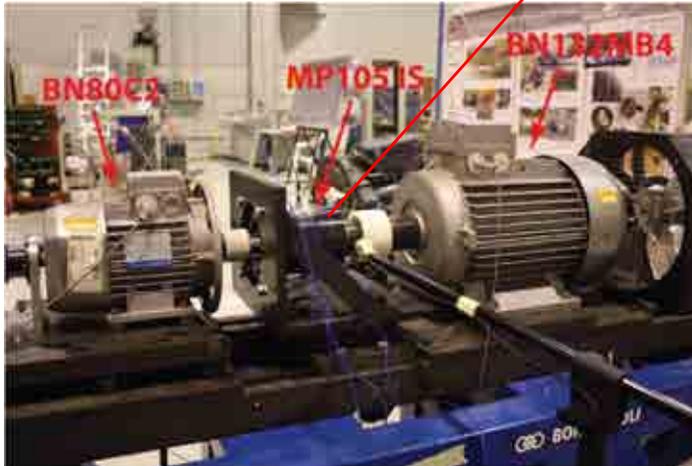
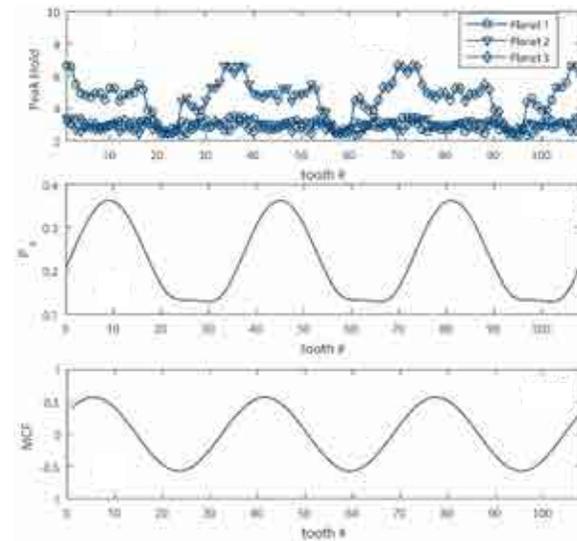
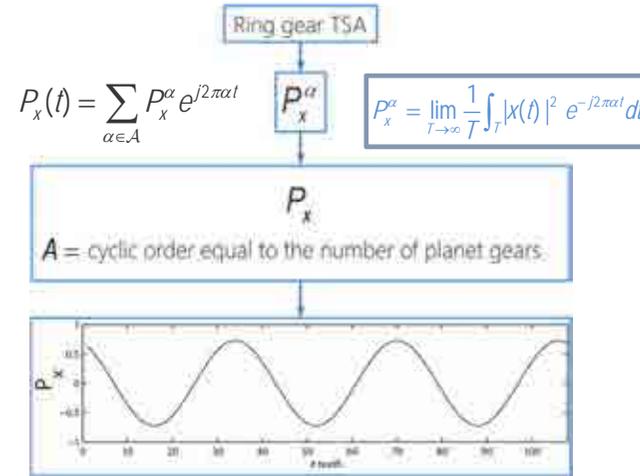


UNIFE - Dipartimento di Ingegneria

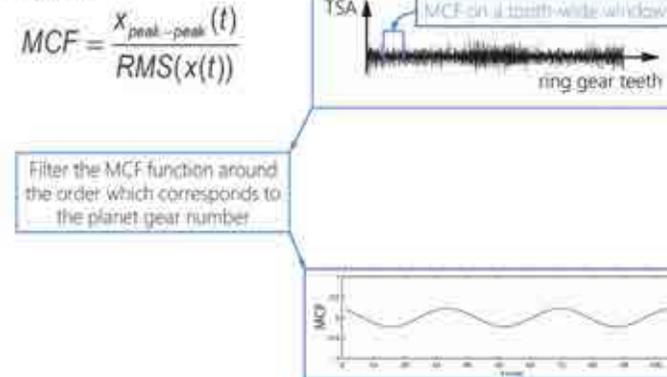
Diagnostica – Media sincrona riduttori epicycloidali



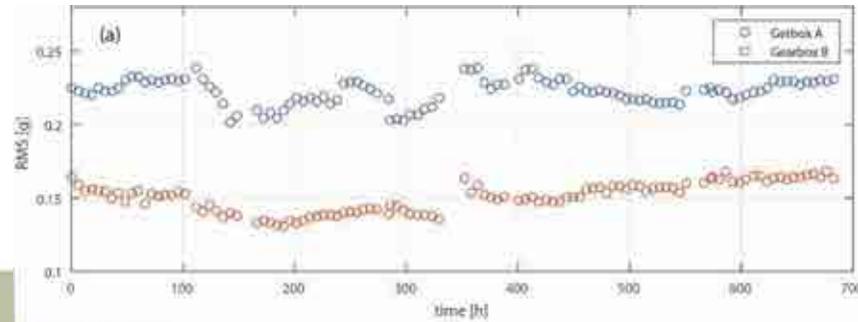
Method A: Evaluation of the planet-transducer position



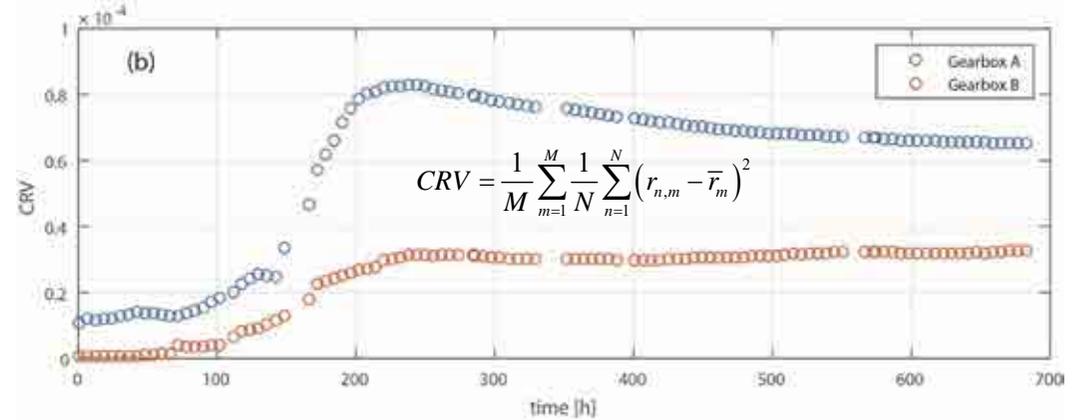
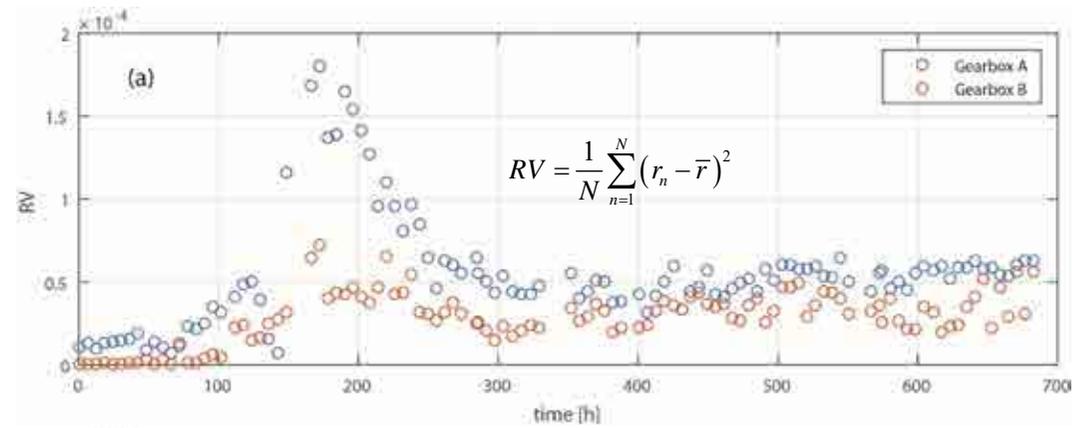
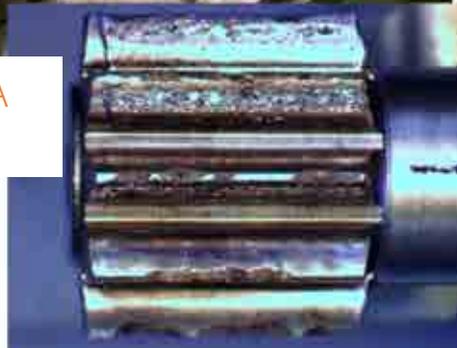
Method B: Evaluation of the planet-transducer position with a simple statistical parameter



Monitoraggio Parametri statistici



Gearbox A
Sun Gear





Grazie per l'attenzione!



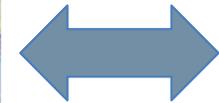
POLITECNICO
MILANO 1863

CONTROLLO ATTIVO DELLE SOSPENSIONI SECONDARIE DI VEICOLI FERROVIARI

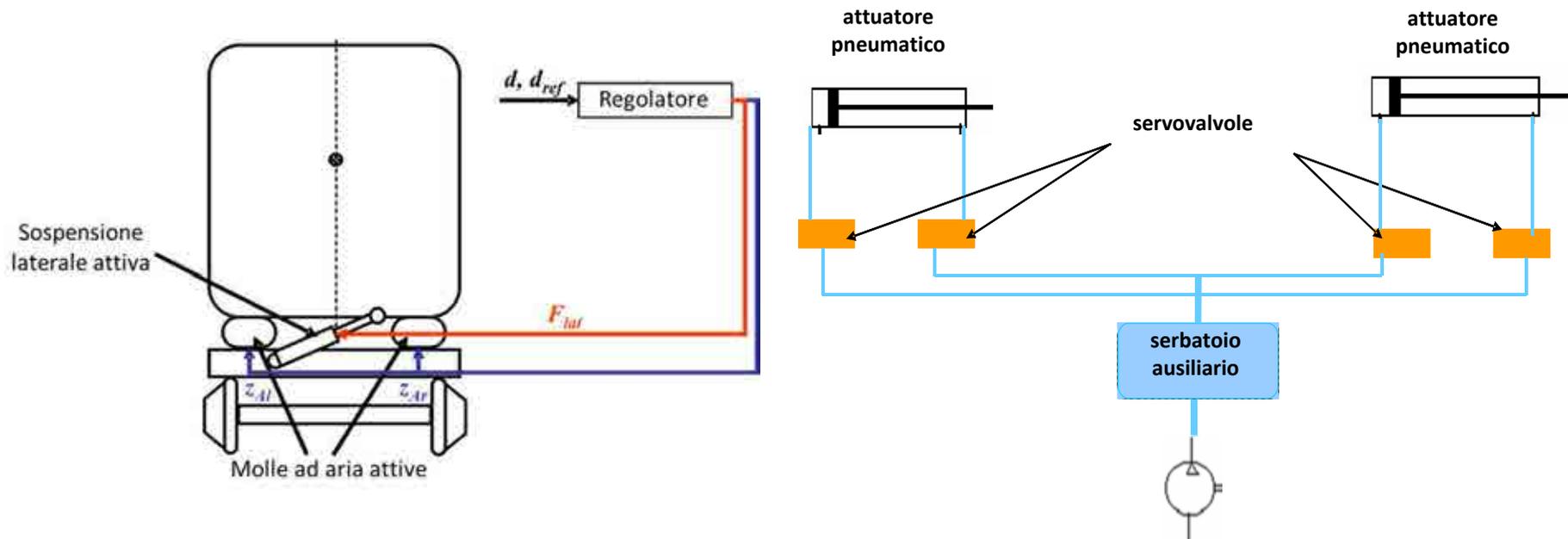
Egidio Di Gialleonardo

Dipartimento di Meccanica, Politecnico di Milano

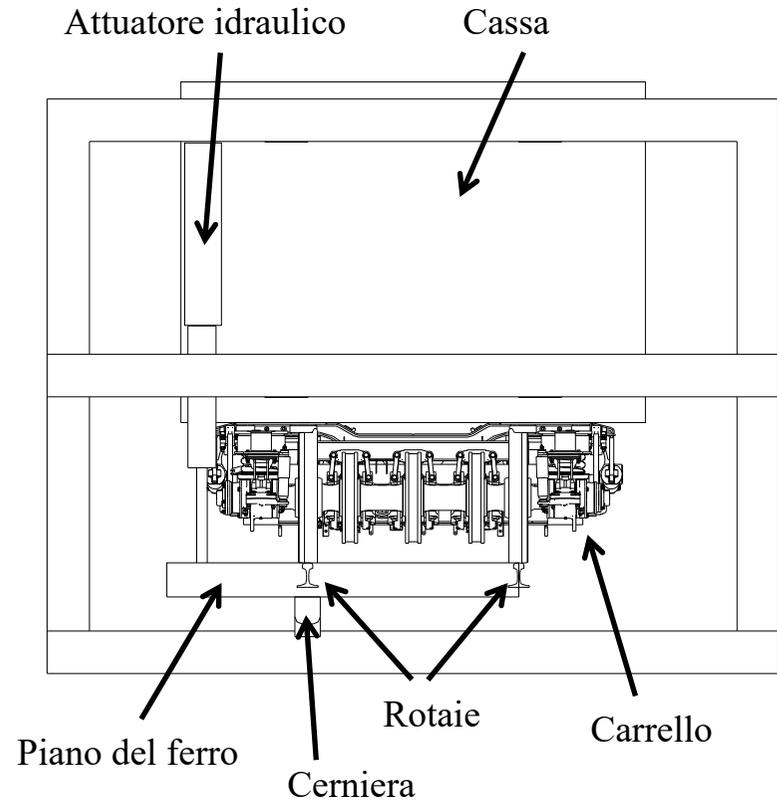
Perché introdurre il controllo attivo delle sospensioni secondarie nei veicoli ad alta velocità?



Sospensioni secondarie pneumatiche attive

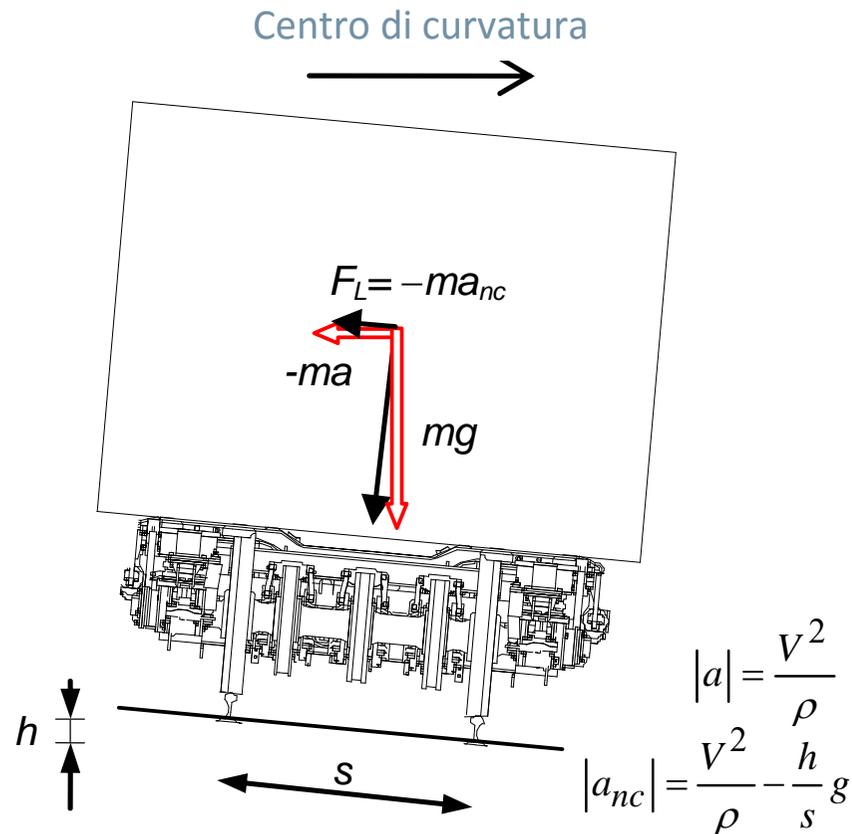


Sospensioni secondarie pneumatiche attive

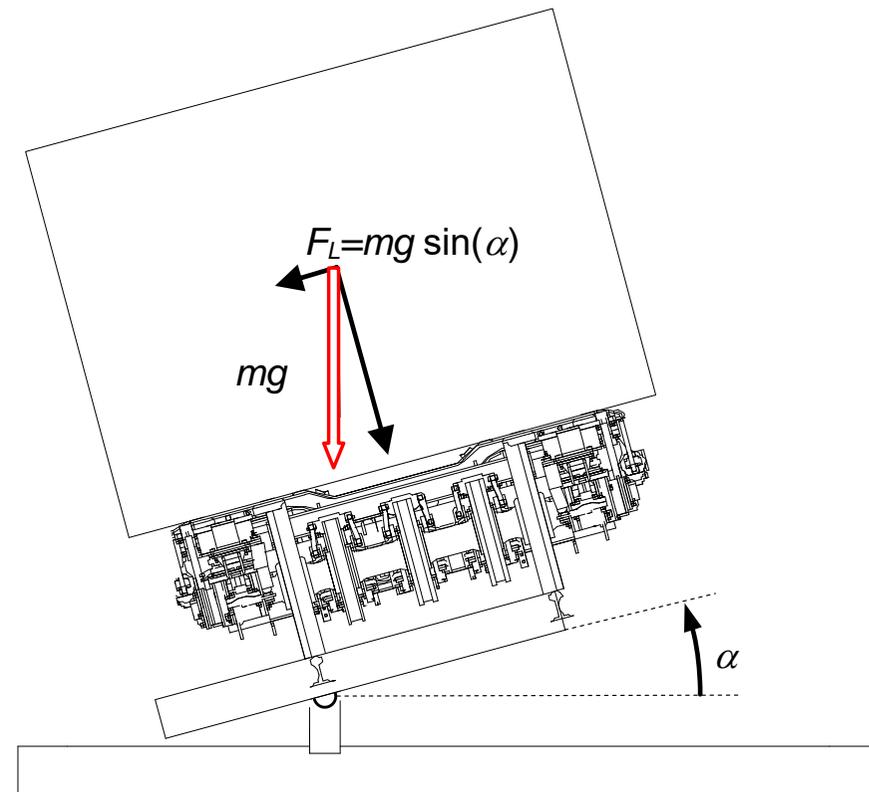


Sospensioni secondarie pneumatiche attive

Forze sul tracciato

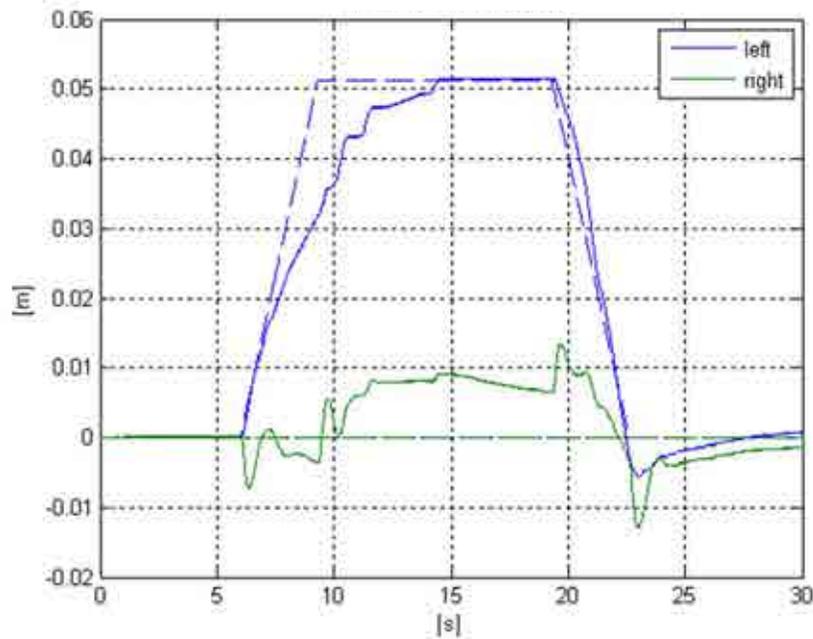


Forze sul banco prova

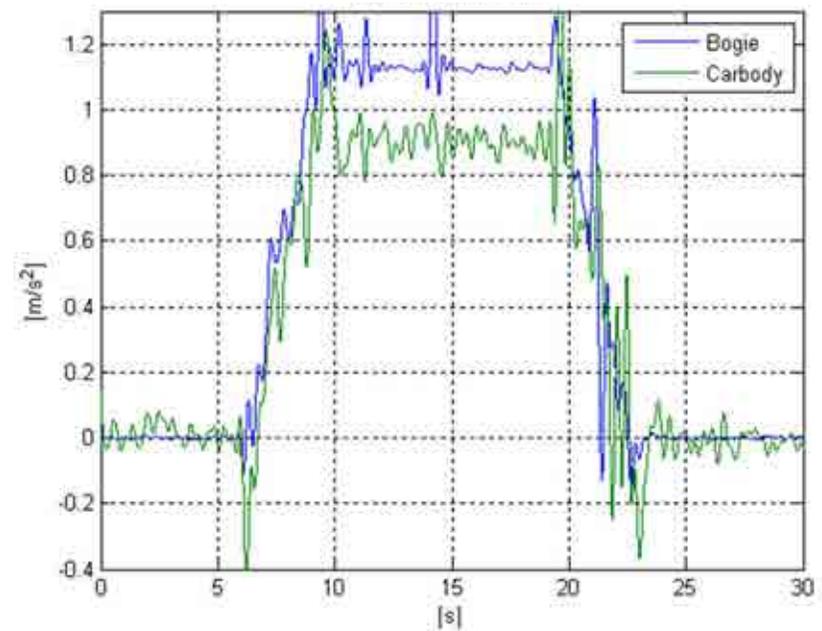


Sospensioni secondarie pneumatiche attive

Spostamenti molle ad aria



Accelerazioni laterali



Analisi del consumo d'aria



Barra anti-rollio attiva

Dinamica dell'avantreno del motociclo

Giandomenico Di Massa
Università degli Studi di Napoli "Federico II"





Gruppo Italiano di Meccanica Applicata

21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Collaborazione con Aprilia:

Influenza sul *wobble/shimmy*:

- **del carico presente nel bauletto posteriore**
- **della rigidezza a deriva dello pneumatico anteriore**



Banco per prove sperimentali

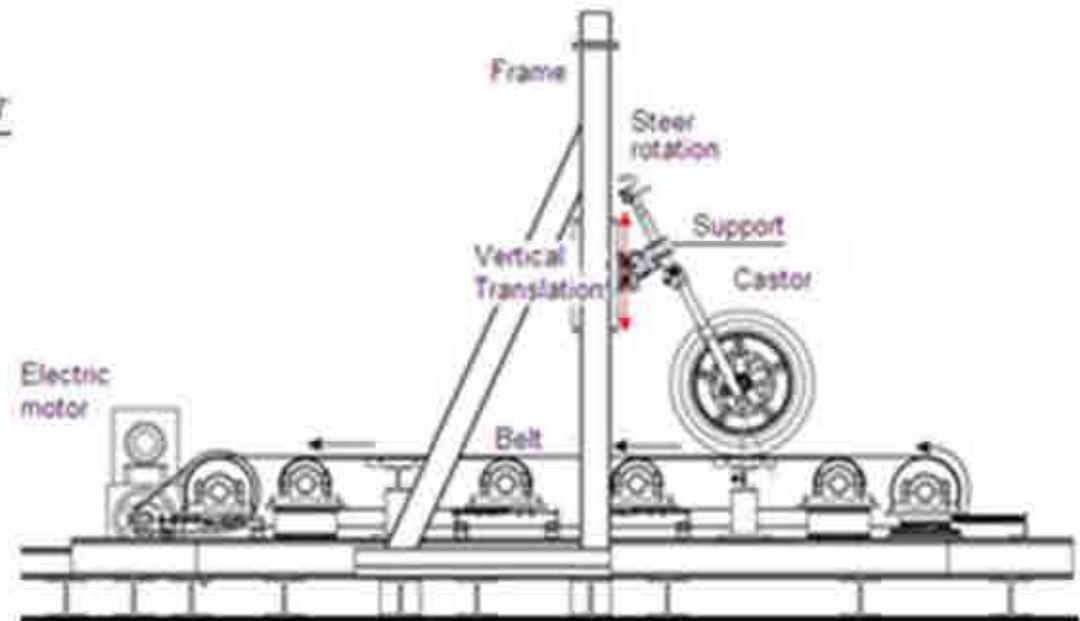


GUIDEWAY

CASTOR SUPPORT

WIRE ROPE
LOAD SYSTEM

BELT



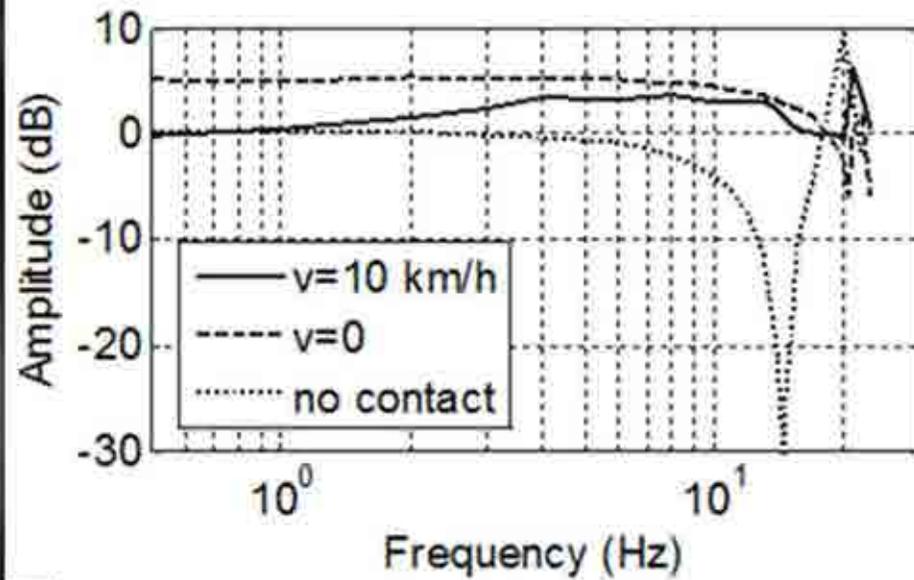
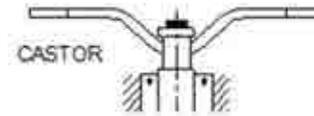


Gruppo Italiano di Meccanica Applicata

21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II



Misura della forza di interazione laterale in condizioni di instabilità





Gruppo italiano di Meccanica Applicata

Napoli 21-22 luglio 2016 Università degli Studi di Napoli Federico II



FRANCESCO DURANTE
UNIVERSITA' DELL'AQUILA



ESOSCHELETRI PER AUSILIO O PER RIABILITAZIONE MOTORIA

ESOSCHELETRI PER AUSILIO O PER RIABILITAZIONE MOTORIA

- Dispositivi robotici con struttura antropomorfa
- Esoscheletri, da indossare
- Ausilio nei movimenti di persone normodotate o di disabili
- Riabilitazione motoria dei movimenti
- Dispositivi attivi con sistema di controllo in grado di rilevare l'intenzione dell'utilizzatore e di assecondarlo (ausilio) o di somministrare movimenti fisiologicamente corretti (riabilitazione motoria)



ESOSCHELETRO PER RIABILITAZIONE ALLA DEAMBULAZIONE

Specifica Tecnica

- Utilizzatore peso fino a 90 kg;
- Sistema per lo sgravio degli arti inferiori
- Movimenti fisiologicamente corretti per entrambi gli arti contemporaneamente



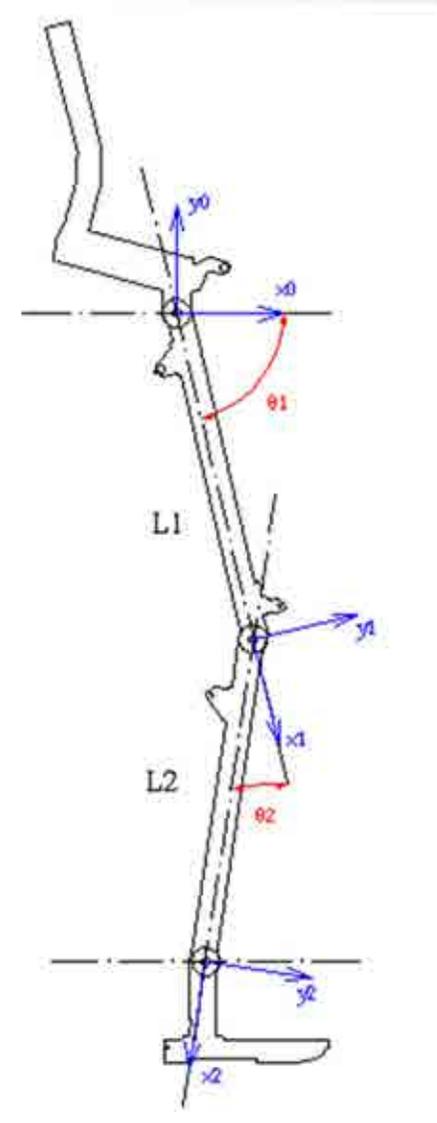
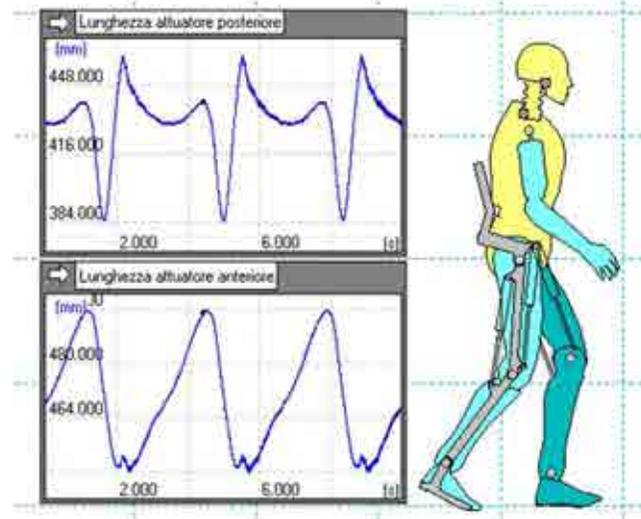
Soluzione

- Esoscheletro per arti inferiori con 10 gdl di cui 4 motorizzati a livello di anca e ginocchio;
- Sistema di pesi per lo sgravio regolabile degli arti inferiori;
- Tapis roulant sincronizzato per deambulazione sul posto;
- Sistema di controllo di posizione per l'imposizione di traiettorie rilevate sperimentalmente;



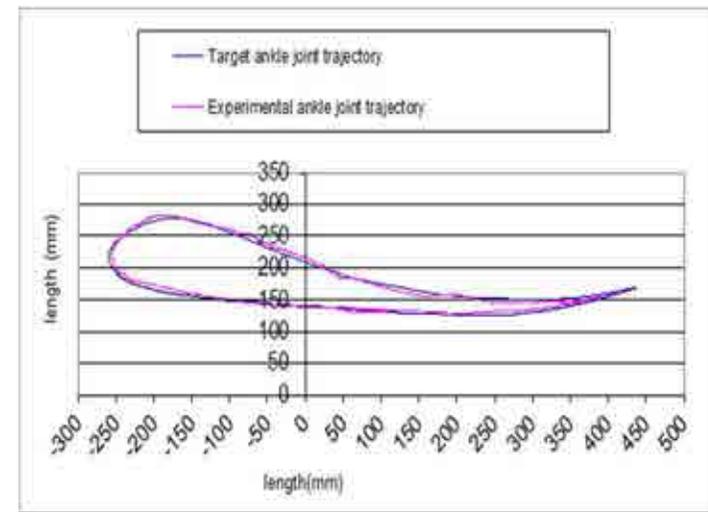
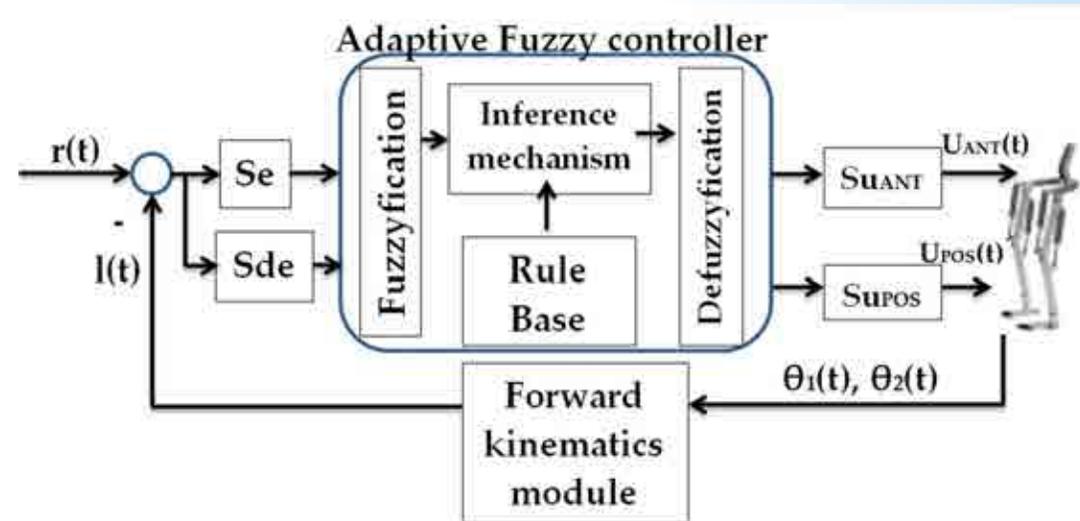
Problema di cinematica inversa

- Modello per la soluzione del problema cinematico inverso
- Si ricavano le traiettorie nello spazio dei giunti



Implementazione movimenti, risultati

- Controllo con logica fuzzy
- Comando degli attuatori con valvole proporzionali in pressione SMC
- Errore sulla traiettoria di caviglia: 3,5 mm (2% su massima escursione verticale)



ORTESI ATTIVA PER ARTO INFERIORE

Specifica Tecnica del dispositivo

- Assistenza nei movimenti per sedersi ed alzarsi e per rampe di scale di persone con peso fino a 80 kg;
- Facilità d'uso;
- Libertà di movimento;
- Peso ridotto;
- Volume di ingombro ridotto;
- Basso costo;
- Ergonomia;

Soluzione

- Esoscheletro parallelo all'arto inferiore;
- 1GdL motorizzato, cerniera a livello del ginocchio;
- Struttura in carbonio - alluminio;
- Muscoli pneumatici per il movimento con sistema di controllo in grado di rilevare l'intenzione dell'utilizzatore;



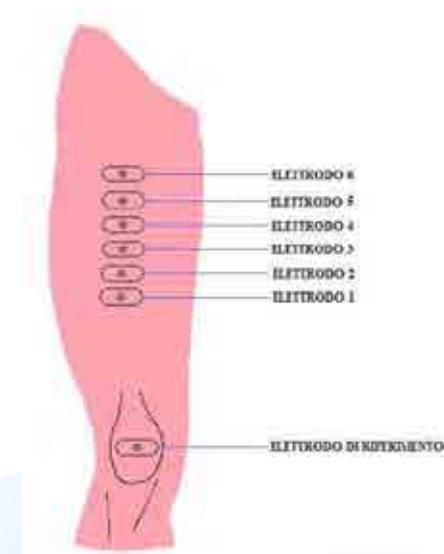
Sistema di acquisizione del segnale

- Elettrodi;
- scheda elettronica che rileva ed amplifica il segnale (da pochi mV a qualche Volt);
- elaborazione per raddrizzamento e smoothing del segnale (via software nel controller)

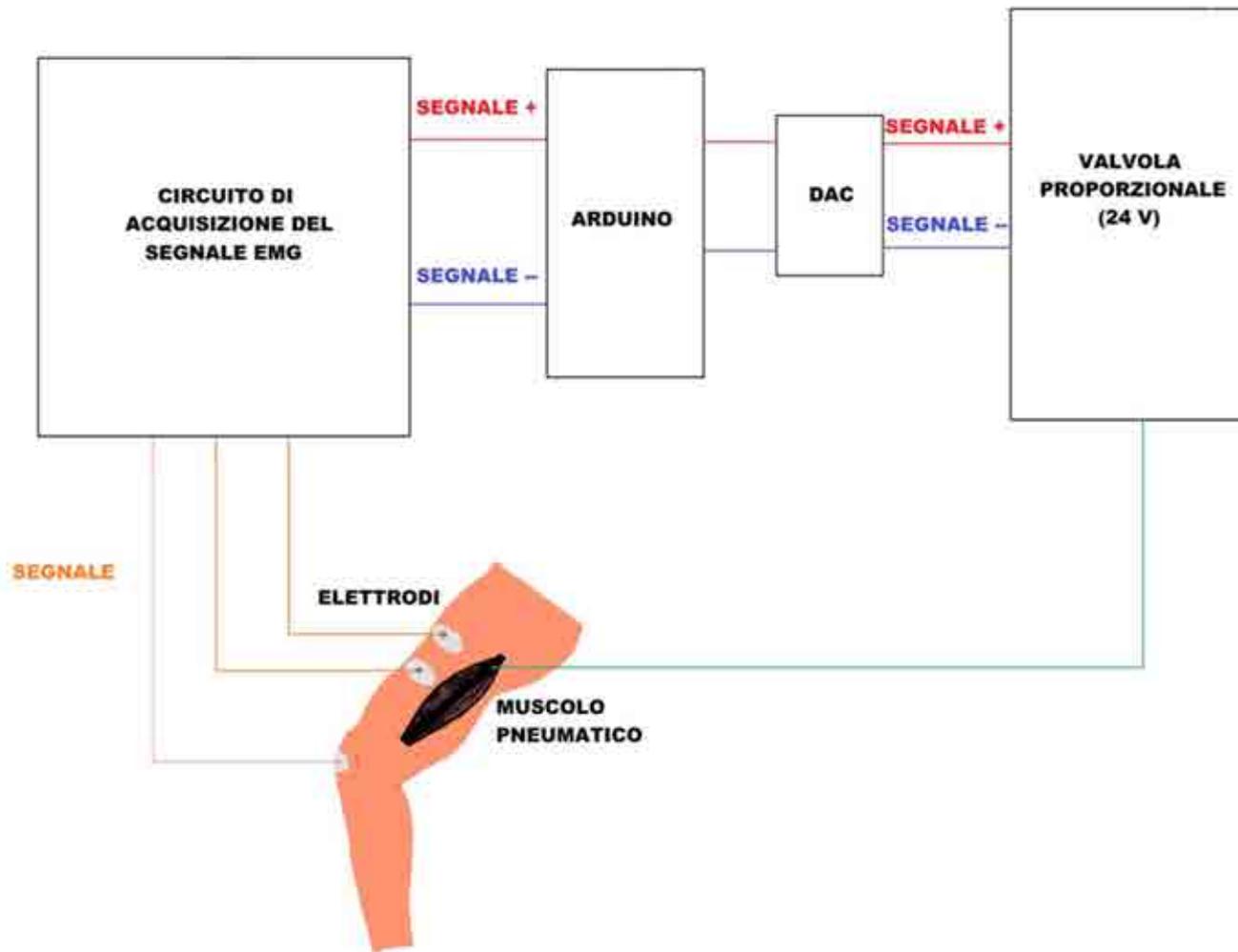


Dislocazione degli elettrodi sull'arto inferiore

- Almeno tre elettrodi;
- uno di riferimento vicino ad una parte ossea;
- due o più sulle fibre muscolari.

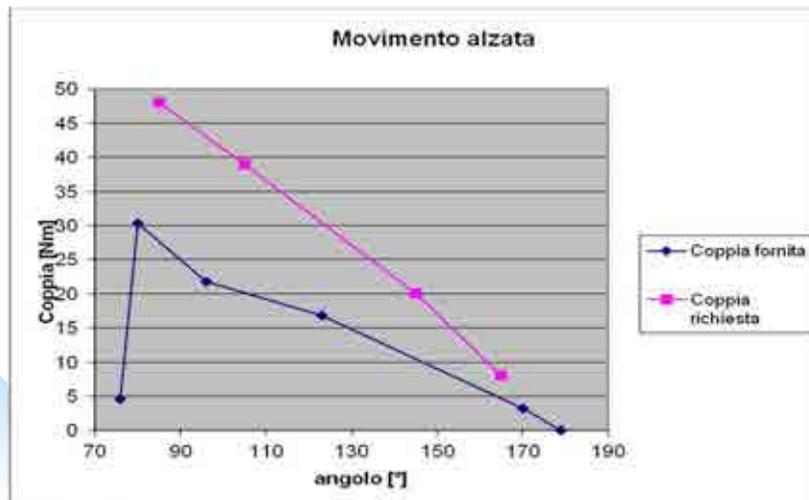


Sistema di acquisizione del segnale

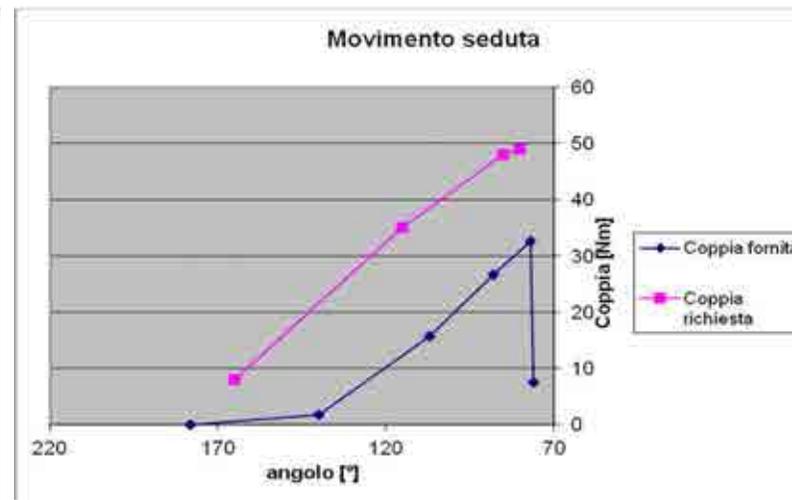


Prove sperimentali

Sono state realizzate prove per la individuazione della prestazione dell'ortesi



Coppia fornita dall'ortesi: 60%



Coppia fornita dall'ortesi: 67%

Componenti per l'autonomia dell'ortesi

Sono stati individuati i componenti per rendere autonoma l'ortesi



Caratteristiche:

- Cilindrata: 10ml
- Ingombro: 156 x 65 x 138mm
- Peso: 1,5kg
- Assorbimento: 5A



Caratteristiche:

- Volume 2 l
- Ingombro: 250 x 100mm
- Peso: 1,5kg

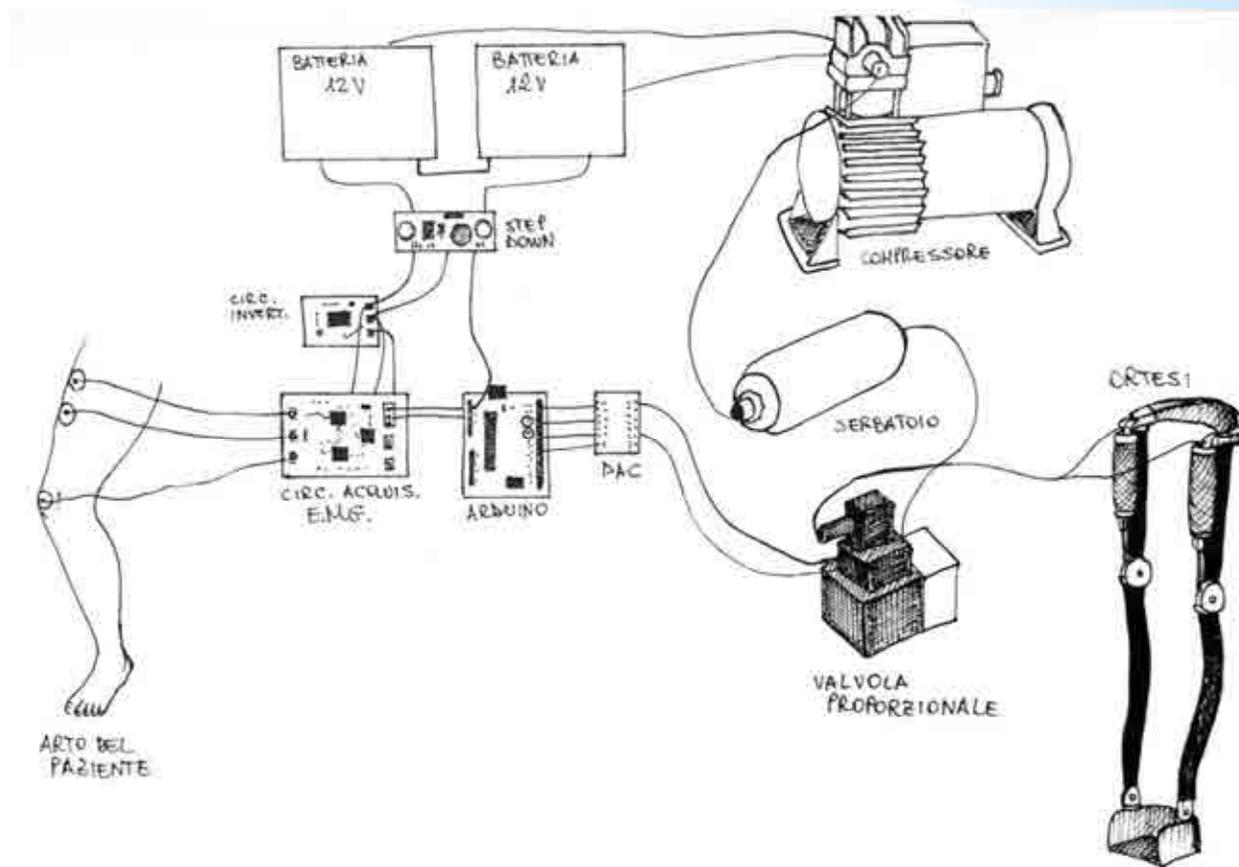
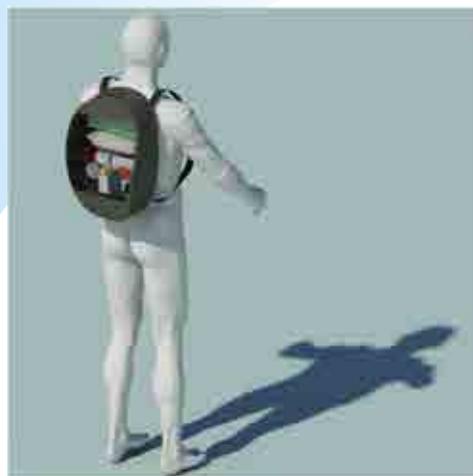


Caratteristiche:

- Dimensioni: 67 x 148 x 20 mm
- Peso: 0,3 kg
- Capacità: 2,2 Ah

Componenti per l'autonomia dell'ortesi

Contenitore per i componenti



Componenti per l'autonomia dell'ortesi

Contenitore per i componenti

Peso: 4 kg



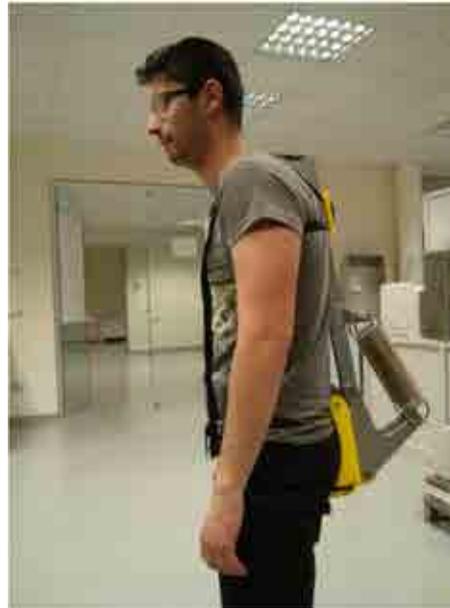
ESOSCHELETRO AMPLIFICATORE DI FORZA PER AUSILIO DEL RACHIDE

Specifica Tecnica del dispositivo

- Assistenza nel sollevamento di un carico fino a 25 kg;
- Facilità d'uso e di montaggio;
- Libertà di movimento;
- Peso ridotto;
- Volume di ingombro ridotto;
- Basso costo;
- Ergonomia;
- Sistema attivo o passivo.

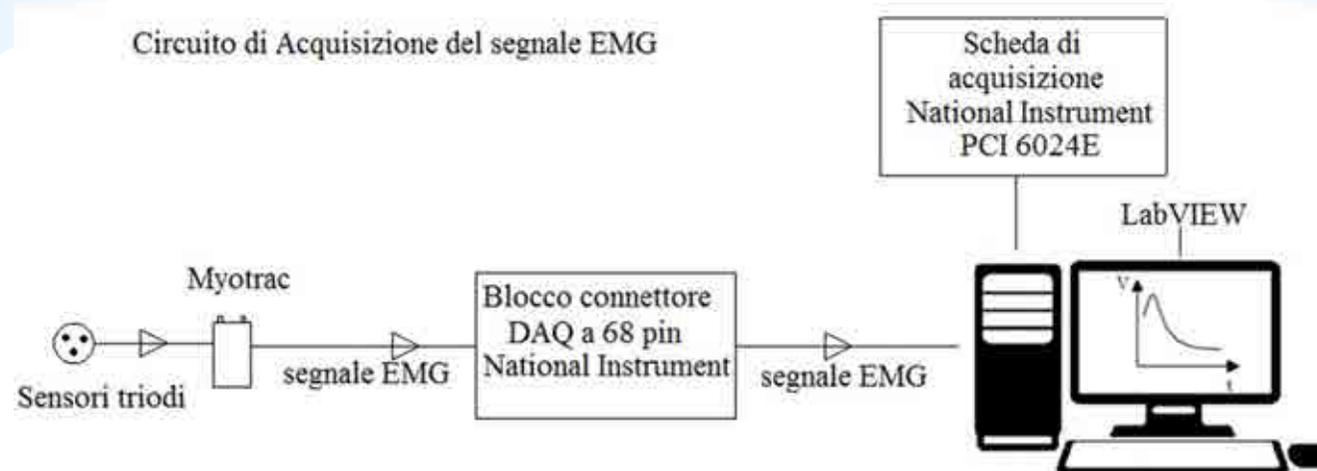
Soluzione

- Esoscheletro parallelo al rachide in posizione posteriore;
- 1GdL, cerniera a livello del giunto L5/S1;
- Struttura in alluminio;
- Muscoli pneumatici per il movimento attivo con sistema di controllo;
- Molle in acciaio per il movimento passivo
- Guscio in PLA come interfaccia col corpo dell'utilizzatore;



Sistema di acquisizione del segnale

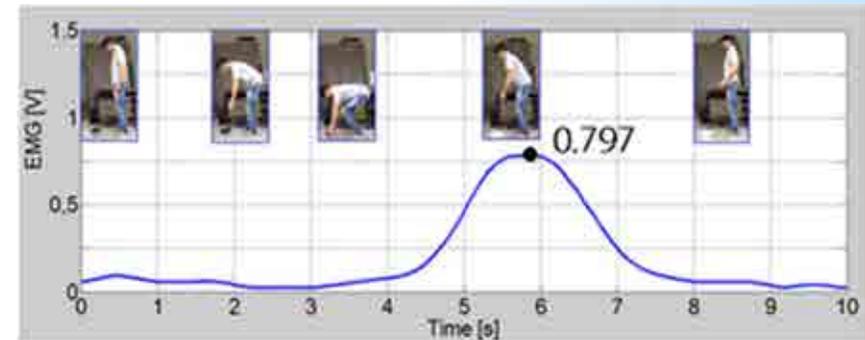
E' stato realizzato un circuito di acquisizione basato sullo strumento di misura Myotrac. Il segnale EMG è inviato al PC sul quale viene registrato e visualizzato grazie ad un programma realizzato con il software LabVIEW.



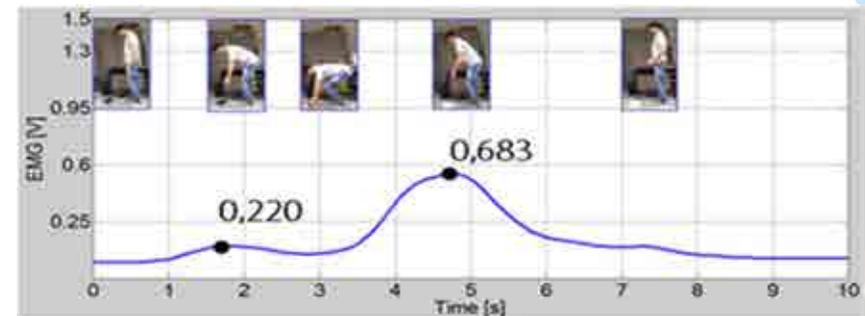
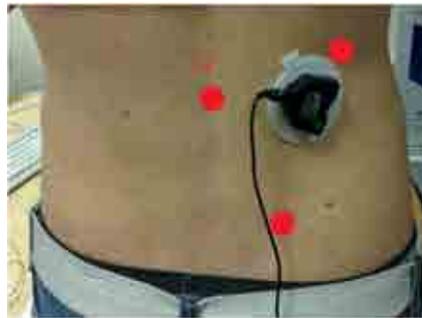
Individuazione posizione sensori EMG

Sono state realizzate prove per la individuazione della posizione ottimale dei sensori per il comando dell'esoscheletro.

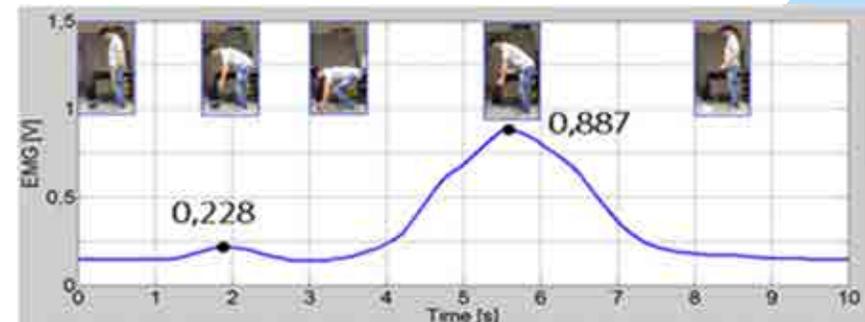
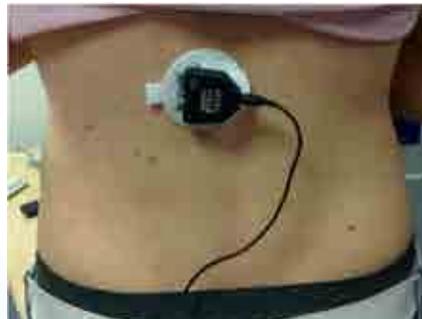
Il Multifido è uno dei tre erettori spinali profondi, con decorso obliquo rispetto alla colonna.



L'ileo-costale rappresenta la suddivisione più esterna dell'ereettore spinale.

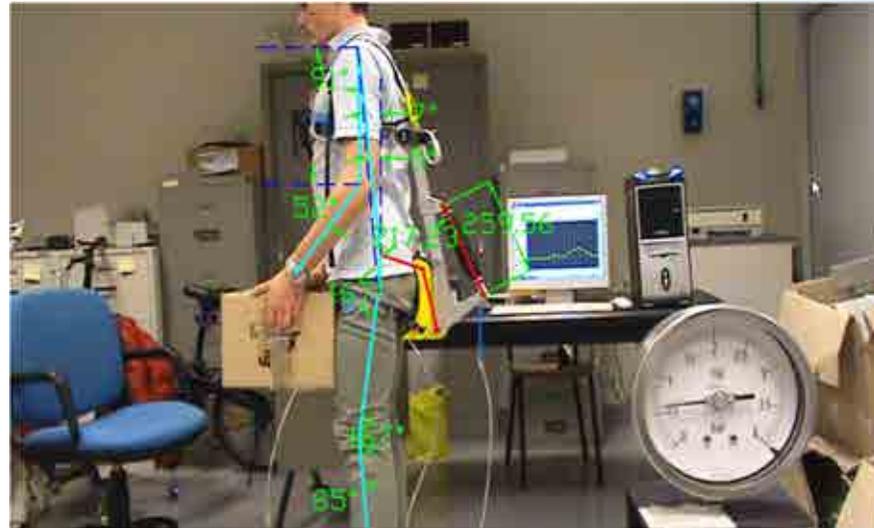


Il Lunghissimo è un'altra suddivisione dell'Erettore Spinale ed ha fibre parallele alla colonna.



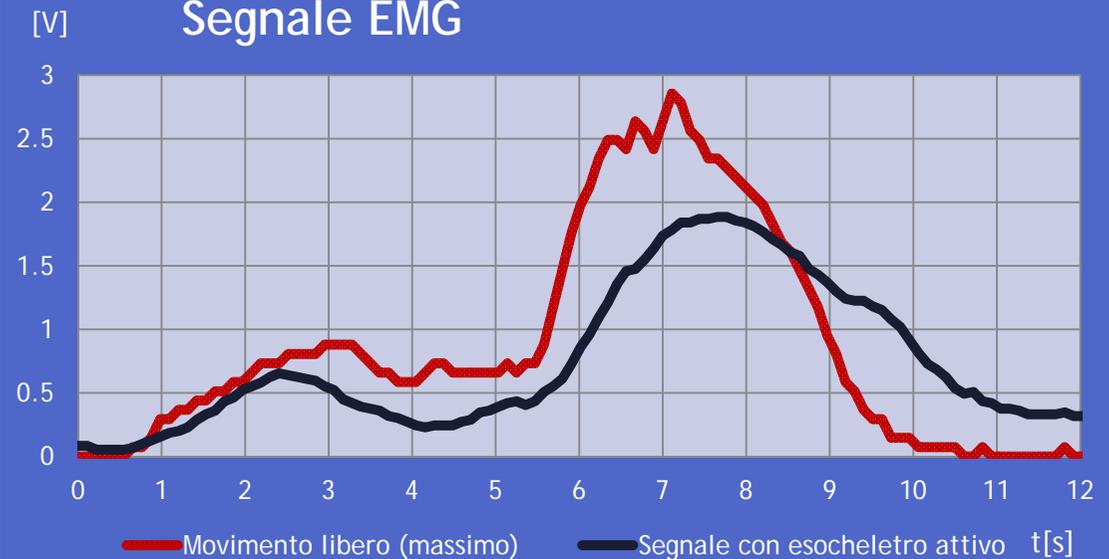
Prestazione esoscheletro attivo

Movimento di flessione della schiena per sollevare un carico di 10 kg



$$S\%_{salita,lib.} = 14,24 \div 34,04\%$$

Segnale EMG



Sistemi meccatronici per la robotica e la conversione dell'energia

Marco Fontana

Laboratorio PERCRO Scuola Superiore Sant'Anna

Ricercatore TD.a



Biografia

Formazione

- 2008 Dottorato ING-IND/13 presso Scuola Superiore Sant'Anna
- 2003 Laurea in Ingegneria Meccanica presso Univ. Di Pisa

Esperienze:

- Ricercatore TD 2008-2016
- Assegnista di ricerca SSSA 2007-2008

Temi di ricerca:

- 2004 Sistemi meccanici e mecatronici per applicazioni di robotica
- 2011 Sistemi mecatronici per la conversione di energie rinnovabili

Progetti:

- HAPTEX, SAFERIDER, VERITAS, PolyWEC, WETFEET (Commissione Europea)
- DRUMWEC (Wave Energy Scotland)
- Contratti da aziende (Finmeccanica, Selmar)

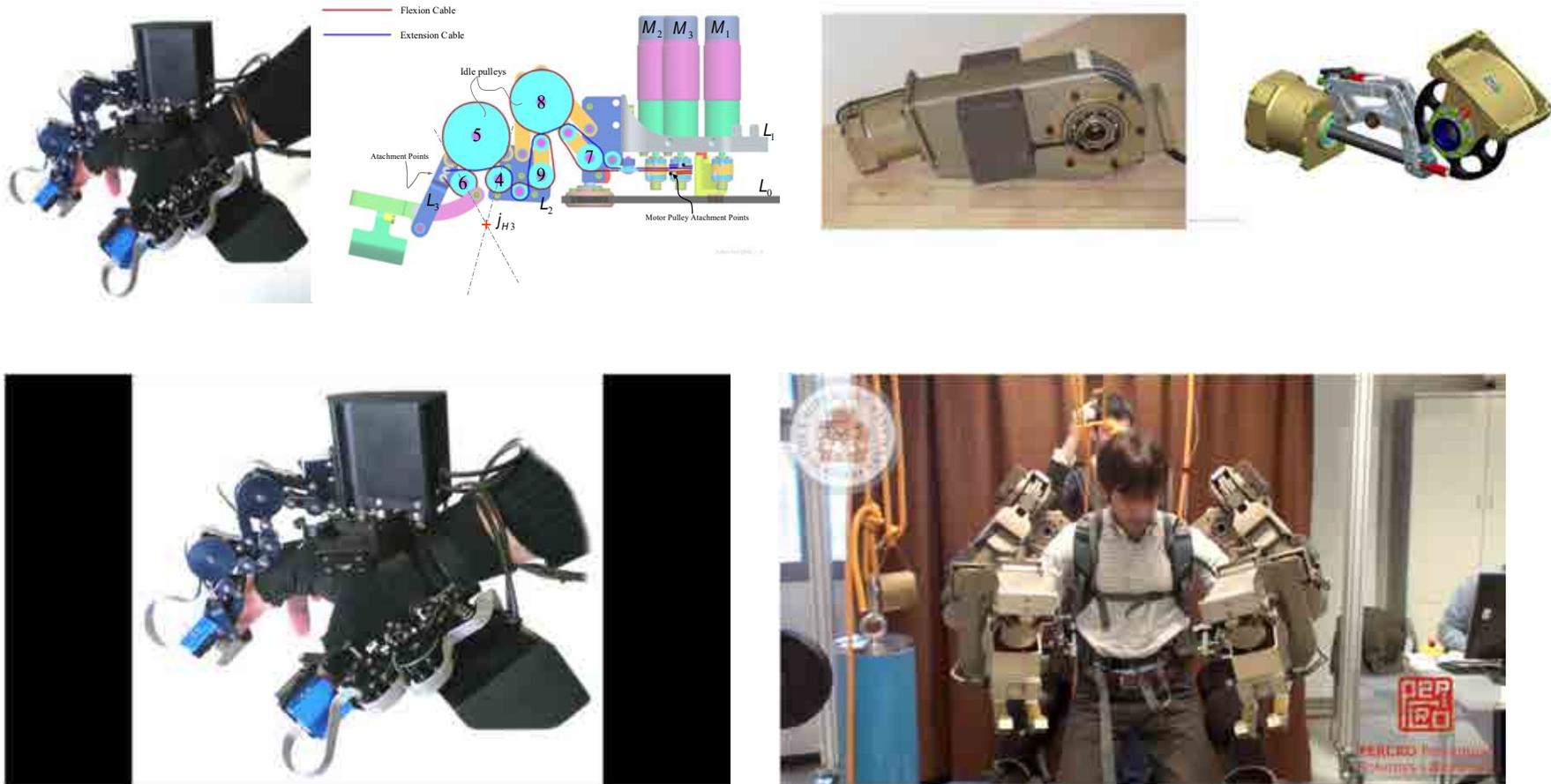
Didattica:

- Meccanica dei trasduttori (ING-IND/13 - UNIPI)
- Meccanica dei robot (ING-IND/13 - SSSA)
- Progetto di sistemi mecatronici (ING-IND/13 - SSSA)

1. Sistemi meccanici e meccatronici per la robotica (2004)

Esoscheletri Robotici

Esoscheletri robotici: studio della cinematica, progetto di sistema e di componenti, caratterizzazione sperimentale e controllo.



Fontana M., Fabio S., Marcheschi S., Bergamasco M. *Journal of Mechanisms and Robotics*, 5(4), 041014, 2013.

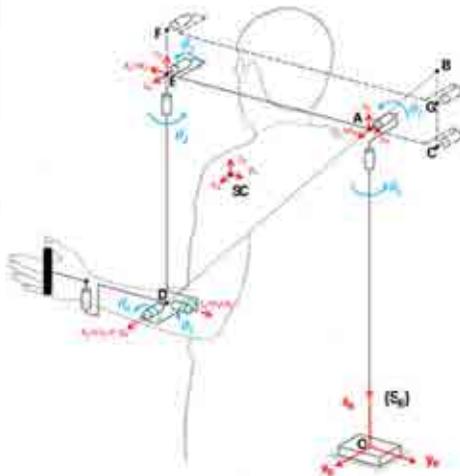
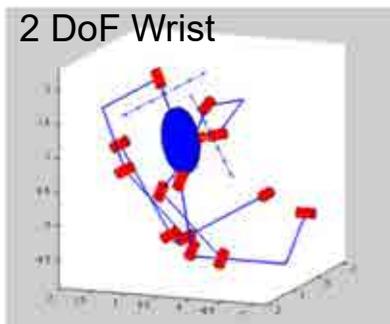
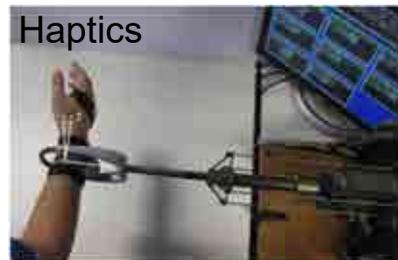
Fontana M., Vertechy R., Marcheschi S., Salsedo F., Bergamasco M., *IEEE Robotics & Automation Magazine* 2014

Fontana M., Dettori A., Salsedo F., Bergamasco M. Proc. of *ICRA 2009*. [KUKA Robotics Best Paper Award Finalist, 2nd place]

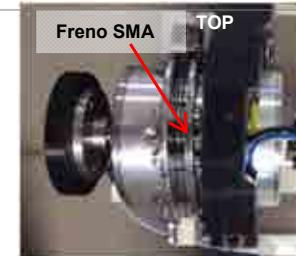
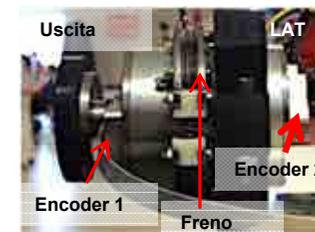
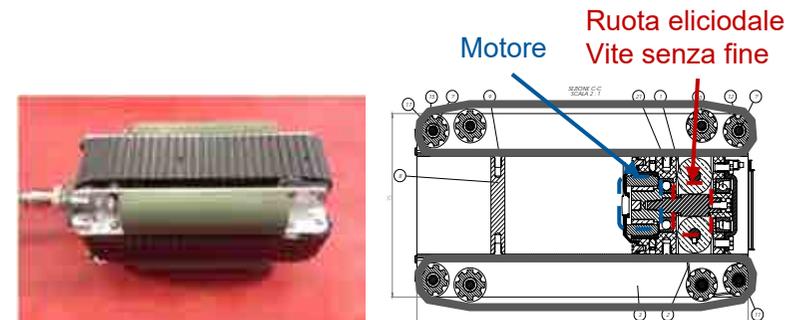
Studio di soluzioni e componenti per la robotica

Studio, ottimizzazione e progettazione di attuatori, sensori, sistemi di trasmissione, architetture cinematiche, controlli di sistemi robotici in vari ambiti applicativi.

Sensori, cinematica e controllo



Sistemi di trasmissioni e attuatori



Lenzo B., M.Fontana, S.Marcheschi, F. Salsedo, A.Frisoli, M.Bergamasco, *Journal of Mech. and Robotics*
Fontana M., Marcheschi S., Salsedo F., Bergamasco M., *Sensors*. 2012; 12(10):13598-13616.
Fontana M., Salsedo F., Bergamasco M., *Sensors*, 13(6), 7618-7632, 2013.
Fontana M., Frisoli A., Salsedo F., Bergamasco M.: *Proceedings of ICRA 2006*.

2. Sistemi meccatronici per la conversione di energie rinnovabili (2011)

Generatori ad elastomeri dielettrico (1/2)

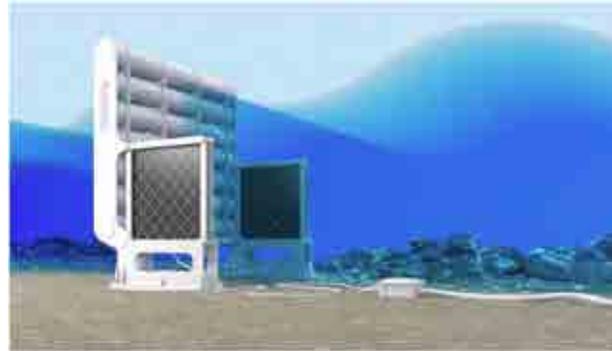
Sviluppo di architetture

- Concezione di architetture di convertitori di energia dal moto ondoso basati su elastomero dielettrico

Poly-Buoy



Poly-Surge



Poly-OWC



Modellazione dinamica:

- sviluppo di modelli ridotti per l'ottimizzazione iterativa del progetto

$$M_0 \ddot{z} + M_\infty \dot{z} + \int_0^t \dot{z}(\tau) K(t-\tau) d\tau + k_b z + F_{PTO}(t) = F_w(t)$$

Generatori ad elastomeri dielettrico (2/2)

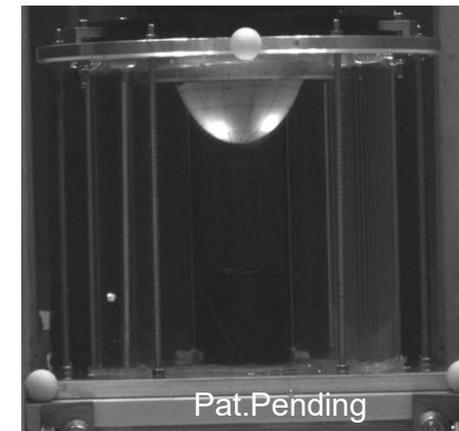
Sviluppo di prototipi e test a banco

- Obiettivo validazione dei modelli semplificati



Test in vasca

- Svolti in collaborazione con l'Università di Edimburgo, Università di Bologna e WavEC



Moretti G., Vertechy R., Fontana M., *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 26, 2015.

Vertechy R., Rosati G., Fontana M. *ASME Journal of Vibration and Acoustics* 2015.

Moretti G., Fontana M., Vertechy R., *Meccanica*, 50 (11), November 2015.

Conversione dell'energia da vento di alta quota

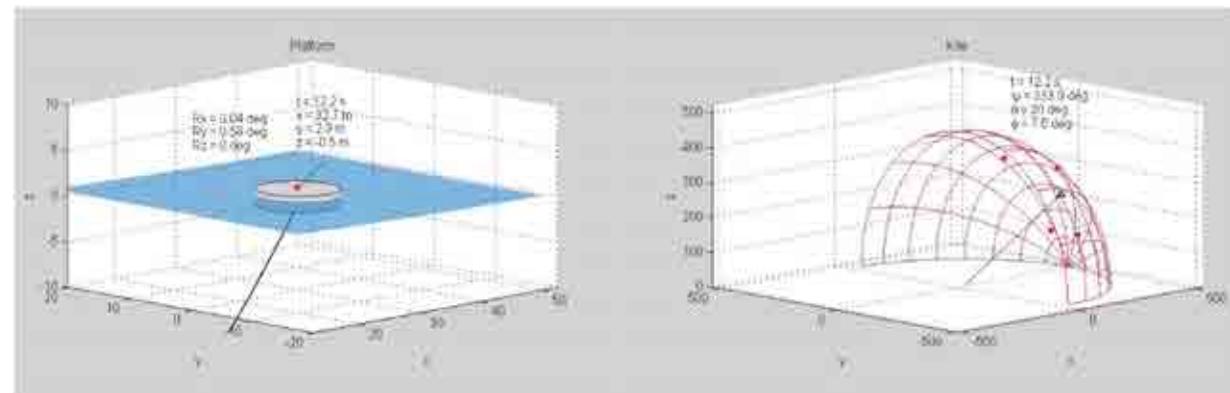
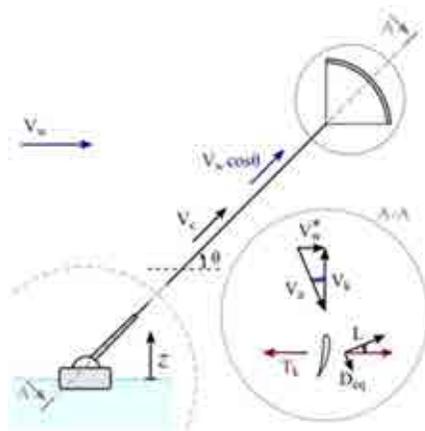
Obiettivi/descrizione:

Generatori eolici di venti di alta quota con basamento su piattaforma galleggiante

Metodologia:

Studio di architetture, modellazione dinamica, simulazione, valutazione e comparazione

Collaborazioni: TU DELFT, Sequoia Automation, Kitegen.



Cherubini, A., Papini, A., Vertechy, R., Fontana, M., *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2015.

Cherubini A., Moretti G., Fontana, M., *Dynamic modeling of offshore airborne wind energy converters*, *Airborne Wind Energy*, Springer. (in print)

Grazie dell'attenzione

Marco Fontana

Macchine appropriate per lo sviluppo umano

Walter Franco



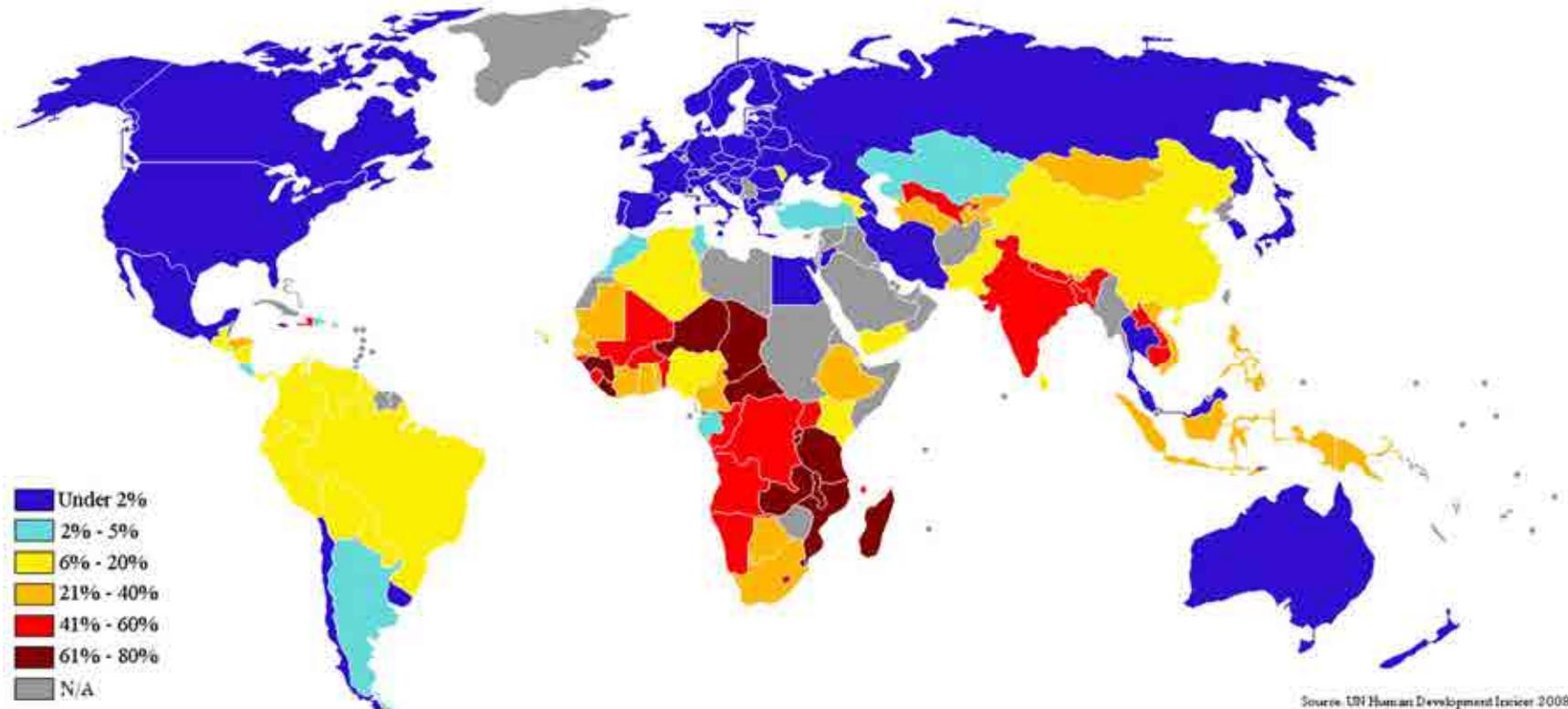
Politecnico di Torino
Dipartimento di Ingegneria Meccanica
Aerospaziale-DIMEAS



Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Walter FRANCO
Politecnico di Torino

tecnologie appropriate- contesto macroeconomico



percentuale di persone
che vivono con meno
di 1.25 \$ al giorno (2008)

- più di **due miliardi di persone** vivono con meno di **3 \$ al giorno**
- il **17%** non ha una **abitazione adeguata**
- l'**80% del cibo** è prodotto da aziende **contadine familiari**



macchine appropriate- caratteristiche

- sono progettate per risolvere **bisogni** specifici di **piccole comunità povere o marginali**.
- alcune caratteristiche:
 - semplicità;
 - basso costo (bassa intensità di capitale);
 - utilizzo di **materiali locali**;
 - **bassi consumi**;
 - utilizzo di **energia rinnovabile** (anche **umana o animale**);
 - **elevata efficienza** energetica;
 - **produttività** ridotta;
 - **robustezza**;
 - **manutenibilità** da parte degli stessi utilizzatori
 - attenzione al **contesto sociale e ambientale**

humanitarian engineering: ricerca, studio e progettazione di soluzioni ingegneristiche finalizzate al miglioramento del benessere delle comunità povere o marginali



imballatrice manuale per autoconstruzione in paglia

- **contesto:** Haiti, Saint Marc, Bocozelle



Terremoto del 12 gennaio 2010:
230.000 vittime, 600.000 sfollati
250.000 abitazioni distrutte, solo 15%
ricostruite



Struttura di accoglienza per bambini orfani.
il legno è un materiale di difficile reperimento e
molto costoso (ASF Piemonte)



Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Walter FRANCO
Politecnico di Torino

imballatrice manuale per autocostruzione in paglia

- **contesto:** Haiti, Saint Marc, Bocozelle



Coltivazione di riso nella valle dell'Artibonite:
1.6 t di paglia all'anno per ogni appezzamento
medio di 0.25 ettari



Attualmente la paglia, essendo inutilizzata,
viene bruciata sul campo con danneggiamento
del terreno



imballatrice manuale per autoconstruzione in paglia

- la pressa Anpil Pay 1.0



Azionamento manuale
Trasmissione biella manovella
Regolazione densità con pesata
Contro-piattello mobile
Estrazione balla intera (90 kg/m³)

Magazzino per risicoltori (ASF Piemonte
2013/14)



Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Walter FRANCO
Politecnico di Torino

imballatrice manuale per autoconstruzione in paglia

- la pressa Anpil Pay 2.0



Azionamento manuale
Trasmissione biella manovella
Regolazione densità con sistema attrito
Estrazione balla continua (120 kg/m³)



Prototipo modulo abitativo in paglia portante
(Progetto studentesco Anpil Pay 2.0 2015/16)



Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Walter FRANCO
Politecnico di Torino

conclusioni

umanitario
interdisciplinare cooperazione
appropriato
sostenibile didattica sviluppo
ricerca **semplicità** ambiente



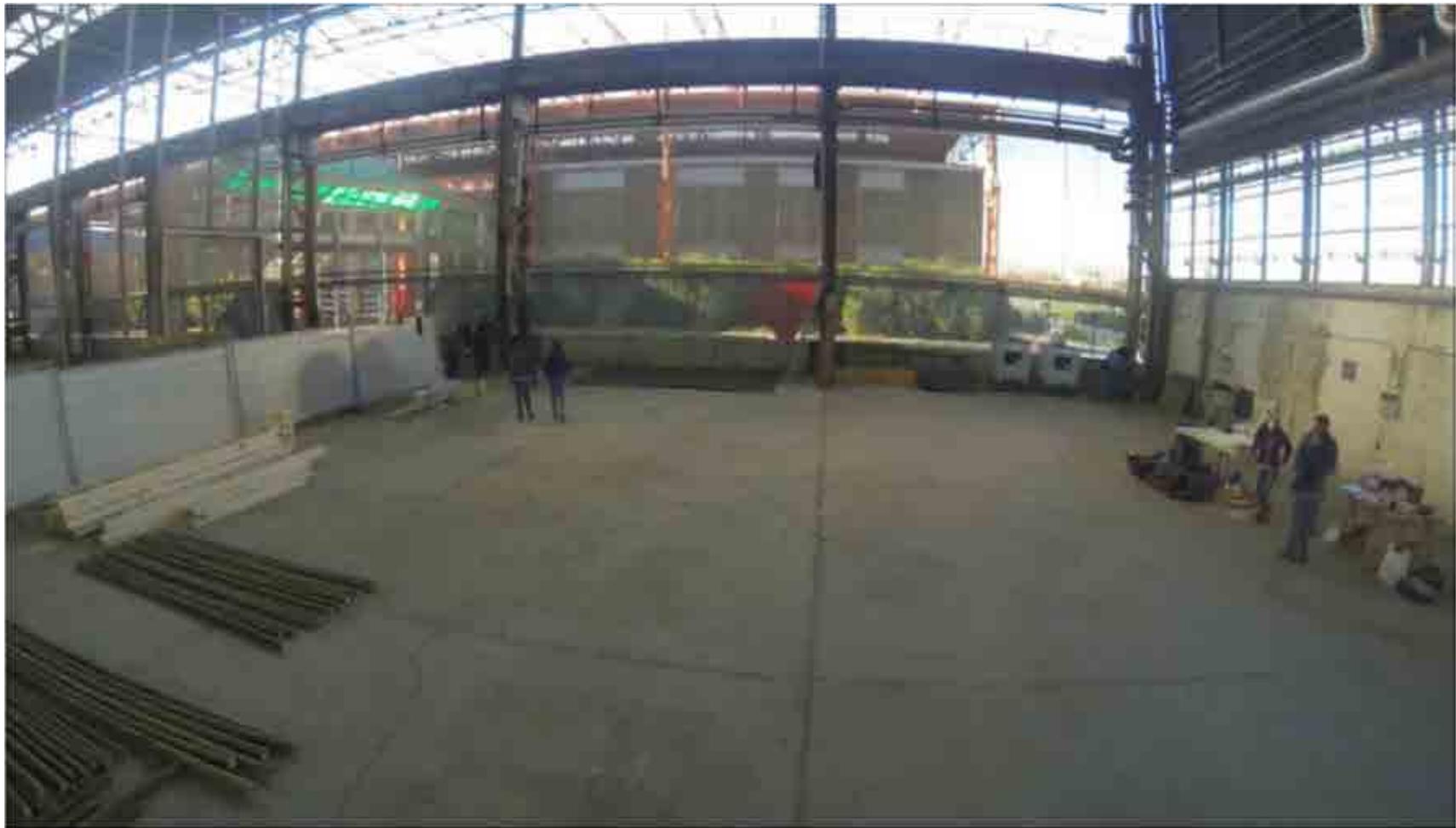
Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Walter FRANCO
Politecnico di Torino

imballatrice manuale per autocostruzione in paglia

- la pressa Anpilpay 2.0





Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Walter FRANCO
Politecnico di Torino

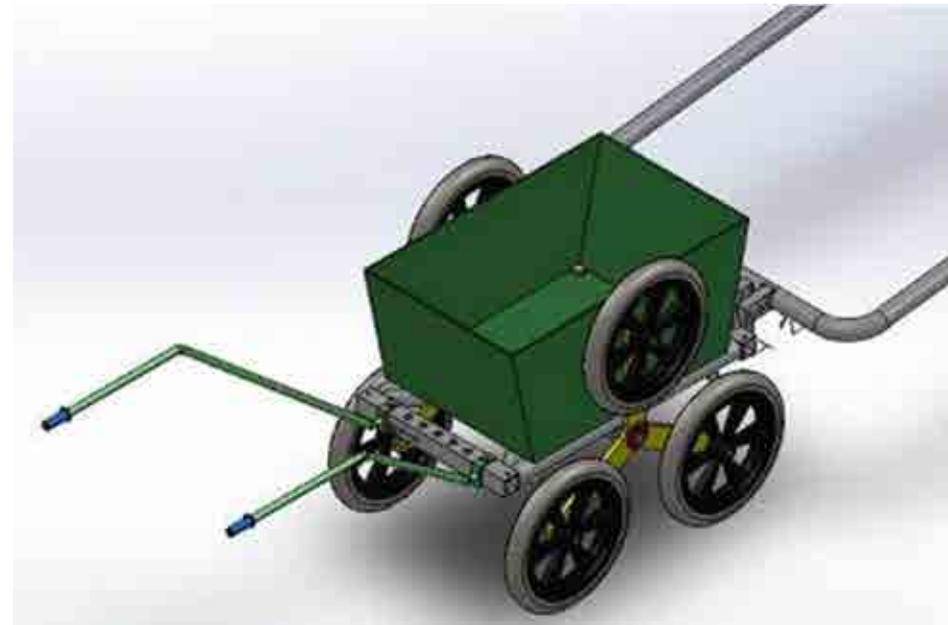
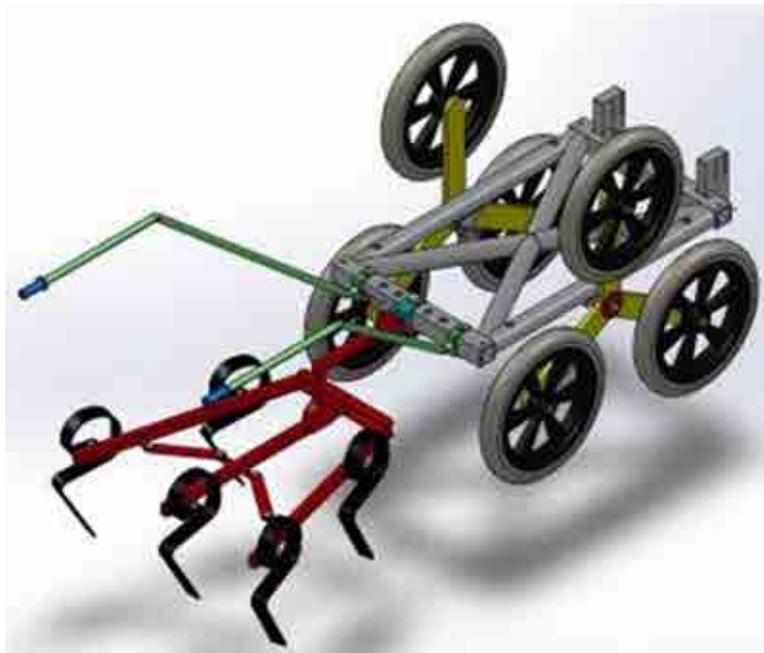
carrello polifunzionale a trazione animale

- **contesto:** coltivazione di terreni agricoli declivi in aree montane di difficile accesso (2200 ettari di terreno terrazzato nel comune di Ormea); sviluppo di filiere sostenibile

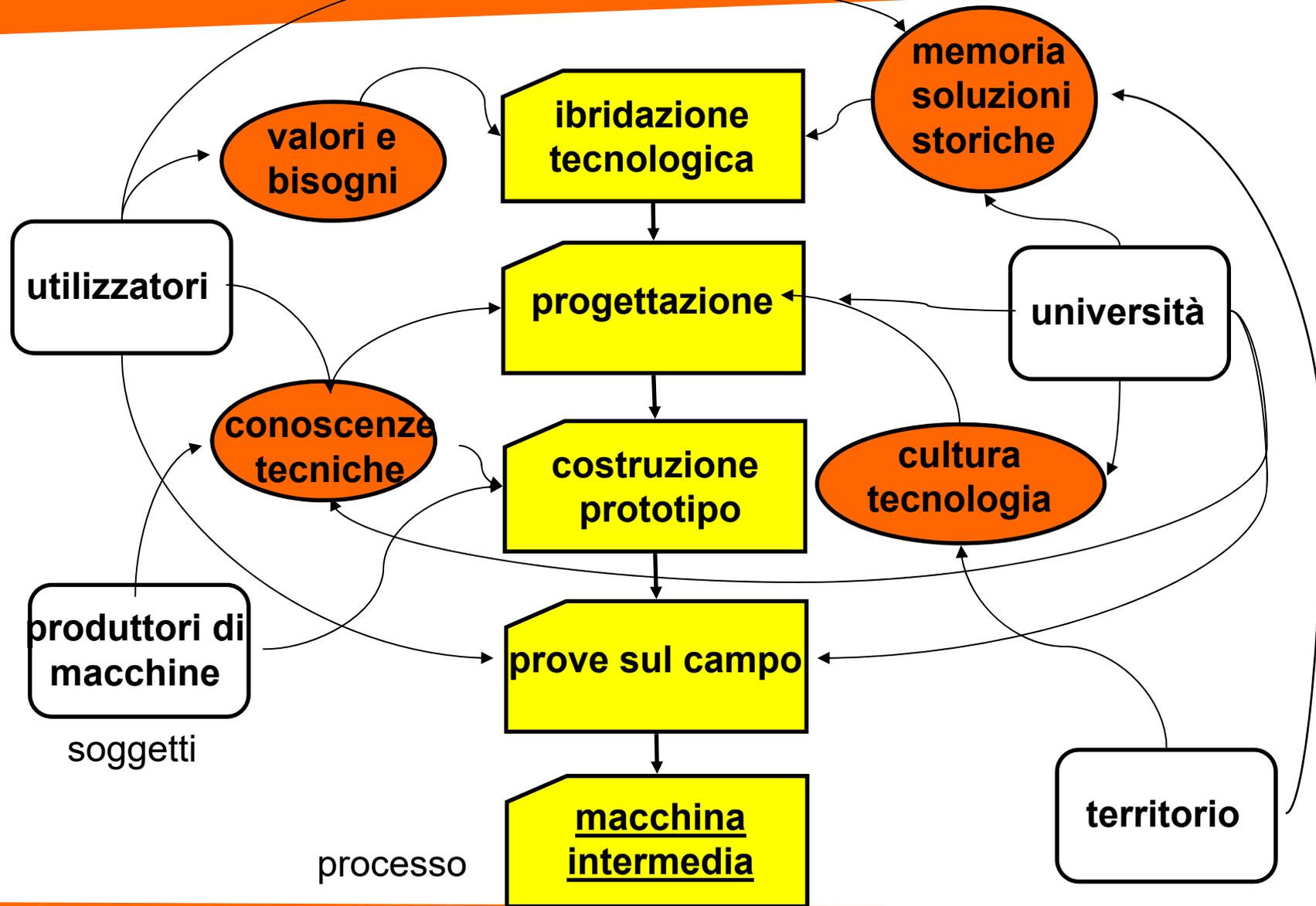


carrello polifunzionale a trazione animale

- **caratteristiche:** riconfigurabilità (trasporto e lavorazione terreni); leggerezza del telaio; gruppo tripode per superamento irregolarità del terreno



metodo di progettazione di nuove macchine





La biomeccanica applicata agli sport Paralimpici

Laura Gastaldi

Politecnico di Torino

Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale

Gruppo di ricerca: Meccatronica e Servosistemi

La biomeccanica applicata agli sport Paralimpici



POLITECNICO
DI TORINO

DIMEAS DEPARTMENT OF MECHANICAL
AND AEROSPACE ENGINEERING

Sistema integrato “atleta-attrezzatura sportiva”

- ✓ impatto della disabilità sulla pratica sportiva
- ✓ prestazioni compatibili con i diversi handicap
- ✓ sviluppo di attrezzature sportive
- ✓ sviluppo di ausili personali (esoscheletri e/o protesi)



La biomeccanica applicata agli sport Paralimpici



POLITECNICO
DI TORINO

DIMEAS DEPARTMENT OF MECHANICAL
AND AEROSPACE ENGINEERING

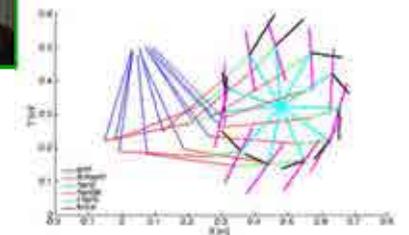
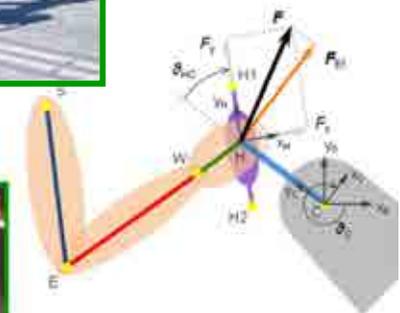
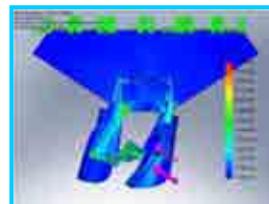
Sistema integrato “atleta-attrezzatura sportiva”

- ✓ impatto della disabilità sulla pratica sportiva
- ✓ prestazioni compatibili con i diversi handicap
- ✓ sviluppo di attrezzature sportive
- ✓ sviluppo di ausili personali (esoscheletri e/o protesi)



Campi di applicazione

- ✓ design funzionale
- ✓ test laboratorio
- ✓ test sul campo di gara



La biomeccanica applicata agli sport Paralimpici



POLITECNICO
DI TORINO

DIMEAS DEPARTMENT OF MECHANICAL
AND AEROSPACE ENGINEERING

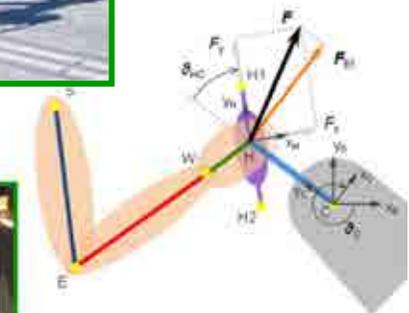
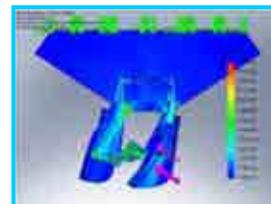
Sistema integrato “atleta-attrezzatura sportiva”

- ✓ impatto della disabilità sulla pratica sportiva
- ✓ prestazioni compatibili con i diversi handicap
- ✓ sviluppo di attrezzature sportive
- ✓ sviluppo di ausili personali (esoscheletri e/o protesi)



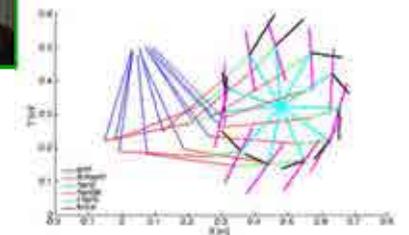
Campi di applicazione

- ✓ design funzionale
- ✓ test laboratorio
- ✓ test sul campo di gara



Competenze

- ✓ fisiologia della disabilità
- ✓ sistemi multibody
- ✓ azionamenti e servosistemi
- ✓ funzionalità dei sistemi articolati e degli organi di attuazione
- ✓ dispositivi di sensorizzazione e elementi di controllo



La biomeccanica applicata agli sport Paralimpici



POLITECNICO
DI TORINO

DIMEAS DEPARTMENT OF MECHANICAL
AND AEROSPACE ENGINEERING

Stakeholders

IPC International Paralympic Committee

CIP Comitato Italiano Paralimpico

Federazioni sportive



Progetti finanziati in corso

IPC

Vivomeglio Fondazione CRT

Paralympic Legacy Fondazione CRT

Finnish Ministry of Culture and Education

AGITOS Foundation

Faculty advisor progetto studentesco Eng4Dis

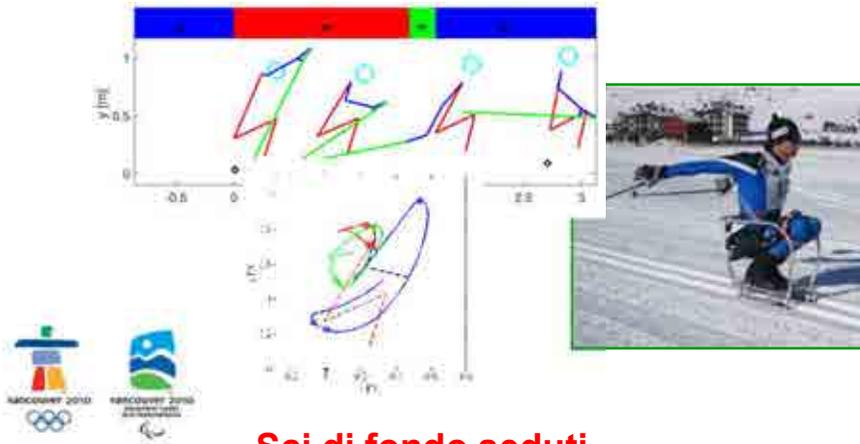


La biomeccanica applicata agli sport Paralimpici

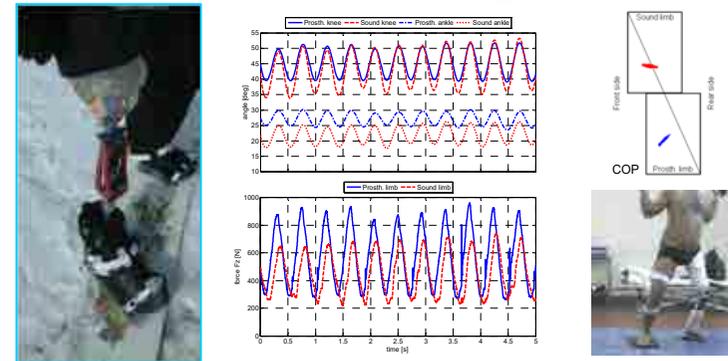


POLITECNICO DI TORINO

DIMEAS DEPARTMENT OF MECHANICAL AND AEROSPACE ENGINEERING



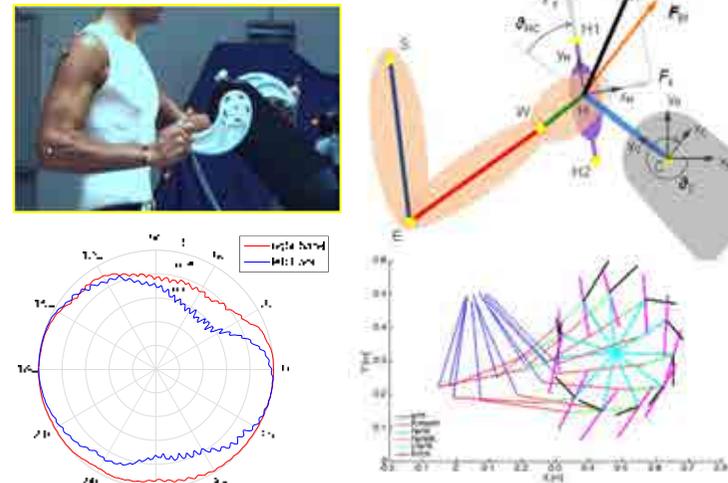
Sci di fondo seduti



Parasnowboard



Ice Sledge Hockey



Handbike

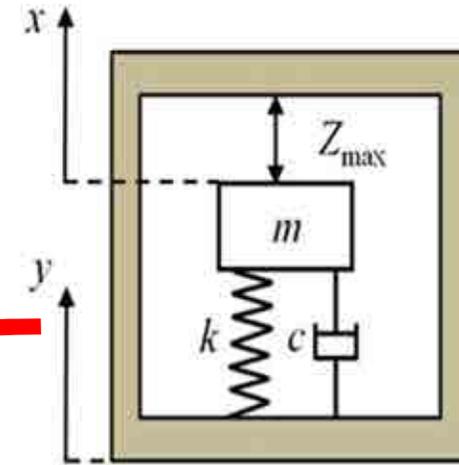
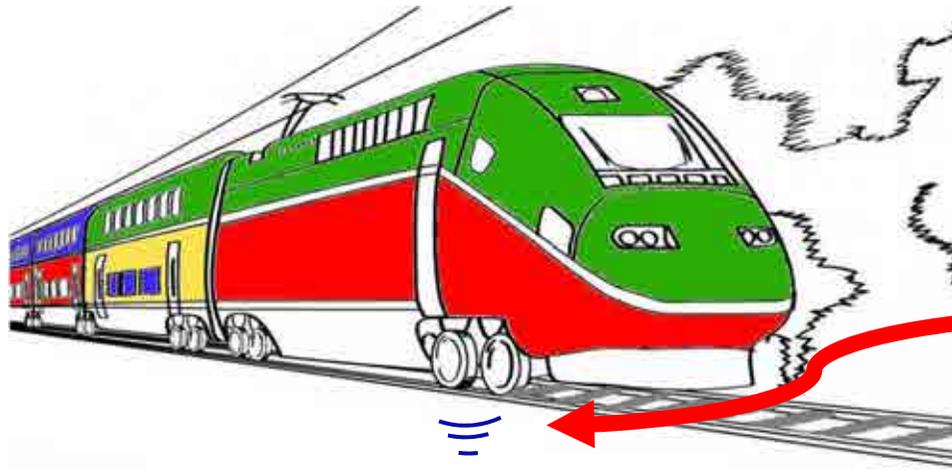
Recupero di energia dalle vibrazioni indotte da veicoli ferroviari

Gianluca Gatti

Università della Calabria

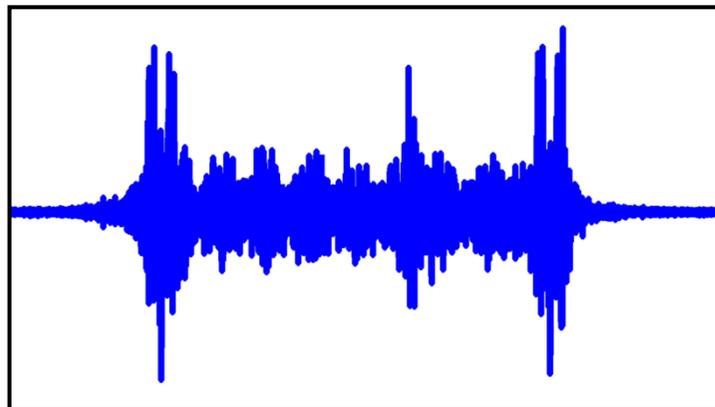


Obiettivo



Oscillatore 1GdL

Accelerazione



tempo



Quanta energia può essere potenzialmente recuperata

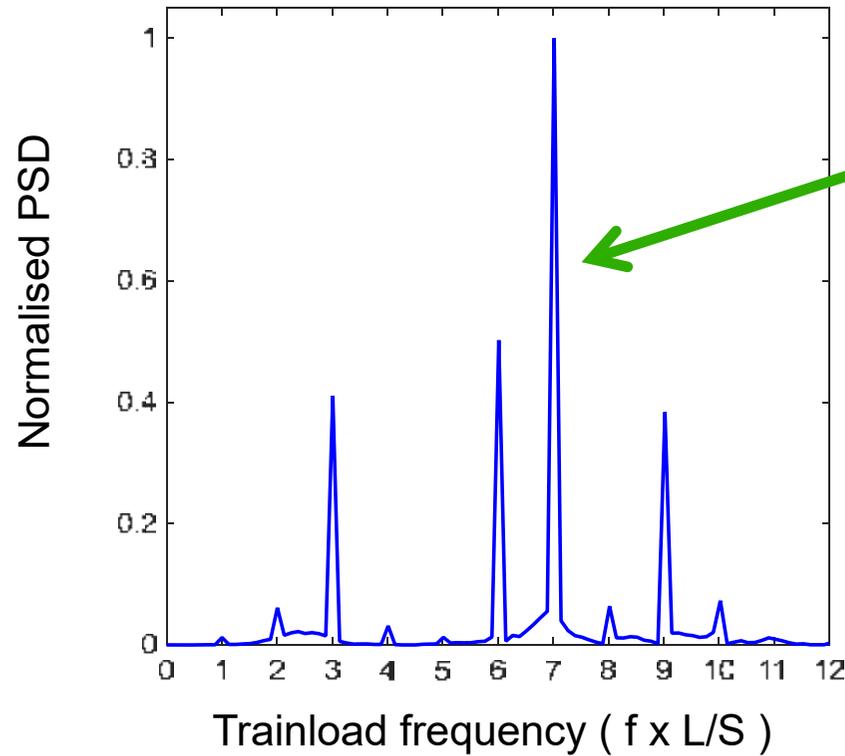
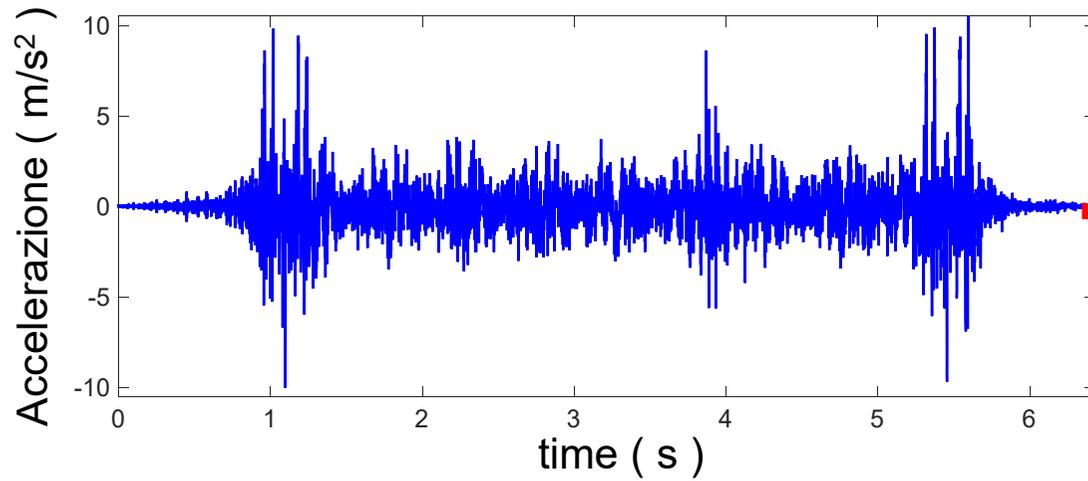
?

Motivazioni

Alimentazione di sensori per il monitoraggio strutturale e di dispositivi per la trasmissione dati

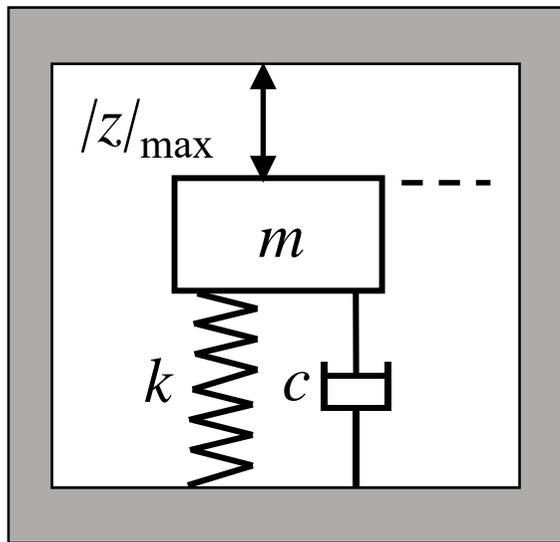


Vibrazione indotta

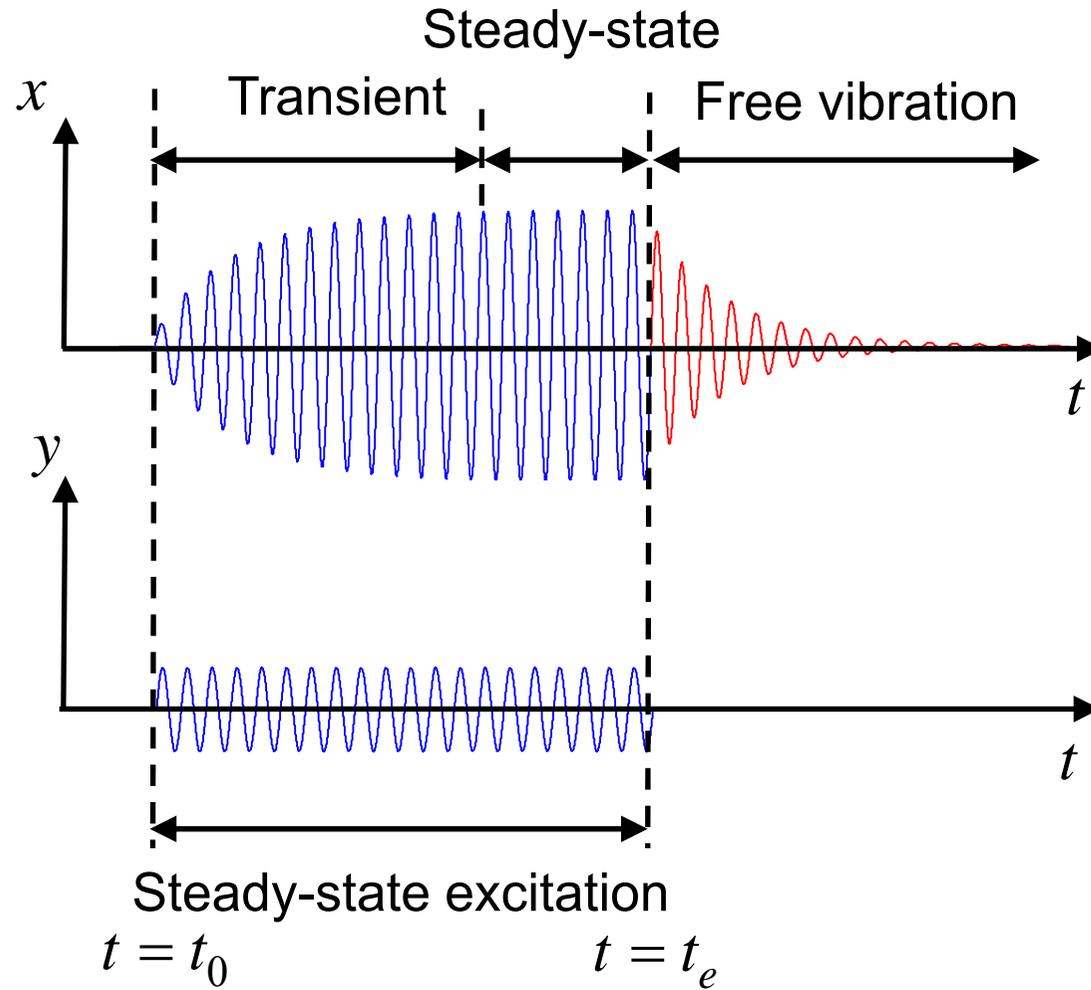


17 Hz

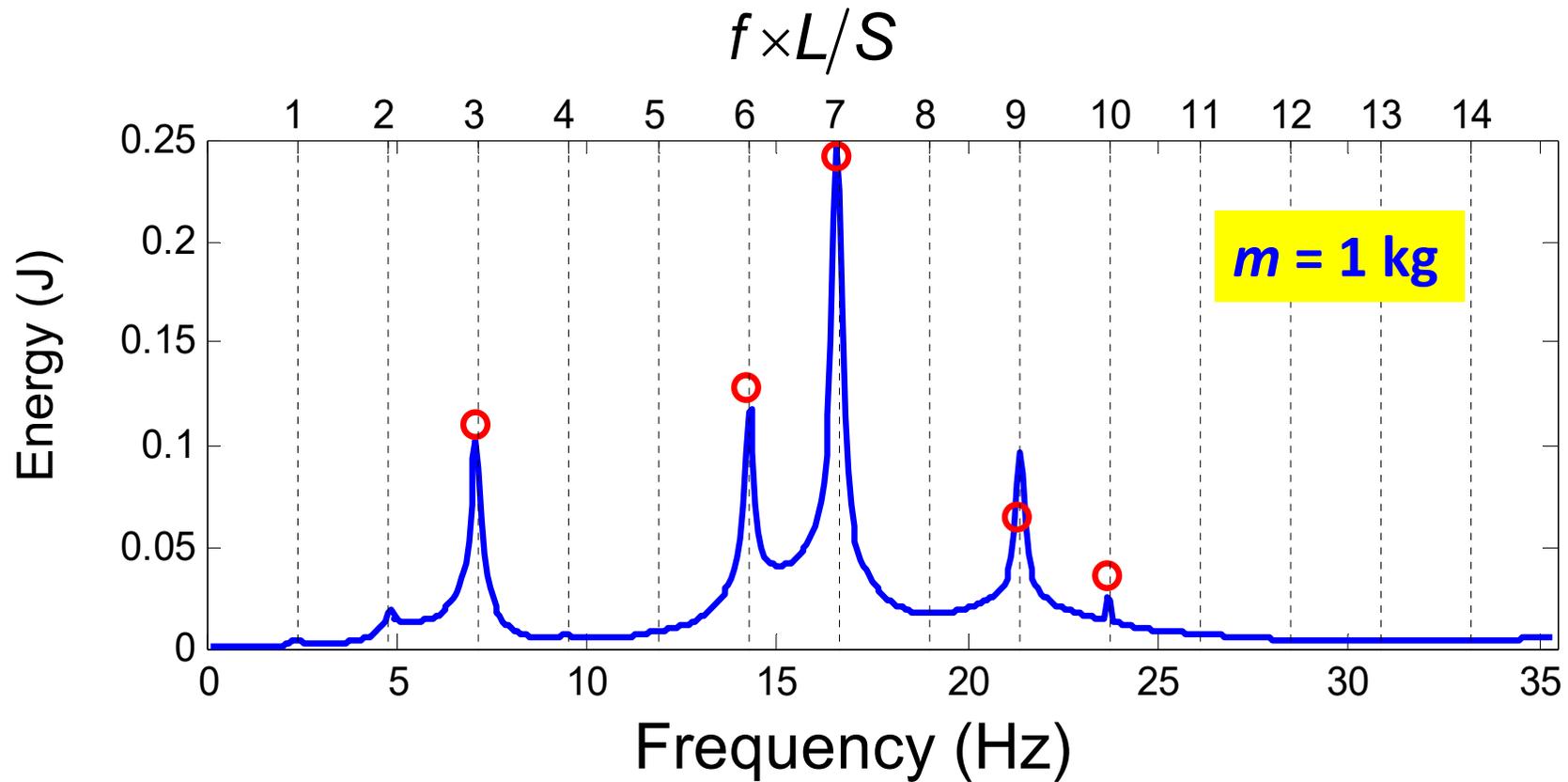
Energia recuperata in condizioni di eccitazione armonica limitata nel tempo



$$E = \int_0^{t_e} c \dot{z}^2 dt$$



Energia recuperata dal passaggio di un treno



— Numerical model based on experiment

○ Analytical model - single frequency excitation

Conclusioni

- Il transitorio nella risposta forzata è fondamentale ai fini dell'ottimizzazione dell'energia recuperata
- La derivazione di espressioni analitiche ha consentito lo sviluppo di una efficace strategia di ottimizzazione dei parametri

Gatti et al., Harvesting energy from the vibration of a passing train using a single-degree-of-freedom oscillator. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 66-67, 785–792, (2016)

The background is a dark blue gradient with faint, light blue technical diagrams and circular patterns. These include concentric circles, arcs, and lines, some with arrows indicating direction, resembling engineering or scientific schematics.

Problemi dinamici per metamateriali

Strutture pantografiche

Giorgio Ivan

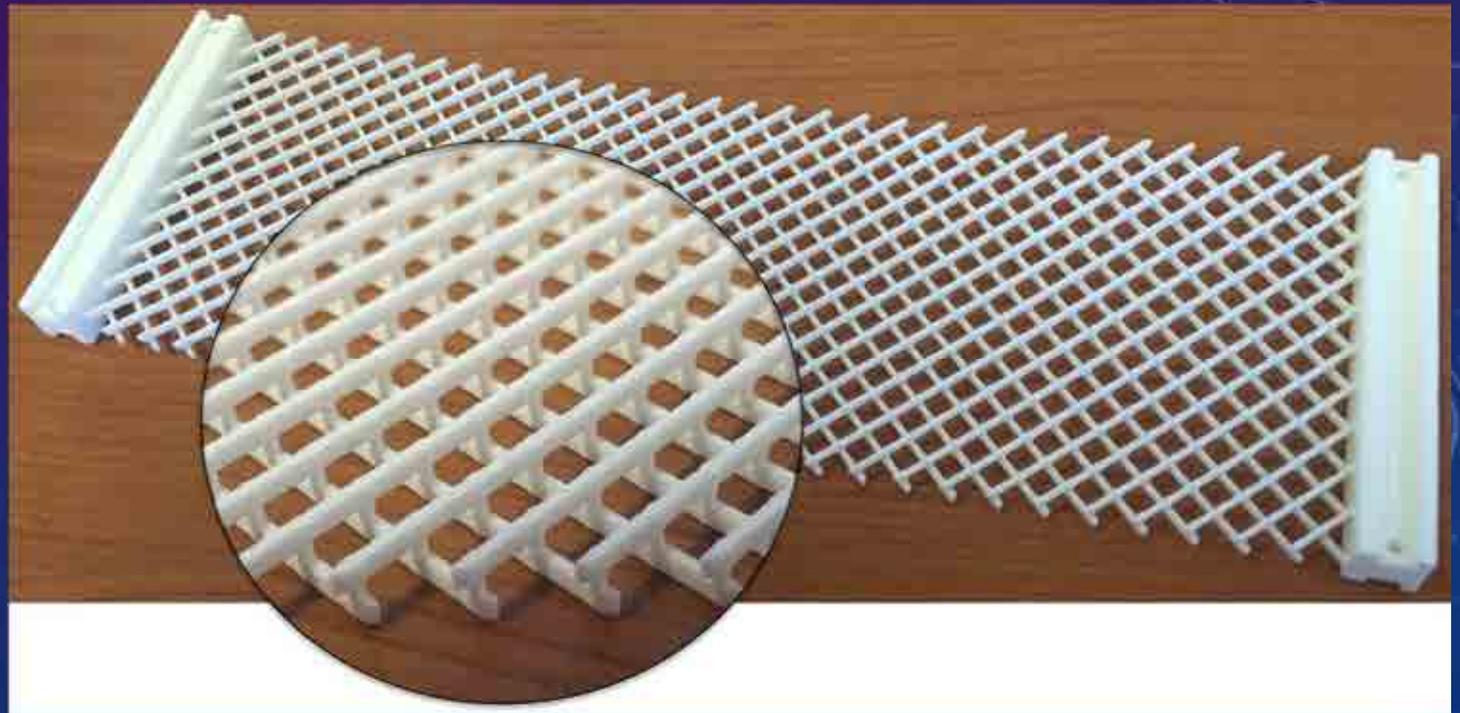
Sapienza Università di Roma

GMA – Napoli 21-22 luglio 2016

struttura pantografica

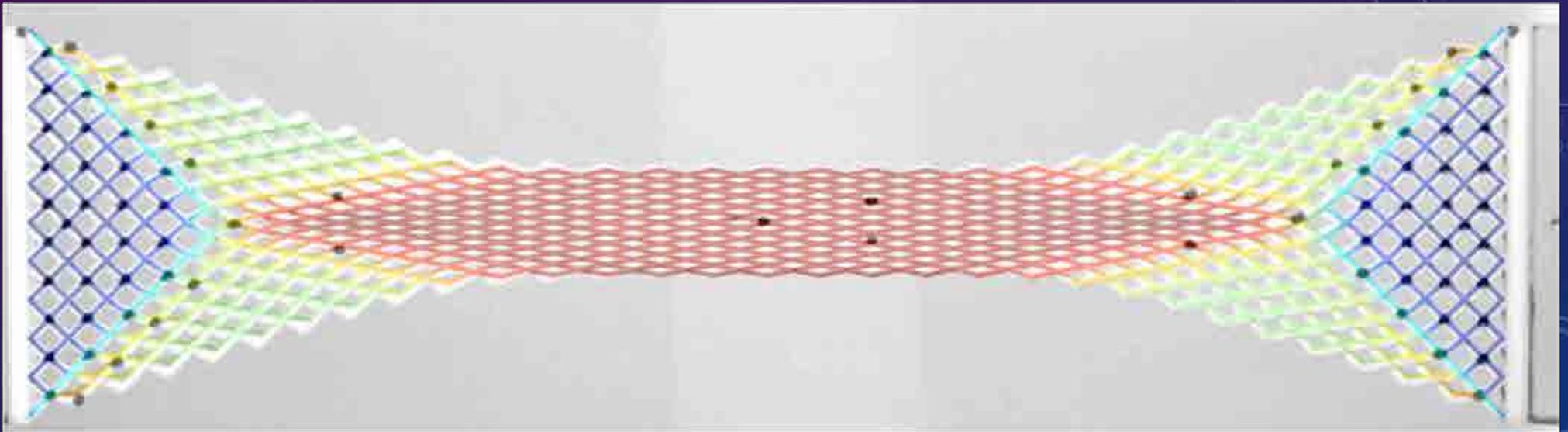
$$\mathcal{L}_M(\mathbf{u}, \varepsilon_\alpha, \kappa_\alpha, \gamma) = \frac{1}{2} \rho \dot{\mathbf{u}}^2 - \sum_\alpha \left(\frac{1}{2} K_I \varepsilon_\alpha^2 + \frac{1}{2} K_{II} \kappa_\alpha^2 \right) - \frac{1}{2} K_p \gamma^2$$

consideriamo una struttura costituita da due ordini di travi che formano un reticolo e interagiscono tramite perni interni.



Bias extension test

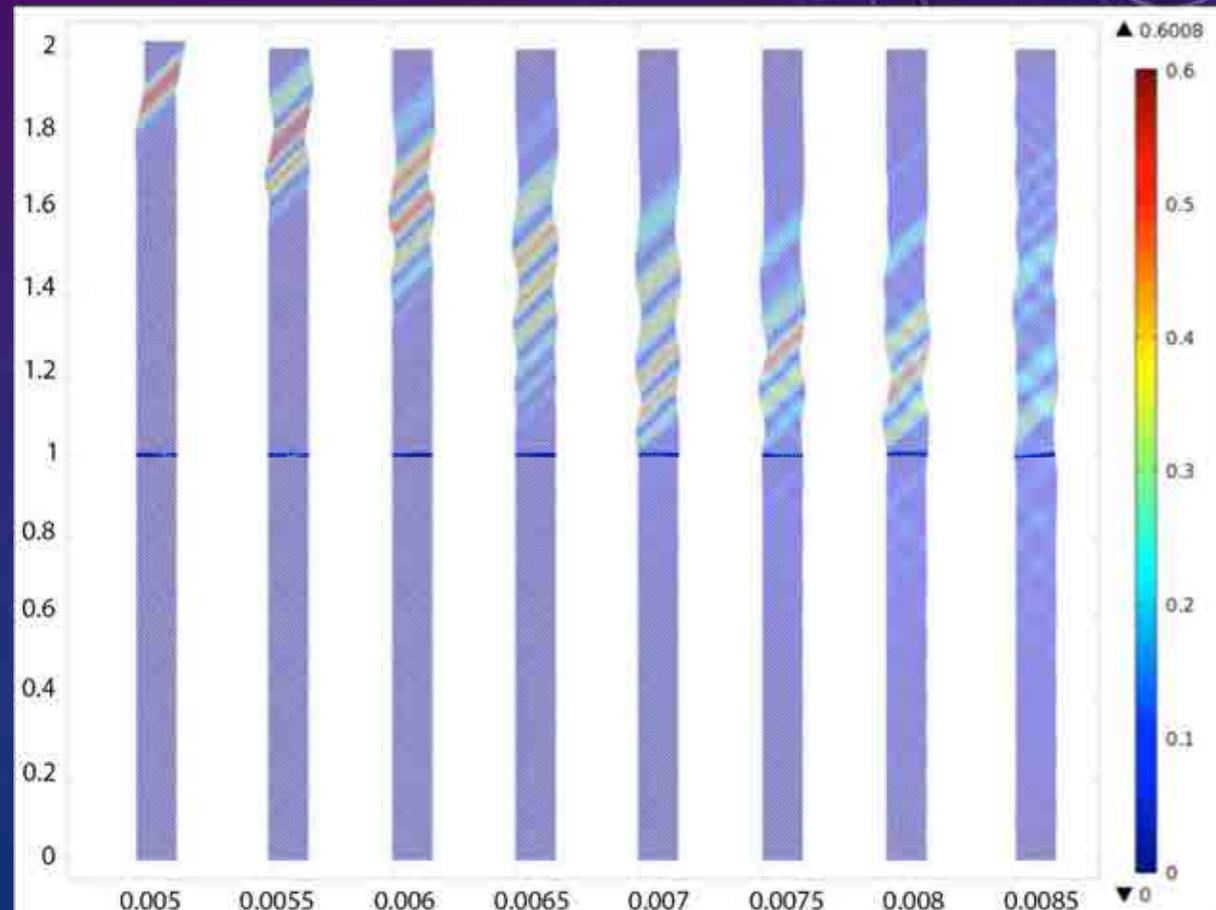
$$\mathcal{L}_M(\mathbf{u}, \varepsilon_\alpha, \kappa_\alpha, \gamma) = \frac{1}{2} \rho \dot{\mathbf{u}}^2 - \sum_\alpha \left(\frac{1}{2} K_I \varepsilon_\alpha^2 + \frac{1}{2} K_{II} \kappa_\alpha^2 \right) - \frac{1}{2} K_p \gamma^2$$



Confronto numerico sperimentale: I colori indicano la variazione angolare degli assi delle fibre rispetto alla configurazione iniziale indeformata.

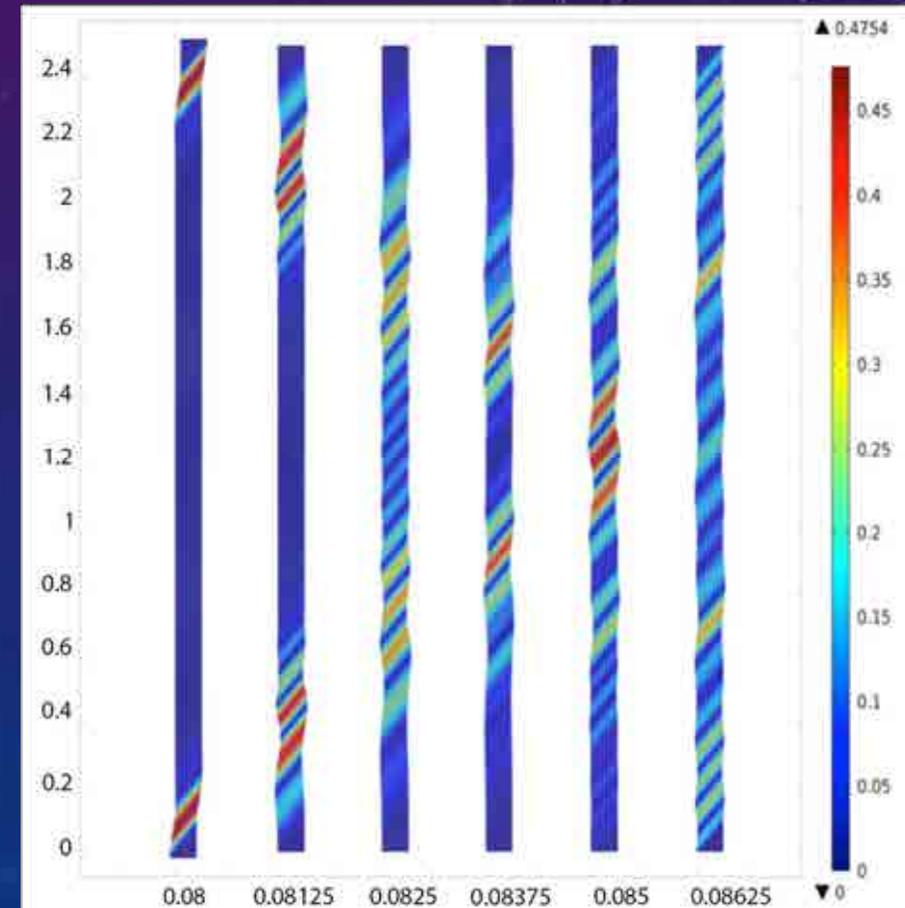
propagazione ondosa in due reticoli connessi

In questo caso, una perturbazione sullo spostamento è imposta parallelamente ad una delle due famiglie di travi. È interessante notare che l'energia del sistema rimane più o meno confinata nella metà superiore, e le onde praticamente non si propagano oltre la discontinuità, che si traduce quindi in un modello semplificato ma potenzialmente utile per filtri di onde nel tipo di struttura considerato.



Propagazione di due onde che viaggiano in direzioni opposte

Qui la perturbazione iniziale (parallela a una delle due famiglie di travi) è imposta su entrambi i lati superiore e inferiore. Appaiono due onde che viaggiano in direzioni opposte, e viene mostrata la loro interazione. Come si può vedere, la velocità di entrambi i fronti d'onda rimane più o meno invariata dopo il crossing over.



GMA

*Gruppo italiano di Meccanica Applicata
Napoli 21-22 luglio 2016 Università degli Studi di Napoli Federico II*



Università degli Studi di Perugia

Dipartimento di Ingegneria

Silvia Logozzo

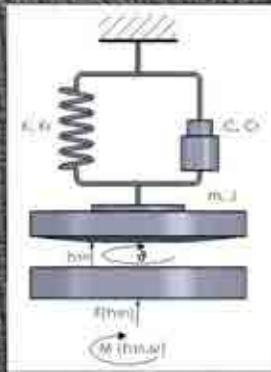


***Studio tribologico teorico-sperimentale di
componenti meccanici:
modelli teorici e nuove applicazioni digitali***



Tenute meccaniche frontali per applicazioni in ambito automotive

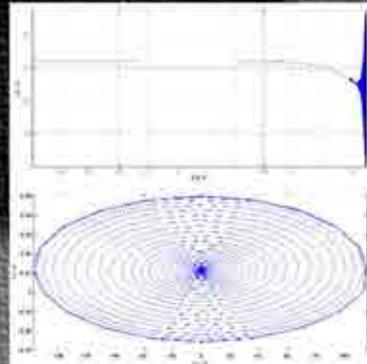
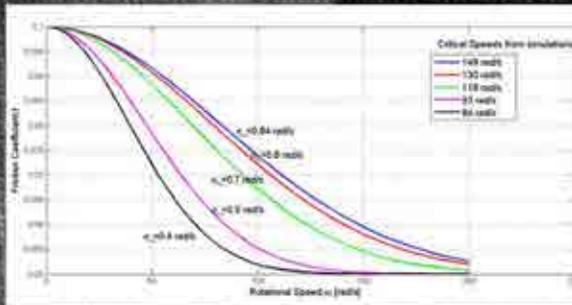
Modello tribo-dinamico



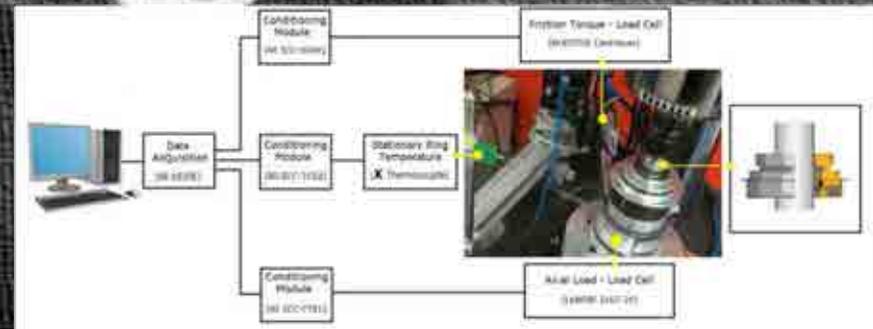
$$\begin{cases}
 mh_{1n} + Ch_{1n} + Kh_{1n} = \int_{r_1}^{r_2} 2\pi (p + p_c) r dr \\
 j\ddot{\theta} + C_t\dot{\theta} + K_t\theta = M_b + M_l = \\
 = \int_{r_1}^{r_2} 2\pi f(\omega) p_c r^2 dr + \int_{r_1}^{r_2} 2\pi \mu \omega \frac{r^3}{h_{1n} + n(r-r_1)} dr \\
 f(v_m) = f_d + (f_s - f_d) \frac{g(v_m |\bar{v}_m|, \sigma_{v_m})}{\max g(v_m |\bar{v}_m|, \sigma_{v_m})}
 \end{cases}$$

Perfezionamento ed ottimizzazione di un modello tribo-dinamico di tenute meccaniche per la previsione delle instabilità dinamiche dovute all'attrito

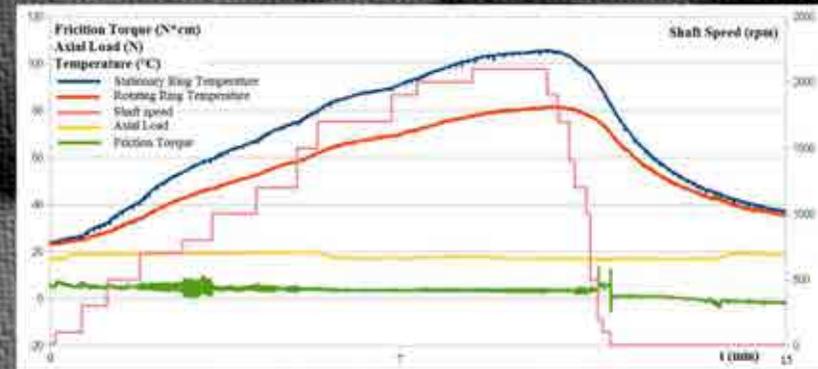
Parametri studiati: $m, J, K_t, \xi, \mu, f_d; K, \sigma_H, \sigma_\omega, S_c; \alpha$



Banco tribologico



Validazione dei risultati mediante confronto con misure ottenute da un banco tribologico dedicato

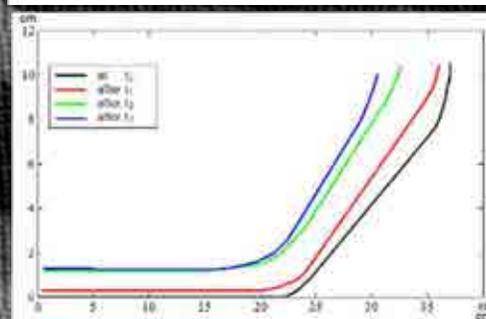
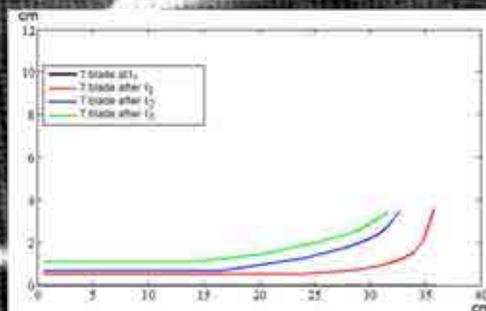
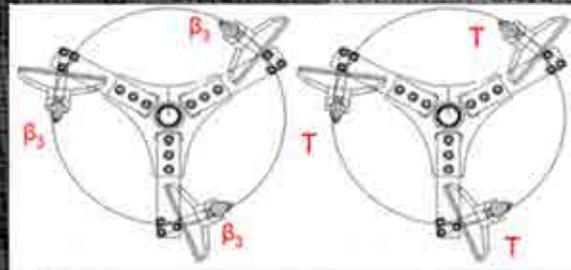
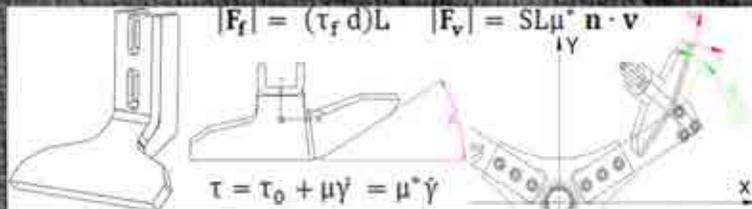




Mescolatori planetari di calcestruzzo

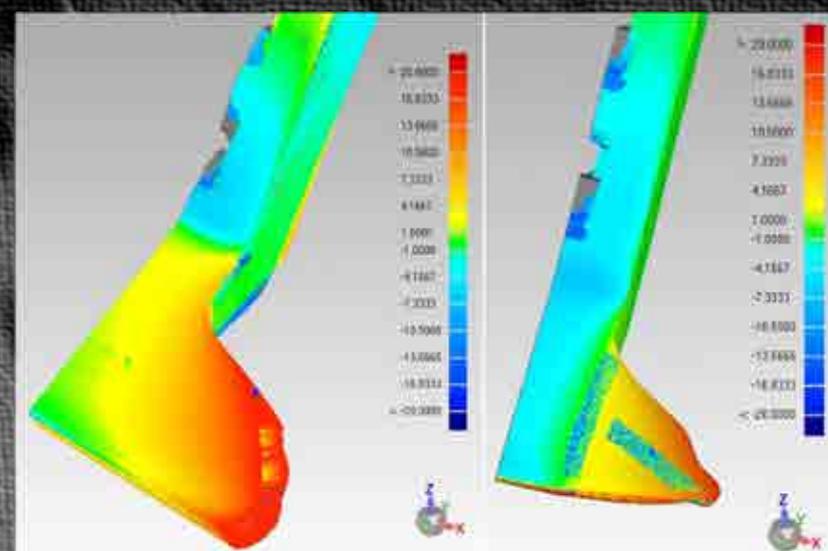
Progetto nuova pala

Validazione e studio dell'usura



Bent blade angle	Blade's total length (mm)				Blade's length percentage reduction after t ₃ (%)
	New	after 1st period t ₁	after 2nd period t ₂	after 3rd period t ₃	
β ₁	400	370	332	307	-23.3%
β ₂	400	385	360	336	-16.0%
β ₃	400	386	361	342	-14.5%

Mixed concrete volume (m ³)	"T" blades discharge time (s)	New shaped blades discharge time (s)
1.5	36	33

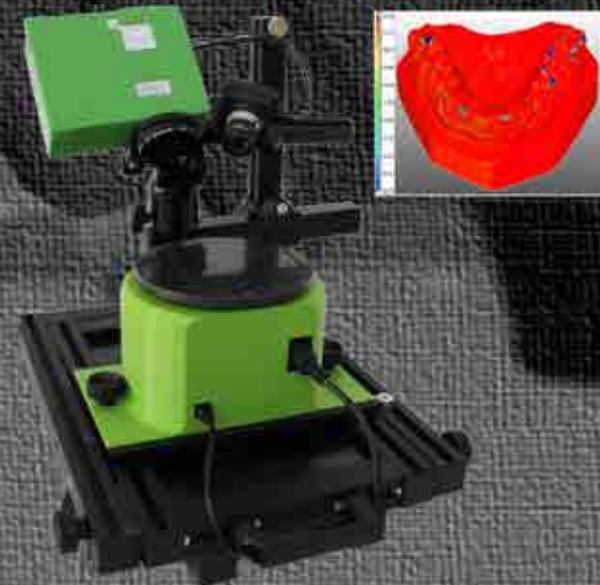
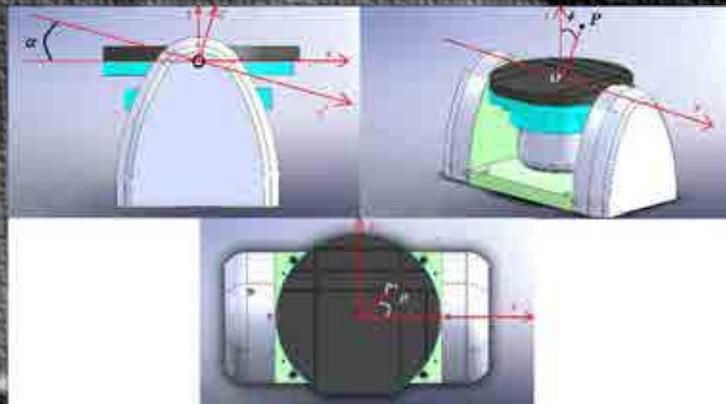
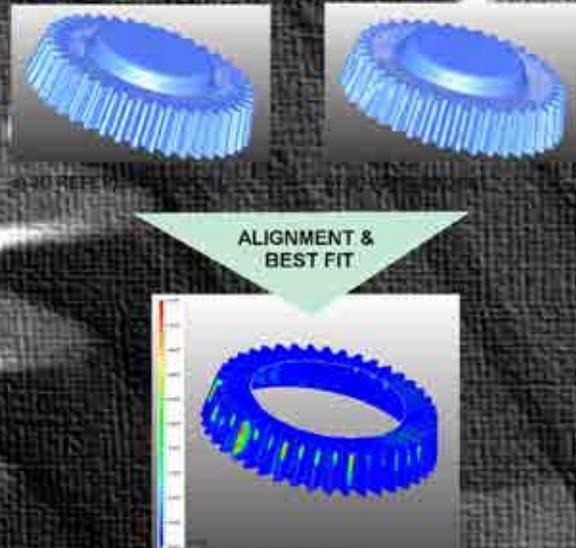
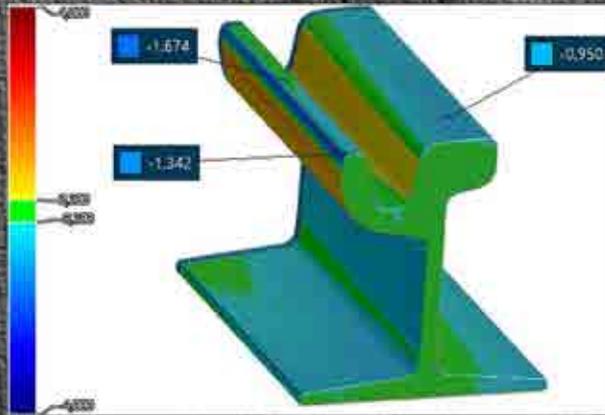




Strumenti di misura automatici 3D

Studio dell'usura in componenti meccanici

Nuovi strumenti di misura automatici 3D



GMA



Gruppo italiano di Meccanica Applicata
Napoli 21-22 luglio 2016 Università degli Studi di Napoli Federico II

**Studio tribologico teorico-sperimentale di componenti meccanici:
modelli teorici e nuove applicazioni digitali**



FOTOGRAFIA

MODELLO 3D

Grazie per l'attenzione



Laboratorio di Biomeccanica Funzionale

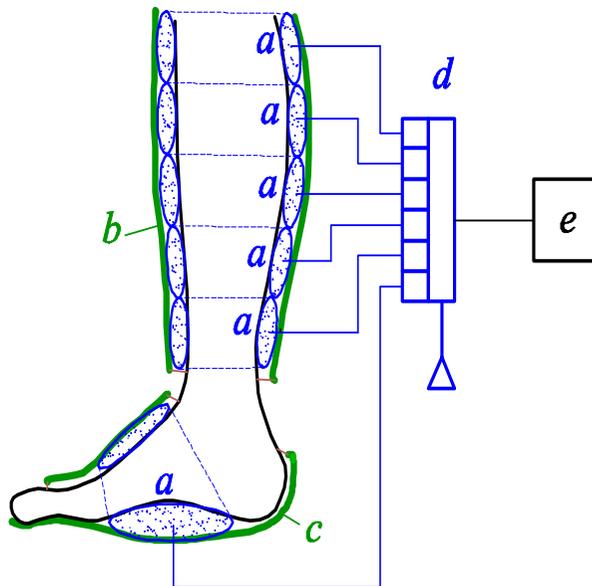
C. Ferraresi, D. Maffiolo, W. Franco

Dispositivi pneumatici intermittenti IPC (Intermittent Pneumatic Compression)

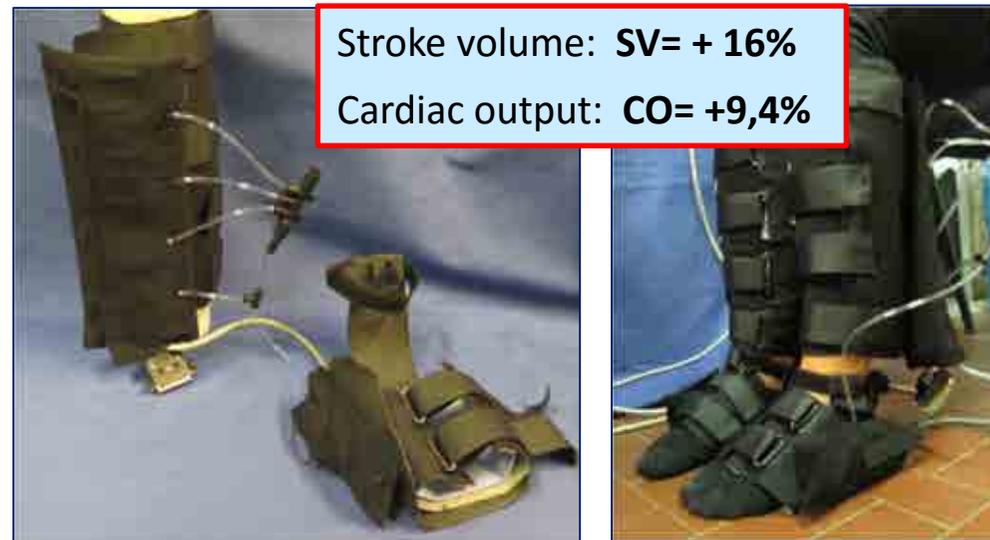
Migliorare il ritorno venoso al cuore in persone con ridotta mobilità mediante l'applicazione di IPC.

L'onda centripeta peristaltica influenza il ritorno venoso e vari parametri emodinamici

- Feedback di pressione nei manicotti
- Diverse logiche di controllo
- Gestione con scheda Arduino



- (a) manicotti gonfiabili
- (b, c) involucro
- (d) valvole
- (e) sistema di controllo

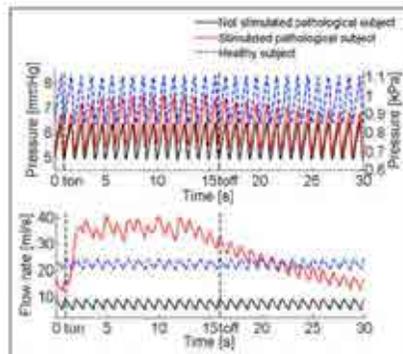
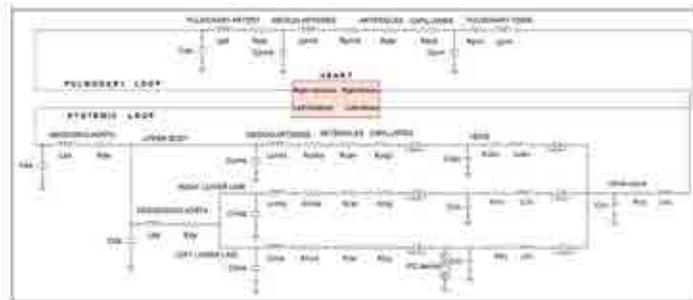


Collaborazioni: Laboratorio di medicina dello Sport,
Università di Cagliari

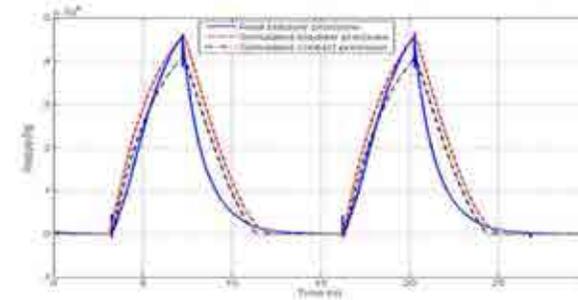
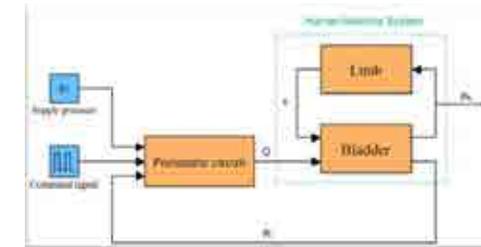
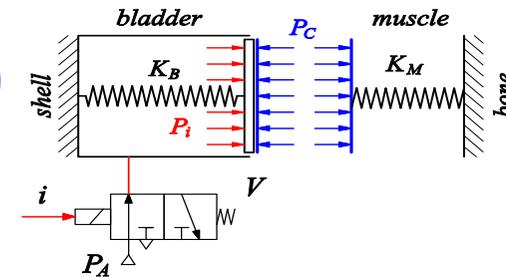
Dispositivi pneumatici intermittenti

Modelli numerici di simulazione uomo-macchina

a livello centrale
(sistema cardiocircolatorio)



a livello periferico
(contatto dispositivo-arto)



Collaborazioni: Prof. U. Morbiducci, DIMEAS, Politecnico di Torino
Prof. S. Roatta, Lab. Neuroscienze, Università di Torino

Ortesi articolate di caviglia HAFO (hinged ankle foot orthosis) con giunto flottante

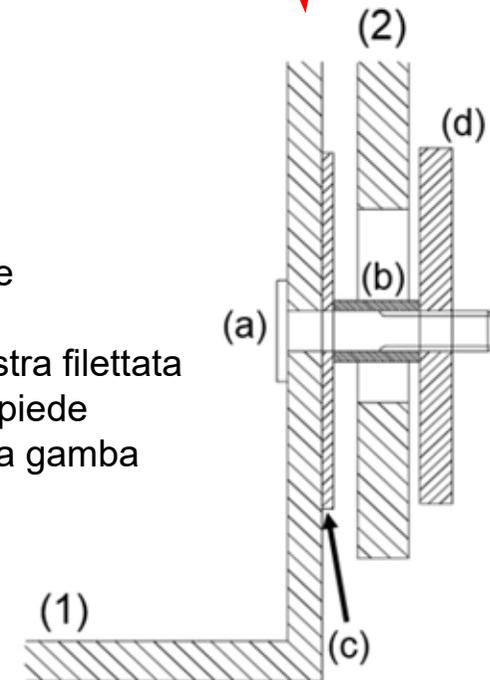


Realizzazione di una HAFO rispettosa delle caratteristiche cinematiche articolari individuali.



Ideazione di un **giunto con asse di rotazione flottante** ★

- (a) perno
- (b) distanziale
- (c) piastra
- (d) contropiastra filettata
- (1) scafo del piede
- (2) scafo della gamba



★ **Brevetto:** “Ortesi piede-caviglia articolata con asse di rotazione flottante”

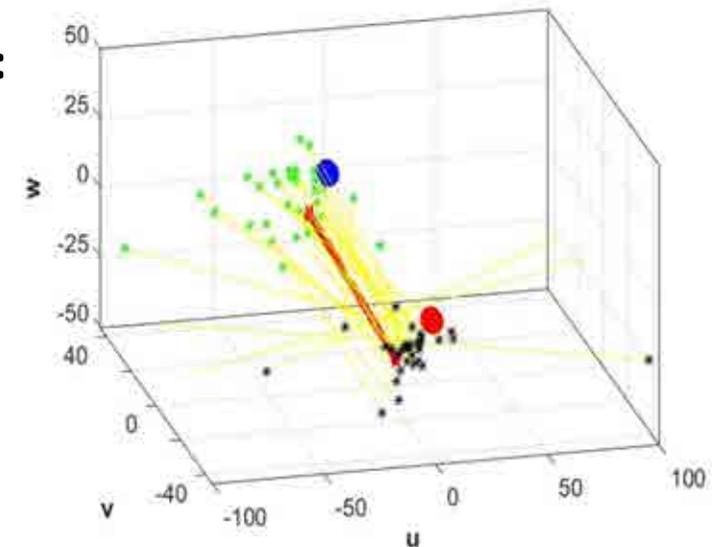
Ortesi articolate di caviglia HAFO (hinged ankle foot orthosis) con giunto flottante



Identificazione della cinematica articolare naturale del soggetto mediante stereofotogrammetria per definire le caratteristiche costruttive dell'ortesi

Definizione di protocolli di:

- metodo di analisi
- elaborazione dei dati.



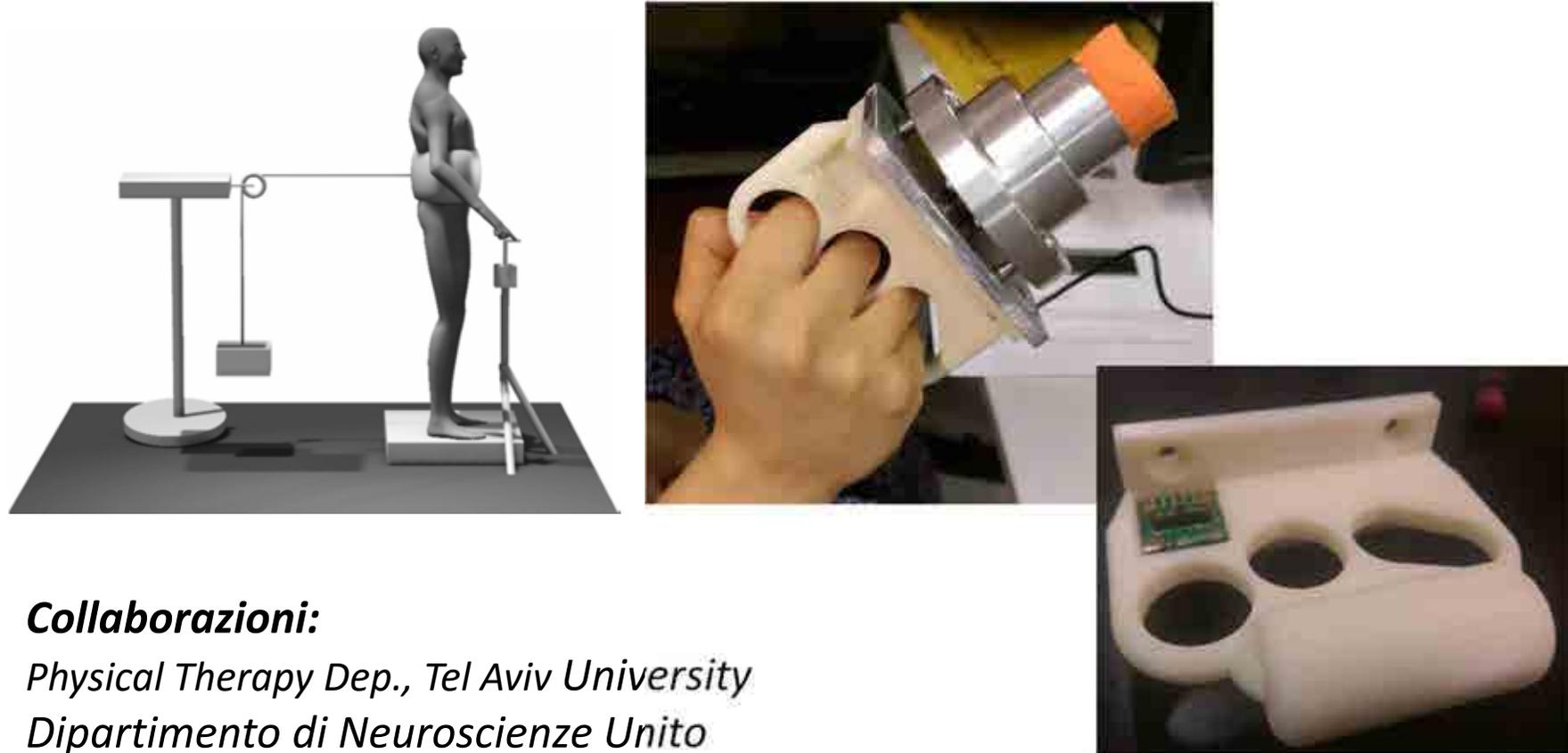
Valutazione degli **assi elicoidali istantanei** e dell'**asse elicoidale medio**

Collaborazioni: Prof. A. Leardini, Laboratorio di analisi del movimento, Istituto Ortopedico Rizzoli, Bologna

Sistemi attivi di perturbazione per l'analisi del controllo posturale



Progetto di **dispositivi attivi di perturbazione** strumentati e controllati, in grado di esercitare e misurare forze impulsive diverse in direzione e valore energetico, che rappresentino un disturbo, per il controllo posturale di un individuo.



Collaborazioni:

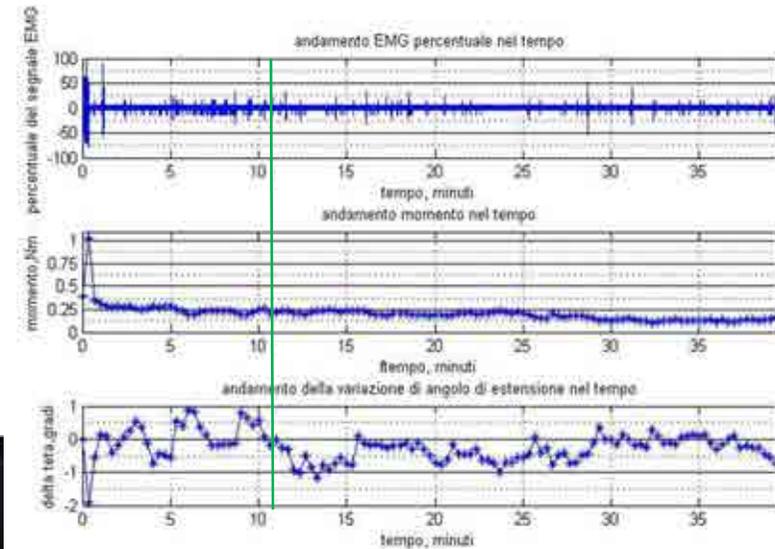
Physical Therapy Dep., Tel Aviv University
Dipartimento di Neuroscienze Unito

Ortesi statiche progressive strumentate per la riabilitazione del gomito



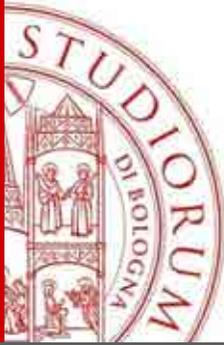
Obiettivo: valutazione **oggettiva** della condizione fisiologica e per la definizione di protocolli terapeutici

Grandezze misurate: **coppia articolare, angolo di flessione, attivazione muscolare**



Collaborazioni:

Unità di Riabilitazione della Mano, Policlinico di Modena



Compensazione passiva dei carichi gravitazionali in applicazioni robotiche

Alberto Martini, PhD

*DIN – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Alma Mater Studiorum – Università di Bologna*

alberto.martini6@unibo.it



Bilanciamento statico di meccanismi

- Meccanismo bilanciato staticamente: i motori non devono esercitare azioni per sostenere il peso delle parti mobili $\longleftrightarrow V_{tot} = \text{const}$
- Strategia essenziale per robot industriali *heavy duty*





Bilanciamento statico di meccanismi

- Meccanismo bilanciato staticamente: i motori non devono esercitare azioni per sostenere il peso delle parti mobili $\longleftrightarrow V_{tot} = \text{const}$
- Strategia essenziale per robot industriali *heavy duty*
- Efficace per robot paralleli:
 - *End effector* pesante
 - Dinamiche medio/basse
 - Lunghi periodi di sosta

Sistemi flessibili
feeding e fixturing



Robot chirurgia assistita



Simulatori di movimento



PKM per lavorazioni
meccaniche

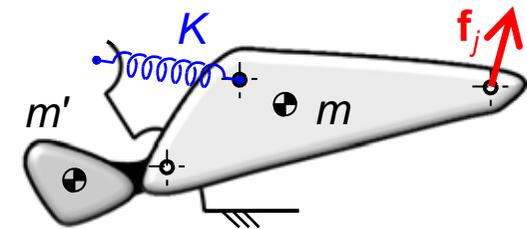




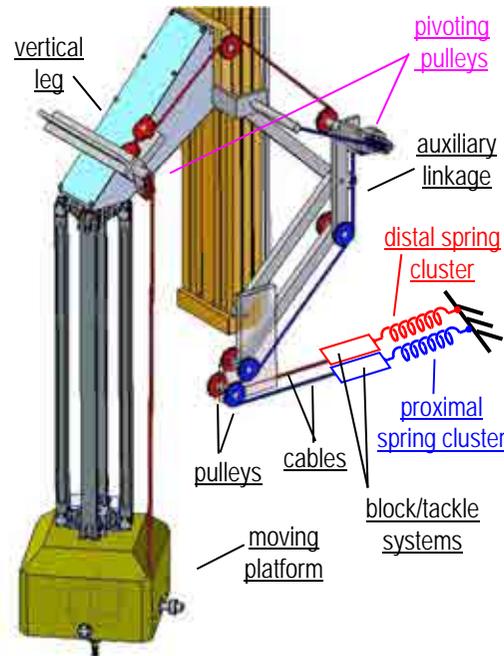
Bilanciamento di robot paralleli

- Sviluppo di soluzioni efficaci per compensazione carichi gravitazionali
 - Definizione di strategie basate su combinazioni di elementi passivi (es. *constant force generators*)
 - Ottimizzazione parametri bilanciamento in funzione di condizioni operative tipiche
 - Miglioramento prestazioni in termini di efficienza energetica e sicurezza

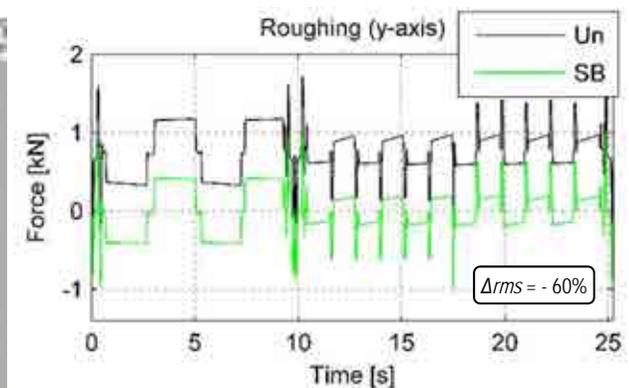
Generatore forza costante 1 DOF rotazione



$$V_{TOT} = V_m^{(g)} + V_{m'}^{(g)} + V_k^{(el)} + V_f^{(const)} = const$$



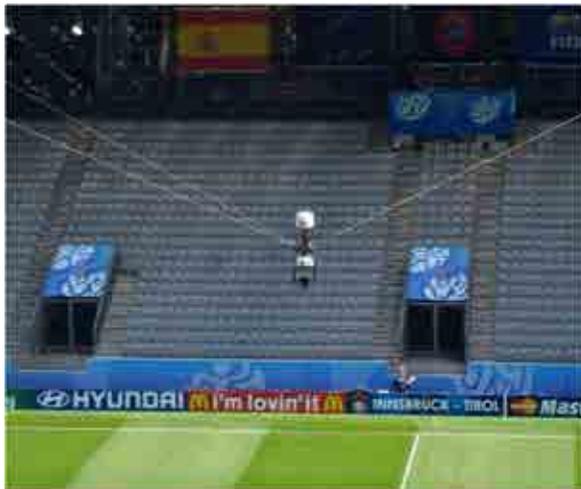
Bilanciamento PKM di tipo Linear-Delta





Altre potenziali applicazioni

- **Robot a cavi**
 - Necessità di mantenere cavi in tensione: elevata potenza installata anche per basso *payload* (bassa efficienza energetica)

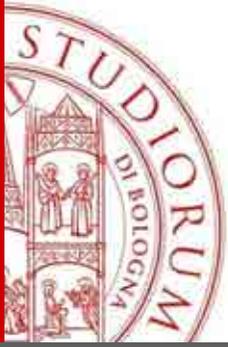




Altre potenziali applicazioni

- Esoscheletri per arti inferiori
 - Elevata incidenza carichi gravitazionali
 - Ridotta autonomia operativa (limite tecnologico accumulatori)
- Macchine camminanti autonome





Contatti: Alberto Martini, PhD

alberto.martini6@unibo.it

*DIN – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Alma Mater Studiorum – Università di Bologna*



Gruppo italiano di Meccanica Applicata

21-22 luglio 2016, Napoli,
Università degli Studi di Napoli Federico II

Simulazione numerica dell'usura in protesi articolari

Lorenza Mattei
Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale
Università di Pisa

Scopo dell'attività di ricerca



Protesi di anca



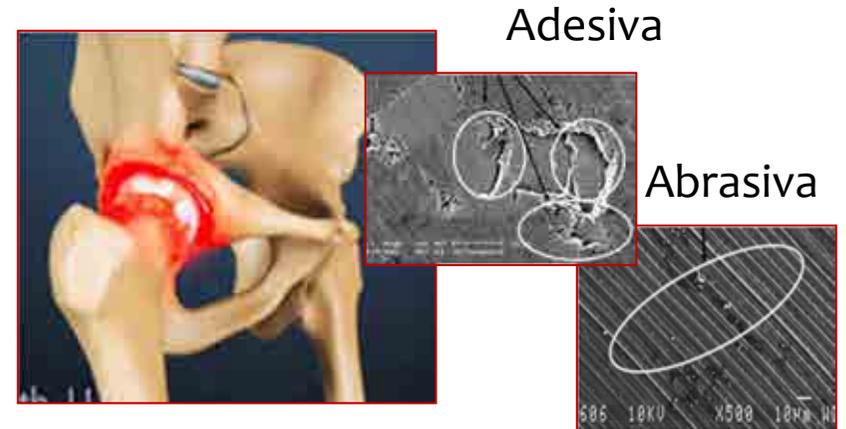
Metallo-Plastica

Metallo-Metallo (MoM)

Protesi di spalla

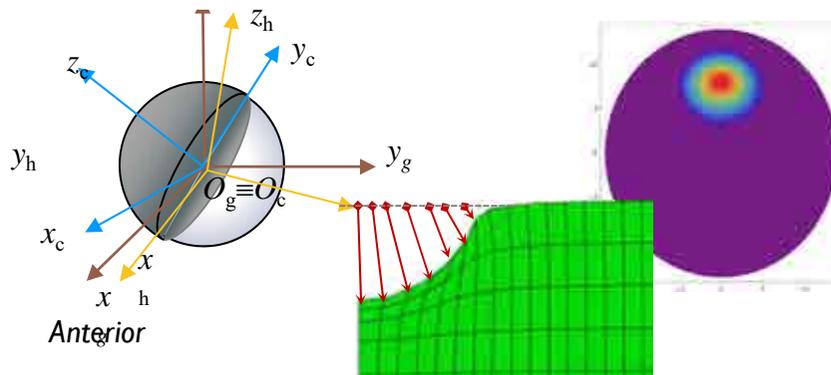


Metallo-Plastica (MoP)



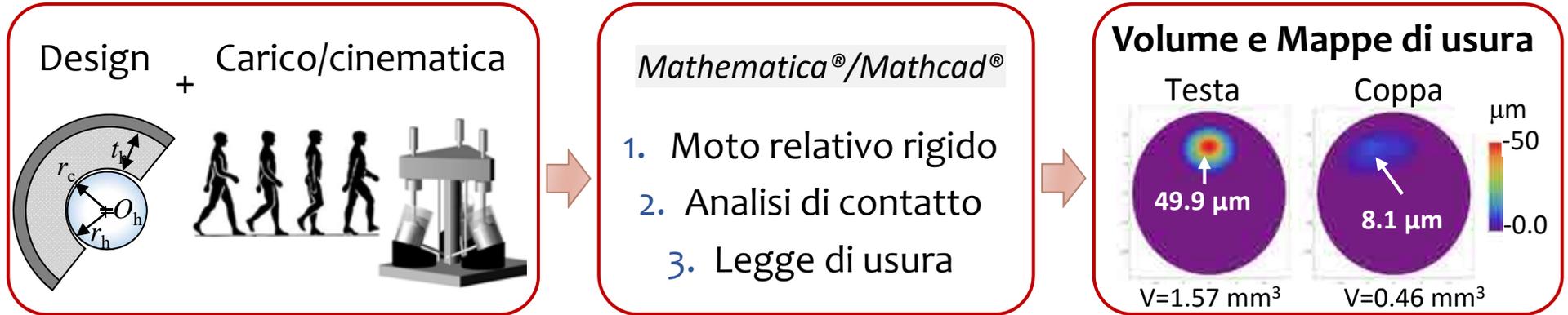
USURA → **Processo infiammatorio** → **Fallimento impianto**

Sviluppo di modelli predittivi di usura: simulazione & riduzione usura



- ✓ Simulazioni rapide di milioni di cicli di usura
- ✓ Simulazioni delle condizioni reali del sistema

Modelli di usura analitici

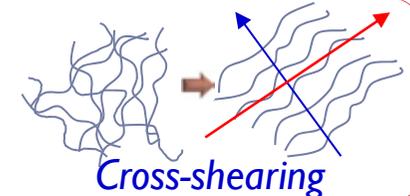


- Aspetti critici:**
1. Design/condizioni da simulare
 2. Legge di usura/ coefficiente di usura k



MoP

Confronto leggi di usura e coefficiente di usura k per MoP



MoM

Nuovo approccio per la stima di k con entrambi i corpi usurabili

$$k_{\text{testa}} \neq k_{\text{coppa}}$$

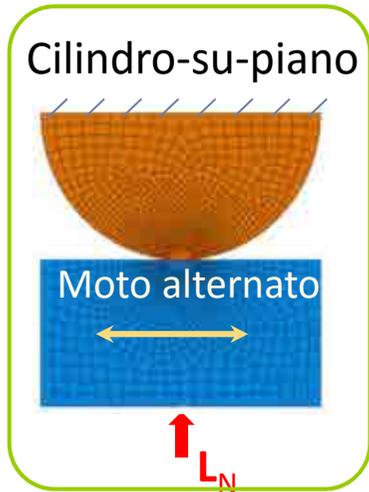


MoP

Nuovo approccio per la stima di k specifici per protesi di spalla

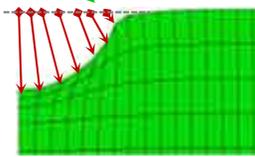
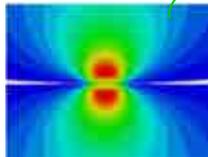
$$k_{\text{spalla}} \neq k_{\text{anca}}$$

Modelli di usura ad elementi finiti



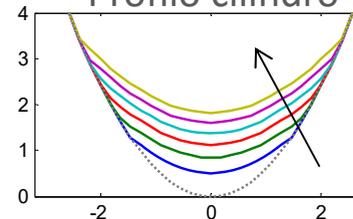
Abaqus® + UMESHMOTION

Legge di Archard

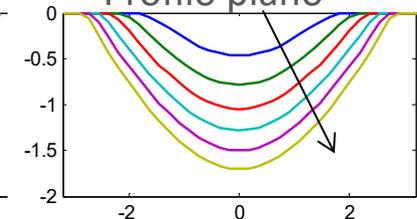


Evoluzione dei profili usurati

Profilo cilindro

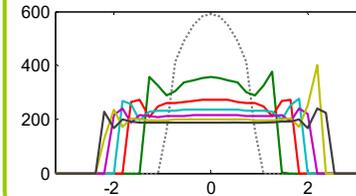


Profilo piano

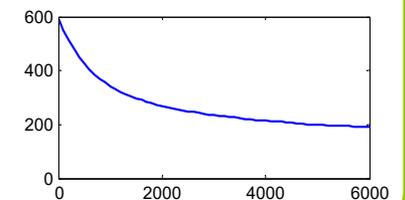


Evoluzione della pressione di contatto

Pressione

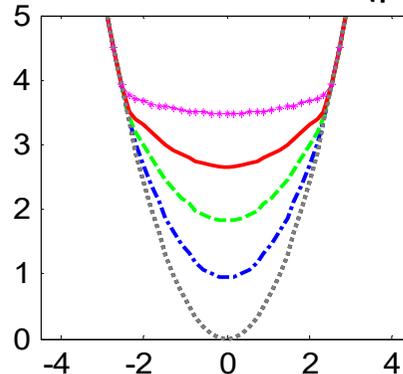


Pressione max

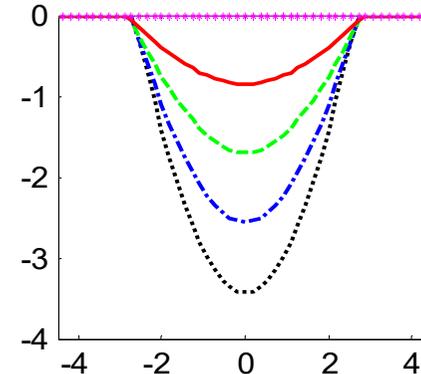


Effetto di ripartizione dell'usura tra due corpi entrambi usurabili

Profilo cilindro (μm)



Profilo piano (μm)

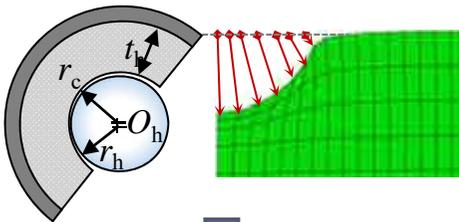


- Solo piano
- - - $\alpha = 0.25$
- - - $\alpha = 0.5$
- $\alpha = 0.75$
- Solo cilindro

Validazione sperimentale dei modelli



Modelli numerici di usura

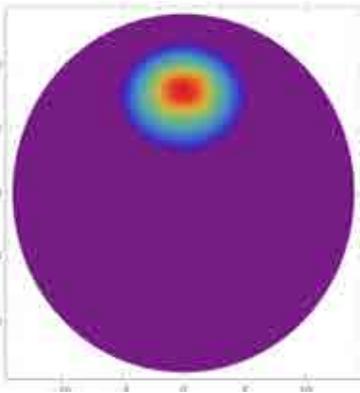


Test di usura



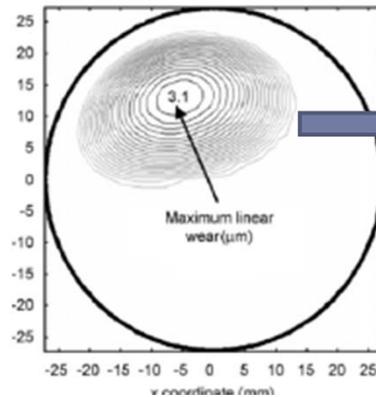
Misura di mappe di usura con macchina di misura a coordinate (in corso)

Mappa di usura numerica



Vs

Mappa di usura sperimentale



Validazione modelli di usura



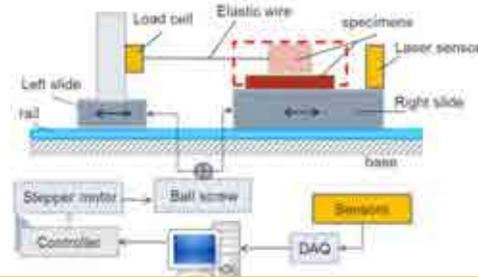
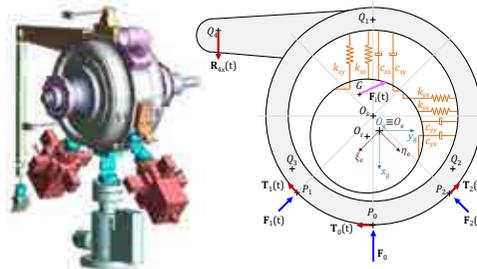
Altre attività di ricerca...

Analisi modale numerico-sperimentale di alzacristalli elettrici



Monitoraggio processo di guarigione dell'osso fratturato: analisi frequenze di risonanza

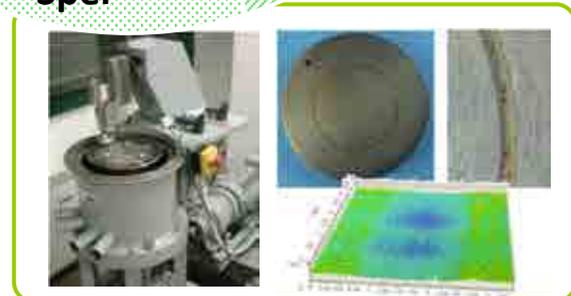
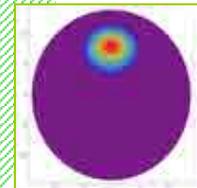
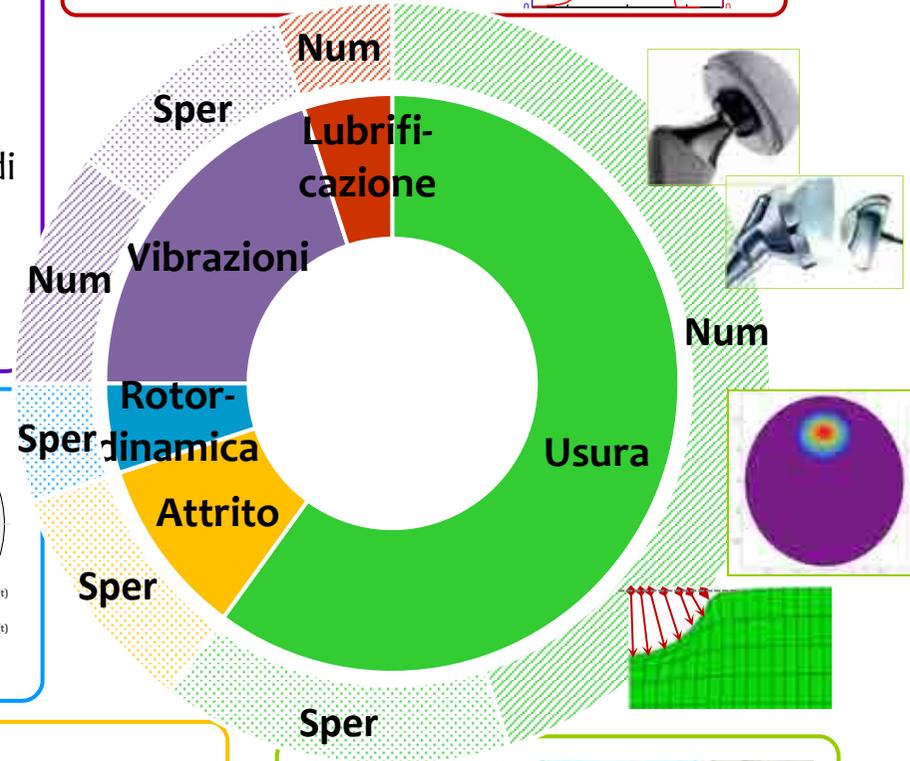
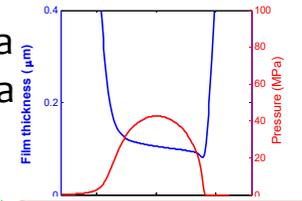
Modello dinamico di un banco di prova per identificazione dei coefficienti rotordinamici



Progettazione e sviluppo attrezzatura per misure di attrito statico e dinamico



Modellazione numerica EHL per protesi di anca hard-on-hard





Gruppo italiano di Meccanica Applicata

21-22 luglio 2016, Napoli,
Università degli Studi di Napoli Federico II

Grazie per l'attenzione!

Lorenza Mattei

Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale

Università di Pisa



Metodi per la caratterizzazione meccanica e fisica di un corpo orbitante nello spazio ai fini della rimozione dei detriti spaziali

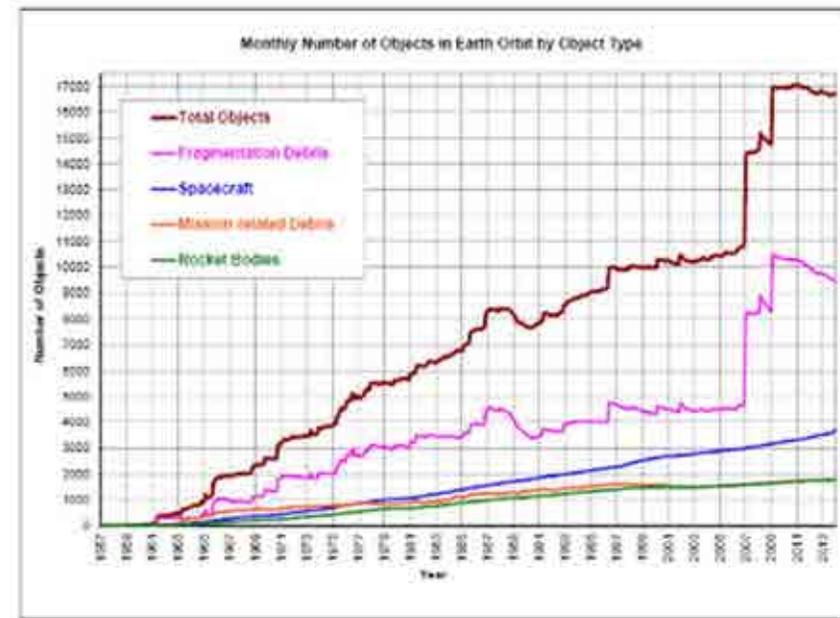
Stefano Mauro
Politecnico di Torino

Ricerca condotta in collaborazione con
Gabriele Biondi, Tharek Mohtar, Stefano Pastorelli, Massimo Sorli

Napoli, 21/7/2016

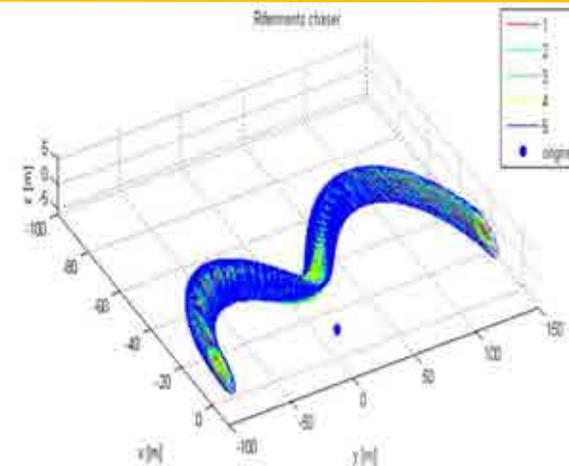
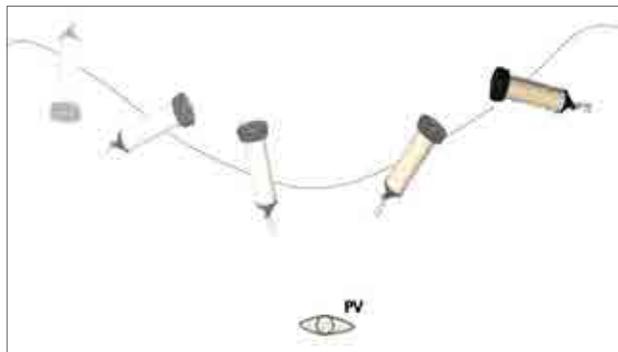
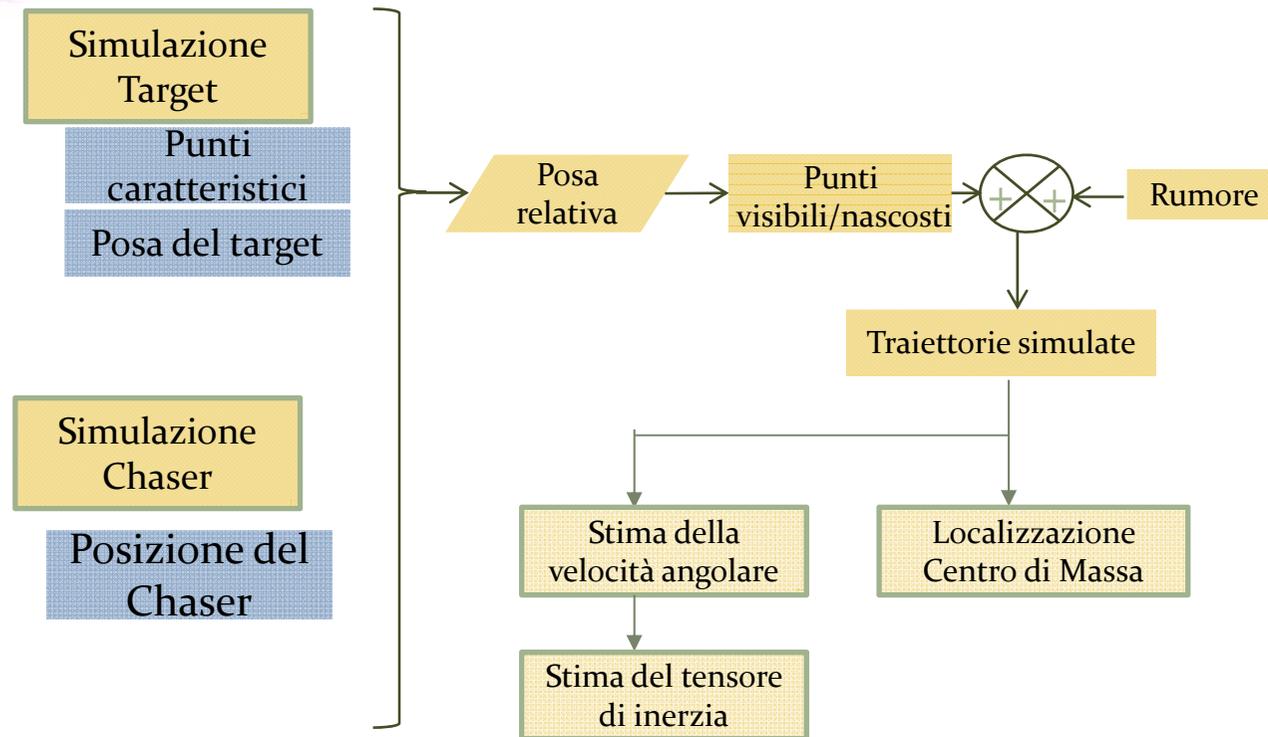
Perché e come rimuovere i rifiuti spaziali

- Numerosi satelliti a fine vita occupano le più importanti LEOs
- Le possibilità di collisioni tra oggetti di grandi dimensioni aumentano con il tempo

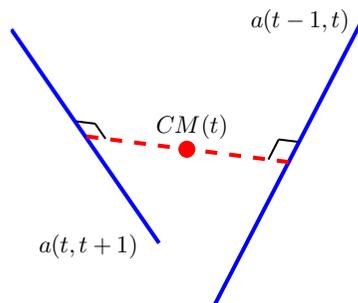
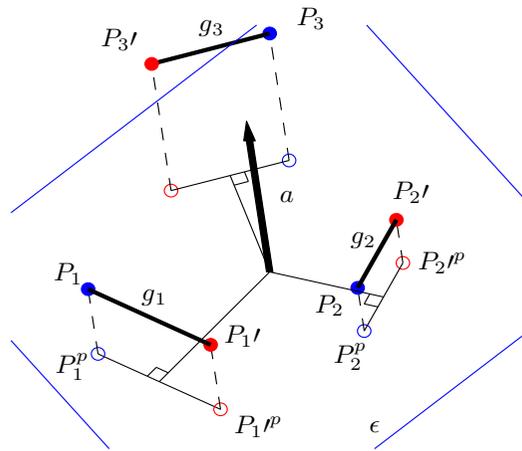


- La rimozione deve avvenire mediante la cattura del detrito
- E' necessario identificare il moto del corpo e stimare le azioni dinamiche risultanti dalla cattura
- E' necessario quindi disporre di una stima della velocità angolare e della distribuzione di massa del detrito
- L'identificazione deve basarsi su dati da sensori remoti (telecamere)

Costruzione di set di dati tramite un simulatore



Stima del CdM : metodo puramente cinematico



- Un corpo privo di azioni esterne e vincoli ruota intorno il suo centro di massa
- Nel moto piano, il polo di una rotazione finita è ottenibile con la regola di Reuleaux
- Un estensione 3D è applicata per determinare un asse di rotazione
- Se la traslazione del corpo non è significativa, due assi possono essere *pseudo-intersecati* per rivelare il CoM

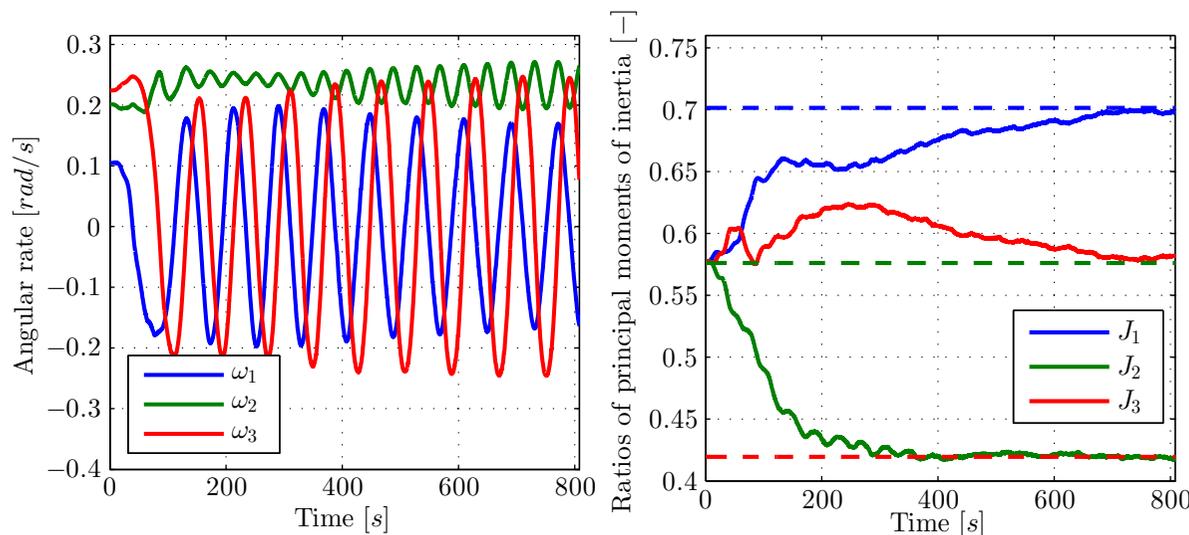
Stima della dinamica di rotazione

EQUAZIONI DI STATO

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} {}^b\vec{\omega} \\ {}^b\vec{q} \\ I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} {}^bI^{-1} [{}^b\vec{\omega} \times ({}^bI {}^b\vec{\omega})] \\ \frac{1}{2} \Omega({}^b\vec{\omega}) {}^b\vec{q} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \vec{\eta}_Q$$

- La dinamica non lineare del corpo è osservata mediante filtri di Kalman
- Misure grezze di assetto sono state ricavate dalla posizione dei punti caratteristici
- Le misure grezze sono state pre-processate mediante tecniche di *compressive sampling*

RISULTATI



- Velocità angolari e rapporti tra i momenti principali d'inerzia sono ottenuti in uscita



ETR1000 – Sistema diagnostico per l'infrastruttura ferroviaria

Laura Mazzola

Dipartimento di Meccanica

Politecnico di Milano

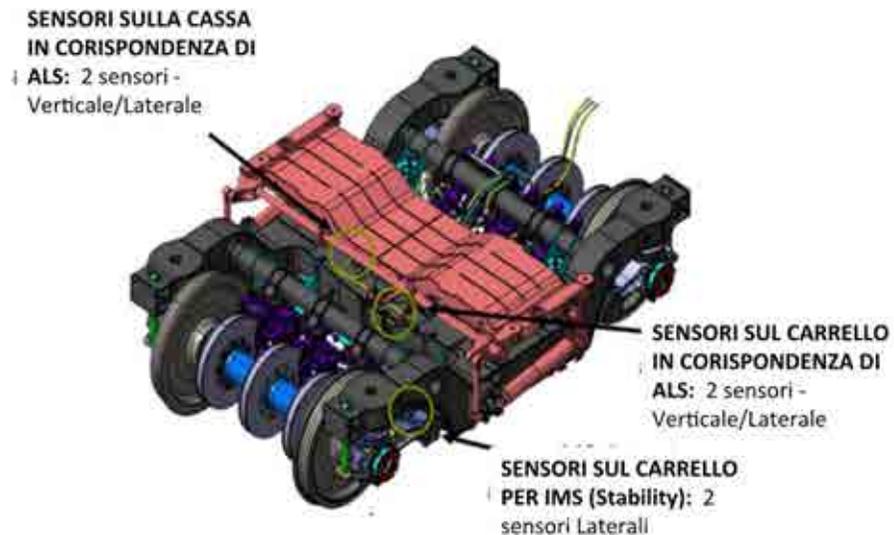
Ambiti di ricerca (2015 – 2016)

VEICOLI FERROVIARI

1. Omologazione ETR1000
2. Progetto JRC E464
3. Progetto JRC ETR1000 - Progettazione e sperimentazione ammortizzatori verticali secondari innovativi per il miglioramento del Comfort del Veicolo
4. Progetto JRC ETR1000 - diagnostica per l'infrastruttura ferroviaria
5. Progetto Vigilante Innovativo

Ambito di ricerca Ferroviario

Progetto JRC ETR1000 - diagnostica per l'infrastruttura ferroviaria



- progettazione e realizzazione di un sistema diagnostico innovativo per l'infrastruttura da implementare sulla flotta del treno AV ETR1000
- sensori già installati a bordo treno
- tempestivo intervento nel caso di condizioni anomale
- una adeguata programmazione della manutenzione volta all'incremento della sostenibilità del sistema ferroviario

Ambito di ricerca Ferroviario

DATABASE Tradizionale

- Misura diretta dell'irregolarità
- Numero di rilievi ridotto nell'anno
- Lunghezza d'onda dei difetti limitata
- Indipendente dalla velocità commercial della linea

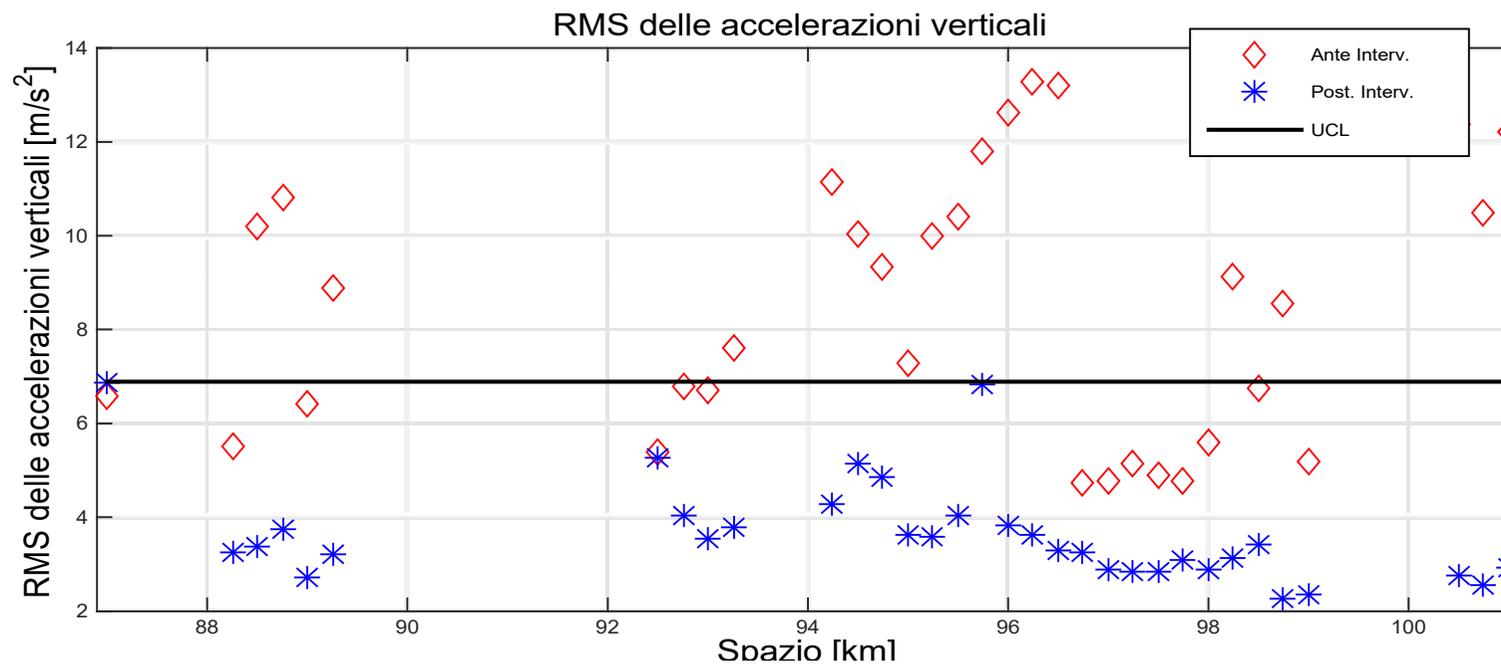
DATABASE Innovativo

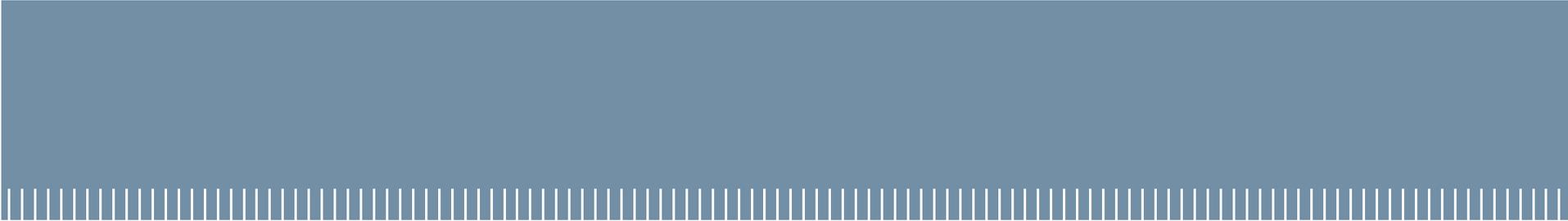
- Misura indiretta dell'irregolarità
- Più rilievi giornalieri
- Lunghezza d'onda dei difetti illimitata
- Dipendente dalla velocità commerciale

Manutenzione Ottimizzata

Ambito di ricerca Ferroviario

- Carta di controllo delle accelerazioni verticali carrello
- Identificazione del limite di riferimento non sostitutivo del limite di intervento
- Confronto tra rilievi successivi





Grazie dell'attenzione



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIEF
Dipartimento di
Ingegneria Industriale

GMA 2016 – Napoli 21-22 / 7 / 2016

Sistemi ferroviari innovativi



Dipartimento di Ingegneria Industriale

Università di Firenze

Sezione di Meccanica Applicata

Prof. B. Allotta, Dr. A. Rindi, Dr. E. Meli, Dr. A. Ridolfi



Dinamica di marcia

Temi di ricerca

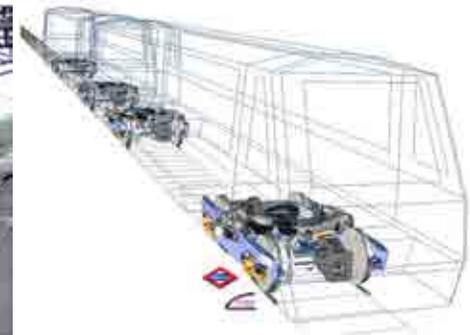
- Ottimizzazione dinamica di marcia
- Comfort
- Sicurezza

Progetti di ricerca



Convenzioni di ricerca

- Metro Lima
- Metro Milano
- Metro Copenhagen



Research Project: Techniques and tools for enhancing environmental sustainability of rail transport systems (TESYS RAIL).

National Project funded by the Italian Ministry of Education, Universities and Research (MIUR) (total funding: 10.8M€).

M. Malvezzi, E. Meli, S. Papini, L. Pugi, M. Rinchi, A. Rindi. A railway vehicle multibody model for real – time applications. *Vehicle System Dynamics*, 46, 12, pp. 1083 – 1105, 2008.

M. Ignesti, A. Innocenti, L. Marini, E. Meli, A. Rindi. A numerical procedure for the wheel profile optimisation on railway vehicles. *Journal of Engineering Tribology*, 228, 2, pp. 206 – 222, 2014.



Interazione ruota-rotaia

Temi di ricerca

- Ottimizzazione del contatto ruota-rotaia
- Aderenza degradata
- Usura

Progetti di ricerca



REGIONE
TOSCANA

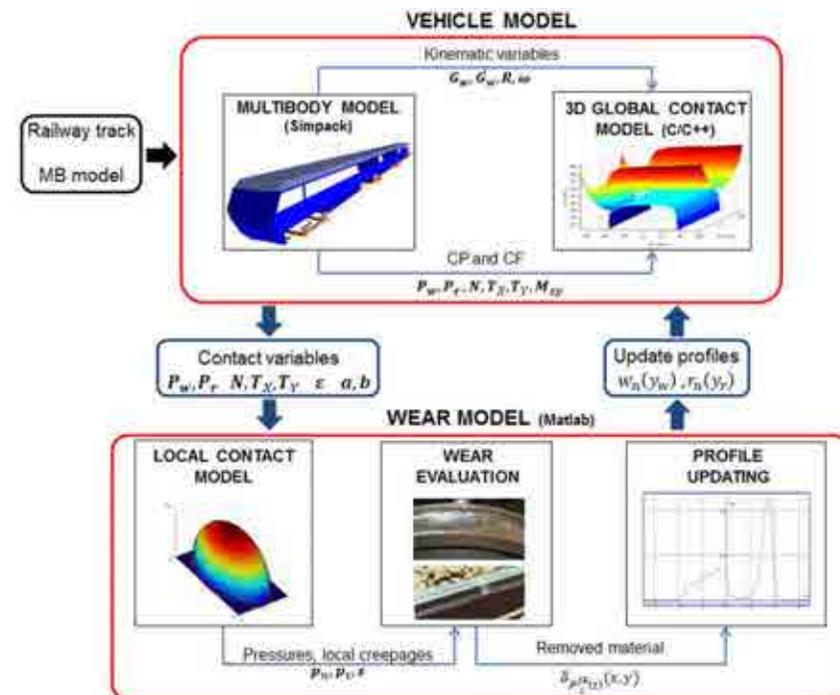


Research Project: Railways signaling: safety & security (RAISSS).

National Project funded by the Tuscany Region (Italy) (total funding: 11.2M€).

Convenzioni di ricerca

- Ottimizzazione profili ruota e rotaia
- Previsione di usura





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIEF
Dipartimento di
Ingegneria Industriale

Interazione ruota-rotaila



Delft University of Technology



Southwest Jiaotong University (China)



THE UNIVERSITY
OF IOWA

The University of Iowa (USA)



University of Seville (Spain)

S. Magheri, M. Malvezzi, E. Meli, A. Rindi. An innovative wheel-rail contact model for multibody applications. **Wear**, 271, 1-2, pp. 462 – 471, 2011.

A. Innocenti, L. Marini, E. Meli, G. Pallini, A. Rindi. Development of a wear model for the analysis of complex railway networks. **Wear**, 309, pp. 174 – 191, 2013.

B. Allotta, E. Meli, A. Ridolfi, A. Rindi. Development of an innovative wheel-rail contact model for the analysis of degraded adhesion in railway systems. **Tribology International**, 69, pp. 128 – 140, 2013.



Sottosistemi di bordo

Temi di ricerca

- Trazione
- Frenatura
- Stabilità

Progetti di ricerca



REGIONE
TOSCANA



AnsaldoSTS



Research Project: Train Control Enhancement via Information Technology (TRACE IT).

National Project funded by the Tuscany Region (Italy) (total funding: 11.8M€).



Convenzioni di ricerca

- Sviluppo di sottosistemi di bordo e delle relative logiche di controllo
- Sviluppo e collaudo di banchi freni dinamometrici (CDSO, Osmannoro, Firenze)



R. Conti, E. Meli, A. Ridolfi. A full-scale roller-rig for railway vehicles: multibody modelling and Hardware In the Loop architecture. **Multibody System Dynamics**, 37, 1, pp. 69-93, 2016.

B. Allotta, R. Conti, E. Meli, A. Ridolfi. Modeling and control of a full-scale roller-rig for the analysis of railway braking under degraded adhesion conditions. **IEEE Transactions on Control Systems Technology**, 23, 1, pp. 186-196, 2015.

R. Conti, E. Galardi, E. Meli, D. Nocciolini, L. Pugi. A Comprehensive Tool for the Optimization of Traction and Braking systems respect to the Application of Energy Storage Devices. **International Journal of Railway Technology**, 4, 1, pp. 69-93, 2015.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIEF
Dipartimento di
Ingegneria Industriale

Interazione veicolo-tracciato

Temi di ricerca

- Ottimizzazione dell'interazione veicolo tracciato
- Monitoraggio
- Diagnostica predittiva

Progetti di ricerca



THALES

Research Project: Techniques and tools for enhancing environmental sustainability of rail transport systems (TESYS RAIL).

National Project funded by the Italian Ministry of Education, Universities and Research (MIUR) (total funding: 10.8M€).

Convenzioni di ricerca

- Stima online dei carichi per asse e degli sbilanciamenti
- Stima online delle caratteristiche di veicolo e tracciato
- Rilevazione online dei difetti di veicolo e tracciato



Hitachi Rail Italy

Rail Shear Measurements



Rail Bending Measurements



Sensitive bridge track systems



Instrumented Sleepers





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIEF
Dipartimento di
Ingegneria Industriale

Interazione veicolo-tracciato



Delft University of Technology



Southwest Jiaotong University (China)



THE UNIVERSITY
OF IOWA

The University of Iowa (USA)



University of Seville (Spain)

E. Meli, L. Pugi. Preliminary development, simulation and validation of a weigh in motion system for railway vehicles. **Meccanica**, 48, 10, pp. 2541 – 2565, 2013.

B. Allotta, P. D'Adamio, E. Meli, L. Pugi. Development of a new time domain based algorithm for train detection and axle counting. **Vehicle System Dynamics**, 53. 12, pp. 1850-1875, 2015.

B. Allotta, P. D'Adamio, L. Marini, E. Meli, L. Pugi, A. Rindi. A New Strategy for Dynamic Weighing in Motion of Railway Vehicles. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, 16. 6, pp. 3520-3533, 2015.



Sviluppo e collaudo di banchi prova

Temi di ricerca

- Sviluppo di sottosistemi di bordo mediante l'impiego di banchi a rulli
- Sviluppo di architetture Hardware In the Loop per banche a rulli
- Studio della marcia in condizioni di aderenza degradata mediante banchi a rulli

Convenzioni di ricerca

- Sviluppo e collaudo di banchi a rulli (CDSO, Osannoro, Firenze)
- Sviluppo di tecniche di controllo per banchi a rulli



R. Conti, E. Meli, A. Ridolfi. A full-scale roller-rig for railway vehicles: multibody modelling and Hardware In the Loop architecture. **Multibody System Dynamics**, 37, 1, pp. 69-93, 2016.

B. Allotta, R. Conti, E. Meli, A. Ridolfi. Modeling and control of a full-scale roller-rig for the analysis of railway braking under degraded adhesion conditions. **IEEE Transactions on Control Systems Technology**, 23, 1, pp. 186-196, 2015.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIEF
Dipartimento di
Ingegneria Industriale

Interazione veicoli-rete-sistemi di accumulo

Temi di ricerca

- Ottim. energetica dei nodi ferroviari
- Ottim. dell'interazione veicolo-linea
- Sviluppo di batterie e sistemi accumulo

Progetti di ricerca



AnsaldoSTS

THALES



Research Project: Techniques and tools for enhancing environmental sustainability of rail transport systems (TESYS RAIL).

National Project funded by the Italian Ministry of Education, Universities and Research (MIUR) (total funding: 10.8M€).

R. Conti, E. Galardi, E. Meli, D. Nocciolini, L. Pugi, A. Rindi. Energy and wear optimization of train longitudinal dynamics and of traction and braking systems. **Vehicle System Dynamics**, 53, 5, pp. 651-671, 2015.

R. Conti, E. Galardi, E. Meli, D. Nocciolini, L. Pugi. A Comprehensive Tool for the Optimization of Traction and Braking systems respect to the Application of Energy Storage Devices. **International Journal of Railway Technology**, 4, 1, pp. 69-93, 2015



POLITECNICO
MILANO 1863



DIPARTIMENTO DI MECCANICA

Dinamica del veicolo

Stefano Melzi

OBIETTIVO DELLA RICERCA: sfruttare lo sviluppo dell'elettronica per incrementare la sicurezza e l'efficienza dei veicoli stradali

Sviluppo della sensoristica a bordo veicolo

- Smart tires
- EKF basati su smart tires



Nuove logiche di controllo

- Impiego informazioni da nuovi sensori
- Veicoli AWD

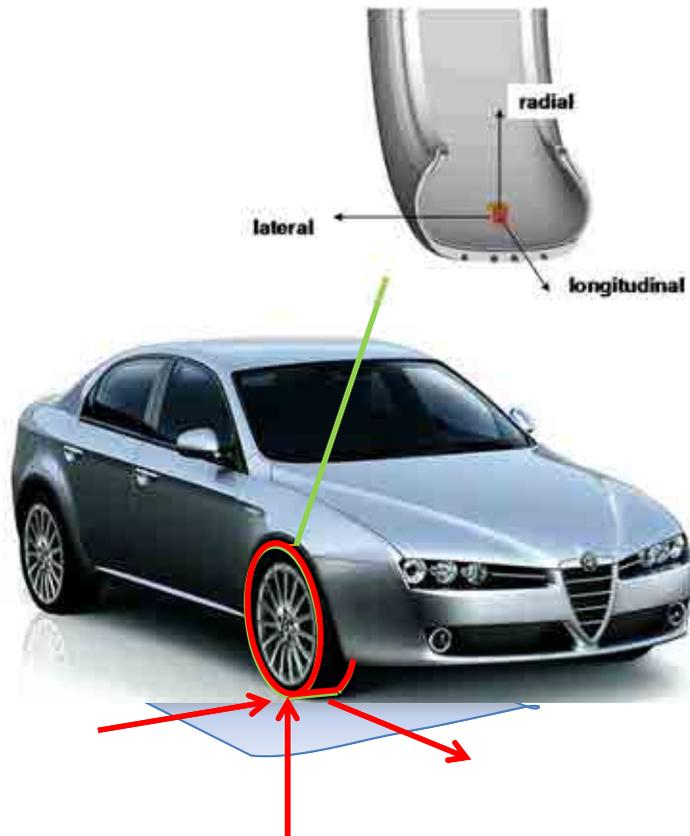


Veicoli autonomi

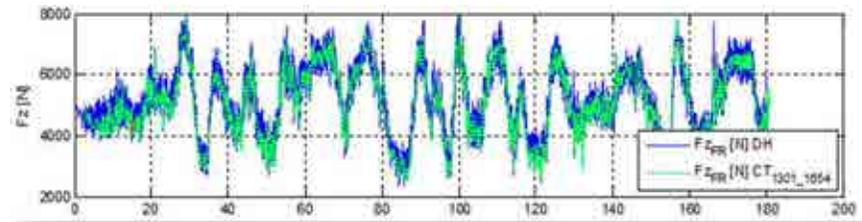
- Platooning
- Veicoli a guida autonoma



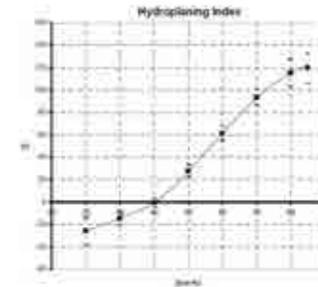
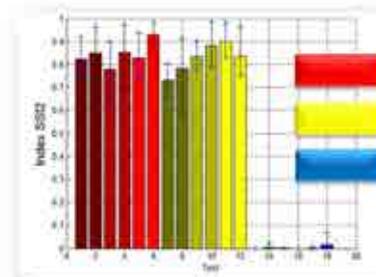
Sensoristica a bordo veicolo: smart tires



Forze di contatto



Condizioni della strada



Condizioni dello pneumatico

- Usura
- Forma impronta di contatto

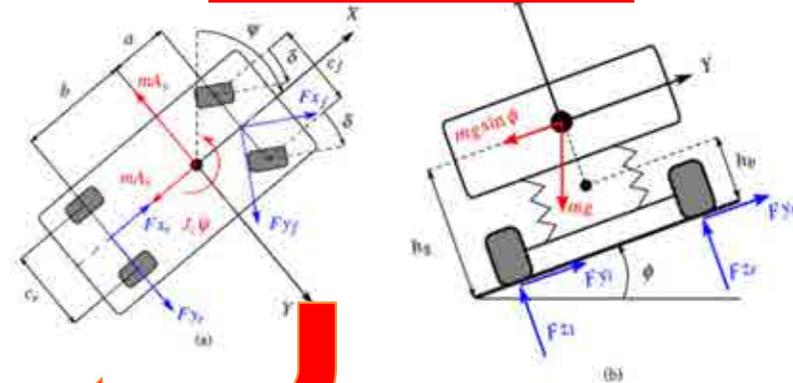


Sensoristica a bordo veicolo: smart tires

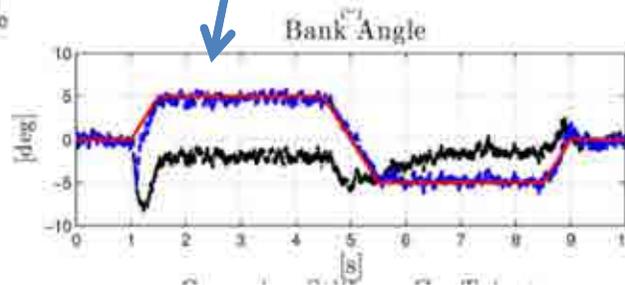
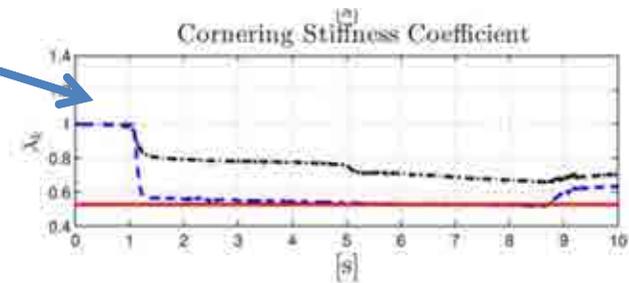
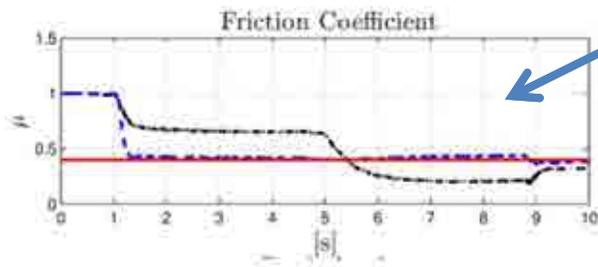
Forze di contatto da smart tires



Modello di veicolo



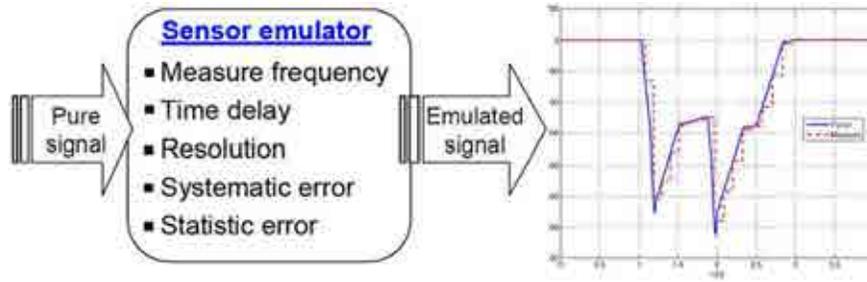
EKF



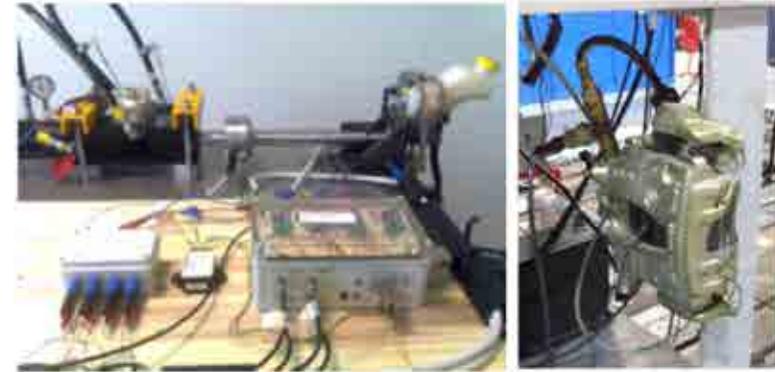
Sviluppo di nuovi sistemi di controllo

Logica ESP con retroazione in forza

Emulatore smart tire

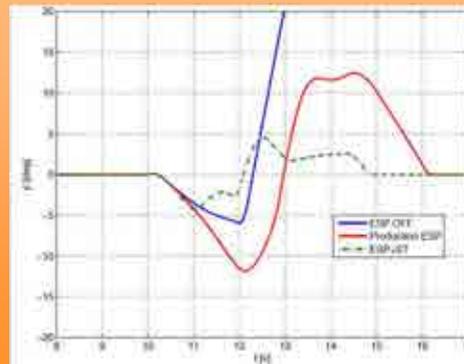


HIL test bench

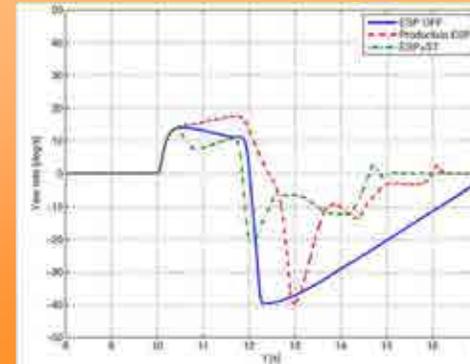


ATI 90-90 90km/h, $\mu=0.4$

Sideslip angle

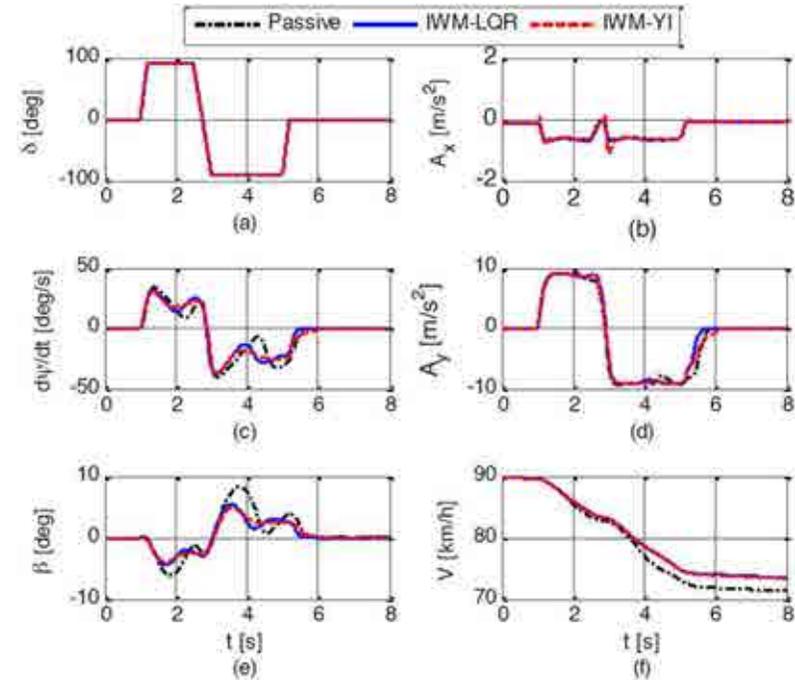
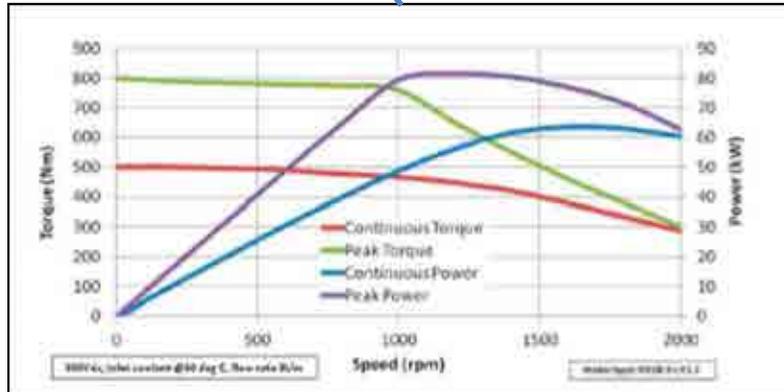
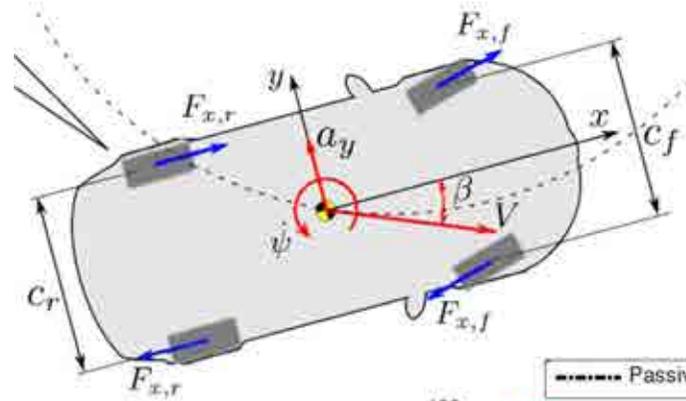


Yaw rate

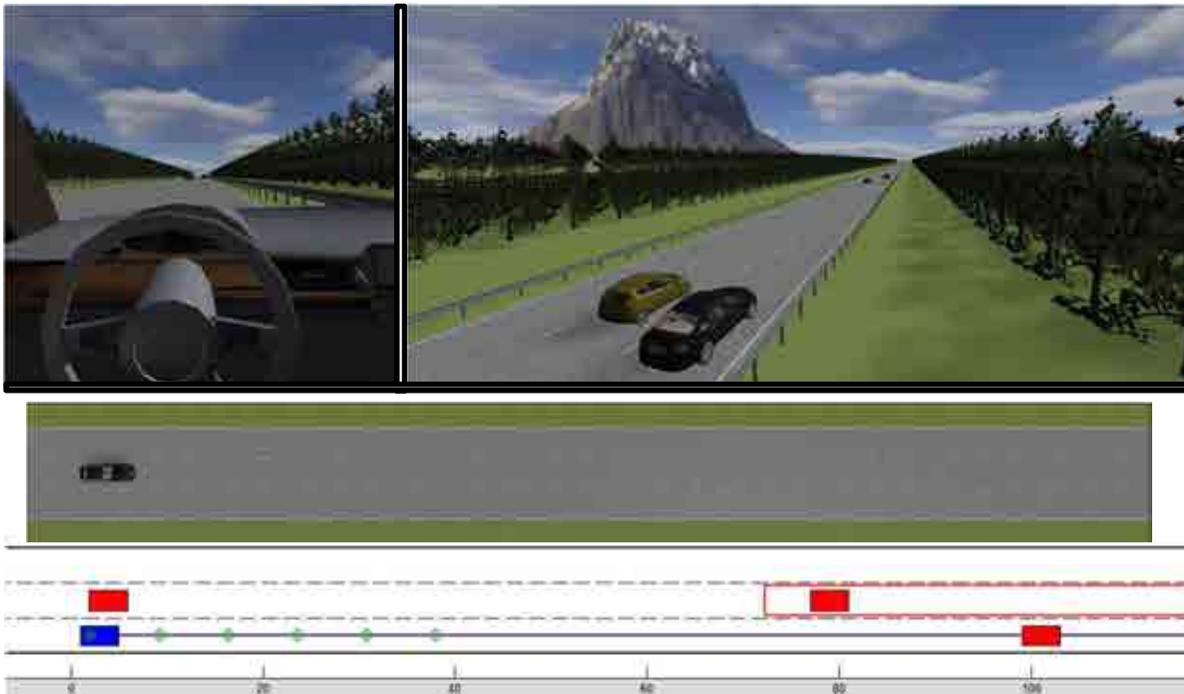


Sviluppo di nuovi sistemi di controllo

Veicoli AWD: logica Torque vectoring con l'impiego di motoruote



Veicoli autonomi

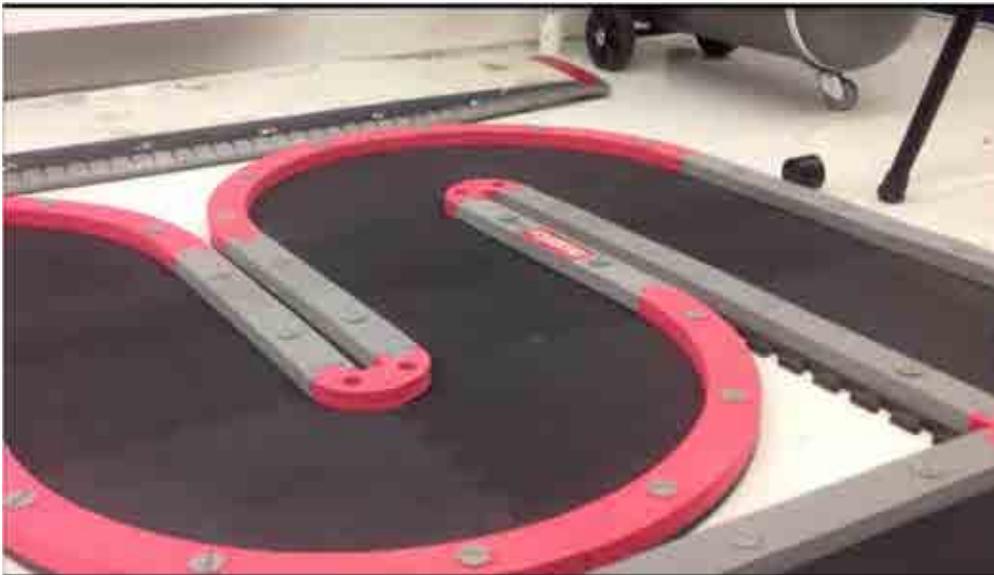


-  = Veicolo controllato
-  = Altro veicolo
-  = Area di sicurezza
-  = Stima della posizione futura dell'altro veicolo



Veicoli autonomi

- Controllo dei veicoli gestito dall'infrastruttura



SIEMENS



POLITECNICO MILANO 1863

Publicazioni

1. S. Melzi, V. D'Alessandro, M. Sbrosi, M. Brusarosco (2012). *Phenomenological analysis of hydroplaning through intelligent tyres*. *Vehicle System Dynamics*, vol. 50, p. 3-18, ISSN: 0042-3114, doi: 10.1080/00423114.2012.678868
2. Sabbioni, E., Ivone, D., Braghin, F., and Cheli, F., "In-tyre sensors induced benefits on sideslip angle and friction coefficient estimation," SAE Technical Paper 2015-01-1510, 2015, doi:10.4271/2015-01-1510.
3. Cheli F, Melzi S., Sabbioni E. (2013). *Development of an ESP control logic based on force measurements provided by smart tires*. *Sae International Journal Of Passenger Cars - Mechanical Systems*, vol. 6, p.43-51, ISSN: 1946-3995, doi: 10.4271/2013-01-0416
4. F. Cheli, S. Melzi, E. Leo, E. Sabbioni (2010). *On the impact of 'smart tyres' on existing ABS/EBD control systems*. *Vehicle System Dynamics*, vol. 48, p. 255-270, ISSN: 0042-3114, doi: 0.1080/00423111003706755
5. Cheli F.; Melzi S.; Sabbioni E.; Vignati M. (2013). Torque vectoring control of a four independent wheel drive electric vehicle. DOI:10.1115/DETC2013-12849. pp.1-8. In Proc. of the ASME Design Engineering Technical Conference, 1 - ISBN:9780791855843
6. Schito P.; Braghin F., (2012). Numerical and Experimental Investigation on Vehicles in Platoon. DOI:10.4271/2012-01-0175. pp.63-71. In SAE TECHNICAL PAPER - ISSN:0148-7191
7. Arrigoni, S; Cheli, F (2015). MPC-based framework for autonomous ground vehicles in a complex environment. DOI:10.1201/b21185-72. pp.669-678. In Proceedings of the 24th Symposium of the International Association for Vehicle System Dynamics (IAVSD 2015) 2015.
8. Arrigoni, S; Cheli, F; Manazza, S; Gottardis, P; Happee, R; Arat, M; Kotiadis, D. (2015) Autonomous vehicle controlled by safety path planner with collision risk estimation coupled with a non-linear MPC. DOI:10.1201/b21185-23. pp.199-208. In Proceedings of the 24th Symposium of the International Association for Vehicle System Dynamics (IAVSD 2015)



GMA

*Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016 , Università degli Studi di Napoli Federico II*

(Bio)Tribologia delle articolazioni degli arti inferiori



Alessandro RUGGIERO, Massimiliano MEROLA

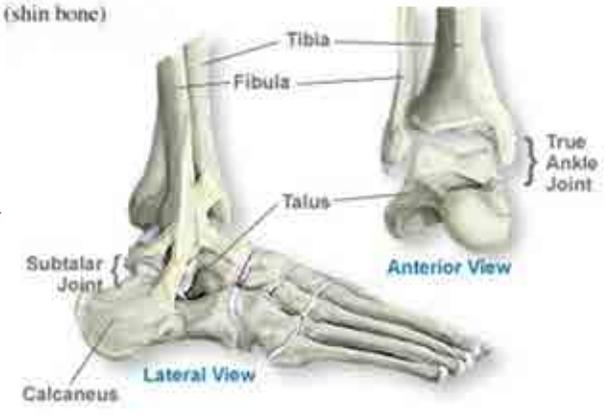
din Università di Salerno
Dipartimento di
Ingegneria Industriale



Istituto Ortopedico Rizzoli
di Bologna

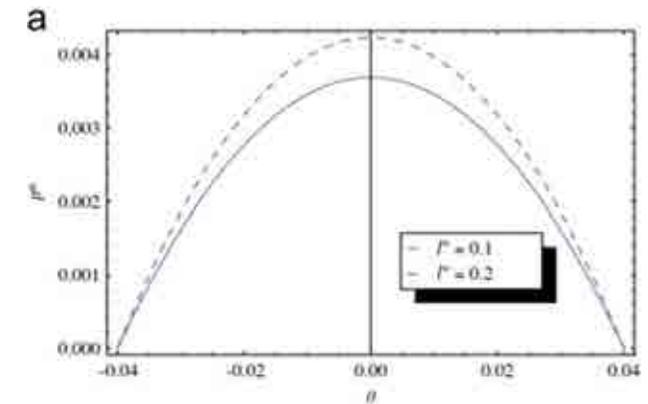
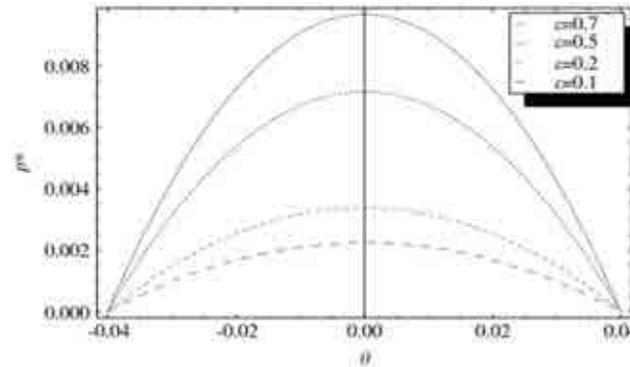
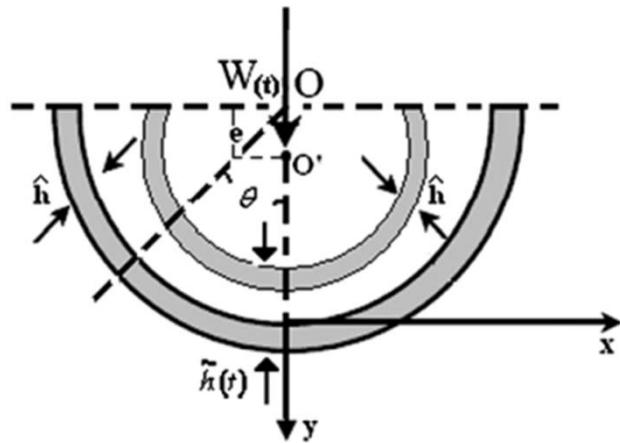


Articolazioni sinoviali degli arti inferiori





Caviglia: Soluzione in forma chiusa



$$\nabla V = 0$$

$$\rho \frac{\partial V}{\partial t} = -\nabla p + \mu \nabla^2 V - \eta \nabla^4 V$$

$$p^*(\theta) = \frac{12[\cos(\beta) - \cos(\theta)]}{h^{*3} - 12l^{*2}h^* + 24l^{*3} \tan h\left(\frac{h^*}{2h^*}\right) + 12\phi^*H^*/(1 - \alpha)}$$

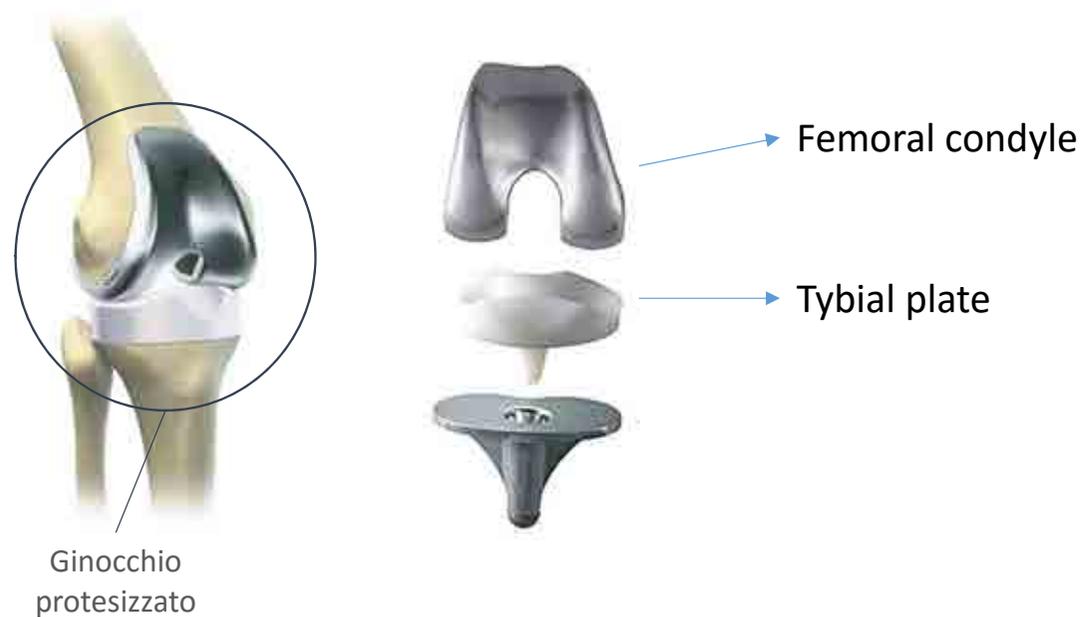
Approximate closed-form solution of the synovial fluid film force in the human ankle joint with non-Newtonian lubricant

A. Ruggiero, E. Gomez, R. D'Amato

Tribology International 57 (2013) 156-161



Ginocchio: Protocollo di misure di rugosità su impianti



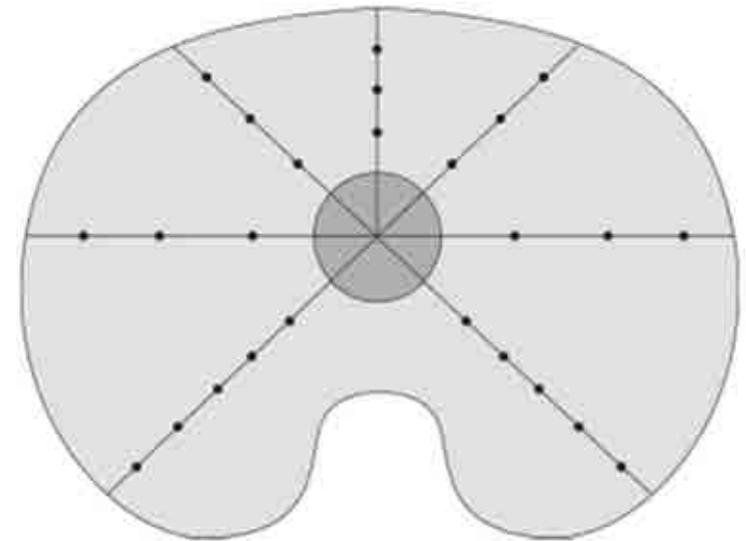
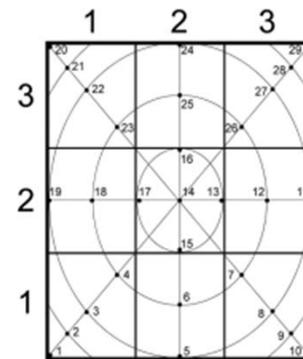
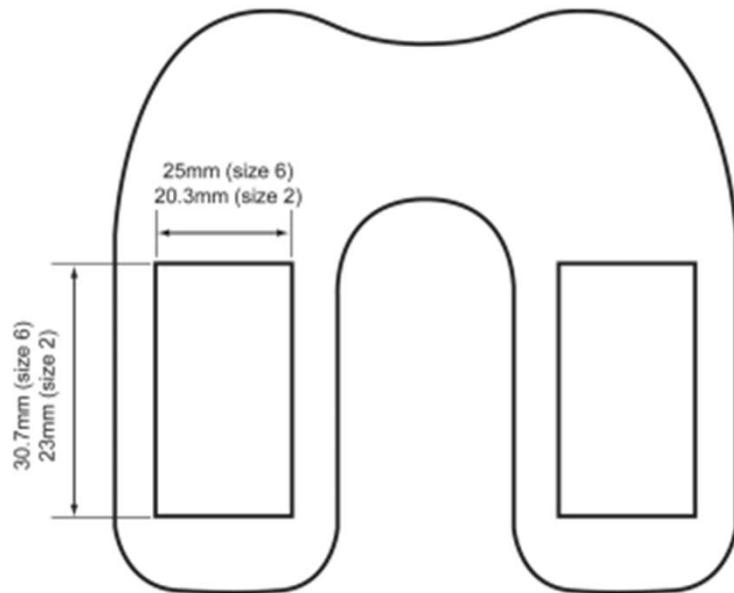
On the roughness measurement on knee prostheses

J.S. Abdel, A. Ruggiero, S. Battaglia, S. Affatato

The International journal of artificial organs 38 (2015) 39-44



Ginocchio: Protocollo di misure di rugosità su impianti



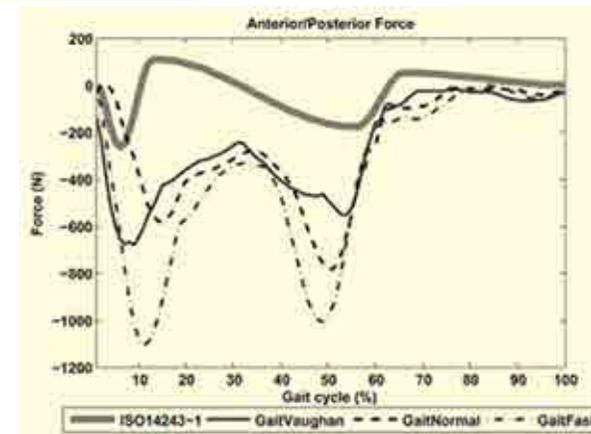
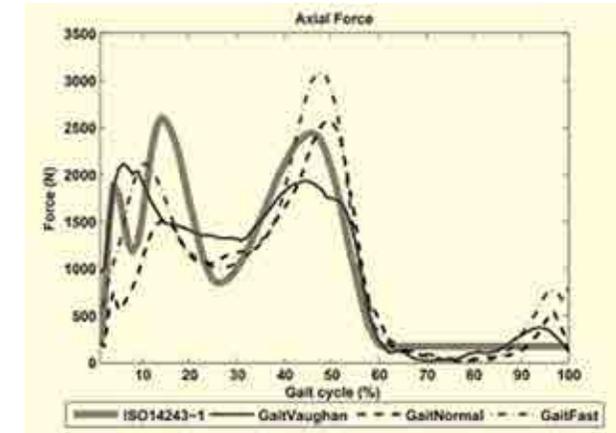
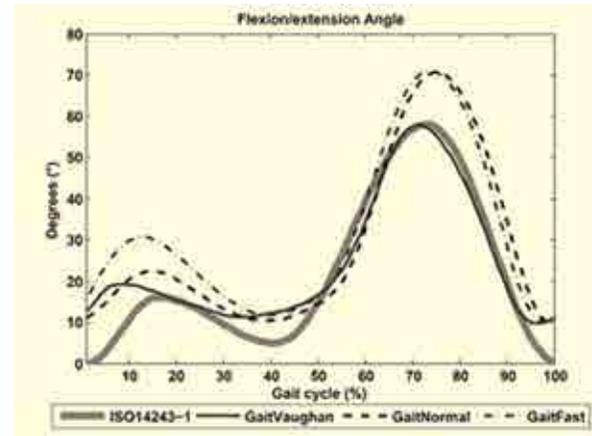
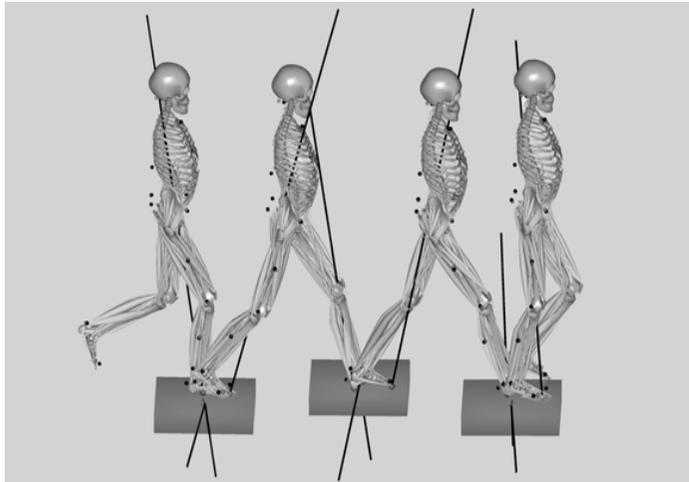
On the roughness measurement on knee prostheses

J.S. Abdel, A. Ruggiero, S. Battaglia, S. Affatato

The International journal of artificial organs 38 (2015) 39-44



Ginocchio: Analisi cinematica e dinamica



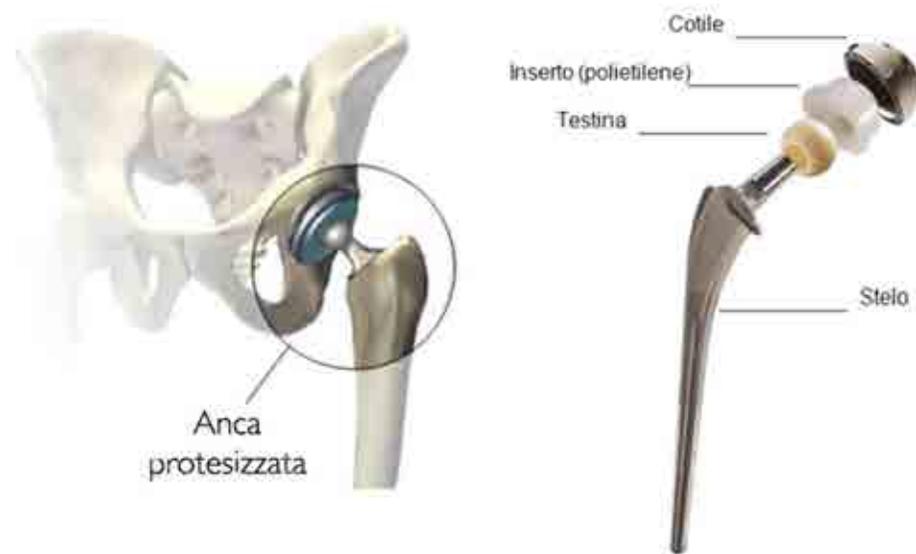
A Comparison of Numerical Knee Joint Forces with Experimental Data and ISO 14243-1

A. Ruggiero, S. Affatato, J.S. De Mattia, D. Guida

Computer methods in biomechanics and biomedical engineering (Submitted)



Anca: Review materiali compositi

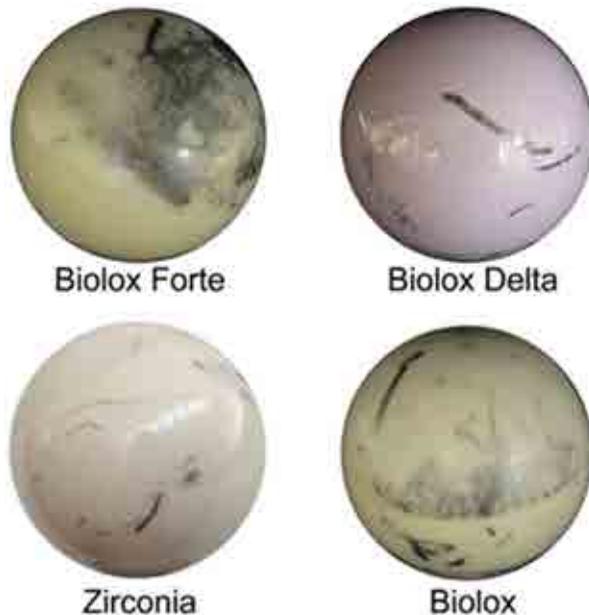


- Matrice ceramica
- Matrice polimerica

Advanced biomaterials in hip joint arthroplasty. A review on polymer and ceramics composites as alternative bearings
S. Affatato, A. Ruggiero, M. Merola
Composites Part B: Engineering 83 (2015) 276-283



Anca: Metal Transfer



Il metal transfer può verificarsi durante un operazione chirurgica o nell'operazione di riduzione di una protesi dislocata, quando la testa femorale arriva al contatto con la componente metallica acetabolare

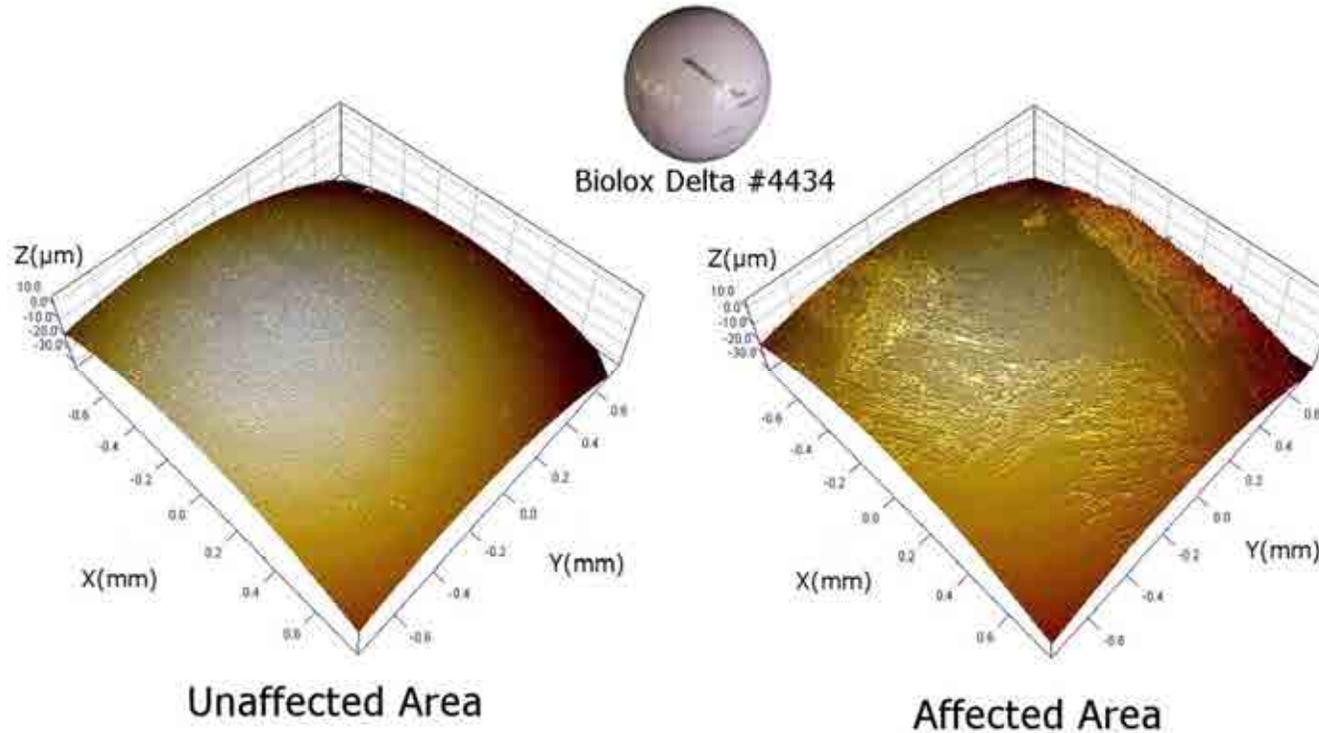
Does metal transfer affect the tribological behaviour of femoral heads? roughness and phase transformation analyses on retrieved zirconia and Biolox® delta composites

S. Affatato, A. Ruggiero, J.S. De Mattia, P. Taddei

Composites Part B: Engineering 92 (2016) 290-298



Anca: Metal Transfer



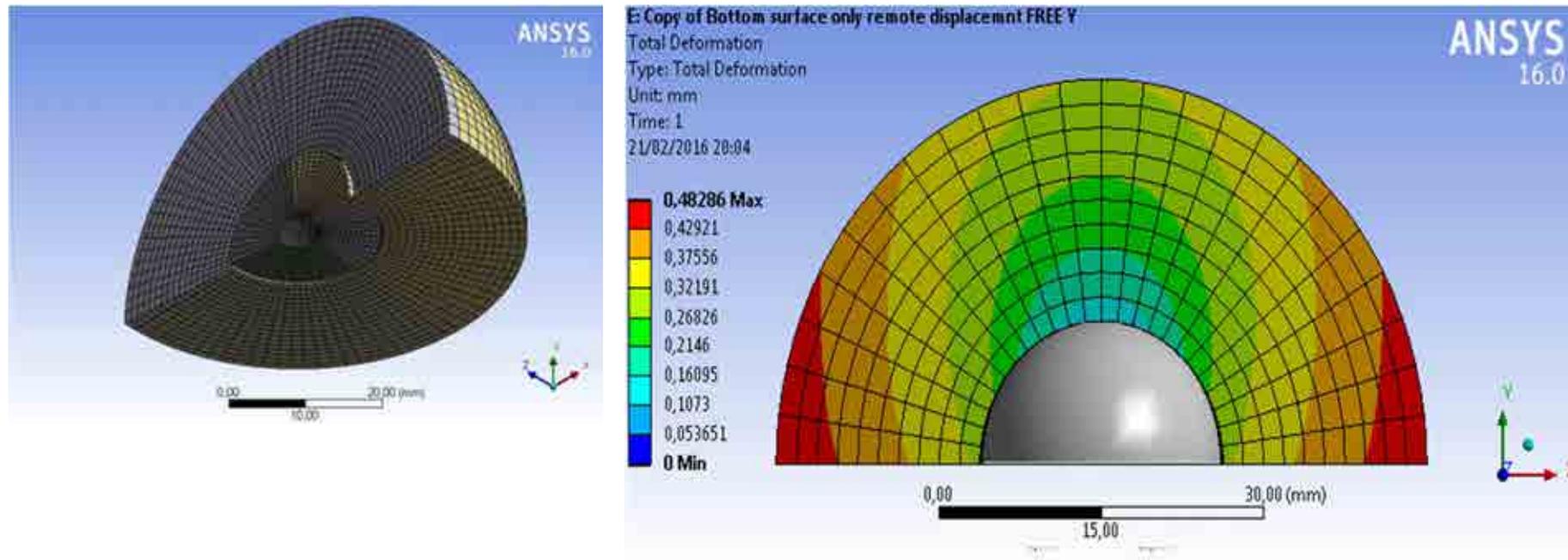
On the tribological behavior of retrieved hip femoral heads affected by metallic debris. A comparative investigation by stylus and optical profilometer for a new roughness measurement protocol.

M. Merola, A. Ruggiero, J.S. De Mattia, S. Affatato

Measurement 90 (2016) 365-371



Anca: Analisi FEM



Rigid to flexible simulation

On the Finite Elements Method Analysis of Hip Joint Replacements.

N. Muñoz Navarro, A. Ruggiero, M.C. De Simone

Bachelor thesis



Anca: Modelli di lubrificazione

Equazioni governanti:

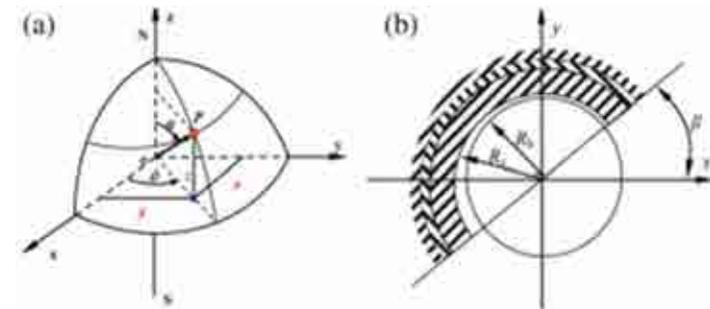
$$\sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \left(h^3 \sin \theta \frac{\partial p}{\partial \theta} \right) + \frac{\partial}{\partial \phi} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial x} \right) = 6\eta R_2^2 \omega \sin^2 \theta \frac{\partial h}{\partial \phi}$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial y} \right) = 12u_e \eta_0 \frac{\partial h}{\partial x}$$

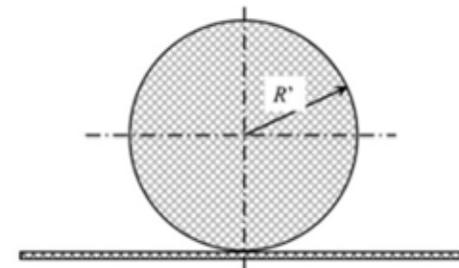
Sviluppi futuri:

includere gli effetti della rugosità nella lubrificazione idrodinamica

Spherical coordinates → **ball-in-socket**



Cartesian coordinate → **ball-on-plane**



Gruppo di Meccanica Applicata alle Macchine



Staff

2 PO

1 RTD

1 assegnista di ricerca

5 dottorandi

1 borsista di ricerca



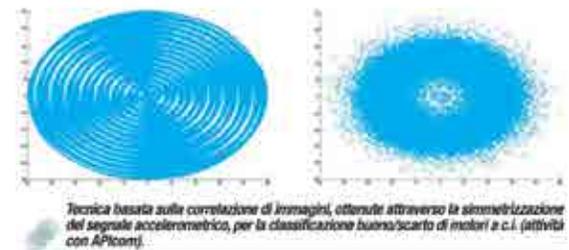
Emiliano MUCCHI

Attività di ricerca del Gruppo

1- Ottimizzazione vibro-acustica di sistemi meccanici complessi



2 – Diagnostica vibrazionale



3 – Meccanica dei robot e biomeccanica

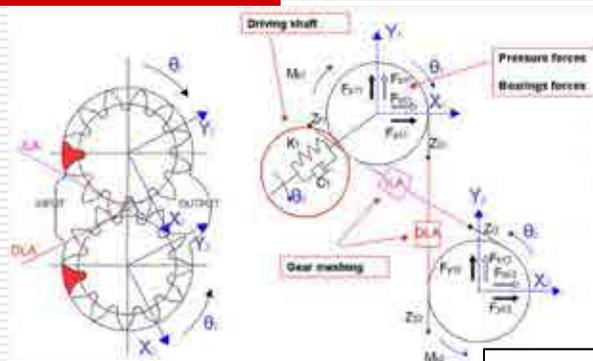


Ottimizzazione vibro-acustica

Metodologia operativa (global view)



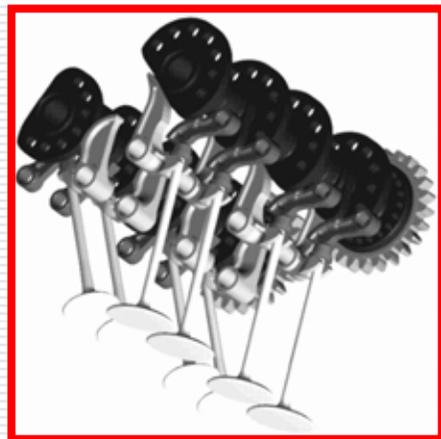
Real System



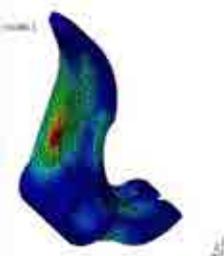
Model



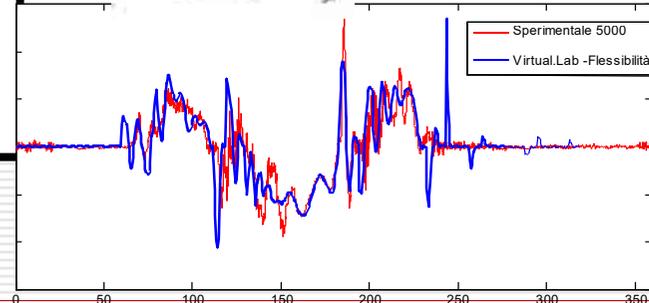
Simulations and optimization



Desmodromic valve train (DucatiCorse)



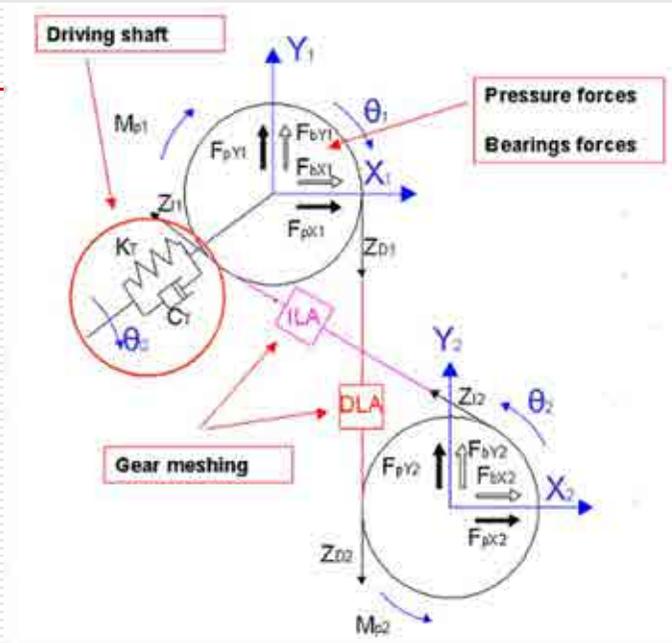
Noise and vibration reduction



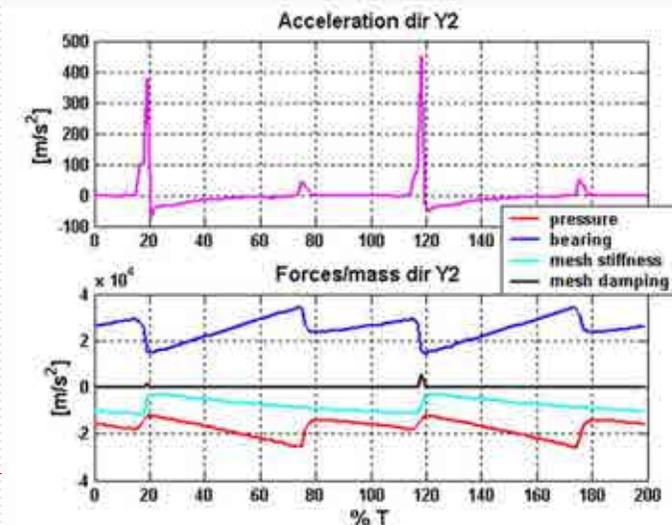
Metodologia operativa (detail view for gear pump)

STEP 1 – LP Model

- Modello LP a 6GDL (non lineare)
- Rigidezza di ingranamento variabile
- Errori di profilo del dente
- Gioco fra i denti
- Effetto Squeeze del lubrificante
- Possibilità di perdita di contatto fra i denti
- Cedevolezza dell'albero di ingresso
- Distribuzione di pressione variabile attorno alle ruote (usura del corpo pompa)
- Cuscinetti a lubrificazione fluidodinamica
- Validazione del modello mediante misure di forza e accelerazione



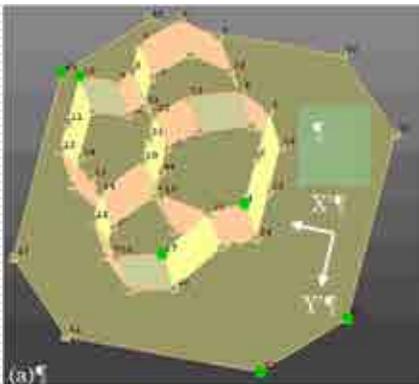
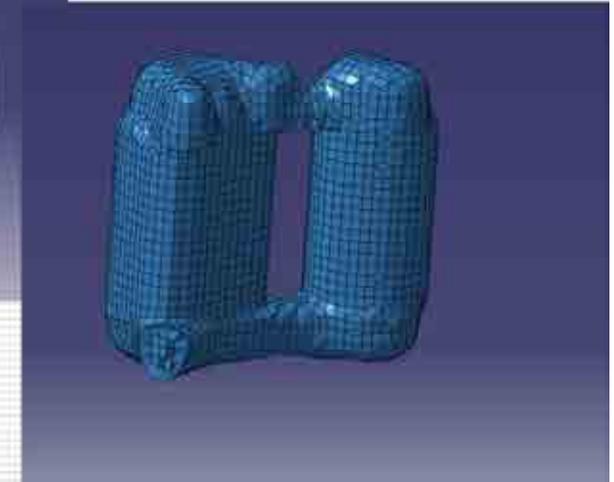
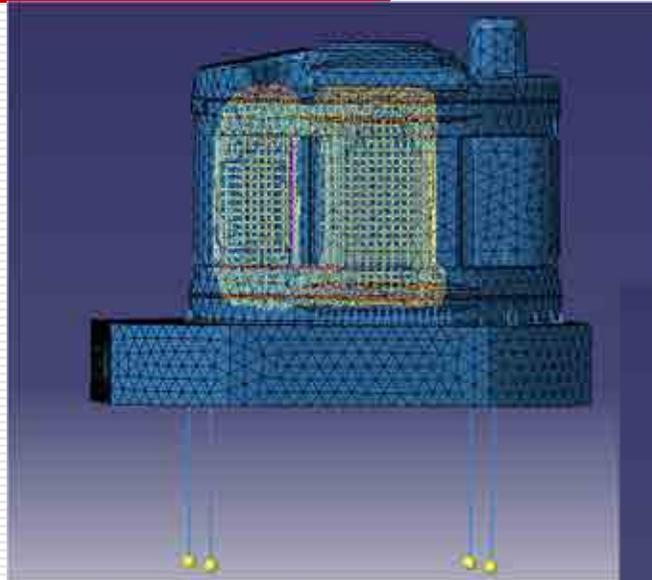
Output



Metodologia operativa (detail view for gear pump)

STEP 2 – FE Model

- Modello FE con interazione fluido-struttura per includere l'effetto dell'olio in pressione
- Validazione del modello mediante misure di accelerazione e analisi modale



$$\left(\begin{bmatrix} K_s & K_c \\ 0 & K_a \end{bmatrix} + j * \omega * \begin{bmatrix} C_s & 0 \\ 0 & C_a \end{bmatrix} - \omega^2 * \begin{bmatrix} M_s & 0 \\ -\rho_0 * K_c^T & M_a \end{bmatrix} \right) * \begin{Bmatrix} w_i \\ p_i \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} F_{s_i} \\ F_{s_a} \end{Bmatrix}$$

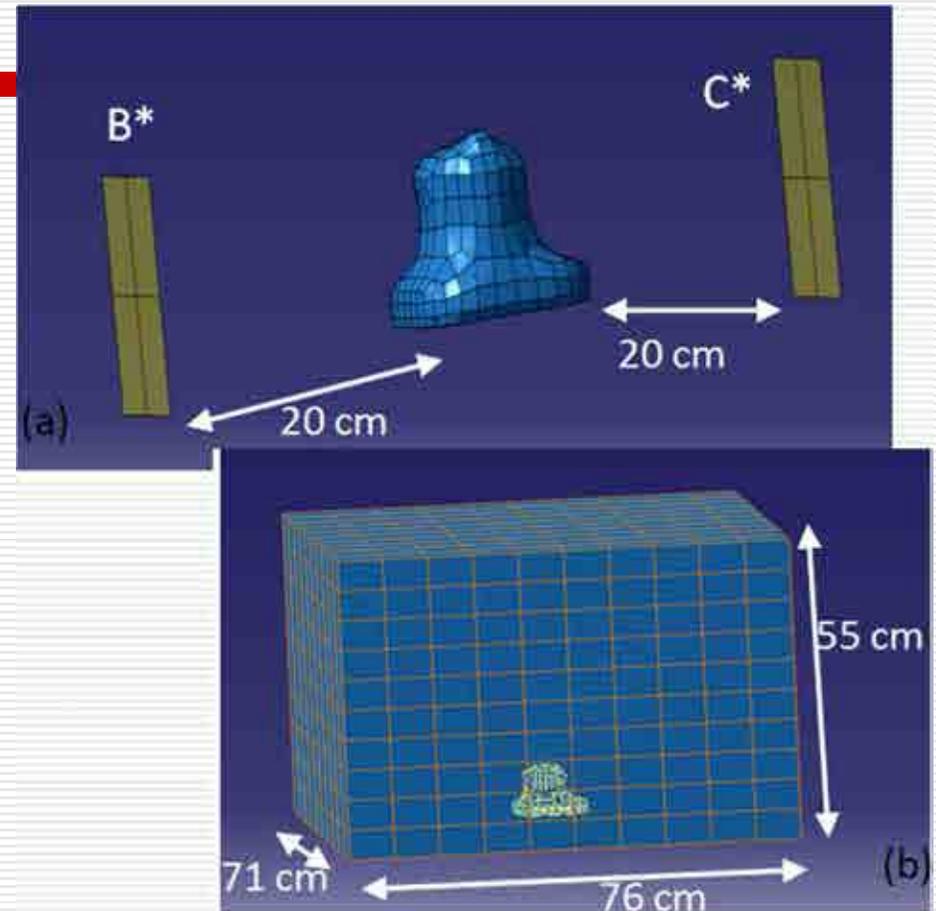
Output

- Accelerazione del corpo pompa

Metodologia operativa (detail view for gear pump)

STEP 3 – BE Model

- Modello BE indiretto
- Validazione del modello mediante misure di pressione sonora

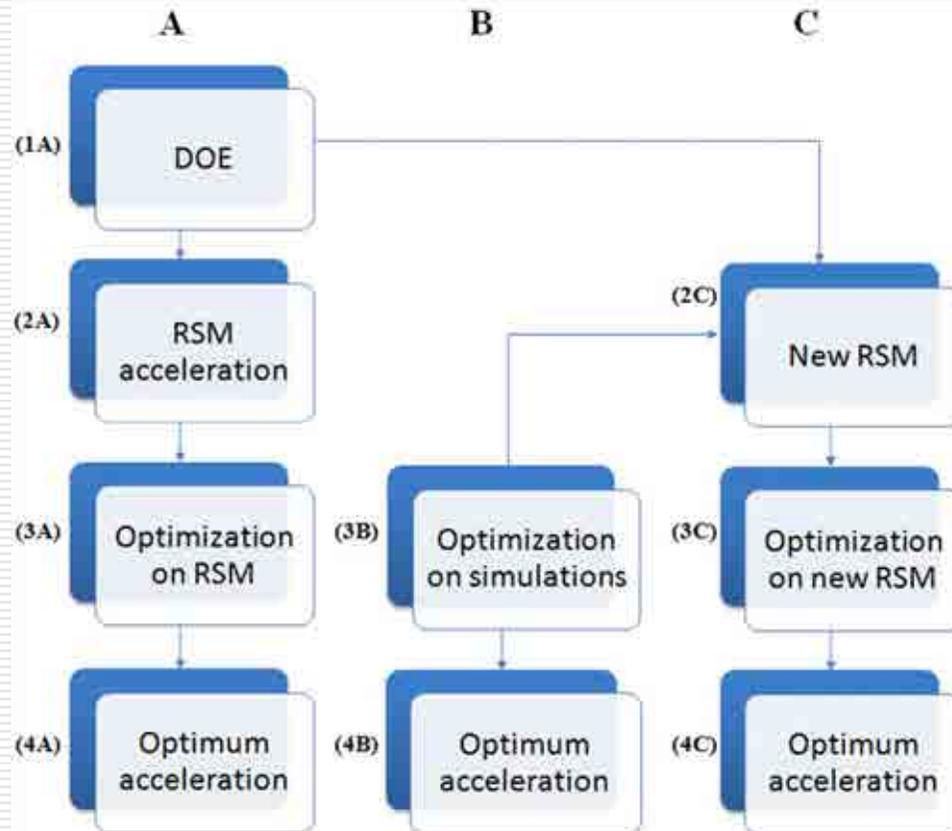


Output

- Pressione Acustica della pompa in condizioni operative

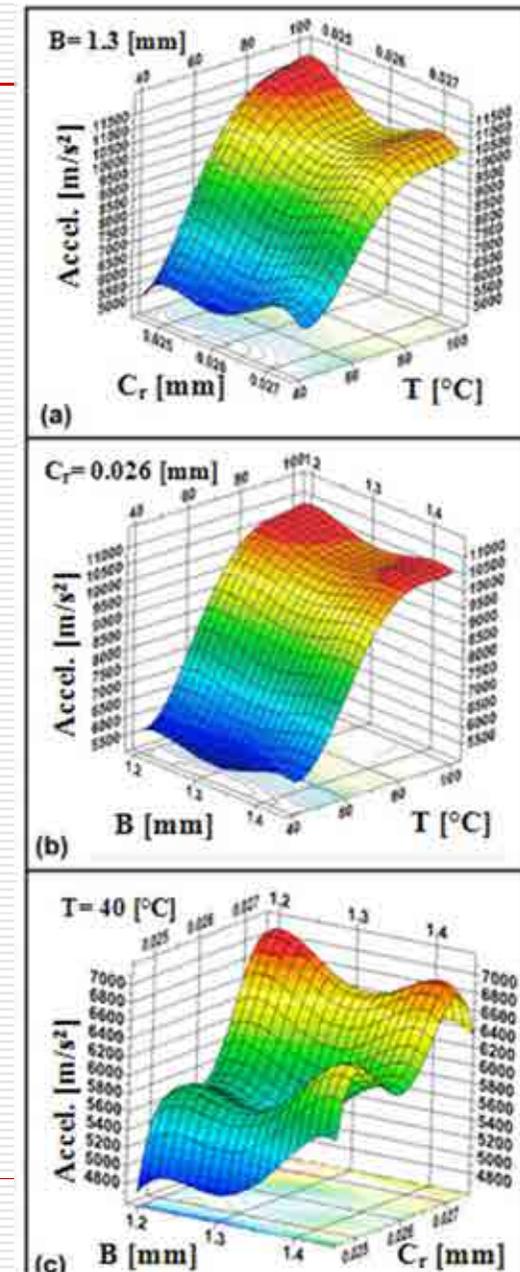
Metodologia operativa (detail view for gear pump)

STEP 4 – Ottimizzazione

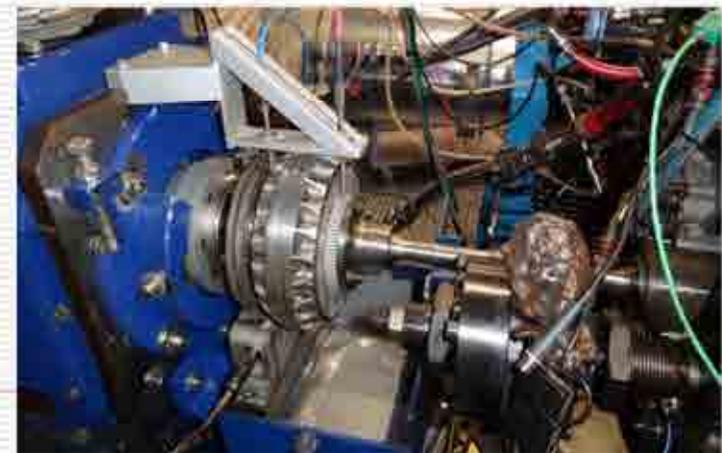
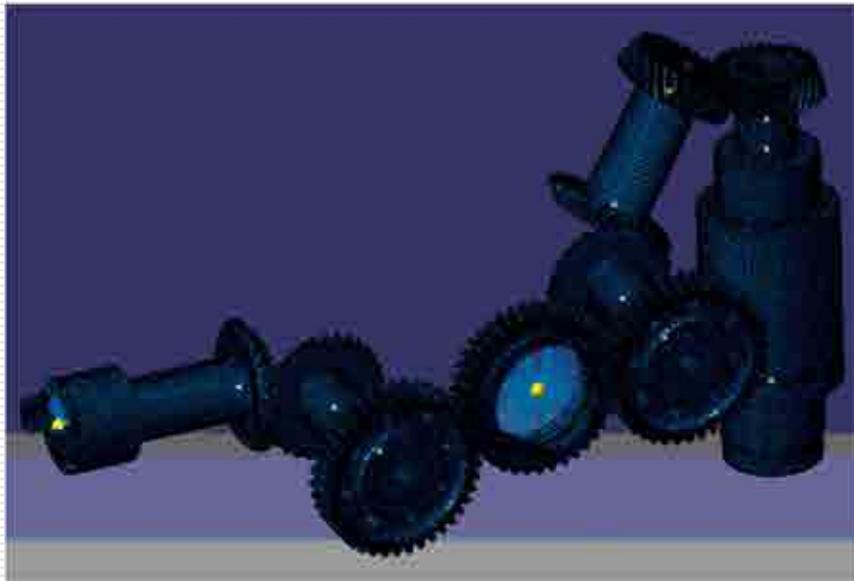
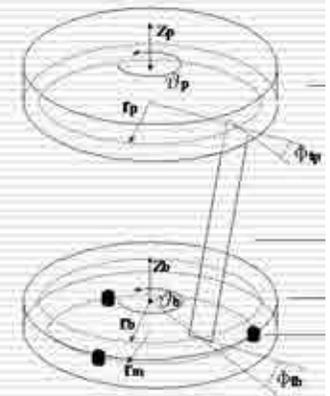


Output

- Effetto di modifiche progettuali in termini di vibrazione e rumore



Altre Applicazioni



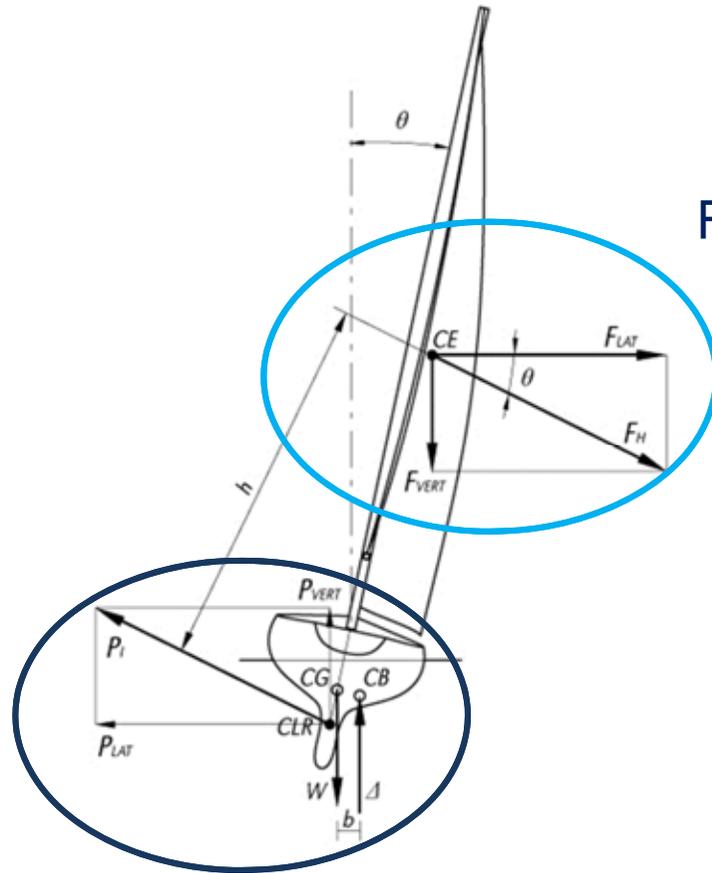


POLITECNICO
MILANO 1863

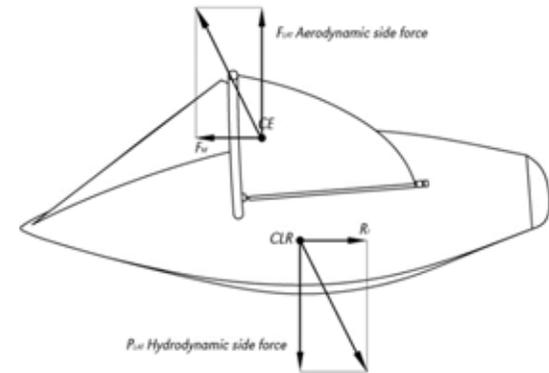
Nautica: aerodinamica di imbarcazioni

Sara Muggiasca, Dipartimento di Meccanica, Politecnico di Milano

Aerodinamica di barche a vela



Forze Aerodinamiche

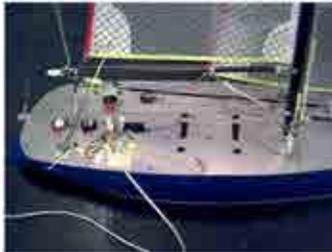


Forze Idrodinamiche

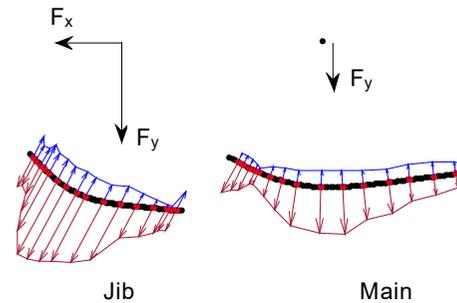
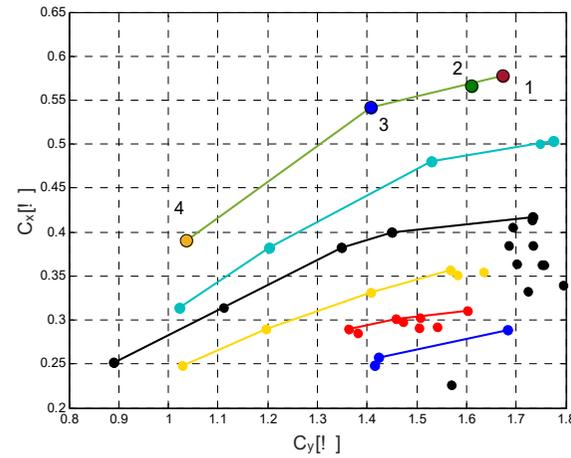
Prove in galleria del vento: prove statiche



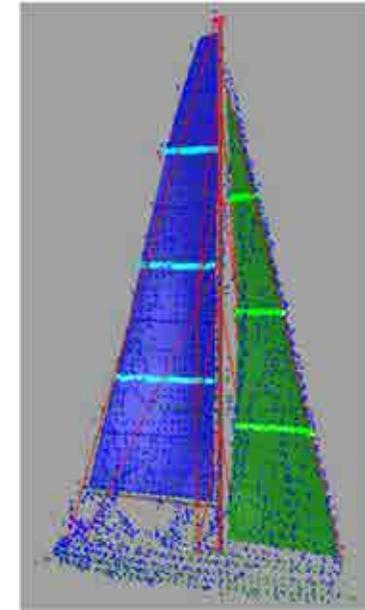
Regolazione vele come in una barca reale



Misura di coefficienti aerodinamici

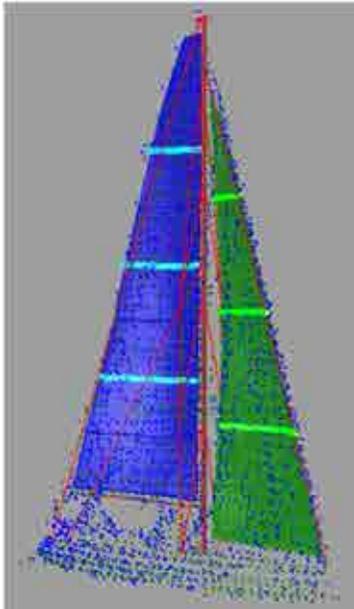


Misura di pressioni superficiali

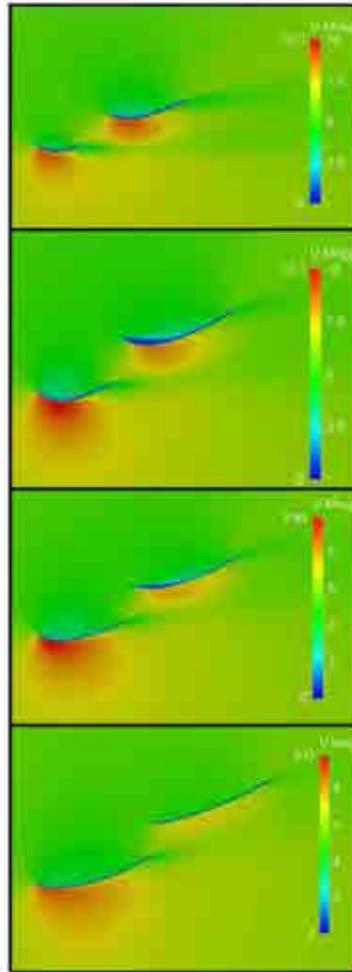


Misura delle forme delle vele

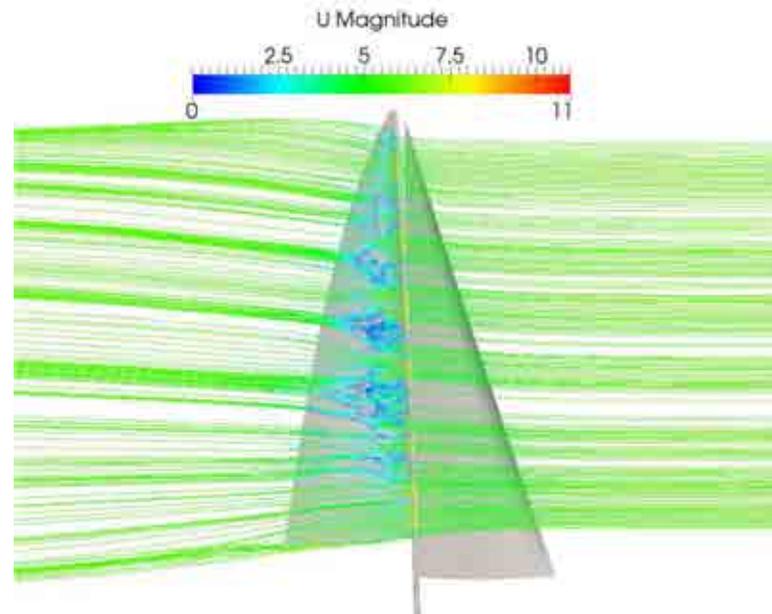
Analisi numerica sulla base dei dati sperimentali



Le geometrie acquisite vengono utilizzate nei codici CFD



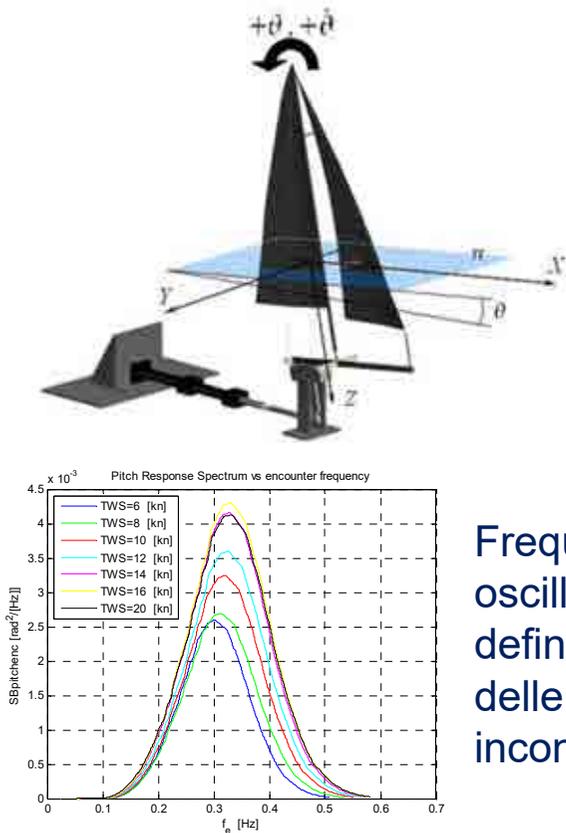
Effetti delle regolazioni



Linee di flusso

Prove in galleria del vento: prove dinamiche

Modello semplificato con il solo piano velico



Frequenze di oscillazione definite sulla base delle frequenze di incontro dell'onda

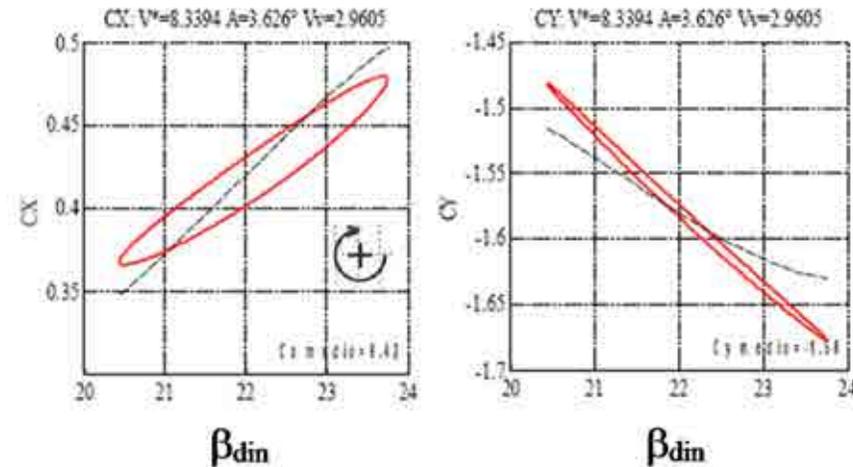


Vele Soft



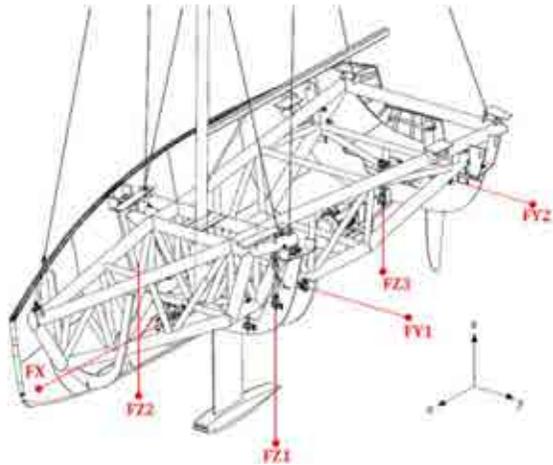
Vele Rigide

Forze aerodinamiche in funzione dell'angolo al vento: modellazione mediante **modelli reologici**



Sailing yacht laboratory

Concept



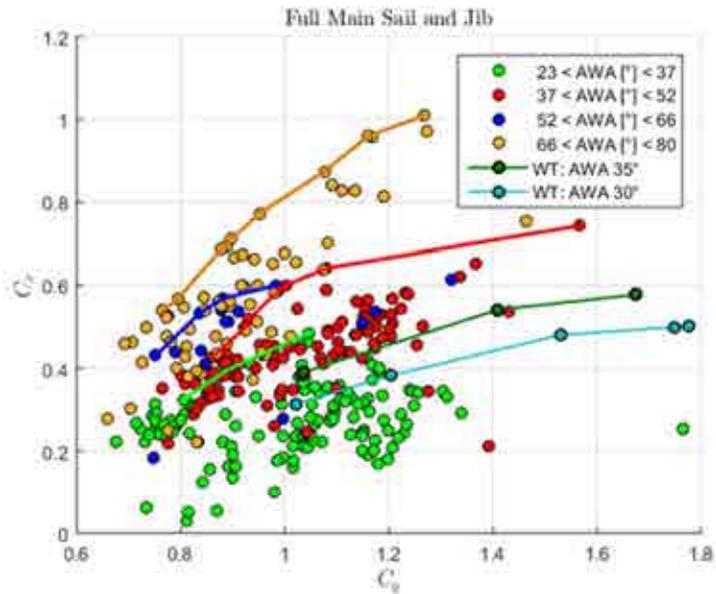
Work in progress



Navigazione

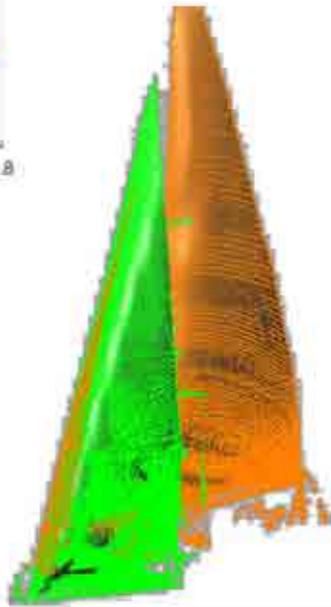


Sailing yacht laboratory

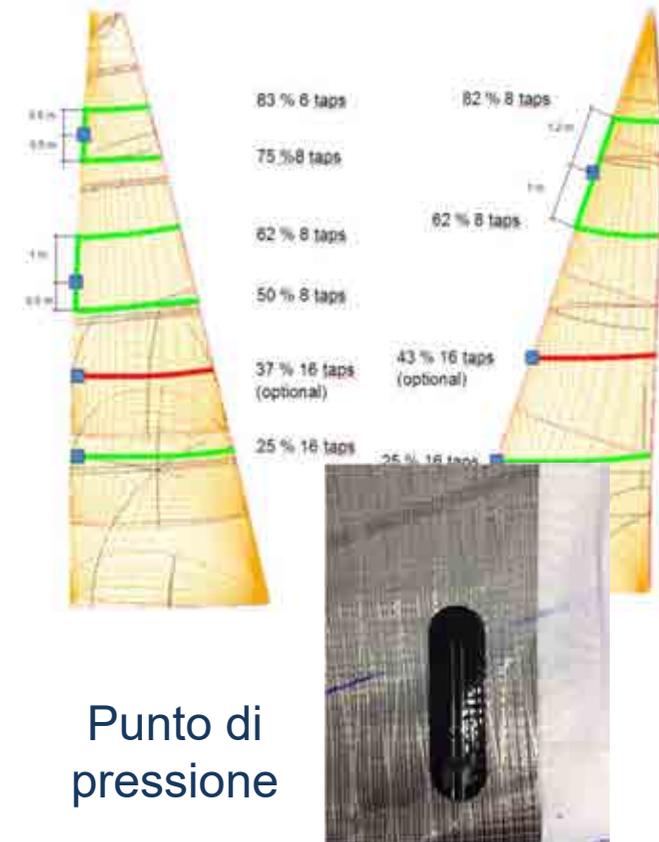


Misura di coefficienti aerodinamici

Misura delle forme delle vele



Misura di pressioni superficiali: in fase di progettazione

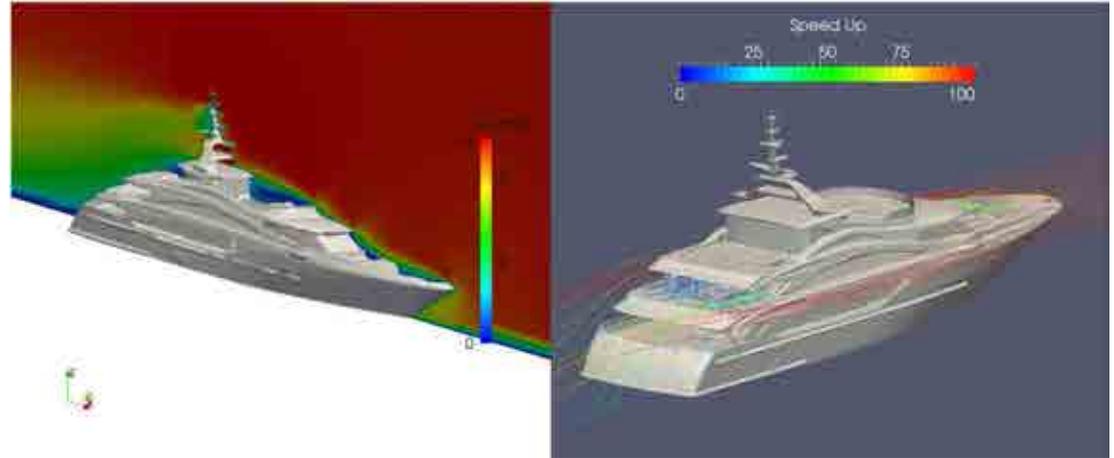


Aerodinamica di imbarcazioni a motore

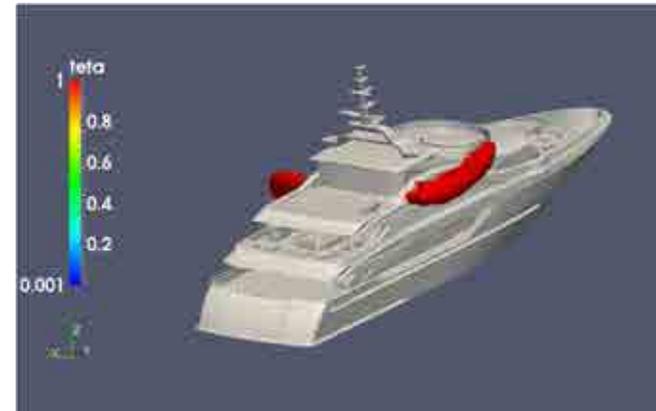
Prove in galleria del vento per la validazione del modello numerico



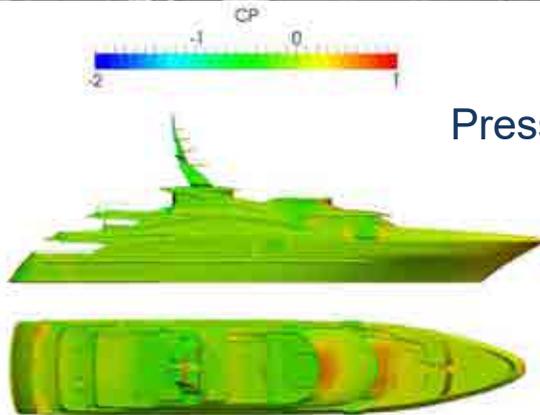
Flussi: prestazioni e comfort



Dispersione fumi



Pressioni superficiali





Gruppo italiano di Meccanica Applicata

Napoli 21-22 luglio 2016 Università degli Studi di Napoli Federico II



Erika Ottaviano

Università di Cassino e del Lazio Meridionale

Formazione: 2002 – Ricercatore ING-IND/13 (confermato dal 2005).

2012 - (2014-2021) ASN prima tornata 2012 per la II fascia.

Didattica: MaM (PI ed I El.); Progettazione di meccanismi (LM Mecc), Meccanica azionamenti (LM Mecc.), didattica internazionale (1 Master, 1 PhD) e lectures internazionali.

Incarichi accademici: Commissione PAF, segreteria CCSdM, CUDARI, CP, PhD, Erasmus.

Supervisione: circa 40 studenti (L, LM), 1 PhD.

Incarichi scientifici e comitati editoriali: Editor associato di JIR, JAS Acta Polytechnica Hungarica, Membro e Segretario di TC CK (IFTToMM).

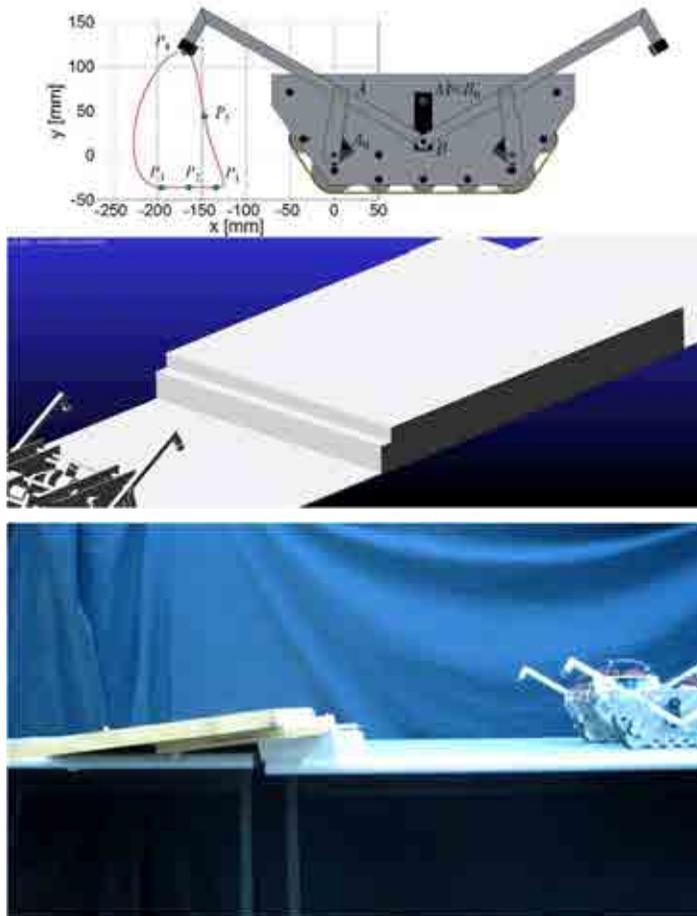
Ricerca: Cinematica Computazionale, Progettazione Meccanica Funzionale, Meccanica dei Robot Seriali e Paralleli classici e a cavi, Robot Mobili, Meccanica delle trasmissioni meccaniche. Dal 2005 linea di ricerca sui robot a per applicazioni di assistenza motoria e una linea riguardante i robot mobili ibridi.

E' autrice e coautrice di oltre 155 articoli.

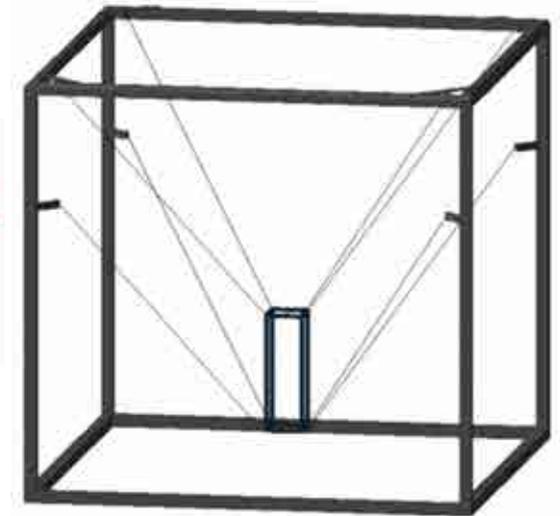
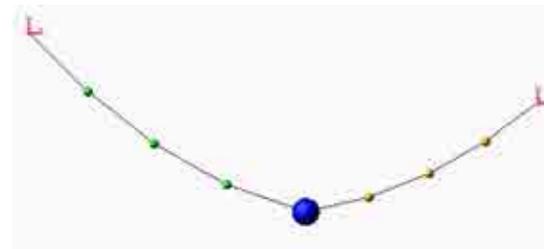
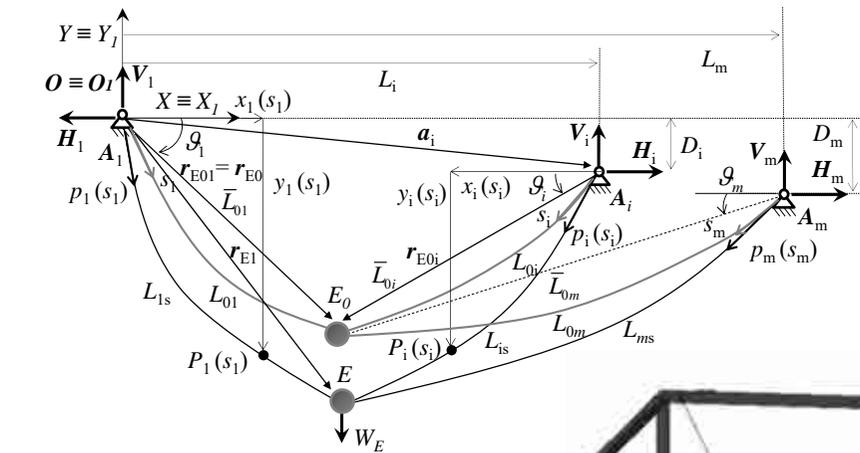
Google Scholar	All	From 2011
Citations	1369	729
h index	22	15
i10-index	50	27

SCOPUS - Documents	69
Citation (n) by [m] documents	(477) by [402]
h index SCOPUS	14
References	922
Co-Authors	59
Author ID	6603447658

Attività di ricerca in corso



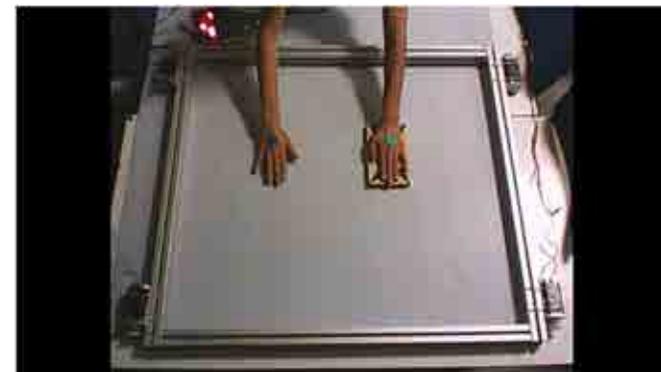
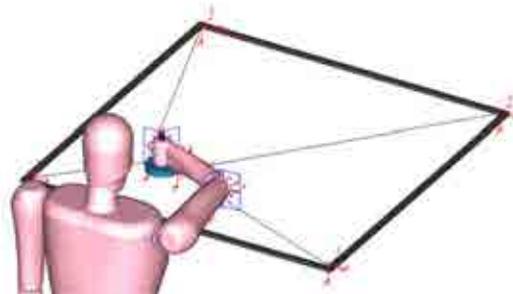
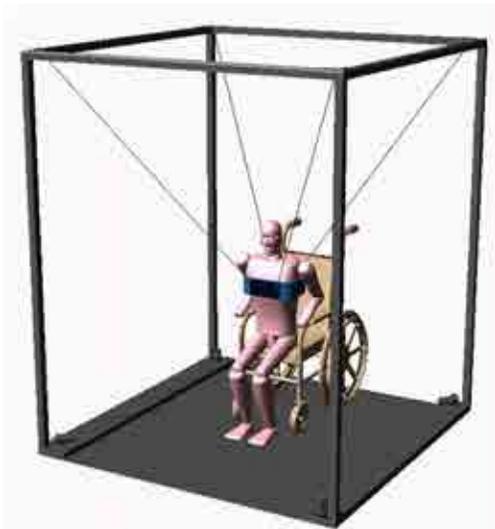
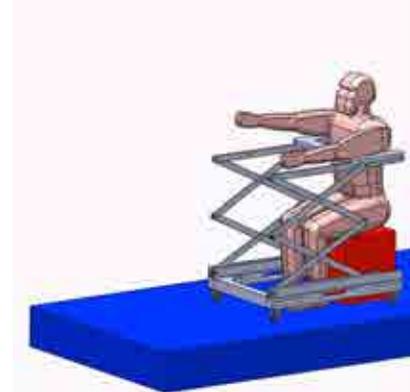
Robot mobili ibridi



Manipolatori a cavi sospesi



Progettazione e sperimentazione di dispositivi per assistenza motoria e riabilitazione



Stefano Pagano
Università di Napoli Federico II

Modellazione di isolatori di vibrazioni



Armadio (cabinet)



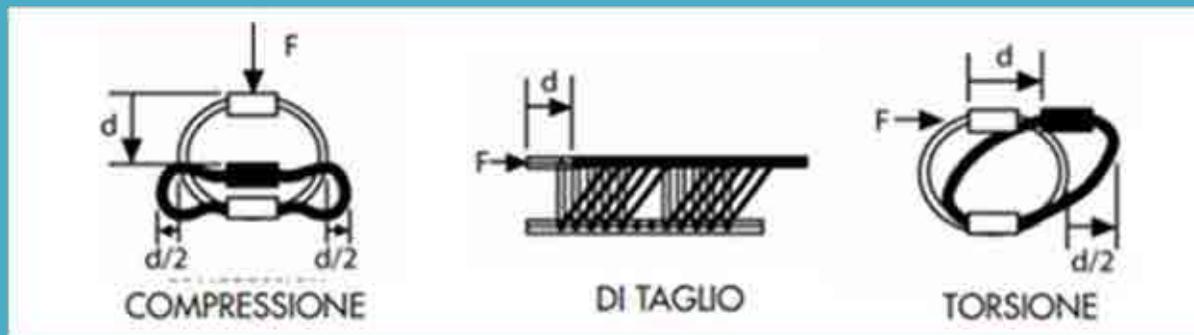
Rack

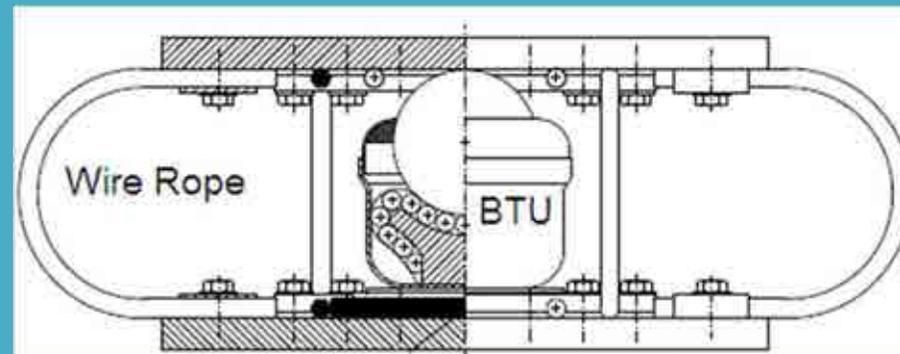
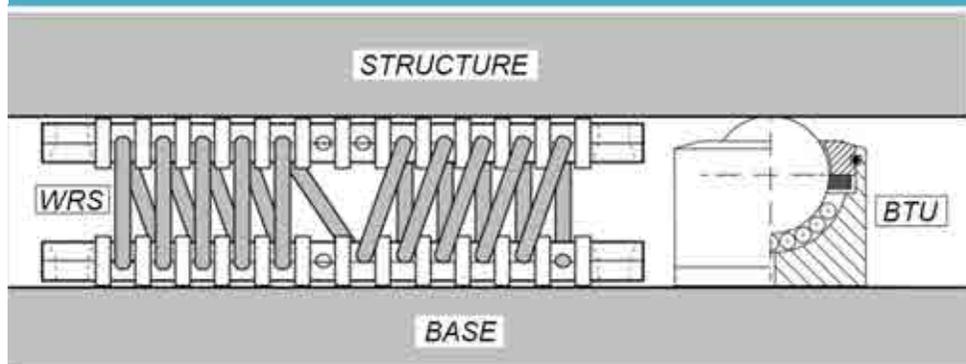
Sistemi di isolamento sismico per strutture leggere



Molle a fune d'acciaio: economiche, senza manutenzione, dotate di smorzamento intrinseco, resistenti alle azioni ambientali, capaci di grandi deformazioni

Rigidezza verticale dello stesso ordine di grandezza di quelle trasversali

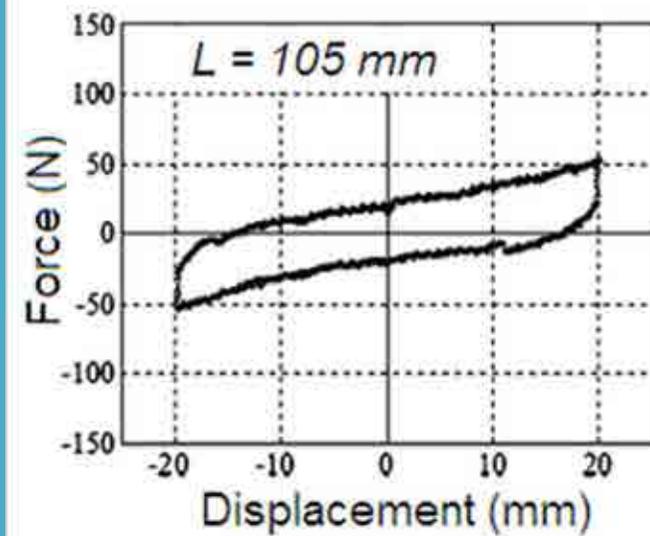
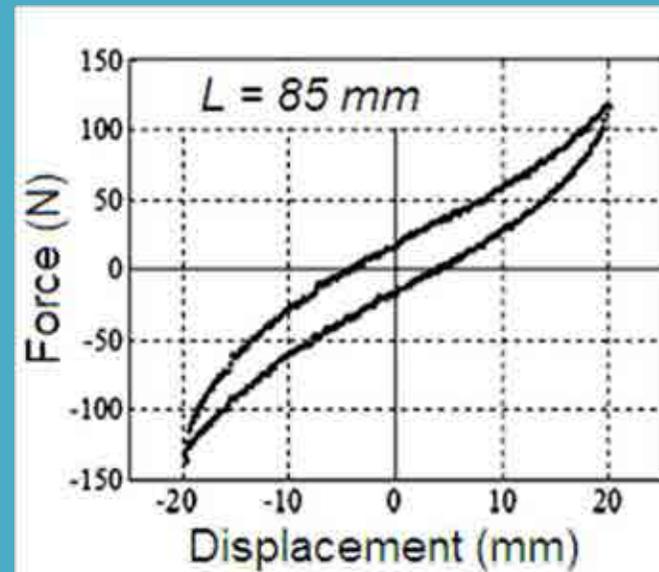




Combinazione di molla a fune d'acciaio (WRS) con unità di traslazione a sfera (BTU)

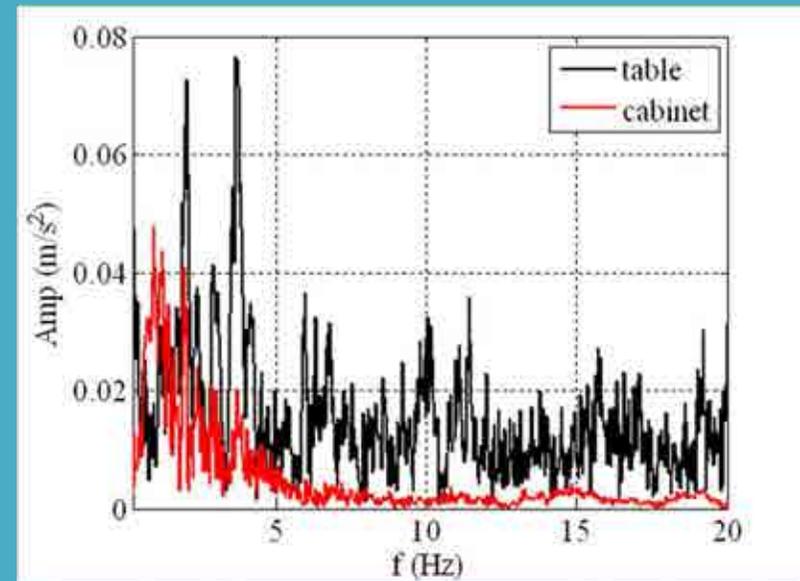
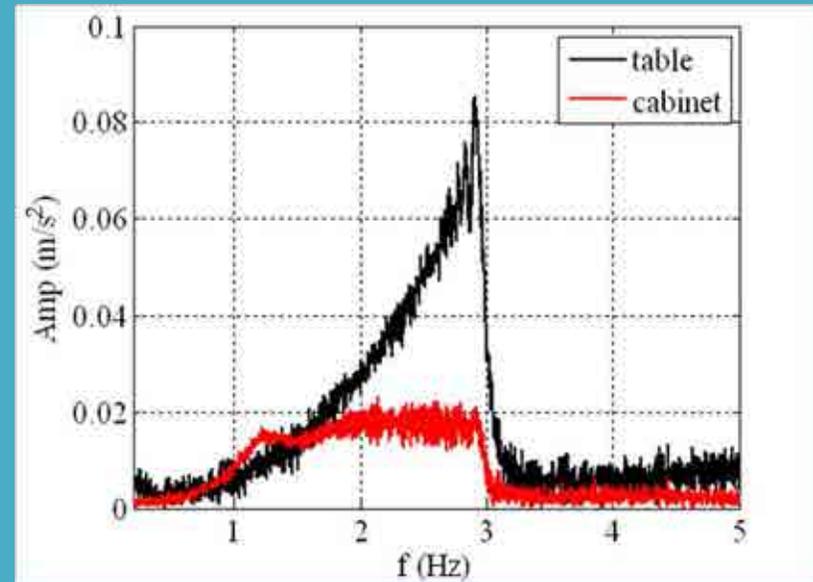


Prove di caratterizzazione dell'isolatore



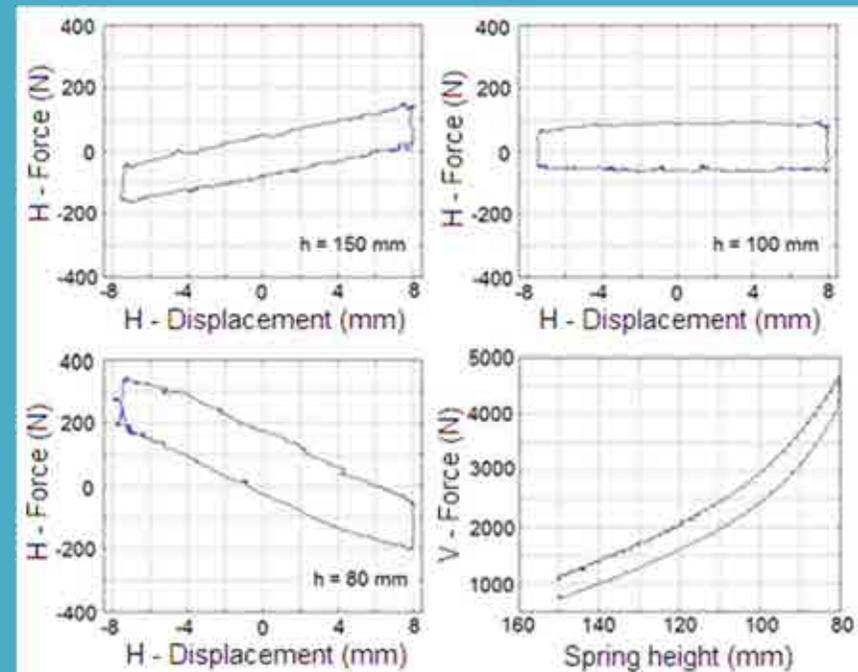
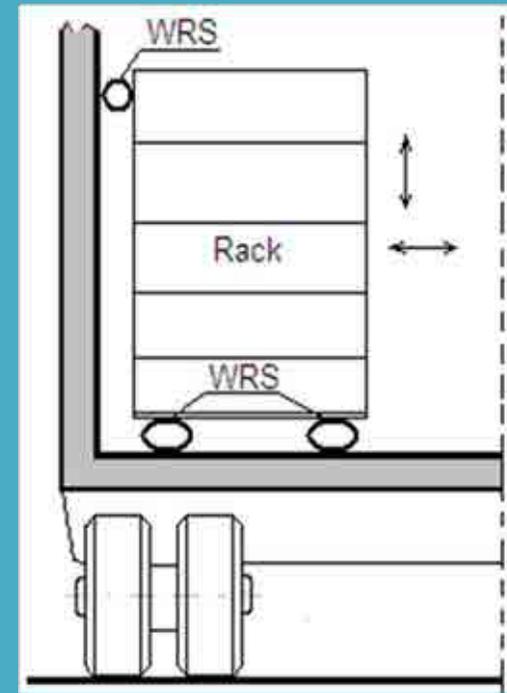
Prove su tavola vibrante

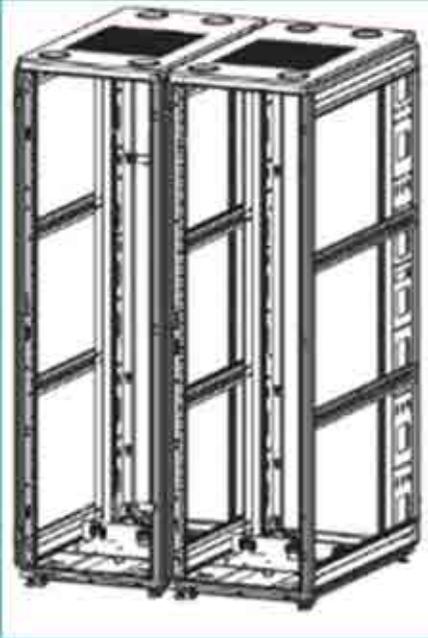




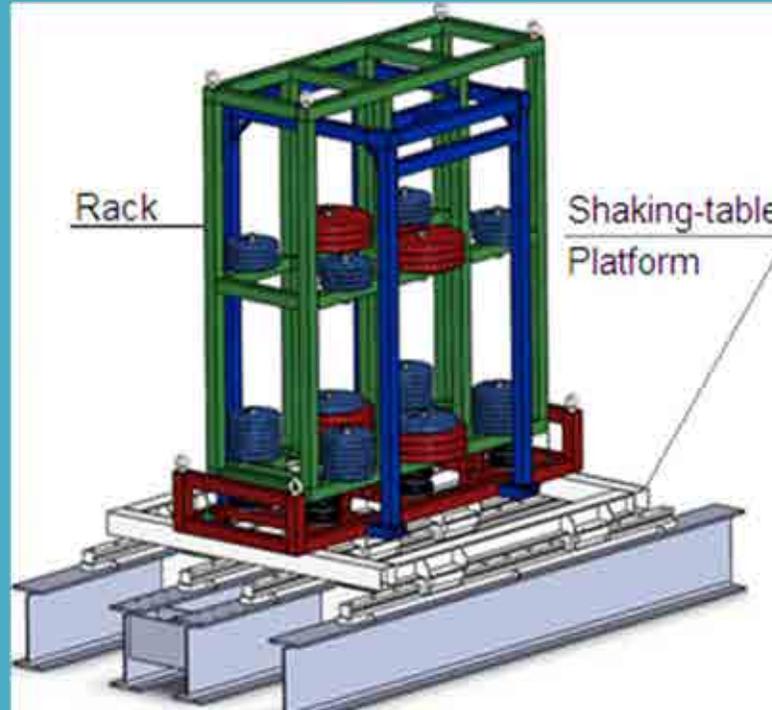
Cabinet isolato con WRS-BTU

Isolamento di rack a bordo di veicolo

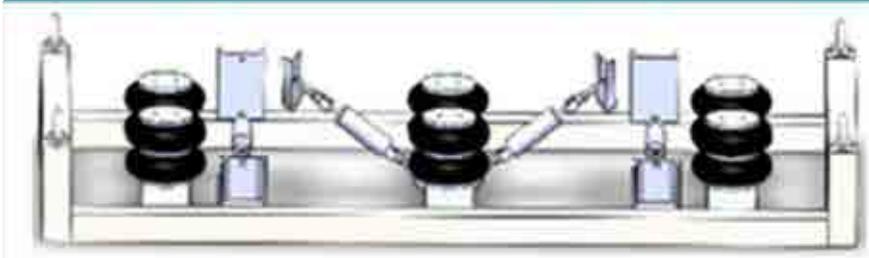




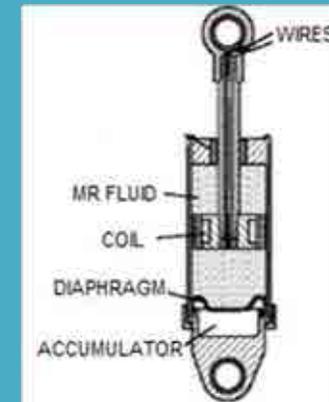
Insieme di Rack

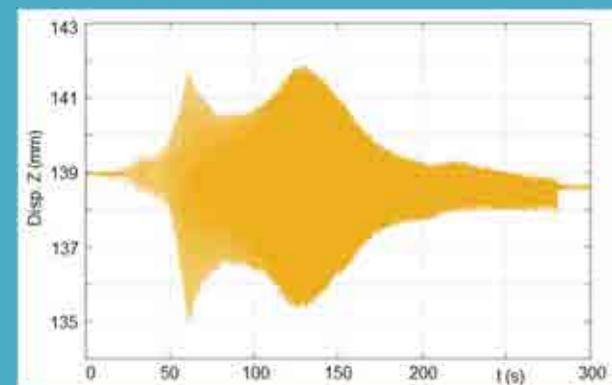
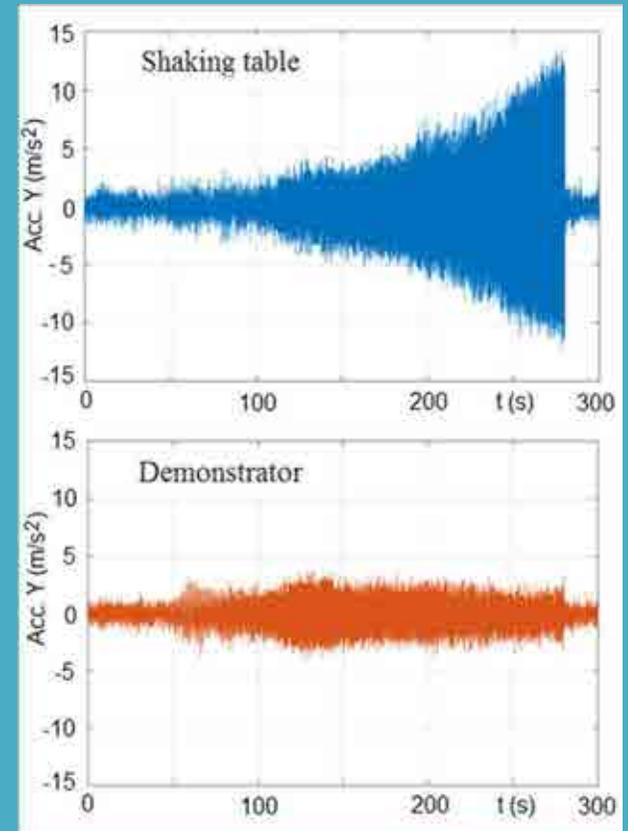


Dimostratore su tavola vibrante



Componenti del sistema di isolamento







Gruppo italiano di Meccanica Applicata

Napoli 21-22 luglio 2016 Università degli Studi di Napoli Federico II

METODI AVANZATI DI STIMA DELLO STATO PER SISTEMI MULTIBODY

Ilaria Palomba



Libera Università di Bolzano
(dal 2016)

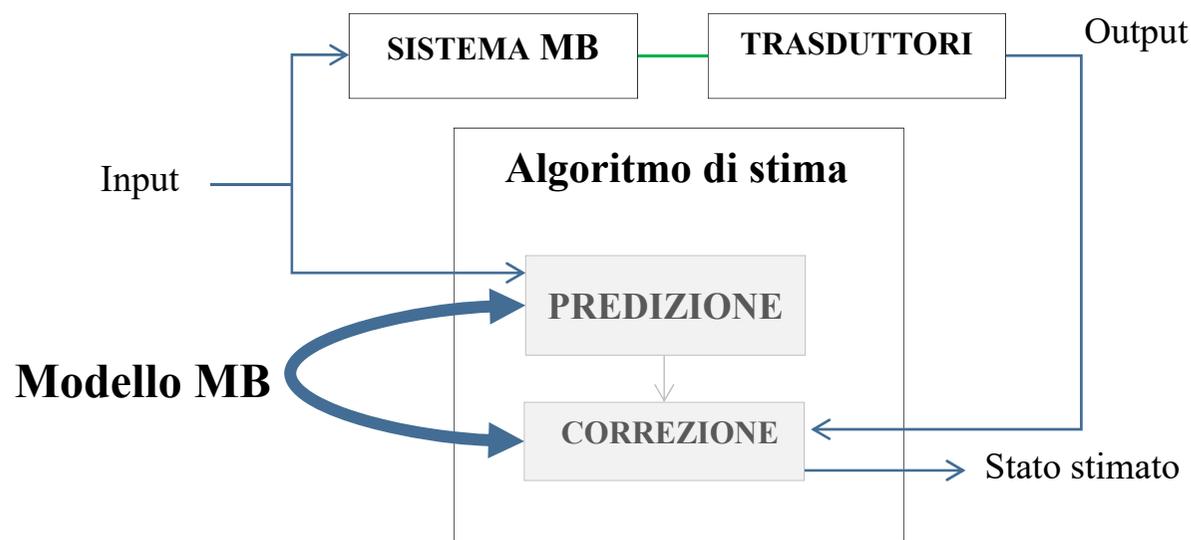


Università degli Studi di Padova
(dal 2013 al 2015)

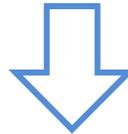
La stima dello stato in sistemi multibody (MB) è fondamentale in numerose applicazioni avanzate:

- Rivelazione e diagnosi di guasti
- Fusione sensoriale
- Sintesi di sistemi di controllo in retroazione

Tale stima viene ottenuta a partire dalla misura di alcune grandezze del sistema MB e la sintesi di uno stimatore

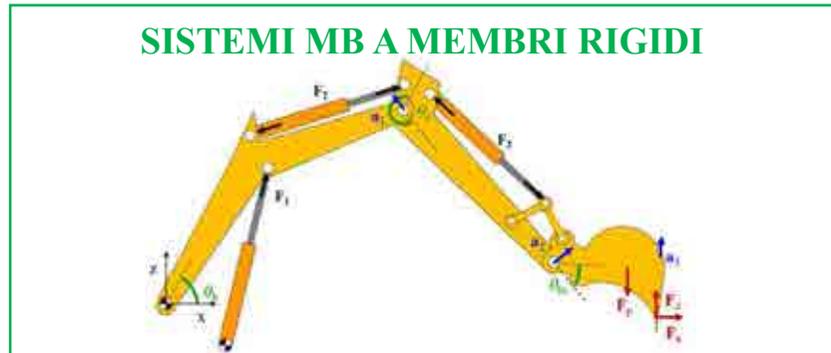


OBIETTIVO: OTTENERE STIME PRECISE IN TEMPO REALE



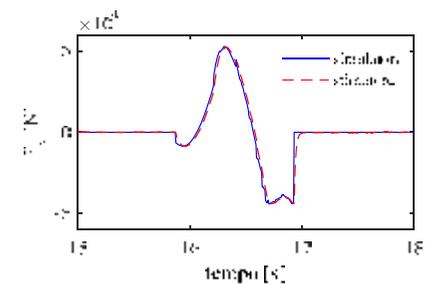
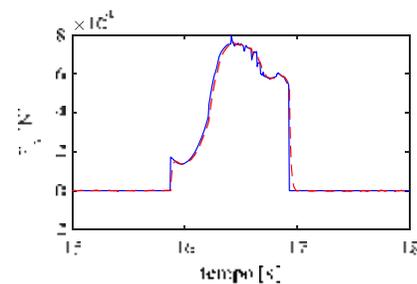
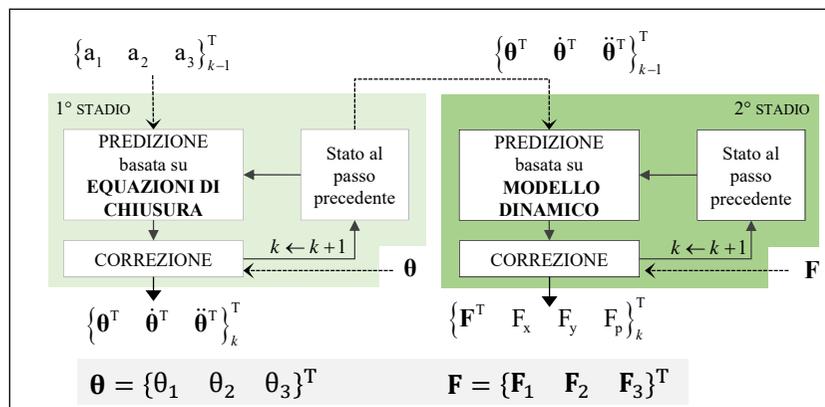
MODELLO E ALGORITMO DI STIMA DEVONO GARANTIRE
UN'ELEVATA ACCURATEZZA ED EFFICIENZA COMPUTAZIONALE

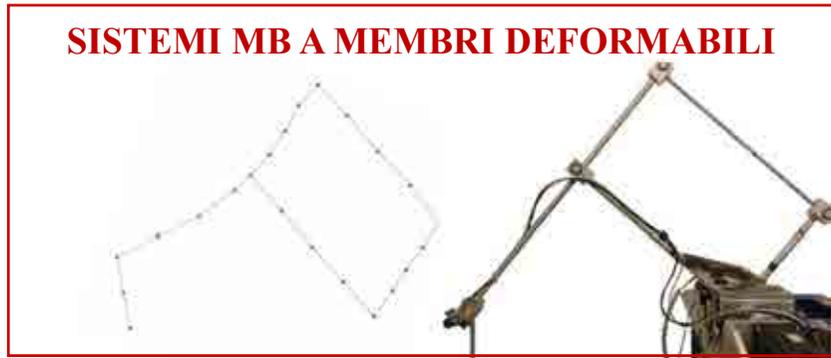
- ❑ Utilizzo di innovativi algoritmi di stima nonlineare, basati sulla trasformazione “unscented” (UKF, SSUKF, ecc.)
- ❑ Sviluppo di approcci di stima dedicati e specifici per sistemi MB a membri rigidi ed a membri deformabili.



Formalizzato un nuovo approccio alla stima basato sull'impiego di modelli cinematici e di misure di grandezze cinematiche. Affrontate le seguenti problematiche:

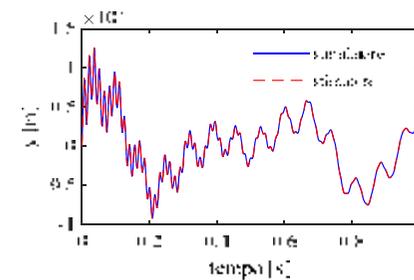
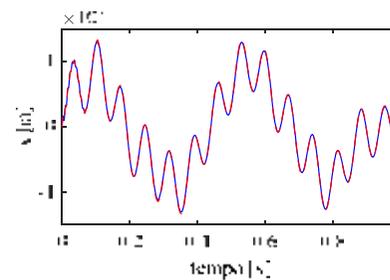
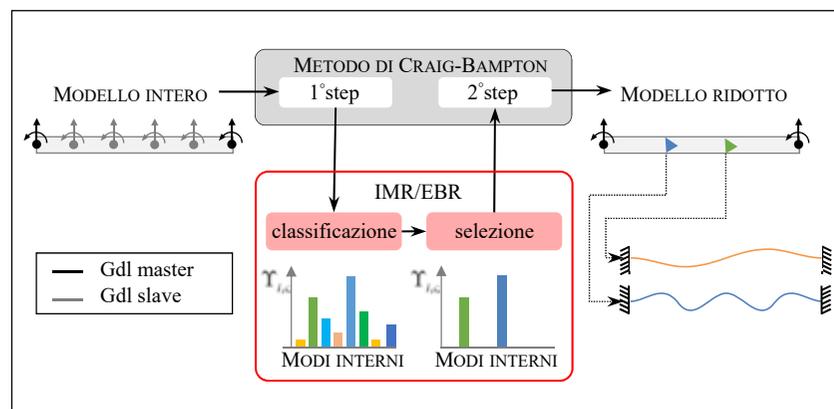
- 1 Stima dello stato cinematico
- 2 Stima della derivata dello stato
- 3 Stima in prossimità di configurazioni singolari
- 4 Stima delle forze incognite





Difficoltà derivanti dalle elevate dimensioni dei modelli affrontate mediante sviluppo di tecniche di riduzione di modelli dinamici anche nonlineari:

- 1 Metodo “Interior mode ranking” (IMR)
- 2 Metodo “Energy-based ranking” (EBR)
- 3 Strategia di riduzione dei modelli MB.
- 4 Sintesi di stimatori dello stato basati su modelli dinamici ridotti





Università Politecnica delle Marche

Gruppo di Meccanica Applicata alle Macchine:

- Massimo Callegari (Professore ordinario)
- Matteo Palpacelli (Ricercatore)
- Giacomo Palmieri (Assegnista di ricerca)
- Luca Carbonari (Assegnista di ricerca)

Attività di ricerca in breve:

- Studio e progettazione di dispositivi mecatronici
- Biomeccanica del movimento
- Macchine riconfigurabili a cinematica parallela



Studio e progettazione di dispositivi meccatronici

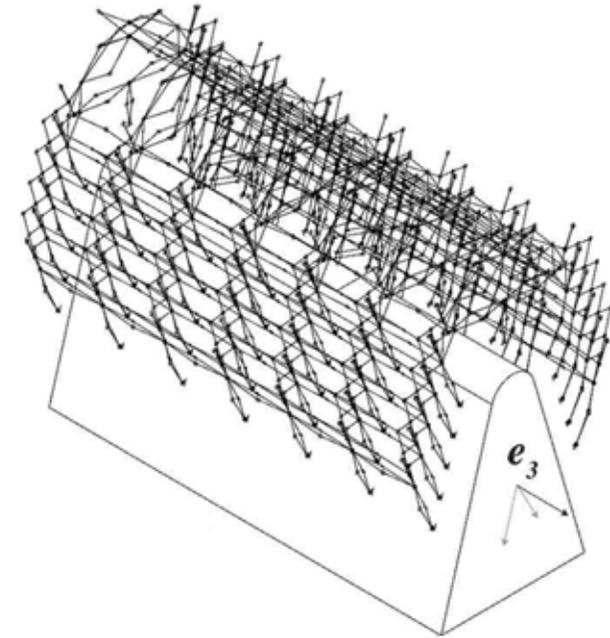
Matteo-Claudio Palpacelli

DIISM – Università Politecnica delle Marche

Studio e progettazione di dispositivi mecatronici

Progettazione meccanica

- Pinze riconfigurabili per la manipolazione di materiali flessibili
- Dispositivi di mini e micro robotica
- Calibrazione cinematica e studi di sensibilità ai parametri
- Robotica sottomarina
- Robotica parallela e riconfigurabile
- Progettazione di giunti innovativi

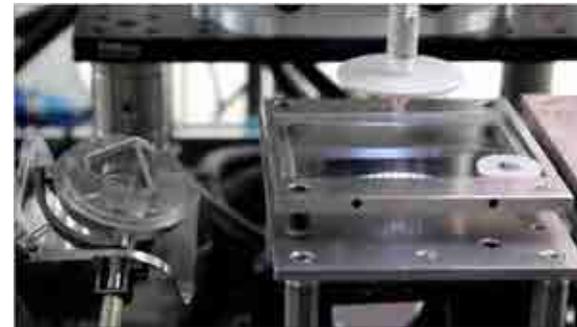


Scalatura anisotropica

Studio e progettazione di dispositivi mecatronici

Progettazione meccanica

- Pinze riconfigurabili per la manipolazione di materiali flessibili
- Dispositivi di mini e micro robotica
- Calibrazione cinematica e studi di sensibilità ai parametri
- Robotica sottomarina
- Robotica parallela e riconfigurabile
- Progettazione di giunti innovativi



PRIN 2009 – Mini piattaforma a 2 DoF

Studio e progettazione di dispositivi mecatronici

Progettazione meccanica

- Pinze riconfigurabili per la manipolazione di materiali flessibili
- Dispositivi di mini e micro robotica
- Calibrazione cinematica e studi di sensibilità ai parametri
- Robotica sottomarina
- Robotica parallela e riconfigurabile
- Progettazione di giunti innovativi

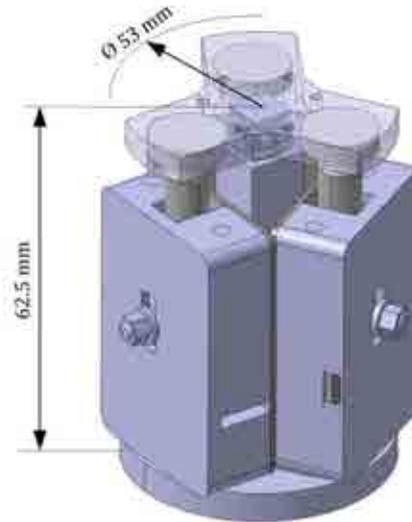


Robotica sottomarina

Studio e progettazione di dispositivi mecatronici

Progettazione meccanica

- Pinze riconfigurabili per la manipolazione di materiali flessibili
- Dispositivi di mini e micro robotica
- Calibrazione cinematica e studi di sensibilità ai parametri
- Robotica sottomarina
- Robotica parallela e riconfigurabile
- Progettazione di giunti innovativi



Attuazione ridondante

Giunto in materiale superelastico



Studio e progettazione di dispositivi meccatronici

Controllo avanzato di sistemi

- Asservimento visuale di robot
- Cooperazione stretta tra robot
- Applicazioni industriali avanzate come saldatura ad attrito e formatura incrementale robotizzate
- Controlli basati su modello
- Controlli di tipo PDD1/2



Dynamic look-&-move

Studio e progettazione di dispositivi meccatronici

Controllo avanzato di sistemi

- Asservimento visuale di robot
- Cooperazione stretta tra robot
- Applicazioni industriali avanzate come saldatura ad attrito e formatura incrementale robotizzate
- Controlli basati su modello
- Controlli di tipo PDD1/2



Cooperazione PKMs

Studio e progettazione di dispositivi meccatronici

Controllo avanzato di sistemi

- Asservimento visuale di robot
- Cooperazione stretta tra robot
- Applicazioni industriali avanzate come saldatura ad attrito e formatura incrementale robotizzate
- Controlli basati su modello
- Controlli di tipo PDD1/2



FSW



Biomeccanica del movimento

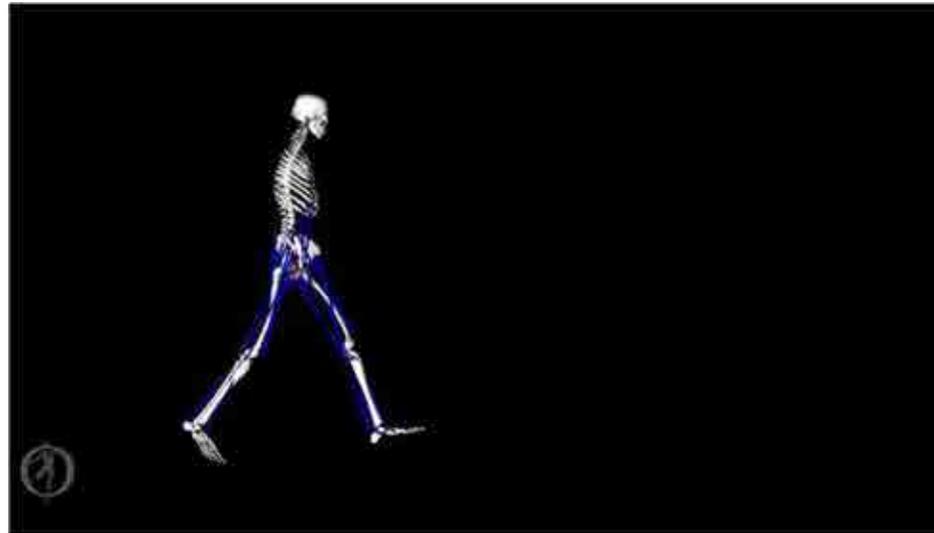
Giacomo Palmieri

DIISM – Università Politecnica delle Marche

Biomeccanica del movimento

Modellazione cinematica e dinamica del corpo umano

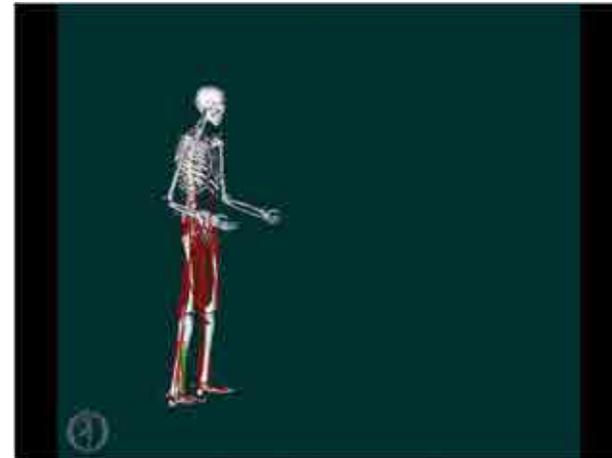
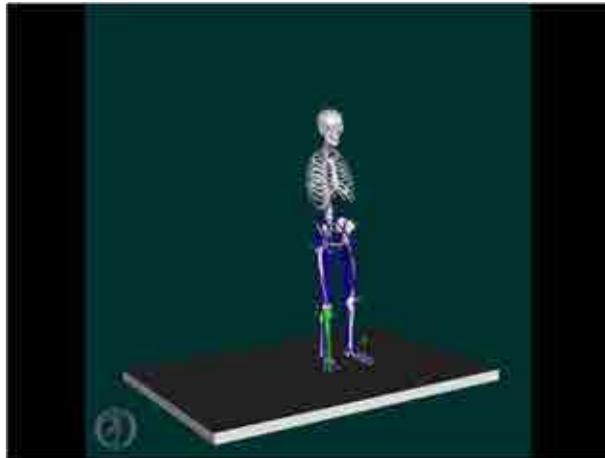
- Modellazione analitica della cinematica e dinamica dell'apparato locomotore in moto piano (sagittale)
- Modellazione 3D mediante software multibody (OpenSim)



Biomeccanica del movimento

Modellazione cinematica e dinamica del corpo umano

- Tipo di analisi: dinamica inversa, ottimizzazione dinamica (RRA), attivazione muscolare (a partire da EMG)
- Casi di studio: cammino, corsa, salti, pedalata, perturbazione della stazione eretta

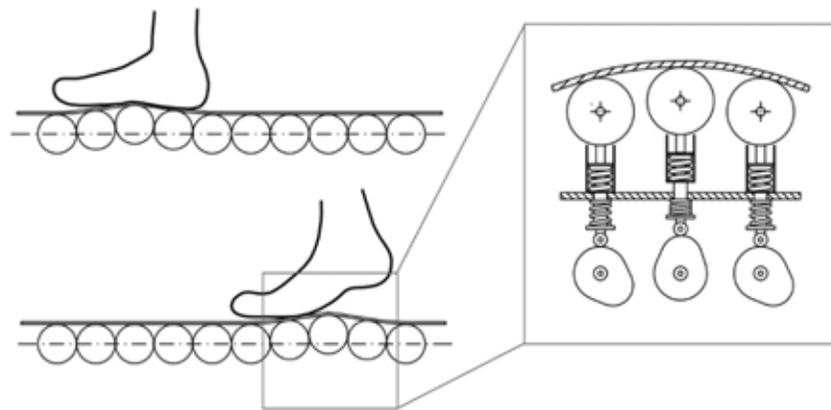


G. Palmieri, M. Callegari, S. Fioretti, Analytical and multibody modeling for the power analysis of standing jumps, *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 18 (14), pp. 1564-1573, 2015.

Biomeccanica del movimento

Progettazione di dispositivi meccanici per l'allenamento e la riabilitazione

- Sviluppo di un brevetto per la progettazione di una macchina per l'allenamento propriocettivo, in grado di replicare la camminata su un terreno accidentato



P. Ciarmela, M.G. Ceravolo, M. Castellucci, S. Fioretti, M.-C. Palpacelli, G. Palmieri, G. Ippoliti, G. Orlando, Apparecchiatura per l'allenamento dell'equilibrio, brevetto MO2015A000012, 2015.

Biomeccanica del movimento

Didattica

- Collaborazione con il Prof. Giovanni Legnani nella pubblicazione del libro di testo:

G. Legnani, G. Palmieri

Fondamenti di Meccanica Teorica e Biomeccanica del Movimento

Città Studi Edizioni, 2016

Il testo racchiude:

- Fondamenti di meccanica teorica e applicata per studenti di Ingegneria Biomedica.
- Introduzione alla biomeccanica del movimento per studenti di Ingegneria Meccanica





Macchine riconfigurabili a cinematica parallela

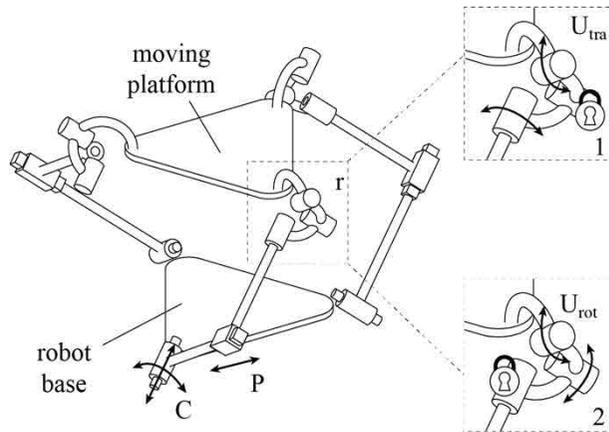
Luca Carbonari

DIISM – Università Politecnica delle Marche

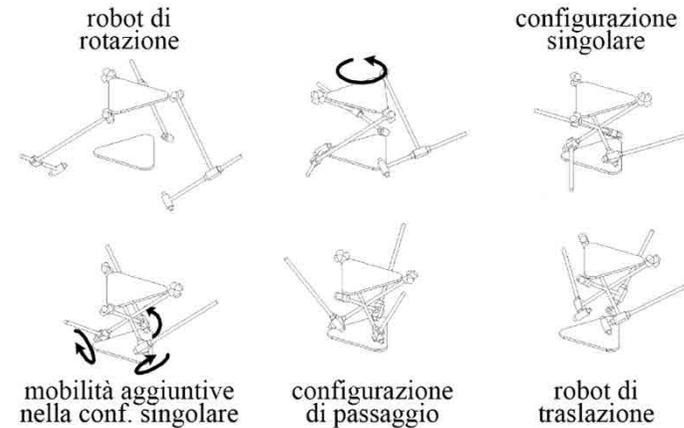
Macchine riconfigurabili a cinematica parallela

Robot riconfigurabili a cinematica parallela

- Un robot riconfigurabile è una macchina capace di modificare la **mobilità** del suo terminale attraverso una variazione locale della propria struttura cinematica.



piattaforma parallela riconfigurabile
tramite modifica strutturale

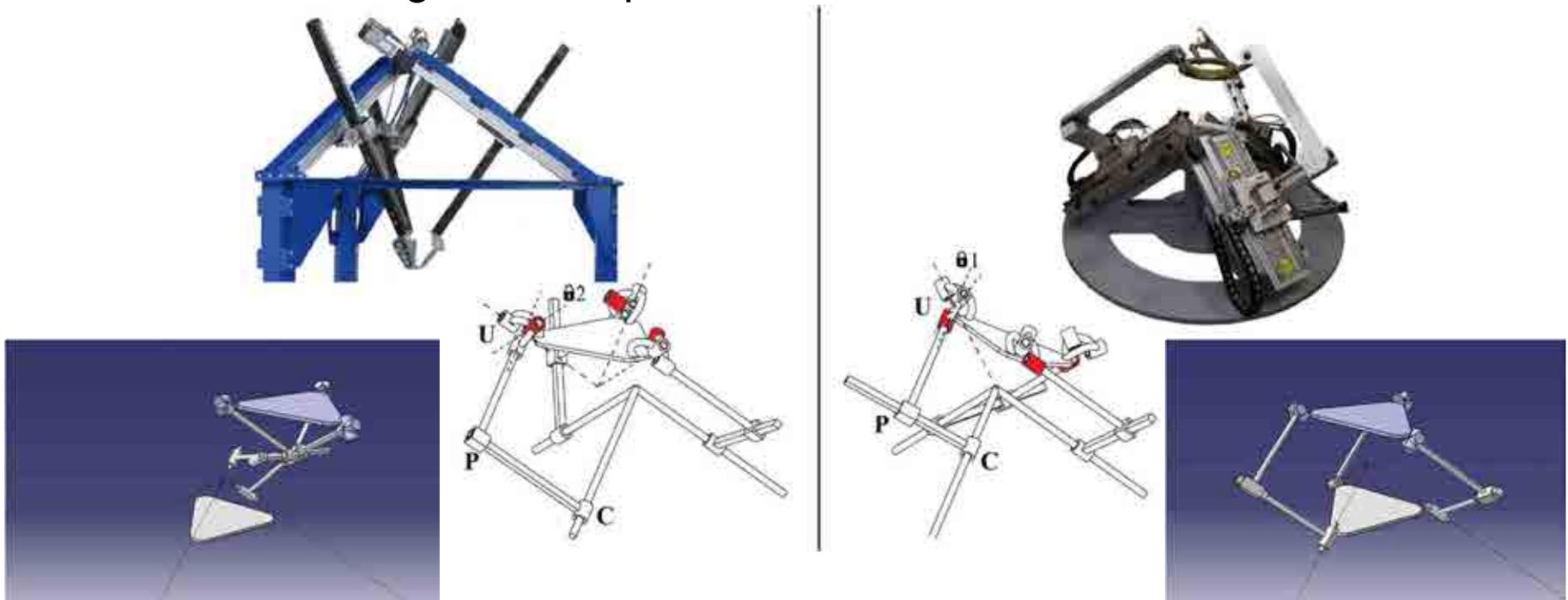


piattaforma parallela riconfigurabile
passaggio per punto di singolarità

Macchine riconfigurabili a cinematica parallela

Cinematica 3-CPU

- La catena cinematica 3-CPU (cilindrica-prismatica-universale) è utilizzata nella realizzazione di prototipi di pura **traslazione** e di pura **rotazione**: una piccola riconfigurazione della struttura è sufficiente a generare tipi di moto diversi.



3-CPU di traslazione

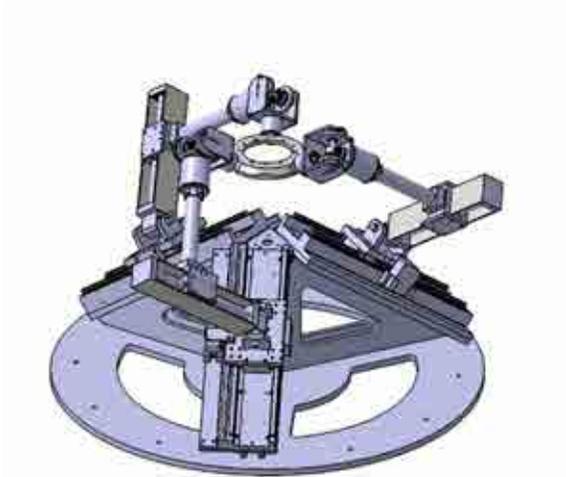
3-CPU di rotazione

Macchine riconfigurabili a cinematica parallela

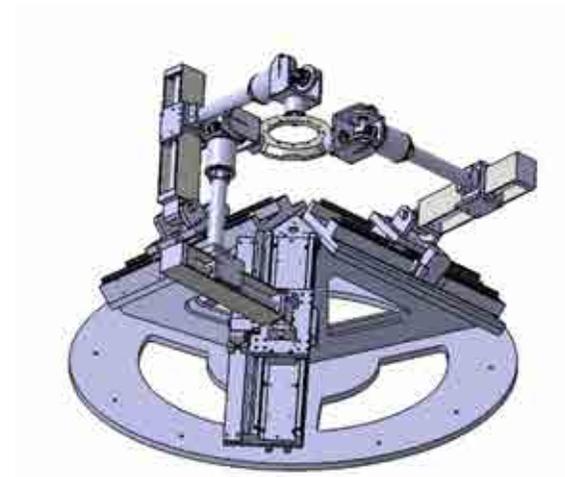
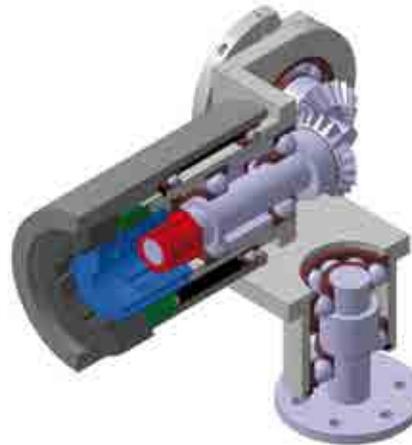
Giunto sferico riconfigurabile

- A tal fine è stato progettato un apposito giunto sferico riconfigurabile capace di dar vita a due diversi giunti universali, ognuno associato ad una delle due differenti mobilità.

Giunto sferico riconfigurabile



3-CPU di traslazione

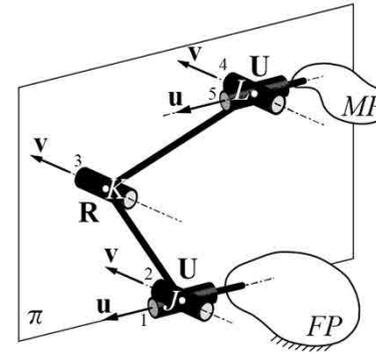


3-CPU di rotazione

Macchine riconfigurabili a cinematica parallela

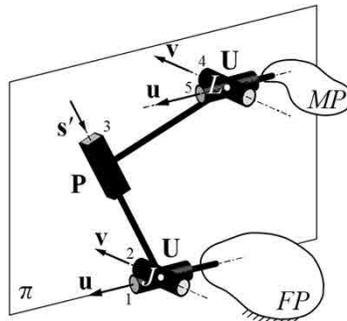
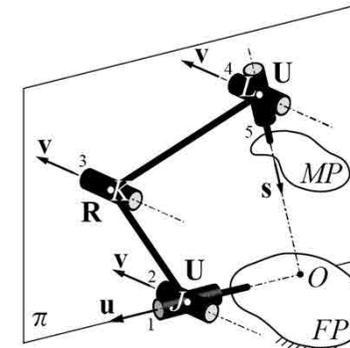
Altre cinematiche

- L'analisi della cinematica differenziale ha infine esteso i risultati ottenuti per la classe 3-CPU anche ad altre catene cinematiche in grado di esibire comportamenti analoghi.



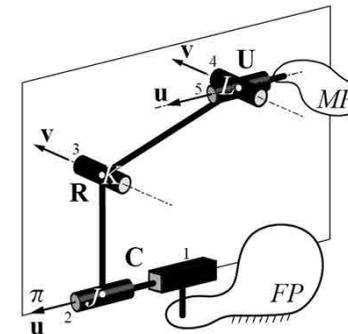
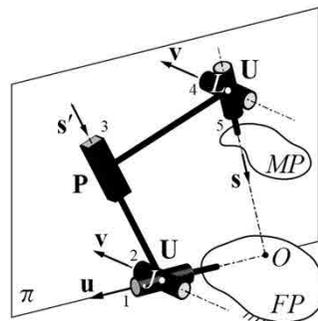
Architettura URU di traslazione

Architettura URU di rotazione



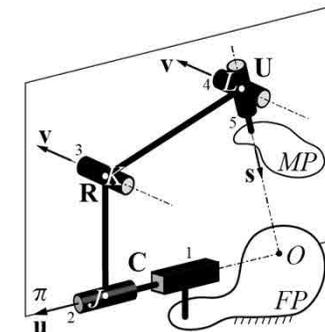
Architettura UPU di traslazione

Architettura UPU di rotazione



Architettura CRU di traslazione

Architettura CRU di rotazione



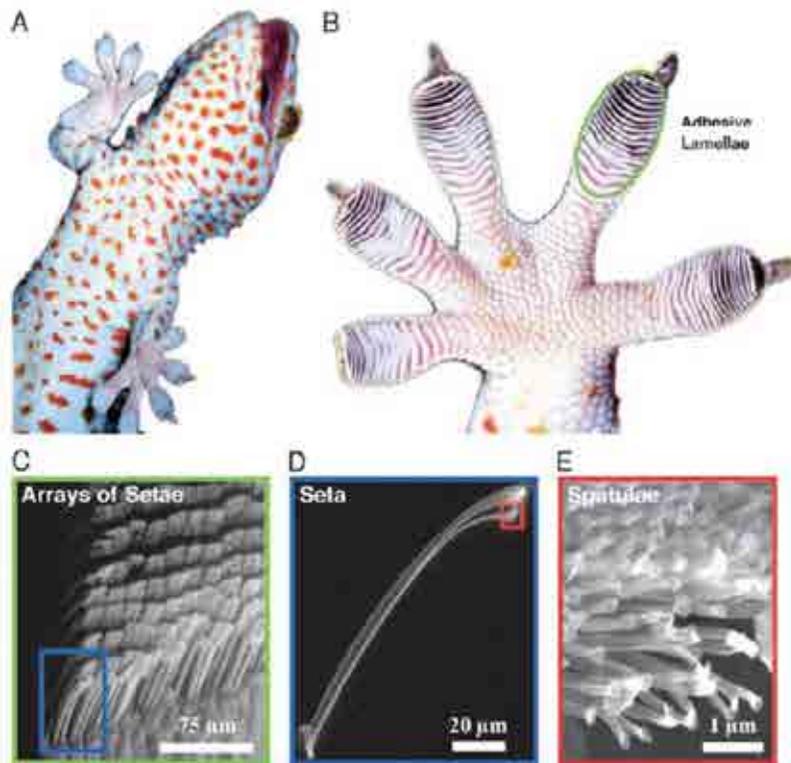
Bio-inspired microstructured surfaces

Elena PIERRO

*Scuola di Ingegneria (SI - UniBas) - Università degli Studi della Basilicata
Campus di Macchia Romana - Via dell'Ateneo Lucano, 10
85100 - POTENZA – Italy*

*Tel. +39 0971 20 5207; Cell. +39 3486278998
<http://www2.unibas.it/epierro>
e-mail: elena.pierro@unibas.it*

Macro and micro tribology



Adhesion and bio-adhesion



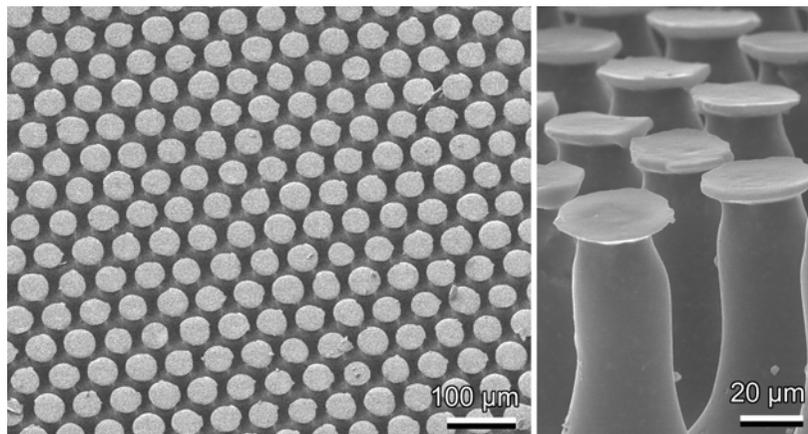
Microfabricated adhesives



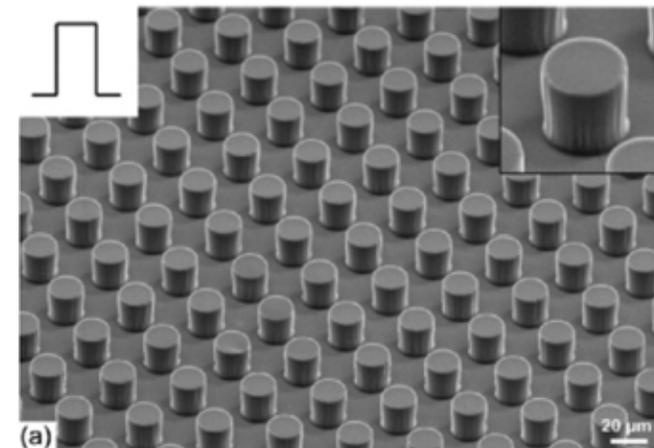
Micropillar Shape controls the debonding mechanism

- It is experimentally observed that mushroom shaped pillars show superlative adhesive strength values in comparison to flat micro-punches
- We explain theoretically the physical mechanism behind the enhanced adhesion of such microstructures, and compare the performance of the two geometries

**MUSHROOM
SHAPED PILLARS**



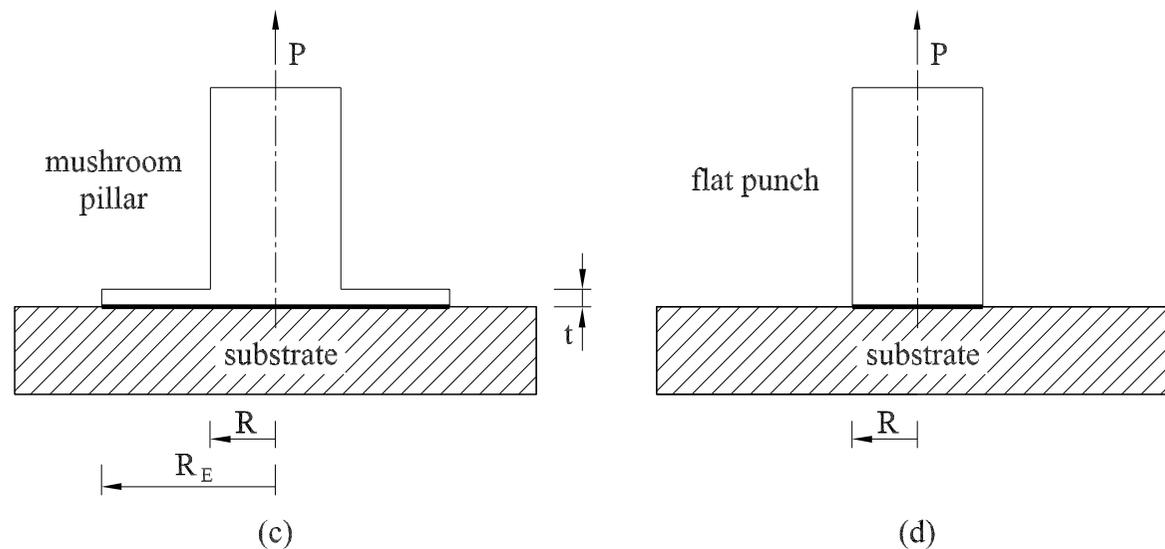
**MICRO PUNCH
SHAPED PILLARS**





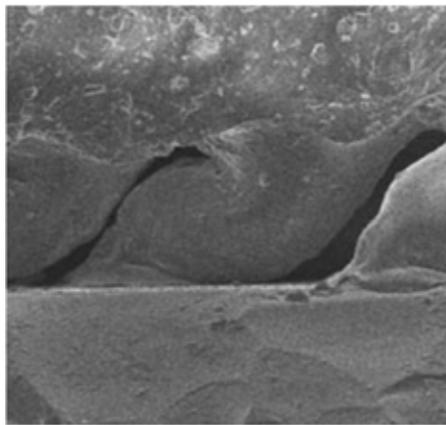
Flat punch pillar vs. mushroom shaped pillar

- We show that the detachment mechanisms may be different depending on which of the two cases is considered.
- Different debonding mechanisms produces different adhesion performance.

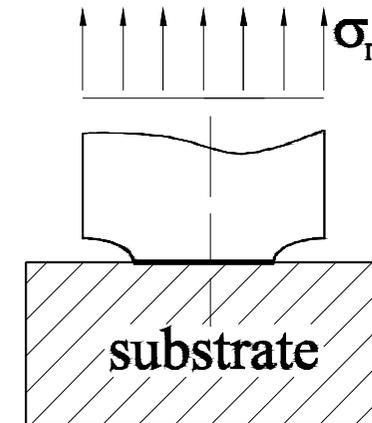
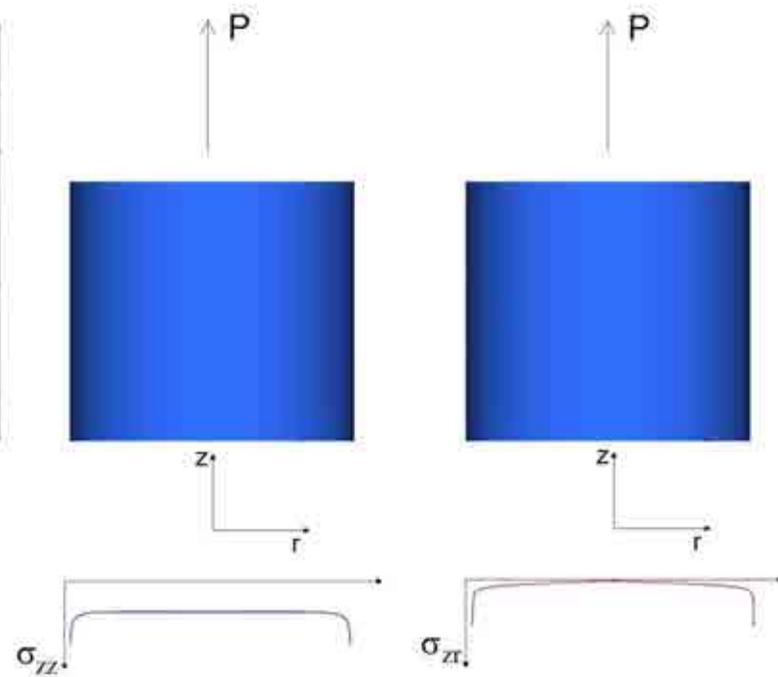


Interfacial sticking

- High interfacial friction determines stress intensification at the edge of the contact.
- Detachment occurs for crack propagation from the edge of the contact, because of local stress intensification



M. Varenberg and S. Gorb,
J. R. Soc. Interface, 2007



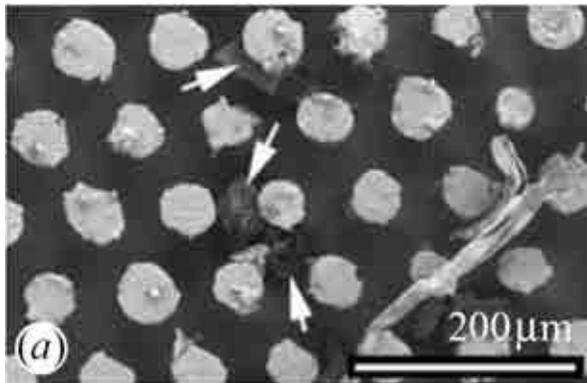
Extended Griffith Condition

$$G = \frac{K_{eq}^2}{(2E^*)} = \Delta\gamma$$

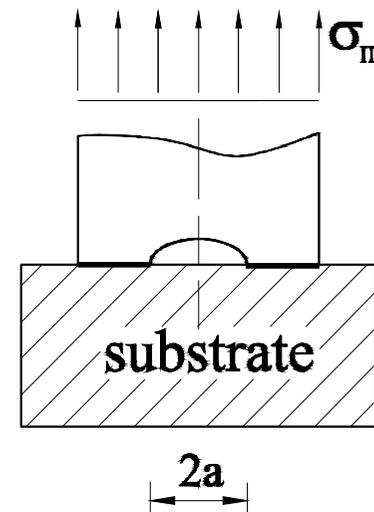


Interfacial Defects

- Small dirt particles often contaminate the interface between the pillar and the substrate
- Detachment may occur for propagation of defects with a certain critical size

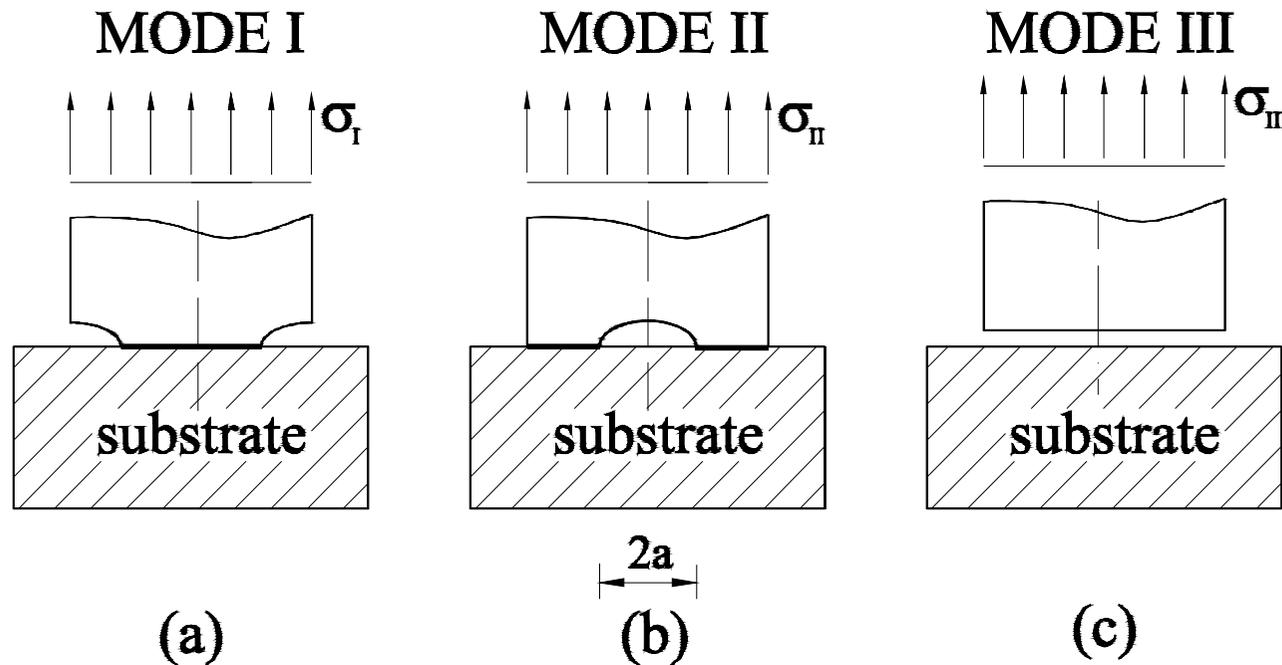


S. Gorb, M. Varenberg, A. Peressadko and J. Tuma, J. R. Soc. Interface, 2007



Flat punch debonding mechanisms

- We focus on interfacial detachment mechanisms:
 - **MODE I**: crack propagation from the edge of the contact
 - **MODE II**: propagation of interfacial defects from the inner side
 - **MODE III**: decohesion due to the achievement of limiting interfacial van der Waals stress





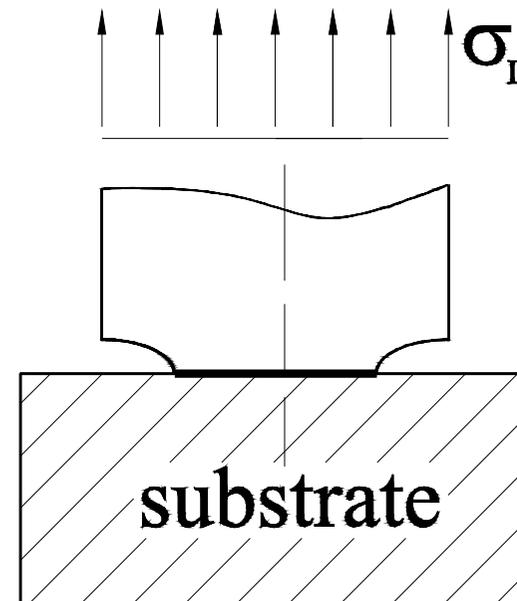
Flat Punch

- Mode I: Crack propagation from the edge -

$$\sigma_I = c_I \left(\frac{2E^* \Delta\gamma}{R} \right)^{1/2}$$

$$c_I \simeq 1.1 - 2$$
$$E^* = \frac{E}{(1 - \mu^2)}$$

MODE I



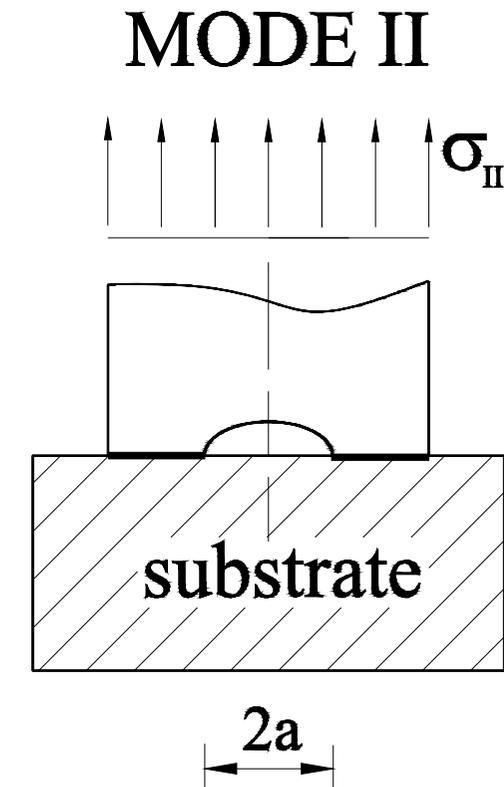
Flat Punch

- Mode II: propagation of interfacial defects from the inner side -

$$\sigma_{II} = c_{II} \left(\frac{E^* \Delta\gamma}{a} \right)^{1/2}$$

$$c_{II} \simeq 1.3$$

$$E^* = \frac{E}{(1 - \mu^2)}$$



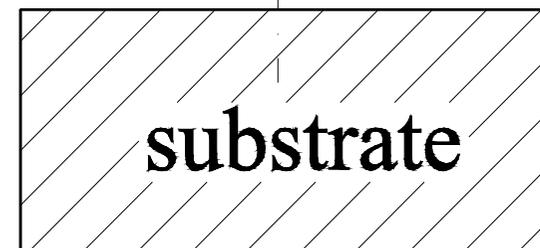
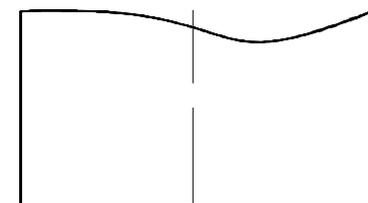
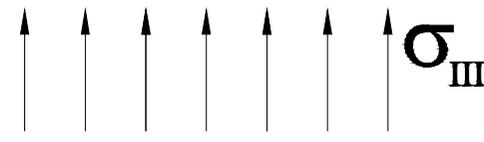
Flat Punch

- Mode III: Decohesion-

Range of van der Waals forces: typically $\rho \sim 1$ nm

$$\sigma_{III} = \Delta\gamma/\rho$$

MODE III





Flat Punch

- Comparison among the different mechanisms-

$$\sigma_I > \sigma_{II} \quad \Leftrightarrow \quad a/a_C > R/R_C$$

$$\sigma_{III} > \sigma_{II} \quad \Leftrightarrow \quad a > a_C$$

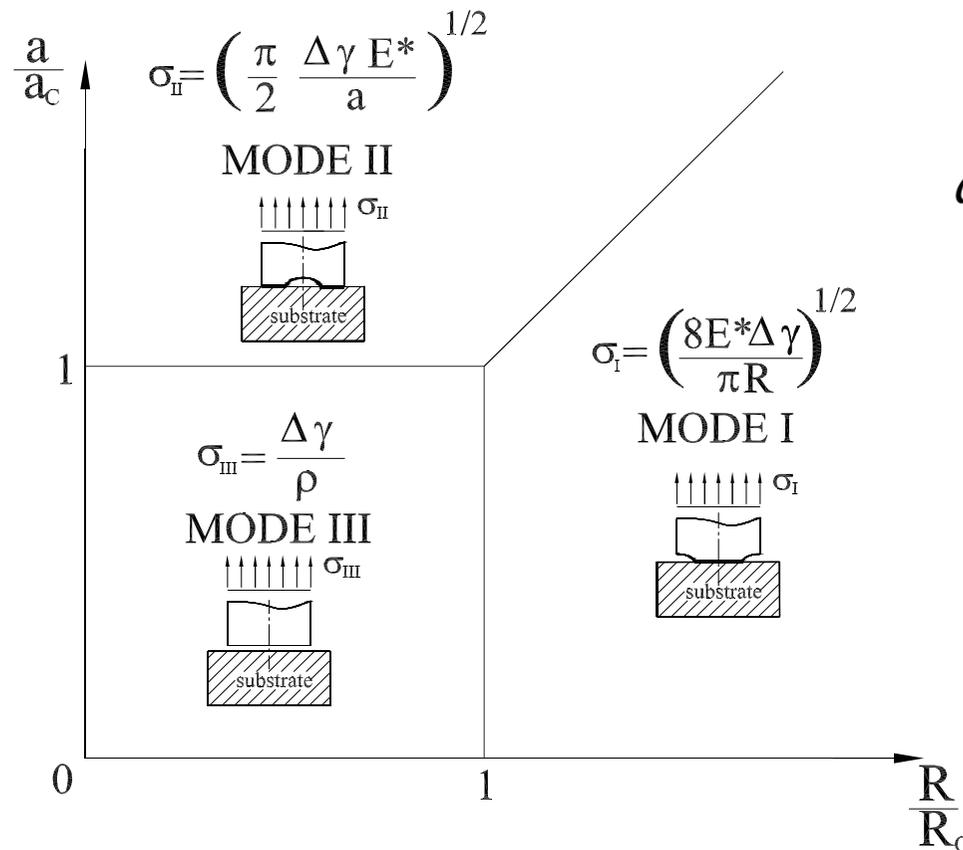
$$\sigma_{III} > \sigma_I \quad \Leftrightarrow \quad R > R_C$$

$$a_C = \frac{1}{2} \pi E^* \rho^2 / \Delta \gamma$$

$$R_C = (8/\pi) E^* \rho^2 / \Delta \gamma$$

Flat Punch

- Map of Interfacial Debonding Mechanisms -



Assuming $E=3\text{MPa}$ and $\Delta\gamma=16\text{mJ/m}^2$

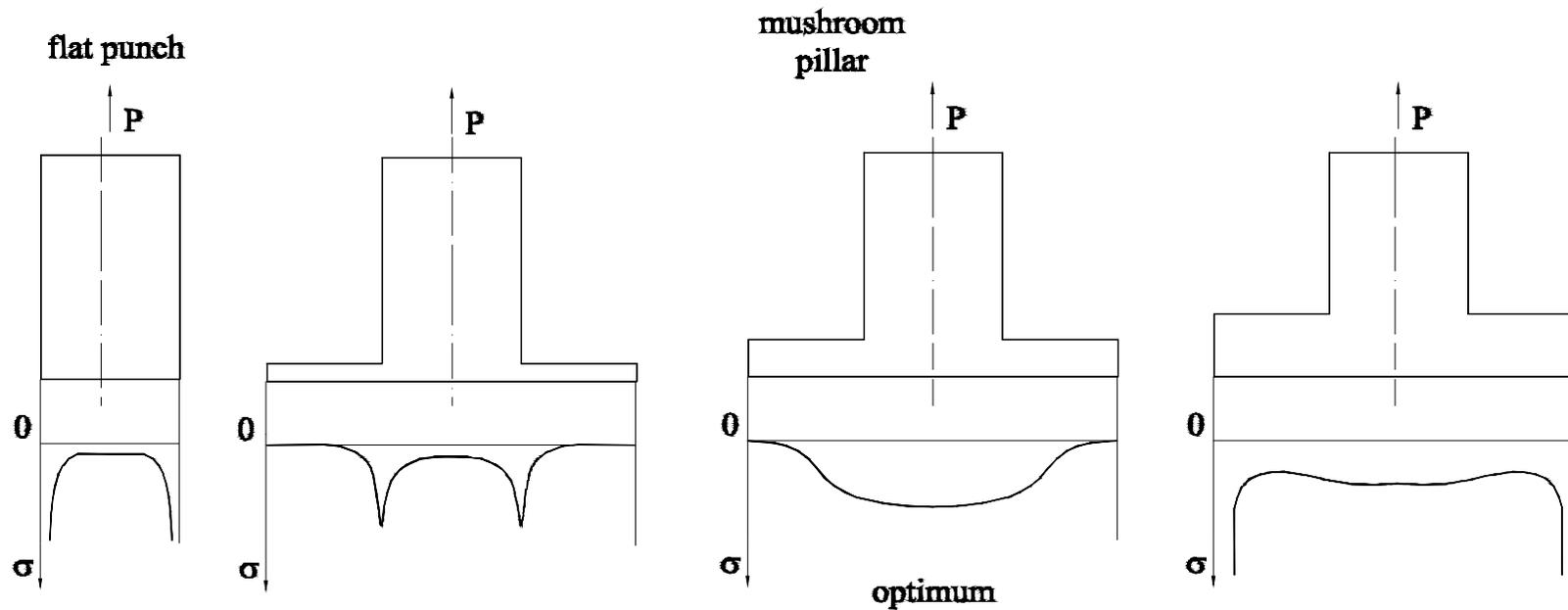
$$a_c = 0.39 \text{ nm} \quad R_c = 0.63 \text{ nm}$$

**SOFT FLAT PUNCH PILLARS
DETACH FOLLOWING THE
MODE I MECHANISM**



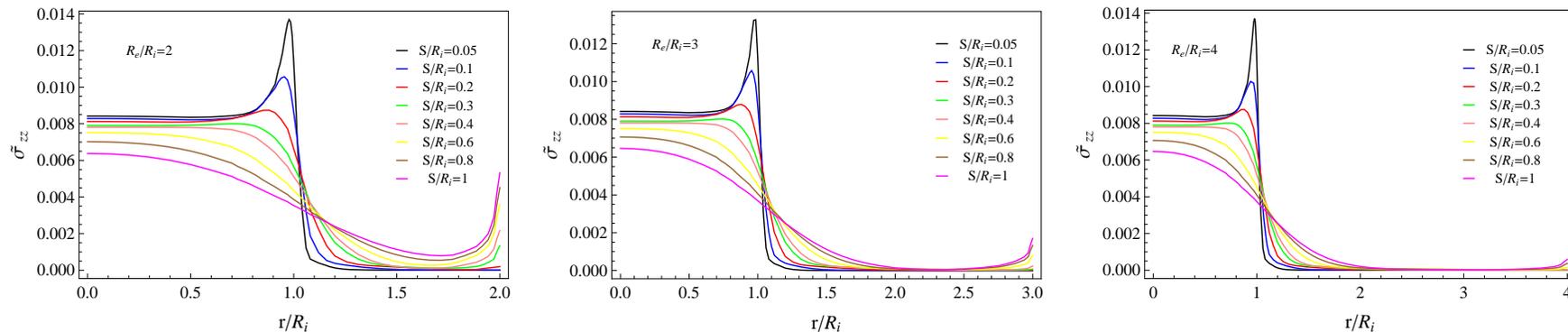
The effect of plate in mushroom-shaped pillars

- The thickness of the plate may be chosen to make the stress singularity at the pillar edge vanish



The role of plate in mushroom-shaped pillars

As the ratio R_e/R_i increases, the stress at the external edge decreases to zero, for any fixed value of s/R_i , but unloaded areas under the plate also increases



$0.05 < s/R_i < 0.2$

$0.2 < s/R_i < 1$

$s/R_i \sim 0.2-0.3$

stress increases at the internal radius of the pillar

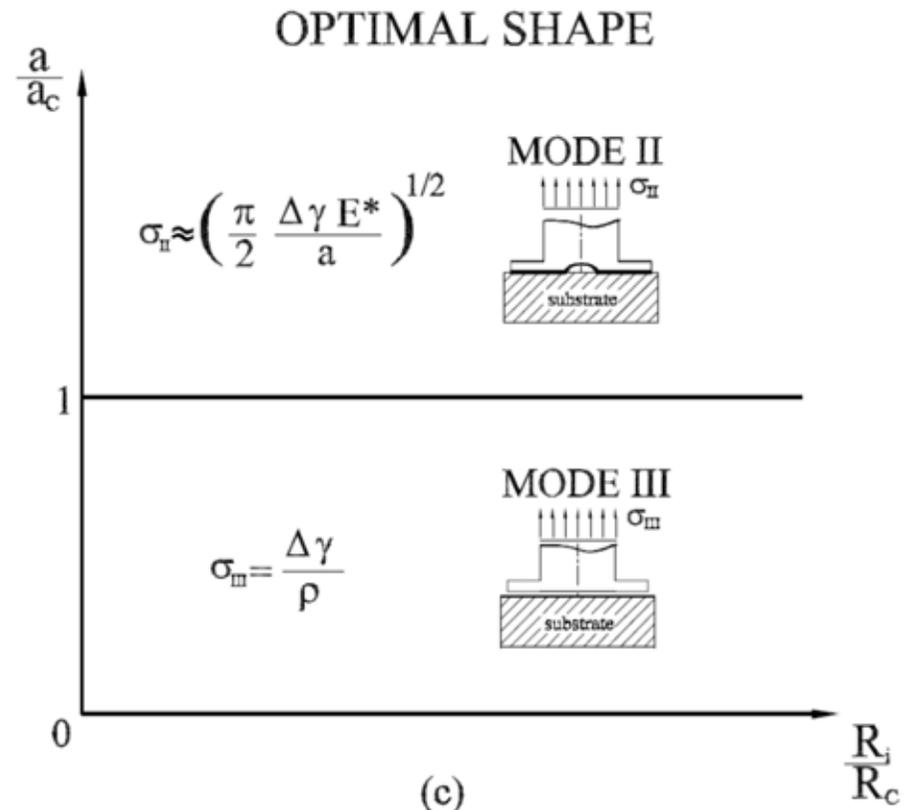
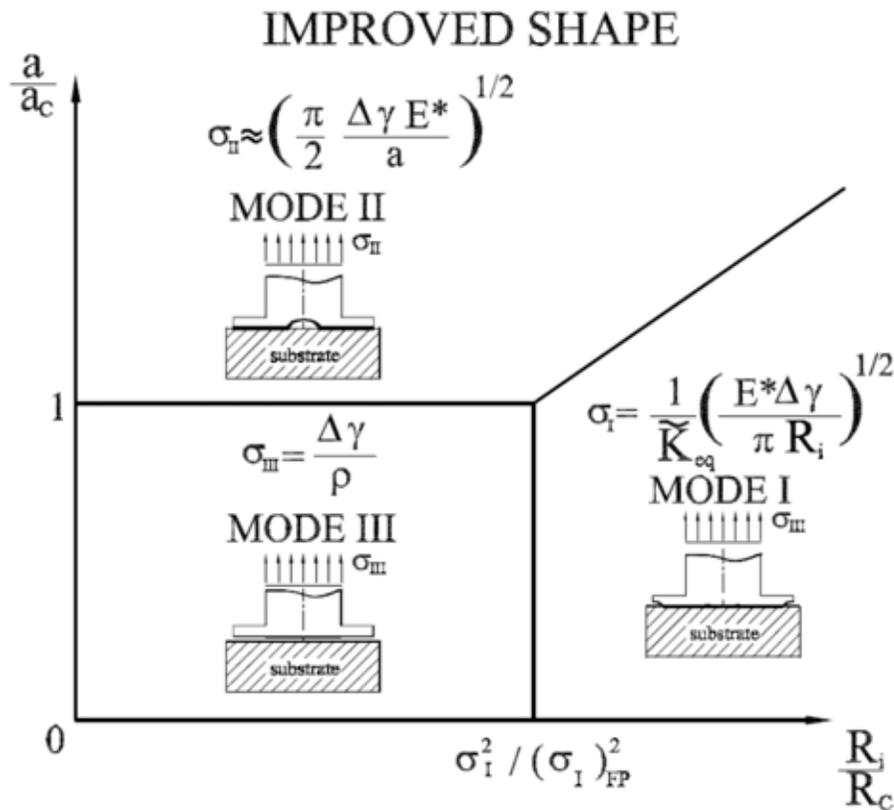
stress increases at the external perimeter of the plate

optimal configuration



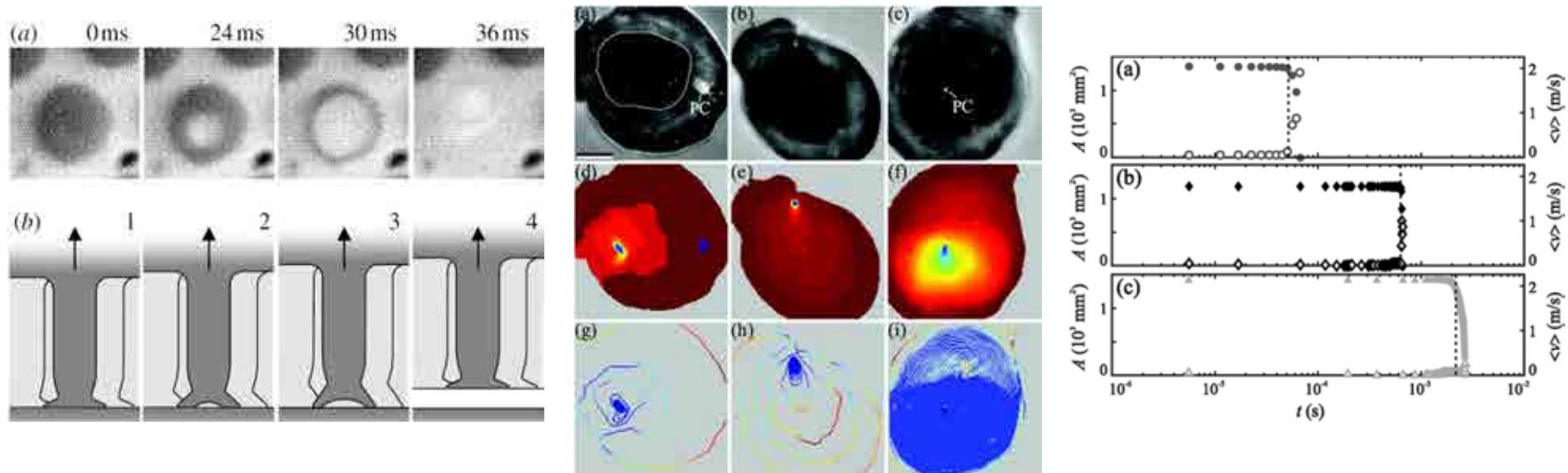
Mushroom shaped pillar

- Map of Debonding Mechanisms -



Mushroom shaped pillar

- Experimental observation -



Experimental data confirm that in case of optimal shape, detachment of the mushroom pillars initiates at the center of the contact area, and propagates towards the external perimeter.

References

1. G. Carbone, E. Pierro, S. N. Gorb, “Origin of the superior adhesive performance of mushroom shaped microstructured surfaces”, Soft Matter, Volume 7, Issue 12, Pages 5545-5552, 2011.
2. G. Carbone, E. Pierro “Sticky Bio-inspired Micropillars: Finding the Best Shape”, Small Volume 8, Issue 9, Pages: 1449-1454 ,May 7 2012.
3. G. Carbone, E. Pierro, “Effect of interfacial air entrapment on the adhesion of bio-inspired mushroom-shaped micro-pillars”, Soft Matter, Volume 8, Issue 30, Pages 7904-7908, 2012.
4. G. Carbone, E. Pierro, “ The Influence of the Fractal Dimension of Rough Surfaces on the Adhesion of Elastic Materials”, Journal of Adhesion Science and Technology, 2555-2570, 2012.
5. G. Carbone, Elena Pierro, " A review of adhesion mechanisms of mushroom-shaped microstructured adhesives", Meccanica, 2013.
6. L. Heepe, G. Carbone, E. Pierro, A. E. Kovalev, S. N. Gorb, "Adhesion Tilt-Tolerancy in Bio-Inspired Mushroom-Shaped Adhesive Microstructure", Applied Physics Letters, 104, 011906, 2014.
7. G. Carbone, E. Pierro, G. Recchia, "Loading-unloading hysteresis loop of randomly rough adhesive contacts", Physical Review E - Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics, Volume 92, Issue 6, 2015.



Giuseppe Quaglia
Politecnico di Torino – DIMEAS
giuseppe.quaglia@polito.it

Meccanica applicata alle macchine.... che non c'erano

Wheelchiar.q: Electric Stair-Climbing Wheelchair



Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

G. Quaglia

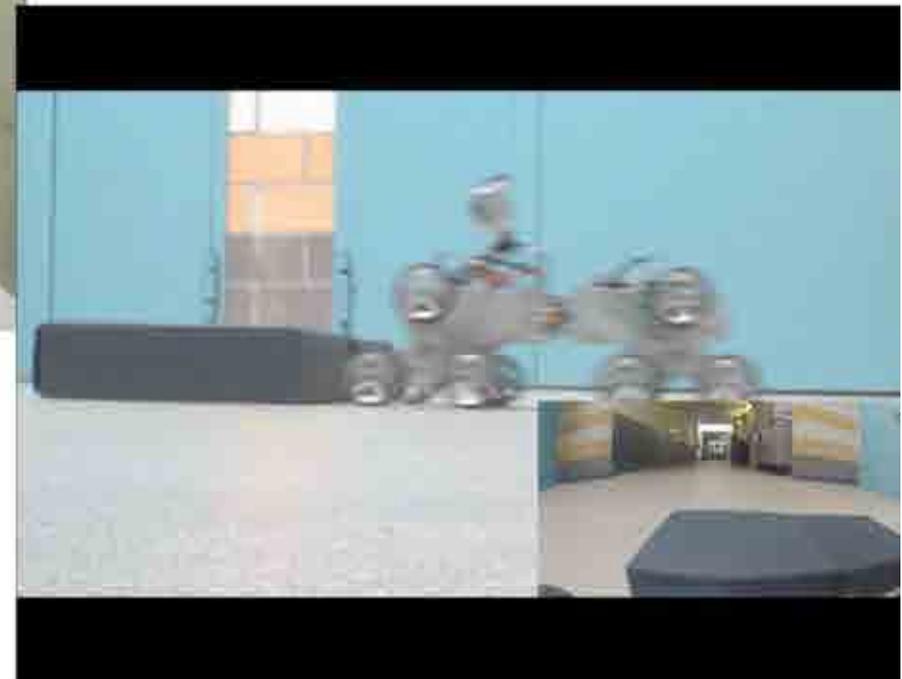
Meccanica applicata alle macchine...che non c'erano



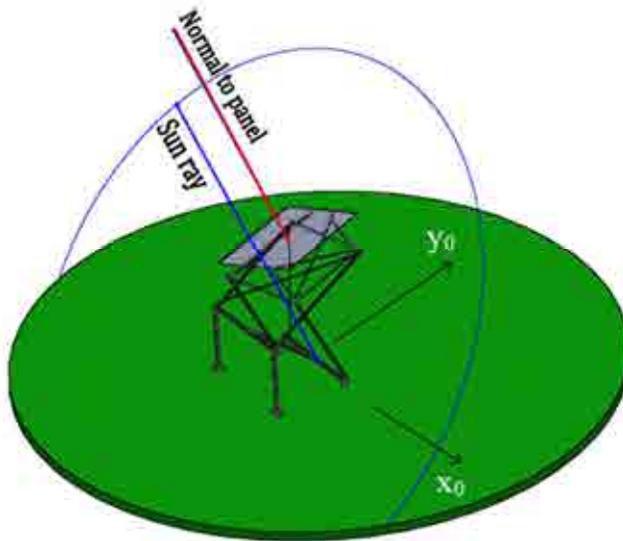
QuBu Gripper: gripper per robot industriali



Epi.q-Mod2: mobile robot



Solar.q_1: Solar tracker



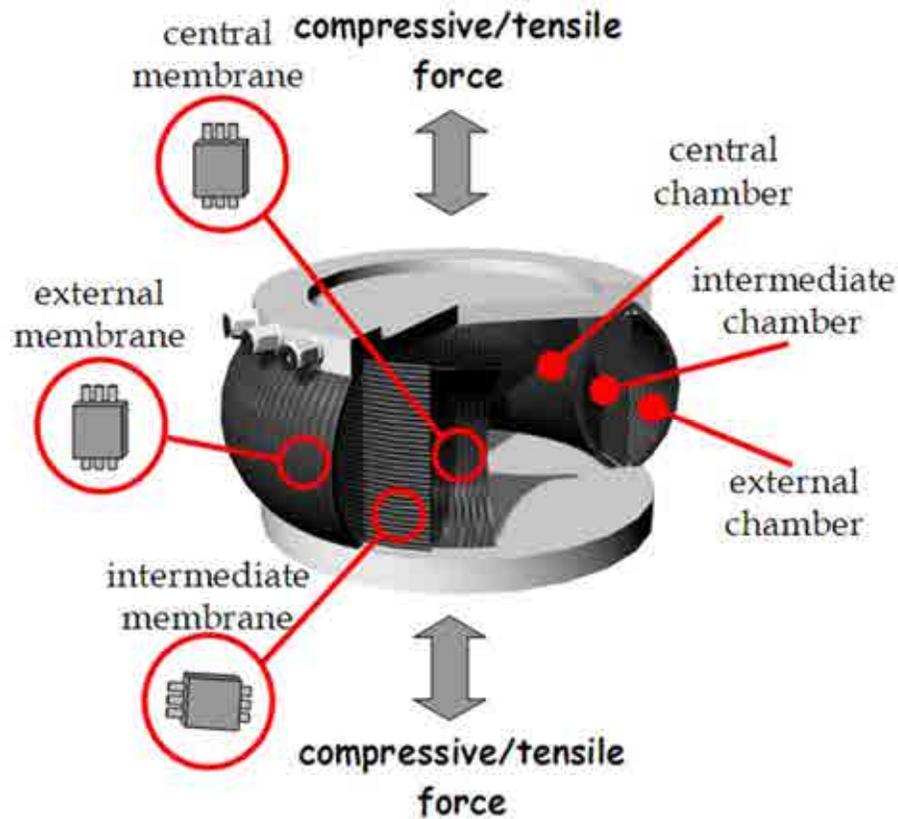
Collaborazione con:
Franco, Bruzzone, Maffiodo,
Pescarmona, Ferraresi, Nisi, Butera.....

Meccanica applicata alle macchine...che non c'erano



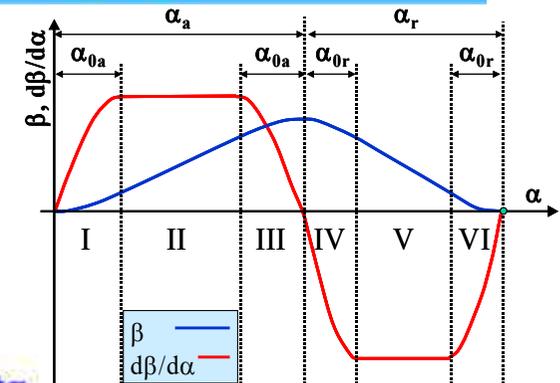
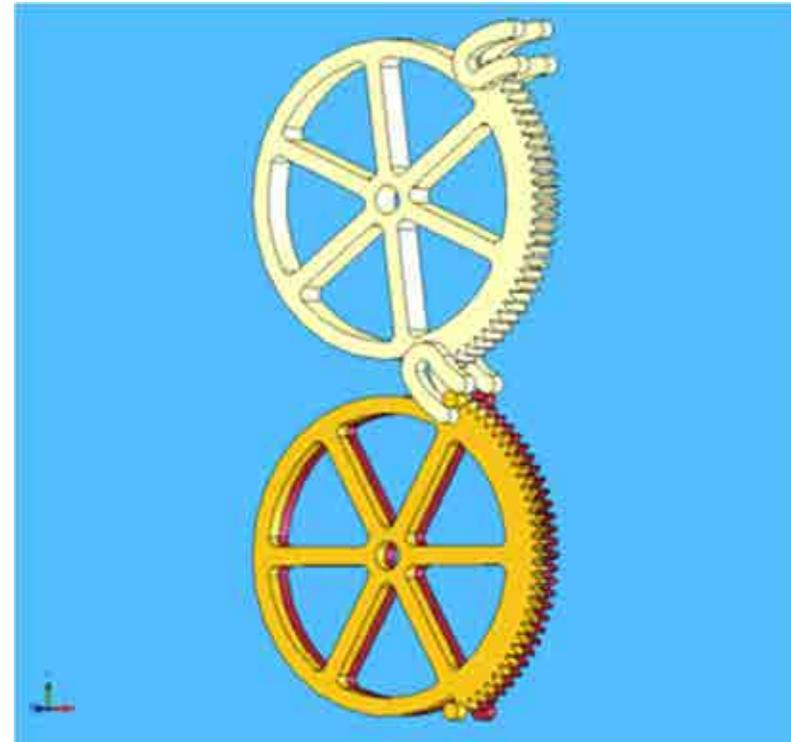
BiFAc3:

Attuatore deformabile a fluido bidirezionale



Double star wheel mechanism:

Moto alternativo continuativo



G. Quaglia



Gruppo Italiano di Meccanica Applicata

21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Appropriate Machines Lab Engineering for Human Development



Il 17% della popolazione mondiale non ha una abitazione adeguata:
Abitazioni Tanzania 2015-2016



Appropriate Machines Lab Engineering for Human Development



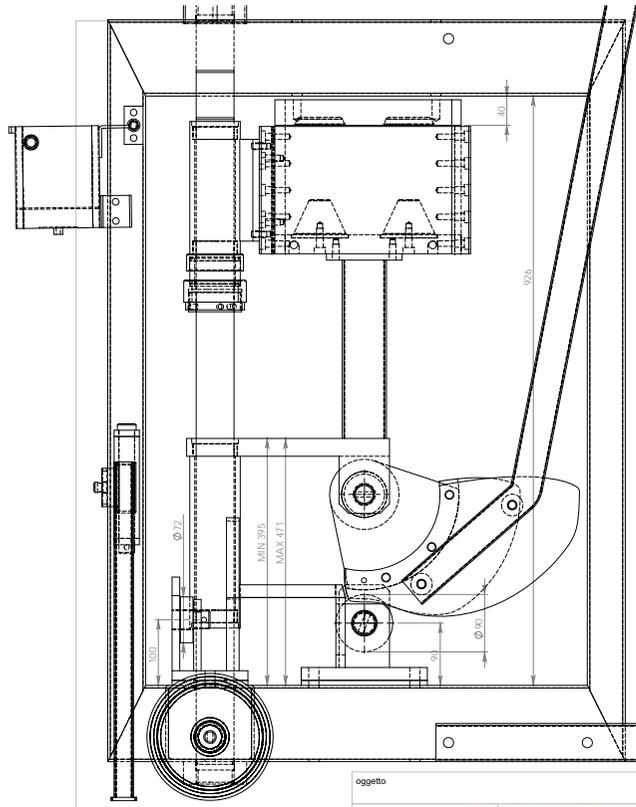
Appropriate Machines Lab

Engineering for Human Development

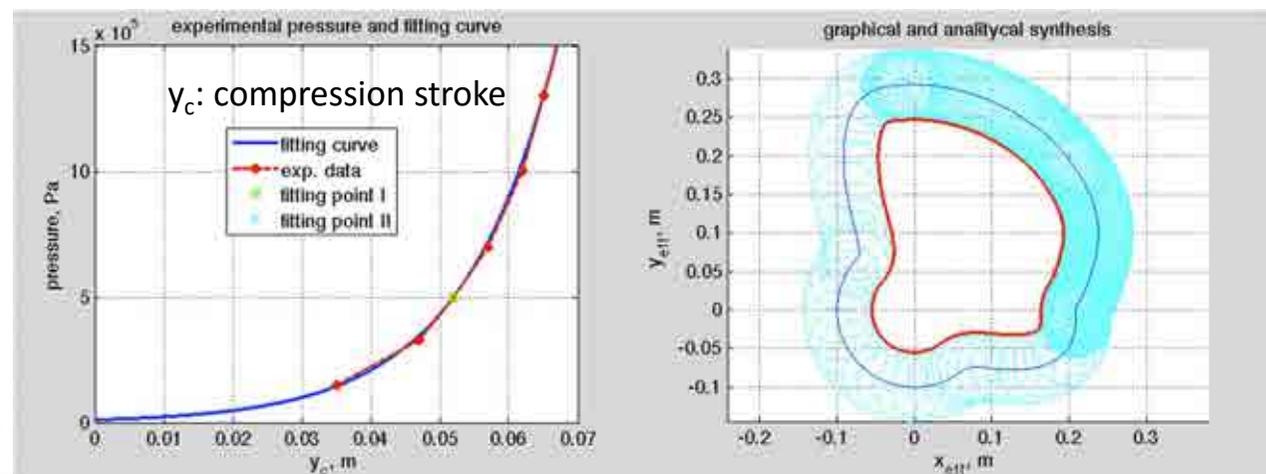


Peculiarità progetto pressa Float-Ram

- forze di compressione bidirezionali fino a 80 kN (stampo flottante)
- forze di azionamento (manuale) pressoché costanti e inferiori a 300 N
- l'architettura meccanica “smart” :
coppia cilindrica molteplice +coppia camma-punteria doppia per realizzare 6 funzioni
Dosatura, alimentazione stampo, inserimento in pressatura,
Pressatura (flottante), uscita dal portale, espulsione blocco



- Ottimizzazione sistemi di trasmissione (algoritmo di sintesi del meccanismo)
- Ergonomia, Sicurezza, Robustezza, affidabilità, Trasportabilità, Economicità



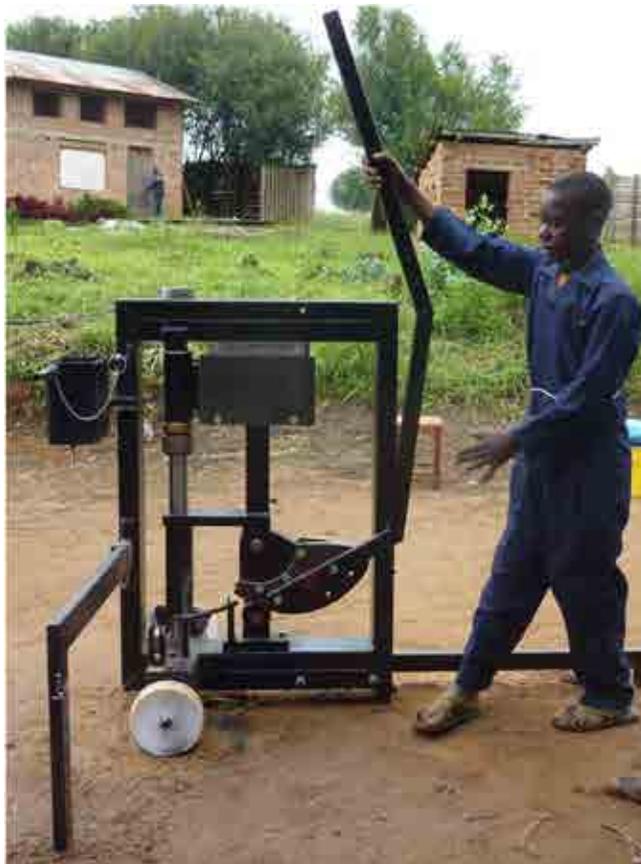
Appropriate Machines Lab Engineering for Human Development



I prodotti della ricerca

Un asilo a Mkiu, Tanzania

Una “macchina” per il miglioramento
della qualità delle abitazioni



Progetti attivi in
Brasile, Tanzania, Madagascar



Altri in avvio: Kenia, Etiopia, Somalia



Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

G. Quaglia



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

PROVE NON DISTRUTTIVE TRAMITE ANALISI VIBROMETRICA

Prof. Collini Luca, Prof. Garziera Rinaldo, Dott.ssa Riabova Kseniia
Dipartimento di Ingegneria Industriale



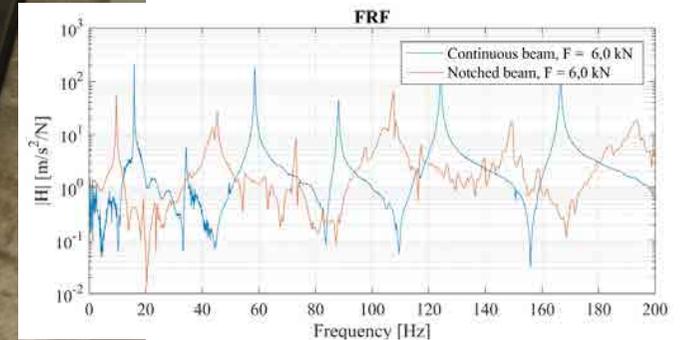
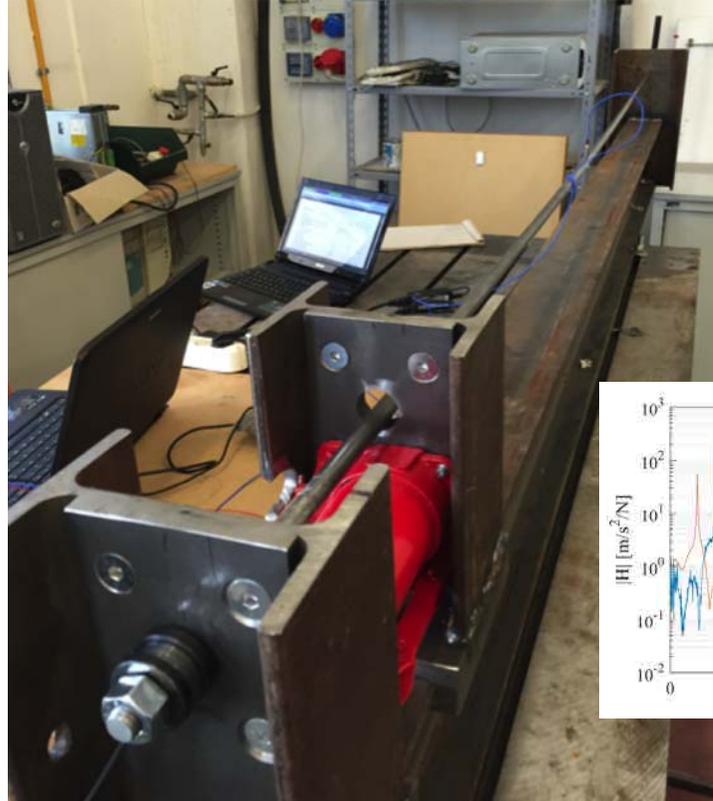
Gruppo Italiano di Meccanica Applicata

Università degli Studi di Napoli Federico II

21-22 luglio 2016



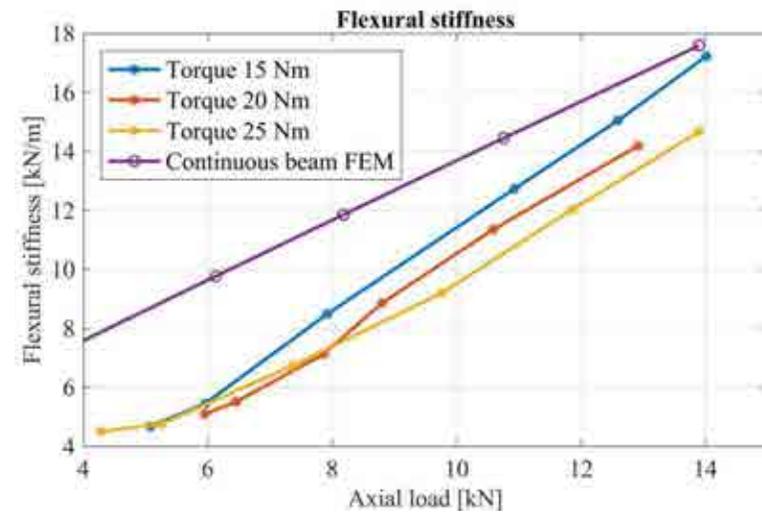
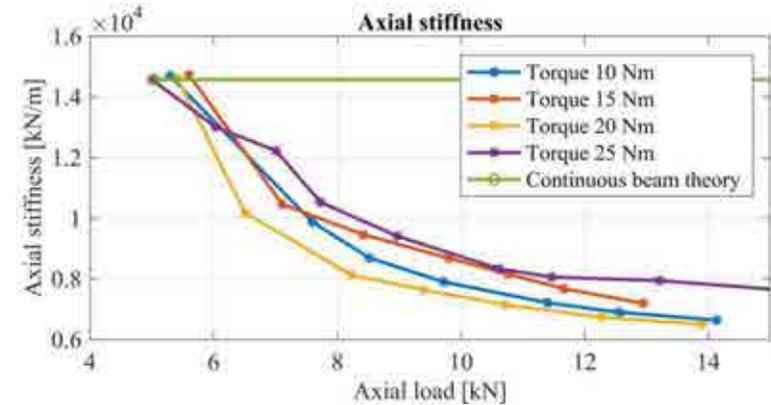
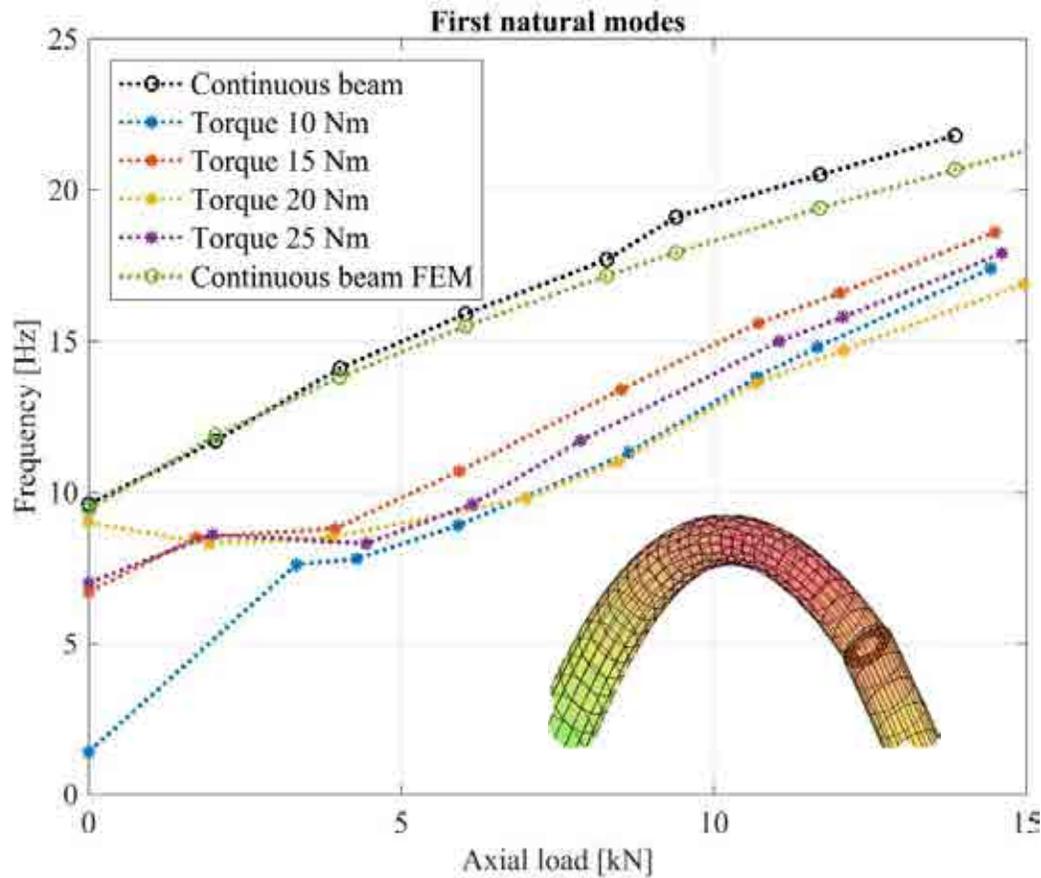
Rivelazione dei danneggiamenti nelle catene tramite la misura vibrometrica



- Prove statiche e dinamiche
- Carico assiale regolabile manualmente
- Difetti artificiali e controllabili
- Approccio di meccanica della frattura
- Confronto con le simulazioni numeriche FEM



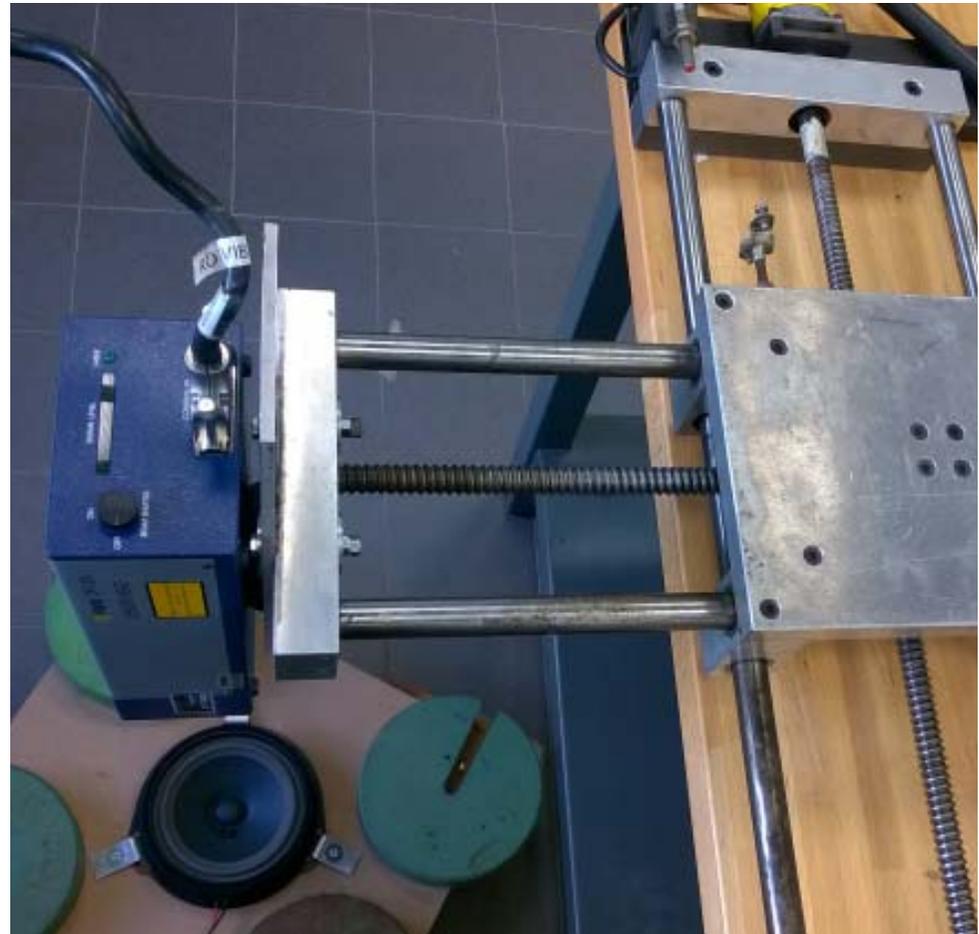
Comportamento dinamico e statico della trave ad intaglio





Vibrometro laser per lo studio della dinamica di altoparlante

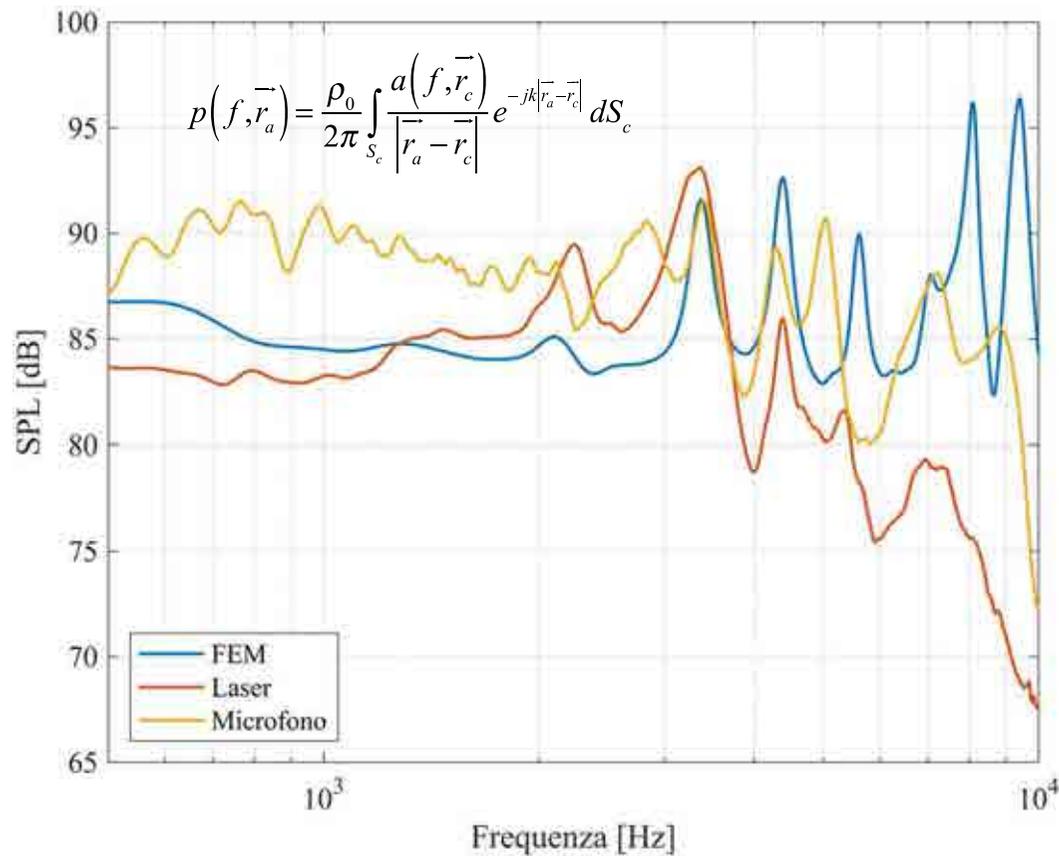
- Tecnica di convoluzione del segnale registrato tramite il laser con lo sweep inverso (*Farina A., 2000*)
- Approssimazione del livello della pressione sonora (*SPL*) e del livello dell'accelerazione cumulativa (*AAL*) basata sull'integrale di *Rayleigh*
- Determinazione della frequenza di break-up, delle componenti in fase e anti-fase di *SPL* e *AAL*
- Ricostruzione delle forme di deflessione operative (*ODS*)
- Simulazione numerica *FEM*: analisi di sensibilità



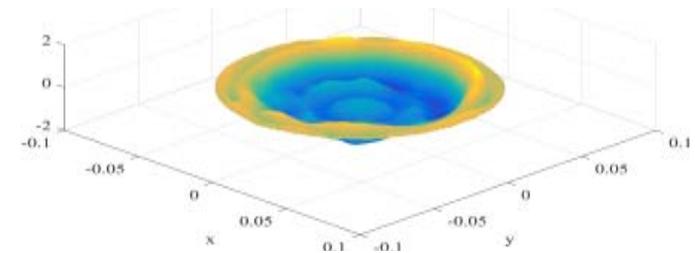


Risultati della misura laser e confronto con FEM

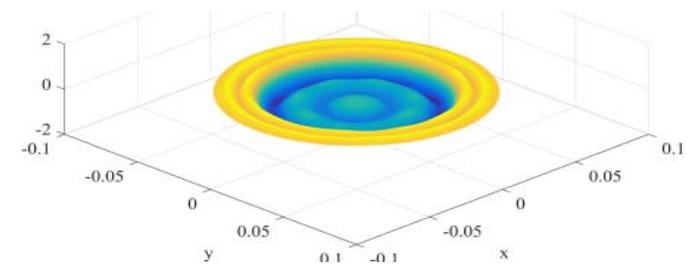
Sound pressure level



Operating deflection shapes



4383 Hz (laser)



4384 Hz (FEM)



Grazie per l'attenzione!



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

MDM LAB



GMA 2016 – Napoli 21-22 / 7 / 2016

Robotica



Dipartimento di Ingegneria Industriale

Università di Firenze

Sezione di Meccanica Applicata

Prof. B. Allotta, Dr. A. Rindi, Dr. E. Meli, Dr. A. Ridolfi



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE

MDM Lab – Laboratorio di Modellazione Dinamica e Meccatronica

21/07/2016



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIEF
DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE



MDM LAB



Gruppo Italiano di Meccanica Applicata

21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Progettazione, modellazione e testing di veicoli sottomarini autonomi o filoguidati e del loro sistema di guida, navigazione e controllo

Alessandro Ridolfi

Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Ingegneria Industriale (DIEF)

a.ridolfi@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE



Robotica Sottomarina a Firenze (dal 2011)

REGIONE
TOSCANA



2011 - 2013



2012 - 2015

MDM LAB





MARTA: MArine Robotic Tool for ARchaeology



- Modulare
- Lunghezza \cong 3,5 m
- Diametro 7 in
- Peso \cong 75 kg
- Profondità 120 m
- Velocità 2 nodi
- Autonomia \cong 4 ore



Sensori di bordo



GPS



IMU



Profondimetro



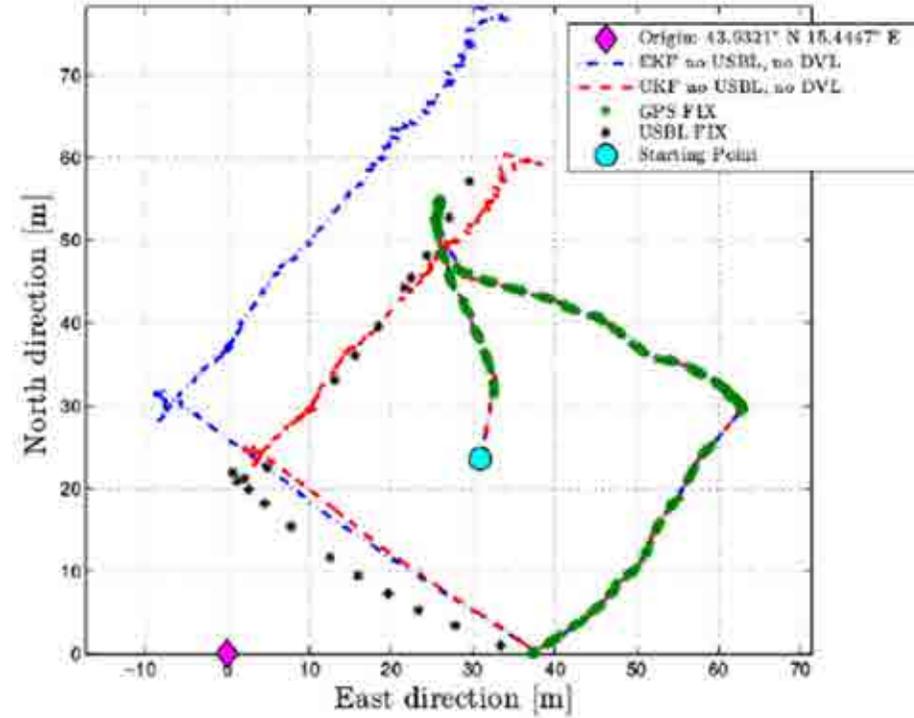
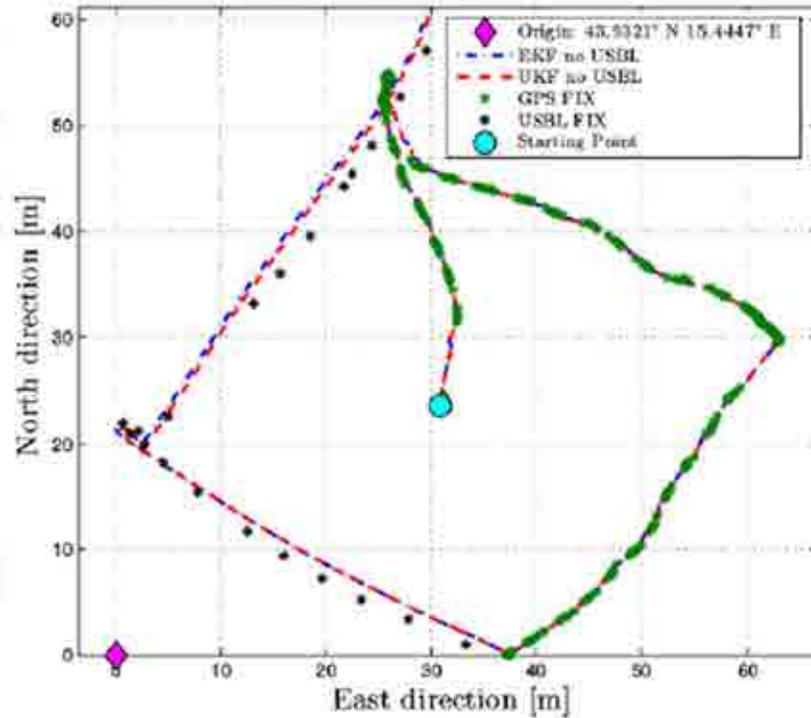
DVL



FOG

Stimatore posizione: approccio basato su Unscented Kalman Filter

- Adatto per sistemi non lineari
- Buon compromesso fra accuratezza raggiunta e peso computazionale



- Buoni risultati anche con sensors set ridotto



Sensori di bordo



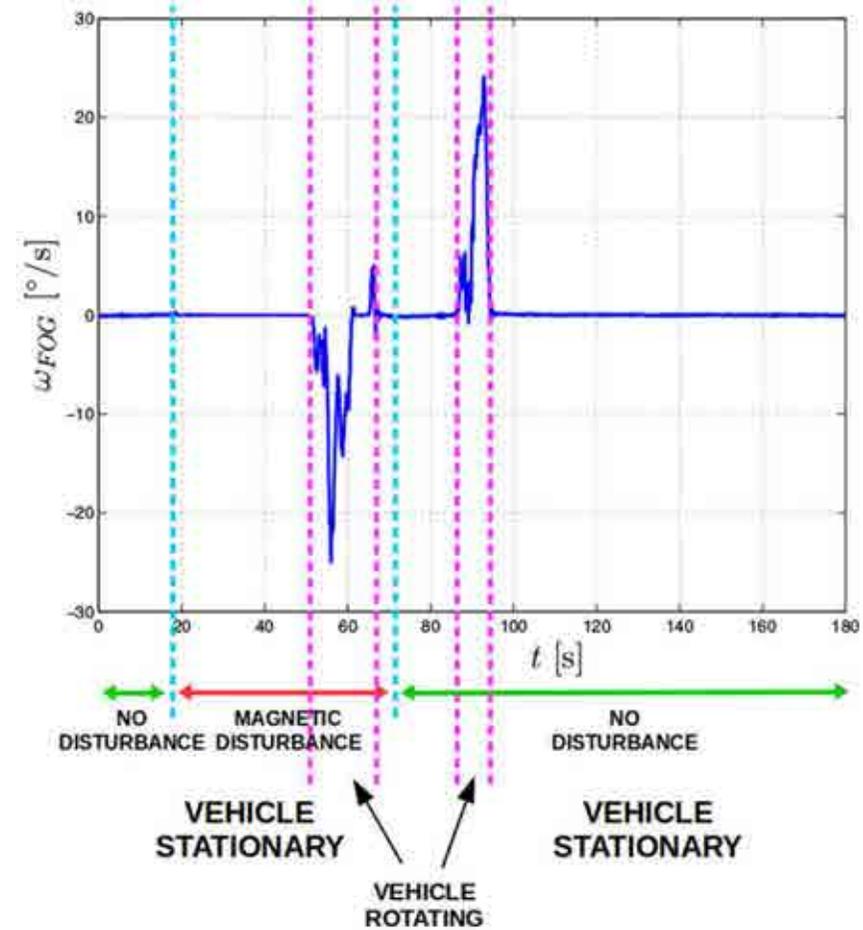
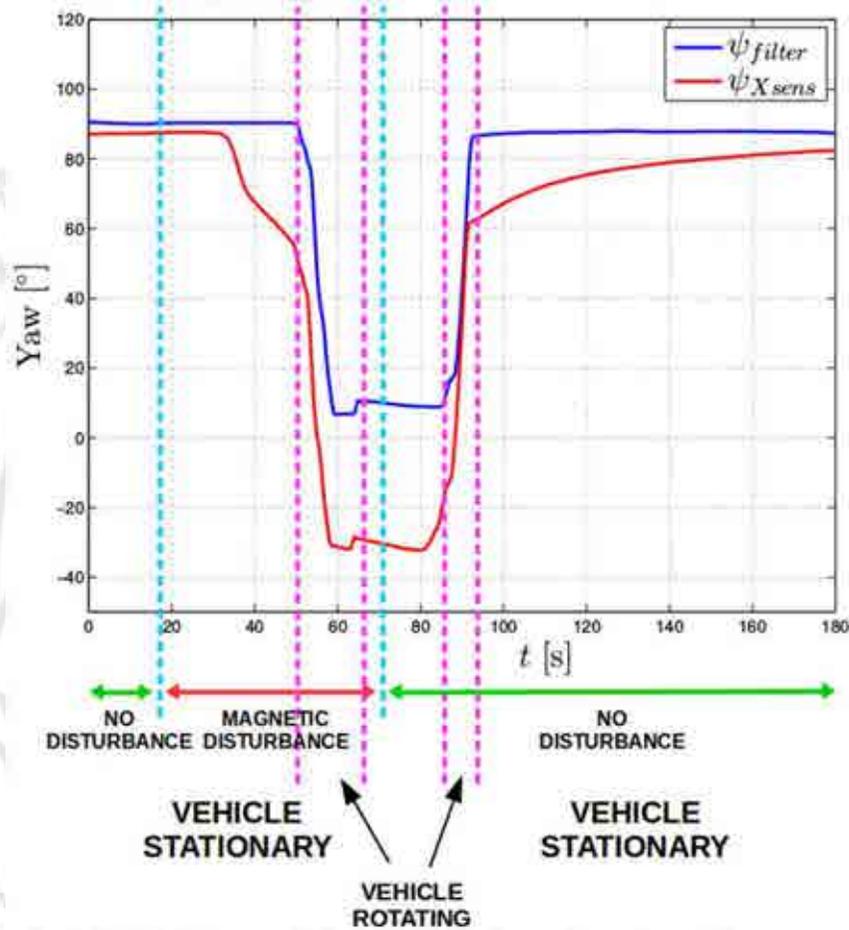
Stimatore orientazione: approccio basato su filtro complementare



- Accelerometro
- Magnetometro
- x-, y- velocità angolare (giroscopio)
- z- velocità angolare (FOG)



Stima dell'orientazione affidabile anche in presenza di **disturbi magnetici** non noti a priori



- Stima corretta dell'imbardata del veicolo anche in presenza di disturbi magnetici esterni



Bridging Robots for Underwater Communication Enrichment SUNRISE/BRUCE

FP7 European project

Finanziamento per UNIFI: 220k€

Durata: 12 mesi (2016)



Safe Underwater Operations in Oceans SUONO

"Sea Technologies" of the "Smart Cities and Communities" MIUR

Finanziamento per UNIFI: 1.5M€

Durata: 36 mesi (2013-2016)





Collaborazione per lo sviluppo di esoscheletri di mano su misura per scopi assistivi e riabilitativi

Convenzione di ricerca

Finanziamento per UNIFI: 40k€

Durata: 24 mesi (2016-2017)

REGIONE
TOSCANA



Microsistema integrato per le prove termiche dei microchip MIPEC

Regione Toscana, PAR FAS 2007-2013

Finanziamento per UNIFI: 400k€

Durata: 24 mesi (2016-2018)

VELAN



Sviluppo di un controllo innovativo per turbine-bypass valve e sviluppo di valvole innovative

Convenzione di ricerca

Finanziamento per UNIFI: 150k€

Durata: 24 mesi (2014-2016)





Pubblicazioni recenti su rivista (2015-2016)

- 1) R. Costanzi, F. Fanelli, N. Monni, A. Ridolfi, B. Allotta, “An Attitude Estimation Algorithm for Mobile Robots Under Unknown Magnetic Disturbances,” **IEEE/ASME Transactions on Mechatronics**, Issue 99, DOI: 10.1109/TMECH.2016.2559941 (Article in press), 2016.
- 2) B. Allotta, A. Caiti, R. Costanzi, F. Di Corato, D. Fenucci, N. Monni, L. Pugi, A. Ridolfi, “Cooperative navigation of AUVs via acoustic communication networking: field experience with the Typhoon vehicles,” **Autonomous Robots**, Springer, DOI :10.1007/s10514-016-9594-9 (Article in press), 2016.
- 3) B. Allotta, A. Caiti, R. Costanzi, F. Fanelli, D. Fenucci, E. Meli, A. Ridolfi, “A new AUV navigation system exploiting unscented Kalman filter,” **Ocean Engineering**, Elsevier, volume 113, pp. 121-132, 2016.
- 4) B. Allotta, R. Costanzi, F. Fanelli, N. Monni, A. Ridolfi, “Single axis FOG aided attitude estimation algorithm for mobile robots,” **Mechatronics**, Elsevier, volume 30, pp. 158-173, 2015.
- 5) B. Allotta, F. Bartolini, A. Caiti, R. Costanzi, F. Di Corato, D. Fenucci, J. Gelli, P. Guerrini, N. Monni, A. Munafò, M. Natalini, L. Pugi, A. Ridolfi, J.R. Potter, “Typhoon at CommsNet13: Experimental experience on AUV navigation and localization,” **Annual Reviews in Control**, Elsevier, volume 40, pp. 157-171, 2015.
- 6) B. Allotta, L. Brandani, N. Casagli, R. Costanzi, F. Mugnai, N. Monni, M. Natalini, A. Ridolfi, “Development of Nemo remotely operated underwater vehicle for the inspection of the Costa Concordia wreck,” **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment**, DOI: 10.1177/1475090215605133 (Article in press), 2015.
- 7) B. Allotta, L. Pugi, F. Bartolini, A. Ridolfi, R. Costanzi, N. Monni, J. Gelli, “Preliminary design and fast prototyping of an Autonomous Underwater Vehicle propulsion system,” **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment**, Volume 229, Issue 3, Pages 248-272, 2015.





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIEF
DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE



MDM LAB



Gruppo Italiano di Meccanica Applicata

21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Progettazione, modellazione e testing di veicoli sottomarini autonomi o filoguidati e del loro sistema di guida, navigazione e controllo

Alessandro Ridolfi

Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Ingegneria Industriale (DIEF)

a.ridolfi@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIEF

Dipartimento di
Ingegneria Industriale

GMA 2016 – Napoli 21-22 / 7 / 2016

Rotordinamica e turbomacchine



Dipartimento di Ingegneria Industriale

Università di Firenze

Sezione di Meccanica Applicata

Prof. B. Allotta, Dr. A. Rindi, Dr. E. Meli, Dr. A. Ridolfi

Cuscini a pattini oscillanti

Temi di ricerca

- Sviluppo di modelli TEHD di cuscini
- Instabilità meccaniche e termiche
- Sviluppo di prototipi innovativi

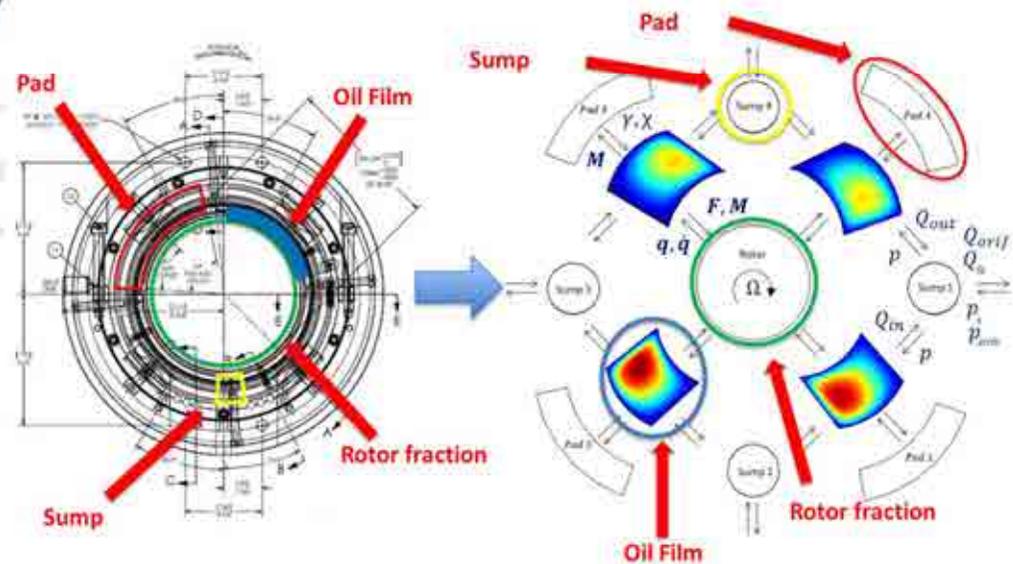
Convenzioni di ricerca

- Instabilità rotordinamiche di origine termica



R. Conti, A. Frilli, E. Galardi, E. Meli, D. Nocciolini, L. Pugi, A. Rindi, S. Rossin. Efficient models of three-dimensional tilting pad journal bearings for the study of the interactions between rotor and lubricant supply plant. *ASME Journal of Computational and Nonlinear Dynamics*, 11, 1, pp. 1-13, 2015.

R. Conti, A. Frilli, E. Galardi, E. Meli, D. Nocciolini, L. Pugi, A. Rindi, S. Rossin. An efficient quasi-3D model of tilting pad journal bearing for turbomachinery applications. *ASME Journal of Vibrations and Acoustics*, 137, 6, pp. 1-17, 2015.





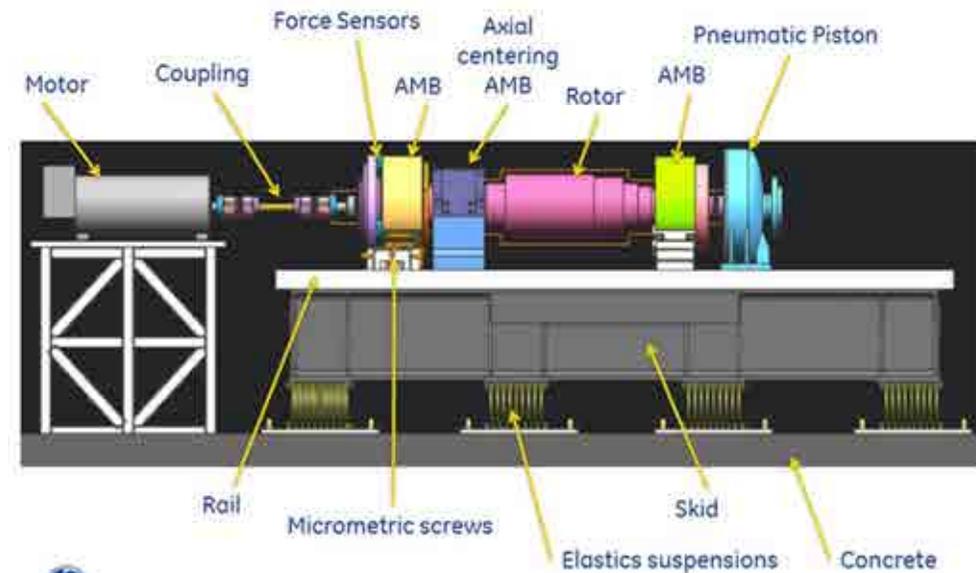
Cuscini ad elementi volventi

Temi di ricerca

- Sviluppo di modelli per cuscini ausiliari
- Sviluppo di modelli per cuscini portanti
- Sviluppi di prototipi innovativi

Convenzioni di ricerca

- Modelli per lo studio della dinamica di atterraggio
- Sviluppo di tool di progettazione



R. Conti, A. Frilli, E. Galardi, E. Meli, D. Nocciolini, L. Pugi, A. Rindi, S. Rossin. Development and validation of an innovative model of auxiliary rolling bearings for turbomachines. To be submitted to **ASME Journal of Vibrations and Acoustics**.



Ottimizzazione strutturale ed additive manufacturing

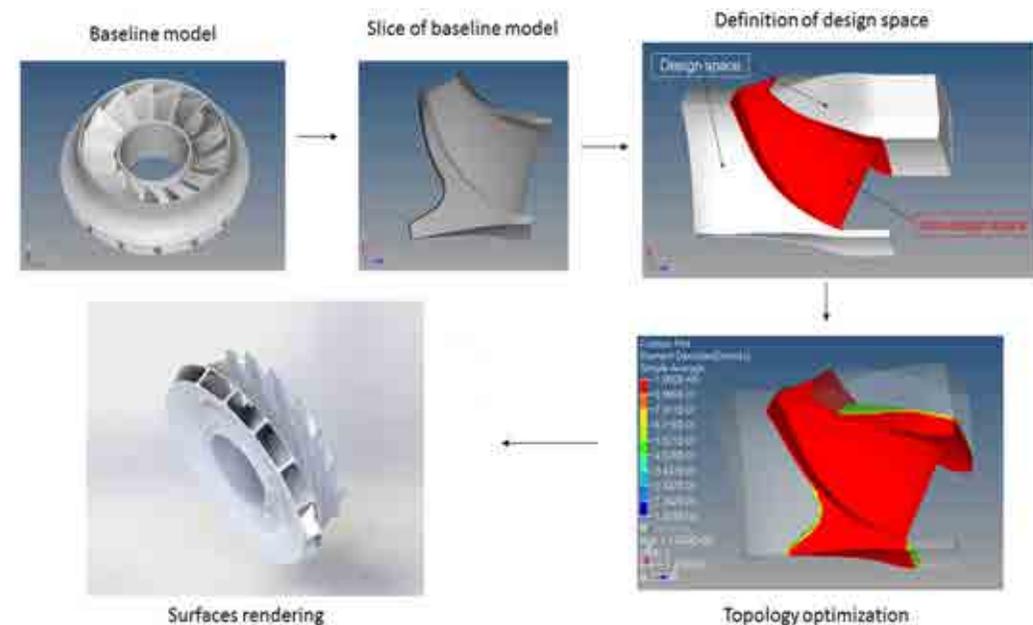
Temi di ricerca

- Ottimizzazione strutturale
- Studio di materiali innovativi di tipo lattice
- Sviluppo di tecniche di additive manufacturing



Convenzioni di ricerca

- Laboratorio congiunto



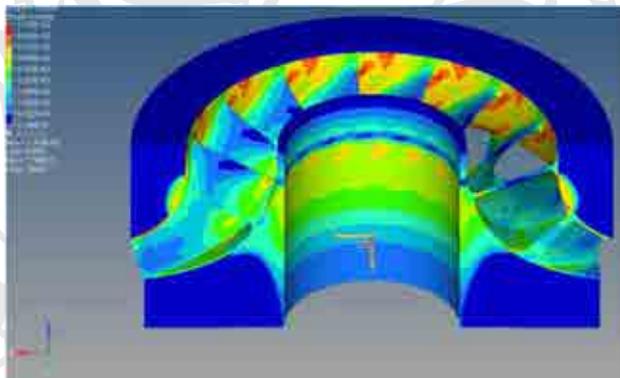
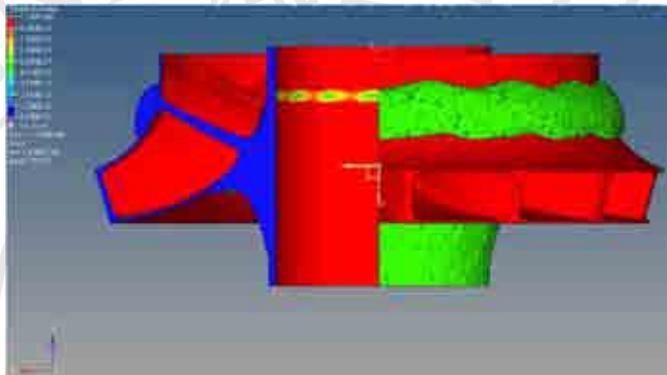
E. Boccini, E. Meli, A. Rindi, G. Iurisci, S. Corbò, S. Falomi. Static and modal topology optimization of turbomachinery components. **ASME Journal of Engineering for Gas Turbines and Power**, 138, 11, pp. 1-9, 2016.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIEF
Dipartimento di
Ingegneria Industriale

Ottimizzazione strutturale ed additive manufacturing-Laboratorio congiunto CERTEMA





Sviluppo banchi prova

Temi di ricerca

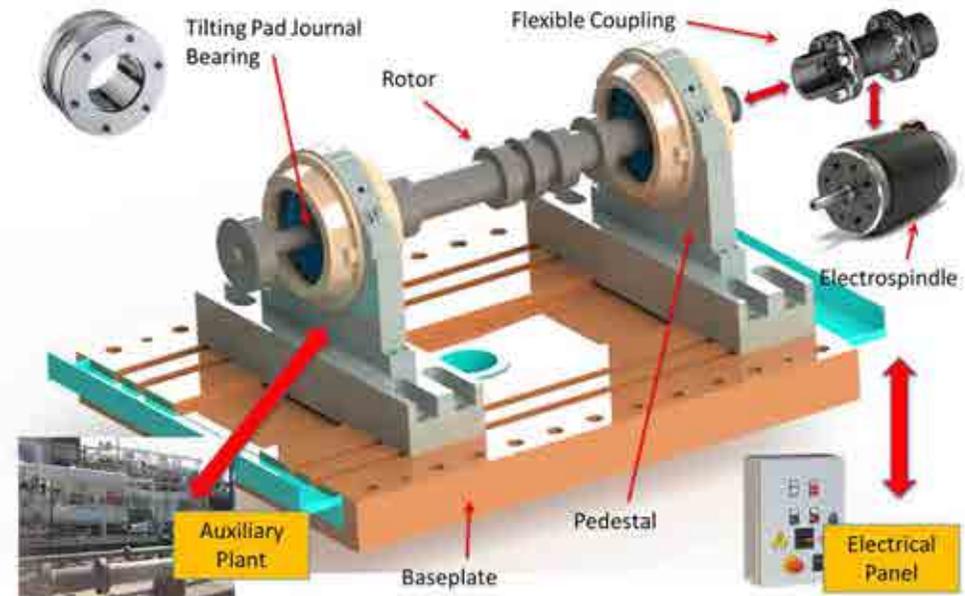
- Banchi prova orizzontali per rotori
- ad alta velocità
- Banchi prova verticali
- Sviluppo di tecniche di active balancing

Progetti di ricerca



Research Project: Design of innovative high speed high efficiency compressors (SIR 2014).

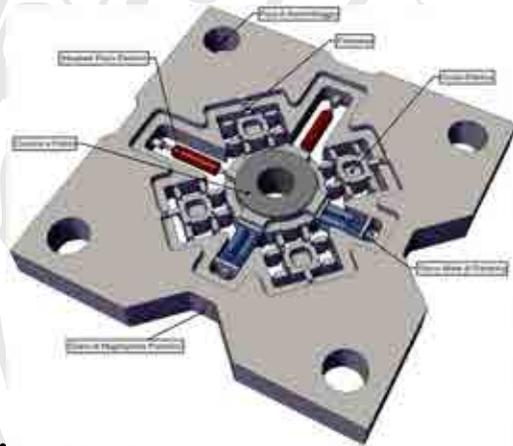
Project funded by Italian Ministry of Education, Universities and Research (MIUR) (total funding: 1M€)



E. Boccini, A. Frilli, E. Meli, D. Nocciolini, S. Panconi, A. Rindi, D. Panara. Development and validation of an innovative high-speed test-rig for next generation turbomachines. To be submitted to **ASME Journal of Vibrations and Acoustics**.



Sviluppo banchi prova



Progetti di ricerca

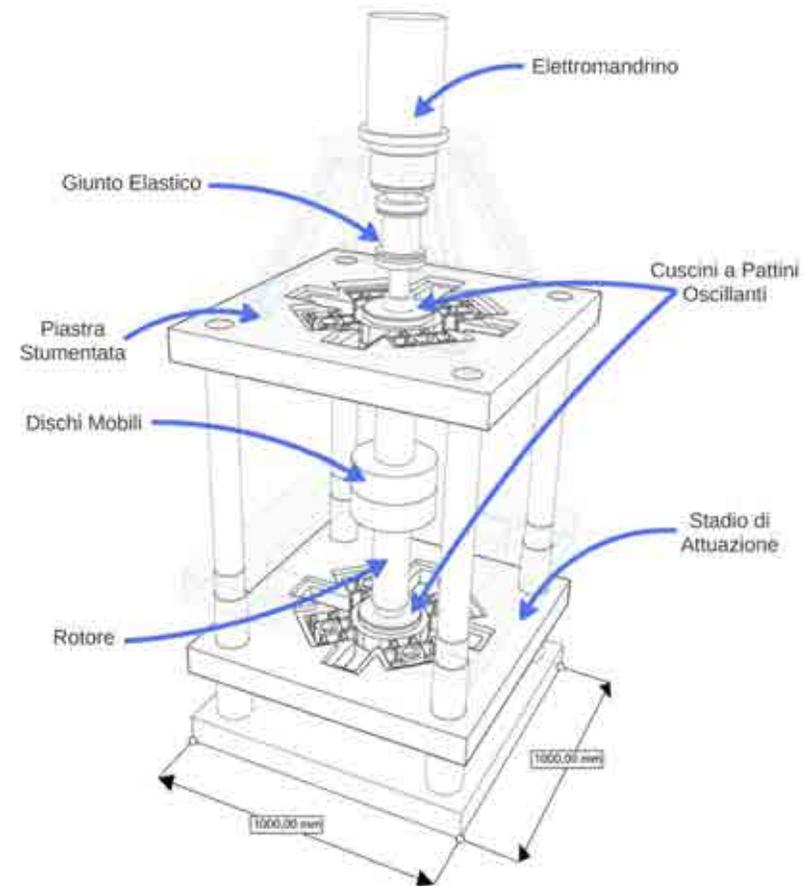


REGIONE
TOSCANA



Research Project: Smart Turbine Technologies (STECH).

National Project funded by the Tuscany Region (Italy) (FARFAS 2014, total funding: 8,5M€).



A. Frilli, E. Meli, D. Nocciolini, G. Pallini, S. Panconi, A. Rindi, L. Naldi. Development and validation of an innovative vertical test-rig for turbomachines. To be submitted to **ASME Journal of Vibrations and Acoustics**.



Interazione rotore-basamento

Temi di ricerca

- Studio dell'interazione rotore basamento
- Studio dell'interazione treno-modulo
- Sviluppo di modelli ridotti di basamenti e moduli

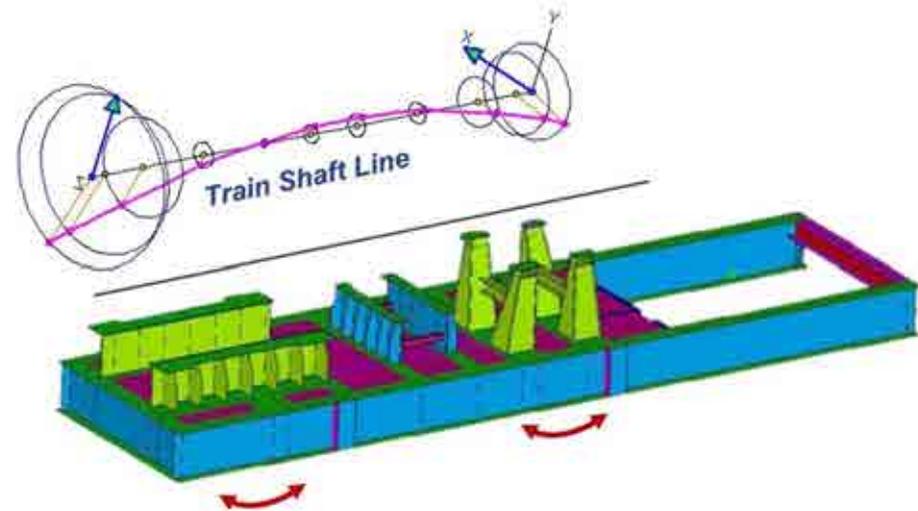
Progetti di ricerca



REGIONE
TOSCANA



Research Project: Advanced technologies for energy efficiency (ATENE).
Project funded by the Tuscany Region (Italy) (total funding: 12M€).



E. Meli, G. Pallini, A. Rindi, F. Capanni, S. Rossin, D. Panara. Effect of support structure dynamics on centrifugal compressor rotor response. **METS 2015, III Middle East Turbomachinery Symposium** (Doha, Qatar), 2015.

Impianti ausiliari per turbomacchine

Temi di ricerca

- Studio dell'interazione impianto ausiliario – turbomacchina
- Ottimizzazione degli impianti ausiliari
- Sviluppo di prototipi innovativi

Progetti di ricerca



REGIONE
TOSCANA

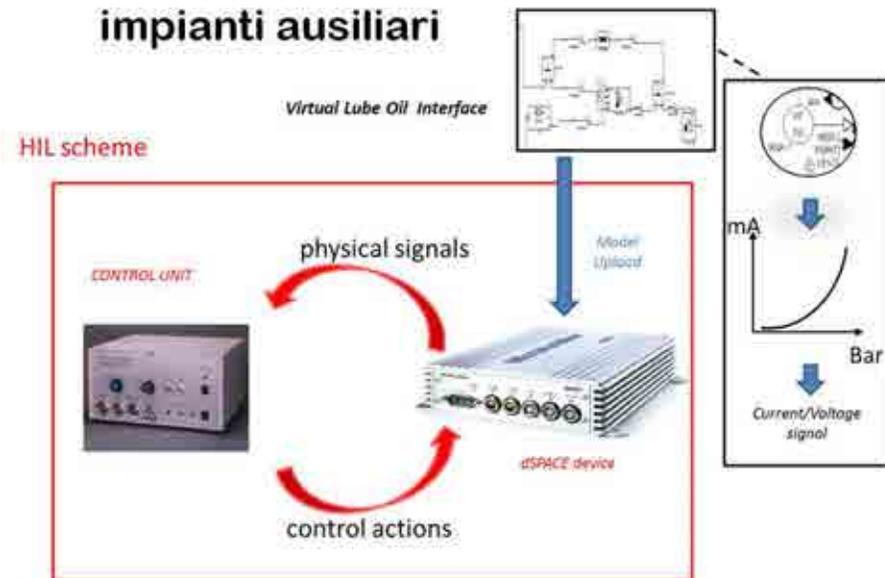


Research Project: Advanced technologies for energy efficiency (ATENE).

Project funded by the Tuscany Region (Italy) (total funding: 12M€).

Convenzioni di ricerca

- Sviluppo e validazione di modelli di impianti ausiliari
- Sviluppo di architetture SIL a HIL per impianti ausiliari



R. Conti, P. D'Adamio, E. Galardi, E. Meli, D. Nocciolini, L. Pugi, A. Rindi. Control design, simulation and validation of a turbo-machinery auxiliary plant. Accepted for publication In Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part E Journal of Process Mechanical Engineering, 2016,



Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II



POLITECNICO
MILANO 1863



Aerodinamica dei veicoli

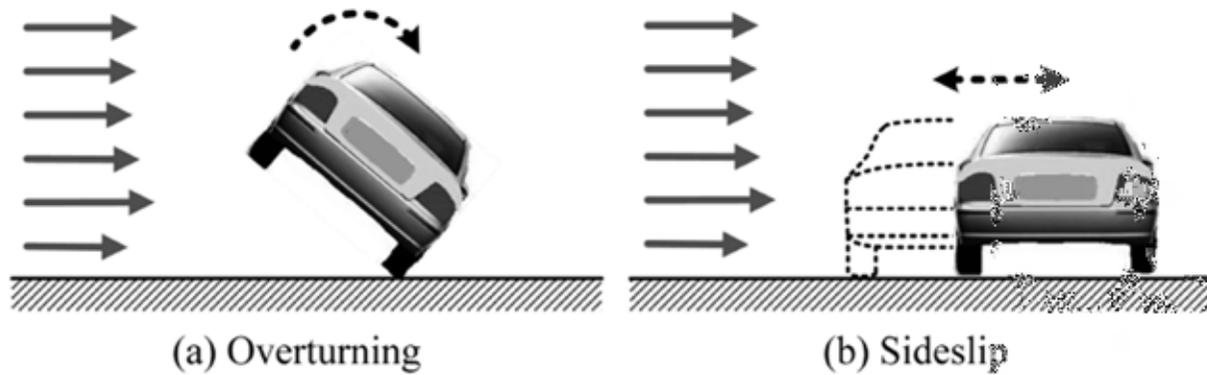
Rocchi Daniele



Stabilità di marcia con vento laterale



Interazione con l'infrastruttura

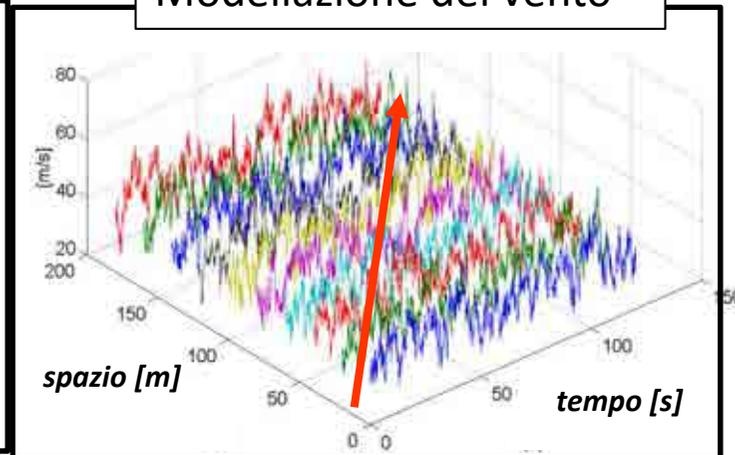


Modellazione del problema

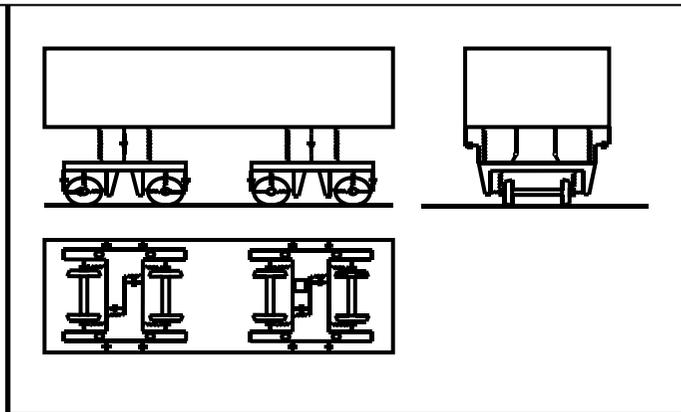
Modellazione delle forze aerodinamiche



Modellazione del vento



Modellazione della dinamica del veicolo

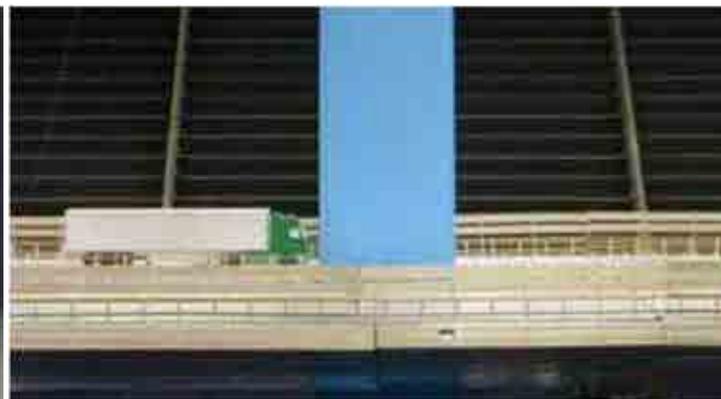
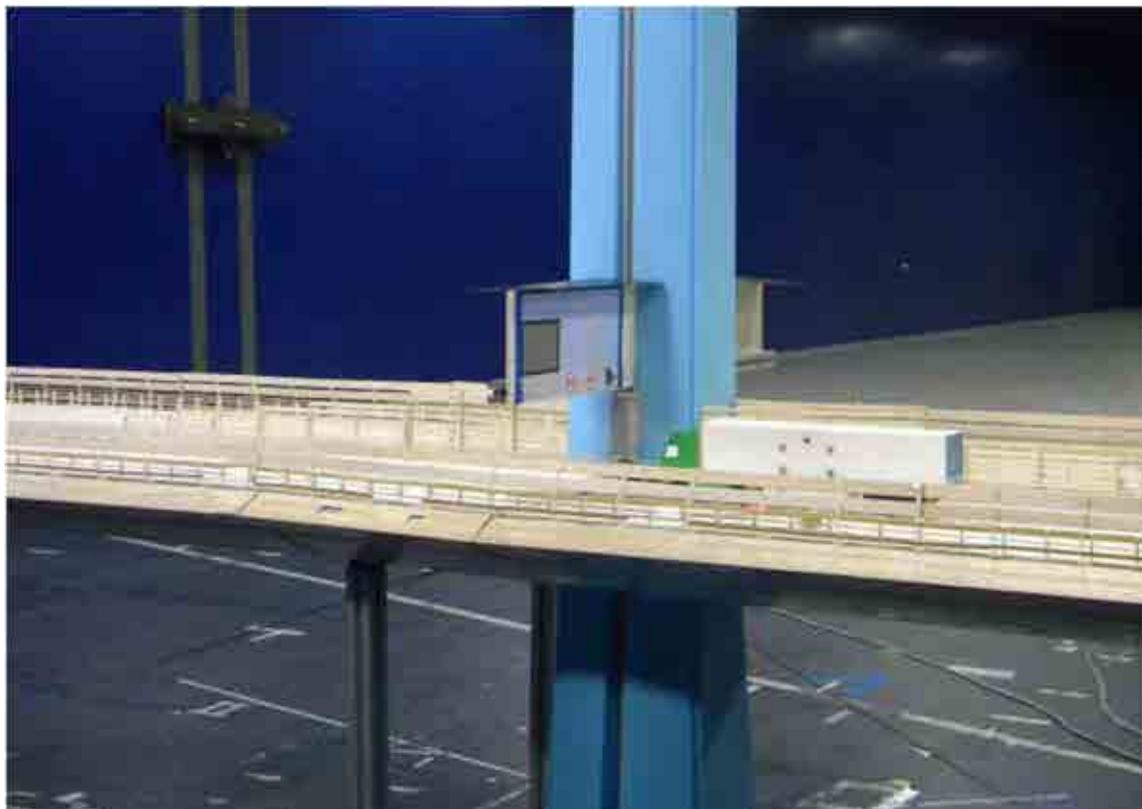


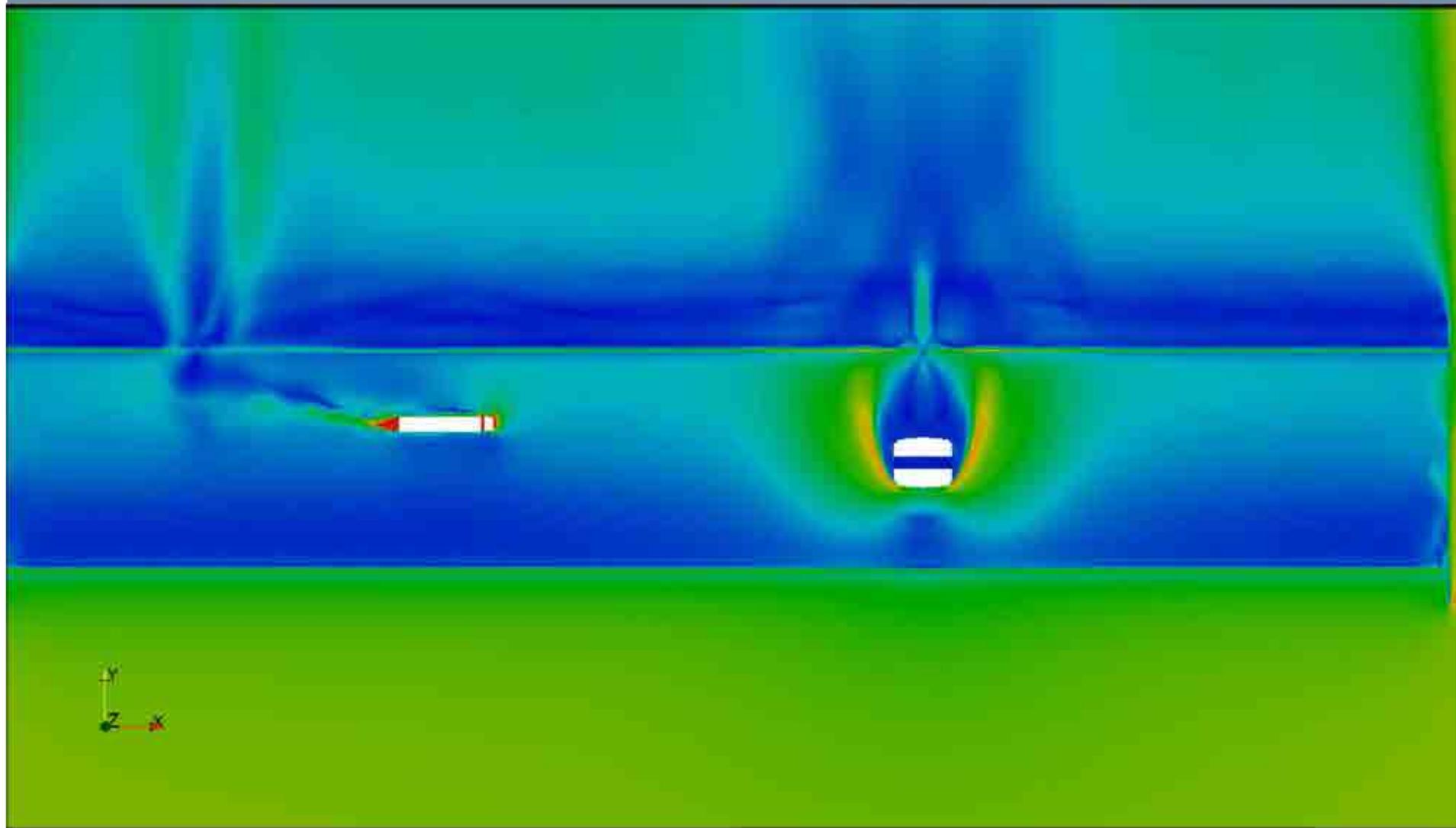
Mitigazioni



Vento laterale: attraversamento della scia di un pilone

5





Pressure coeff.



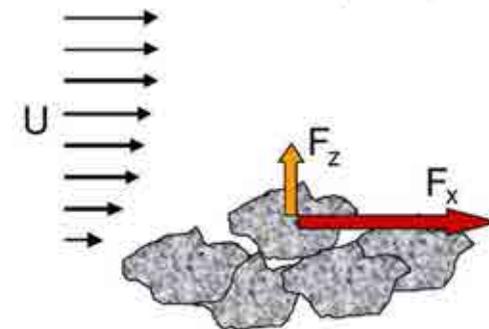
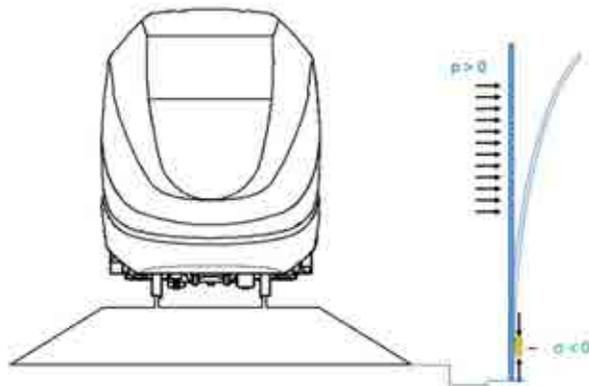
Azione su strutture



Azione su pietrisco



Estensimetro







Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Parametric design of Split-Way CVTs.

Dario Rotella, Marco Cammalleri



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DICGIM - DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CHIMICA, GESTIONALE, INFORMATICA, MECCANICA





Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Dottorato in Ingegneria dell'Innovazione Tecnologica

Trasmissioni split-way compound multimodali ibride:

- Modellazione
- Sintesi
- Dimensionamento
- Simulazione



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DICGIM - DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CHIMICA, GESTIONALE, INFORMATICA, MECCANICA





Modello Parametrico:

- Formulato per trasmissioni con uno o due rotismi epicicloidali e fino a sei rotismi ordinari
- Risultati scalabili e slegati dal layout di montaggio
- Processo di sintesi approfondito in più step autoconclusivi, seguendo una precisa gerarchia.
- Tre soli parametri funzionali dal chiaro significato fisico

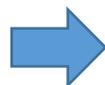


Layout, rotismi epicicloidali e flussi di potenza definiti

3 parametri funzionali
 A, A_v, A_i



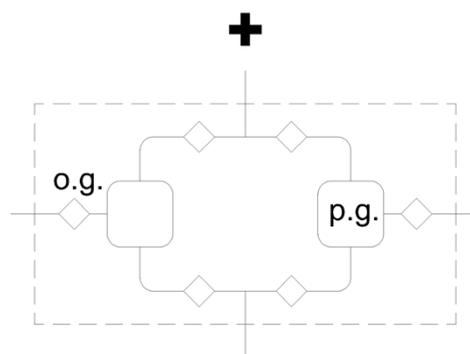
Caratteristica Cinematica (normalizzata)



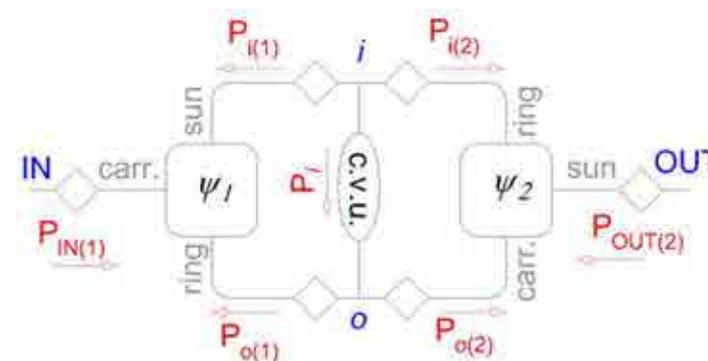
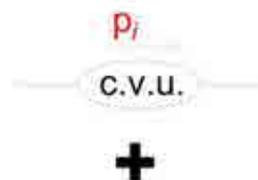
$$\psi_1, \psi_2 \in \Psi$$

$$\psi_1, \psi_2 < \psi_{MAX}$$

$$\psi_1, \psi_2 > \psi_{min}$$



Four-port mechanism



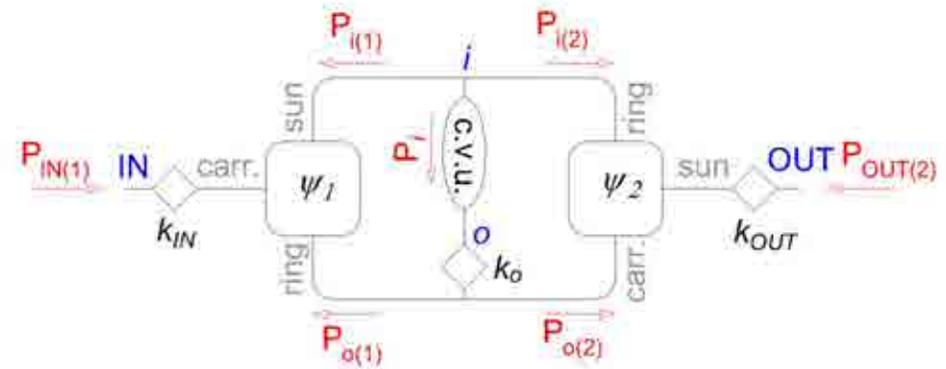
Rapporti di trasmissione
 normalizzati



Occorre specializzare la
 trasmissione rispetto al
 regime di velocità del
 propulsore principale



4 vincoli sui rotismi ordinari





Conclusioni

Progettazione efficiente, rapida, e modulare delle trasmissioni split-way compound

Sviluppi futuri

- perdite di potenza trattate in maniera esplicita
- trasmissioni multimodali e ibride
- ottimizzazione di ingombri, pesi e costi.





Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Grazie per l'attenzione!



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DICGIM - DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CHIMICA, GESTIONALE, INFORMATICA, MECCANICA



Monitoring and Diagnostics of Mechanical Systems

- Sensing: Optical Fiber with Fiber Bragg Grating Sensors (FBG), MEMS
- Data Processing
 - Time Frequency Analysis: Empirical Mode Decomposition, Hilbert Vibration Decomposition, Wavelet transform
 - Machine Learning and Data Mining: Fuzzy Logic, Genetic Algorithm and Artificial Neural Network
- Failure Detection: Car Accident Automatic Detection, Structural Health Monitoring of Bridges and Railway Infrastructures
- Smart Tire

Nicola Roveri

nicola.roveri@gmail.com

Sapienza University of Rome,
Faculty of Civil and Industrial Engineering
Dept. of Mechanical and Aerospace Engineering



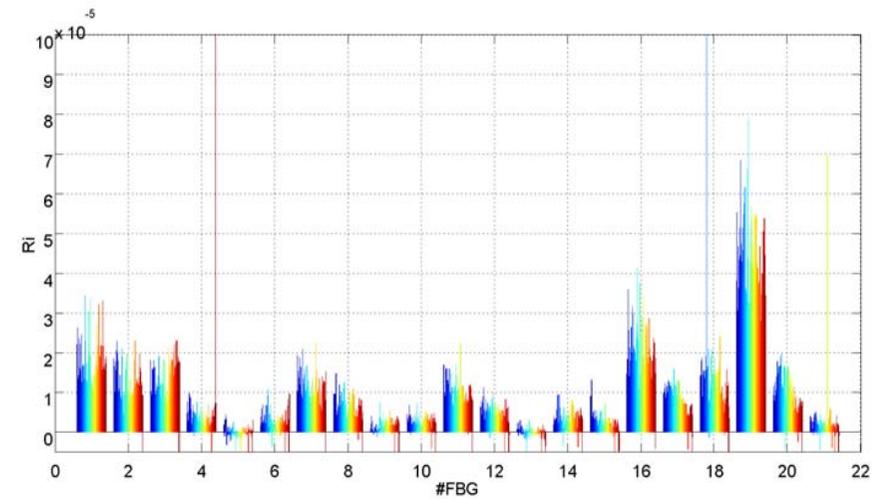
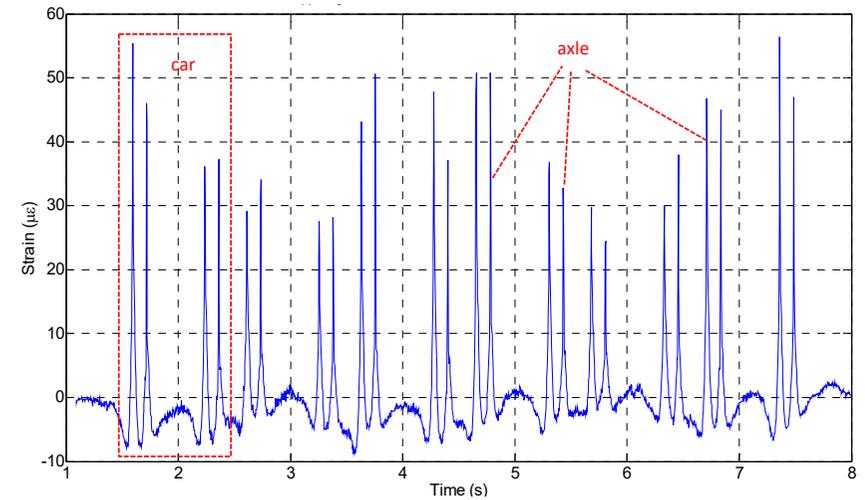
SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Real-time Monitoring of Railway Infrastructures

 Metropolitana Milano Linea 2



- Automatic detection of worn rails and train wheels
- Ambient loads only

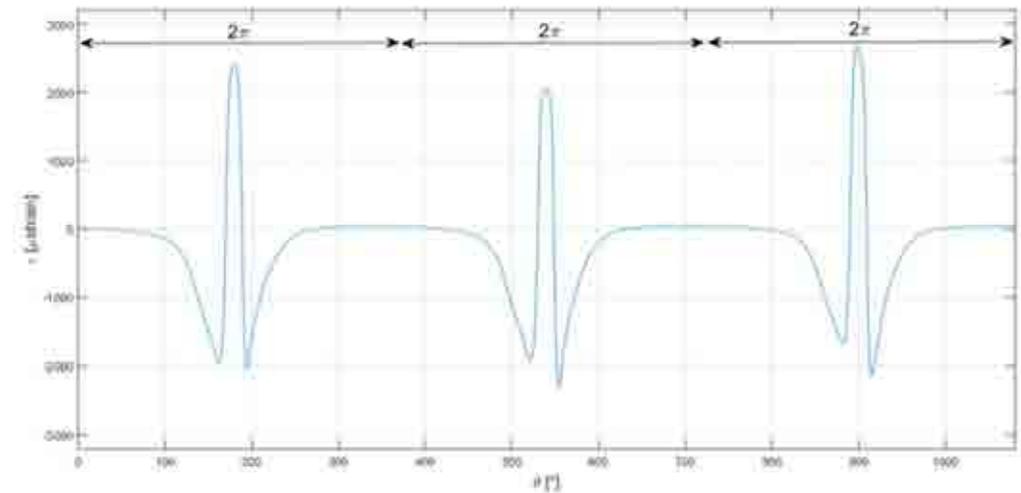


Smart Tire: OPTYRE Project

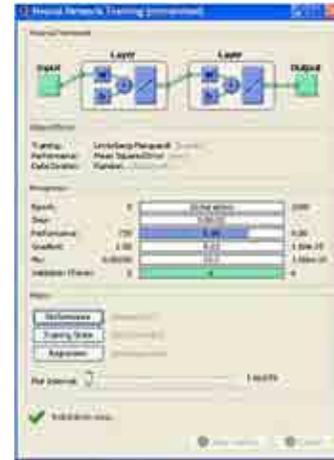
Patent RM2011A000401



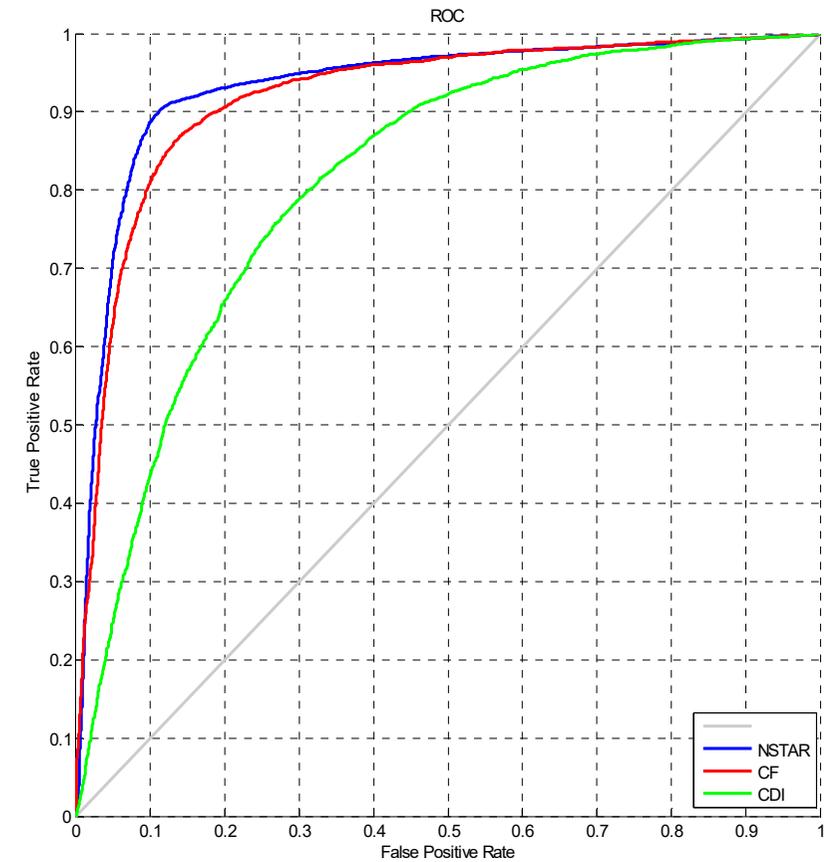
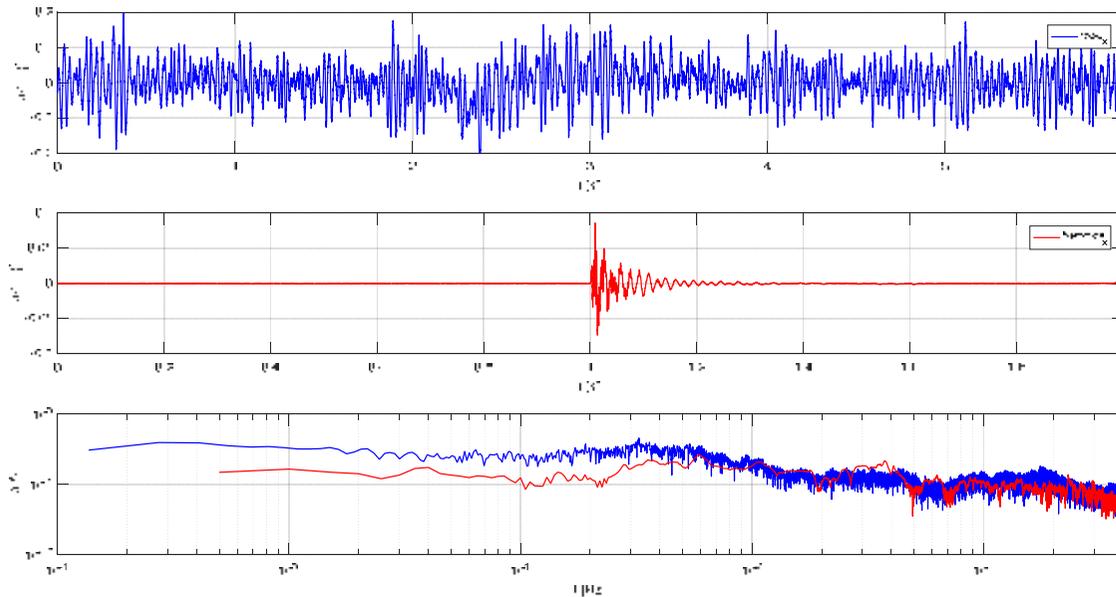
- Real time health monitoring
- Grip detection
- Rolling resistance

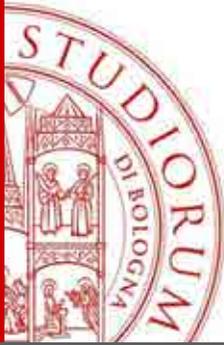


Car Accident Recognition



- Automatic detection of car accident
- Low energy crashes
- Maximization true positive/false positive rate





INCONTRO GMA

Napoli, 21-22 luglio 2016

Modelli personalizzati di articolazioni umane e progettazione di attrezzature di carico

Nicola Sancisi

**DIN – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Università degli Studi di Bologna**



Modelli articolari personalizzati

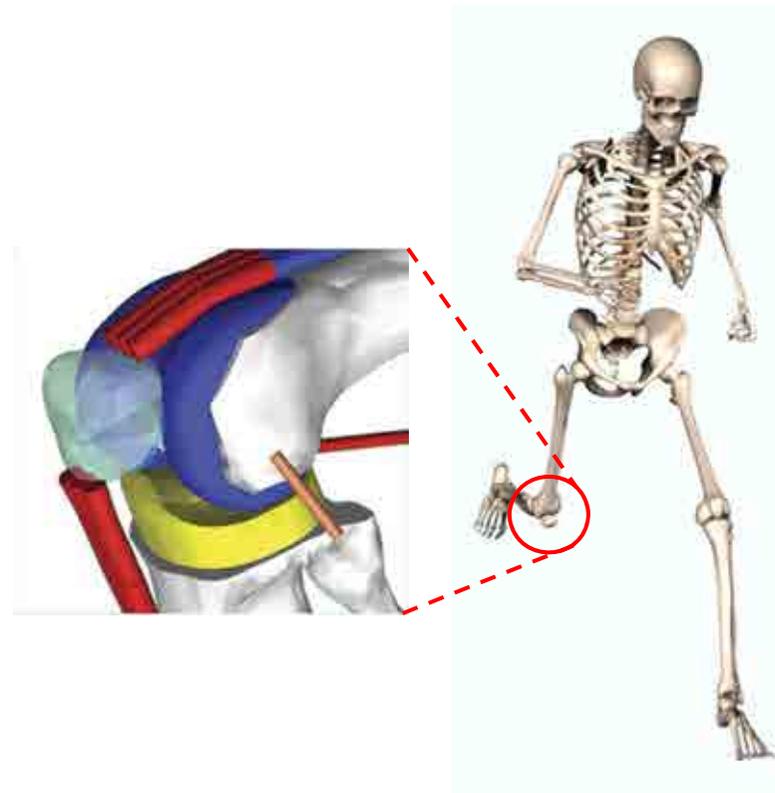
APPLICAZIONI:



DISPOSITIVI MEDICI



STUDIO E RIABILITAZIONE



MODELLI MUSCOLOSCHЕLETRICI



Modelli articolari personalizzati

MISURE SPERIMENTALI:



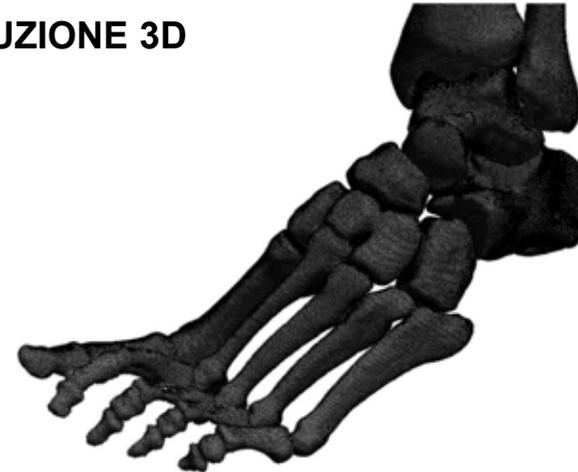
IN VIVO



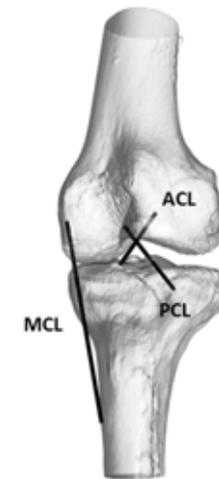
IN VITRO

PERSONALIZZAZIONE:

RICOSTRUZIONE 3D



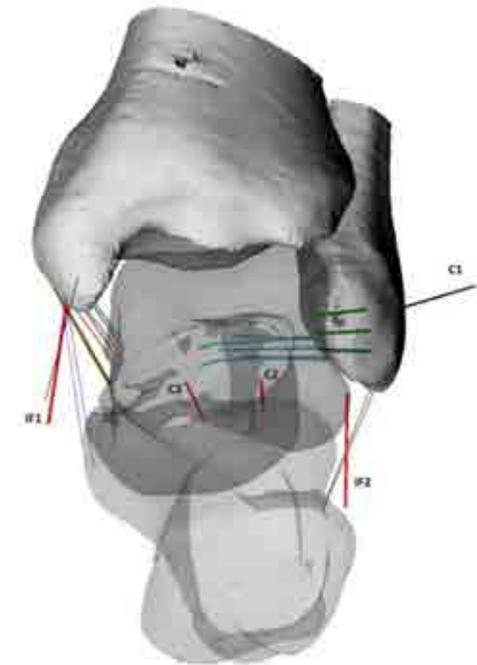
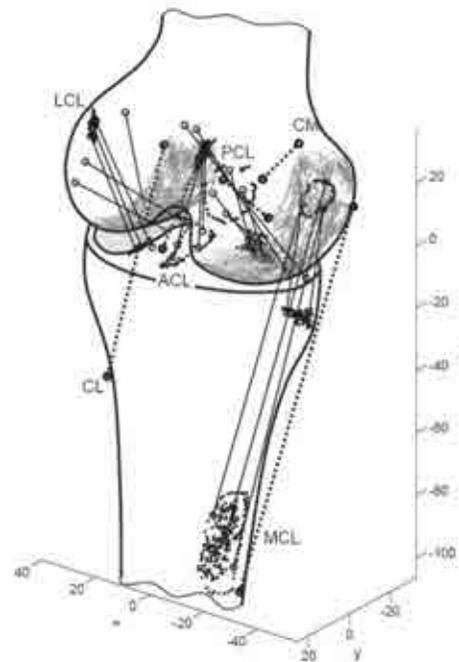
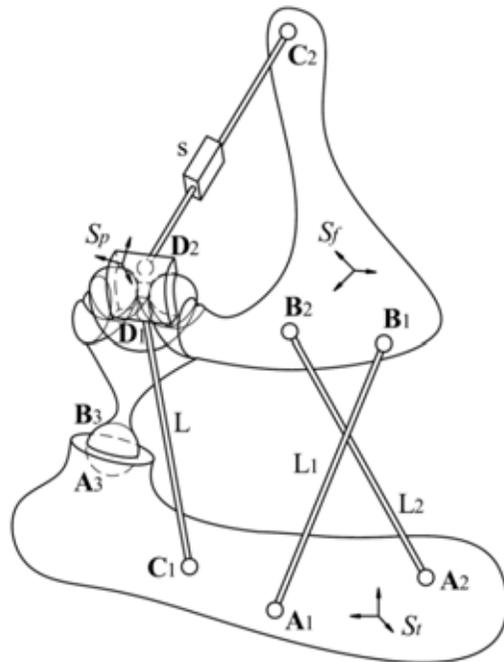
IDENTIFICAZIONE



Modelli articolari personalizzati

DEFINIZIONE DEI MODELLI:

- Modelli a corpi rigidi basati su meccanismi paralleli spaziali
- Modelli cinematici e dinamici con elementi deformabili





Modelli articolari personalizzati

PRINCIPALI RISULTATI:



SPERIMENTALE

MODELLO



- Predizione del moto naturale e caricato;
- Analisi delle forze articolari (contatti e legamenti) e muscolari;
- Riduzione degli artefatti di pelle;
- Posizionamento ottimale di componenti protesiche;
- Progettazione di nuove protesi articolari.



Progettazione di attrezzature di carico

SOLUZIONI SVILUPPATE:



- Controllate in forza: 6 gradi di libertà + simulazione dei muscoli principali;
- Sistemi di carico basati su meccanismo spaziale a cavi e piattaforma di Stewart modificata;
- Simulazione su preparato anatomico di generici compiti motori.



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Nicola Sancisi

Università di Bologna
nicola.sancisi@unibo.it

<http://grab.diem.unibo.it/>



Università di Napoli “Federico II”

Dipartimento di Ingegneria Industriale



Dr. Sergio Savino

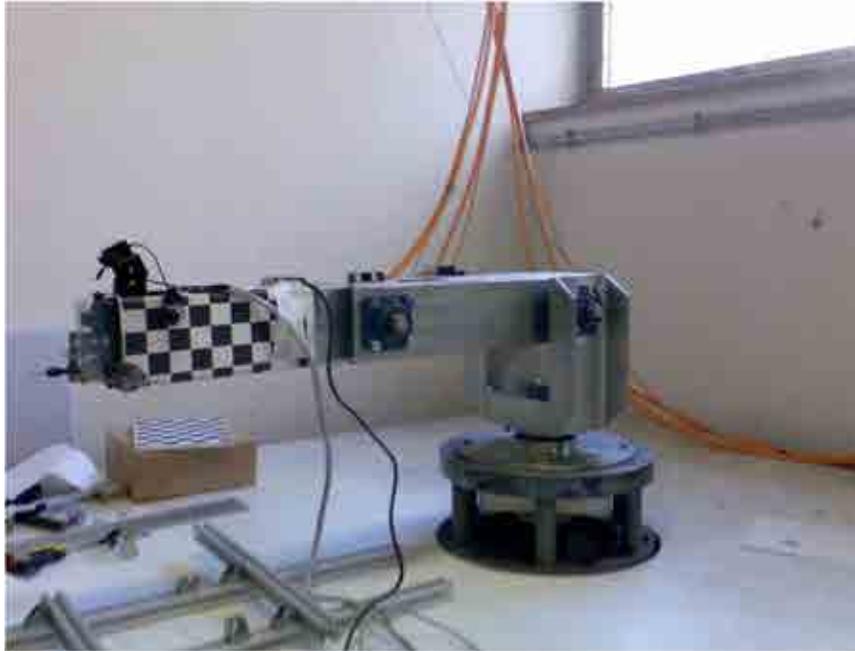


Principali attività di ricerca

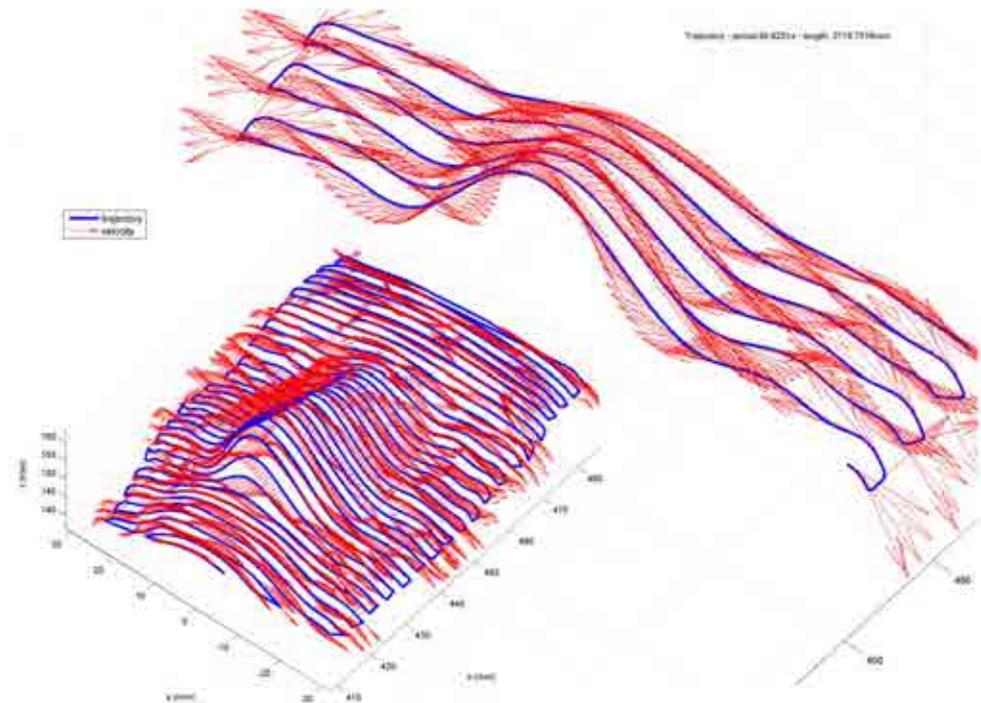
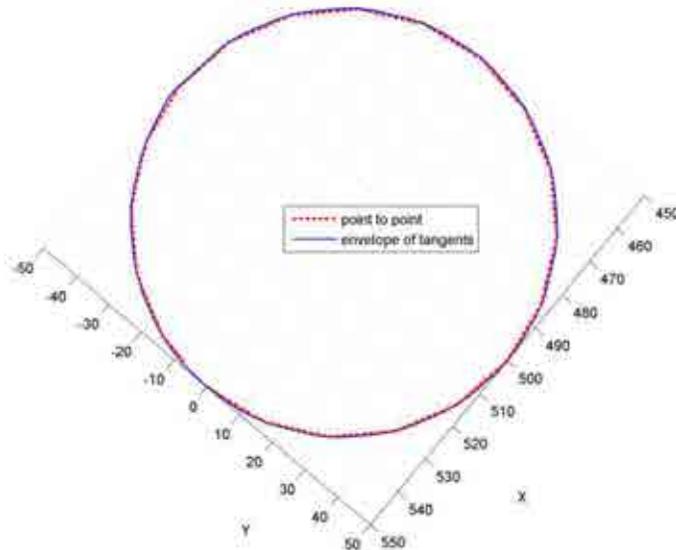
- **Meccanica dei robot e mecatronica**
- **Sistemi di visione**
- **Vibrazioni e rumore**
- **Dinamica dei sistemi**
- **Diagnostica dei sistemi meccanici**



Meccanica dei robot e mecatronica



- Studio e messa a punto di un prototipo di robot revoluto
- Pianificazione di traiettorie di robot
- Sviluppo di un algoritmo di pianificazione delle traiettorie assegnando posizione e velocità.

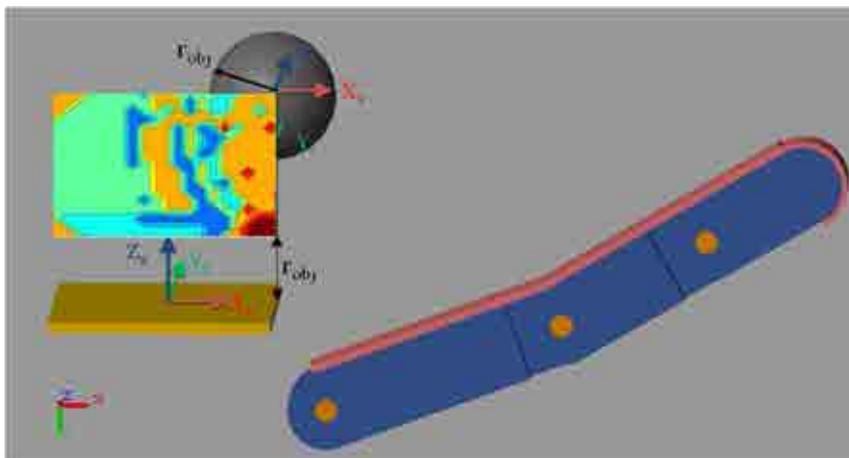
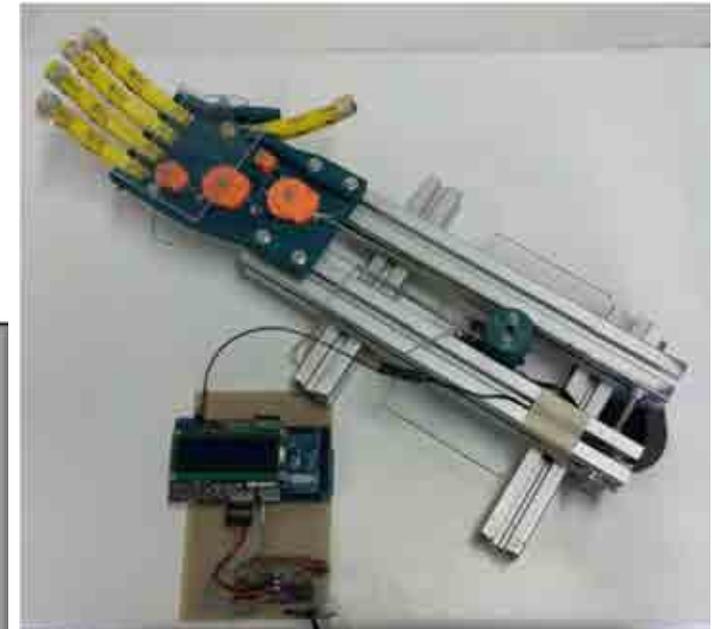
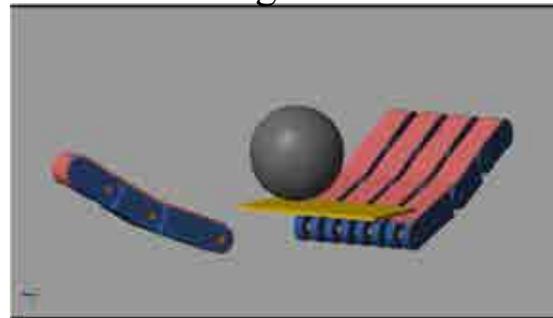
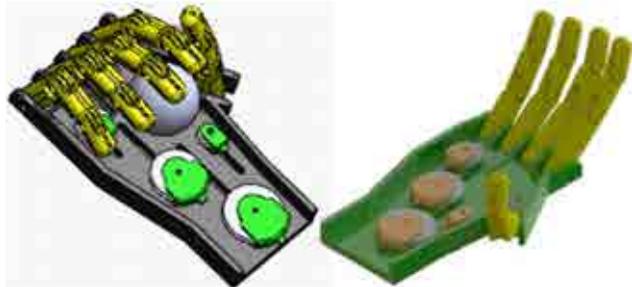




Meccanica dei robot e mecatronica

-Progettazione e lo sviluppo di una mano meccanica sotto attuata che potesse anche essere utilizzata come protesi

- Sviluppo di modelli per studiare la funzionalità della mano, la sequenza di chiusura delle dita e le capacità di afferraggio
- Prototipazione della mano con stampa 3D
- Gestione delle logiche di controllo per mezzo di segnali EMG

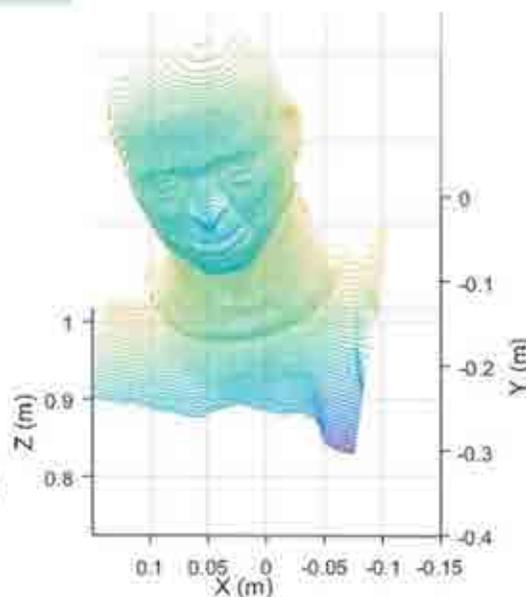
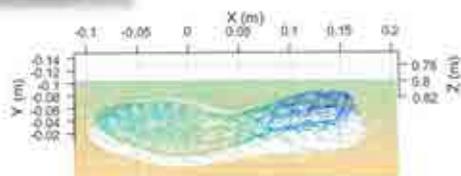




Sistemi di visione



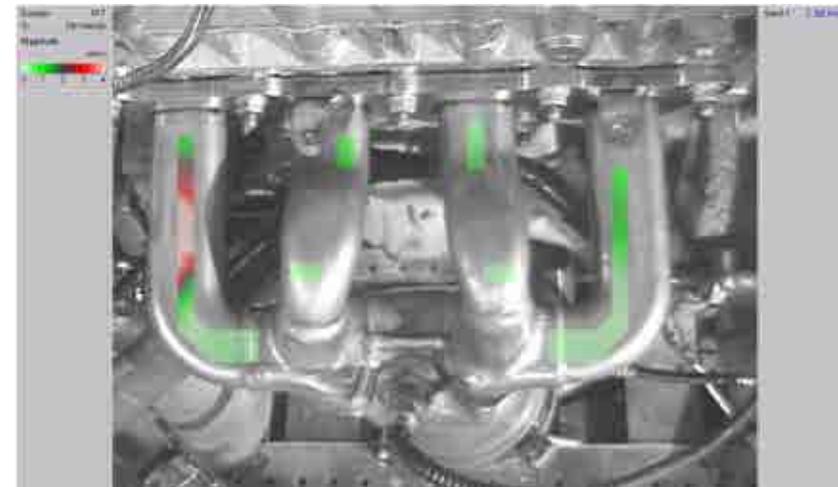
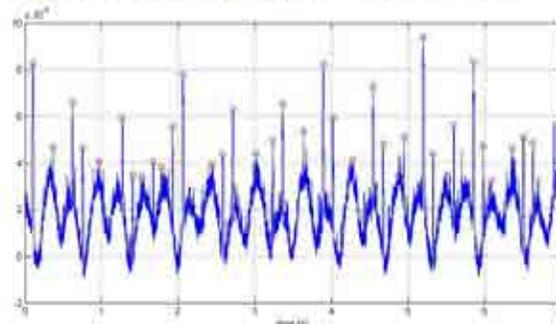
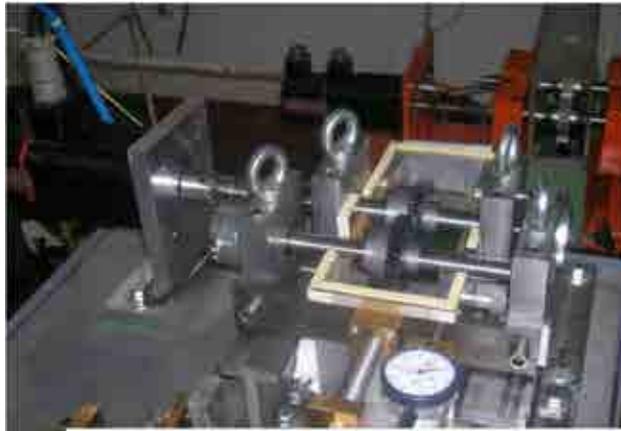
- Acquisizioni delle traiettorie di un robot tramite un sistema di visione
- Calibrazione cinematica del robot per mezzo di un sistema di visione
- Riconoscimento delle forme per l'acquisizione e la riproduzione di oggetti per mezzo di robot
- Sistemi di visione per la generazione delle traiettorie sul contorno dei pezzi





Vibrazioni e rumore

- Vibrazioni e rumore di un motopropulsore in funzionamento
- Analisi vibro-acustiche sul funzionamento degli ingranaggi di un cambio
- Trasmissione delle vibrazioni e del rumore all'interno del veicolo.
- Sviluppo di modelli analitici nella separazione delle aliquote del rumore di un motore





Dinamica dei sistemi



- Banco per la misura delle caratteristiche di inerzia di corpi rigidi.

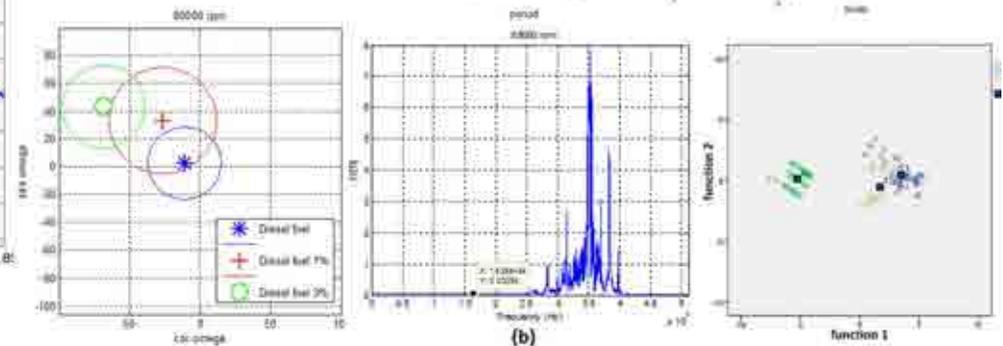
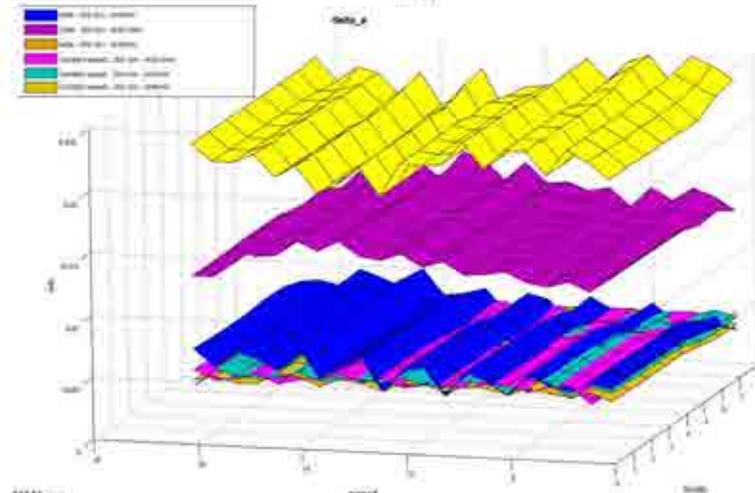
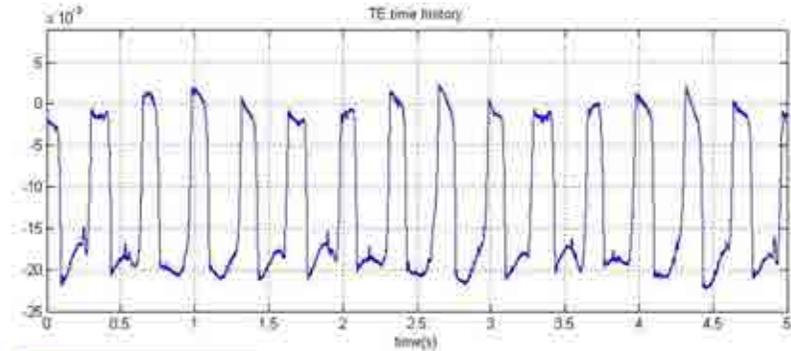
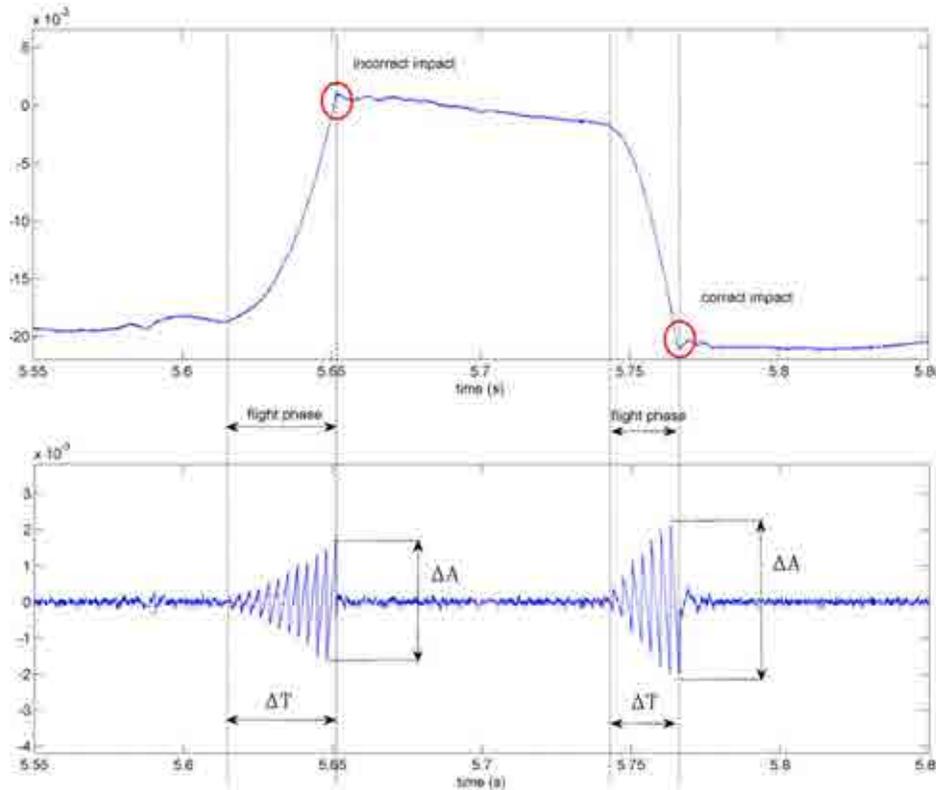
- Procedure di identificazione parametrica





Diagnostica dei sistemi meccanici

- Tecniche di analisi dei dati vibro-acustici.
- Analisi dei segnali con la teoria delle “Wavelet”
- Indagini sul “gear rattle”
- Indagini sui sistemi dinamici complessi per ricercare variazioni di comportamento ed anomalie di funzionamento





GRAZIE
per l'attenzione



Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

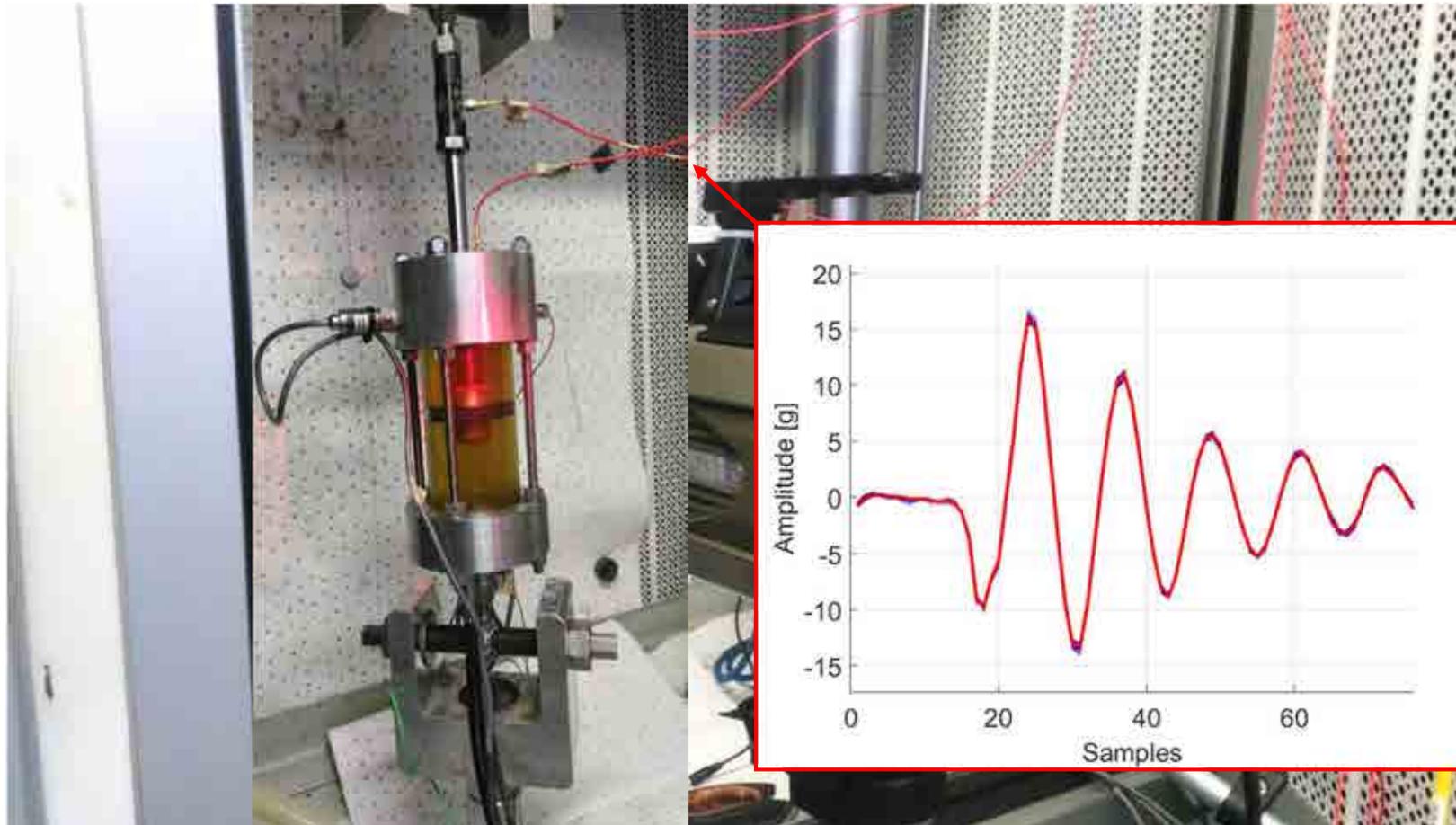
Caratterizzazione di fenomeni NVH mediante ammortizzatore trasparente



Lorenzo Scappaticci, RTD - A
Università degli Studi Guglielmo Marconi, Roma

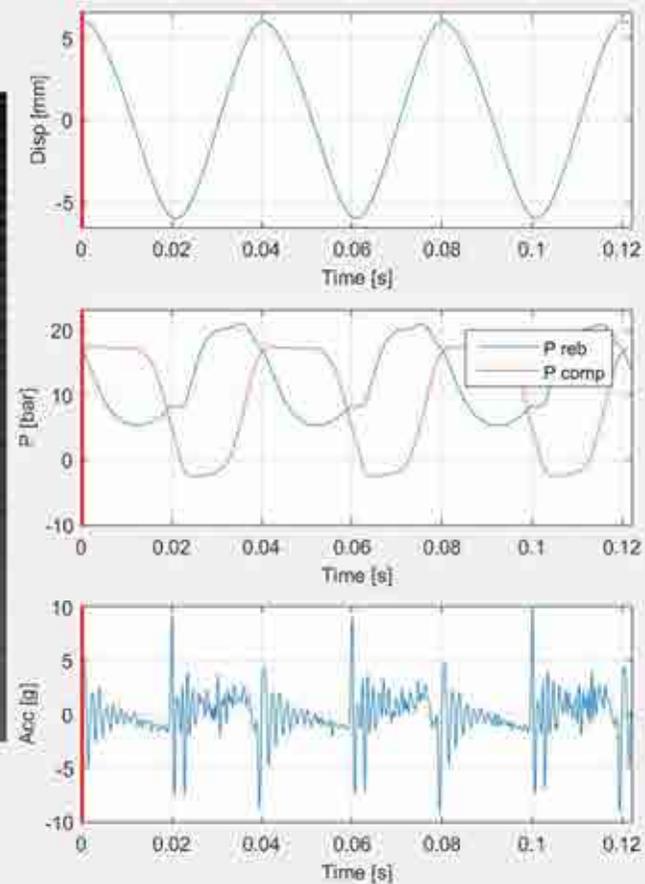
Caratterizzazione di fenomeni NVH mediante ammortizzatore trasparente

Introduzione



Caratterizzazione di fenomeni NVH mediante ammortizzatore trasparente

Principali risultati





Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Grazie Per l'attenzione



din Università di Salerno
Dipartimento di
Ingegneria Industriale

Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 Luglio, Università di Napoli



Modelli per il controllo di frizioni a secco in trasmissioni AMTs/DCTs

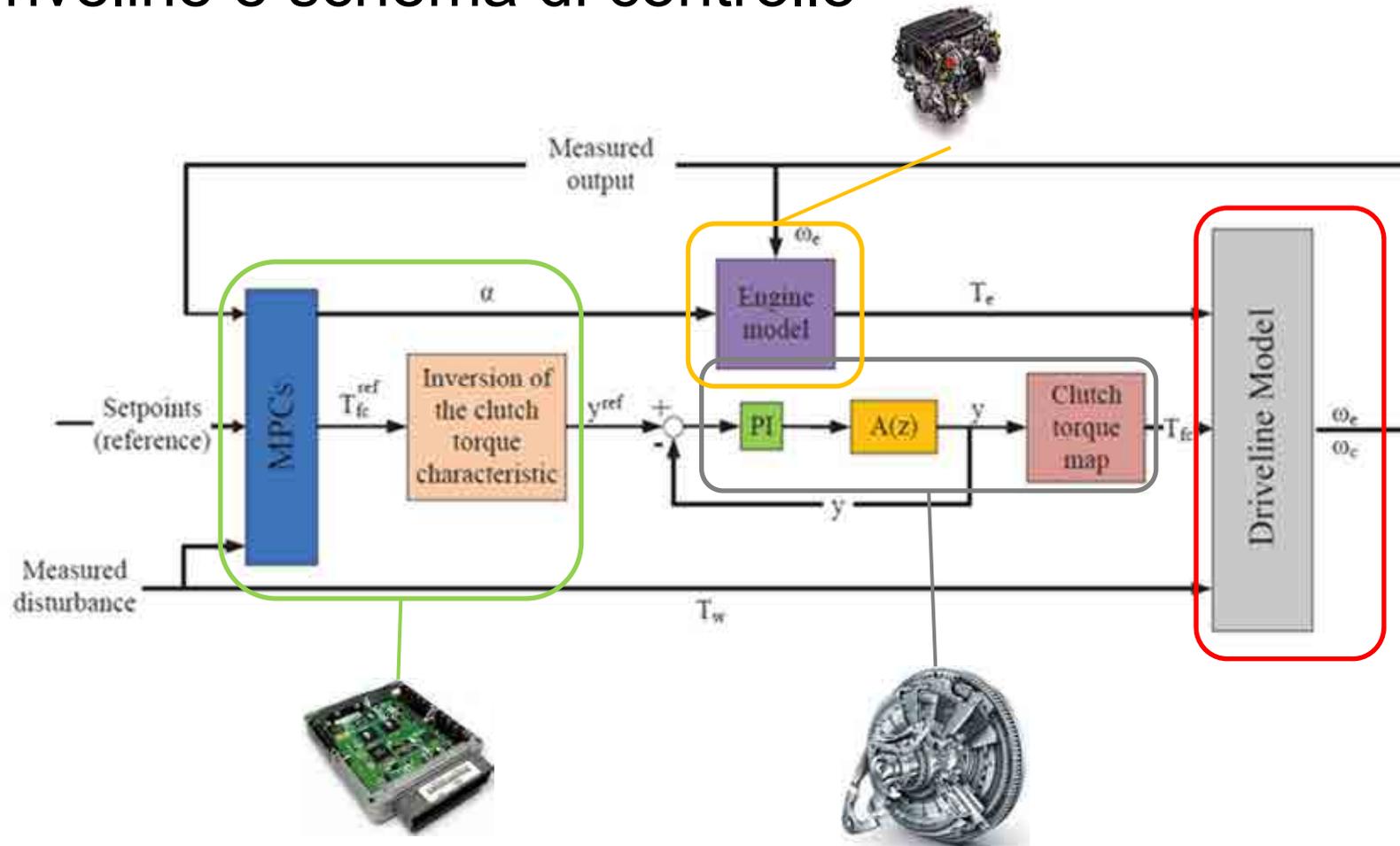
Gruppo di Ricerca:

Vincenzo D'Agostino, Mario Pisaturo, Adolfo Senatore

*Dipartimento di Ingegneria Industriale
Università degli Studi di Salerno
a.senatore@unisa.it*



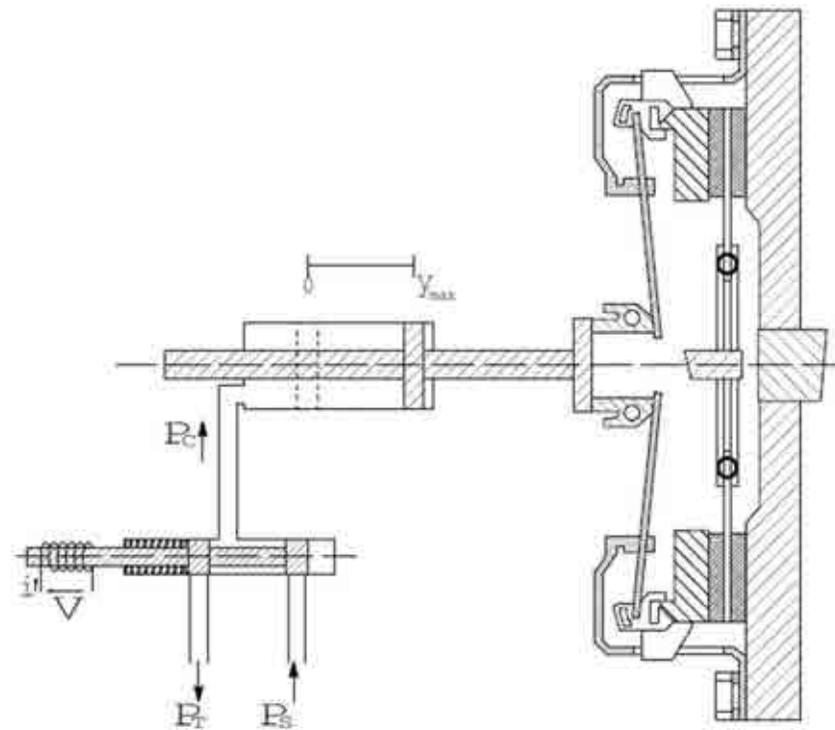
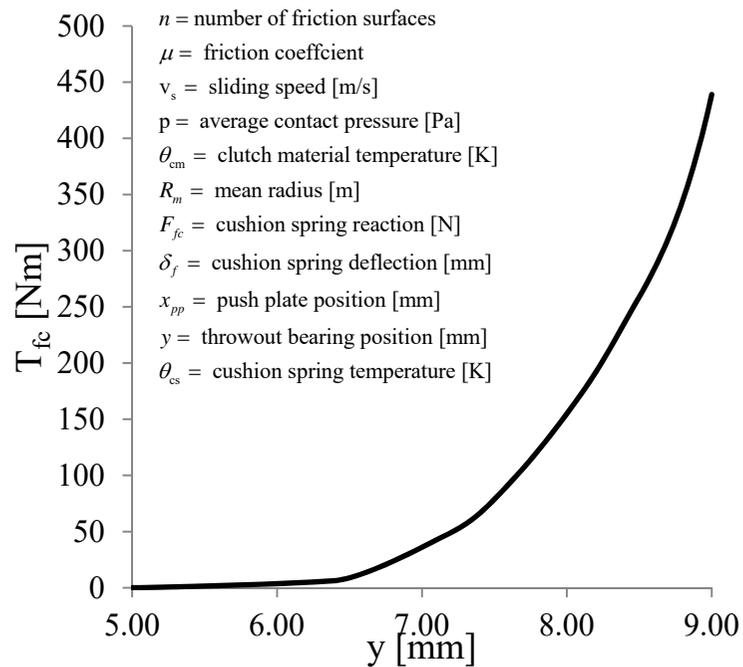
Driveline e schema di controllo





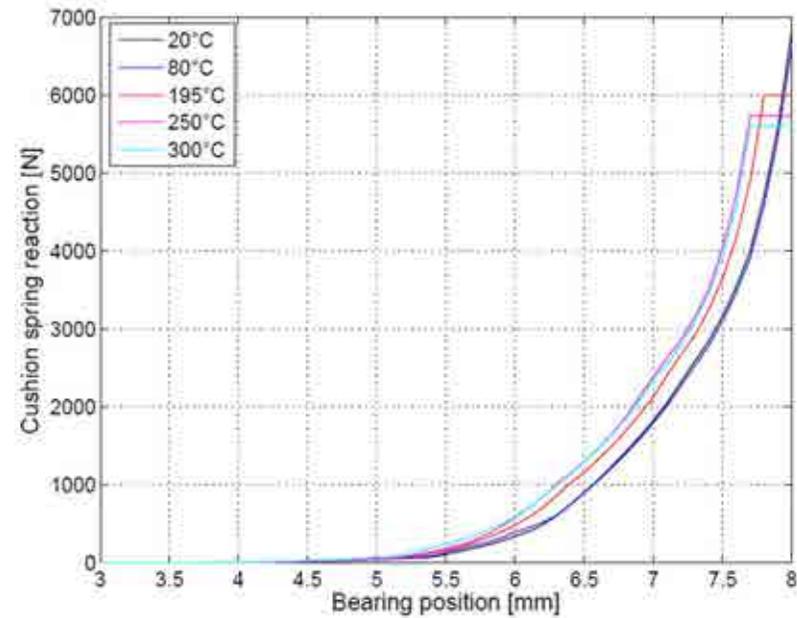
Modello di trasmissibilità

$$T_{fc} = n\mu(v_s, p, \theta_{cm}) R_m F_{fc} (\delta_f(x_{pp}(y, \theta_{cs}), \theta_{cs}))$$





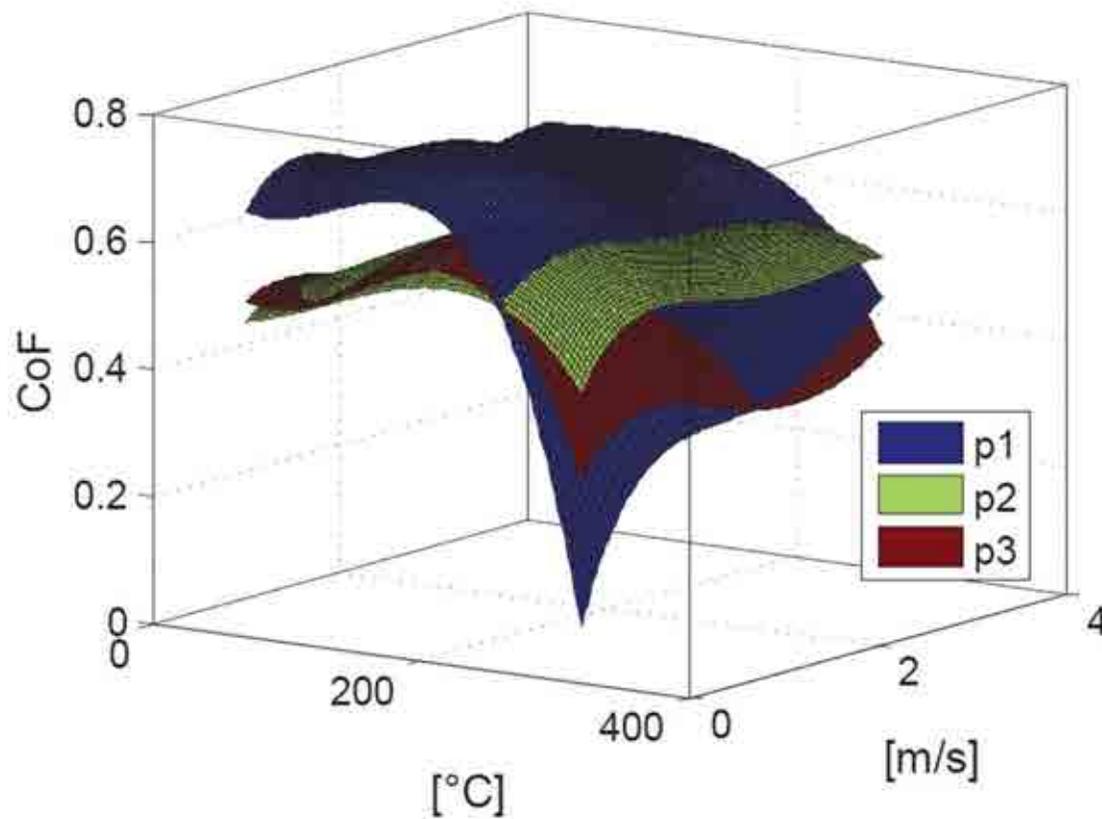
Prove sperimentali ed analisi FE



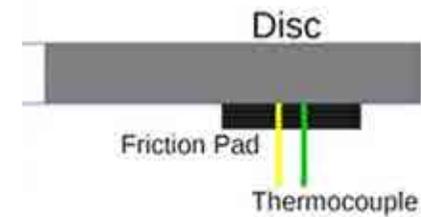
[V. D'Agostino et al., ASME/IMECE 2012, Houston]

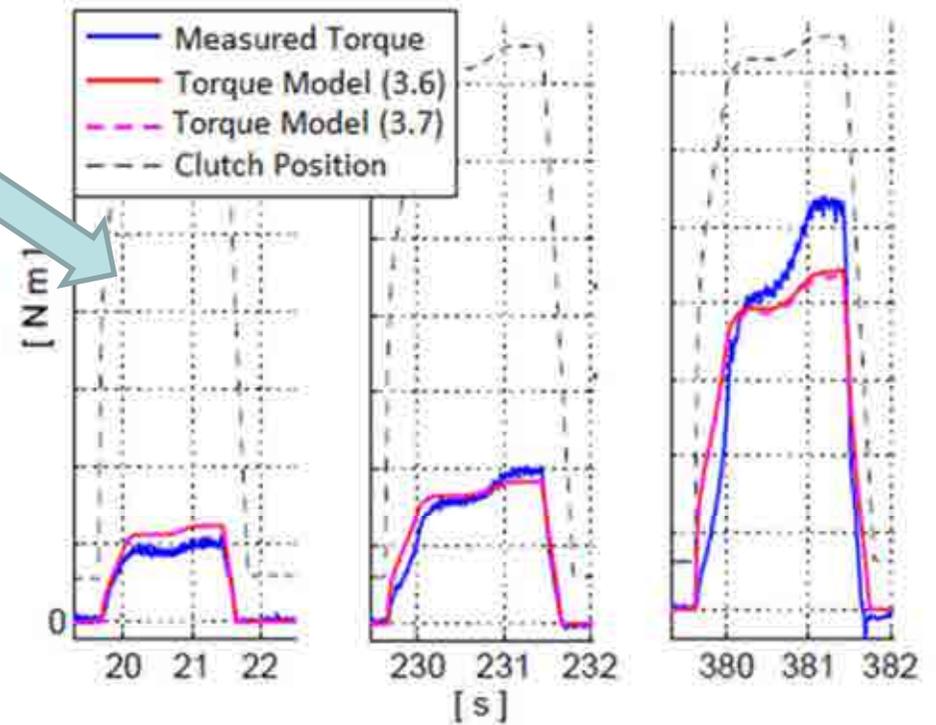
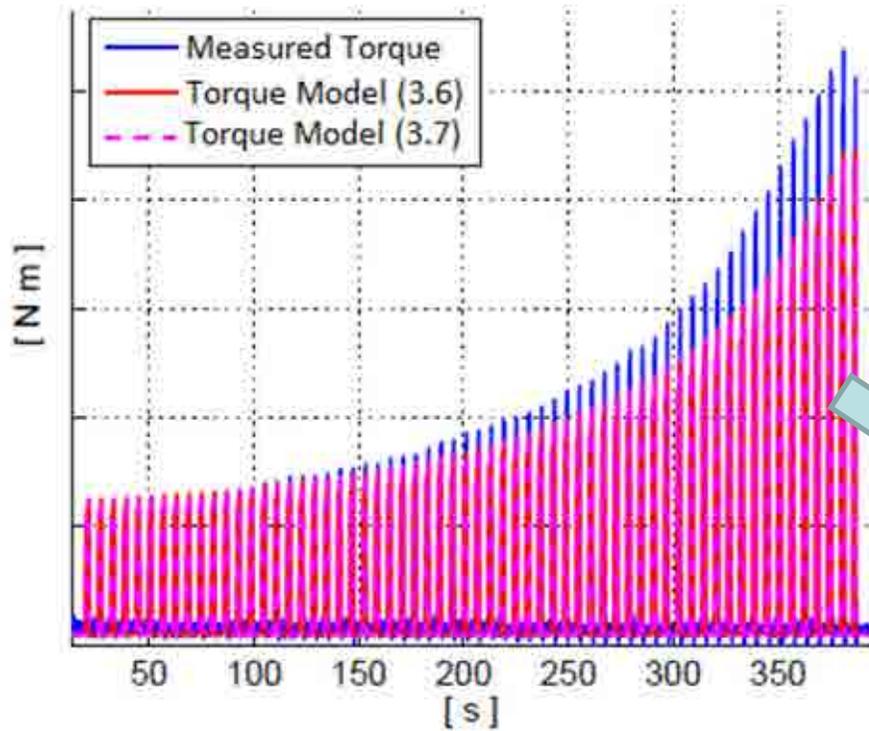


Coefficiente d'attrito e principali variabili influenti



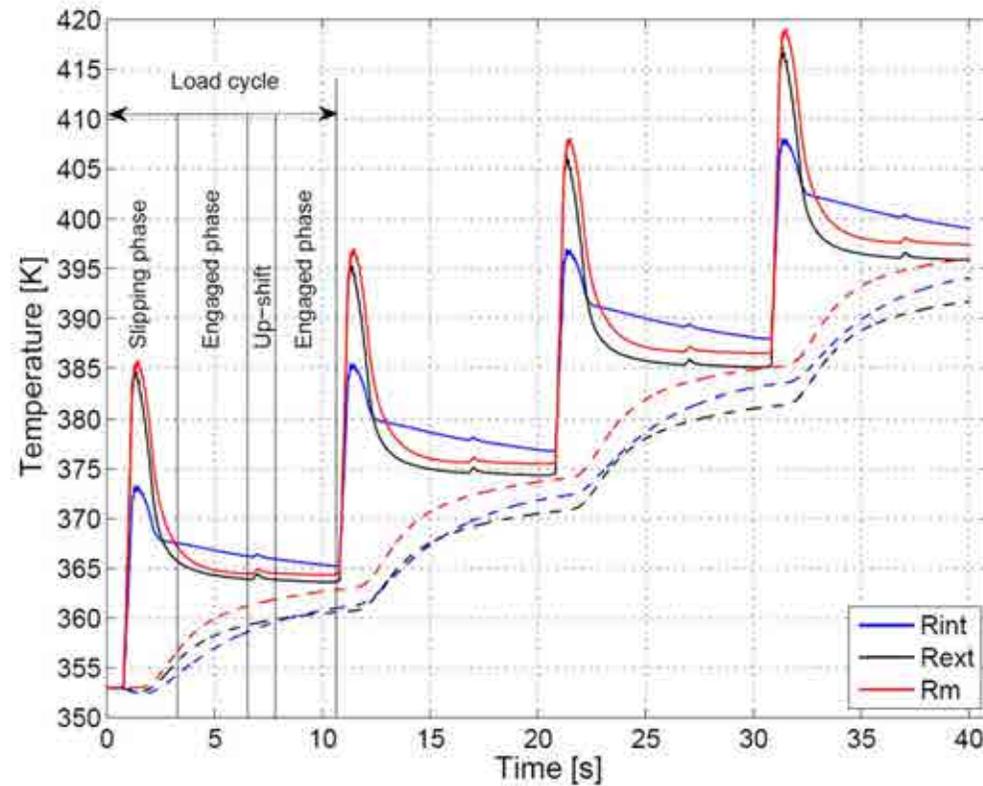
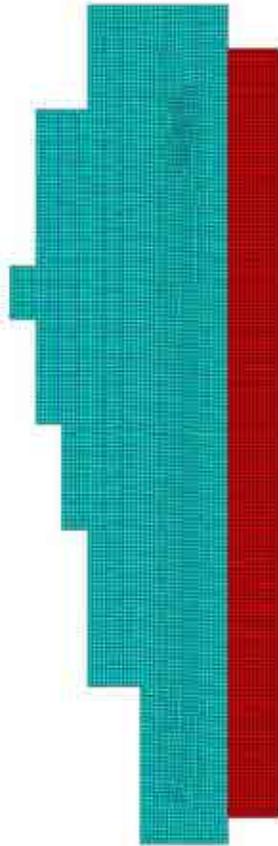
$p_1 = 16.4 \text{ kPa}$
 $p_2 = 32.8 \text{ kPa}$
 $p_3 = 49.2 \text{ kPa}$







Evoluzione termica – analisi FE



Temperatura d'interfaccia (linee continue) e temperatura della molla a cuscino (linee tratteggiate) vs. tempo in innesti ripetuti



din Università di Salerno
Dipartimento di
Ingegneria Industriale

Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 Luglio, Università di Napoli



Modelli per il controllo di frizioni a secco in trasmissioni AMTs/DCTs

Gruppo di Ricerca:

Vincenzo D'Agostino, Mario Pisaturo, Adolfo Senatore

Dipartimento di Ingegneria Industriale

Università degli Studi di Salerno

mpisaturo@unisa.it



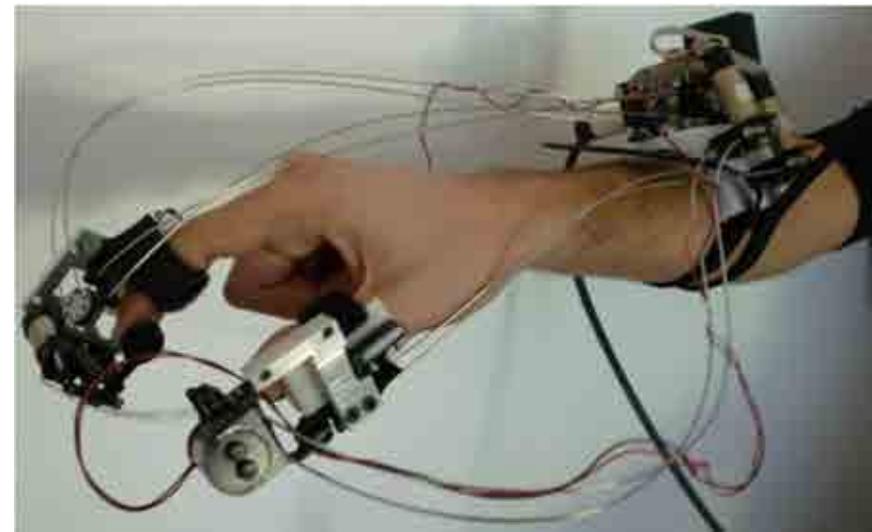
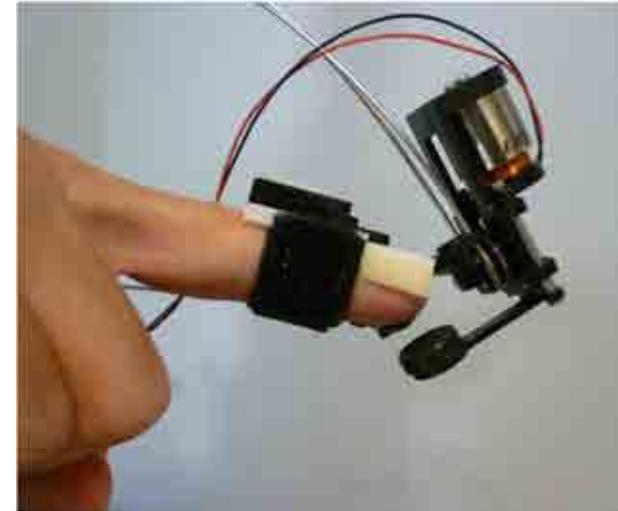
Sviluppo di sistemi robotici indossabili

Massimiliano Solazzi

Laboratorio PERCRO

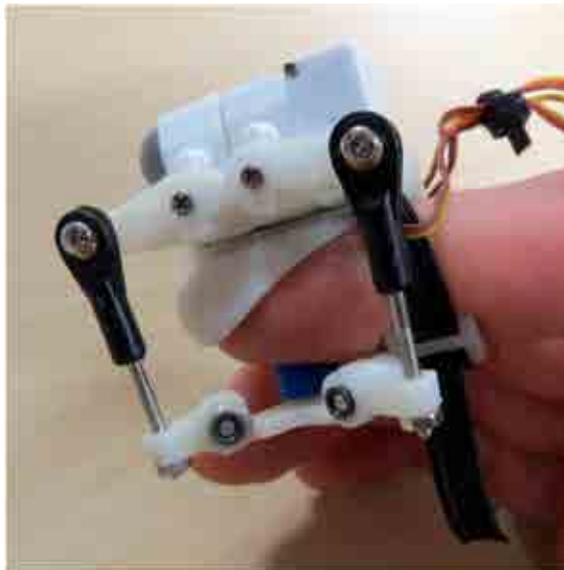
Interfacce aptiche per dita

- Sistemi robotici indossabili direttamente sulle dita
- Feedback cutaneo per simulare la manipolazione di precisione
- Requisiti per la progettazione:
 - Leggerezza
 - Compattezza
 - Attuazione ad alta densità di potenza
- Primo prototipo (2009)
 - Attuazione remota sul braccio



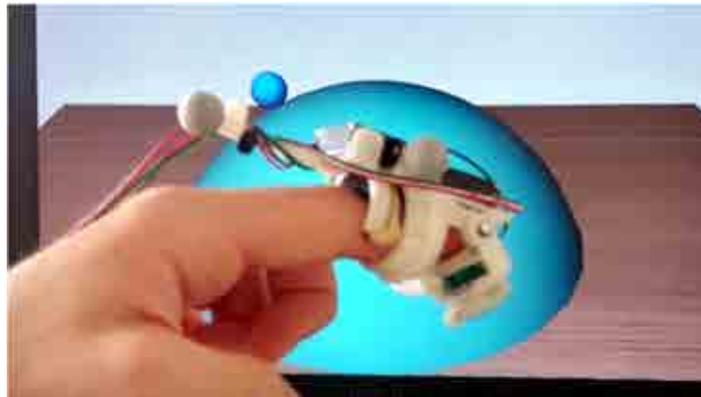
Evoluzione dei prototipi

- Verso miniaturizzazione e prestazioni maggiori
- Attuatori integrati nel meccanismo



- Cinematica parallela 3-RRR (2015)
 - 3 g.d.l. per rendering di forze di contatto

- Attuatori SMA (Shape Memory Alloy) (2011)
- 2 g.d.l. (skin stretch) per simulare attrito



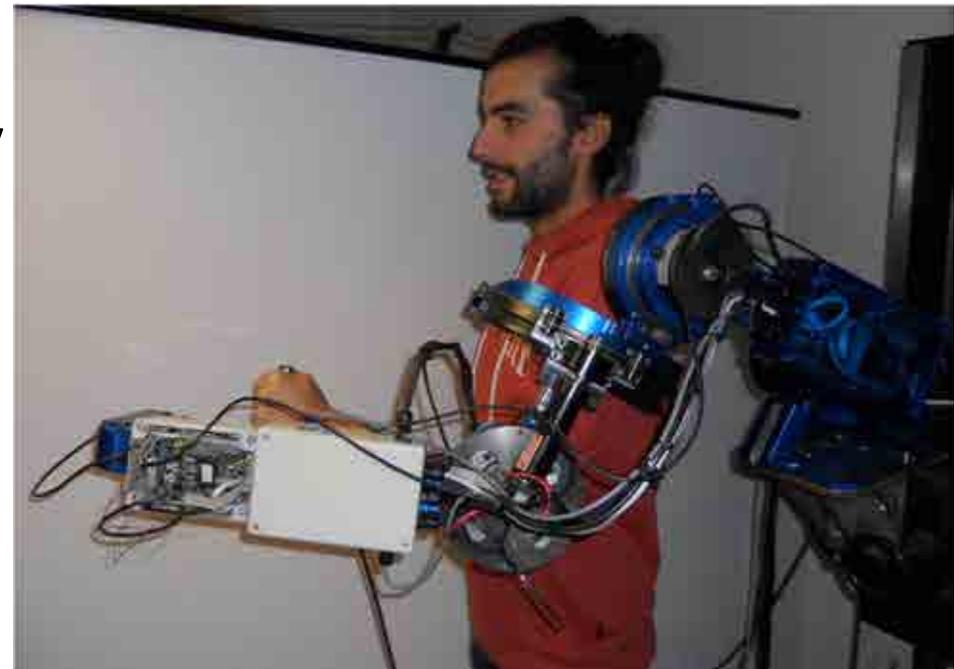
- 3 g.d.l. per rendering orientazione superficie e forza normale di contatto
- Vibrazioni per simulare textures

➤ Cinematica seriale e attuatore voice coil (2016)

**Progetto
EU WearHap**

Esoscheletro per arto superiore

- Sviluppo di un esoscheletro per braccio con 4 g.d.l.
- Sensore di coppia integrato in ogni giunto
- Controllo della forza di interazione in ogni punto di contatto con il sistema
- Implementazione di un modello dinamico multibody per migliorare la stima di accelerazioni e forza di interazione utente-robot



Esoscheletro per mano

- Obiettivi della progettazione della cinematica
 - Adattamento automatico a diverse misure delle dita
 - Presa di oggetti di forma generica
 - Forze di interazione sempre normali alle falangi (maggior comfort e minori problemi legati all'accoppiamento dito-meccanismo)



- Meccanismo sottoattuatorato con sensori di forza per controllo in ammettenza

- Meccanismo per il pollice progettato e in fase di realizzazione



Sistemi ibridi elettrici per veicoli e macchine operatrici.

Davide Tarsitano

Dipartimento di Meccanica

Politecnico di Milano

Sistemi di trazione ibridi elettrici



A partire da veicoli convenzionali sono stati aggiunti dei sistemi di trazione ibrida.

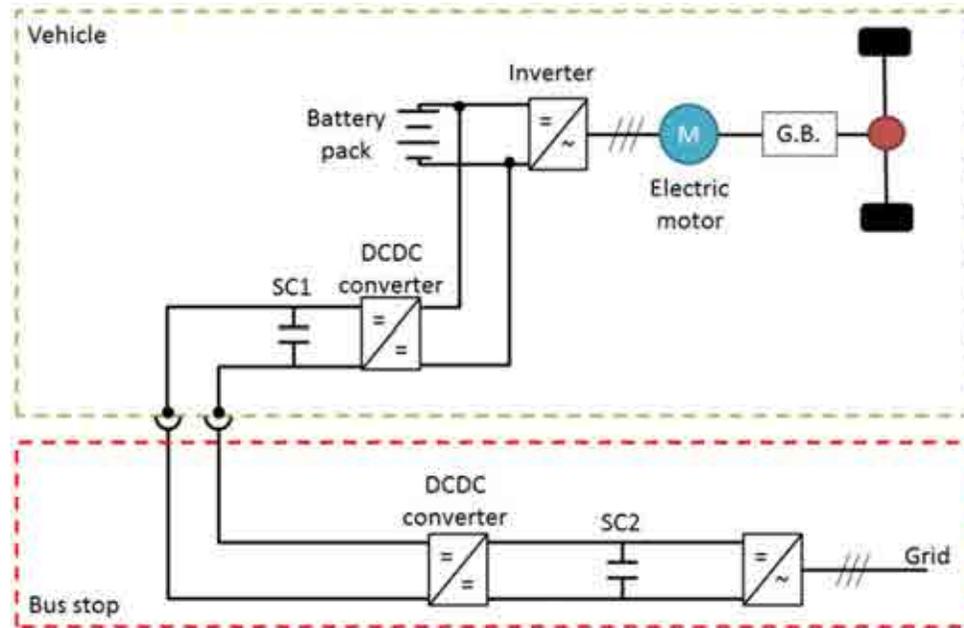
- Struttura ibrida parallela con opzione plug-in
- Autonomia oltre i 30 km in modalità elettrica in ambito urbano
- Sviluppo di algoritmi di controllo dei due motori di bordo

Macchine operatrici



- Sostituzione della parte operatrice delle macchine (idraulica) con azionamenti elettrici
- Aggiunto sistema di accumulo energetico a bordo, in grado di caricarsi durante la fase di trasporto, attraverso la PTO
- Operazione in situ a motore termico spento

Autobus per il trasporto pubblico



Gli autobus elettrici hanno il grosso limite delle batterie di bordo sia dal punto di vista delle dimensioni/peso che dal punto di vista del costo di gestione (invecchiamento). Studio di un sistema di accumulo ibrido (e algoritmi di controllo) per evitare invecchiamento precoce delle batterie.

Simulazione multi-body di sistemi complessi

Alessandro Tasora

Università degli Studi di Parma

alessandro.tasora@unipr.it
<http://www.projectchrono.org/tasora>



Introduction

Development of the CHRONO::ENGINE simulation software

- Mature C++ software (20MY, 500'000 SLOC)
- Targets massives scenarios with millions of contstraints
- Open source, now used by many research centers in the world
- In collaboration with:
 - University of Wisconsin
 - Argonne National Labs, Chicago
 - University of Illinois
 - Etc.

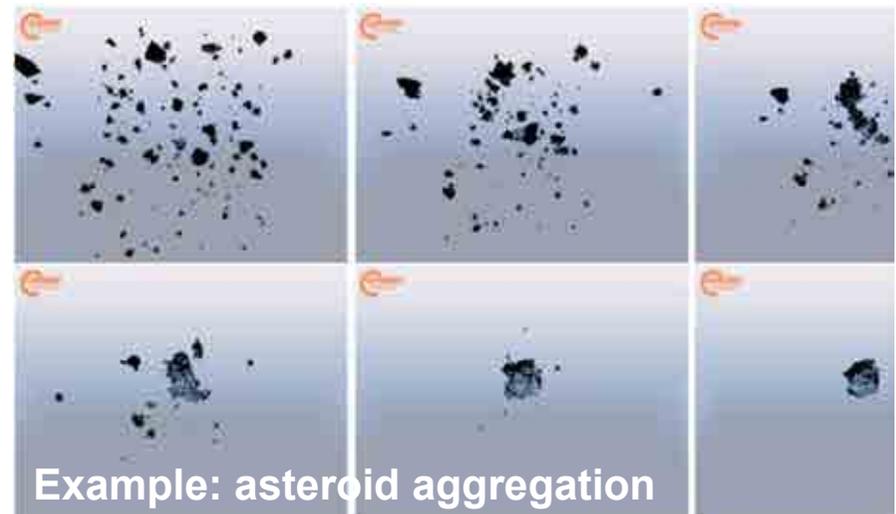


New multibody formulations

- Custom differential-variational solvers
- Implicit / explicit / MDI integrators
- Efficient collision detection



Example: swiss escapement



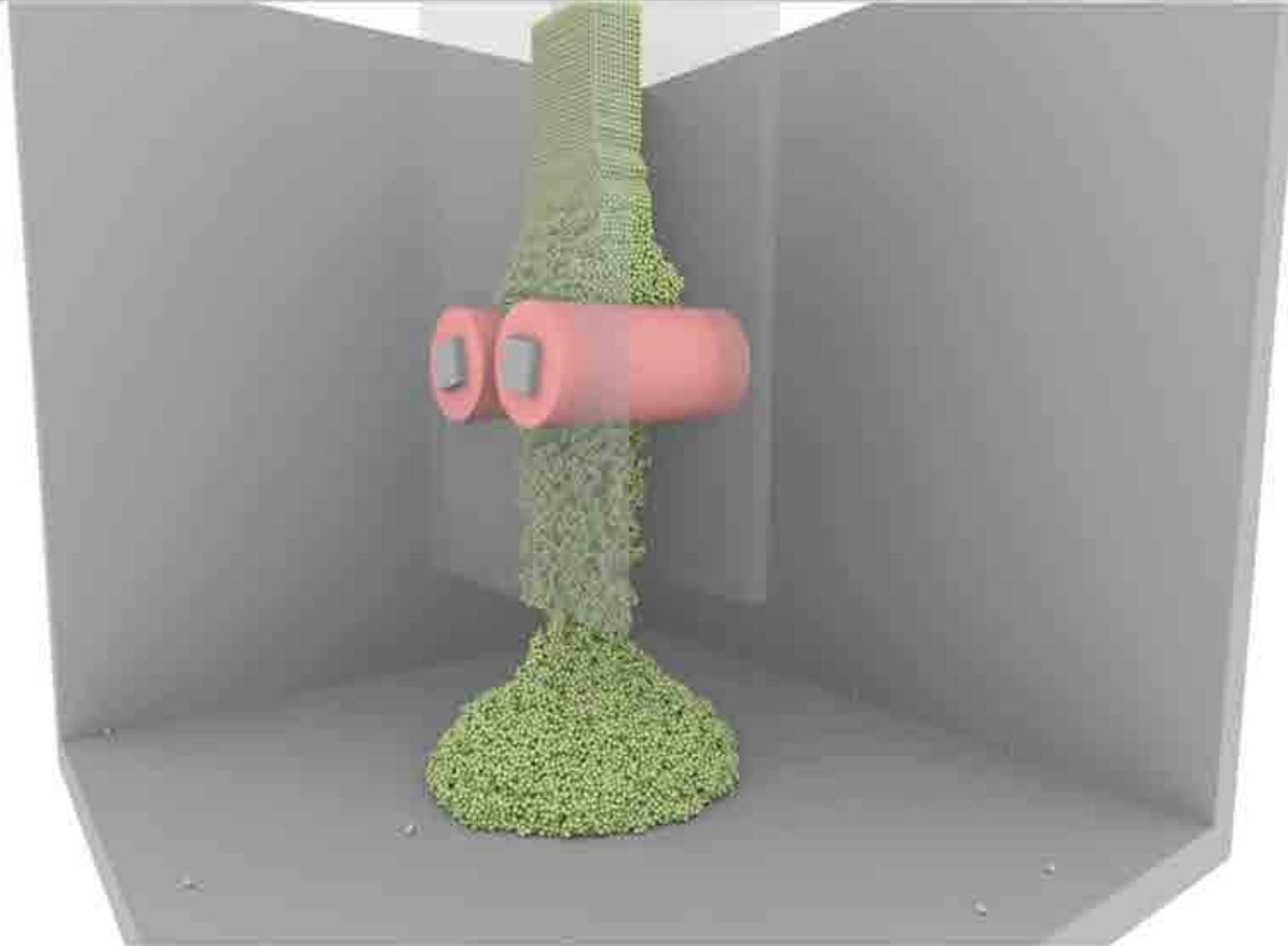
Example: asteroid aggregation

Parallel computing for multibody



- GPU-level parallelism
- MPI-level parallelism
- In collaboration with HPC center of University of Wisconsin, USA

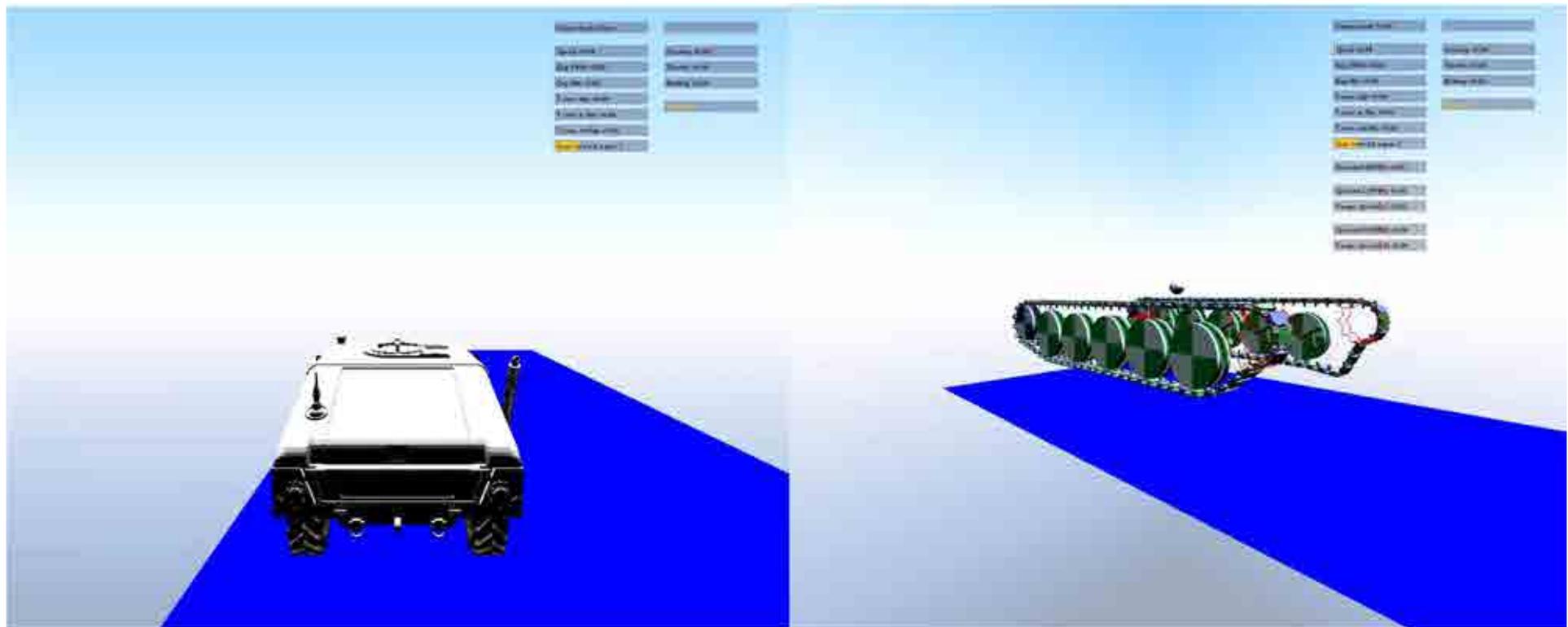
Dynamics of granular matter



- HPC simulations of systems with 200 millions of unknowns

Vehicle mobility analysis

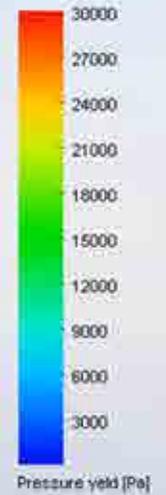
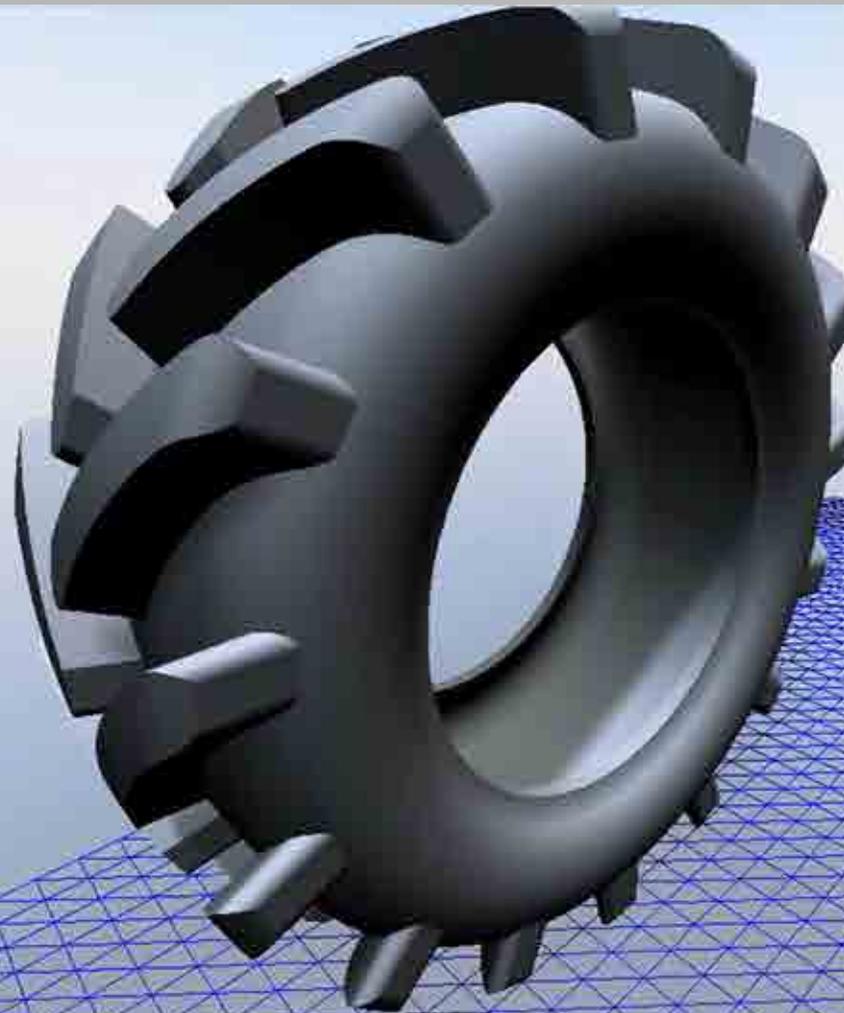
- Modules for templated vehicles: tracked, wheeled, multi-axle, etc.
- Modules for 1D power train, driveline & control
- Modules for granular soils, deformable tires



Elasto-plastic deformable soil model

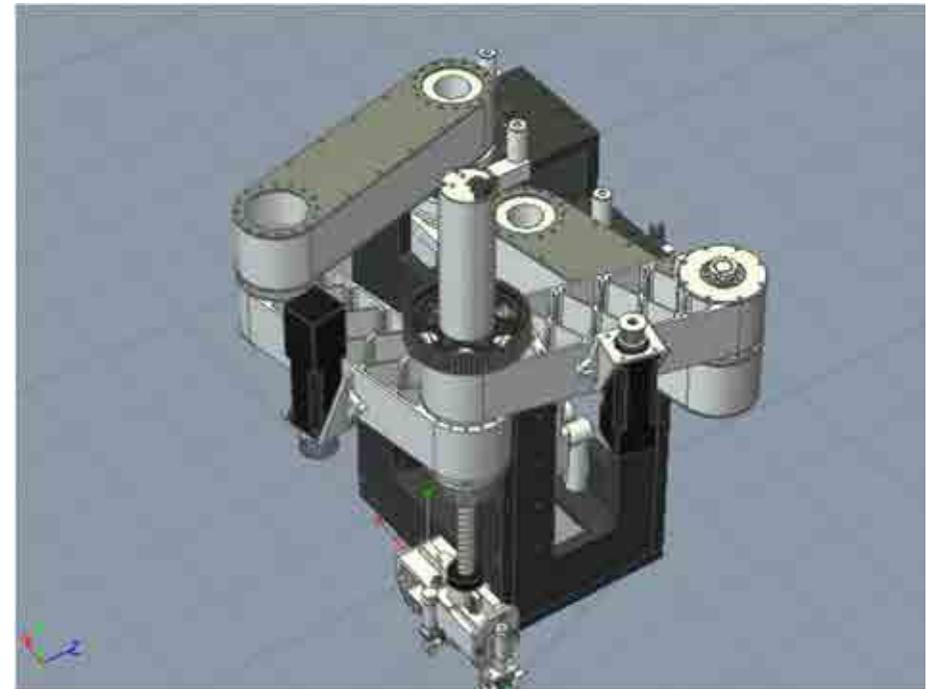
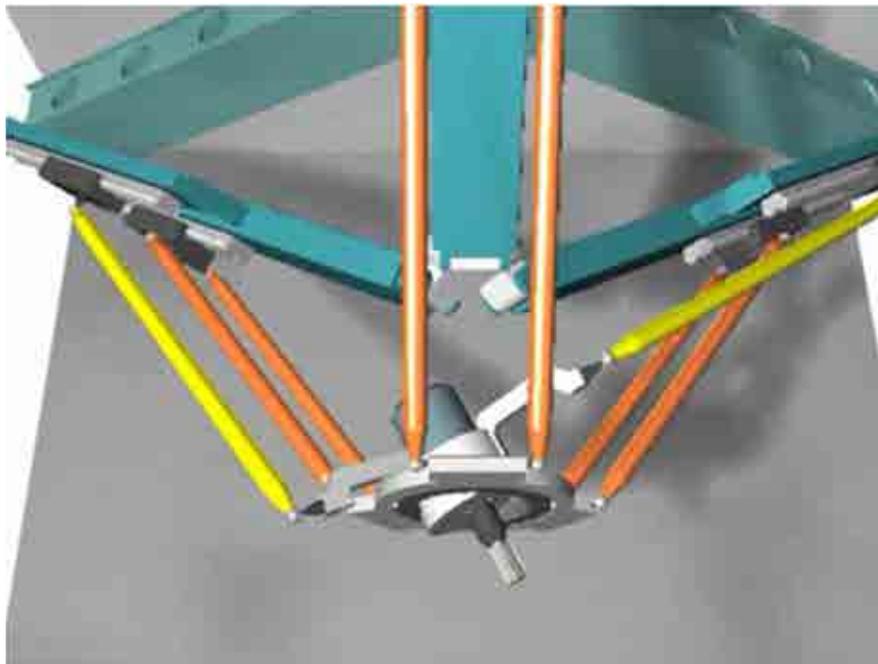


Adaptive refinement of deformable soil meshes



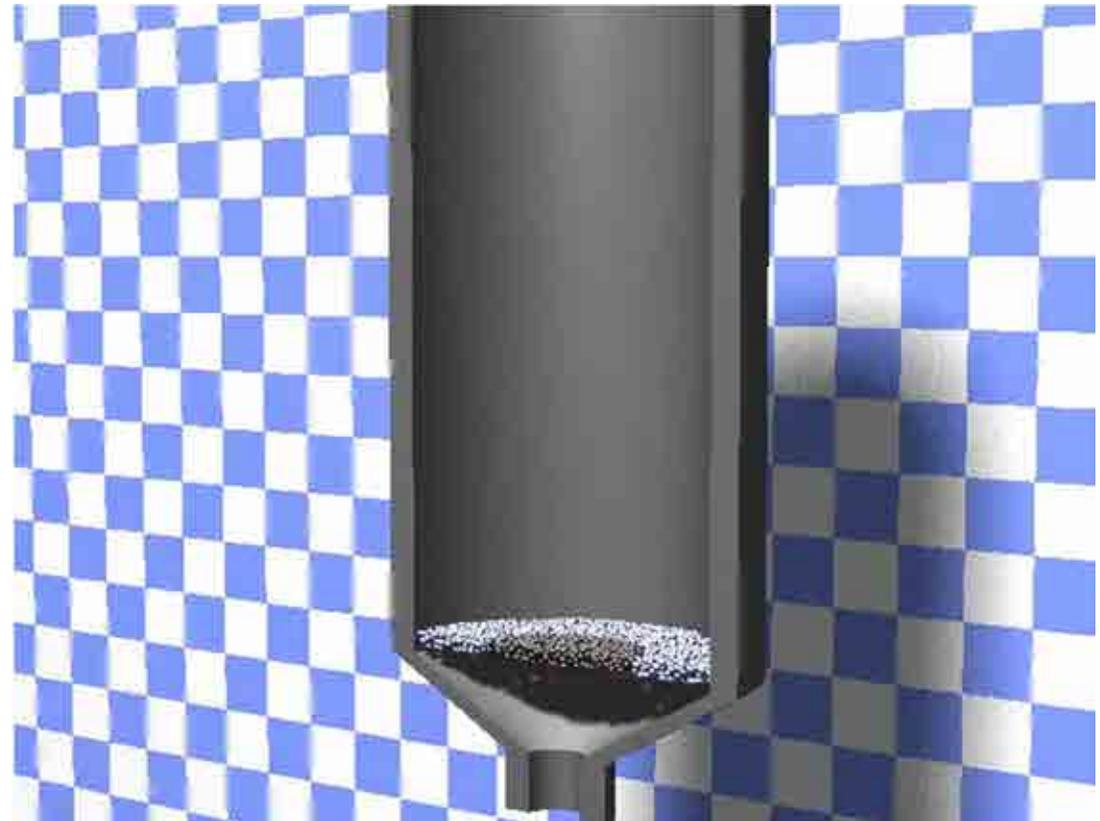
Robotics

- Real-time simulation of robots
- Flexible solids / beams / shells
- State of the art two-stage collision detection



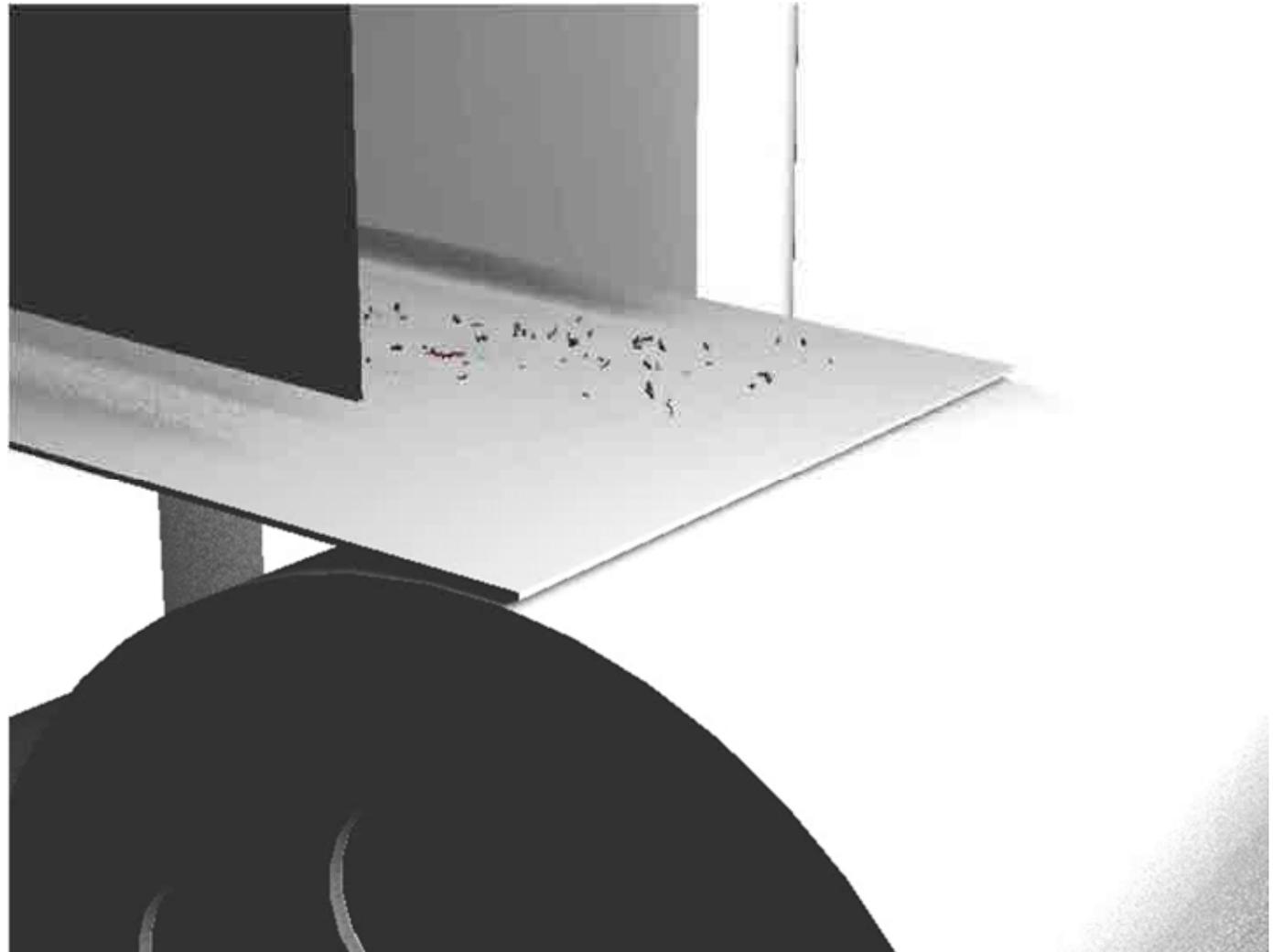
Nuclear engineering

- HTGR PBR 4th gen nuclear reactor, Argonne National Labs Chicago
- DVI formulation: 100x speedup compared to ODE/DAE



Waste processing plants

- Simulation of charged particles in a Corona Electrostatic Separator



Seismic engineering



Gruppo Italiano di Meccanica Applicata

21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II



Sistemi Smart e Meccatronica

Mario Terzo

Dipartimento di Ingegneria Industriale
Università degli Studi di Napoli Federico II

The logo for the Gruppo Italiano di Meccanica Applicata (GMA), featuring the letters 'GMA' in a stylized, bold font within a rectangular border.

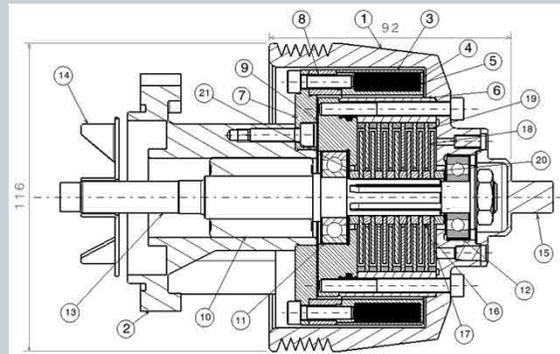
Sistemi smart basati su fluidi magnetoreologici

2

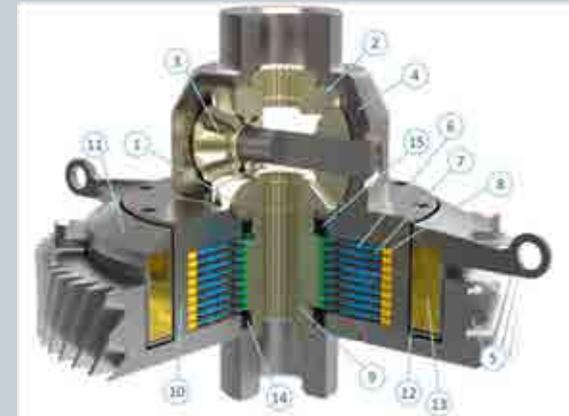
Frizioni



Controllo di ausiliari motore



Differenziale semi-attivo

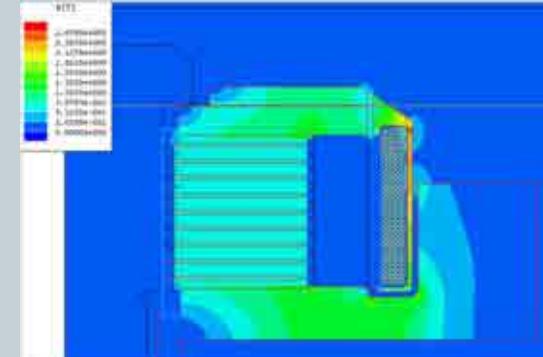
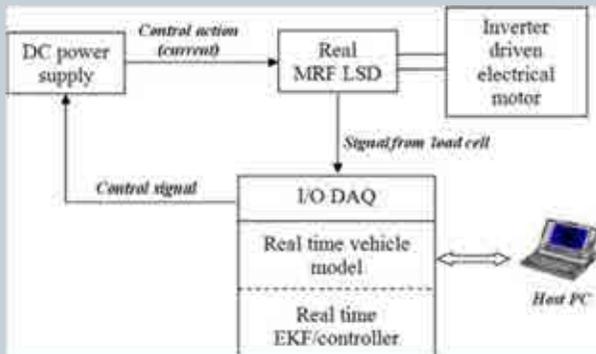


GMA

Attività teorico/sperimentali

3

- ✓ Modellazione e identificazione parametrica
- ✓ Analisi multifisica
- ✓ Caratterizzazione sperimentale
- ✓ Sviluppo osservatori di stato ai fini controllo, diagnostica e monitoraggio
- ✓ Sintesi controllori lineari/non lineari
- ✓ Software/Hardware in the loop



Principali pubblicazioni:

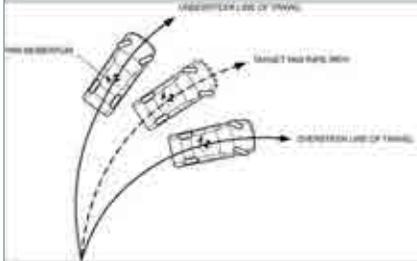
-A. Lanzotti, F. Renno, M. Russo, R. Russo, M. Terzo, Design and development of an automotive magnetorheological semi-active differential. *Mechatronics*, 24 (5) (2014), pp. 426 – 435.

-R. Russo, M. Terzo, Design of an adaptive control for a magnetorheological fluid brake with model parameters depending on temperature and speed. *Smart Materials and Structures*, 20 (11) (2011), 115003 (9 pp.).

Dinamica e controllo dei sistemi meccanici

4

Veicoli terrestri



- ✓ Controllo frenata in curva
- ✓ Analisi di stabilità
- ✓ Controllo momento imbardante
- ✓ Stima angolo d'assetto

Controllo simulatori di guida per manovre di tipo on-centre



Dinamica e controllo ottimo e-bike

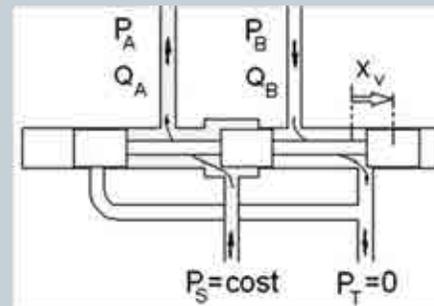


Principali pubblicazioni:

-R. Russo, S. Strano, M. Terzo, Enhancement of vehicle dynamics via an innovative magnetorheological fluid limited slip differential. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 70 – 71 (2016), pp. 1193 – 1208.

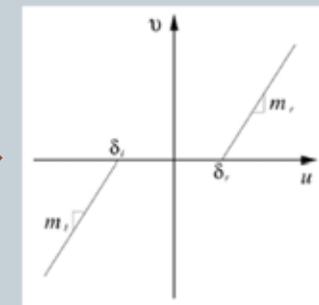
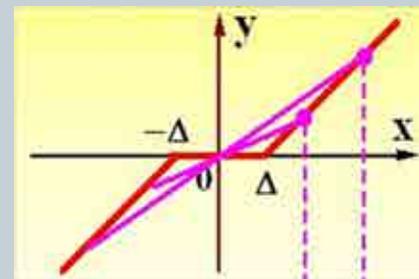
-S. Strano, M. Terzo, Accurate state estimation for a hydraulic actuator via a SDRE nonlinear filter. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 75 (2016), pp. 576 – 588.

Sistemi meccanici caratterizzati da “hard nonlinearities”



Dead-zone attuatori idraulici

Sviluppo osservatori di stato e controlli in anello chiuso non lineari del tipo model based (es. State Dependent Riccati Equation)



Grazie per l'attenzione

Mario Terzo

Dipartimento di Ingegneria Industriale
Università degli Studi di Napoli Federico II
mario.terzo@unina.it





Gruppo Italiano di Meccanica Applicata
21-22 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II



Modelli per l'analisi e la simulazione della Dinamica del Veicolo

Francesco Timpone

**Università di Napoli Federico II
Dipartimento di Ingegneria Industriale DII
Vehicle Dynamics UniNa research group**





Vehicle Dynamics

Mo.Vi.D.A.

Suspension System:

- Suspension models
- Elasto-kinematic curves

Tyre models and research activities:

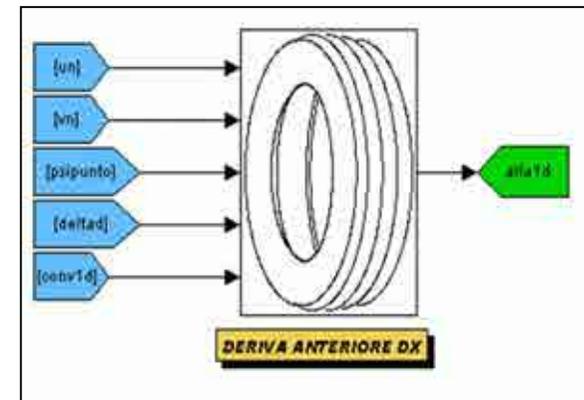
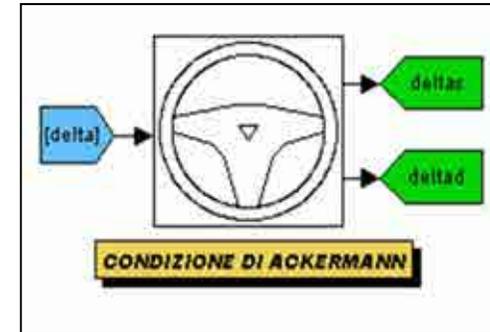
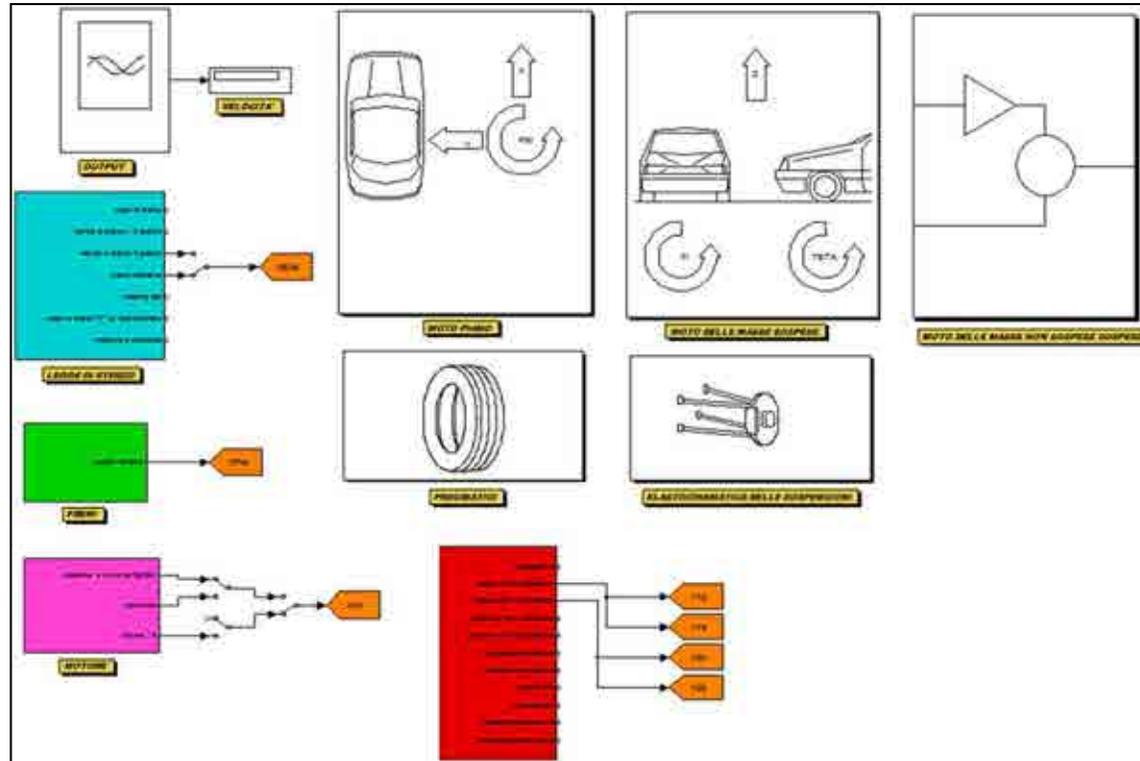
- TRT
- GrETA
- PHANTYMA
- ADVANCED PACEJKA
- ENVELOPE
- FLEXIBLE
- TRIP-ID
- CONTACT PATCH

Control systems

Vehicle sideslip estimator

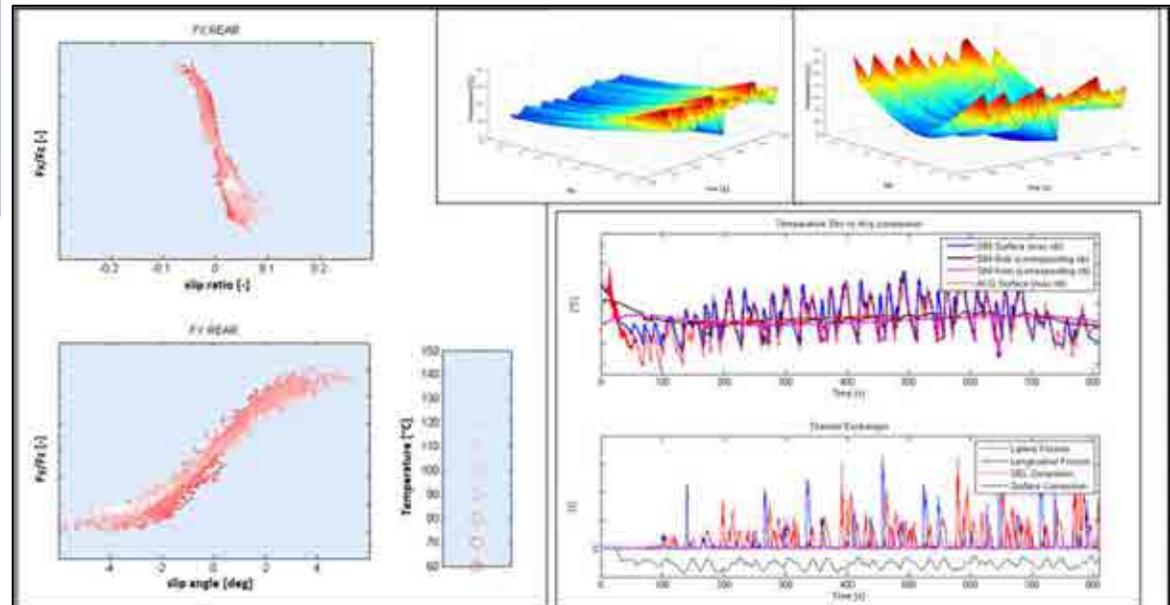
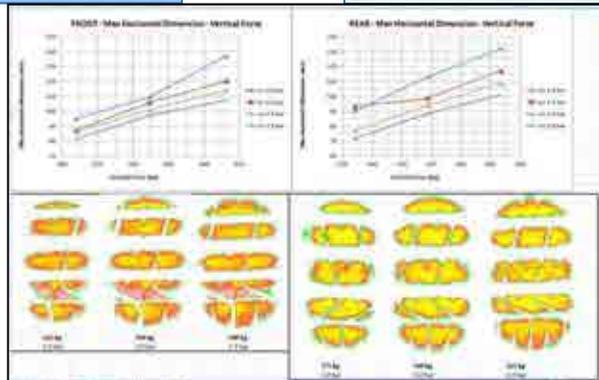
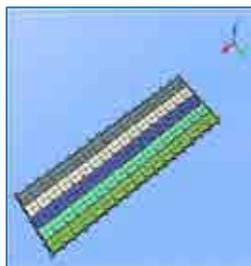
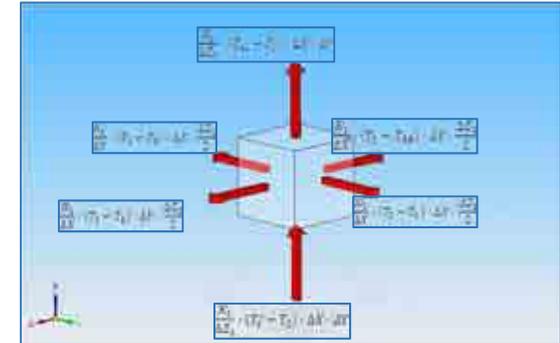
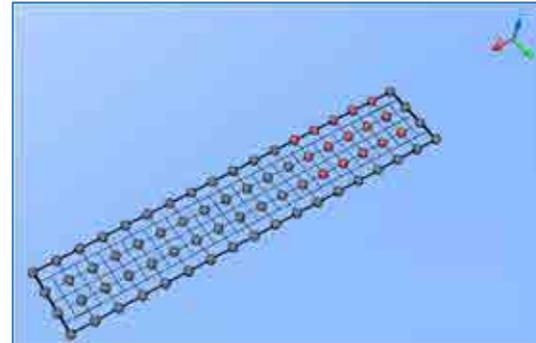
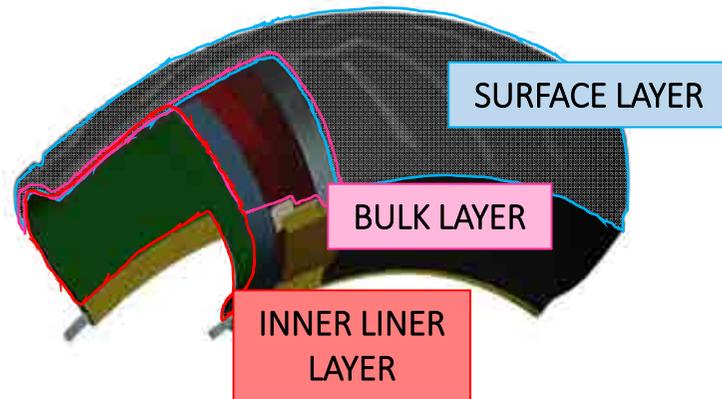


Mo.Vi.D.A.



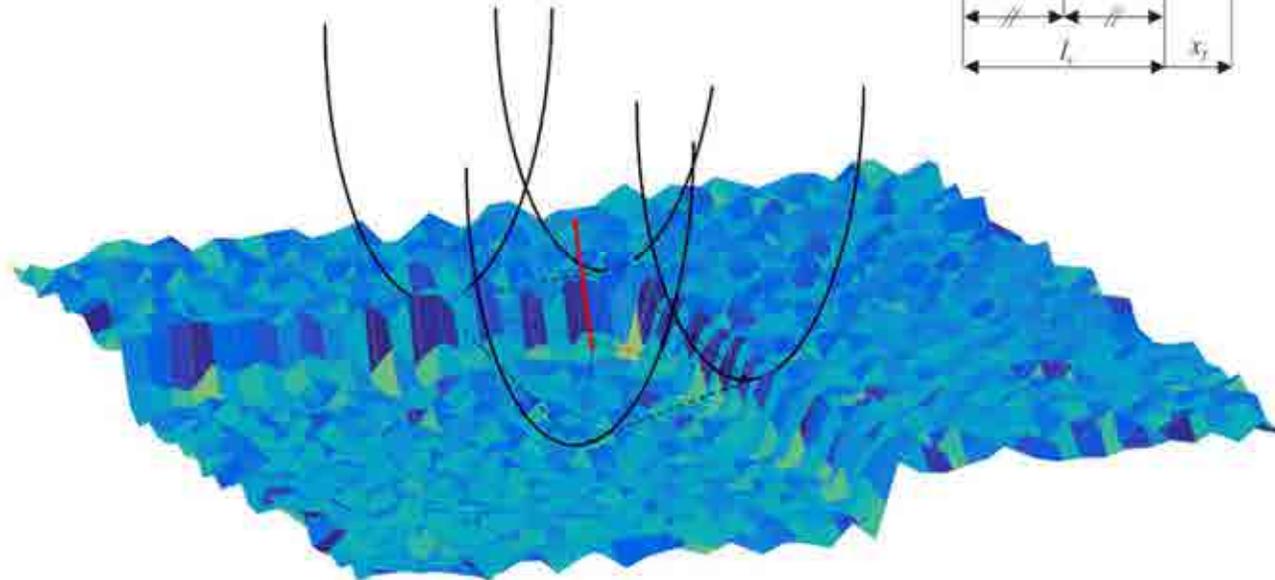
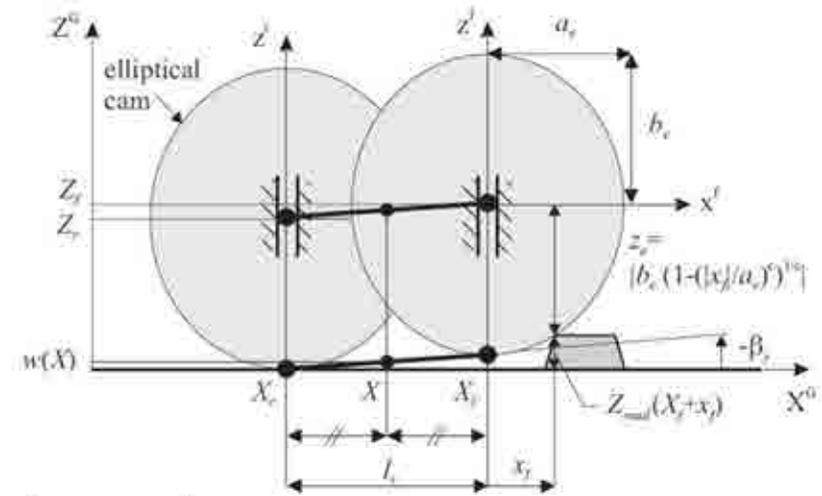
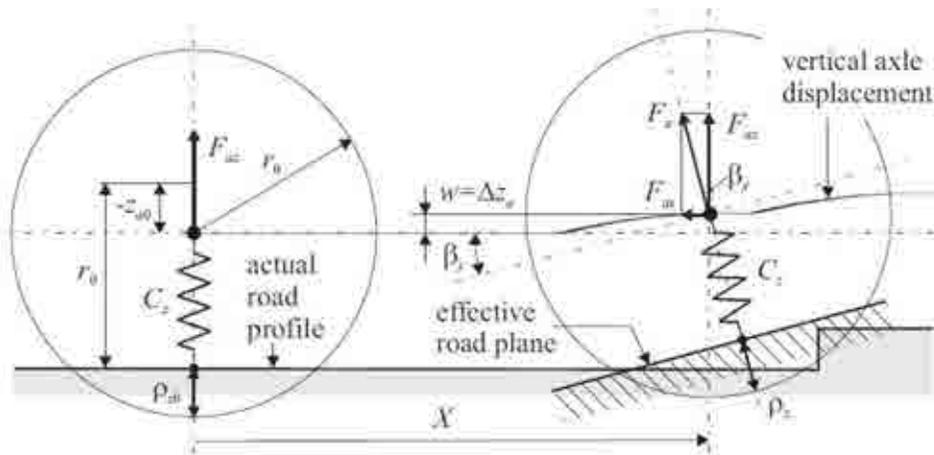


TRT (Thermo Racing Tire)



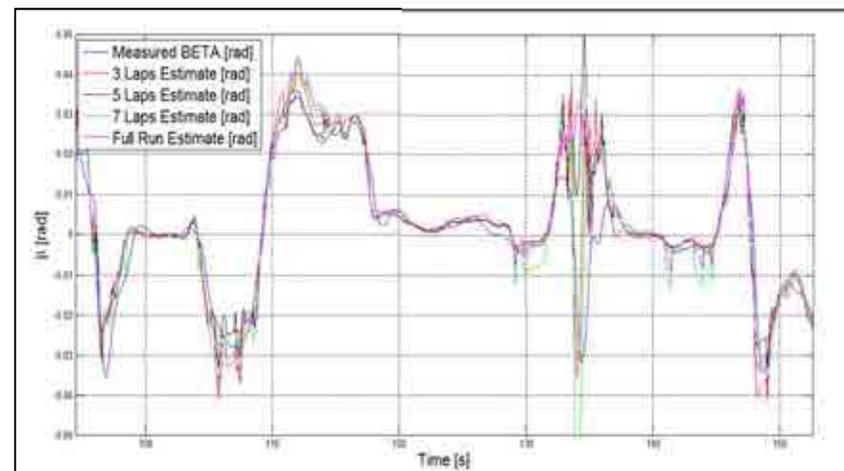
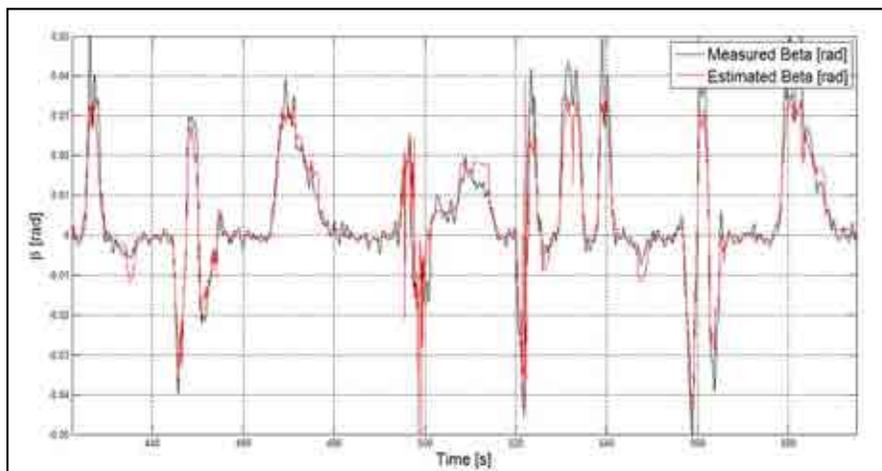
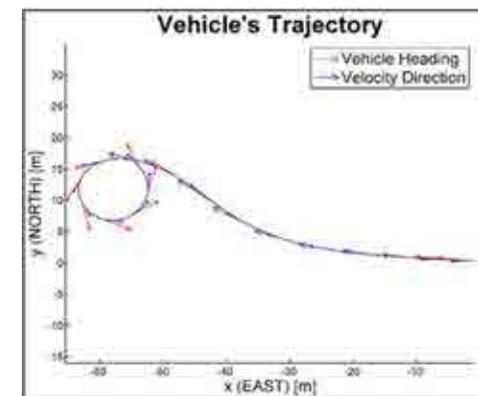
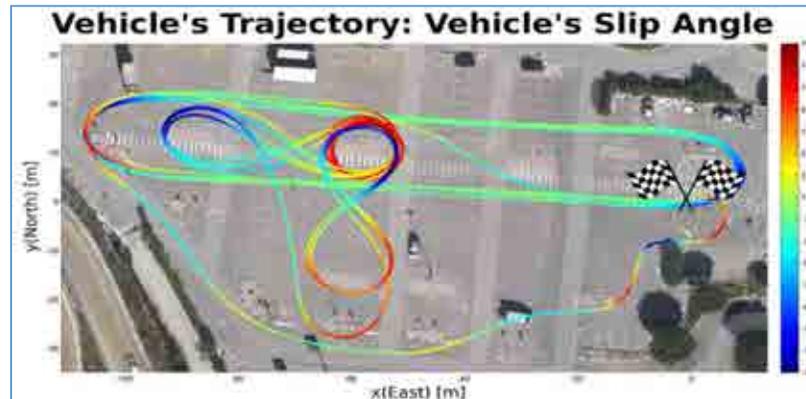
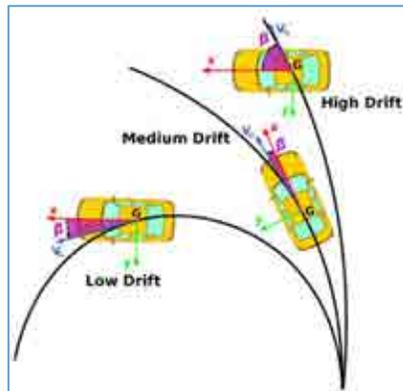


Envelope Models



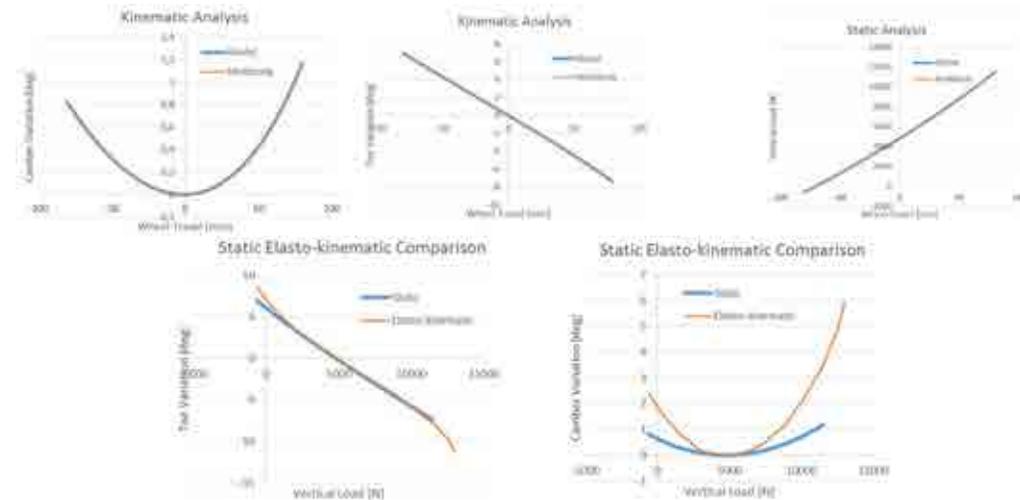
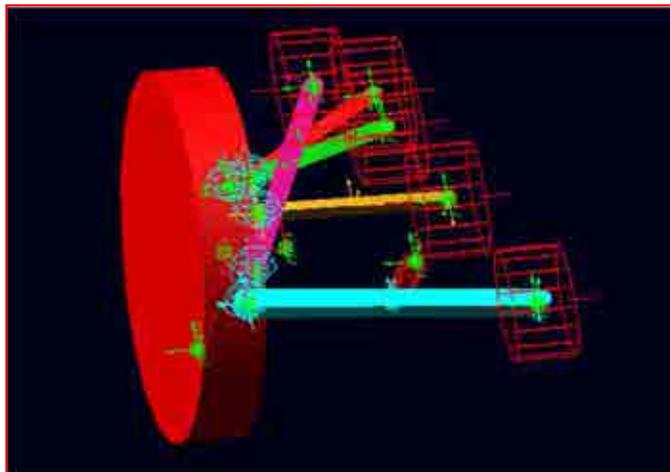
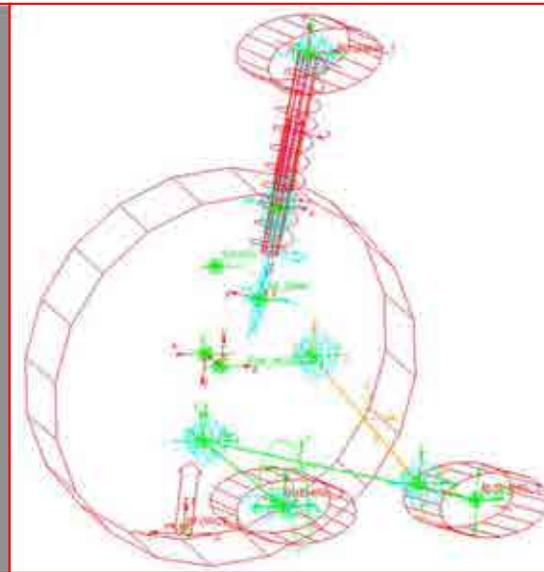
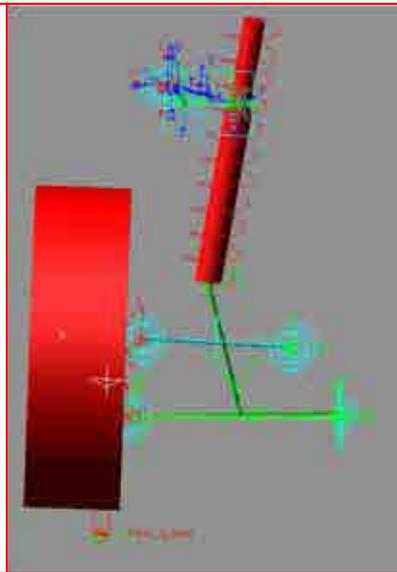
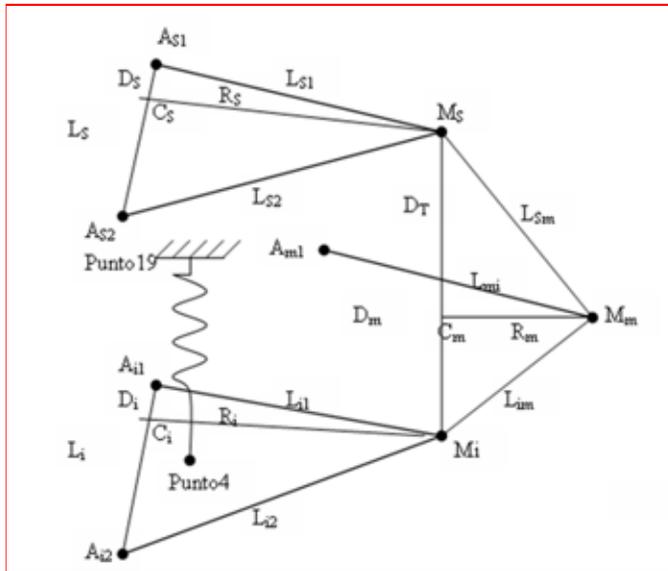


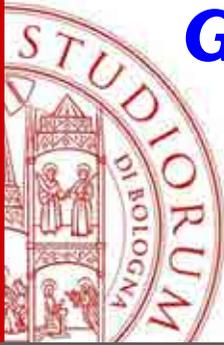
Vehicle Sideslip Angle Estimator





Suspension Models





Gruppo Italiano di Meccanica Applicata

21-22 luglio 2016



Università degli Studi di Napoli Federico II

Test Tailoring e Mission Synthesis **per test accelerati di qualifica a vibrazione**

Marco Troncossi

DIN – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Università of Bologna – sede di Forlì



Test di qualifica a vibrazione

Verifica del comportamento a fatica di componenti sottoposti a carichi dinamici dovuti a vibrazioni



Ciclo vita di un prodotto può essere di **migliaia di ore**. Per ragioni di fattibilità e costi, i test di laboratorio su tavola vibrante hanno durata limitata: → ***test accelerati***

Test Tailoring

Norme, e.g. MIL-STD-810, GAM.EG 13, impongono profili di eccitazione generici e piuttosto severi.

Test Tailoring: «personalizzazione» del test allo specifico componente.

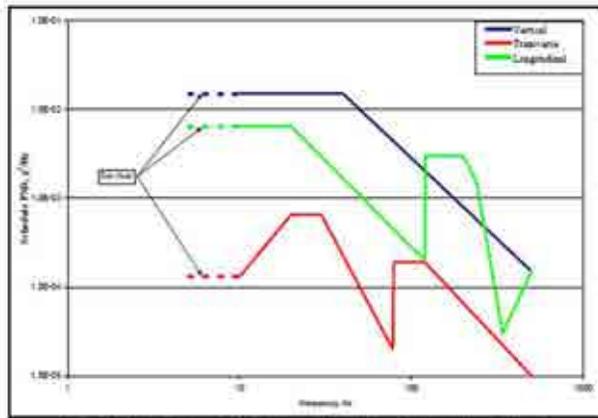


Figure 514.6C-1 - Category 4 - Common carrier (US highway truck vibration exposure).

Vertical		Transverse		Longitudinal	
Frequency, Hz	PSD, g ² /Hz	Frequency, Hz	PSD, g ² /Hz	Frequency, Hz	PSD, g ² /Hz
10	0.01500	10	0.00013	10	0.00050
40	0.01500	20	0.00065	20	0.00650
500	0.00015	30	0.00065	120	0.00020
rms = 1.04 g		78	0.00002	121	0.00300
		79	0.00019	200	0.00300
		120	0.00019	240	0.00150
		500	0.00001	340	0.00003
				500	0.00015
		rms = 0.20 g		rms = 0.74 g	



Misure



Sintesi



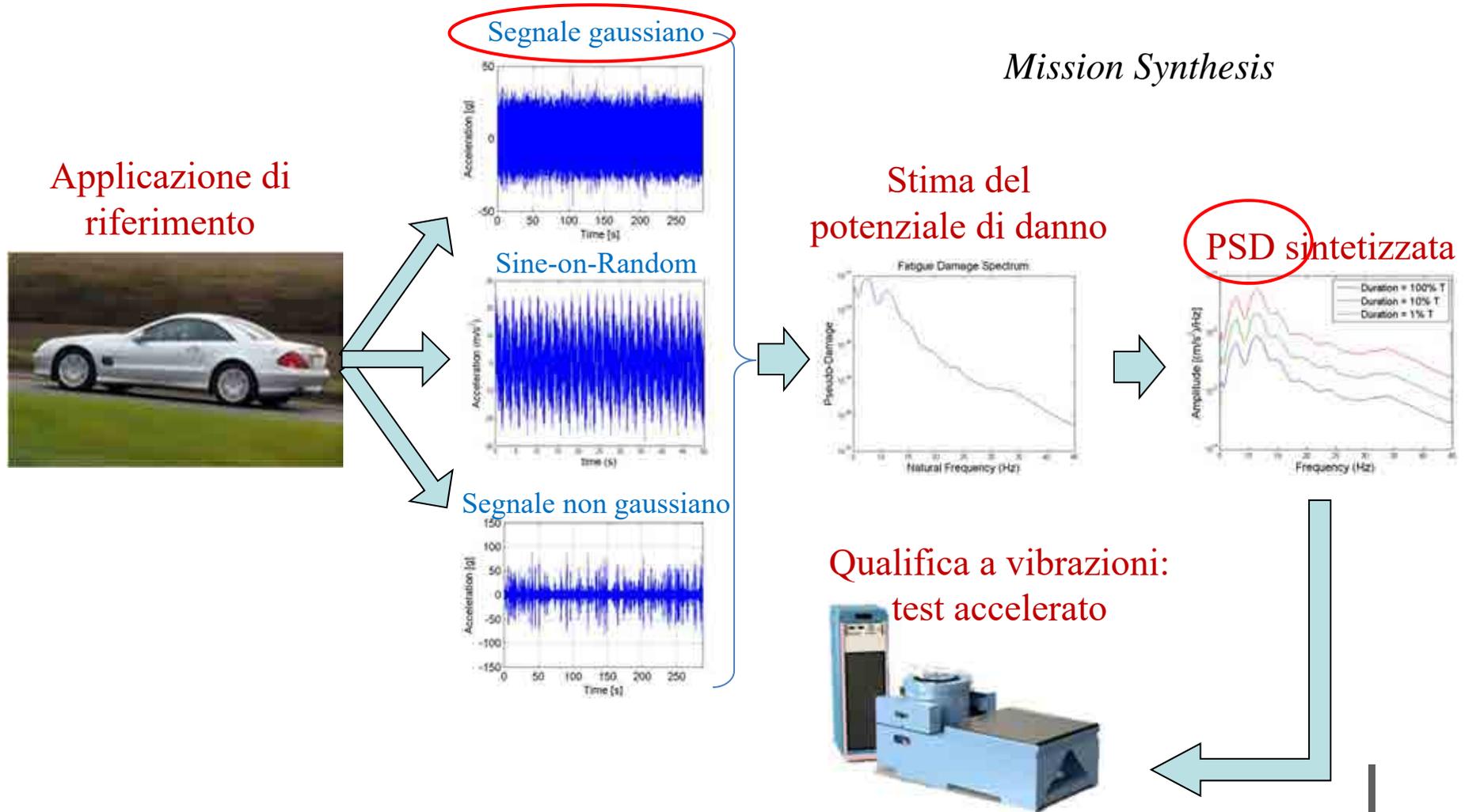
Test





Test Tailoring e Mission Synthesis

Misura eccitazione reale





Attività di ricerca

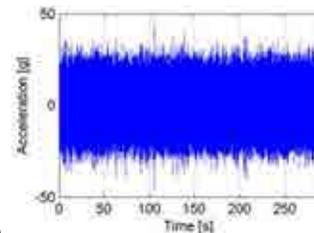
Misura eccitazione reale

Sintesi profilo di test

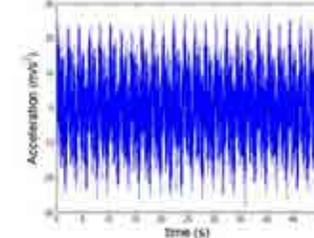
Applicazione di riferimento



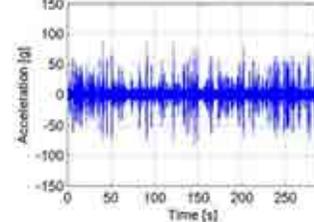
Segnale gaussiano



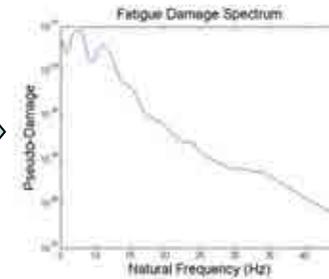
Sine-on-Random



Segnale non gaussiano



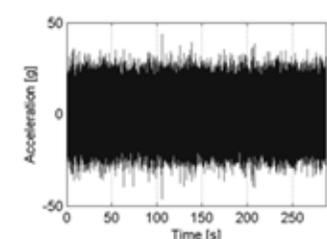
Stima del potenziale di danno



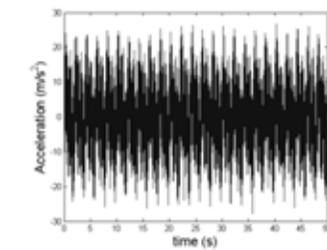
Qualifica a vibrazioni:
test accelerato



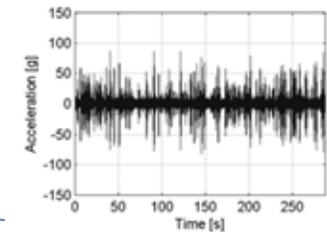
Segnale gaussiano



Sine-on-Random



Segnale non gaussiano





Attività di ricerca

Attività teorica e sperimentale:

- Indagine su fattori di incertezza legati alle ipotesi
- Sintesi di profili non Gaussiani (ad elevato kurtosis)
- Sintesi di profili Sine-on-Random



1. Angeli A., Cornelis B., Troncosi M., “Fatigue Damage Spectrum calculations in a Mission Synthesis procedure for Sine-on-Random excitations”, *Procs. of MoViC RASD 2016*, July 3-6, 2016, Southampton (UK), 11 pages
2. Cornelis B., Steinwolf A., Troncosi M., Rivola A., “Shaker testing simulation of non-Gaussian random excitations with the fatigue damage spectrum as a criterion of mission signal synthesis”, *Procs. of ICoEV*, Ljubljana (Slovenia), September 7-10, 2015, pp. 763 – 772
3. Troncosi M., Rivola A., “Response analysis of specimens excited with non-Gaussian acceleration profiles”, *Procs. of ISMA2014*, September 15-17, 2014, Leuven (Belgium), pp. 799-808
4. Troncosi M., Cipollini R., Rivola A., “Experimental Evaluation of the FDS-based Equivalence Approach for the Mission Synthesis in Accelerated Life Tests”, *Procs. of ICSV 20*, July 7-11, 2013, Bangkok (Thailand), 8 pages



Collaborazioni:

- Siemens Industry Software
- Università di Ferrara

(→ domanda PRIN 2015: *Procedure innovative di progettazione a fatica e qualifica a vibrazione di componenti meccanici in condizioni di eccitazione multiassiale non-Gaussiana: formulazione teorica e verifica sperimentale*)

- Easting S.r.l.
- Dana Rexroth





Contatti

Ing. Marco Troncossi

DIN – Dipartimento di Ingegneria Industriale

marco.troncossi@unibo.it

Tel. +39 0543 374442

www.unibo.it



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



Robotics, Compliant Mechanisms and Dielectric Elastomer Transducers

Rocco Vertechy,

*Dipartimento di Ingegneria Industriale
Università di Bologna*

Gruppo italiano di Meccanica Applicata

Napoli 21-22 luglio 2016 Università degli Studi di Napoli Federico II



Formazione:

- 2001 **Laurea** con Lode in Ingegneria Meccanica presso l'Università di Bologna.
- 2005 **Dottorato di Ricerca** in Meccanica Applicata alle Macchine presso l'Università di Bologna.

Lavoro:

- 2005-2008 **Post-Doc** presso l'Università di Modena e Reggio Emilia (UNIMORE).
- 2008-2014 **Ricercatore RTD** presso la Scuola Superiore Sant'Anna (SSSA).
- 2014 --> **Professore Associato** presso l'Università di Bologna (UNIBO).

Esperienze di Ricerca all'Estero:

- 2001 **Ricercatore in Visita** presso l'Università di Canterbury (Nuova Zelanda, 6 mesi).
- 2003-2005 **Ricercatore in Visita** presso la Stanford University (California, 18 mesi).

Didattica:

- *Fondamenti di Meccanica Applicata alle Macchine* (6 CFU; Laurea triennale; Ingegneria Meccanica, Ingegneria dell'Automazione energetica, Bologna);
- *Automatic Machines* (9 CFU; Laurea triennale; Automation Engineering (lingua inglese); Bologna)
- *Mechanics of Machines for Automation* (6 CFU; Laurea Magistrale; Automation Engineering (lingua inglese); Bologna);
- *Meccanica dei Trasduttori* (3 CFU; Laurea Magistrale; Ingegneria Meccanica; Pisa);
- *Meccanica dei Robots* (3 CFU; Laurea Magistrale; Scuola Superiore Sant'Anna; Pisa);



- Robotica
 - Manipolatori paralleli;
 - Esoscheletri attivi;
 - Robot seriali mobili (“snake-like”).
- Meccanismi con coppie elastiche
 - Moto piano;
 - Moto sferico.
- Trasduttori ad elastomeri dielettrici
 - Attuatori;
 - Generatori;

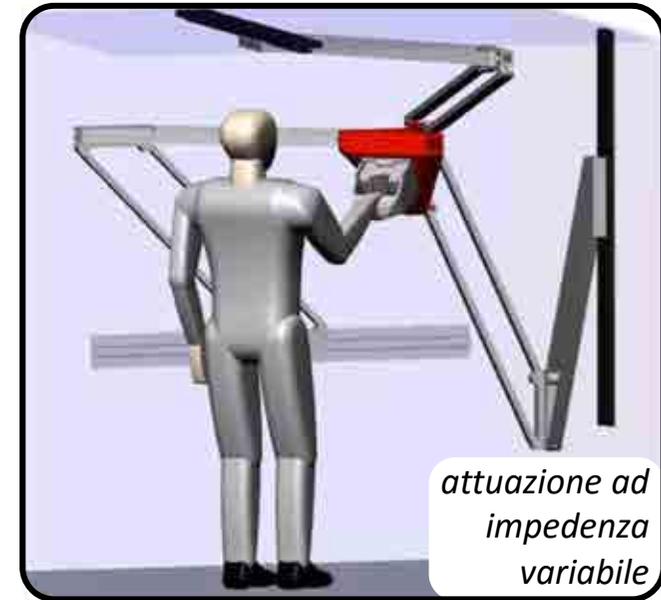


Robot Paralleli (UNIBO, dal 2001)

- Piattaforme di Stewart (6 DoF e 3 DoF sferici) e manipolatori traslazionali isotropi;
- Analisi e sintesi cinematica, statica e di rigidità.



Canterbury flight simulator



**Manipolatore traslazionale
isotropo per la riabilitazione**

Pubblicazioni significative:

- 1) Menon, Vertechy, Markót, Parenti-Castelli, *IEEE Transactions on Robotics*, 25(1), 2009.
- 2) Vertechy, Parenti-Castelli, *Journal of Mechanisms and Robotics*, 1(1), 2009.
- 3) Vertechy, Parenti-Castelli, *Robotica*, 27(2), 2009.
- 4) Vertechy, Parenti Castelli, *Mechanism and Machine Theory*, 42(9), 2007.
- 5) Vertechy, Parenti-Castelli, *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 2007.
- 6) Vertechy, Parenti-Castelli, *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME*, 128 (1), 2006.
- 7) Vertechy, Parenti Castelli, *Advances in Robots Kinematics: Mechanisms and Motion*, pp. 385-394, 2006.



Robot Esoscheletrici (SSSA, dal 2008)

- Sintesi dell'architettura cinematica;
- Controllo della forza di interazione basato su modello elasto-dinamico;
- Valutazione del consumo energetico mediante modello elettro-meccanico;
- Implementazione e validazione sperimentale.



- 4 DoF attivi
- 1 DOF passivo
- Sensori di coppia ai giunti

RehabEXOS



- 22 DoF attivi
- Sensori di forza/coppia all'interfaccia uomo-macchina

Body Extender

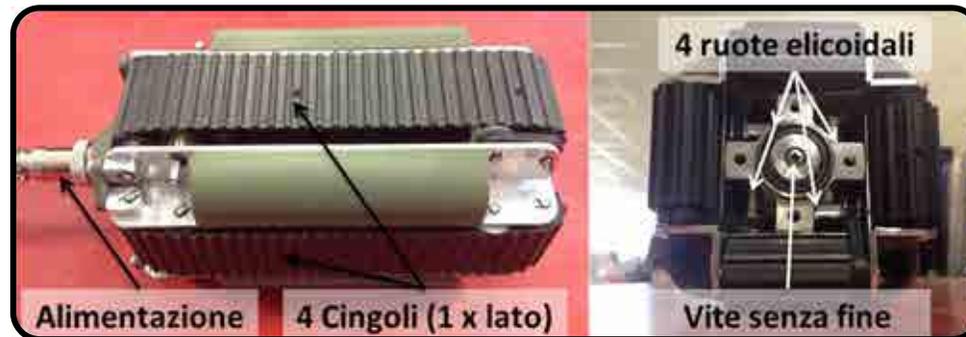
Pubblicazioni significative:

- 1) Fontana, Vertechy, Marcheschi, Salsedo, Bergamasco, *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 21 (4), 2014.
- 2) Vertechy, Frisoli, Solazzi, Dettori, Bergamasco, *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 2010.
- 3) Vertechy, Frisoli, Dettori, Solazzi, Bergamasco, *IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics*, 2009.

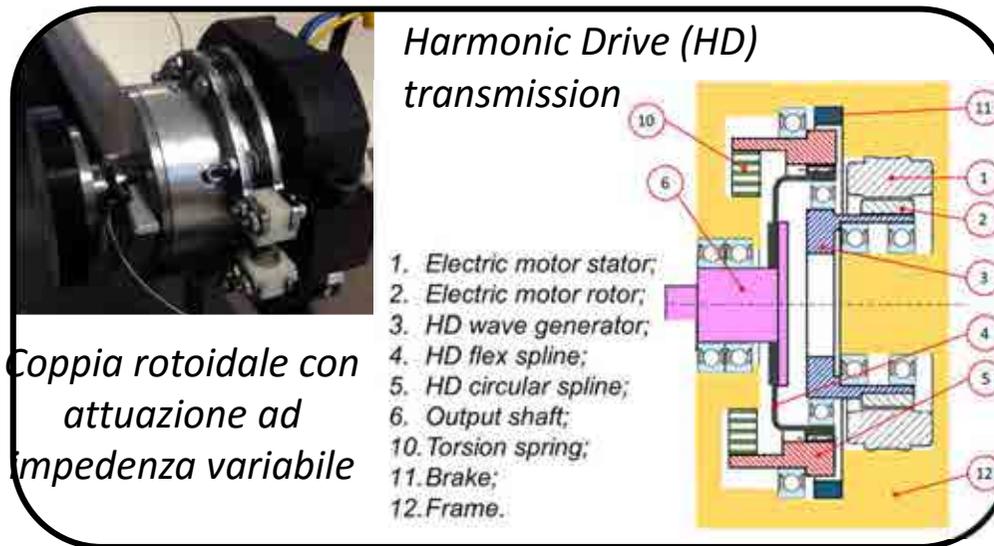


Robot seriali mobili (SSSA, dal 2013)

- Moduli giunto rotoidale con attuazione ad impedenza variabile;
- Moduli cingolati;
- Progettazione funzionale integrata basata su modello elettro-elasto-dinamico;
- Implementazione e valutazione sperimentale.



Micro-UGV

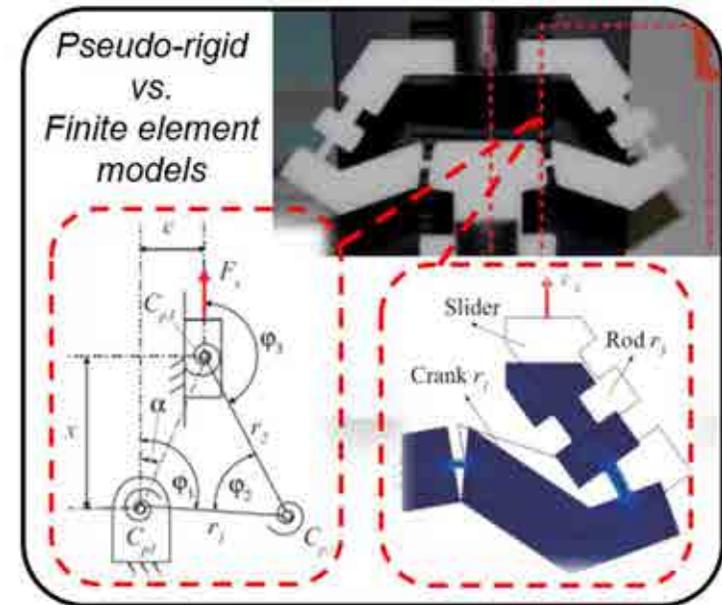
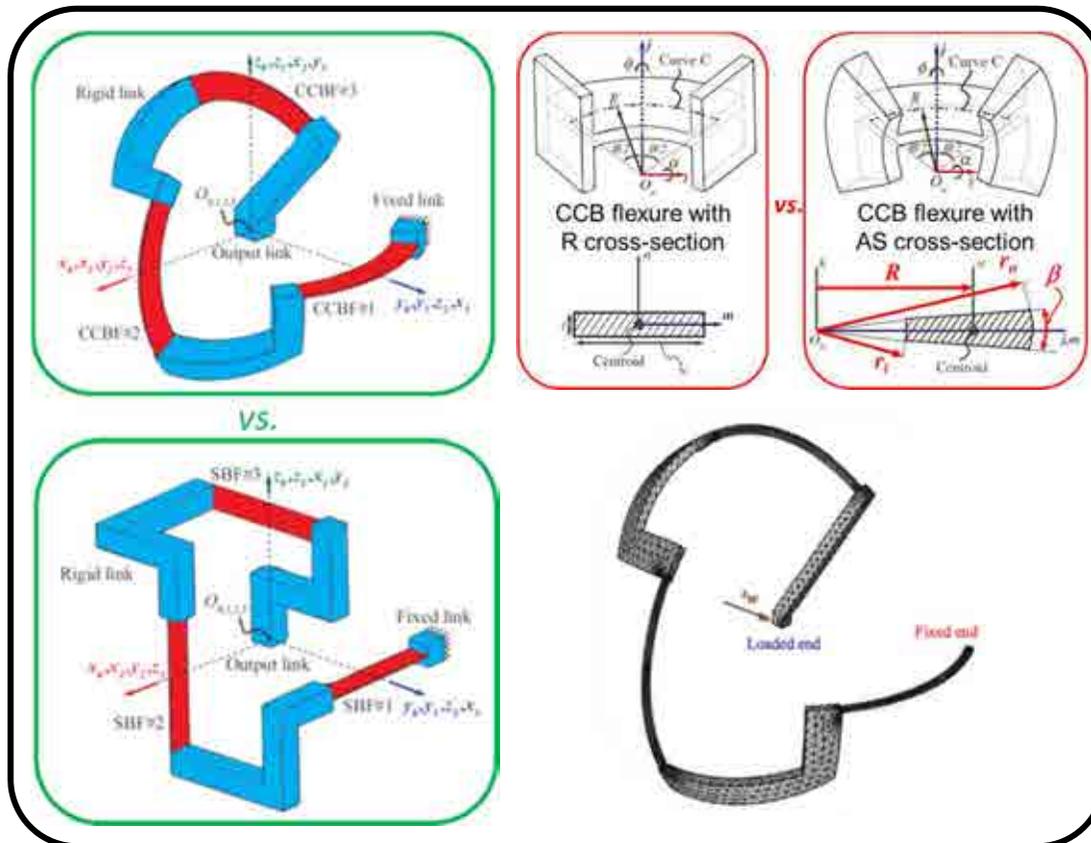


Coppia rotoidale con attuazione ad impedenza variabile



Meccanismi con Coppie Elastiche (UNIBO, dal 2003)

- Meccanismi piani e sferici;
- Analisi e sintesi della rigidezza per via analitica e agli elementi finiti;
- Analisi e sintesi della caratteristica del moto in regime di grandi deflessioni mediante modelli pseudo-rigid-body e agli elementi finiti;
- Implementazione e validazione sperimentale.



Pubblicazioni significative:

- 1) Parvari Rad, Berselli, Vertechy, Parenti-Castelli, *Precision Engineering*, in press, 2016.
- 2) Parvari Rad, Vertechy, Berselli, Parenti-Castelli, *Mechanism and Machine Theory*, 101, 2016.
- 3) Berselli, Meng, Vertechy, Parenti Castelli, *Meccanica*, 51 (5), 2016.

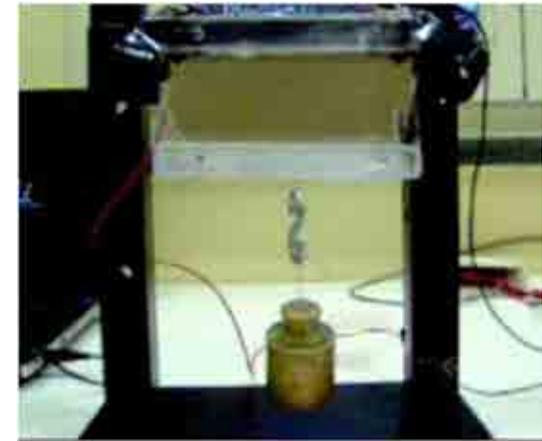


Attuatori ad Elastomeri Dielettrici (UNIBO, dal 2003)

- Progettazione funzionale integrata (meccanica-elettrica) di meccanismi;
- Controllo di posizione e forza basato su modello elettro-elastico;
- Implementazione e valutazione sperimentale;
- Applicazione sul campo:
 - *Attuatori compatti a basso costo*;
 - *Robotica/Meccatronica*;
 - *Dispositivi biomedicali*;
 - *Automazione industriale*.

Pubblicazioni significative:

- 1) Vertechy, Berselli, Parenti Castelli, Bergamasco, *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 24(6), 2013.
- 2) Vertechy, Frisoli, Bergamasco, Carpi, Frediani, De Rossi, *Smart Materials and Structures*, 21(9), 2012.
- 3) Berselli, Vertechy, Vassura, Parenti-Castelli, *IEEE ASME Transactions on Mechatronics*, 16(1), 2011.
- 4) Vertechy, Berselli, Parenti Castelli, Vassura, *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 21(5), 2010.
- 5) Babič, Vertechy, Berselli, Lenarčič, Parenti Castelli, Vassura, *Mechatronics*, 20 (2), 2010.
- 6) Berselli, Vertechy, Vassura, Parenti Castelli, *Journal of Mechanisms and Robotics*, 1(3), 2009.





Generatori ad Elastomeri Dielettrici (SSSA, dal 2012)

- Progettazione funzionale integrata (meccanica-elettrica-fluidodinamica) di macchine;
- Controllo dell'energia convertita basato su modello elettro-elasto-fluido-dinamico;
- Implementazione e valutazione sperimentale;
- Applicazione sul campo:
 - *Energia dalle onde del mare*



Pubblicazioni significative:

- 1) Moretti, Fontana, Vertechy, *Meccanica*, 50(11), 2015.
- 2) Moretti, Fontana, Vertechy, *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 26(6), 2015.
- 3) Vertechy, Papini Rosati, Fontana, *Journal of Vibration and Acoustics, Transactions of the ASME*, 137(1), 2015.
- 4) Vertechy, Fontana, Rosati Papini, Bergamasco, *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, 8687, 2013



Grazie per l'attenzione!



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Rocco Vertechy

rocco.vertechy@unibo.it

Principali enti finanziatori:

- *Commissione Europea (programmi FP7, H2020);*
- *Governo Scozzese (programma Wave Energy Scotland);*
- *Finmeccanica S.p.A.;*
- *Agenzia Spaziale Europea;*
- *MIUR (programma PRIN);*
- *MISE – ENEA (programma Ricerca di Sistema Elettrico).*



Gruppo italiano di Meccanica Applicata

Napoli 21-22 luglio 2016 Università degli Studi di Napoli Federico II

Carmen Visconte

Politecnico di Torino, DIMEAS

**Dispositivi microfluidici
per miscelamento fluidi e generazione di micro bolle/gocce**

Gruppo di ricerca: Automazione e Robotica

Laboratorio: Microfluidica e Microazionamenti

Gruppo di lavoro: Vladimir Viktorov; Carmen Visconte, Md Readul Mahmud

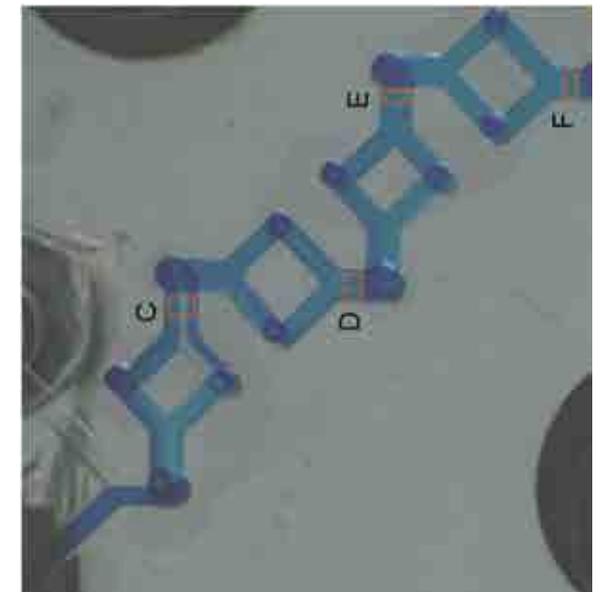
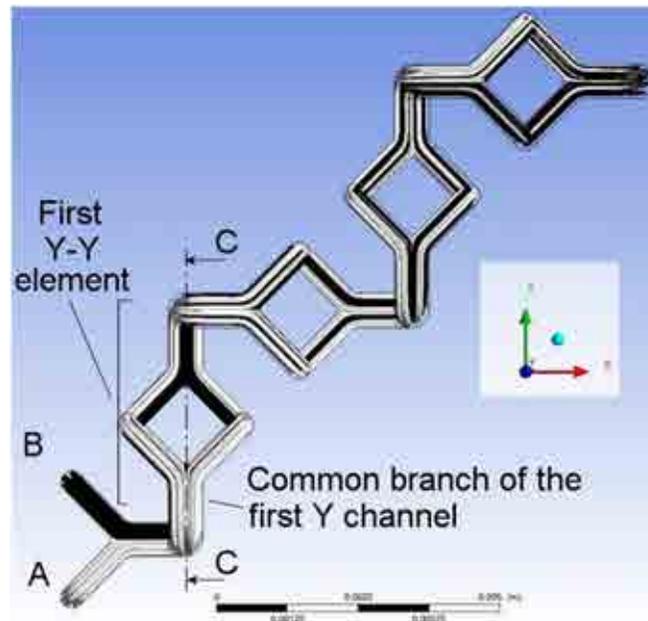
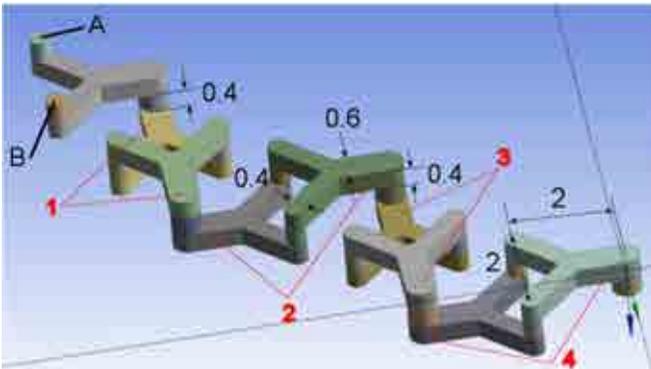
Micromiscelatori

Applicazioni: Processi che richiedano il mescolamento di campioni fluidi

➔ **industria alimentare, farmaceutica e chimica**

Caratteristiche :

- rapido trasferimento di massa e calore;
- tempi di reazione brevi;
- possibilità di convertire processi convenzionali di tipo batch in processi continui, con riduzione del consumo energetico (produzione inchiostri, processi di emulsificazione).

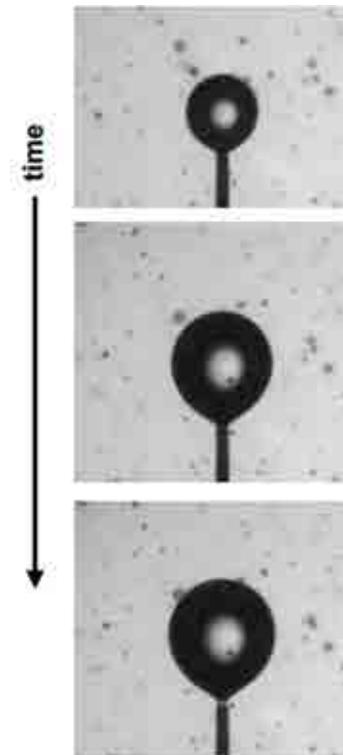
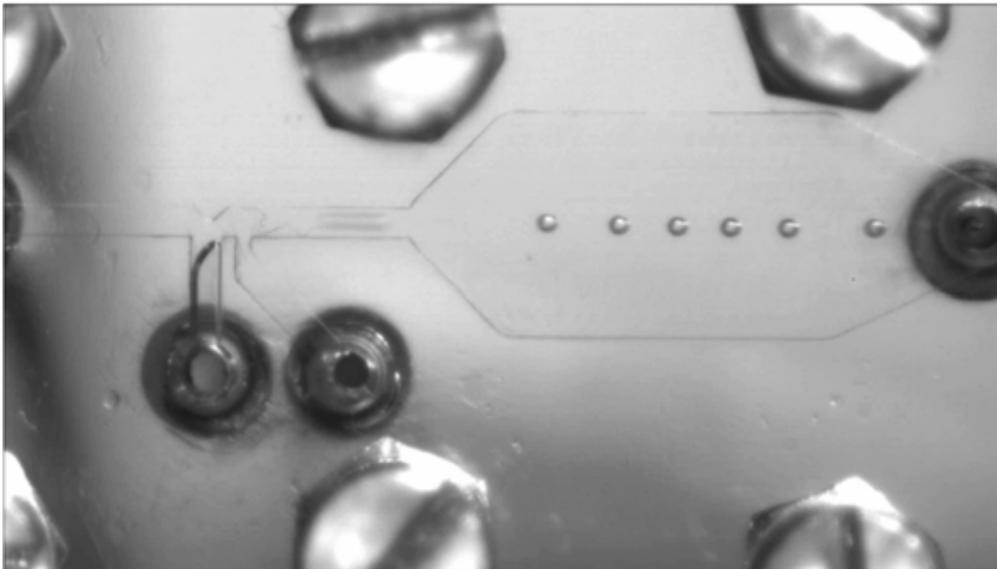


Generatori di microbolle

Applicazioni: Processi che richiedono una efficace dispersione di gas in liquido

➔ aerazione per la **purificazione** delle **acque** reflue, **nutrizione** di **alghe** per biocarburante o per integratori alimentari, **aerazione cibi...**

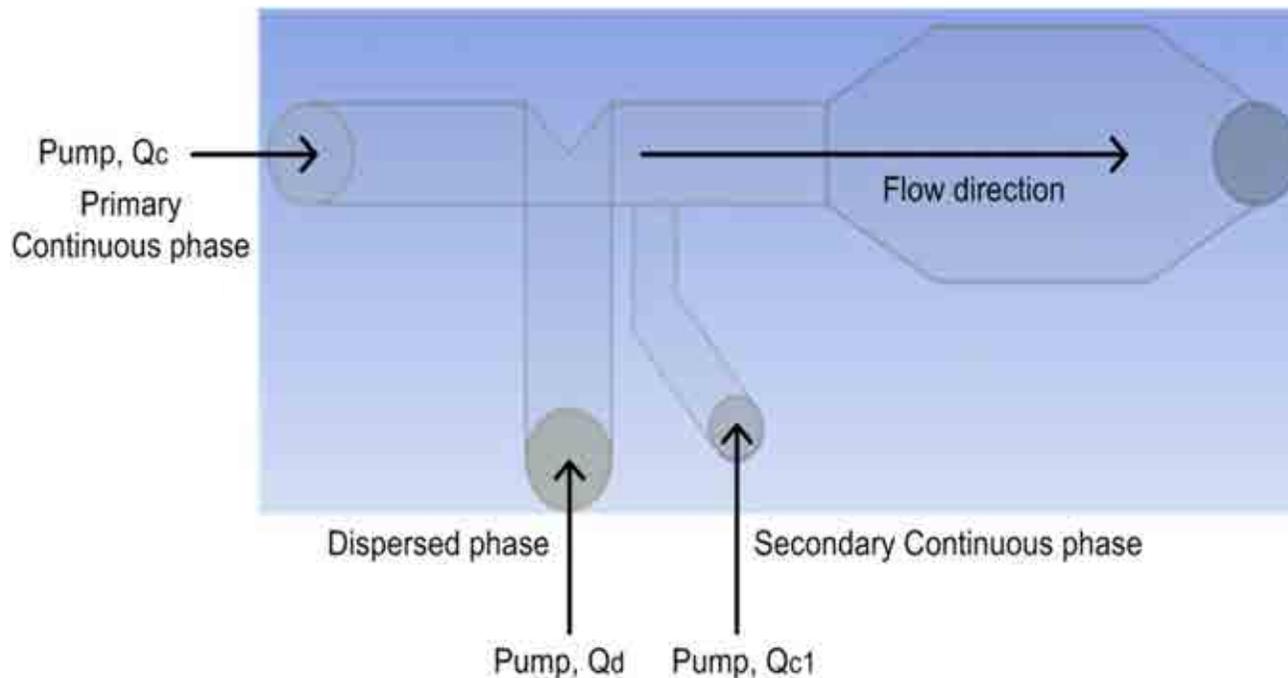
Caratteristiche : generazione di bolle di piccolo diametro (qualche decimo di mm), con elevato rapporto superficie/diametro e tendenza a rimanere a lungo disperse nel liquido entro il quale sono generate.



Generatori di microgocce

Applicazioni: Processi che richiedono la produzione di emulsioni, con diametro delle gocce e/o frequenza di emissione controllabili.

- ➔ **Emulsioni** per industria farmaceutica, alimentare, cosmetica;
- ➔ **Microincapsulazione** (di vitamine, aromi, farmaci,...)



Towards Experimental Full Field Modal Analysis

Risultati del progetto europeo FP7 TEFFMA

Alessandro Zanmarini¹⁺²



¹Ricercatore confermato @ DIN, Dip. Ingegneria Industriale, Università di Bologna

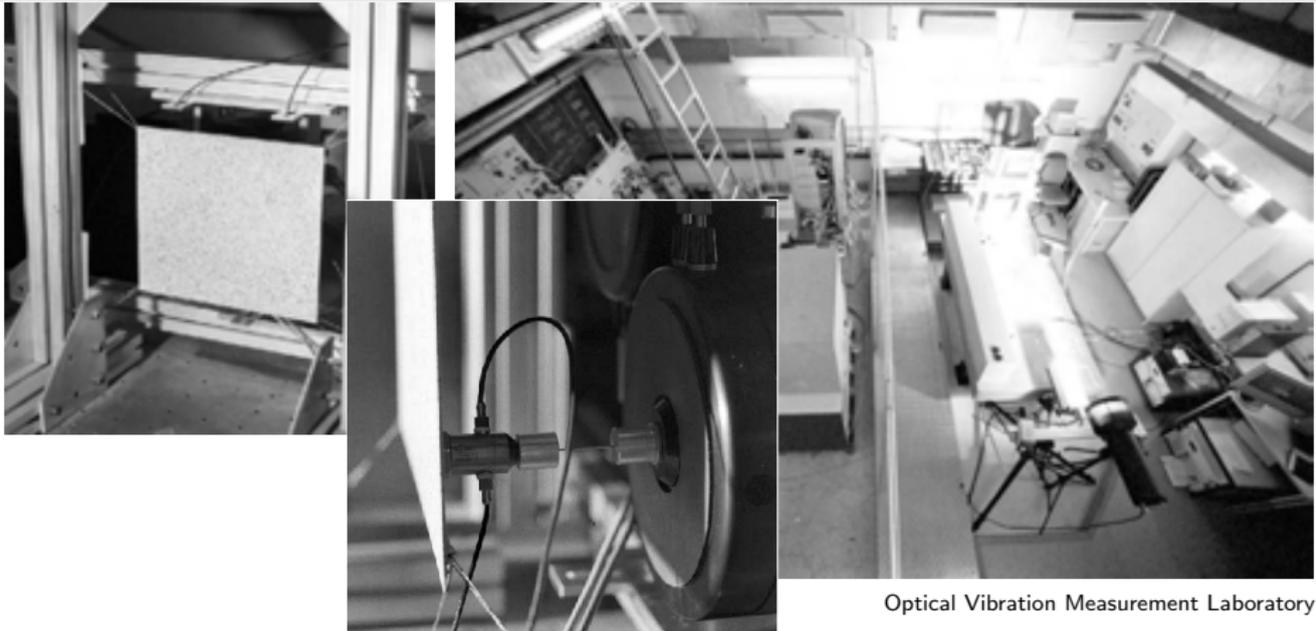


²Experienced Researcher @ Institute of Mechanics and Mechatronics, Technische Universität Wien, Austria, for the Project TEFFMA - Towards Experimental Full Field Modal Analysis Marie Curie FP7-PEOPLE-IEF-2011 PIEF-GA-2011-298543 grant

Incontro del Gruppo italiano di Meccanica Applicata
21 luglio 2016, Università degli Studi di Napoli Federico II

Full Field FRFs research in TEFFMA project

Experimental set-up description

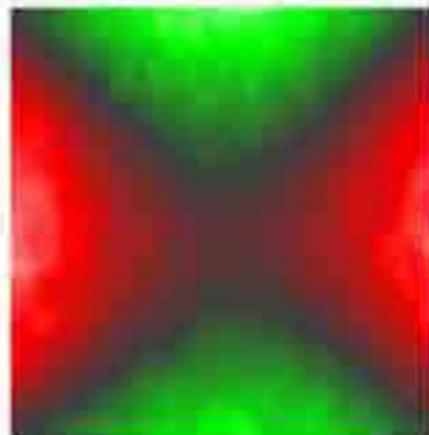


Optical Vibration Measurement Laboratory

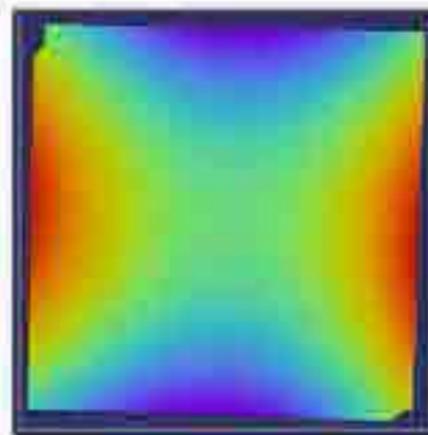
- Unique set-up for the comparison of the 3 different optical technologies in Full Field FRF measurements
- Design of experiments that can support further research in modal analysis

Complementary domains

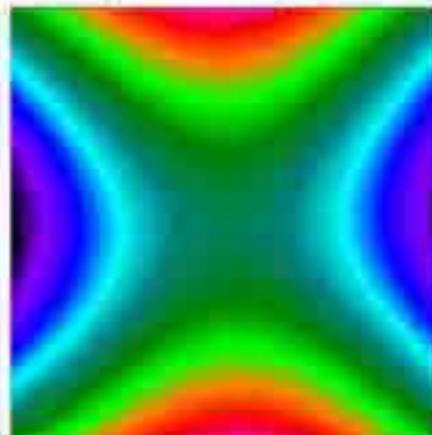
SLDV(frequency)



DIC(time)



ESPI(frequency)



A pointwise comparative approach

Common references for accurate & reliable comparisons

Real testing condition issues:

- No grid is exactly super-imposable
- The sensed area might differ
- Grids can be slightly distorted, unscaled, rotated or translated

Proposed solution:

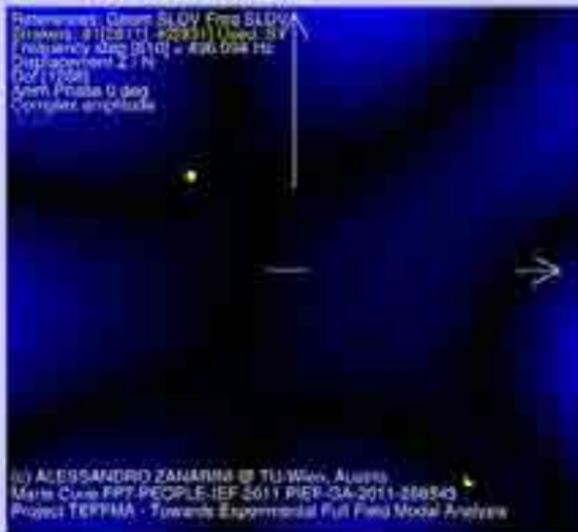
- Find same known locations of shakers' impedance heads
- Scale the grids with known specimen dimensions
- Translate and rotate each measurement grid
- Find an averaged reference grid for each instrument
- Restrain the grid to the maximal common area
- Select a restrained reference for each comparison and interpolate (up-/down- sampling) in spatial & frequency domains

A pointwise comparative approach

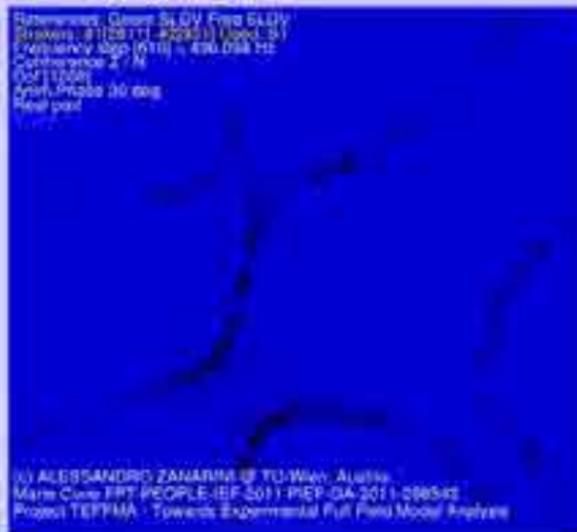
Estimated Full Field FRFs & Coherence from optical measurements (SLDV)

Shaker 1

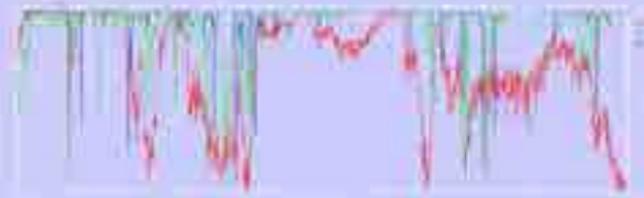
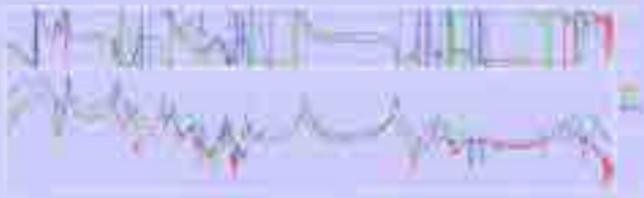
Estimations in the frequency domain



Single location FRF graph: dof 1268, Shaker 1



Single location Coherence graph: dof 1268, Shaker 1



A pointwise comparative approach

Estimated Full Field FRFs & Coherence from optical measurements (DIC)

Shaker 1

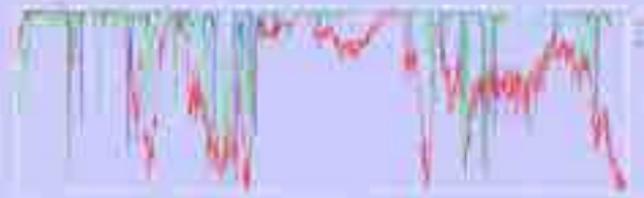
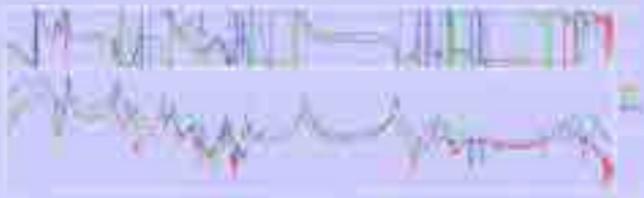
Estimations in the frequency domain



Single location FRF graph: dof 1268, Shaker 1



Single location Coherence graph: dof 1268, Shaker 1



A pointwise comparative approach

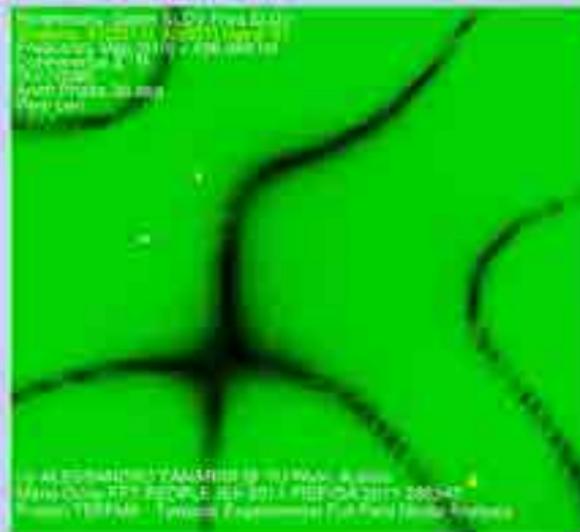
Estimated Full Field FRFs & Coherence from optical measurements (ESPI)

Shaker 1

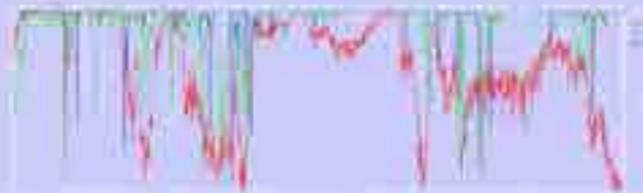
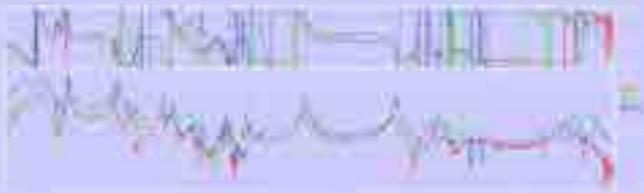
Estimations in the frequency domain



Single location FRF graph: dof 1268, Shaker 1



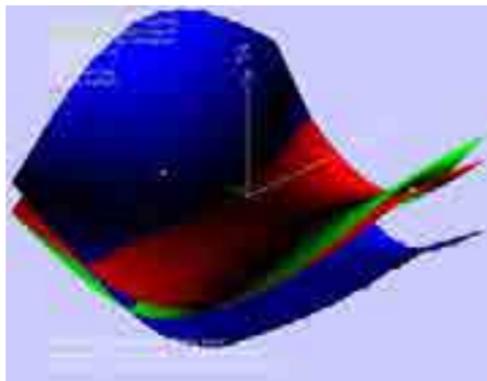
Single location Coherence graph: dof 1268, Shaker 1



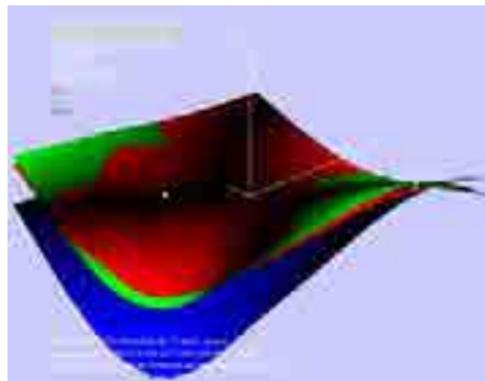
A pointwise comparative approach

Examples of Full Field FRFs out-of-plane shapes from all the 3 instruments

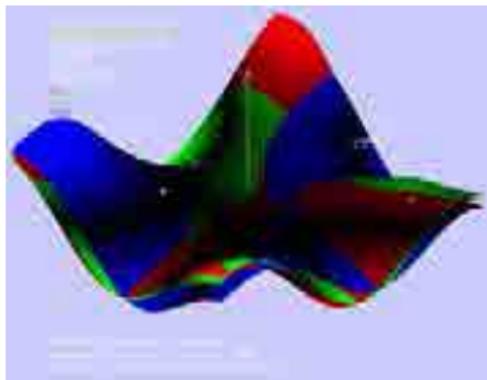
FRF deflection shapes animated at different frequencies



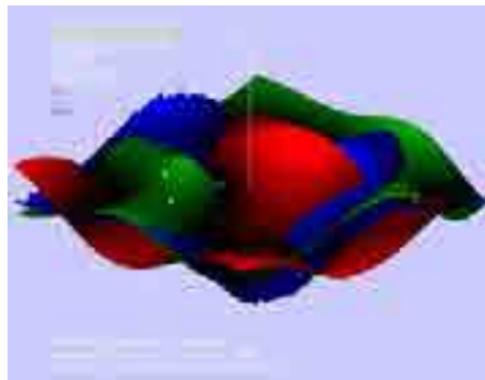
S1 - FRF 121.1 Hz



S2 - FRF 121.1 Hz



S1 - FRF 496.1 Hz



S2 - FRF 496.1 Hz

Deriving new quantities from Full Field receptances

Dynamic rotational & strain FRFs

By means of a differential operator on the receptance map $\mathbf{d}(x, y, j\omega)$ along x & y directions:

- Rotational FRFs:

$$\mathbf{r}(x, y, j\omega)_x = \frac{\partial \mathbf{d}(x, y, j\omega)}{\partial y}, \mathbf{r}(x, y, j\omega)_y = -\frac{\partial \mathbf{d}(x, y, j\omega)}{\partial x}$$

- Strain tensor with out-of-plane bending-related displacements:

$$\varepsilon(x, y, j\omega)_{xx_b} = -\frac{s}{2} \frac{\partial^2 \mathbf{d}(x, y, j\omega)_z}{\partial x^2}, \varepsilon(x, y, j\omega)_{yy_b} = -\frac{s}{2} \frac{\partial^2 \mathbf{d}(x, y, j\omega)_z}{\partial y^2},$$

$$\gamma(x, y, j\omega)_{xy_b} = \gamma(x, y, j\omega)_{yx_b} = -s \frac{\partial^2 \mathbf{d}(x, y, j\omega)_z}{\partial x \partial y}$$

- Dynamic stresses with a constitutive model of the material

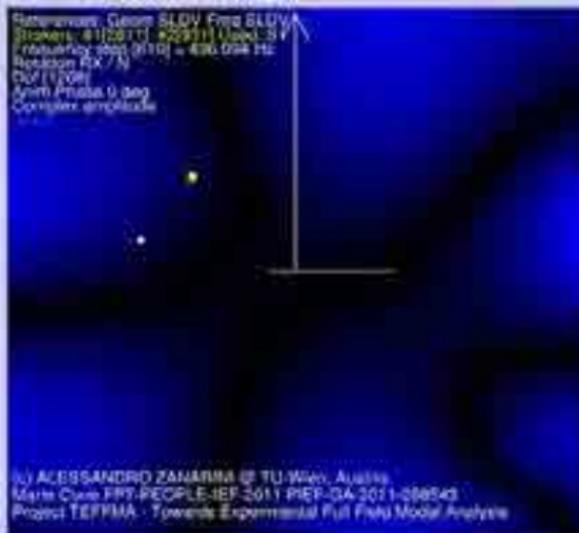
A pointwise comparative approach for derived quantities

Estimated Full Field RX Rotational FRFs from optical measurements (SLDV)

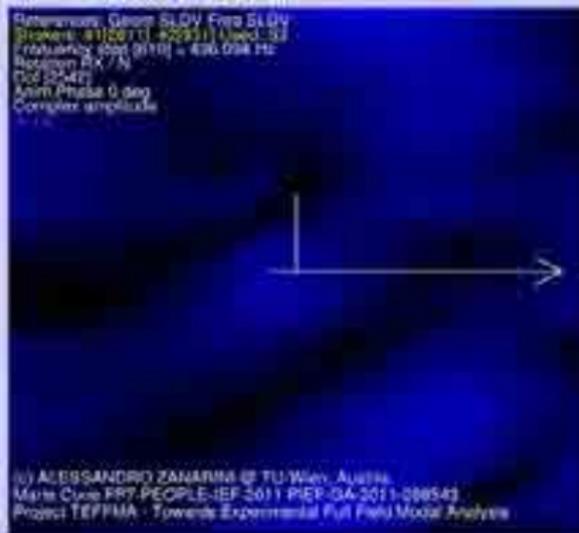
Shaker 1

Estimations in the frequency domain

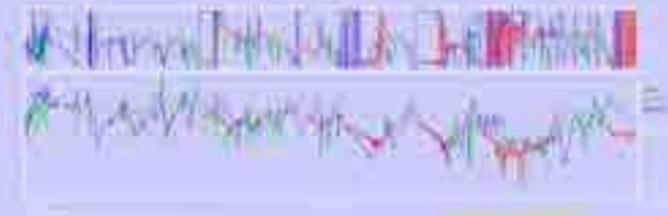
Shaker 2



Single location RX FRF graph: dof 1268, Shaker 1



Single location RX FRF graph: dof 1268, Shaker 2

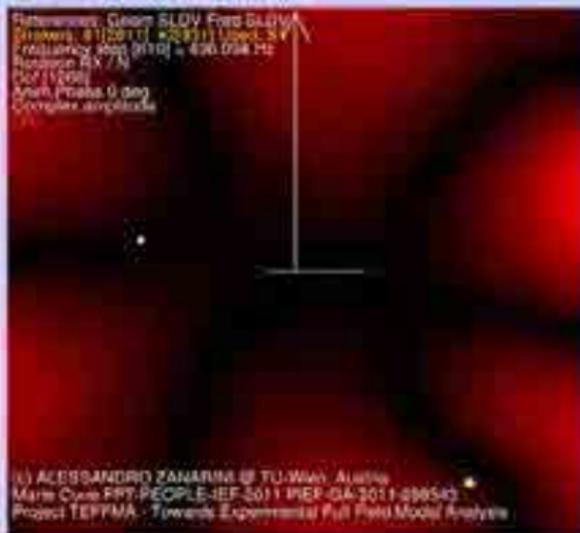


A pointwise comparative approach for derived quantities

Estimated Full Field RX Rotational FRFs & Coherence from optical measurements (DIC)

Shaker 1

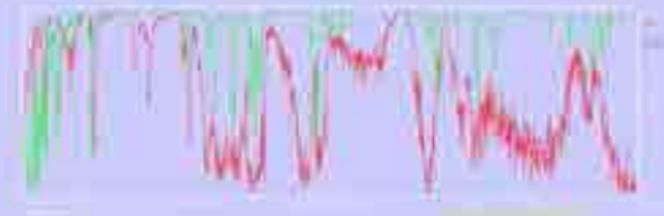
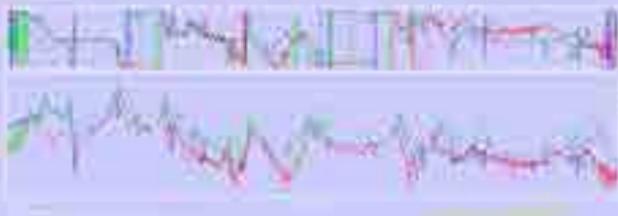
Estimations in the frequency domain



Single location RX FRF graph: dof 1268, Shaker 1



Single location RX Coherence graph: dof 1268, Shaker 1

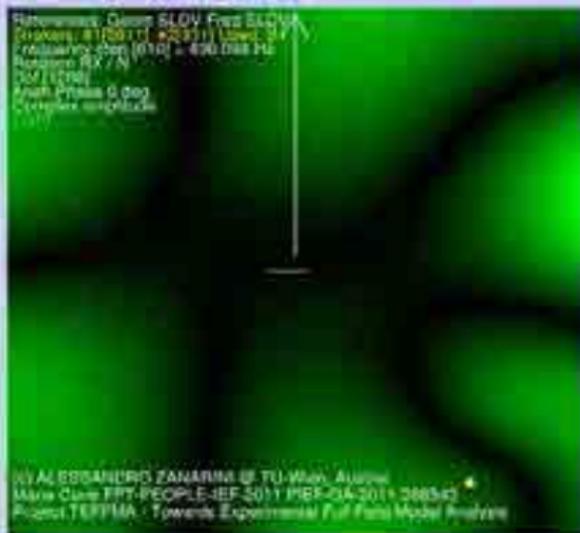


A pointwise comparative approach for derived quantities

Estimated Full Field RX Rotational FRFs & Coherence from optical measurements (ESPI)

Shaker 1

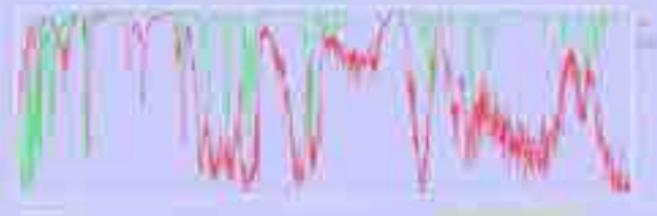
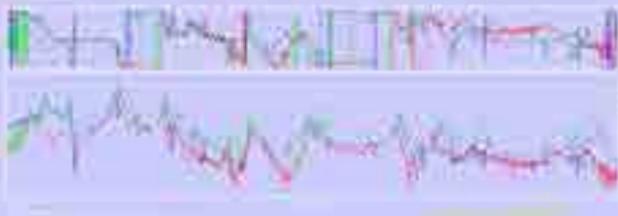
Estimations in the frequency domain



Single location RX FRF graph: dof 1268, Shaker 1



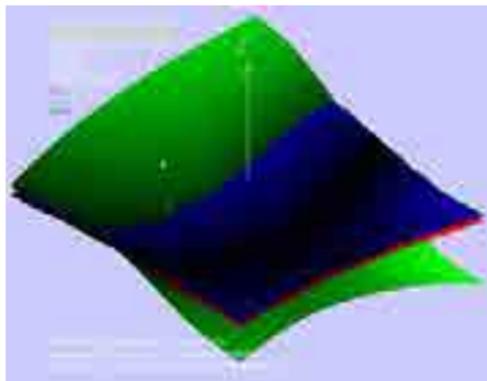
Single location RX Coherence graph: dof 1268, Shaker 1



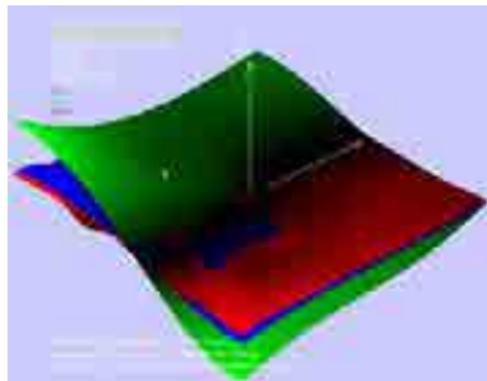
A pointwise comparative approach for derived quantities

Examples of Full Field Rotational FRFs from all the 3 instruments

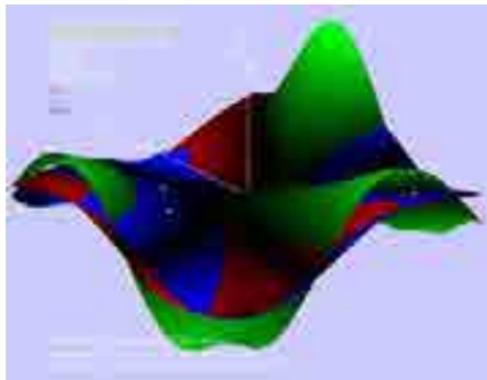
RX FRF deflection shapes animated at different frequencies



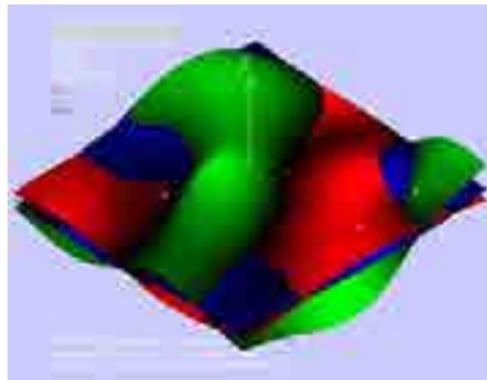
S1 - RX FRF 121.1 Hz



S2 - RX FRF 121.1 Hz



S1 - RX FRF 496.1 Hz



S2 - RX FRF 496.1 Hz

A pointwise comparative approach for derived quantities

Dynamic first principal strain FRFs - examples from SLDV

Shaker 1

Estimations in the frequency domain

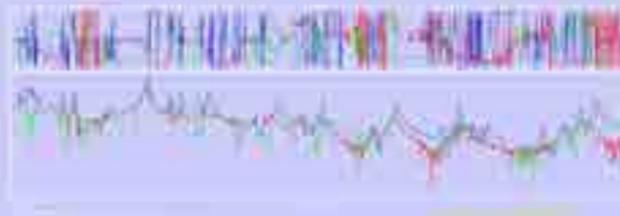
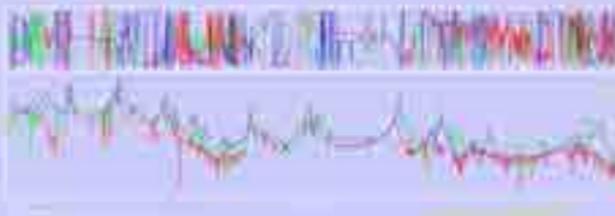
Shaker 2



Single location P1 Strain FRF graph: dof 1268, Shaker 1



Single location P1 Strain FRF graph: dof 1268, Shaker 2



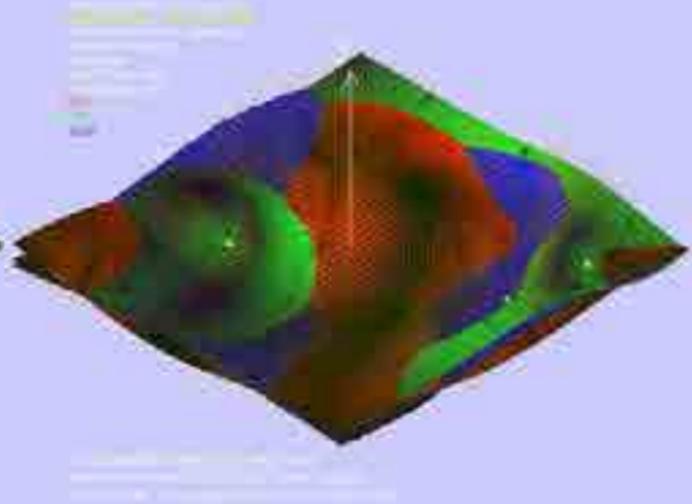
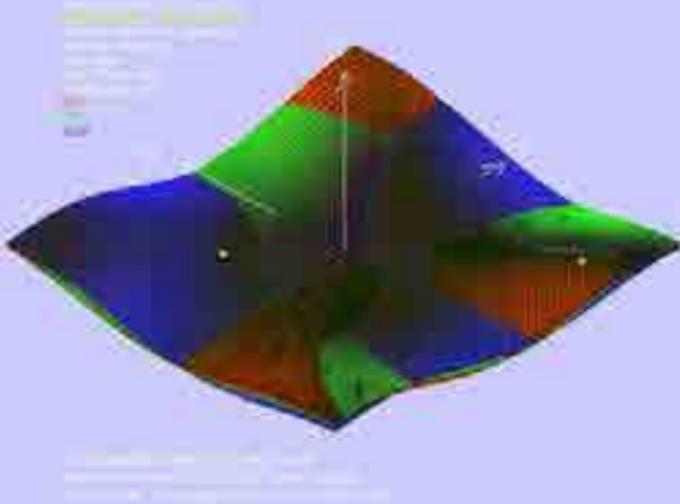
A pointwise comparative approach for derived quantities

Dynamic first principal stress FRFs - examples from all the 3 technologies

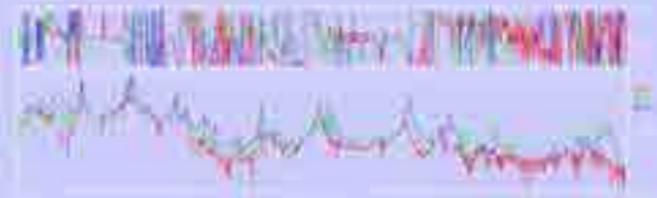
Shaker 1

Estimations in the frequency domain

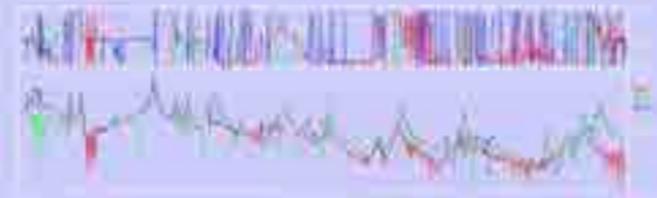
Shaker 2



Single location P1 Stress FRF graph: dof 1268, Shaker 1



Single location P1 Stress FRF graph: dof 1268, Shaker 2



Cumulative damage in fatigue life assessment

Spectral method parameters

Target of spectral cumulative damage methods: evaluate an equivalent range of stress cycles $S_{eq}(x, y)$ representative of the damage inferred by the whole spectrum of the retained dynamics.

The spectral methods are based on:

$m_k = \int_0^\infty f^k PSD_{VM}(\omega) d\omega$ k -th order moments of the frequency by the power spectral density of Von Mises equivalent stress $PSD_{VM}(\omega)$

$F_k = (m_k/m_0)^{1/k}$ characteristic frequencies

$\gamma_k = m_k / (m_0 m_{2k})^{1/2}$ a whole class of bandwidth parameters to describe the distribution of the processes.

More specific expressions are evaluated:

effective frequency: $F_{zerocrossing} = F_{zc} = \sqrt{m_2/m_0}$

expected number of peaks per unit time: $F_{peaks} = F_p = \sqrt{m_4/m_2}$

irregularity factor: $\gamma = \gamma_2 = F_{zc}/F_p = m_2/\sqrt{m_0 m_4}$

Cumulative damage in fatigue life assessment

Dirlik semi-empirical spectral method parameters

Dirlik semi-empirical spectral method gives the prediction of the fatigue life, especially for wide band spectra of stress responses:

$$\begin{aligned}\chi_m &= (m_1/m_0)(m_2/m_4)^{1/2} \\ D_1 &= 2(\chi_m - \gamma^2) / (1 + \gamma^2) \\ R &= (\gamma - \chi_m - D_1^2) / (1 - \gamma - D_1 + D_1^2) \\ D_2 &= (1 - \gamma - D_1 + D_1^2) / (1 - R) \\ D_3 &= 1 - D_1 - D_2 \\ Q &= 1.25(\gamma - D_3 - D_2R) / D_1\end{aligned}$$

Equivalent range of stress cycles $S_{eq}(x, y)$ raised to b exponent:

$$S_{eq}^b = D_1(2\sqrt{m_0}Q)^b\Gamma(b+1) + (2^{3/2}\sqrt{m_0})^b\Gamma(1+b/2)[D_2R^b + D_3]$$

Time-to-failure distribution:

$$T_{failure}(x, y) = K_r / \left(F_p(x, y) S_{eq}^b(x, y) \right)$$

Von Mises equivalent stress FRFs from optical techniques

Direct experimental impedance models - examples from SLDV

Shaker 1

Estimations in the frequency domain

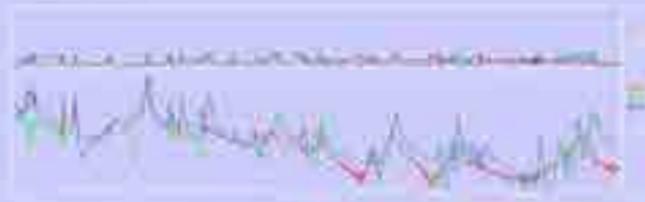
Shaker 2



Single location VM Stress FRF graph: dof 1268, Shaker 1



Single location VM Stress FRF graph: dof 1268, Shaker 2



Von Mises equivalent stress FRFs from optical techniques

Direct experimental impedance models - examples from DIC

Shaker 1

Estimations in the frequency domain

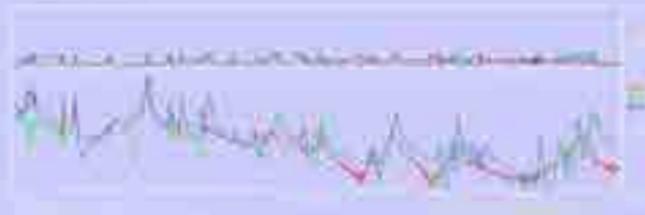
Shaker 2



Single location VM Stress FRF graph: dof 1268, Shaker 1



Single location VM Stress FRF graph: dof 1268, Shaker 2



Von Mises equivalent stress FRFs from optical techniques

Direct experimental impedance models - examples from ESPI

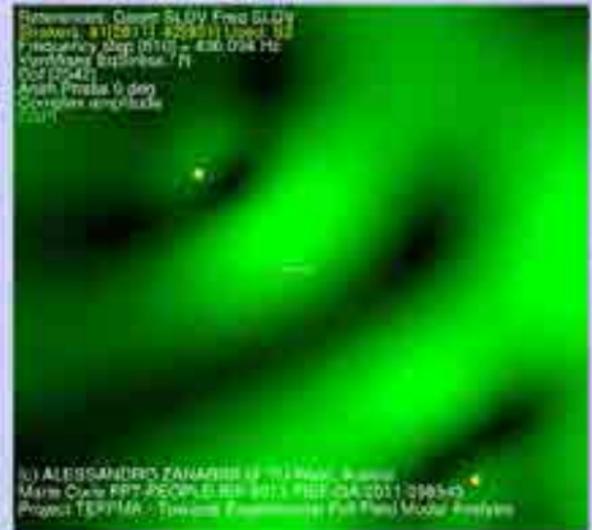
Shaker 1

Estimations in the frequency domain

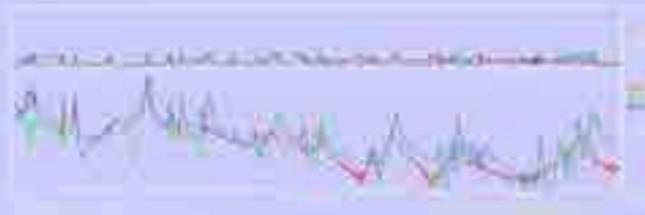
Shaker 2



Single location VM Stress FRF graph: dof 1268, Shaker 1



Single location VM Stress FRF graph: dof 1268, Shaker 2



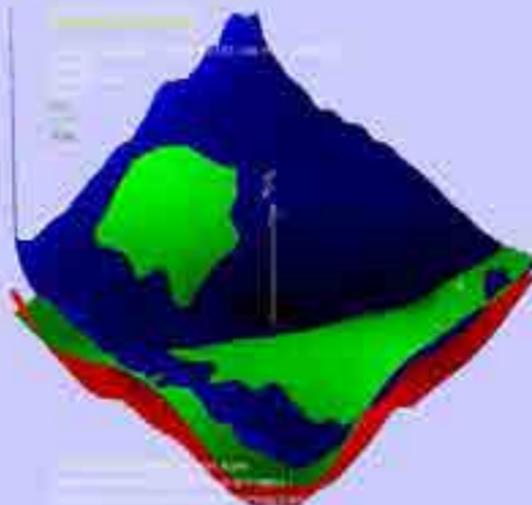
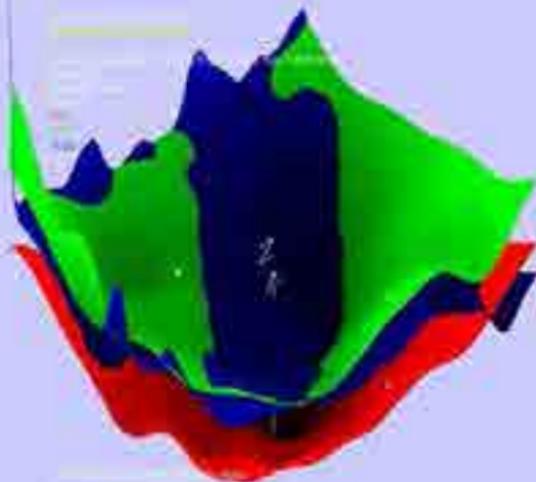
Frequency to failure with coloured noise excitation

Direct experimental models due to changing VonMises PSDs - from all the 3 gears

Shaker 1

WHITE NOISE excitation

Shaker 2



Single location VM Stress PSD graph: dof 2542, Shaker 1

Single location VM Stress PSD graph: dof 1268, Shaker 2



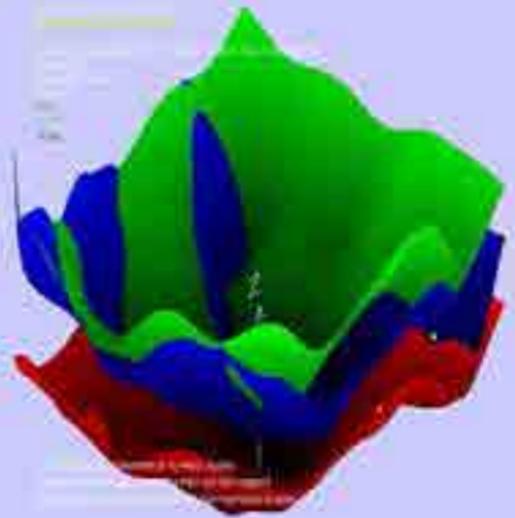
Frequency to failure with coloured noise excitation

Direct experimental models due to changing VonMises PSDs - from all the 3 gears

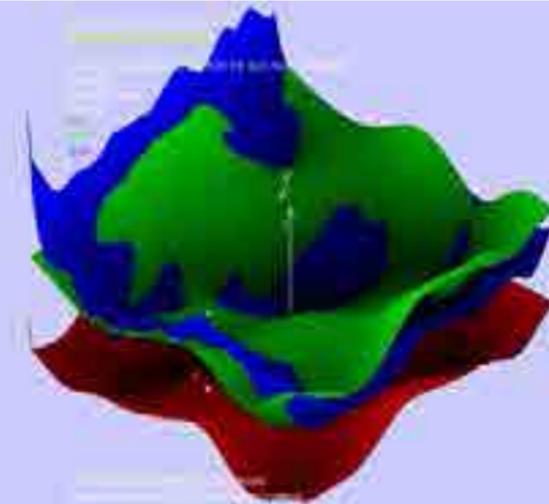
Shaker 1

BLUE NOISE excitation

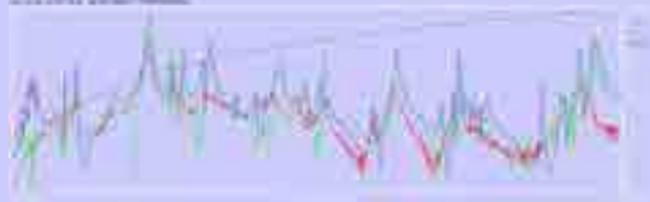
Shaker 2



Single location VM Stress PSD graph: dof 2542, Shaker 1



Single location VM Stress PSD graph: dof 1268, Shaker 2



Full Field Experimental Modal Analysis

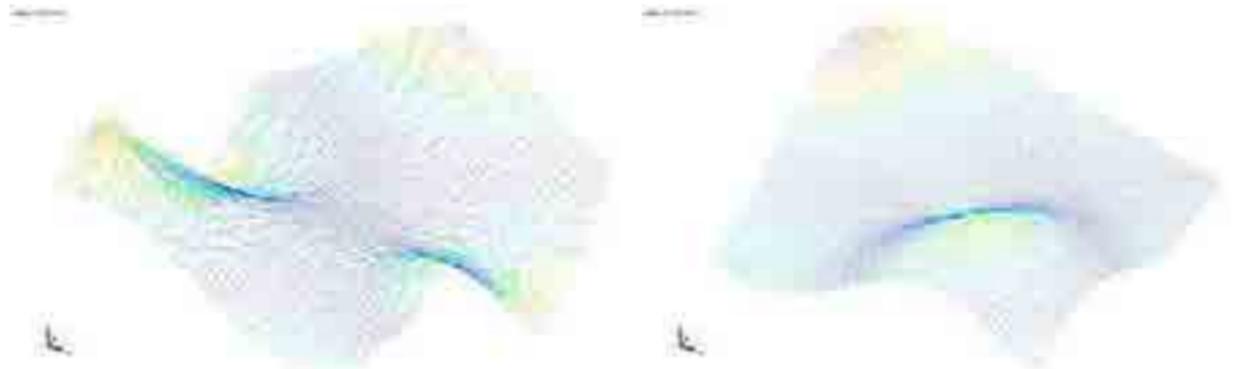
Modelling in native resolution - examples from SLDV

Modal deflection shapes animated at different frequencies



EMA - 126.2 Hz

EMA 246.2 Hz



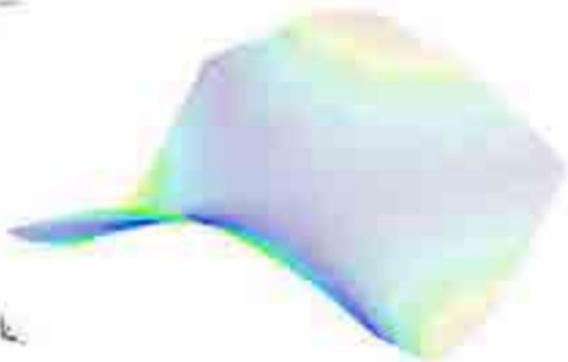
EMA 301.3 Hz

EMA 330.9 Hz

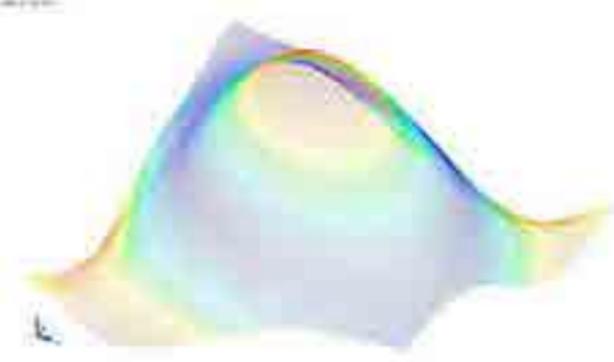
Full Field Experimental Modal Analysis

Modelling in native resolution - examples from DIC

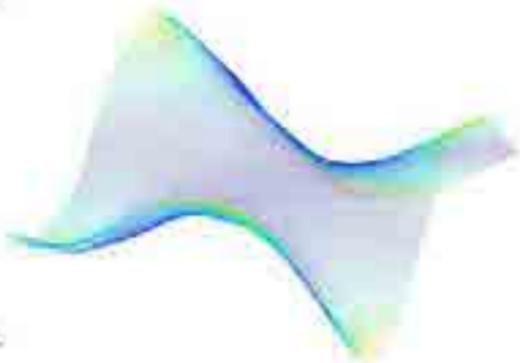
Modal deflection shapes animated at different frequencies



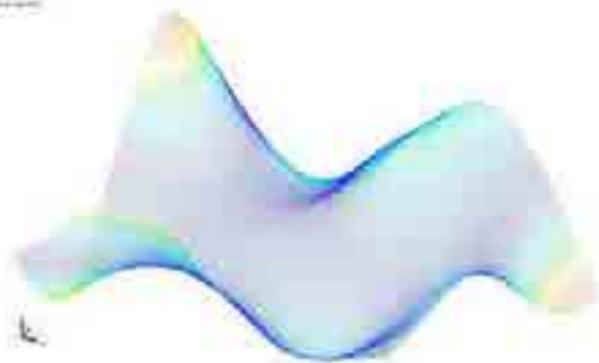
EMA - 126.6 Hz



EMA 242.3 Hz



EMA 299.5 Hz

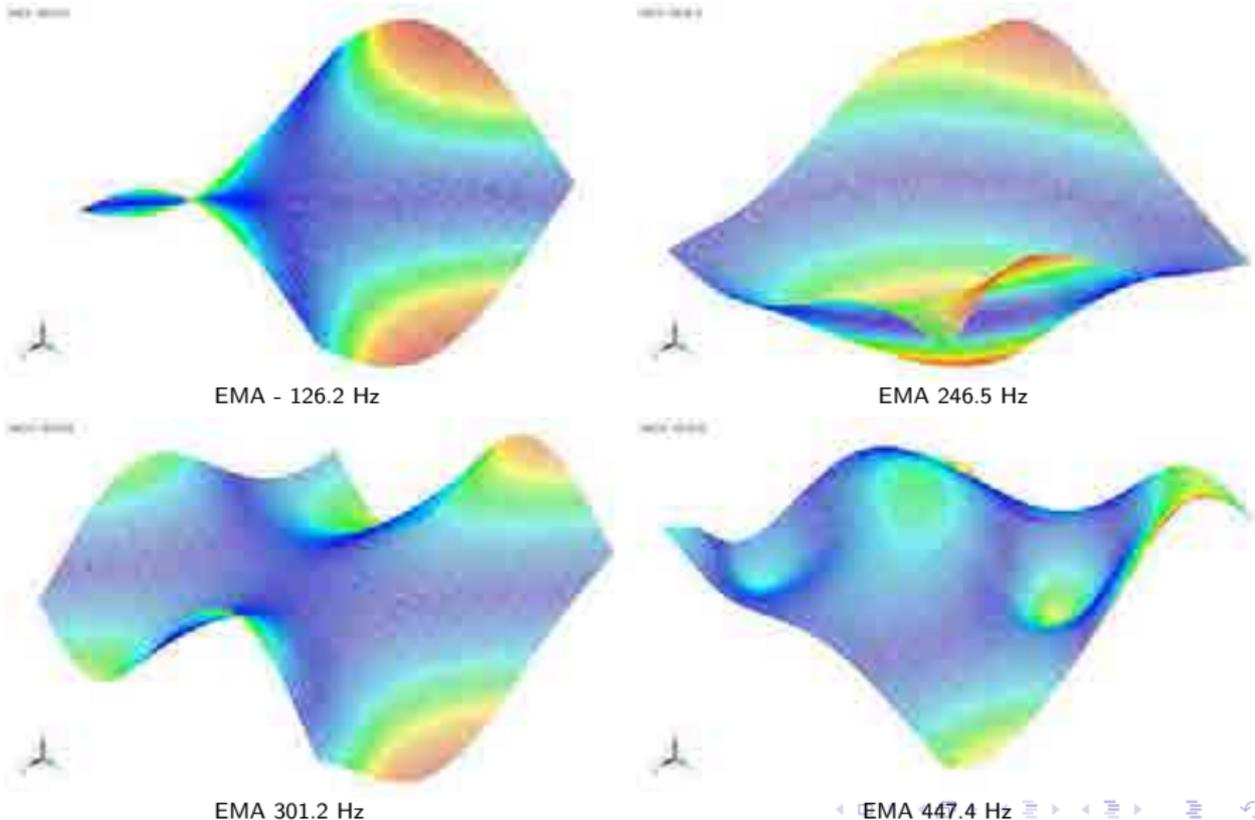


EMA 410.6 Hz

Full Field Experimental Modal Analysis

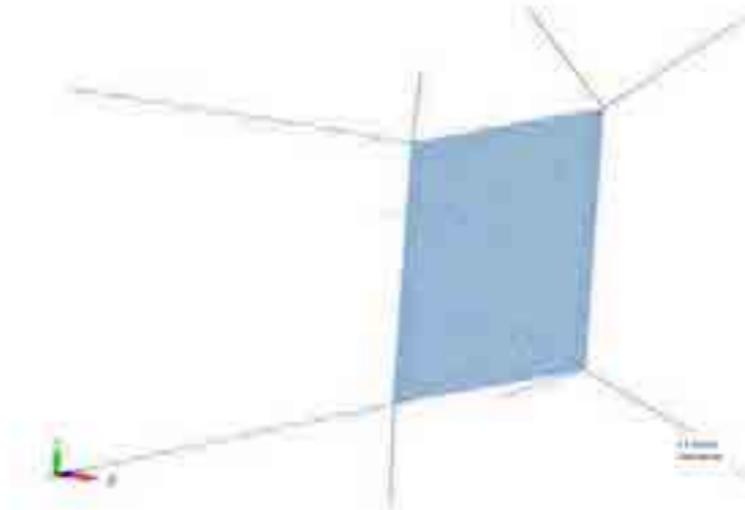
Modelling in native spatial resolution, down-sampled in frequency - examples from ESPI

Modal deflection shapes animated at different frequencies



Model Updating with Full Field datasets

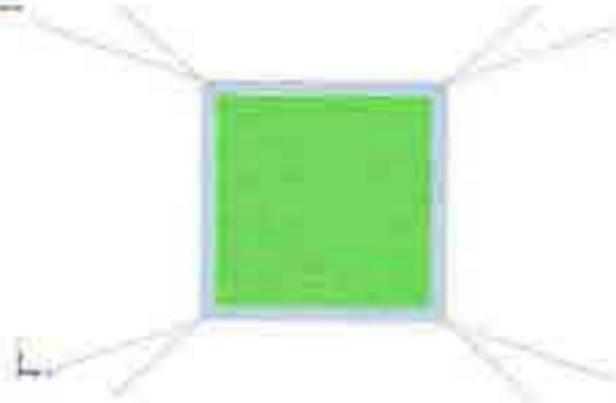
Modelling the test set-up



Complete FE model

Isotropic shell elements
Linear springs
Lumped masses
Viscous damping

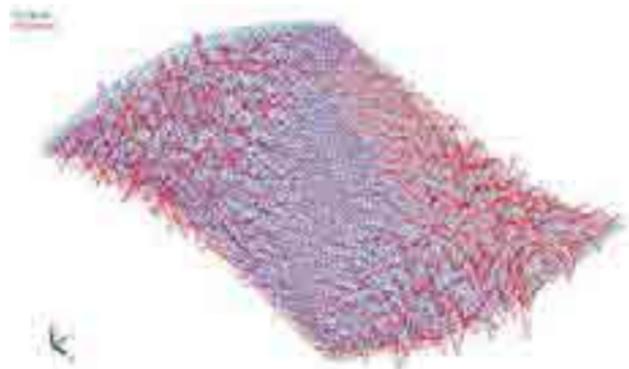
Paired nodes FEA vs TEST



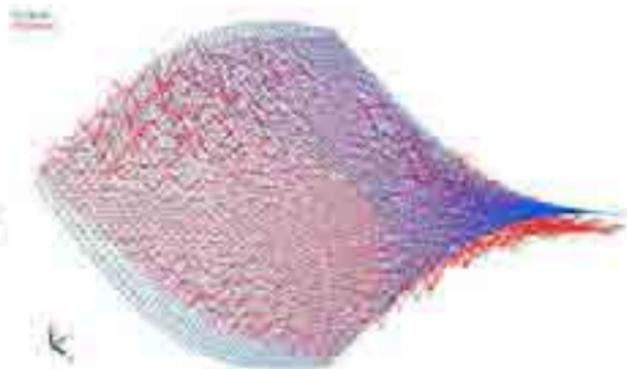
Model Updating with Full Field datasets

Modelling in SLDV native resolutions - examples from SLDV

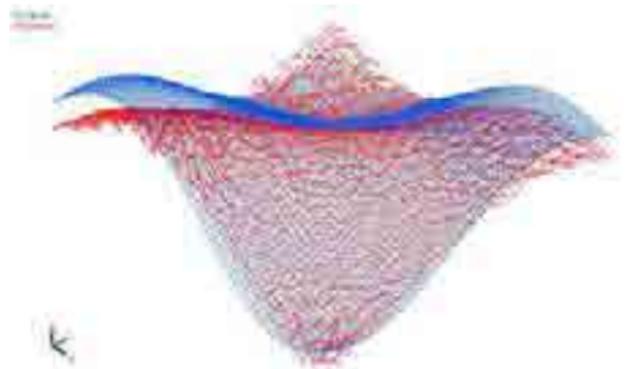
Modal deflection shapes animated at different frequencies



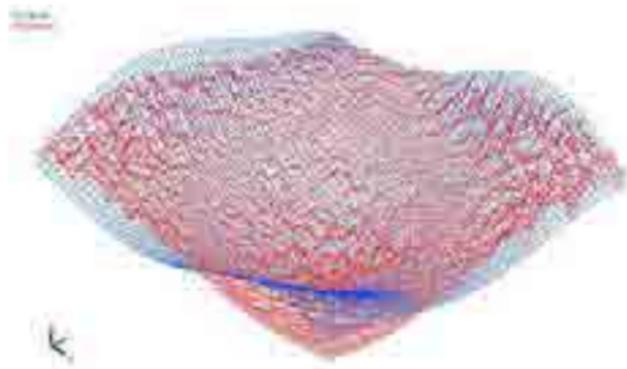
FEA 99.6 Hz vs EMA - 106.9 Hz: MAC 0.873



FEA 122.6 Hz vs EMA 126.2 Hz: MAC 0.664



FEA 214.5 Hz vs EMA 208.2 Hz: MAC 0.727



FEA 252.0 Hz vs EMA 246.2 Hz: MAC 0.708

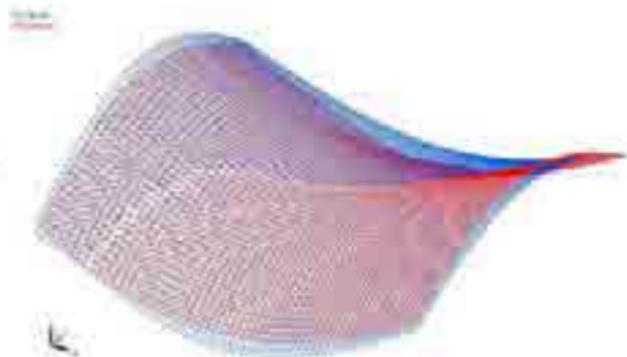
Model Updating with Full Field datasets

Modelling in SLDV native resolutions - down-sampled examples from DIC

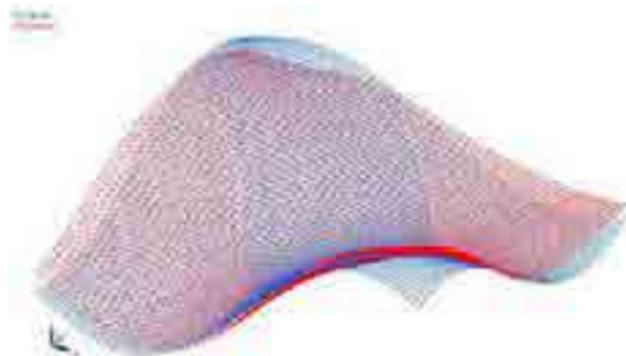
Modal deflection shapes animated at different frequencies



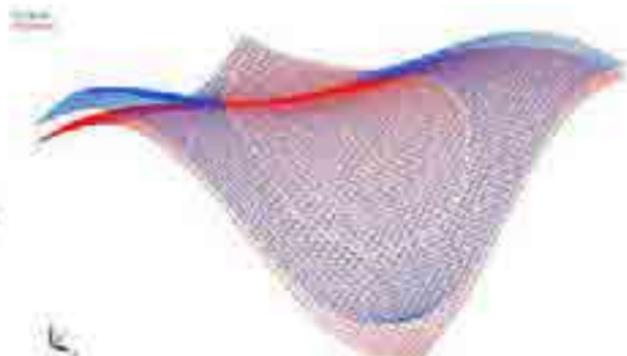
FEA 117.7 Hz vs EMA - 126.6 Hz: MAC 0.867



FEA 117.7 Hz vs EMA 127.7 Hz: MAC 0.886



FEA 207.5 Hz vs EMA 180.9 Hz: MAC 0.772



FEA 207.5 Hz vs EMA 202.3 Hz: MAC 0.919

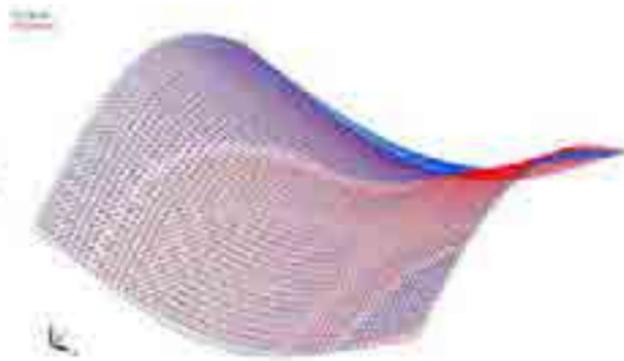
Model Updating with Full Field datasets

Modelling in SLDV native resolutions - down-sampled examples from ESPI

Modal deflection shapes animated at different frequencies



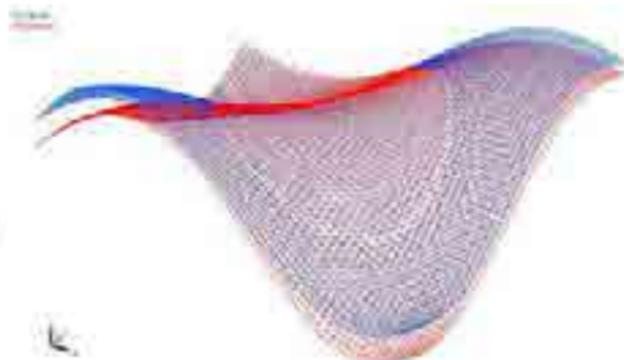
FEA 123.4 Hz vs EMA - 127.0 Hz: MAC 0.975



FEA 123.4 Hz vs EMA 126.3 Hz: MAC 0.976



FEA 215.1 Hz vs EMA 198.5 Hz: MAC 0.957



FEA 215.1 Hz vs EMA 207.8 Hz: MAC 0.935

Conclusions

- Extended tests to acquire high quality Full Field FRF for NVH & advanced design procedures, in pointwise matching comparisons of the 3 technologies on same surface area

Conclusions

- Extended tests to acquire high quality Full Field FRF for NVH & advanced design procedures, in pointwise matching comparisons of the 3 technologies on same surface area
- Accurate evaluation & pointwise matching comparisons of rotational & principal strain FRF maps from Full Field receptances

Conclusions

- Extended tests to acquire high quality Full Field FRF for NVH & advanced design procedures, in pointwise matching comparisons of the 3 technologies on same surface area
- Accurate evaluation & pointwise matching comparisons of rotational & principal strain FRF maps from Full Field receptances
- Evaluation of principal stress & Von Mises equivalent stress FRF maps from Full Field receptances in pointwise matching comparisons

Conclusions

- Extended tests to acquire high quality Full Field FRF for NVH & advanced design procedures, in pointwise matching comparisons of the 3 technologies on same surface area
- Accurate evaluation & pointwise matching comparisons of rotational & principal strain FRF maps from Full Field receptances
- Evaluation of principal stress & Von Mises equivalent stress FRF maps from Full Field receptances in pointwise matching comparisons
- Spectral methods for fatigue life predictions can take advantage of detailed Full Field impedance based experimental models

Conclusions

- Extended tests to acquire high quality Full Field FRF for NVH & advanced design procedures, in pointwise matching comparisons of the 3 technologies on same surface area
- Accurate evaluation & pointwise matching comparisons of rotational & principal strain FRF maps from Full Field receptances
- Evaluation of principal stress & Von Mises equivalent stress FRF maps from Full Field receptances in pointwise matching comparisons
- Spectral methods for fatigue life predictions can take advantage of detailed Full Field impedance based experimental models
- **Feasibility of Full Field Experimental Modal Analysis with different resolutions and quality in a commercial LSFD software**

Conclusions

- Extended tests to acquire high quality Full Field FRF for NVH & advanced design procedures, in pointwise matching comparisons of the 3 technologies on same surface area
- Accurate evaluation & pointwise matching comparisons of rotational & principal strain FRF maps from Full Field receptances
- Evaluation of principal stress & Von Mises equivalent stress FRF maps from Full Field receptances in pointwise matching comparisons
- Spectral methods for fatigue life predictions can take advantage of detailed Full Field impedance based experimental models
- Feasibility of Full Field Experimental Modal Analysis with different resolutions and quality in a commercial LSFDF software
- **Modal base quality assessment from different experimental & optical Full Field FRFs**

Conclusions

- Extended tests to acquire high quality Full Field FRF for NVH & advanced design procedures, in pointwise matching comparisons of the 3 technologies on same surface area
- Accurate evaluation & pointwise matching comparisons of rotational & principal strain FRF maps from Full Field receptances
- Evaluation of principal stress & Von Mises equivalent stress FRF maps from Full Field receptances in pointwise matching comparisons
- Spectral methods for fatigue life predictions can take advantage of detailed Full Field impedance based experimental models
- Feasibility of Full Field Experimental Modal Analysis with different resolutions and quality in a commercial LSFDF software
- Modal base quality assessment from different experimental & optical Full Field FRFs
- Promising matching with numerical models



Commissione Europea - Research Executive Agency

per il finanziamento alla ricerca di base

Progetto TEFFMA - Towards Experimental Full Field Modal Analysis

Marie Curie FP7-PEOPLE-IEF-2011 PIEF-GA-2011-298543 grant



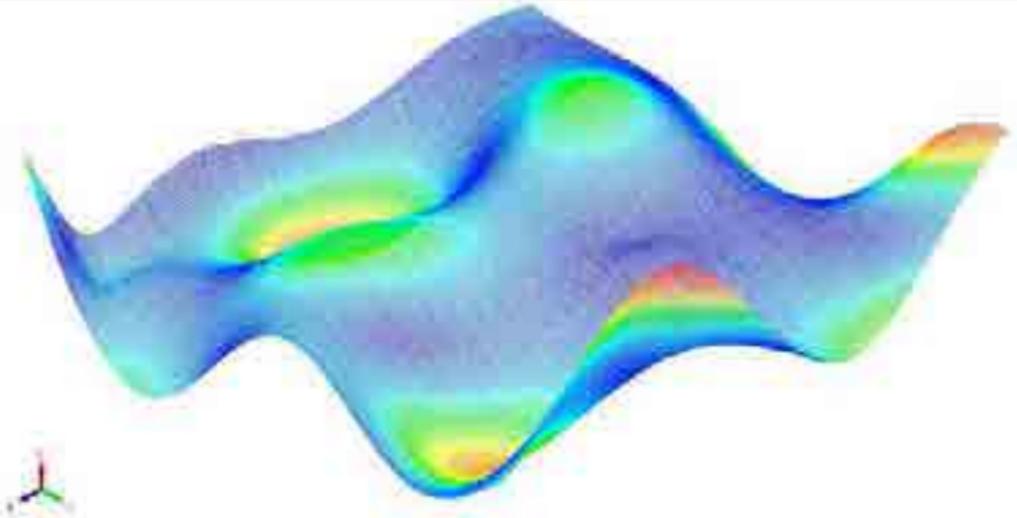
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Technische Universität Wien
University of Applied Sciences

Institute of Mechanics and Mechatronics

Prof. Johann Wassermann, Prof. Werner Mack

per aver ospitato il progetto TEFFMA nel proprio laboratorio



Grazie per l'attenzione

a.zanarini@unibo.it

<http://diem1.ing.unibo.it/personale/zanarini>