# FACOLTA' DI INGEGNERIA – A.A. 2011/12 – 2012/13
## CLASSE LM-33 – INGEGNERIA MECCANICA

## CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA MECCANICA

**ELENCO SCHEDE DI TRASPARENZA DEGLI INSEGNAMENTI.**

**SCHEDE DI TRASPARENZA DEGLI INSEGNAMENTI DI PRIMO ANNO:**

COMPLEMENTI DI COSTRUZIONE DI MACCHINE
COMPLEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA
ELETTRONICA E ROBOTICA (C.I.)
METODI NUMERICI
MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA
SIMULAZIONE NUMERICA PER L'INGEGNERIA MECCANICA
STATISTICA E CALCOLO DELLE PROBABILITA'

**SCHEDE DI TRASPARENZA DEGLI INSEGNAMENTI DI SECONDO ANNO:**

CONTROLLO DI QUALITA' E MANUTENZIONE
GESTIONE DELL'ENERGIA
GESTIONE DELLA PRODUZIONE
MECCANICA DEI MATERIALI COMPOSITI E CERAMICI
PROGETTAZIONE DI PROCESSO
SISTEMI DI ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DI GRANDEZZE MECCANICHE
TECNICA DEL FREDDO
TERMOTECNICA

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | Ingegneria |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2011/2012 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria Meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | Complementi di costruzione di macchine |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Caratterizzante |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | Ingegneria Meccanica |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 02104 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | NO |
| **NUMERO MODULI** | |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | ING-IND/14 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Giovanni Petrucci<br>P.A.<br>Università di Palermo |
| **CFU** | 9 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 129 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 96 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | Scienza delle costruzioni, Costruzione di macchine |
| **ANNO DI CORSO** | I |
| **SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali, Esercitazioni in aula |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Prova Orale, Esecuzione e discussione dei programmi informatici sviluppati durante le esercitazioni |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | Da Lunedì a Venerdì dalle 11.00 alle 13.00 |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Il corso si propone di fare acquisire allo studente le seguenti conoscenze e capacità: una conoscenza e una comprensione approfondite dei principi matematici e scientifici e degli aspetti metodologico-operativi della costruzione di macchine; una consapevolezza critica degli ultimi sviluppi nel settore, con particolare riferimento alla fatica aleatoria e alla fatica multiassiale dei componenti meccanici; una profonda comprensione delle tecniche applicabili e delle loro limitazioni.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Il corso si propone di fare acquisire allo studente le seguenti conoscenze e capacità: capacità di utilizzare le conoscenze di matematica, fisica e scienza delle costruzioni per interpretare e descrivere problemi poco noti e definiti in modo incompleto dell'ingegneria strutturale in campo meccanico; la capacità di formulare e di risolvere problemi in aree nuove ed emergenti

dell'ingegneria strutturale in campo meccanico.

**Autonomia di giudizio**
Il corso si propone di sviluppare nello studente abilità decisionali ed interpretative concernenti la scelta di tecniche di calcolo, semplificazione di problemi, analisi di dati sperimentali finalizzate alla progettazione meccanica e alla sicurezza strutturale.

**Abilità comunicative**
Il corso si propone di sviluppare nello studente la capacità di comunicare ed esprimere con competenza e proprietà di linguaggio le problematiche dell'ingegneria strutturale in campo meccanico.

**Capacità d'apprendimento**
Il corso si propone di sviluppare capacità d'apprendimento delle innovazioni teoriche e pratiche dell'analisi strutturale e di calcolo e progetto di componenti meccanici .

**OBIETTIVI FORMATIVI**
Il corso si propone di formare lo studente affinché sia in grado di analizzare e comprendere le problematiche di sollecitazione e resistenza di materiali, componenti e strutture meccaniche, di applicare le metodologie di calcolo e progetto di componenti e strutture meccaniche attualmente disponibili, di comprendere ed apprendere le innovazioni teoriche e pratiche del settore della costruzione di macchine.

| **ORE FRONTALI** | **LEZIONI FRONTALI** |
|---|---|
| 10 | Teoria dell'elasticità, Stato tensionale, materiali orto tropi |
| 15 | Piastre e lastre, cilindri in pressione, dischi rotanti, travi curve |
| 20 | Fatica ad ampiezza variabile e in campo aleatorio |
| 10 | Fatica multiassiale, effetto della componente media |
| 5 | Plasticità, criterio di Neuber: |
| | |
| | **ESERCITAZIONI** |
| | Sviluppo di programmi informatici di calcolo in linguaggio Matlab per l'analisi e la soluzione di problemi relativi a : |
| 6 | Stato tensionale – materiali ortotropi |
| 5 | Piastre |
| 8 | Cilindri in pressione - Dischi rotanti |
| 8 | Fatica ad ampiezza variabile, in campo aleatoria ed effetto tensione media |
| 6 | Fatica multiassiale |
| 3 | Plasticità |
| **TESTI CONSIGLIATI** | Dispense del docente scaricabili dal sito del Dipartimento di Meccanica |

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | Ingegneria |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2011/2012 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria Meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | **Complementi di Tecnologia Meccanica** |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Caratterizzante |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | Tecnologie e Sistemi di Lavorazione |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 02123 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | NO |
| **NUMERO MODULI** | |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | ING-IND/16 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Fabrizio Micari<br>Professore Ordinario<br>Università di Palermo |
| **CFU** | 9 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 135 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 90 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | Nessuna |
| **ANNO DI CORSO** | Primo |
| **SEDE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali, esercitazioni. |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa, ma fortemente consigliata |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Prova orale |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | Prof. F. Micari<br>Lunedì ore 11-13 |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente al termine del corso avrà acquisito una adeguata conoscenza del comportamento plastico dei materiali metallici, con particolare riferimento alla formatura delle lamiere, e sarà in grado di comprendere le principali problematiche che si destano nella progettazione di tali processi. Lo studente inoltre possiederà una adeguata conoscenza delle tecnologie di giunzione, con riferimento ai più diffusi procedimenti di saldatura dei metalli ed alle criticità connesse all'esecuzione di tali processi. Infine avrà acquisito un ampio complesso di conoscenze relativo alle lavorazioni di formatura ed alle lavorazioni secondarie su manufatti in materiale composito.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente sarà in grado di decidere, in funzione della specifica applicazione, in merito alla opportunità di applicare un particolare processo di formatura dei metalli, nonché di procedere alla individuazione del set di parametri operativi che rendono ottima l'applicazione del processo. Analoghe considerazioni valgono per quanto concerne i processi di saldatura dei metalli ed i processi tecnologici su materiali compositi.

**Autonomia di giudizio**

Al termine del corso lo studente avrà acquisito la capacità di valutare l'efficacia di un processo per la realizzazione di un determinato prodotto, in funzione delle caratteristiche peculiari di

quest'ultimo.

**Abilità comunicative**

Lo studente dovrà possedere la capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sarà in grado di sostenere conversazioni su tematiche inerenti i processi di formatura, di saldatura e le lavorazioni sui compositi.

**Capacità d'apprendimento**

Lo studente avrà appreso gli aspetti di base sul comportamento plastico dei metalli, sulle principali lavorazioni di formatura, di saldatura e sui processi di lavorazione dei compositi. Sarà pertanto in grado di proseguire autonomamente approfondendo le sue conoscenze, anche con riferimento a processi innovativi e/o speciali. Più in generale la conoscenza acquisita sulle tecnologie di fabbricazione di componenti meccanici gli consentirà di proseguire gli studi ingegneristici con maggiore autonomia e discernimento.

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL CORSO**

Il corso è finalizzato a conferire allo studente un complesso di conoscenze sui processi di formatura dei metalli, con particolare riferimento ai metodi di analisi degli stessi ed alla presentazione delle tecnologie maggiormente innovative.

| | **COMPLEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA** |
|---|---|
| **ORE FRONTALI** | **LEZIONI FRONTALI** |
| 12 | Equazioni tensioni-deformazioni in campo plastico. Il potenziale plastico. La condizione di normalità. Il teorema dell'Upper-Bound. Introduzione al F.E.M. |
| 18 | Processi di formatura delle lamiere. Caratteristiche peculiari dei processi di formatura delle lamiere: anisotropia, ritorno elastico, limiti di formabilità; Forming Limit Diagrams. Processi di formatura delle lamiere: tranciatura, piegatura, roll forming, imbutitura profonda, stampaggio, cenni sui processi di hydroforming e di formatura incrementale.. |
| 16 | I Processi di saldatura. Classificazione. Saldatura a gas. Saldatura con elettrodi rivestiti. Saldatura ad arco sommerso. Saldatura TIG, MIG, MAG. Impiego del Laser nella saldatura. Saldature a resistenza. Cicli termici nella saldatura. Difetti di saldatura. Saldature allo stato solido. Friction Stir Welding. |
| 14 | Processi di lavorazione primaria dei materiali compositi: processi di fabbricazione in stampo aperto, processo manuale di laminazione – hand lay up, processo di applicazione a spruzzo – spray lay up, processo sacco a vuoto – autoclave, processo per avvolgimento di filamenti – filament winding, processi di fabbricazione in stampo chiuso, tecnologia RTM – Resin Transfer Moulding, processo di poltrusione continua.<br>Processi di lavorazione secondaria dei materiali compositi: foratura, fresatura, taglio water-jet e taglio laser dei compositi<br>Controlli non distruttivi di strutture in composito: Metodi basati sull'utilizzo di ultrasuoni e Termografia |
| | **ESERCITAZIONI** |
| 9 | Esercitazioni in aula sulla progettazione dei processi di formatura |
| 12 | Esercitazioni pratiche sulla realizzazione di processi di formatura |
| 6 | Esercitazioni in aula sui processi di saldatura |
| 3 | Esercitazioni sui processi di lavorazione dei materiali compositi |
| | |
| **TESTI CONSIGLIATI** | F. GABRIELLI, R. IPPOLITO, F. MICARI – *Analisi e Tecnologia delle Lavorazioni Meccaniche* – McGraw-Hill, 2008. |

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | Ingegneria |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2011-2012 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria Meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | **Elettronica e Robotica (c.i.)** |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Affine |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 15194 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | SI |
| **NUMERO MODULI** | 2 |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | ING-INF/04 – ING-INF/01 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Patrizia Livreri<br>Ricercatore confermato<br>Università degli Studi di Palermo |
| **DOCENTE COINVOLTO** | Filippo D'Ippolito<br>Ricercatore<br>Università di Palermo |
| **CFU** | 6+6 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 180 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 60+60 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | Matematica I, Matematica II, Fisica I e II, Geometria, |
| **ANNO DI CORSO** | I |
| **SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in laboratorio |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Prova Scritta e Orale |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Primo semestre |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | Prof. D'Ippolito: Un'ora prima della lezione, tutti i giorni di lezione<br>Prof. Livreri: Tutti i giorni al di fuori dell'orario delle lezioni previo appuntamento telefonico o per e-mail |

**Modulo Elettronica**

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione**

L'allievo, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e capacità di comprensione su:

- caratteristiche fondamentali e principio di funzionamento dei dispositivi elettronici di più comune impiego;
- funzionamento dei circuiti elettronici di più comune impiego nelle applicazioni tipiche dei

sistemi automatizzati
- l'utilizzo dei sistemi elettronici nelle comunicazioni;
- comprenderà i principi fisici e la fisica matematica utile alla comprensione dei fenomeni elettronici;
- avrà una visione sistematica del circuito elettronico;
- sarà consapevole del contesto scientifico multidisciplinare che abbracci i settori dell'Ingegneria dell'Informazione e dell'Ingegneria Industriale.

.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

L'allievo, al termine del corso, sarà in grado di:
- identificare, formulare e analizzare le problematiche fondamentali connesse con l'impiego dei circuiti elettronici e dei convertitori elettronici, utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati.
- comprendere i fenomeni, i circuiti ed i sistemi Elettronici
- conoscere le grandezze fisiche e la terminologia dell'Elettronica
- comprendere l'utilizzo dei circuiti elettronici nell'aeronautica e nell'automotive

**Autonomia di giudizio**

L'allievo avrà acquisito l'autonomia necessaria per impiegare correttamente i circuiti elettronici elementari ed i convertitori elettronici.

**Abilità comunicative**
- Lo studente sarà in grado di: acquisire la capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'elettronica; conoscere le grandezze fisiche e la terminologia dell'Elettronica; di sostenere conversazioni su tematiche attuali che riguardano i circuiti elettronici; di discorrere con competenza su tematiche legate all'elettronica anche con non addetti ai lavori.

**Capacità d'apprendimento**

L'allievo sarà in grado di:
- affrontare lo studio dei sistemi elettronici;
- riconoscere la necessità dell'apprendimento autonomo durante tutto l'arco della vita;
- effettuare ricerche bibliografiche in maniera autonoma sui sistemi elettronici;
- di leggere in maniera autonoma un testo specialistico e di comprenderlo;
- di seguire seminari e workshop di elettronica e comprendere le relazioni orali e gli atti pubblicati.

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO ELETTRONICA**

Analisi del sistema elettronico complesso e la sua ripartizione in moduli funzionali. Vengono descritte funzione, realizzazione e caratteristiche di interfaccia dei vari sottomoduli. Il corso comprende anche le nozioni fondamentali relative alla strumentazione e alle misure elettroniche.

| | **DENOMINAZIONE DEL MODULO: ELETTRONICA APPLICATA** |
|---|---|
| **ORE LEZIONI FRONTALI / ESERCITAZIONI** | **LEZIONI FRONTALI E ESERCITAZIONI** |
| 5/2 | Sistema elettronico e sua funzione di trasferimento, concetto di segnale e sua rappresentazione nel tempo e in frequenza. Analisi e descrizione di un |

| | |
|---|---|
| | circuito tramite trasformate di Laplace e rappresentazione tramite diagramma di Bode. |
| 5/2 | Identificazione dei blocchi di amplificazione e condizionamento del segnale, parametri caratteristici, modelli, specifiche di progetto, limiti del modello (distorsione, rumore, offset, etc.). |
| 5/2 | Dispositivi per condizionamento e amplificazione basati su semiconduttore. Diodi e circuiti a diodo, transistori MOS e BJT e loro applicazione come dispositivi per amplificazione e commutazione. |
| 5/2 | Principio della reazione negativa, uso dell'amplificatore operazionale per realizzare amplificatori. Configurazione dell'amplificatore basato su OP-AMP di tipo invertente, e non invertente; amplificatore da strumentazione, comparatore di soglia. Caratteristiche dell'operazionale reale. |
| 5/2 | Circuiti per le applicazioni logiche: introduzione all'elettronica dei sistemi logici, famiglie logiche e loro proprietà (interfacciamento, tempistiche e potenza dissipata), logiche combinatorie (sommatori, moltiplicatori, multiplexer) e sequenziali (latch, flip-flop, contatori, registri, macchine a stati finiti), memorie a semiconduttore (ROM, PROM, EPROM, EEPROM, FLASH, SRAM, DRAM, CAM), dispositivi logici programmabili (PLA, FPGA architettura e programmazione). |
| 5/3 | Identificazione delle strutture di elaborazione, differenze tra segnali analogici e digitali, effetto del rumore e disturbi. |
| 5/3 | Principi di conversione analogico-digitale e digitale-analogica, teorema di Shannon, dimensionamento di sistemi di acquisizione dati e problemi di interfacciamento. |
| 3/2 | Cenni alle architetture delle unità a microprocessore, protocolli di comunicazione e relativi supporti fisici. |
| 2/2 | Tecnologie per la realizzazione di sistemi e apparati elettronici. |
| **Totale: 40/20** | |
| **TESTI CONSIGLIATI** | |
| | Materiale didattico di riferimento verrà reso disponibile sugli argomenti svolti nel corso delle lezioni e sulle applicazioni sviluppate nelle esercitazioni. |
| | William B. Ribbens "Understanding Automotive Electronics" fifth edition, Newnes, Butterworth-Heinemann, 1998 |
| | Richard J. Jaeger, "Microelettronica", McGraw-Hill, 1998 |

**Modulo Robotica**

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

Conoscenza e capacità di comprensione:

- Lo studente al termine del corso avrà conoscenza delle problematiche inerenti la cinematica, la dinamica e le modalità di controllo dei robot industriali.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate:

- Lo studente sarà in grado di effettuare la scelta corretta sia della struttura del robot che della programmazione in relazione alla necessità specifica della cella di lavorazione flessibile.
-

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Autonomia di giudizio:

- Lo studente sarà in grado di interpretare il corretto modo di funzionamento della scelta operata in relazione alla applicazione.

Abilità comunicative:

- Lo studente acquisirà la capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sarà in grado di sostenere conversazioni su tematiche inerenti le applicazioni dei robot nell'ambito della industria flessibile.

Capacità di apprendere:

- Lo studente avrà consolidato molte delle conoscenze in ambito matematico, della geometria analitica e della meccanica razionale, e questo gli consentirà di proseguire gli studi ingegneristici con maggiore autonomia e discernimento.

| **MODULO** | **Robotica** |
|---|---|
| **ORE FRONTALI** | **LEZIONI FRONTALI** |
| 1 | introduzione |
| 1 | cinematica |
| 1 | matrice di rotazione |
| 1 | composizione di matrici di rotazione |
| 1 | angoli di eulero |
| 1 | asse angolo |
| 1 | trasformazioni omogenee |
| 2 | cinematica diretta |
| 4 | cinematica di strutture tipiche di manipolazione |
| 1 | spazio dei giunti e spazio operativo |
| 1 | calibrazione cinematica |
| 2 | problema cinematico inverso |
| 2 | cinematica differenziale |
| 2 | jacobiano geometrico |
| 2 | jacobiano di strutture tipiche di manipolazione |
| 2 | singolarità cinematiche |
| 2 | analisi della ridondanza |
| 2 | inversione della cinematica differenziale |
| 1 | jacobiano analitico |
| 2 | algoritmi per l'inversione cinematica |
| 1 | statica |
| 1 | ellissoidi di manipolabilità |
| 1 | dinamica |
| 1 | formulazione di Lagrange |
| 1 | proprietà del modello |
| 1 | identificazione dei parametri dinamici |
| 1 | dinamica diretta e inversa |
| 1 | modello dinamico nello spazio operativo |
| 1 | ellissoide di manipolabilità dinamica |
| 1 | pianificazione di traiettorie |
| 1 | traiettorie nello spazio dei giunti |
| 1 | traiettorie nello spazio cartesiano |
| 1 | controllo del moto |
| 1 | controllo del moto indipendente ai giunti |
| 1 | controllo del moto PD con compensazione della gravità |

| | |
|---|---|
| 1 | controllo del moto a coppia precalcolata |
| **48** | **TOTALE** |
| | |
| | **ESERCITAZIONI** |
| 2 | Relazione cinematica diretta di un robot |
| 2 | Cinematica inversa di un robot |
| 2 | Cinematica differenziale |
| 4 | Inversione della cinematica differenziale e gestione della ridondanza cinematica |
| 2 | Modello dinamico dei robot |
| 2 | Modello dinamico del robot SCARA AMADEUS 2 |
| **14** | **TOTALE** |
| **TESTI CONSIGLIATI** | • Dispense fornite dal Docente<br>• L. Sciavicco, B. Siciliano, L. Villani, G. Oriolo, *Robotica*, McGraw-Hill, 3 ª edizione, 2008<br>• King-Sun Fu, Rafael C. Gonzalez, C.S. George Lee, *Robotica*, McGraw-Hill |

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | INGEGNERIA |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2011/2012 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria Meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | Metodi Numerici |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Affine |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | Matematica, Informatica, Statistica |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 10504 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | NO |
| **NUMERO MODULI** | |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | MAT/08 (Analisi Numerica) |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Nome e Cognome: Adele Tortorici<br>Qualifica: P.A.<br>Università degli Studi di Palermo |
| **CFU** | 6 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 90 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 60 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | Calcolo I, Calcolo II |
| **ANNO DI CORSO** | I |
| **SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in laboratorio |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Prova Orale, Prova Scritta |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | Mercoledì 9-11; altri giorni previo appuntamento |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione:** Lo studente al termine del Corso avrà compreso il ruolo della matematica computazionale/applicata nell'analisi dei fenomeni del mondo reale e nella risoluzione dei problemi delle discipline scientifiche e tecniche. Avrà maturato conoscenza delle metodologie matematiche e numeriche alla base dell'ingegneria elettrica. Saprà distinguere nel processo di risoluzione di un problema del mondo reale la fase della modellizzazione matematica del problema, la fase della discretizzazione del modello continuo, la fase relativa all'individuazione di un metodo risolutivo e all'analisi dell'efficienza del metodo e infine la fase dell'implementazione su calcolatore del metodo risolutivo mediante un opportuno linguaggio di programmazione.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione:** Lo studente sarà in grado di utilizzare gli opportuni strumenti della matematica computazionale relativamente all'analisi degli errori del calcolo scientifico, alla approssimazione di funzioni, alla risoluzione discreta di integrali definiti e di equazioni differenziali. Saprà valutare la buona posizione e il condizionamento di un problema, la stabilità di un algoritmo e la sua complessità computazionale. Sarà capace di procedere nella

ricerca e formulazione di algoritmi efficienti per la risoluzione di problemi ingegneristici. Inoltre avrà acquisito conoscenze di base di Informatica ed un linguaggio di programmazione.
**Autonomia di giudizio:** Lo studente sarà capace di individuare tra le metodologie proposte quella più adeguata ai dati relativi al problema da risolvere. Sarà capace di interpretare i dati del problema in studio, i risultati della computazione e l'efficacia del solutore matematico applicato.
**Abilità comunicative:** Lo studente acquisirà la capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sarà in grado di argomentare a sostegno degli algoritmi ideati e valutare criticamente la risposta ottenuta dall'utilizzo del software impiegato. Lo studente al termine del corso sarà in grado di comprendere seminari su argomenti numerici e sarà in grado di intervenire e sostenere comunicazioni su problematiche di numeriche e sui principi della elaborazione automatica.
**Capacità d'apprendimento:** Lo studente avrà acquisito le competenze basilari della matematica computazionale necessari a proseguire gli studi ingegneristici con maggiore autonomia e discernimento.

**OBIETTIVI FORMATIVI**
Il corso si articola nella trattazione dei temi fondamentali della modellizzazione numerica di problemi ingegneristici. Gli argomenti vengono affrontati sia dal punto di vista teorico che algoritmico con analisi critica dei risultati ottenuti. Il corso introduce all'approssimazione di funzioni mediante processi interpolatori e con metodi di minimizzazione; si studiano le formule di quadratura numerica e i processi risolutivi per le equazioni differenziali ai valori iniziali. Parte del corso è dedicata ai fondamenti dell'informatica (configurazione base di un sistema di elaborazione, macchina di Von Neumann, software di base e compilatori, sistemi operativi, etc.) e all'introduzione del linguaggio di programmazione FORTRAN.

| | **CALCOLO NUMERICO E APPLICAZIONI DI INFORMATICA** |
|---|---|
| **ORE FRONTALI** | **LEZIONI FRONTALI** |
| 4 | Errore assoluto ed errore relativo. Valutazione della propagazione dell'errore inerente. Valutazione dell'errore assoluto e relativo riguardante le operazioni aritmetiche. Condizionamento di un problema e stabilità di un algoritmo. Algoritmo di Horner per il calcolo di un polinomio in un punto. Prodotto tra matrici. Valutazione del costo computazionale. |
| 4 | Risoluzione sistemi lineari. Metodi diretti ed iterativi. |
| 4 | Formule di interpolazione polinomiale. Tabelle alle differenze finite e differenze divise. Derivazione numerica |
| 4 | Approssimazione mediante processo dei minimi quadrati.<br>Approssimazione mediante polinomi ortogonali. I minimi quadrati, caso discreto e caso continuo. |
| 4 | Integrazione numerica di funzioni: formule di quadratura interpolatorie . Formule di Newton Cotes. Estrapolazione di Richardson. Integrazione di Romberg. Formule composite. Formule adattive. |
| 8 | Risoluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie: il problema di Cauchy. Metodi numerici ad un passo. Formule di Runge Kutta. Consistenza, stabilità e convergenza dei metodi one step. Assoluta stabilità. Equazioni alle differenze. Metodi multistep. Le condizioni delle radici. Consistenza, stabilità e convergenza dei metodi multistep. Metodi predictor corrector. |
| 4 | Approssimazione di problemi ai limiti:il metodo alle differenze finite. Metodo di shooting semplice. Metodo di collocazione. |
| 4 | Risoluzione di equazioni non lineari: metodo di bisezione, metodi delle corde, secanti, tangenti,regula falsi. Il metodo di iterazioni di punto fisso. Il metodo di Horner e la deflazione. Il metodo di Newton. Criteri di arresto. Tecniche |

| | |
|---|---|
| | per il trattamento di radici multiple. Risoluzione di sistemi non lineari: metodo di Newton e metodi di punto fisso. |
| 4 | I sistemi operativi. Formato Fixed point e Floating point. Differenze tra le versioni 77 e 90 del compilatore FORTRAN. Il ciclo in linguaggio fortran. Il do implicito nelle istruzioni di I/O. Istruzioni alternative. |
| | |
| | **ESERCITAZIONI** |
| 10 | Il formato per la lettura e la scrittura dei dati: dati interi, dati reali in semplice e doppia precisione, dati carattere. Lettura e scrittura su file. I sottoprogrammi del Fortran. Parametri formali e corrispondenza con i parametri attuali. Sottoprogrammi di tipo function. Statement function. Sottoprogrammi di libreria. Sottoprogrammi di tipo subroutine |
| 10 | Esercitazioni su logica di implementazione e relative istruzioni in linguaggio di programmazione per schemi di calcolo numerico.<br>Esercizi ed applicazioni sui processi numerici studiati. |
| **TESTI CONSIGLIATI** | A. Quarteroni – Matematica numerica - Springer<br>L. Lo Cascio M.L.- Fondamenti di Analisi Numerica - McGraw-Hill<br>S.J.Chapman - Fortran 90/95 - McGraw-Hill<br>G. Monegato – Fondamenti di Calcolo Numerico – CLUT Torino<br>R. Bevilacqua, D.Bini, M. Capovani, O. Menchi – Metodi Numerici – Zanichelli. |

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | Ingegneria |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2011/2012 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria Meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | Motori a combustione interna |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Caratterizzante |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | Ingegneria meccanica |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 09088 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | no |
| **NUMERO MODULI** | |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | ING/IND 08 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Alberto Beccari<br>prof. ord.<br>Università di Palermo |
| **CFU** | 9 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 127 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 98 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | Macchine |
| **ANNO DI CORSO** | I |
| **SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali, Esercitazioni in aula |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Prova Orale, Prova Scritta |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | LUN-VEN 8-9 |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

Conoscenza e capacità di comprensione (*knowledge and understanding*):

- Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie per affrontare e risolvere in maniera originale problematiche di ottimizzazione del motore a c.i..

Conoscenza e capacità di comprensione applicate (*applying knowledge and understanding*):

- Lo studente avrà acquisito conoscenze e metodologie per analizzare e risolvere problemi tipici della regolazione innovativa dei motori automobilistici e della loro gestione in senso esteso.

Autonomia di giudizio (*making judgements*):

- Lo studente avrà acquisito una metodologia di analisi propria della diagnostica, anche OBD, della combustione e dell'inquinamento dei veicoli propulsi tradizionalmente e mediante soluzioni "ibride".

Abilità comunicative (*communication skills*):

- Lo studente sarà in grado di comunicare con competenza e proprietà di linguaggio a proposito di problematiche complesse di progettazione motoristica per applicazioni auto motive.

Capacità di apprendere (*learning skills*):

- Lo studente sarà in grado di affrontare in autonomia più di una problematica relativa alla propulsione veicolare ad emissioni ridotte fino all'obiettivo finale ZEV. Sarà in grado di approfondire tematiche complesse quali la progettazione motoristica con combustibili innovativi, biocompatibili e rispettosi dell'effetto serra.

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze di base sul modo di funzionare dei motori alternativi a combustione interna, unitamente al modo di impiego di questo tipo di propulsore alla trazione terrestre ed alla propulsione aerea.

Sarà quindi in grado di destreggiarsi nella scelta del motore più indicato per svolgere un determinato impiego, ed avrà gli elementi per prevederne le prestazioni di massima in termini di servizio reso e di rendimento conseguito.

| ORE FRONTALI | LEZIONI FRONTALI |
|---|---|
| 2 | Introduzione ai motori volumetrici a combustione interna ed esterna; confronto con altri tipi di impianti motori: vantaggi e svantaggi. |
| 10 | Cicli termodinamici interessanti i motori alternativi: confronto fra introduzione di calore a temperatura, pressione e volume costante. Confronto fra sottrazione di calore a temperatura, pressione e volume costante. Rendimento del ciclo Sabathè; calcolo del rendimento dei cicli derivati Otto e Diesel: confronto di consumi di combustibile dei vari motori a pieno carico ed in parzializzazione. |
| 10 | Potenza di un motore alternativo. Rendimenti: limite, interno ed organico. Effetto delle condizioni ambiente sulla potenza. Coefficiente di riempimento: motori a quattro e a due tempi. Rendimento organico di motori automobilistici e non. Temperatura del miscelamento instazionario di due fluidi durante l'aspirazione: andamento conseguente del riempimento. |
| 8 | Caratteristica meccanica: elasticità del motore e stabilità di funzionamento. Opportunità di suddivisione della cilindrata: conseguenze sulle condizioni operative e problematiche relative all'equilibramento del motore e all'andamento della coppia erogata nel tempo. |
| 6 | Sovralimentazione dei motori alternativi: scopi e realizzazioni. |
| 8 | Motori ad accensione comandata: carburazione dell'aria mediante carburatore aspirato ed iniezione benzina; combustioni normali ed anomale: requisiti motoristici dei carburanti: Numero d'Ottano e motore CFR. Motore ad accensione per compressione: generalità, funzionamento, regolazione e combustione; iniezione gasolio: diretta, in precamera e common-rail; pompe, iniettori e regolatori. |
| 8 | Problematica generale della regolazione dei motori ad accensione comandata e per compressione. Problematica generale della produzione e dell'abbattimento delle sostanze inquinanti allo scarico dei motori a c.i. |
| 8 | Applicazioni automobilistiche del motore ed applicazioni aeronautiche: problematica generale, caratteristica meccanica, quota di tangenza e di adattamento, andamento della pressione media effettiva in funzione della quota, regolazioni e curve di calibratura; prestazioni in quota di motori sovralimentati. |
| | |
| | **ESERCITAZIONI** |
| 0 | Introduzione ai motori volumetrici a combustione interna ed esterna; |

| | |
|---|---|
| | confronto con altri tipi di impianti motori: vantaggi e svantaggi. |
| 6 | Cicli termodinamici interessanti i motori alternativi: confronto fra introduzione di calore a temperatura, pressione e volume costante. Confronto fra sottrazione di calore a temperatura, pressione e volume costante. Rendimento del ciclo Sabathè; calcolo del rendimento dei cicli derivati Otto e Diesel: confronto di consumi di combustibile dei vari motori a pieno carico ed in parzializzazione. |
| 6 | Potenza di un motore alternativo. Rendimenti: limite, interno ed organico. Effetto delle condizioni ambiente sulla potenza. Coefficiente di riempimento: motori a quattro e a due tempi. Rendimento organico di motori automobilistici e non. Temperatura del miscelamento instazionario di due fluidi durante l'aspirazione: andamento conseguente del riempimento. |
| 6 | Caratteristica meccanica: elasticità del motore e stabilità di funzionamento. Opportunità di suddivisione della cilindrata: conseguenze sulle condizioni operative e problematiche relative all'equilibramento del motore e all'andamento della coppia erogata nel tempo. |
| 6 | Sovralimentazione dei motori alternativi: scopi e realizzazioni. |
| 0 | Motori ad accensione comandata: carburazione dell'aria mediante carburatore aspirato ed iniezione benzina; combustioni normali ed anomale: requisiti motoristici dei carburanti: Numero d'Ottano e motore CFR. Motore ad accensione per compressione: generalità, funzionamento, regolazione e combustione; iniezione gasolio: diretta, in precamera e common-rail; pompe, iniettori e regolatori. |
| 6 | Problematica generale della regolazione dei motori ad accensione comandata e per compressione. Problematica generale della produzione e dell'abbattimento delle sostanze inquinanti allo scarico dei motori a c.i. |
| 8 | Applicazioni automobilistiche del motore ed applicazioni aeronautiche: problematica generale, caratteristica meccanica, quota di tangenza e di adattamento, andamento della pressione media effettiva in funzione della quota, regolazioni e curve di calibratura; prestazioni in quota di motori sovralimentati. |
| | |
| **TESTI CONSIGLIATI** | Beccari A. e C. Caputo : "Motori termici Volumetrici" ed. UTET, Torino 1987<br>Heywood J.B. " Internal Combustion Engine Fundamentals" McGraw-Hill Book Company<br>Ferguson C.R. e Kirkpatrick A.T. " Internal Combustion Engines Applied Thermosciences " John Wiley & Sons, Inc.<br>Beccari A. "Esercizi di Macchine" Ed, CLUT, Torino 1986 |

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | Ingegneria |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2011/2012 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria Meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | Simulazione numerica per l'ingegneria meccanica |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Caratterizzante |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | Ingegneria Meccanica |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 06435 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | NO |
| **NUMERO MODULI** | |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | ING-IND/14 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Antonio Pantano<br>P.A.<br>Università di Palermo |
| **CFU** | 9 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 100 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 90 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | Laurea in Ingegneria Meccanica |
| **ANNO DI CORSO** | I |
| **SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali, Esercitazioni in aula |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Prova Orale, Presentazione di una raccolta di esercitazioni assegnate durante il corso |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione**

- Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie per affrontare e risolvere in maniera originale problematiche d'ingegneria meccanica tramite metodi di simulazione numerica. Lo studente inoltre acquisirà le conoscenze per risolvere problematiche d'ottimizzazione tramite simulazione numerica.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

- Lo studente avrà acquisito conoscenze e metodologie per analizzare, risolvere e ottimizzare problemi tipici della progettazione con l'ausilio di metodi numerici.

**Autonomia di giudizio**

- Lo studente avrà acquisito una metodologia d'analisi propria nell'utilizzo del metodo degli elementi finiti per simulare correttamente problemi d'interesse ingegneristico.

**Abilità comunicative**

- Lo studente sarà in grado di comunicare con competenza e proprietà di linguaggio a

proposito di problematiche complesse di simulazione numerica per l'ingegneria meccanica.
**Capacità d'apprendimento**
• Lo studente sarà in grado di affrontare in autonomia più di una problematica relativa all'utilizzo di tecniche numeriche per l'ingegneria meccanica. Sarà in grado di approfondire tematiche complesse riguardo all'utilizzo del metodo degli elementi finiti e l'ottimizzazione.

**OBIETTIVI FORMATIVI**
Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie pratiche per analizzare, risolvere e ottimizzare problemi tipici della progettazione con l'ausilio di metodi numerici. Sarà in grado di analizzare risultati di simulazioni condotte e di affinare modelli numerici al fine di ottenere risultati accurati.

| ORE FRONTALI | LEZIONI FRONTALI |
|---|---|
| 1 | Introduzione al corso. Metodi di analisi strutturale. Richiami di teoria della elasticità. Panoramica dei metodi di risoluzione. |
| 2 | Metodo degli spostamenti. |
| 4 | Funzione di spostamento nell'elemento; equazioni di equilibrio dell'elemento e della struttura, condizioni al contorno, calcolo degli spostamenti e delle tensioni, criteri di convergenza; funzione di spostamento alle coordinate generalizzate e relazione con la forma dell'elemento. |
| 3 | Elementi monodimensionali, membranali, piastra, guscio, solidi tetraedri e parallelepipedi. |
| 4 | Determinazione diretta della funzione di spostamento, elemento isoparametrico, convergenza dell'elemento isoparametrico, integrazione numerica; criteri di discretizzazione; elementi gerarchici;il metodo degli EF nei problemi di campo stazionario; analisi non lineare; cenni sui metodi di soluzione di problemi dinamici non lineari: metodi di integrazione implicita ed esplicita. |
| 28 | Utilizzazione di codici commerciali basati sul FEM in: analisi di strutture intelaiate (aste o travi), piane, assialsimmetriche, solide, discretizzabili tramite elementi guscio; analisi di strutture in composito; problemi con nonlinearità geometrica; problemi di instabilità meccanica; problemi con nonlinearità del materiale; problemi di contatto; analisi di problemi termici e termomeccanici; analisi tramite elementi gerarchici; analisi modali; analisi della risposta armonica; analisi di transitorio dinamico; analisi di fatica; analisi diretta di problemi accoppiati tramite elementi speciali aventi tutti i gradi di libertà necessari (esempio risoluzione diretta di un problema elettro-termo-meccanico); mesching adattativo; sottomodellazione; problemi di propagazione di onde. |
| 3 | Ottimizzazione. Introduzione. Ottimizzazione di proprietà, di forma e topologica. Tecniche di ottimizzazione: direzione ammissibile, modello analitico approssimato, algoritmi genetici. Calcolo del minimo non condizionato, funzioni di penalità. Applicazioni tramite l'utilizzo di codici commerciali basati sul FEM. |
| 4 | Introduzione alla realizzazione di programmi FEM |
| 8 | Metodo degli elementi di contorno: generalità, tecnica degli elementi di contorno, utilizzazione di soluzioni singolari, problemi interni ed esterni, metodi diretti ed indiretti, metodo diretto degli integrali di contorno, teorema di reciprocità, proprietà delle soluzioni test, coefficienti di influenza per il calcolo sul contorno; calcolo nei punti interni, formule di Somigliana; criteri di discretizzazione; struttura di un programma ai BE; analisi di strutture piane |

| | |
|---|---|
| | ed assialsimmetriche in campo lineare. |
| 1 | Modellazione parametrica. |
| 1 | Principi di progettazione metodica; Esempi applicativi. |
| 1 | Similitudine strutturale - determinazione delle leggi di similitudine meccanica per alcuni casi di sollecitazioni. |
| | |
| | **ESERCITAZIONI** |
| 3 | Elementi monodimensionali |
| 18 | Utilizzazione di codici commerciali basati sul FEM in: analisi di strutture intelaiate (aste o travi), piane, assialsimmetriche, solide, discretizzabili tramite elementi guscio; analisi di strutture in composito; problemi con nonlinearità geometrica; problemi di instabilità meccanica; problemi con nonlinearità del materiale; problemi di contatto; analisi di problemi termici e termomeccanici; analisi tramite elementi gerarchici; analisi modali; analisi della risposta armonica; analisi di transitorio dinamico; analisi di fatica; analisi diretta di problemi accoppiati tramite elementi speciali aventi tutti i gradi di libertà necessari (esempio risoluzione diretta di un problema elettro-termo-meccanico); mesching adattativo; sottomodellazione; problemi di propagazione di onde. |
| 3 | Ottimizzazione. Applicazioni tramite l'utilizzo di codici commerciali basati sul FEM. |
| 3 | Esercitazioni sull'utilizzo del Metodo degli Elementi di Contorno |
| 3 | Introduzione alla realizzazione di programmi FEM |
| | |
| **TESTI CONSIGLIATI** | F. Cappello, A. Pantano: "Metodo degli Elementi Finiti - Corso in Simulazione Numerica per l'Ingegneria Meccanica " - Rapp. Int. del Dip. di Meccanica, 2010.<br>G.Belingardi: "Principi e metodologie della progettazione meccanica", Levrotto & Bella, 1995<br>O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor: "The finite element method" - McGraw Hill Book Company, London, 1989<br>J. N. Reddy: "An Introduction to the Finite Element Method", McGraw Hill Book Company, London, 1993.<br>S.L. Crouch, A.M. Starfield: "Boundary element meth. in solid mechan.", G. Allen & Unwin, London, 1983<br>V. Hubka, W.E. Eder: "Design science" – Springer, London, 1992. |

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | Ingegneria |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2011-2012 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria Meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | Statistica e calcolo delle probabilità |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Affine |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | Matematica, informatica e statistica |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 06666 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | NO |
| **NUMERO MODULI** | |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | SECS-S/02 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Giuseppe Curcurù<br>Docente a contratto |
| **CFU** | 6 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 102 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 48 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | |
| **ANNO DI CORSO** | I |
| **SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali, Esercitazioni in aula |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Prova Orale, Prova Scritta |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Secondo semestre |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione**
Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza degli strumenti basilari del calcolo delle probabilità (comprese le principali variabili casuali), della statistica inferenziale classica e bayesiani (stima puntuale ed intervallare e verifica di ipotesi parametrica).

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**
Lo studente sarà in grado di utilizzare i predetti strumenti in ambito industriale ed aziendale, contribuendo ad arricchire l'insieme dei propri strumenti di analisi attraverso moderni metodi non deterministici.

**Autonomia di giudizio**
Lo studente sarà in grado di interpretare i principali risultati di esperimenti programmati, così come organizzare e leggere i dati provenienti dalla propria azienda.

**Abilità comunicative**
Lo studente acquisirà la capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti fenomeni non

deterministici, trasferendo al proprio gruppo di lavoro la necessità di utilizzare strumenti idonei.

**Capacità d'apprendimento**
Lo studente avrà appreso i principi della metodologia probabilistica e statistica e sarà in grado di acquisire nuove informazioni, così come leggere i risultati di un qualunque software statistico.

**OBIETTIVI FORMATIVI**
Al termine del corso lo studente sarà in grado di svolgere al meglio tutte le attività sopra meglio descritte.

| **ORE FRONTALI** | **LEZIONI FRONTALI** |
|---|---|
| 2 | Introduzione alla Probabilità |
| 2 | Variabili casuali (generalità) |
| 4 | Variabili casuali discrete: binomiale, Poisson, Binomiale negativa, Ipergeometrica |
| 8 | Variabili casuali continue: esponenziale, gamma, normale, chi-quadrato, t-Student, F-Fisher |
| 2 | Convergenze stocastiche, legge dei grandi numeri |
| 2 | Generazione di numeri pseudo casuali |
| 4 | Stima puntuale |
| 6 | Stima intervallare |
| 4 | Verifica di ipotesi parametrica |
| | |
| | **ESERCITAZIONI** |
| 2 | Variabili casuali discrete: binomiale, Poisson, Binomiale negativa, Ipergeometrica |
| 6 | Variabili casuali continue: esponenziale, gamma, normale, chi-quadrato, t-Student, F-Fisher |
| 2 | Stima puntuale |
| 2 | Stima intervallare |
| 2 | Verifica di ipotesi parametrica |
| **TESTI CONSIGLIATI** | Dispense del corso<br>P. Erto, Probabilità e statistica per ingegneri, McGrawHill |

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | Ingegneria |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2012/2013 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria Meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | Controllo di qualità e manutenzione |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Caratterizzante |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | Ingegneria Meccanica |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 10978 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | NO |
| **NUMERO MODULI** | -- |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | Ing-Ind/17 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Gianfranco Passannanti<br>Professore Ordinario<br>Università di Palermo |
| **CFU** | 9 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 128 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 97 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | Statistica e calcolo delle probabilità |
| **ANNO DI CORSO** | II |
| **SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Discussioni di casi di studio e di ricerca. |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Prova Scritta e Prova Orale |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | Tutti i giorni ore 9.00-12.00<br>Nei periodi di svolgimento di lezioni ed esercitazioni ore 15.30-18.00 |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione**
Lo studente al termine del Corso avrà conoscenza delle problematiche inerenti la qualità della produzione, le metodologie da applicare per il controllo di un processo, la valutazione dello stato di un processo, l'implementazione di azioni correttive e preventive e la valutazione della loro efficacia, le metodologie di valutazione dei sistemi di misura, i collaudi di lotti, gli elementi per il calcolo dell'affidabilità di un sistema, la valutazione della disponibilità di un impianto produttivo e l'impatto delle politiche di manutenzione.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**
Utilizzando strumenti statistici acquisiti in altro corso e conoscenze di base di economia, lo studente sarà in grado di valutare la necessità e le opportunità di miglioramento di un processo produttivo, saprà impostare un progetto di miglioramento delle prestazioni di un sistema, porre e

sostenere argomentazioni relative alla qualità della produzione, determinare i parametri di politiche ottimali di manutenzione.

**Autonomia di giudizio**
Lo studente sarà in grado, raccogliendo i dati che avrà imparato a riconoscere come necessari e significativi, di valutare la bontà di un processo produttivo e di individuare autonomamente le opportune attività di miglioramento.

**Abilità comunicative**
Lo studente acquisirà gli strumenti necessari per esprimere, comunicare e sostenere conversazioni sulle tematiche inerenti l'oggetto del corso e di proporre soluzioni a specifiche problematiche

**Capacità d'apprendimento**
Lo studente avrà appreso ad utilizzare gli strumenti della Statistica per integrarli alla risoluzione di problematiche aziendali relative alla qualità del prodotto e alla manutenzione del sistema produttivo. Egli sarà dunque in grado, in piena autonomia, di affrontare e approfondire le suddette problematiche e pervenire a soluzioni adeguate.

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Con tale corso ci si propone di fornire allo studente le conoscenze relative al controllo di qualità, sia in ambito industriale che dei servizi. Egli sarà quindi in grado sia di applicare, per l'implementazione del controllo, le metodologie più adatte ai diversi casi specifici, sia di individuare le azioni atte al miglioramento della qualità stessa.
Nel campo dell'affidabilità e della manutenzione, lo studente sarà in grado di individuare la politica di manutenzione più adatta al raggiungimento di prefissati obiettivi quali, per esempio, la massimizzazione vincolata della disponibilità

| **ORE FRONTALI** | **LEZIONI FRONTALI** |
|---|---|
| 1 | Introduzione al Corso e sue finalità |
| 2 | Richiami di statistica e distribuzioni di probabilità di interesse |
| 3 | Rappresentazione ed analisi dati |
| 3 | Carte di controllo |
| 4 | Progettazione carte Shewart |
| 4 | Indici di capacità e Caratteristica operativa |
| 4 | Carte per attributi |
| 6 | Carte CUSUM ed EWMA |
| 2 | Valutazione sistemi di misura |
| 2 | Collaudo di accettazione. Normativa |
| 8 | Progettazione piani di collaudo per attributi e per variabili |
| 4 | Elementi di affidabilità. Distribuzioni di probabilità di interesse e calcolo dell'affidabilità dei componenti |
| 5 | Calcolo dell'affidabilità dei sistemi |
| 5 | Sistemi Markoviani omogenei |
| 5 | Manutenzione e disponibilità |
| 3 | Modelli di manutenzione |
| 3 | Calcolo livello scorte di ricambi |

| | |
|---|---|
| **Totale 64** | |
| | |
| | **ESERCITAZIONI** |
| 2 | Analisi dati e carte di controllo |
| 9 | Carte Shewart, CUSUM ed EWMA |
| 1 | Valutazione sistemi di misura |
| 6 | Progettazione piani di collaudo |
| 8 | Calcolo dell'affidabilità dei sistemi |
| 7 | Manutenzione e disponibilità |
| **Totale 33** | |
| | |
| **TESTI CONSIGLIATI** | • Dispense del corso<br>• Montgomery, Controllo statistico della Qualità, McGraw–Hill<br>• Duncan, Quality Control and Industrial Statistics, Irwin<br>• Mancini-Regattieri, Manutenzione dei sistemi di produzione, Esculapio |

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | Ingegneria |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2012-2013 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria Meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | Gestione dell'Energia |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Caratterizzante |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | Ingegneria Meccanica |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 03722 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | NO |
| **NUMERO MODULI** | |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | ING-IND/10 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Antonio Piacentino<br>Ricercatore Universitario<br>Università degli Studi di Palermo |
| **CFU** | 6 CFU |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 81 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 69 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | Nessuna |
| **ANNO DI CORSO** | 2° |
| **SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali + Esercitazioni in aula |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa (ma fortemente consigliata) |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Prova Orale + Presentazione di una Tesina (facoltativa) |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Secondo semestre |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | Tutti i giorni – orario da stabilire |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione:**

Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze sulle tecnologie ed i metodi per il conseguimento di obiettivi di risparmio energetico, nonché sulla razionalità di scenari evolutivi inerenti sia un livello più alto, di politica energetica, sia un livello inferiore, per operatori individuali nei settori domestico, terziario ed industriale.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione:**

Lo studente avrà acquisito conoscenze e metodologie per realizzare semplici audit energetici, nonché analisi comparate tra più soluzioni impiantistiche per il soddisfacimento delle richieste energetiche di alcune tipologie di utenza.

**Autonomia di giudizio:**

Lo studente sarà in grado di interpretare gli scenari di sviluppo del mercato energetico, anche tramite la formazione acquisita a livello di normativa in materia di energia, nonché di

riconoscere il potenziale d'intervento nella razionalizzazione del sistema di conversione ed utilizzazione dell'energia di un'utenza.

**Abilità comunicative:**

Lo studente sarà in grado di comunicare con competenza e proprietà di linguaggio riguardo a problematiche complesse inerenti i processi di conversione dell'energia, in impianti sia di piccola che di elevata potenza.

**Capacità d'apprendimento**

Lo studente sarà in grado di affrontare in autonomia problemi di energy management, di analizzare contratti di fornitura dell'energia, di acquisire ulteriori nozioni circa tecnologie innovative operanti con fonti energetiche convenzionali e non.

**OBIETTIVI FORMATIVI**

La conoscenza adeguata degli aspetti metodologici-operativi relativi agli argomenti oggetto del corso e la capacità di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria.

| **ORE FRONTALI** | **LEZIONI FRONTALI** |
|---|---|
| 6 | Usi dell'energia e classificazione delle fonti. Indicatori macroenergetici |
| 6 | Bilanci energetici |
| 10 | Mercato libero dell'energia, sistema elettrico nazionale, aspetti infrastrutturali |
| 12 | Incentivazione CIP 6/92, Certificati Verdi e Bianchi, autoproduzione di energia elettrica |
| 3 | Contratti di fornitura dell'energia |
| 6 | Auditing energetico di utenze civili ed industriali |
| 12 | Produzione combinata di calore, energia elettrica e frigorifera |
| 8 | Analisi termoeconomica di sistemi energetici |
| | |
| | |
| **ESERCITAZIONI** | |
| 6 | Pinch technology, Impianti ibridi poligenerativi per dissalazione, altro… |
| **TESTI CONSIGLIATI** | ***Testi consigliati***<br>A. Piacentino, appunti dalle lezioni<br><br>***Ulteriori testi per approfondimento***<br>P. Ih-Fei Liu, Energy, Technology and the Environment, ASME 2005, New York<br>A. Bejan, G. Tsatsaronis, M. Moran, Thermal design & Optimization, Wiley 1996<br>J.W. Mitchell, J.E. Braun, Principles of Heating, Ventilating and Air Conditioning in Buildings, Wiley, 2012 |

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | Ingegneria |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2012-2013 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria Meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | Gestione della Produzione |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Caratterizzante |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | Ingegneria Meccanica |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 03723 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | NO |
| **NUMERO MODULI** | - |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | ING-IND/17 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Giuseppe Aiello<br>R.C.<br>Università di Palermo |
| **CFU** | 6 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 60 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 90 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | Statistica<br>Economia |
| **ANNO DI CORSO** | II |
| **SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali, Esercitazioni in aula |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Prova Scritta e prova Orale |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Secondo semestre |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | Martedì 13-15 |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione**
Acquisizione di conoscenze specifiche nei seguenti ambiti:

- Analisi e Previsione della domanda di mercato
- Pianificazione aggregata della produzione per la catena logistica
- Gestione delle scorte
- Valutazione della performance
- Coordinamento della catena logistica

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**
Applicazione di un corretto approccio alla pianificazione e gestione della catena logistica e valutazione critica dei risultati ottenuti.

**Autonomia di giudizio**
Capacità di esaminare i risultati ottenuti ed apporre correttivi ed affinamenti ai modelli numerici realizzati.

**Abilità comunicative**
Capacità di esporre i risultati degli studi e delle valutazioni condotte, anche ad un pubblico non esperto. Essere in grado di sostenere l'importanza ed evidenziare le ricadute delle attività ingegneristiche svolte.

**Capacità d'apprendimento**
Capacità di aggiornamento con la consultazione di testi e riviste scientifiche del settore. Capacità di utilizzare codici numerici di tipo commerciale anche diversi da quelli utilizzati durante il corso.

**OBIETTIVI FORMATIVI**
Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie pratiche per l'analisi e la pianificazione delle catene della fornitura, nonché di analizzarne ed ottimizzarne la perfomance.
Lo studente sarà in grado di svolgere sia l'attività di consulenza che di analista e manager per la gestione delle catene logistiche.

| ORE FRONTALI | LEZIONI FRONTALI |
|---|---|
| 2 | Introduzione<br>• Cosa è la catena logistica<br>• Gli attori della catena logistica<br>• Il livello operations, tattico e decisionale. |
| 6 | Analisi e Previsione della domanda<br>• Cosa è la domanda di mercato<br>• Analisi del livello, della stagionalità e del trend<br>• Previsione del lviello, della stagionalità e del trend<br>• Simple exponential smoothing e Modelli di holt e di winter |
| 6 | Pianificazione aggregata della produzione per la catena logistica.<br>• I livelli di pianificazione<br>• La pianificazione aggregata della produzione<br>• Modelli per la pianificazione aggregata<br>• Valutazione dei costi di produzione |
| 5 | Pianfiicazione delle scorte lungo la catena della fornitura<br>• Scorte operative e scorte di sicurezza<br>• Livello di servizio, Product Availbility<br>• Expected overstock ed expected under stock<br>• Il modello del newsvendor |
| 5 | Strategie di risposta alla variabilità<br>• La Centralizzazione<br>• Il quick response<br>• Il postponement<br>• La standardizzazione dei componenti |
| 6<br>5 | Personalizzazione di massa<br>• Economie di scopo e personalizzazione di massa<br>• Le 5 forme della personalizzazione di massa<br>• Casi studio: factory 121, Nike, Adidas |
| 5 | Il coordinamento delle catene della fornitrua<br>• Ottimizzazione multi obiettivo |

| | |
|---|---|
| | • Ottimalità paretiana e frontiera paretiana<br>• Giochi strategici<br>• Equilibrio di Nash<br>• Forme contrattuali per il coordinamento della catena<br>• 2 part tariff contracts<br>• buyback contracts<br>• Revenue Sharing<br>• Vendor Managed Inventories.<br>• Case studies Blockbuster. |
| **Tot. 35** | |
| | **ESERCITAZIONI** |
| 30<br><br>30<br><br>10<br><br>10 | Analisi e previsione della domanda di mercato<br><br>Pianificazione aggregata per la supply chain<br><br>Pianificazione della rete di distribuzione e analisi della performance di una catena logistica<br><br>Coordinamento di una catena logistica |
| **Tot. 80** | |
| | |
| **TESTI CONSIGLIATI** | • Dispense del corso<br>• Presentazioni del corso<br>• S. Chopra, "Supply chain management Strategy Planning and Operations", Mc Graw Hill |

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | INGEGNERIA |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2012-13 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria Meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | Meccanica dei Materiali Compositi e Ceramici |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Caratterizzante |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | Ingegneria Meccanica |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 04936 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | NO |
| **NUMERO MODULI** | |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | ING-IND/14 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Bernardo Zuccarello<br>Prof. Associato<br>Università di Palermo |
| **CFU** | 6 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 70 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 80 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | |
| **ANNO DI CORSO** | II |
| **SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali, esercitazioni, discussione di casi di studio e ricerca. |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Esame orale, Discussione in aula di casi di studio, Discussione in aula di casi di ricerca |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Secondo semestre |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | Da definire |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione**
Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie per affrontare e risolvere in maniera originale le problematiche legate alla progettazione meccanica con materiali compositi.
**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**
Lo studente avrà acquisito conoscenze e metodologie per analizzare e risolvere problemi tipici dell'uso e dello sfruttamento della proprietà dei materiali compositi nel campo della progettazione e produzionel industriale.
**Autonomia di giudizio**
Lo studente avrà acquisito le metodologie di analisi proprie di componenti e strutture realizzate interamente o parzialmente in composito.
**Abilità comunicative**
Lo studente sarà in grado di comunicare con competenza e proprietà di linguaggio a proposito di

problematiche complesse di progettazione strutturale basata sull'uso di compositi avanzati.
**Capacità d'apprendimento**
Lo studente sarà in grado di affrontare in autonomia più le problematiche relative al corretto uso e dimensionamento di componenti e strutture in qualsivoglia campo della progettazione meccanica.

**OBIETTIVI FORMATIVI**
La conoscenza adeguata degli aspetti metodologici-operativi relativi agli argomenti oggetto del corso e la capacità di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria.

| ORE FRONTALI | LEZIONI FRONTALI |
|---|---|
| 5 | **MATERIALI COMPOSITI**: definizioni, caratteristiche, classificazione. COMPOSITI CON PARTICELLE. COMPOSITI FIBROSI: a fibre lunge, a fibre corte. MATRICI: resine epossidiche, poliestere, fenoliche, viniliche. FIBRE: vetro, carbonio, altre fibre. |
| 10 | **LAMINA CON RINFORZO UNIDIREZIONALE**: rapporto in volume, in peso, peso specifico, percentuale di vuoti. MICROMECCANICA: Modulo di elasticità in direzione longitudinale $E_L$, resistenza a trazione longitudinale, modulo di elasticità in direzione trasversale $E_T$, resistenza a trazione in direzione trasversale, modulo di elasticità trasversale $G_{LT}$ e coefficiente di Poisson $\nu_{LT}$, relazioni tra coefficienti di Poisson e moduli di Young. COEFFICIENTI DI DILATAZIONE TERMICA LINEARE: coefficiente longitudinale e coefficiente trasversale. |
| 5 | **COMPOSITI A FIBRE CORTE**: definizioni, trasferimento delle tensioni,.moduli di elasticità per fibre parallele e con orientamento random, resistenza a trazione, resistenza a fatica, resistenza all'urto, resistenza alla frattura. COMPOSITI A FIBRE NASTRIFORMI: definizioni, moduli di elasticità, resistenza. |
| 5 | **MACROMECCANICA DELLA LAMINA ORTOTROPA**: definizioni, legge di Hooke, matrice di rigidezza e matrice di cedevolezza, relazioni tra costanti elastiche e matrici, matrici in un riferimento cartesiano arbitrario, determinazione delle costanti elastiche nella generica direzione. |
| 10 | **TEORIA CLASSICA DEI LAMINATI**: definizioni ed ipotesi, calcolo di deformazioni e curvature del piano medio, calcolo di deformazioni e tensioni nella generica lamina. MATRICI CARATTERISTICHE DEL LAMINATO ED EQUAZIONI COSTITUTIVE: matrice di rigidezza estensionale, matrice di accoppiamento e matrice di rigidezza flessionale. LAMINATI PARTICOLARI: laminati simmetrici (B=0), laminati ortotropi ($A_{13}$=$A_{23}$=0), laminati con $D_{13}$=$D_{23}$=0, laminati quasi isotropi. ANALISI DELLE TENSIONI: inversione delle matrici ed equazioni matriciali risolventi. TENSIONI TERMICHE: forze e momenti termici, deformazioni e tensioni termiche. |
| 5 | **MECCANISMI DI ROTTURA E CRITERI DI RESISTENZA**: rottura per trazione longitudinale, compressione longitudinale, trazione trasversale, compressione trasversale, taglio. Criterio della massima tensione, criterio della massima deformazione, criterio di Tsai-Hill, criterio di Tsai-Wu, influenza del segno della tensione tangenziale. |
| 10 | **ANALISI DEI LAMINATI, TENSIONI INTERLAMINARI E FATICA NEI COMPOSITI** : definizioni, determinazione del carico di FPF, analisi post-FPF, analisi di laminati cross-ply, uso di codici di calcolo automatico. STIMA DELLA VITA A FATICA: sperimentazione e relazioni tensione-numero di cicli a rottura. COMPOSITI AD ELEVATO MODULO: aspetti peculiari, influenza del tipo di sollecitazione e delle condizioni ambientali. |

| | |
|---|---|
| 6 | **MFLE E CRITERI DI RESISTENZA PER ELEMENTI INTAGLIATI, RESISTENZA ALL'URTO E INFLUENZA DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI.** Teoria di Griffith, teoria dell'elasticità. CRITERI DI WHITNEY-NUSIMER: criterio della tensione puntuale, criterio della tensione media, validità limitazioni ed estensioni. PARAMETRI DI INFLUENZA NELL'URTO: velocità di impatto, dimensione e geometria del componente, orientamento fibre e sequenza di impacchettamento, resistenza alla delaminazione. MECCANISMI DI ROTTURA: rottura delle fibre, della matrice, pull-out, delaminazione. COMPOSITI IBRIDI: resistenza delle fibre e tempo di applicazione del carico, degrado termico della matrice (peso, resistenza e rigidezza), effetti dell'acqua. |
| 6 | **CARATTERIZZAZIONE SPERIMENTALE DEI COMPOSITI**: prova di trazione, prova di compressione, prova di taglio, prova di flessione, prova di delaminazione, prova di frattura.<br>**CONTROLLI NON DISTRUTTIVI**: esigenze, ricerca dei difetti tipici, raggi X, ultrasuoni, altre tecniche, tecniche di valutazione dell'integrità strutturale. |
| 6 | **GIUNZIONI DI MATERIALI COMPOSITI**: definizioni, classificazione, vantaggi e svantaggi dei vari tipi di giunto. GIUNTO A DOPPIA SOVRAPPOSIZIONE: distribuzione delle tensioni, lunghezza del giunto e carico massimo, effetto dello spessore del giunto, effetto dello spessore dell'adesivo, effetto dello sbilanciamento, effetto del mismatch del coefficiente di dilatazione termica, tensioni di sfogliamento, resistenza allo sfogliamento, mezzi per aumentare la resistenza. ALTRI TIPI DI GIUNTO: giunto a semplice sovrapposizione, giunto a sovrapposizione rastremato, giunto a doppia sovrapposizione a gradini, giunti misti. MATERIALI E PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI: orientamento delle lamine, adesivi, preparazione delle superfici. MANIFATTURA DEL GIUNTO E CONTROLLI: compositi pre-curati, compositi non curati. GIUNTI MECCANICI: resistenza sforzo normale,taglio del labbro, compressione superficiale, resistenza a fatica, mezzi per migliorare la resistenza. ACCORGIMENTI PER UNA CORRETTA ESECUZIONE DEL GIUNTO: esecuzione del foro, realizzazione del collegamento, protezione contro la corrosione. |
| | |
| | **ESERCITAZIONI** |
| 3 | **MATERIALI COMPOSITI**: definizioni, caratteristiche, classificazione. COMPOSITI CON PARTICELLE. COMPOSITI FIBROSI: a fibre lunge, a fibre corte. MATRICI: resine epossidiche, poliestere, fenoliche, viniliche. FIBRE: vetro, carbonio, altre fibre. |
| 6 | **LAMINA CON RINFORZO UNIDIREZIONALE**: rapporto in volume, in peso, peso specifico, percentuale di vuoti. MICROMECCANICA: Modulo di elasticità in direzione longitudinale $E_L$, resistenza a trazione longitudinale, modulo di elasticità in direzione trasversale $E_T$, resistenza a trazione in direzione trasversale, modulo di elasticità trasversale $G_{LT}$ e coefficiente di Poisson $\nu_{LT}$, relazioni tra coefficienti di Poisson e moduli di Young. COEFFICIENTI DI DILATAZIONE TERMICA LINEARE: coefficiente longitudinale e coefficiente trasversale. |
| 3 | **COMPOSITI A FIBRE CORTE**: definizioni, trasferimento delle tensioni,.moduli di elasticità per fibre parallele e con orientamento random, resistenza a trazione, resistenza a fatica, resistenza all'urto, resistenza alla frattura. COMPOSITI A FIBRE NASTRIFORMI: definizioni, moduli di elasticità, resistenza. |
| 3 | **MACROMECCANICA DELLA LAMINA ORTOTROPA**: definizioni, legge di |

| | |
|---|---|
| | Hooke, matrice di rigidezza e matrice di cedevolezza, relazioni tra costanti elastiche e matrici, matrici in un riferimento cartesiano arbitrario, determinazione delle costanti elastiche nella generica direzione. |
| 6 | **TEORIA CLASSICA DEI LAMINATI**: definizioni ed ipotesi, calcolo di deformazioni e curvature del piano medio, calcolo di deformazioni e tensioni nella generica lamina. MATRICI CARATTERISTICHE DEL LAMINATO ED EQUAZIONI COSTITUTIVE: matrice di rigidezza estensionale, matrice di accoppiamento e matrice di rigidezza flessionale. LAMINATI PARTICOLARI: laminati simmetrici (B=0), laminati ortotropi ($A_{13}$=$A_{23}$=0), laminati con $D_{13}$=$D_{23}$=0, laminati quasi isotropi. ANALISI DELLE TENSIONI: inversione delle matrici ed equazioni matriciali risolventi. TENSIONI TERMICHE: forze e momenti termici, deformazioni e tensioni termiche. |
| 3 | **MECCANISMI DI ROTTURA E CRITERI DI RESISTENZA**: rottura per trazione longitudinale, compressione longitudinale, trazione trasversale, compressione trasversale, taglio. Criterio della massima tensione, criterio della massima deformazione, criterio di Tsai-Hill, criterio di Tsai-Wu, influenza del segno della tensione tangenziale. |
| 6 | **ANALISI DEI LAMINATI, TENSIONI INTERLAMINARI E FATICA NEI COMPOSITI** : definizioni, determinazione del carico di FPF, analisi post-FPF, analisi di laminati cross-ply, uso di codici di calcolo automatico. STIMA DELLA VITA A FATICA: sperimentazione e relazioni tensione-numero di cicli a rottura. COMPOSITI AD ELEVATO MODULO: aspetti peculiari, influenza del tipo di sollecitazione e delle condizioni ambientali. |
| 3 | **MFLE E CRITERI DI RESISTENZA PER ELEMENTI INTAGLIATI, RESISTENZA ALL'URTO E INFLUENZA DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI.** Teoria di Griffith, teoria dell'elasticità. CRITERI DI WHITNEY-NUSIMER: criterio della tensione puntuale, criterio della tensione media, validità limitazioni ed estensioni. PARAMETRI DI INFLUENZA NELL'URTO: velocità di impatto, dimensione e geometria del componente, orientamento fibre e sequenza di impacchettamento, resistenza alla delaminazione. MECCANISMI DI ROTTURA: rottura delle fibre, della matrice, pull-out, delaminazione. COMPOSITI IBRIDI: resistenza delle fibre e tempo di applicazione del carico, degrado termico della matrice (peso, resistenza e rigidezza), effetti dell'acqua. |
| 3 | **CARATTERIZZAZIONE SPERIMENTALE DEI COMPOSITI**: prova di trazione, prova di compressione, prova di taglio, prova di flessione, prova di delaminazione, prova di frattura.<br>**CONTROLLI NON DISTRUTTIVI**: esigenze, ricerca dei difetti tipici, raggi X, ultrasuoni, altre tecniche, tecniche di valutazione dell'integrità strutturale. |
| 3 | **GIUNZIONI DI MATERIALI COMPOSITI**: definizioni, classificazione, vantaggi e svantaggi dei vari tipi di giunto. GIUNTO A DOPPIA SOVRAPPOSIZIONE: distribuzione delle tensioni, lunghezza del giunto e carico massimo, effetto dello spessore del giunto, effetto dello spessore dell'adesivo, effetto dello sbilanciamento, effetto del mismatch del coefficiente di dilatazione termica, tensioni di sfogliamento, resistenza allo sfogliamento, mezzi per aumentare la resistenza. ALTRI TIPI DI GIUNTO: giunto a semplice sovrapposizione, giunto a sovrapposizione rastremato, giunto a doppia sovrapposizione a gradini, giunti misti. MATERIALI E PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI: orientamento delle lamine, adesivi, preparazione delle superfici. MANIFATTURA DEL GIUNTO E CONTROLLI: compositi pre-curati, compositi non curati. GIUNTI MECCANICI: resistenza sforzo normale,taglio del labbro, compressione |

| | |
|---|---|
| | superficiale, resistenza a fatica, mezzi per migliorare la resistenza. ACCORGIMENTI PER UNA CORRETTA ESECUZIONE DEL GIUNTO: esecuzione del foro, realizzazione del collegamento, protezione contro la corrosione. |
| | |
| **TESTI CONSIGLIATI** | **Zuccarello, B.,** Dispense di PROGETTAZIONE MECCANICA CON MATERIALI NON CONVENZIONALI, Palermo, 2002.<br>**Agarwal, B.D., Broutman, L.J**., ANALYSIS AND PERFORMANCE OF FIBER COMPOSITES, John Wiley & Sons, New York, 1980.<br>**Barbero, E.J.,** INTRODUCTION TO COMPOSITE MATERIAL DESIGN, Taylor and Francis, New, York, 1999.<br>**Wachtman, J.B**., STRUCTURAL CERAMICS, Academic Press inc., Londra, 1989.<br>**Reddy, J.N.,** MECHANICS OF LAMINATED COMPOSITE PLATES, CRC Press, 1997.<br>**Kaw, A. K.,** Mechanics of Composite Materials, CRC Press, 1997.<br>**Musikant, S**., CERAMICS, Marcel Dekker, New York 1991. |

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | Ingegneria |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2012-13 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria Meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | Progettazione di processo |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Caratterizzante |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | Ingegneria Meccanica |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 10069 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | NO |
| **NUMERO MODULI** | - |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | ING-IND/16 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Gianluca Buffa<br>R.U.<br>Università di Palermo |
| **CFU** | 6 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 90 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 60 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | Tecnologia Meccanica<br>Simulazione numerica per l'industria meccanica |
| **ANNO DI CORSO** | II |
| **SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali, Esercitazioni in aula |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Prova Orale, Presentazione di un progetto |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Primo semestre |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | Martedì 10-13 |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione**
Acquisizione di conoscenze specifiche nei seguenti ambiti:

- Algoritmi numerici per la simulazione del comportamento dei materiali metallici in campo plastico
- Definizione delle condizioni al contorno dei principali processi di formatura dei metalli
- Definizione del comportamento plastico dei materiali metallici anche in temperatura
- Messa a punto della simulazione numerica di processi di formatura di pezzi pieni e lamiere
- Post-processing critico dei risultati ottenuti

Lo studente al termine del corso risulterà in grado di svolgere attività di Computer Aided Engineering di processi di formatura di pezzi pieni e lamiere metalliche.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Applicazione di un corretto approccio nonché di realizzare una valutazione critica dei risultati ottenuti.

**Autonomia di giudizio**
Capacità di esaminare i risultati ottenuti ed apporre correttivi ed affinamenti ai modelli numerici realizzati.

**Abilità comunicative**
Capacità di esporre i risultati degli studi e delle valutazioni condotte, anche ad un pubblico non esperto. Essere in grado di sostenere l'importanza ed evidenziare le ricadute delle ingegnerizzazioni svolte.

**Capacità d'apprendimento**
Capacità di aggiornamento con la consultazione di testi e riviste scientifiche del settore. Capacità di utilizzare codici numerici di tipo commerciale anche diversi da quelli utilizzati durante il corso.

**OBIETTIVI FORMATIVI**
Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie pratiche per la simulazione dei processi di formatura dei metalli. Sarà in grado di analizzare risultati di simulazioni condotte e di affinare modelli numerici al fine di ottenere risultati maggiormente rispondenti alla realtà.
Lo studente sarà in grado di svolgere la funzione di consulente dell'imprenditore, al fine di mettere a punto procedure per l'ingegnerizzazione dei processi.

| ORE FRONTALI | LEZIONI FRONTALI |
|---|---|
| 1 | Introduzione<br>• Perché "progettare" processi di formatura<br>• Sviluppo storico<br>• Il metodo FEM e sue potenzialità |
| 2 | Basics<br>• Definizioni / Classificazioni<br>• Notazioni matematiche<br>• Richiami della teoria FEM |
| 2 | Formulazioni Implicite<br>• Flow formulation – Solid formulation<br>• Confronti e caratteristiche |
| 2 | Algoritmo Esplicito<br>• Caratteristiche e specifiche |
| 1 | Algoritmi di contatto<br>• Formulazioni<br>• Applicazioni nei codici commerciali |
| 2 | La simulazione di processi di bulk forming<br>• Caratteristiche<br>• Elementi<br>• Processi tradizionali<br>• Processi innovativi<br>• Sequenze di forgiatura |
| 3 | La simulazione di processi di stampaggio di lamiere<br>• Caratteristiche<br>• Elementi (gusci, membrane ecc)<br>• Processi tradizionali<br>• Processi innovativi |

| | |
|---|---|
| | • Il ritorno elastico |
| 2 | Analisi termo-meccaniche<br>• Il problema termico<br>• Algoritmi e schemi di soluzione |
| 2 | Previsione di fratture duttili<br>• I criteri di frattura<br>• Teoria della meccanica della frattura |
| 1 | Problemi aperti<br>• Algoritmi di remeshing (cenni)<br>• Stimatore di Errore |
| 2 | Progettazione mediante AI<br>• Strumenti di AI<br>• Casi di studio |
| **Tot. 20** | |
| | **ESERCITAZIONI** |
| 15 | La simulazione di processi di bulk forming |
| 15 | La simulazione di processi di stampaggio di lamiere |
| 6 | Analisi termo-meccaniche |
| 4 | Previsione di fratture duttili |
| **Tot. 40** | |
| | |
| **TESTI CONSIGLIATI** | • Dispense del corso<br>• Presentazioni del corso<br>• F. Micari, R. Ippolito, F. Gabrielli “Tecnologia Meccanica”, Mc Graw Hill |

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | INGEGNERIA |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2012-13 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | Sistemi di acquisizione ed elaborazione di grandezze meccaniche |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Caratterizzante |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | Ingegneria Meccanica |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 10076 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | NO |
| **NUMERO MODULI** | |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | ING-IND/12 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Leonardo D'Acquisto<br>Prof. associato conf.<br>Università di Palermo |
| **CFU** | 6 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 60 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 90 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | Misure meccaniche e termiche |
| **ANNO DI CORSO** | PRIMO |
| **SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in laboratorio |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Esercitazione pratica in laboratorio, Prova Orale; |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Primo semestre |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | lu-me-ve 9 - 10 |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione**
Il corso si propone di fare acquisire allo studente le seguenti conoscenze e capacità: conoscenza degli elementi di base di un linguaggio di programmazione informatico; la conoscenza degli aspetti teorici, metodologici ed operativi dell'elaborazione di segnali provenienti da sensori e trasduttori di misura di grandezze meccaniche e termiche con particolare riferimento alle applicazioni in campo industriale; una consapevolezza del più ampio contesto multidisciplinare dell'ingegneria, in particolare delle interazioni tra i settori della sensoristica, dell'informatica e dell'ingegneria industriale..

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**
Il corso si propone di fare acquisire allo studente le seguenti conoscenze e capacità: capacità di utilizzare le conoscenze di matematica, fisica e meccanica classica per interpretare, quantificare e

descrivere il contenuto di informazione associato ad un segnale di misura anche in presenza di dati mancanti o di una incompleta descrizione dell'oggetto della misura; la capacità di formulare e di risolvere problemi in aree nuove ed emergenti dell'ingegneria proponendo soluzioni specifiche per l'approccio a problemi di misura non convenzionali.

**Autonomia di giudizio**
Il corso si propone di sviluppare nello studente abilità decisionali ed interpretative concernenti la scelta di tecniche di calcolo, semplificazione di problemi, analisi di dati sperimentali finalizzate alla progettazione meccanica ed al controllo di processi industriali.

**Abilità comunicative**
Il corso si propone di sviluppare nello studente la capacità di comunicare ed esprimere con competenza e proprietà di linguaggio le problematiche ingegneristiche dei sistemi di misura in campo meccanico.

**Capacità d'apprendimento**
L'insegnamento contribuirà a sviluppare la capacità dello studente di completare anche attraverso lo studio individuale la preparazione nell'ambito degli argomenti dell'insegnamento.

**OBIETTIVI FORMATIVI**
Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito capacità di comprensione, conoscenze e metodologie per applicare e risolvere in maniera efficace problematiche di misura di grandezze meccaniche e termiche, anche ricorrendo alla progettazione di sistemi di acquisizione ed elaborazione di grandezze di misura meccaniche e termiche mediante l'impiego di computer e software dedicati realizzati sulla base di pacchetti sw commerciali. Sarà capace di formulare e di risolvere problemi in aree nuove ed emergenti dell'ingegneria proponendo soluzioni specifiche per l'approccio a problemi di misura non convenzionali, con abilità decisionali ed interpretative concernenti la scelta di tecniche di calcolo, semplificazione di problemi, analisi di dati sperimentali finalizzate alla progettazione meccanica ed al controllo di processi industriali.

| **ORE FRONTALI** | **LEZIONI FRONTALI** |
|---|---|
| 25 | Elementi di teoria dei segnali e tecniche analitiche e numeriche di elaborazione dei segnali |
| 24 | Strumentazione di acquisizione, condizionamento ed elaborazione dati di misura per applicazioni in campo meccanico |
| 18 | Tecniche di programmazione e linguaggio di programmazione LabVIEW™. L'approccio della strumentazione virtuale ed il G_Programming. L'ambiente LabVIEW.<br>Tecniche di realizzazione di strumentazione virtuale per l'acquisizione elaborazione e restituzione di segnali di misura di natura meccanica e termica |
| **Tot. 67** | |
| | |
| | **ESERCITAZIONI** |
| 12 | Uso di filtri hw basati su elementi passivi |
| 12 | Uso di sistemi di acquisizione e conversione A/D |
| 24 | Realizzazione di strumentazione virtuale per l'acquisizione elaborazione e restituzione di segnali di misura di natura meccanica e termica. |
| **Tot. 48** | |
| **TESTI CONSIGLIATI** | 1. MODERN INSTRUMENTATION FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS, Blackburn, James A., 2001, XV, 319 p., 190 illus., Hardcover, ISBN: 978-0-387-95056-3.<br>2. LABVIEW PROGRAMMING, DATA ACQUISITION AND ANALYSIS, Prentice Hall, J.Y. Beyon, New, York, 2001 |

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | Ingegneria |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2012/2013 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria Meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | Tecnica del Freddo |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Caratterizzante |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | Ingegneria Meccanica |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 07177 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | NO |
| **NUMERO MODULI** | - |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | ING-IND/10 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Domenico Panno<br>Ricercatore<br>Università di Palermo |
| **CFU** | 9 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 137 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 88 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | Fisica Tecnica |
| **ANNO DI CORSO** | II |
| **SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazione in laboratorio |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Prova Orale. Presentazione di una relazione sull'esercitazione di laboratorio |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | Mercoledì e venerdì ore 11-13 |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione:**
Acquisizione di conoscenze specifiche nei seguenti ambiti:
- ☐ Produzione di freddo mediante macchine termiche a ciclo inverso
- ☐ Criteri di scelta, progettazione e realizzazione di impianti frigoriferi
- ☐ Dimensionamento di componenti di impianti frigoriferi.

Lo studente, al termine del corso, sarà in grado di affrontare le problematiche relative alla produzione del freddo in modo energeticamente efficiente.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**
Applicazione di un corretto approccio nell'affrontare i problemi relativi alla progettazione degli impianti frigoriferi e capacità di valutazione critica dei risultati ottenuti.
**Autonomia di giudizio**
Capacità di analisi e valutazione dei risultati ottenuti e confronto critico con possibili alternative ai

sistemi tradizionali della produzione di freddo.

**Abilità comunicative**

Capacità di esposizione dei risultati ottenuti e delle valutazioni eseguite in modo chiaro e comprensibile. Capacità di evidenziare l'importanza dei risultati ottenuti e le ricadute nelle applicazioni.

**Capacità d'apprendimento**

Capacità di aggiornamento mediante consultazione di testi e riviste tecniche e scientfiche del settore. Capacità di approfondire tematiche attinenti la progettazione di impianti frigoriferi mediante sistemi e tecnologie in grado di contenere le ricadute negative sull'ambiente( effetto serra, buco dell'ozono).

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie adeguate per la progettazione degli impianti frigoriferi. Sarà in grado di valutare criticamente i risultati dei calcoli eseguiti, al fine di individuare la scelta ottimale dell'impianto frigorifero, in funzione della specifica applicazione. Lo studente sarà in grado di svolgere attività di consulenza al fine di indirizzare le scelte impiantistiche nel settore del freddo, in modo corretto da un punto di vista energetico ed ambientale.

| ORE FRONTALI | LEZIONI FRONTALI |
|---|---|
| 3 | Introduzione alla Tecnica del freddo; origine ed evoluzione della produzione artificiale di freddo. |
| 6 | Principali settori di impiego del freddo e principali applicazioni nei vari settori. |
| 10 | Cicli termodinamici inversi per la produzione di freddo. Macchine frigorifere a compressione di vapore. Cicli monostadio e bistadio. Soluzioni impiantistiche e confronto fra le diverse tipologie. |
| 8 | Fluidi frigorigeni: proprietà, criteri di scelta e di impiego. Fluidi naturali e fluidi sintetici. Azioni dei fluidi frigorigeni nei confronti dell'ambiente. Parametri di valutazione dei fluidi frigorigeni. Legislazione vigente. |
| 3 | Macchine frigorifere ad aria: analisi di vantaggi e svantaggi rispetto alle macchine frigorifere a compressione di vapore. |
| 8 | I sistemi ad assorbimento. Macchine frigorifere ad assorbimento acqua-ammoniaca. Bilanci di energia e bilanci di massa. Calcolo delle macchine ad assorbimento. Macchine frigorifere ad assorbimento a soluzione acquosa di bromuro di litio. |
| 12 | I principali componenti delle macchine frigorifere: compressori,condensatori, evaporatori, organi di laminazione, apparecchiature ausiliarie. |
| 1 | Tubazioni frigorifere. |
| 2 | Cenni sulle pompe di calore. |
| 3 | Sistemi di conservazione delle derrate deperibili: refrigerazione, congelazione lenta, congelazione rapida. |
| 2 | Dimensionamento di un impianto frigorifero al servizio di una cella frigorifera. |
| 2 | Caratteristiche costruttive dei magazzini frigoriferi. |
| 1 | Isolanti termici. Barriera al vapore. |
| 2 | Cenni sulla termoelettricità. |
| Totale 63 | |
| | **ESERCITAZIONI** |
| 25 | Cicli termodinamici inversi; macchine ad assorbimento; componenti delle |

| | |
|---|---|
| | macchine frigorifere; rilevamento in campo dei principali parametri di funzionamento di un impianto frigorifero e calcolo del coefficiente di effetto utile. |
| **TESTI CONSIGLIATI** | 1. U. Sellerio - Lezioni di Tecnica del Freddo. Edizione Sistema - Roma.<br>2. E. Bonaguri, D. Miari: Tecnica del Freddo - Hoepli - Milano.<br>3. R. J. Dossat: Principles of Refrigeration - Prentice Hall International Editions. |

| | |
|---|---|
| **FACOLTÀ** | Ingegneria |
| **ANNO ACCADEMICO** | 2012-2013 |
| **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE** | Ingegneria Meccanica |
| **INSEGNAMENTO** | Termotecnica |
| **TIPO DI ATTIVITÀ** | Caratterizzante |
| **AMBITO DISCIPLINARE** | Ingegneria Meccanica |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 07545 |
| **ARTICOLAZIONE IN MODULI** | NO |
| **NUMERO MODULI** | 1 |
| **SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI** | Ing-Ind/10 |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | Vincenzo La Rocca<br>Professore Associato<br>Università di Palermo |
| **CFU** | 6 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 90 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE** | 60 |
| **PROPEDEUTICITÀ** | Fisica Tecnica e Termofluidodinamica applicata |
| **ANNO DI CORSO** | Secondo |
| **SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | Lezioni frontali<br>Esercitazioni in aula |
| **MODALITÀ DI FREQUENZA** | Facoltativa |
| **METODI DI VALUTAZIONE** | Prova orale |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | Primo semestre |
| **CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE** | Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | Lunedì e Martedì e Venerdì dalle 12,00 alle 14,00 |

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente al termine del Corso avrà conoscenze approfondite di Termotecnica applicata ai processi energetici e di metodologie di calcolo di progetto per la caratterizzazione del funzionamento di apparecchi di scambio termico, di caldaie e di forni industriali.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente sarà in grado di applicare concretamente alle problematiche reali, sia di verifica che di progetto, le nozioni apprese durante il Corso.

**Autonomia di giudizio**

Lo studente sarà in grado di riconoscere e classificare i fenomeni fisici oggetto del Corso per una corretta gestione degli stessi nella prassi lavorativa.

**Abilità comunicative**

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare ed esprimere i concetti inerenti la disciplina. Sarà in grado di sostenere conversazioni e redigere documenti basilari inerenti le tematiche affrontate durante il Corso.

**Capacità d'apprendimento**

Lo studente al termine del Corso sarà in grado di progettare scambiatori di calore, caldaie, forni e di studiarne le caratteristiche di funzionamento con appropriati modelli di simulazione, di progettare la componentistica di sistemi energetici complessi e di affrontare lo studio di componenti afferenti a processi complessi per l'innovazione tecnologica di sistemi ed impianti energetici.

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Obiettivo del corso è quello di approfondire lo studio della Termotecnica applicata ai processi energetici e di metodologie di calcolo di progetto per la caratterizzazione del funzionamento di apparecchi di scambio termico, di caldaie e di forni industriali.

Scopo del corso, oltre allo studio della teoria, è l'acquisizione di una certa familiarità con le varie tecniche di calcolo. A ciò tendono le esercitazioni, alle quali si raccomanda di aggiungere lo svolgimento di esercizi anche con l'aiuto dei testi consigliati.

| **ORE FRONTALI** | **LEZIONI FRONTALI** |
|---|---|
| 25 | Scambiatori di calore |
| 20 | Caldaie |
| 15 | Forni industriali |
| | |
| | **ESERCITAZIONI** |
| 30 | Vari esercizi sugli argomenti svolti durante le lezioni frontali |
| **TESTI CONSIGLIATI** | Dispense, appunti e copie di articoli e manuali distribuiti durante il corso<br>D.Annaratone, Generatori di vapore, CLUP, 1998<br>S.S.Kutateladze, A councise encyclopedia of heat transfer, 1971<br>W.Trinks, M.H.Mawhinney; Industrial furnaces, J.Wiley, 1953<br>A.Bejan, G.Tsatsaronis, Michael Moran – Thermal design and optimization – J.Wiley, 1996 |