

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

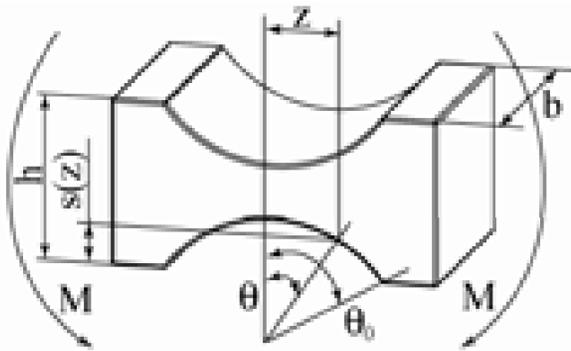
Attività secondarie di ricerca

Collaborazioni e progetti

Pubblicazioni

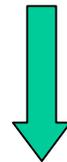
Sviluppi futuri

Modelli teorici per cerniere flessionali (1)



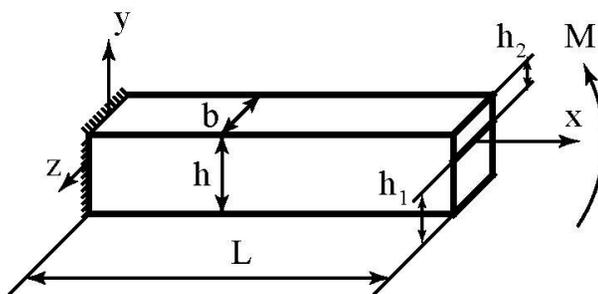
Cerniere flessionali

- Bassa rigidezza flessionale
- Elevati spostamenti angolari

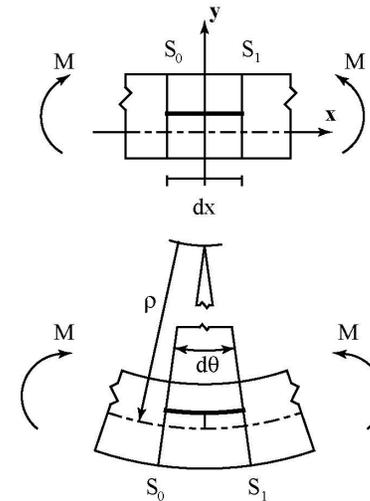


Definizione del modello

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

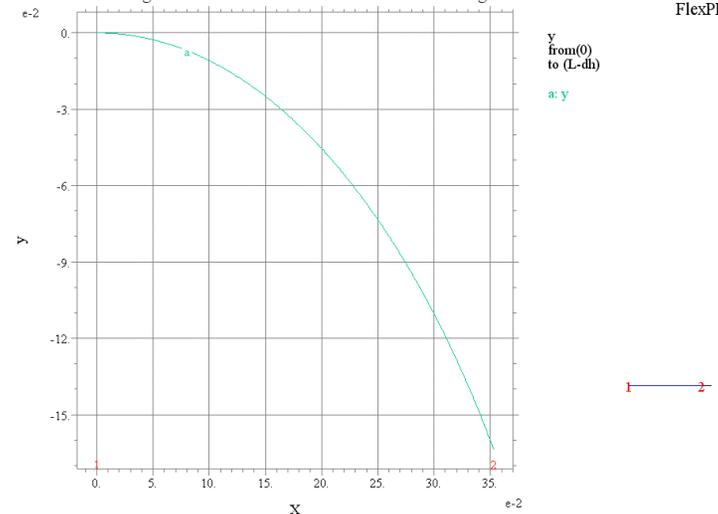
$$\begin{cases} E_t \frac{n}{2n+1} \left(\frac{h_1}{\rho} \right)^{\frac{1}{n}} h_1^2 + E_c \frac{m}{2m+1} \left(\frac{h_2}{\rho} \right)^{\frac{1}{m}} h_2^2 = \frac{M}{b} \\ E_t \frac{n}{n+1} \left(\frac{h_1}{\rho} \right)^{\frac{1}{n}} h_1 - E_c \frac{m}{m+1} \left(\frac{h_2}{\rho} \right)^{\frac{1}{m}}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

$$h_1 + h_2 = h$$

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



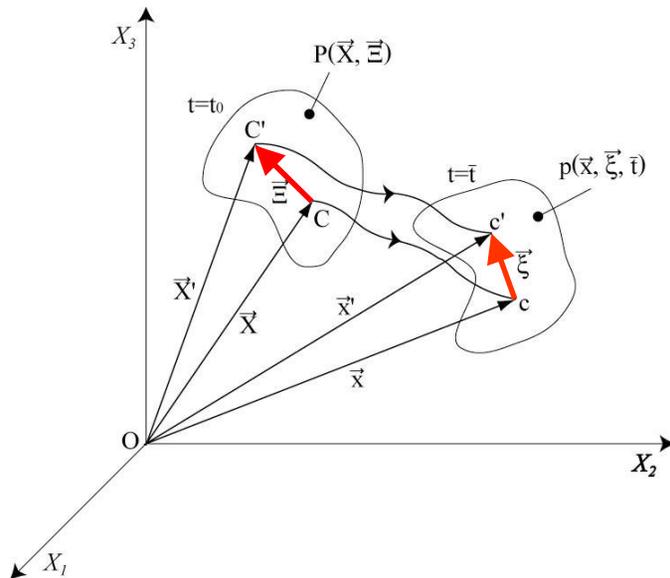
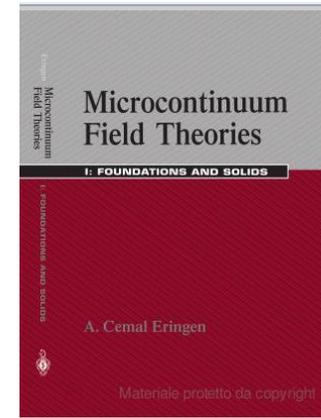
Risoluzione sistema e disegno y con espressione analitica tra le equazioni : Grid#1 p2 Nodes=201 Cells=100 R1 Integral= -0.017628

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

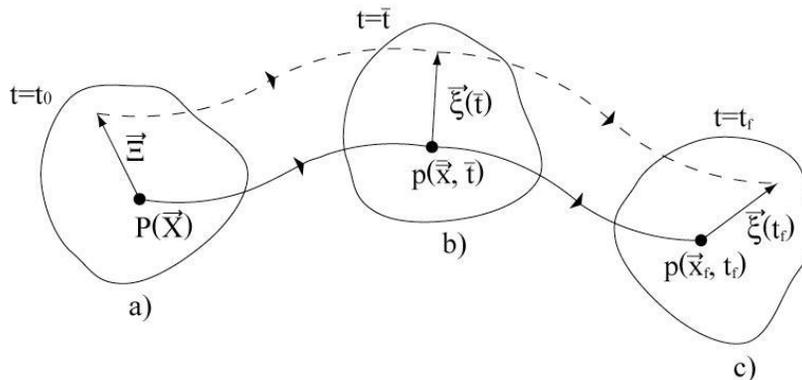
Richieste competenze di calcolo tensoriale e conoscenza di PDE

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

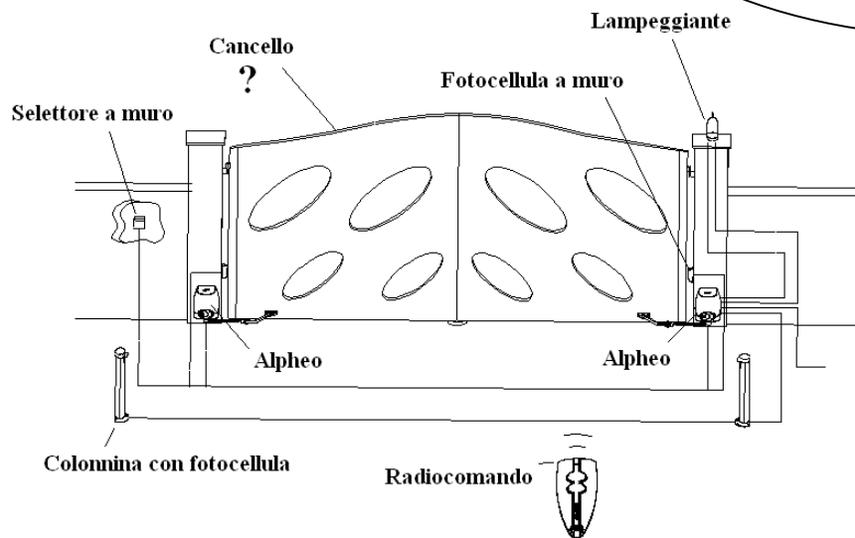
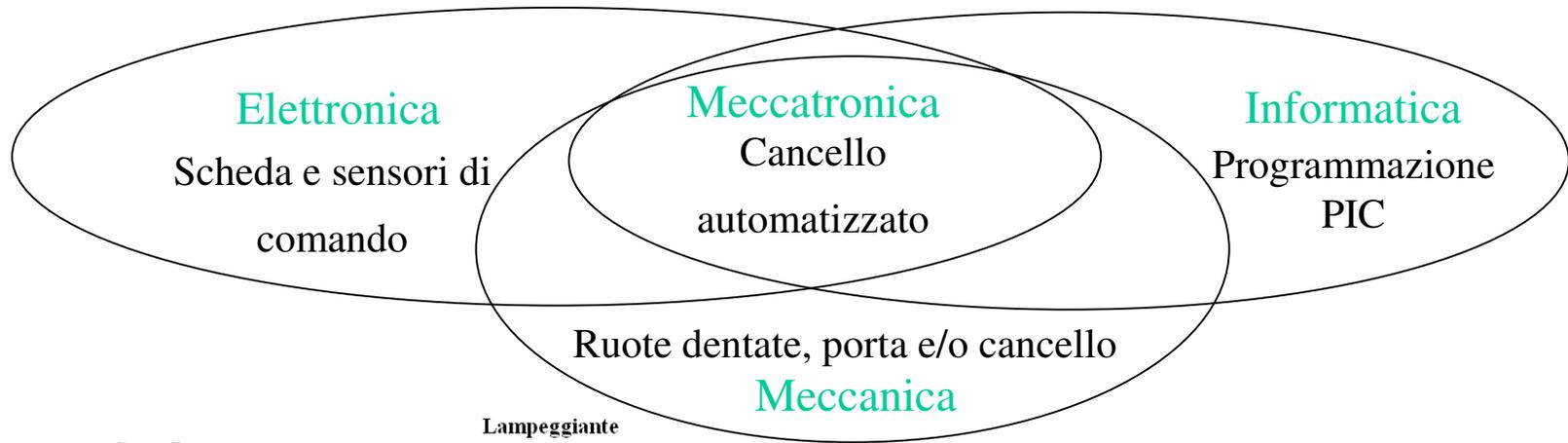
Collaborazioni e progetti

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

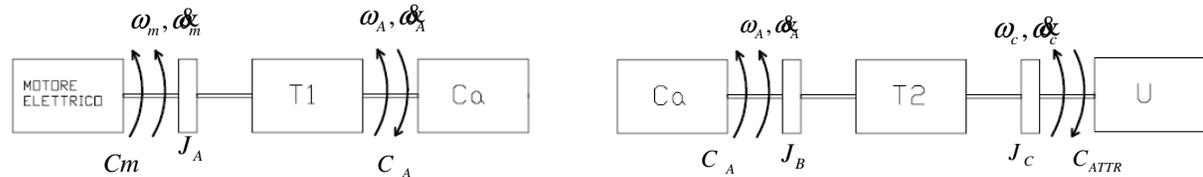
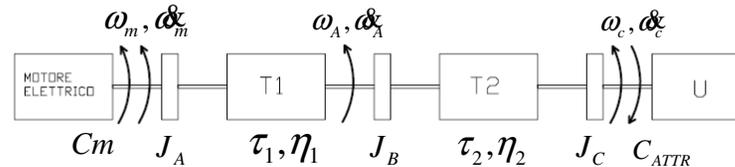
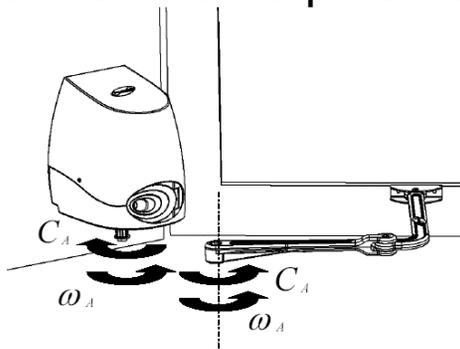


Macchina di collaudo

Collaborazione con Stagnoli T.G. (2)

Per adesso è stato analizzato solo uno dei dispositivi prodotti.

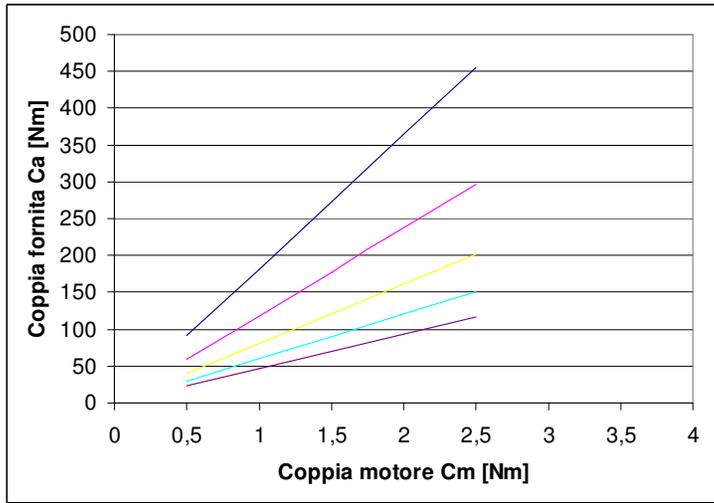
La revisione della meccanica è stata condotta tramite gli strumenti propri della meccanica applicata: schematizzazione con blocchi funzionali e applicazione del teorema delle potenze.



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

$$C_A = C_m \gamma$$

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



Screenshot of the StoeberRead software interface. The left pane shows a sequence tree with various actions like 'Setup', 'Set Motor Type', 'Supply Frequency', etc. The right pane shows a table of parameters:

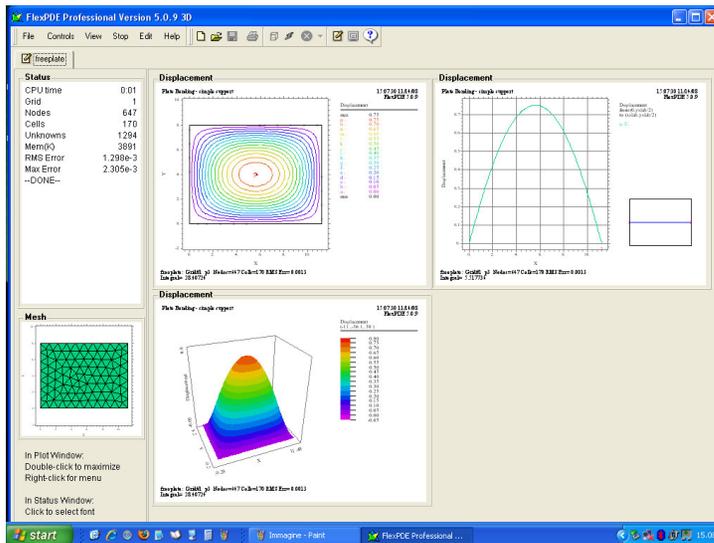
Nome	Key	Value
Coppie min	torqueMin	-30.0
Coppie max	torqueMax	30.0
Vel. min	speedMin	-60.0
Vel. max	speedMax	60.0
Durata	duration	2.0
Coppia misurata	torqueMeas	-14.19
Numero di giri misur...	rotationsMeas	3338375808.0
Vel. misurata	speedMeas	0.0
countdown	countdown	0.0

Settaggio macchina di collaudo

FlexPDE

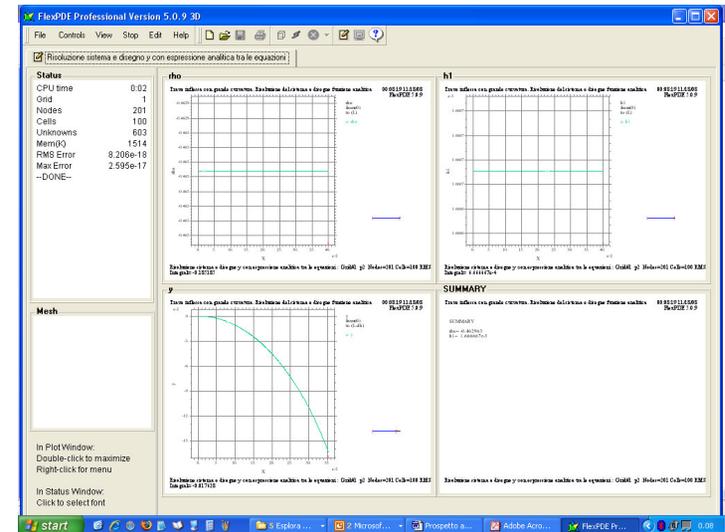
Conoscenza approfondita di FlexPDE per stimarne limiti e potenzialità per l'attività di ricerca

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

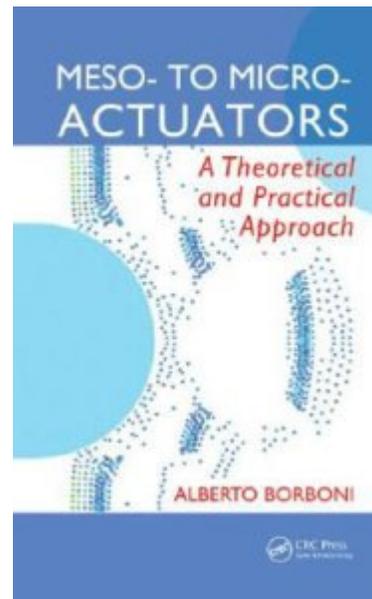
Pubblicazioni

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

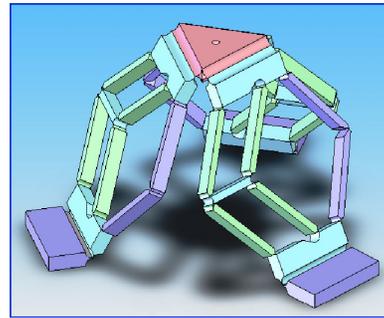
Pubblicazioni

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.

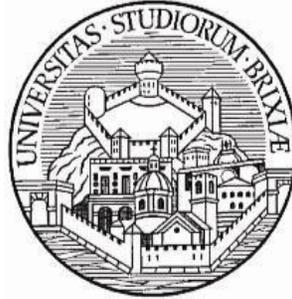


- MICROCONTINUI

- 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