

Università degli Studi di Brescia
Facoltà di Ingegneria
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale



XXIII Ciclo di Dottorato di Ricerca in Meccanica Applicata
Relazione Primo Anno

Modelli teorico-sperimentali per azionamenti industriali

Dottorando: Diego De Santis

Coordinatore: Prof. Giovanni Legnani

Tutore: Prof. Rodolfo Faglia

Schema della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

Collaborazioni e progetti

Pubblicazioni

Sviluppi futuri

Schema della presentazione

Attività principali di ricerca

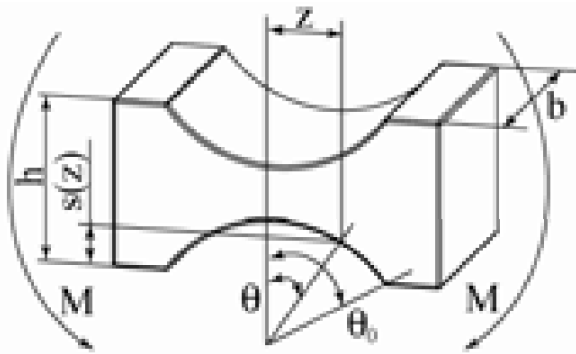
Attività secondarie di ricerca

Collaborazioni e progetti

Pubblicazioni

Sviluppi futuri

Modelli teorici per cerniere flessionali (1)



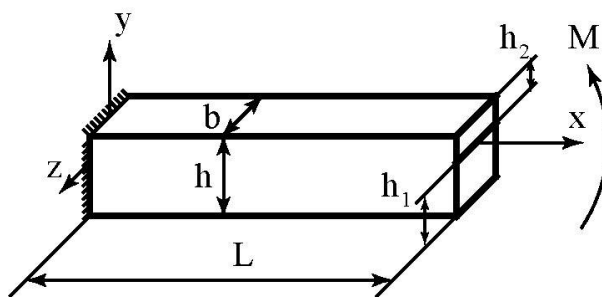
Cerniere flessionali

- Bassa rigidezza flessionale
- Elevati spostamenti angolari

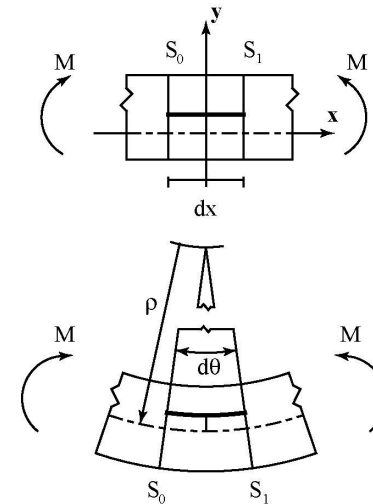


Definizione del modello

Trave in grandi spostamenti composta da materiale non lineare



$$\sigma_t = E_t (\varepsilon_t)^{1/n}, \quad \sigma_c = -E_c (-\varepsilon_c)^{1/m}$$



Modelli teorici per cerniere flessionali (2)

Trave con sezione rettangolare costante, incastrata e caricata con momento costante

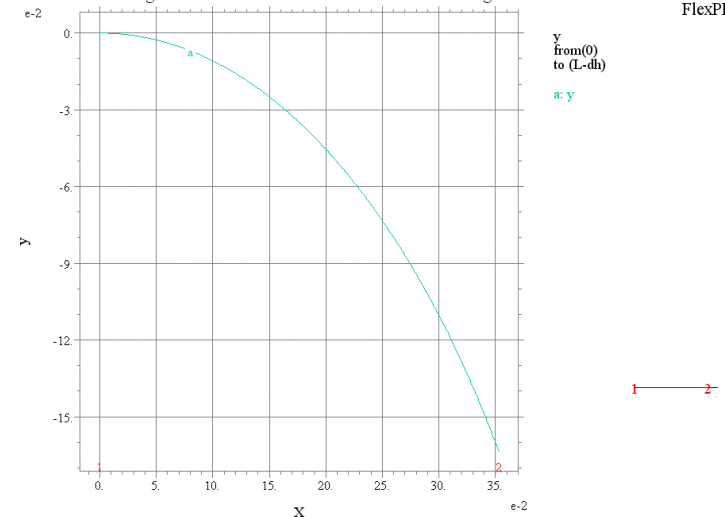
$$\begin{cases} E_t \frac{n}{2n+1} \left(\frac{h_1}{\rho} \right)^{\frac{1}{n}} h_1^2 + E_c \frac{m}{2m+1} \left(\frac{h_2}{\rho} \right)^{\frac{1}{m}} h_2^2 = \frac{M}{b} \\ E_t \frac{n}{n+1} \left(\frac{h_1}{\rho} \right)^{\frac{1}{n}} h_1 - E_c \frac{m}{m+1} \left(\frac{h_2}{\rho} \right)^{\frac{1}{m}} h_2 = 0 \end{cases}$$

$$h_1 + h_2 = h$$

Sistema algebrico non lineare.

Grazie alla definizione di un codice in FlexPDE il sistema è risolvibile numericamente per qualsiasi valore dei moduli materiali i cui risultati sono coerenti con quelli trovati in letteratura

Trave inflessa con grande curvatura. Risoluzione del sistema e disegno funzione analitica 14:46:47 11/14/08 FlexPDE 5.0.9



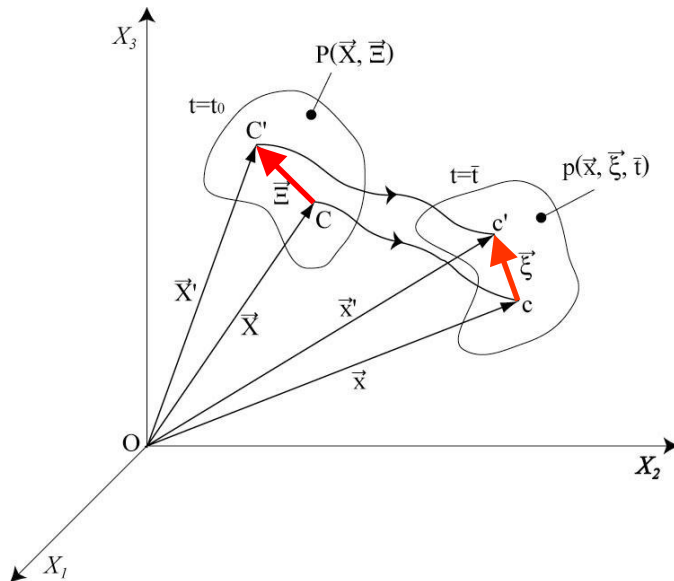
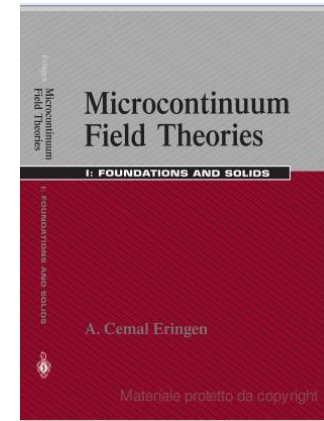
Risoluzione sistema e disegno y con espressione analitica tra le equazioni : Grid#1 p2 Nodes=201 Cells=100 R1 Integral= -0.017628

Teoria del campo microcontinuo (1)

In collaborazione con il Prof. Gianluigi Piardi.

Nell'ambito degli attuatori è stata cerca una teoria generale dei continui in grado di gestire iterazioni meccaniche, termiche e elettromagnetiche.

Eringen A.C. (1999) *Microcontinuum Field Theories 1*.
Springer, New York



Microcontinuo:
collezione continua di punti-particella deformabili

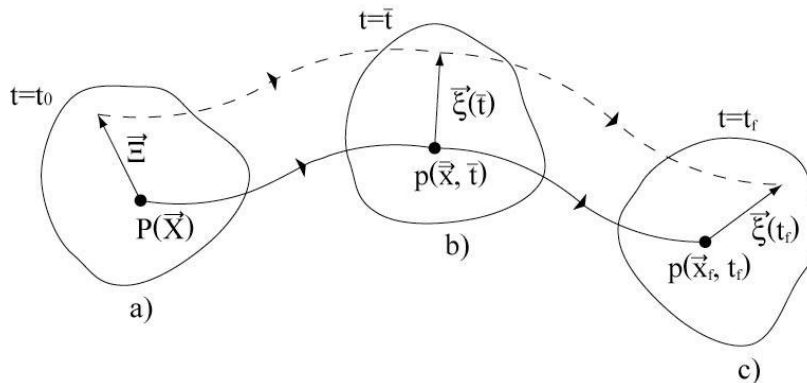
Richieste competenze di calcolo tensoriale e conoscenza di PDE

Revisione della teoria fisico-matematica del Prof. Eringen ed elaborazione di un testo didattico per applicazione ingegneristiche

Teoria del campo microcontinuo (2)

L'attività di ricerca si è concentrata sui micropolari.

Micropolari = microcontinui con microparticelle rigide



$$\rho c_0 \dot{T} + \beta_0 T_0 \vec{\nabla} \cdot \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} - \vec{\nabla} \cdot \left(K \vec{\nabla} T \right) - \rho h = 0$$

$$(\alpha + \beta + \gamma) \vec{\nabla} \vec{\nabla} \cdot \vec{\phi} - \gamma \vec{\nabla} \wedge \vec{\nabla} \wedge \vec{\phi} + \kappa \vec{\nabla} \wedge \vec{u} - 2\kappa \vec{\phi} + \rho \left(\vec{l} - j \frac{\partial^2 \vec{\phi}}{\partial t^2} \right) = \vec{0}$$

$$(\lambda + 2\mu + \kappa) \vec{\nabla} \vec{\nabla} \cdot \vec{u} - (\mu + \kappa) \vec{\nabla} \wedge \vec{\nabla} \wedge \vec{u} + \kappa \vec{\nabla} \wedge \vec{\phi} - \beta_0 \vec{\nabla} T + \rho \left(\vec{f} - \frac{\partial^2 \vec{u}}{\partial t^2} \right) = \vec{0}$$

In collaborazione con il Prof. Piardi si stanno elaborando modelli teorici di travi e piastre costituite da materiale micropolare, da applicare nell'ambito degli attuatori.

Schema della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

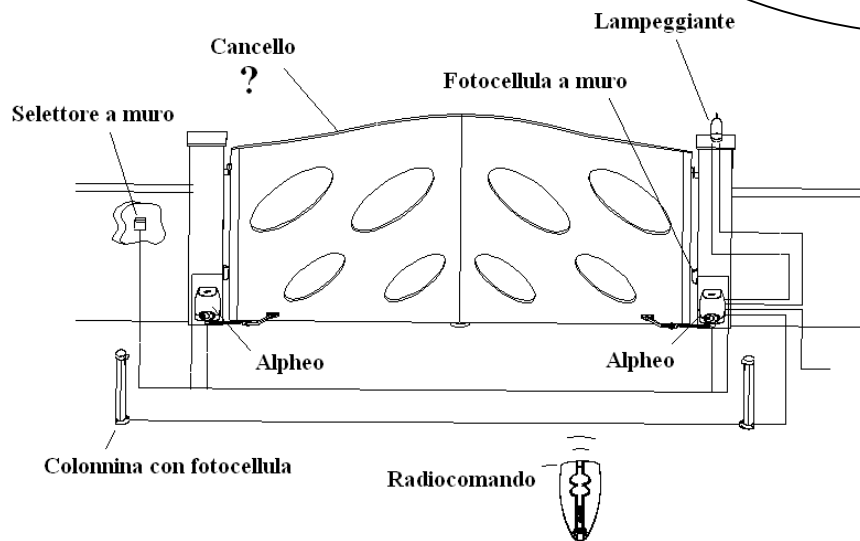
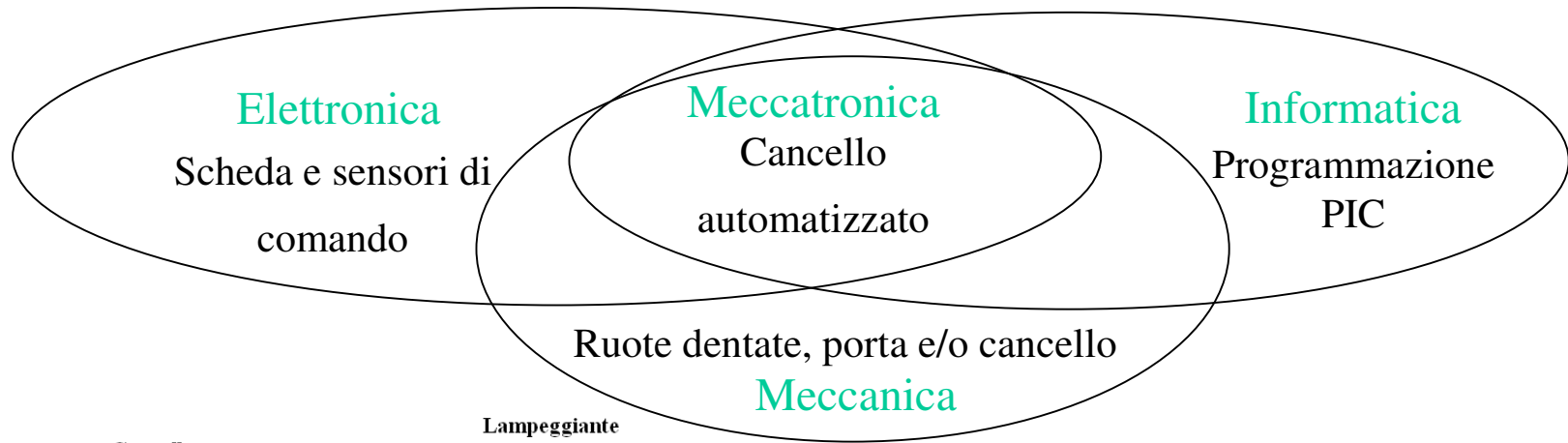
Collaborazioni e progetti

Pubblicazioni

Sviluppi futuri

Collaborazione con Stagnoli T.G. (1)

Con approccio mecatronico revisione delle distinte tecniche di dispositivi destinati all'automazione di porte e cancelli e definizione di una procedura per il collaudo.



Revisione della
meccanica

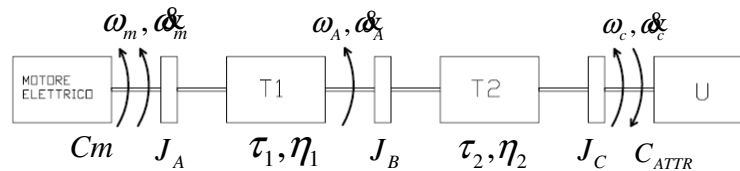
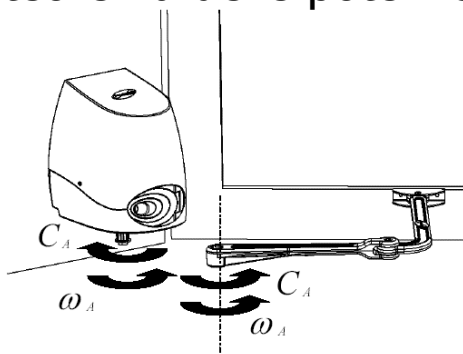


Macchina di collaudo

Collaborazione con Stagnoli T.G. (2)

Per adesso è stato analizzato solo uno dei dispositivi prodotti.

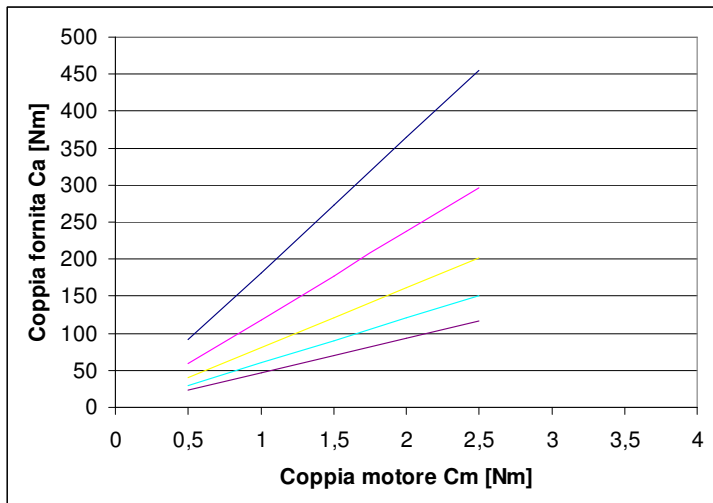
La revisione della meccanica è stata condotta tramite gli strumenti propri della meccanica applicata: schematizzazione con blocchi funzionali e applicazione del teorema delle potenze.



$$\sum W_i = \frac{dEc}{dt}$$

$$C_A = C_m \gamma$$

$$\gamma = \frac{\eta_{1A} \eta_{1B}}{\tau_{1A} \tau_{1B}}$$



A screenshot of the StoeberRead software interface. The left pane shows a sequence tree with various actions like 'Setup', 'Set Motor Type', 'Supply Frequency', 'Check chiusura porte', 'Innesto albero motore', 'Power On', etc. The right pane shows a table of parameters:

Nome	Key	Value
Coppie min	torqueMin	-30.0
Coppie max	torqueMax	30.0
Vel. min	speedMin	-60.0
Vel. max	speedMax	60.0
Durata	duration	2.0
Coppia misurata	torqueMeas	-14.19
Numero di giri misur...	rotationsMeas	3338375808.0
Vel. misurata	speedMeas	0.0
countdown	countdown	0.0

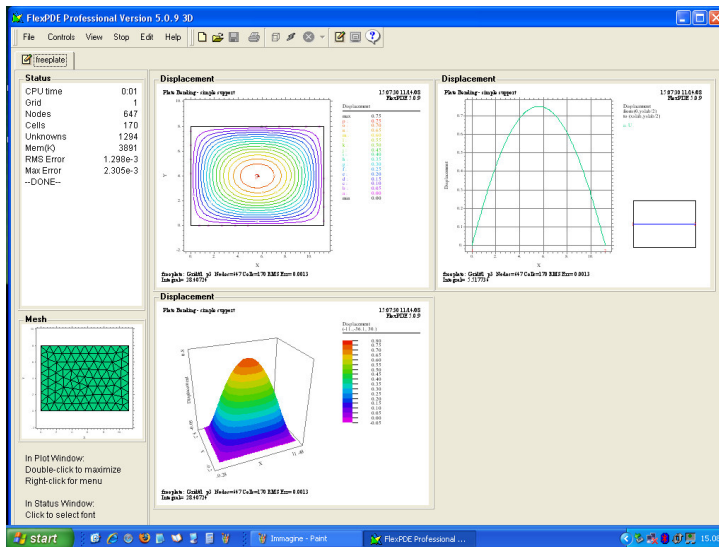
Arrows point to the 'torqueMax' and 'duration' rows in the table.

Settaggio macchina di collaudo

FlexPDE

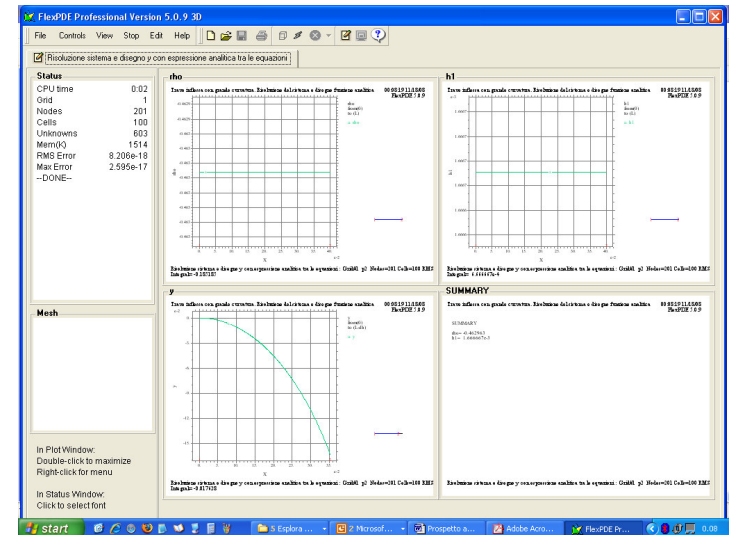
Conoscenza approfondita di FlexPDE per stimarne limiti e potenzialità per l'attività di ricerca

Poiché l'attività di ricerca interessa modelli matematicamente complessi basati su ODE e PDE, in questa prima fase è stato individuato un software interpretato di immediato utilizzo.



Il software è dedicato alla risoluzione di PDE

Attraverso artifici matematici è possibile risolvere anche sistemi algebrici non lineari, come nel caso delle cerniere flessionali



Schema della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

Collaborazioni e progetti

Pubblicazioni

Sviluppi futuri

Collaborazioni e progetti

- Collaborazione didattica nell'ambito del settore disciplinare di meccanica applicata alle macchine (contribuzione alla realizzazione di esercitazioni)
- Collaborazione alla tesi "Introduzione alla teoria dei microcontinui", G. Cattina, laurea quinquennale V.O. in Ingegneria Meccanica, Febbraio 2008
- Relatore del seminario "Introduzione alla teoria dei microcontinui" tenuto il 22 maggio 2008 all'interno del corso "Laboratorio di automazione industriale" del Prof. R. Faglia.
- Relatore del seminario "Dispositivi per l'automazione di porte e cancelli" tenuto in collaborazione con Stagnoli T.G. il 29 maggio 2008 all'interno del corso "Laboratorio di automazione industriale" del Prof. R. Faglia.
- Correlazione alla tesi "Riorganizzazione di distinte tecniche relative a dispositivi destinati all'automazione di porte/cancelli", L. Masina, Laurea di II livello in Ingegneria dell'Automazione Industriale, Novembre 2008.

Schema della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

Collaborazioni e progetti

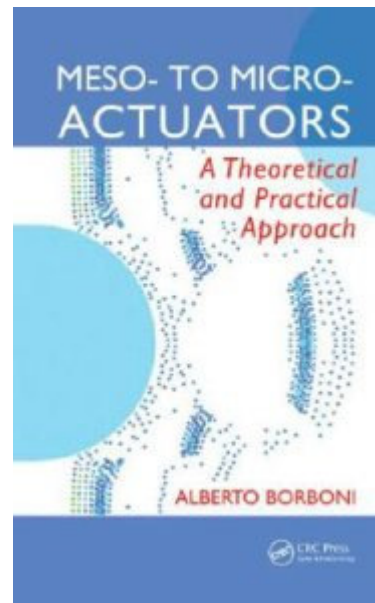
Pubblicazioni

Sviluppi futuri

Publicazioni

Contributo sui microcontinui dal titolo "Hints at microcontinua" alla monografia:

Borboni A. (2008): "*Meso- to Micro- Actuators: A Theoretical and Practical Approach*", 5 Maggio 2008, CRC Press, Taylor & Francins Inc., Boca Raton, FL, USA, pp. 1-400, ISBN-13: 978-0-8493-9089-0, ISBN-10: 0-8493-9089-3.



Schema della presentazione

Attività principali di ricerca

Attività secondarie di ricerca

Collaborazioni e progetti

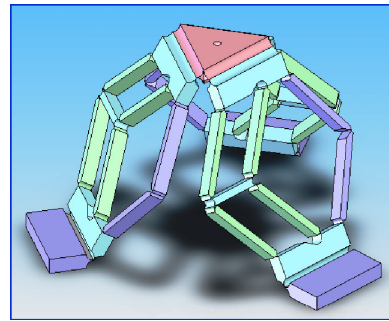
Pubblicazioni

Sviluppi futuri

Sviluppi futuri

- CERNIERE FLESSIONALI

- Definizione di modelli con carichi differenti (momento distribuito, carico concentrato) agenti singolarmente e combinati diversi carichi
- Sviluppo di codici in FlexPDE per la risoluzione dei futuri modelli.
- Applicazione dei modelli al minirobot in fase di studio all'interno del Dipartimento di Meccanica Applicata e Industriale.



- MICROCONTINUI

- Sviluppo di codici in FlexPDE per modelli di travi e piastre costituite da materiale micropolare.
- Ricerca di applicazioni dei modelli sviluppati (sensori piezoelettrici, fili a memoria di forma).

- STAGNOLI T.G. estensione dalla revisione delle distinte a tutte le tipologie di prodotti

Università degli Studi di Brescia
Facoltà di Ingegneria
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale



XXIII Ciclo di Dottorato di Ricerca in Meccanica Applicata
Relazione Primo Anno

Modelli teorico-sperimentali per azionamenti industriali

Dottorando: Diego De Santis

Coordinatore: Prof. Giovanni Legnani

Tutore: Prof. Rodolfo Faglia