UNIVERSITÀ DI PISA

MATERIALS AND INSTRUMENTATION FOR BIONICS ENGINEERING

ANGELO MARIA SABATINI

Academic year	2020/21
Course	BIONICS ENGINEERING
Code	701II
Credits	12

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT FOR BIONIC SYSTEMS	ING-INF/06	LEZIONI	60	ANGELO MARIA SABATINI
SOFT AND SMART MATERIALS	ING-IND/34	LEZIONI	60	MATTEO CIANCHETTI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Il modulo “Instrumentation and measurement for bionic systems" introduce gli studenti ai principali metodi e tecnologie impiegati nello sviluppo di dispositivi per la misura di quantità fisiche ed elettriche, utili nel controllo e nel monitoraggio di sistemi bionici. Gli studenti saranno esposti a un approccio orientato al sistema, piuttosto che al dispositivo, nella presentazione di un sistema di misura, con considerazioni multi-disciplinari riguardanti, elettronica, teoria dei sistemi, teoria dei segnali, statistica e teoria della probabilità.
Il modulo “Soft and smart materials”, mira ad approfondire la conoscenza e l’utilizzo di materiali morbidi/cedevoli/flessibili per la realizzazione di dispositivi bionici. La prima parte consisterà nel fornire una conoscenza avanzata su diverse tecnologie (attuatori e sensori innovativi), dai principi di base al loro sfruttamento in problemi ingegneristici specifici. La seconda parte del corso coprirà l’analisi agli elementi finiti (FEA) e fornirà il background matematico per comprendere la valenza del metodo e la conoscenza di base per poter impostare e risolvere un problema meccanico strutturale altamente non lineare.

Modalità di verifica delle conoscenze

Nel modulo “Instrumentation and measurement for bionic systems”, l’esame per l’accertamento delle conoscenze consiste in una prova orale, nel corso delle quali lo studente viene invitato a esporre approcci possibili per la soluzione di semplici problemi di misura. Non sono previste prove in itinere.
Nel modulo “Soft and Smart Materials”, l’accertamento delle conoscenze avverrà attraverso la prova orale prevista in ogni sessione d’esame. Non sono previste prove in itinere, ma durante le lezioni gli studenti verranno chiamati a rispondere a quesiti su tematiche già affrontate e inoltre nell’affrontare le sessioni pratiche, gli studenti dovranno dare prova di aver acquisito le conoscenze teoriche di base.

Capacità

Modulo “Instrumentation and measurement for bionic systems”
Al termine del corso lo studente saprà:

- leggere e interpretare le principali specifiche metrologiche di trasduttori e dispositivi elettronici di impiego comune nella realizzazione di sistemi di misura
- applicare semplici metodi statistici per la quantificazione dell’incertezza di misura, e riportare i risultati di misura in modo corretto
- orientarsi con spirito critico nella letteratura scientifica riguardante eminentemente attività sperimentali a carattere misuristico nell’ambito bionico

Modulo “Soft and Smart Materials”
Il corso permetterà allo studente di saper svolgere un'analisi comparativa per scegliere le tecnologie attuative innovative più adatte per problemi tecnici specifici. Inoltre, grazie alle sessioni di laboratorio, gli studenti acquisiranno la manualità nell’utilizzo di alcuni strumenti di laboratorio (generatori di segnale, amplificatori di tensione, macchine di caratterizzazione meccanica, fornace) e materiali (siliconi, leghe metalliche a memoria di forma, parafilm). Infine, gli studenti sapranno progettare e simulare semplici problemi meccanici altamente non-lineari attraverso l’utilizzo di un software commerciale per l’analisi agli elementi finiti.

Modalità di verifica delle capacità

Nel modulo “Instrumentation and measurement for bionic systems”, particolare attenzione nel corso della prova d’esame è rivolta a saggiare la capacità dello studente di esprimersi in un linguaggio tecnico appropriato, e a padroneggiare in modo critico e costruttivo le conoscenze metodologiche acquisite durante il corso, anche attraverso la capacità di formalizzazione matematica dei problemi posti.
Nel modulo “Soft and Smart Materials”, l’accertamento delle conoscenze durante l’implementazione pratica dei concetti acquisiti. Sono

previste sia attività “hands-on” in cui gli studenti progetteranno e fabbricheranno con le loro mani dei piccoli dispositivi, sia esercitazioni al computer in cui gli studenti dovranno risolvere i problemi assegnati con l’uso del software di analisi dedicato.

Comportamenti
Nel modulo “Instrumentation and measurement for bionic systems”, gli studenti acquisiranno la capacità di:

- comprendere l’adeguatezza di uno specifico trasduttore (dispositivo di misura), rispetto alle specifiche di accuratezza di una determinata applicazione
- selezionare i metodi e principi di misura più idonei per l’esecuzione di semplici attività sperimentali

Nel modulo “Soft and Smart Materials” gli studenti acquisiranno il metodo corretto per affrontare la progettazione di strutture meccaniche altamente deformabili e verranno sensibilizzati sull’uso corretto di strumenti e materiali per la realizzazione di prototipi per la validazione sperimentale.

Modalità di verifica dei comportamenti
Nel modulo “Instrumentation and measurement for bionic systems”, gli strumenti utilizzati per accertare l’acquisizione dei comportamenti attesi saranno essenzialmente basati sulle interazioni con il docente, realizzate nel corso delle lezioni frontali e delle esercitazioni in classe – utili a verificare l’acquisizione e il consolidamento dei concetti esposti.
Nel modulo “Soft and Smart Materials” gli studenti dimostreranno l’acquisizione di un corretto comportamento sia in aula attraverso le interazioni con il docente, sia durante le sessioni pratiche.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Per il modulo “Instrumentation and measurement for bionic systems”, non sono necessari particolari requisiti. Una certa padronanza multidisciplinare in elettronica analogica, teoria dei (circuiti, segnali, probabilità, controlli) è certamente utile a una fruizione ottimale del corso.
Per seguire il modulo “Soft and Smart Materials” in modo proficuo, non sono richieste conoscenze specialistiche da parte degli studenti. Tuttavia, sono necessarie conoscenze consolidate di base di fisica e matematica. Sono inoltre utili, anche se non strettamente necessarie, conoscenze relative a meccanica ed elettronica.

Indicazioni metodologiche
Per quanto concerne il modulo “Instrumentation and measurement for bionic systems”, le indicazioni metodologiche sono le seguenti:

- Lezioni frontali, con ausilio di lucidi/slide/filmati
- Presentazione di script in MATLAB dal PC del docente (PC personali degli studenti suggeriti)
- Disponibilità delle lezioni in formato elettronico (file pdf) sul sito http://www.bionicsengineering.it/Courses_PrivateArea, accessibile agli studenti;
- Interazione tra studente e docente avviene mediante scambi e-mail o fissando degli appuntamenti su richiesta, per ricevimenti e richieste di chiarimenti sugli argomenti del corso;
- Lingua ufficiale del corso è l’inglese

Per quanto riguarda il modulo “Soft and Smart Materials”, le indicazioni metodologiche sono le seguenti:

- Le lezioni si svolgeranno in forma alternata alla lavagna e utilizzando slide proiettate, con l’ausilio anche di animazioni, video e piccole demo;
- Le esercitazioni in laboratorio si svolgeranno in piccoli gruppi (di massimo 6 persone), e ogni studente verrà chiamato a collaborare attivamente nell’uso degli strumenti necessari al completamento del compito assegnato;
- Nelle esercitazioni di laboratorio ogni studente avrà a disposizione tutti gli opportuni dispositivi di protezione individuale (camici, occhiali e guanti);
- Nelle esercitazioni in aula multimediale gli studenti avranno adisposizione computer (uno a testa) per portare a termine individualmente gli esercizi proposti;
- Gli studenti potranno istallare sul loro PC personale (se lo desiderano) lo stesso software in forma gratuita per esercitarsi al di fuori delle lezioni;
- Le lezioni saranno disponibili in formato elettronico (file pdf) sul sito http://www.bionicsengineering.it/Courses_PrivateArea, accessibile dagli studenti;
- L’interazione tra studente e docente avverrà mediante scambi e-mail o fissando degli appuntamenti su richiesta, per ricevimenti e richieste di chiarimenti sui temi trattati a lezione;

La lingua utilizzata nel corso delle lezioni e delle attività di laboratorio sarà sempre l’inglese.

Programma (contenuti dell'insegnamento)
Modulo “Instrumentation and measurement for bionic systems”

- Considerazioni introduttive (5h)
- Nozioni elettroniche di base (10h)
- Sistemi di misura (25h)
- Analisi dei segnali di misura (20h)

Per quanto riguarda il modulo “Soft and Smart Materials”, il programma prevede i seguenti argomenti, suddivisi in temi più specifici:

- Introduzione (2h)

- Tecnologie attuative innovative (23h):
    - Attuatori piezoelettrici
    - Leghe a memoria di forma
    - Polimeri elettro-attivi
    - Attuatori fluidici flessibili
    - Fluidi elettro- magneto-reologici
    - Attuatori basati su meccanismo “jamming”
- Introduzione matematica all’analisi agli elementi finiti (FEA) (12h):
- Implementazione del metodo FEA sul software ANSYS (23h):
    - Teoria e analisi dello strumento
    - Applicazione dello strumento

Bibliografia e materiale didattico

Per entrambi i moduli, le lezioni in formato digitale sono disponibili sul sito http://www.bionicsengineering.it/Courses_PrivateArea, accessibile dagli studenti.
Modulo “Instrumentation and measurement for bionic systems”
La bibliografia di riferimento è la seguente:

- Doebelin E.O.: “Measurement systems application and design”, McGraw Hill
- Klaassen K.B.: “Electronic measurement and instrumentation”, Cambridge: Cambridge University Press
- Oppenheim A.V., Schafer R.W.: “Discrete-time signal processing”, New York: Prentice-Hall
- Ott H.W.: “Noise reduction techniques in electronic systems”, New York: John Wiley & Sons
- Pallás-Areny R., Webster J.G.: “Sensors and signal conditioning”, New York: John Wiley & Sons
- Van Putten A.F.P.: “Electronic measurement systems: theory and practice”, London: Prentice-Hall International
- Webster J.G. (ed.): “The measurement, instrumentation, and sensors”

Per il modulo “Soft and Smart Materials”, i riferimenti per le basi toriche dell’analisi agli elementi Finiti (FEA) sono i primi 3 capitoli del libro: Robert D. Cook, David S. Malkus, Michael E. Plesha, Robert J. Witt, "Concept and applications of finite element analysis", Fourth edition, John Wiley & Sons, ISBN: 978-0-471-35605-9
Il software ANSYS è disponibile online sul sito ansys.com (student edition, gratuito e completamente funzionante per 6 mesi) e su tutti i computer dell’aula multimediale in cui si svolge metà del corso.
La bibliografia di riferimento per le tecnologie attuative include:

- Josè L. Pons, 2005 “Emerging Actuator Technologies: A Micromechatronic Approach”, Wiley, ISBN-13: 978-0470091975, ISBN-10: 0470091975
- Panagiotis Polygerinos, Nikolaus Correll, Stephen A. Morin, Bobak Mosadegh, Cagdas D. Onal, Kirstin Petersen, Matteo Cianchetti, Michael T. Tolley and Robert F. Shepherd (2017) “Soft Robotics: Review of Fluid-Driven Intrinsically Soft Devices; Manufacturing, Sensing, Control, and Applications in Human-Robot Interaction” Advanced Engineering Materials, 1700016.
- De Greef, P. Lambert, A. Delchambre “Towards flexible medical instruments: review of flexible fluidic actuators” (2009), Precis. Eng., 33, 311.
- Manti M, Cacucciolo V, Cianchetti M (2016) “Stiffening in Soft Robotics: a review”, IEEE Robotics and Automation Magazine, 23(3), 93-106.
- Shaw, J.; Churchill, C. & Iadicola, M. TIPS AND TRICKS FOR CHARACTERIZING SHAPE MEMORY ALLOY WIRE: PART 1 DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY AND BASIC PHENOMENA Experimental Techniques, Blackwell Publishing Inc, 2008, 32, 55-62
- Churchill, C.; Shaw, J. & Iadicola, M. TIPS AND TRICKS FOR CHARACTERIZING SHAPE MEMORY ALLOY WIRE: PART 2 FUNDAMENTAL ISOTHERMAL RESPONSES Experimental Techniques, Blackwell Publishing Inc, 2009, 33, 51-62
- Paulo Silva Lobo, João Almeida, Lú?s Guerreiro, “Shape Memory Alloys Behaviour: A Review”, Procedia Engineering, Volume 114, 2015, Pages 776-783
- Jaronie Mohd Jani, Martin Leary, Aleksandar Subic, Mark A. Gibson, “A review of shape memory alloy research, applications and opportunities”, Materials & Design (1980-2015), Volume 56, April 2014, Pages 1078-1113
- Biggs, J., Danielmeier, K., Hitzbleck, J., Krause, J., Kridl, T., Nowak, S., Orselli, E., Quan, X., Schapeler, D., Sutherland, W. and Wagner, J. (2013), Electroactive Polymers: Developments of and Perspectives for Dielectric Elastomers. Angew. Chem. Int. Ed., 52: 9409–9421

Inoltre, tutto il materiale incluso nelle slide del corso è debitamente citato e disponibile online.

Indicazioni per non frequentanti

Non ci sono variazioni per studenti non frequentanti.

Modalità d'esame

Nel modulo “Instrumentation and measurement for bionic systems”, le indicazioni per lo svolgimento della prova di esame sono le seguenti:

- L'esame è composto da una prova orale
- La prova orale consiste in un colloquio tra il candidato e il docente titolare del corso; durante la prova orale potrà anche essere richiesto al candidato di risolvere problemi/esercizi scritti, davanti al docente
- La durata media del colloquio è 60 minuti
- La prova orale è superata se il candidato mostra di essere in grado di esprimersi in modo chiaro e di usare la terminologia corretta, oppure se il candidato è in grado di rispondere con padronanza e metodo alle osservazioni del docente
- La prova orale non è superata se il candidato mostrerà ripetutamente l'incapacità di mettere in relazione critica parti del programma e nozioni, dal cui collegamento dipende la possibilità di rispondere in modo corretto.

Nel modulo “Soft and smart materials”, l’accertamento delle conoscenze avviene attraverso una prova orale in cui vengono poste domande per valutare la conoscenza dei principi tecnologici esposti e testati durante il corso e la capacità di saper scegliere la tecnologia più adatta per specifiche applicazioni. La prova non è superata se il candidato mostra di non essere in grado di esprimersi in modo chiaro e di usare la terminologia corretta. Inoltre il candidato deve anche dimostrare di saper rispondere correttamente almeno alle domande che riguardano i principi fisici alla base delle tecnologie analizzate. Si considera invece motivo di merito la capacità di saper argomentare vantaggi e svantaggi nell’uso delle stesse in contesti applicativi specifici.
Dopo questa parte teorica, allo studente viene chiesto di risolvere un problema FEM preimpostato con l’utilizzo del computer messo a disposizione dal docente per capire il livello di abilità acquisita nell’utilizzo del software ANSYS studiato durante il corso. La prova si considera superata se il candidato mostra dimestichezza nell’uso del software e se è in grado di giustificare e supportare le ragioni che lo spingono ad utilizzare determinati comandi. Portare a compimento la simulazione non è strettamente necessario (anche se motivo di merito), ma il candidato deve almeno impostare l’analisi in maniera corretta e logica.

Altri riferimenti web
http://www.bionicsengineering.it/courses_and_staff

Note
Nessuna nota aggiuntiva

Ultimo aggiornamento 14/01/2021 18:47