

SCHEMA PER LA RELAZIONE ANNUALE DEL DOTTORANDO CICLO Anno

- Nome e Cognome _____Gabriele De Pietro_____
- Dottorato in **INGEGNERIA MECCANICA**
- Ciclo __XXI__ Anno di Corso __2016/2017__
- Dipartimento di afferenza DIMEAS
- Coordinatore **Prof. Luigi GARIBALDI**
- Tutore _____Prof. Carrera Erasmo_____
- Area Culturale di Interesse (in Italiano e Inglese)
 - Meccanica di strutture in materiale composito
 - Mechanical modelling of composite material structures
- Breve descrizione dell'argomento della tesi o dell'Area Culturale di Interesse (massimo 20 righe, in Italiano e Inglese)

The aim of this research is to design continuum structures capable of morphing between different stable shapes without the need for complex mechanisms or conventional actuators. Potential applications encompass the field of deployable architectural structures, aeronautics (shape-changing aerodynamic panels, variable geometry engine exhausts and reconfigurable airplane wings), optics (shape-changing mirrors for active focusing in adaptive optical systems), and micro electromechanical systems (micro-switches, mechanical memory cells, valves, micro-pumps).

Advanced 1D finite elements based on Carrera Unified Formulation (CUF) are used in order to investigate the behaviour of such structures. CUF-based 1D finite elements are conveniently used in order to obtain 3D-like accurate results in terms of displacements and stresses as well as reduced computational costs.

During the second year, the formulation has been extended to curved finite elements in order to be able to investigate more complex geometries with no loss of accuracy. Results have been validated towards exact reference solutions as well as 2D and 3D commercial finite elements.

Furthermore, the formulation for geometrically nonlinear analyses has been developed and validated for the analysis of large displacements and buckling of laminated structures for different slenderness ratios and boundary conditions showing that the advantages of the proposed formulation are preserved also in the nonlinear cases.

Future studies will deal with snap-through buckling analyses typical of multi-stable composite structures.

L'obiettivo di questo progetto di ricerca è lo studio di strutture che possano variare la loro forma geometrica e assumere diverse configurazioni stabili senza l'utilizzo di complessi cinematismi o attuatori convenzionali. Possibili applicazioni in campo industriale spaziano dalle strutture dispiegabili, all'aeronautica (superfici aerodinamiche a geometria variabile, ugelli a geometria variabile e ali riconfigurabili), all'ottica (sistemi ottici a geometria variabile), a micro-sistemi elettromeccanici (micro-switch, celle di memoria, valvole e micro-pompe). La meccanica di queste strutture è analizzata attraverso elementi finiti 1D avanzati che vengono derivati da una formulazione unificata del campo di spostamento (Carrera Unified Formulation). Questi elementi finiti possono essere convenientemente usati per ottenere risultati 3D accurati con costi computazionali significativamente inferiori.

Durante il secondo anno, la formulazione è stata estesa ad elementi finiti curvi allo scopo di analizzare strutture con geometrie più complesse senza alcuna perdita di accuratezza.

I risultati sono stati validati rispetto a soluzioni di riferimento esatte e software commerciali agli elementi finiti 2D e 3D.

Inoltre, la formulazione è stata estesa anche al caso di analisi con non linearità geometriche, come grandi spostamenti e buckling di strutture laminate.

I risultati ottenuti per diversi rapporti di snellezza e configurazioni di vincolo hanno mostrato che i vantaggi della presente formulazione sono preservati anche nel caso di analisi non lineari.

Studi futuri riguarderanno analisi non lineari di snap-through buckling tipico di strutture composite multi-stabili.

- Attività di formazione svolta nell'anno (corsi, seminari, etc.); per ogni attività specificare natura, durata e sede

-Course on Geometrically exact composite shell elements for multi-field problems through sampling surfaces formulation, Politecnico di Torino, 24-27 October 2016 (15 hours), Italy.

-LIST PhD Day Seminar, Luxembourg Institute of Science and Technology, December 8th 2016 (6 hours), Luxembourg.

-2nd Exploratory Workshop on Applications of Model Order Reduction Methods, 10 March 2017 (8 hours), University of Luxembourg.

-'Researchers at School-7th edition', 27 March 2017 (4 hours), Lycée des Arts et Metiers, Luxembourg.

-Spring School on the Computational Methods for the Analysis, Design and Failure of Composites, 3-7 April 2017 (40 hours), CISM Udine, Italy.

-Course on Servosistemi meccanici, May 2017 (20 hours), Politecnico di Torino, Italy.

-Course on Linear viscoelasticity of materials, May 2017 (30 hours), Politecnico di Torino, Italy.

-Course on Self management techniques for work environment, May-June 2017 (10 hours), Politecnico di Torino, Italy.

-Workshop on Manufacturing and Experimental Testing, 19-21 June 2017 (24 hours), University of Bristol, UK.

-Course on Continuum damage model for composite materials, July 2017 (20 hours), Politecnico di Torino, Italy.

- Eventuale partecipazione del Dottorando ad ulteriori attività di ricerca nell'anno (progetti e convenzioni di ricerca)

EU Marie Curie Innovative Training Network grant agreement no. 642121, research project "FULLCOMP: Fully integrated analysis, design, manufacturing and health-monitoring of composite structures".

- Eventuale partecipazione del Dottorando ad Attività interne di supporto alla didattica nell'anno (specificare su quali corsi, e se eventualmente il Dottorando sia stato nominato Cultore della Materia)

-
- Eventuali soggiorni presso altri Centri di Ricerca nell'anno

Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST), October 2016-April 2017, August 2017-October 2017

- Eventuali collaborazioni con imprese nell'anno

-
- Elenco delle Pubblicazioni del Dottorando

Journal papers

-G. Giunta, G. De Pietro, H. Nasser, S. Belouettar, E. Carrera, M. Petrolo, *A thermal stress finite element analysis of beam structures by hierarchical modelling*, Composites Part B: Engineering, 95: 179-195, 2016.

-G. De Pietro, Y. Hui, G. Giunta, S. Belouettar, E. Carrera, H. Hu, *Hierarchical one-dimensional finite elements for the thermal stress analysis of three-dimensional functionally graded beams*, Composite Structures, 153: 514-528, 2016.

-G. De Pietro, G. Giunta, S. Belouettar, E. Carrera, *A static analysis of three-dimensional sandwich beam structures by hierarchical finite elements modelling*, Journal of Sandwich Structures and Materials, 2016 (accepted).

-M. Petrolo, I. Kaleel, G. De Pietro, E. Carrera, *Wave propagation in compact, thin-walled and layered beams using variable kinematic beam theories*, Journal of Sound and Vibration, 2016 (submitted).

Conference proceedings

M. Petrolo, E. Carrera, G. De Pietro, *Dynamic response analysis of structures through component-wise models*, 23rd Conference of the Italian Association of Aeronautics and Astronautics, Turin, 2015.

M. Petrolo, E. Carrera, G. De Pietro, A. Rosati, *Evaluation of damage effects on metallic and composite aerospace structures via refined models*, 23rd Conference of the Italian Association of Aeronautics and Astronautics, Turin, 2015.

G. Giunta, S. Belouettar, G. De Pietro, *A thermal stress finite element analysis of isotropic and laminated beams via unified formulation*, 23rd Conference of the Italian Association of Aeronautics and Astronautics, Turin, 2015.

G. De Pietro, G. Giunta, S. Belouettar, E. Carrera, *A thermal stress analysis of functionally graded beam structures by hierarchical finite elements*, 2nd International Conference on Mechanics of Composites, Porto, 2016.

G. De Pietro, G. Giunta, S. Belouettar, A. Pagani, E. Carrera, *Geometrically nonlinear hierarchical finite elements via a unified formulation*, 20th International Conference on Composite Structures, Paris, 2017.

Torino,

Firma del Tutore

Gabriele De Pietro

Firma del Dottorando

Il Coordinatore
