



Regolamento didattico del Corso di Laurea in Ingegneria Industriale (L-9) Anno Accademico 2018/2019

Art. 1 – Premesse e finalità

1. Il presente Regolamento didattico, redatto ai sensi del DM 30 gennaio 2013, n 47, specifica gli aspetti organizzativi del Corso di Laurea in Ingegneria Industriale.
2. Il Corso di Laurea in Ingegneria Industriale afferisce alla Classe L-9 delle lauree universitarie di cui al DM 16 marzo 2007 (GU n. 155 del 6-7-2007 - Suppl. Ordinario n.153).
3. Il Corso di Laurea in Ingegneria Industriale è incardinato nel Dipartimento di Ingegneria Civile, dell’Energia, dell’Ambiente e dei Materiali (DICEAM). La struttura didattica competente è il Consiglio di Corso di Studio in Ingegneria Industriale.
4. Il Consiglio approva annualmente la proposta di Manifesto degli Studi da sottoporre all’esame del Consiglio di Dipartimento in cui sono definiti tutti gli aspetti didattici ed organizzativi non disciplinati dal presente Regolamento.

Art. 2 – Obiettivi formativi specifici

Il Corso di Laurea in Ingegneria Industriale si pone come obiettivo specifico quello di formare un ingegnere con un largo spettro di competenze tecnico-scientifiche tipiche dell’ingegneria industriale con particolare riferimento agli ambiti elettrico, energetico, dei materiali e gestionale. Gli obiettivi formativi specifici del corso di laurea in Ingegneria Industriale sono i seguenti:

- conoscenza delle nozioni di base della geometria, dell’analisi matematica, della meccanica razionale, della chimica, della fisica e dell’informatica;
- capacità di utilizzare le conoscenze di base per la risoluzione di problemi derivanti dalle scienze applicate;
- capacità di sviluppo progetti di una infrastruttura industriale;
- utilizzazione dell’energia elettrica;
- progettazione delle reti e degli impianti civili ed industriali;
- verifica della rispondenza delle installazioni di sistemi elettrici;
- conoscenza delle principali tipologie di impianti termici e solari e dei metodi per il loro dimensionamento;
- utilizzazione dell’energia elettrica;
- conversione di fonti energetiche rinnovabili in energia elettrica;
- capacità di saper utilizzare nel modo più appropriato i diversi materiali, tradizionali ed innovativi, di comprenderne potenzialità e limiti, di svilupparne le applicazioni, di gestire i processi di trasformazione e di analizzare tutte le fasi di vita;
- poter gestire al meglio impianti di processi industriali;
- conoscenza delle problematiche fondamentali di tipo organizzativo, gestionale e tecnico che si presentano in diversi contesti applicativi.

Questi obiettivi saranno raggiunti attraverso una solida preparazione nelle scienze di base e nelle scienze caratterizzanti ed affini l’ingegneria industriale.

Nel primo anno viene data priorità alla preparazione di base nelle discipline della Matematica e Geometria, della Fisica, della Chimica, dell’Informatica e la prova di lingua inglese.

A partire dal secondo anno si acquisiscono competenze relative a discipline nei settori dell'Ingegneria Elettrica, Energetica, Gestionale e dei Materiali.

Al terzo anno, nel quale sono anche previsti i corsi a scelta e la prova finale, si completa la formazione negli ambiti ingegneristici caratterizzanti il corso di studi.

Lo studente ha l'opportunità di indirizzare il proprio piano di studi approfondendo uno o più ambiti caratterizzanti attraverso la scelta di percorsi curriculari che rappresentano declinazioni distinte del progetto formativo.

Accanto all'ambito legato alla gestione degli impianti e delle strutture industriali e che basa le proprie fondamenta sulla consolidata tradizione interdisciplinare civile ed industriale del dipartimento (curriculum industriale/infrastrutturale), sono presenti un curriculum Energia (con competenze in ambito elettrico/energetico e sulle tecnologie dei materiali, con particolare riferimento ai materiali per l'energia) e un curriculum Gestionale.

I percorsi curriculari si differenziano a partire dal secondo semestre del secondo anno e si caratterizzano attraverso quattro diversi ambiti disciplinari dell'ingegneria industriale (elettrica, energetica, gestionale e dei materiali). La specificità dei singoli curricula si arricchisce mediante competenze affini ed integrative.

La tipologia del corso è prevalentemente metodologica, ma è fortemente incoraggiata un'esperienza di tipo aziendale attraverso lo strumento del tirocinio formativo e di orientamento (che è obbligatorio e corrisponde a 6 CFU, massimo numero di crediti assegnati a tali attività curriculari all'interno dell'Ateneo), con particolare attenzione rivolta al programma "Erasmus+ Traineeship", e attraverso specifici iter formativi predisposti da esperti di relazioni aziendali e di progettazione europea, nel corso dei quali gli studenti verranno seguiti da tutori. Il Corso di Studio si è infatti dotato di una partnership aziendale che partecipa alla organizzazione di tali specifiche attività e svolge attività di consulenza per alcuni moduli del Corso. E' previsto inoltre lo svolgimento di attività seminari nel corso dell'anno accademico coordinate con tali aziende.

Ulteriori obiettivi formativi specifici sono conseguibili nell'ambito di un paniere di discipline a scelta dello studente.

Gli obiettivi formativi ed i risultati di apprendimento attesi sono progettati al fine di fornire al laureato gli strumenti sia per un inserimento diretto nel mondo del lavoro nel campo dell'Ingegneria Industriale che per la prosecuzione degli studi nell'ambito di un Corso di Laurea Magistrale sia all'interno dei profili già presenti all'interno dell'offerta formativa, che presso altre Università. Il Dipartimento è inoltre impegnato nella progettazione di un Corso di Laurea Magistrale specifico in ambito Industriale.

Art. 3 – Ammissione al Corso di laurea e valutazione della preparazione iniziale

L'ammissione al Corso di studio in Ingegneria Industriale è libera per tutti gli studenti in possesso di un diploma di scuola secondaria superiore conseguito in Italia o di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo e di sufficienti capacità e conoscenze. Per l'autovalutazione di queste ultime è obbligatorio effettuare una prova di ingresso predisposta dal Consorzio Interuniversitario Sistemi Integrati per l'Accesso (CISIA), che prevede la soluzione di test relativi a capacità di ragionamento logico e comprensione verbale, ad argomenti di matematica, scienze fisiche e chimiche, inglese. Le modalità di iscrizione e svolgimento saranno pubblicizzate sul sito web del Dipartimento. Il Consiglio di Dipartimento stabilisce annualmente le modalità di recupero degli eventuali Obblighi formativi aggiuntivi (OFA) per coloro che non superino il test.

Art. 4 – Organizzazione delle attività formative

1. L'elenco degli insegnamenti è riportato in Allegato 1, insieme all'indicazione dei settori scientifico-disciplinari di appartenenza (SSD), dei corrispondenti crediti formativi universitari (CFU), dell'eventuale articolazione in moduli, degli obiettivi formativi specifici e delle propedeuticità obbligatorie, il cui rispetto sarà controllato dalle commissioni di esame.
2. Le attività formative saranno svolte in due cicli didattici denominati semestri, della durata di almeno dieci settimane ciascuno, intervallati da almeno sei settimane per lo svolgimento delle

sessioni d'esame. Il numero delle sessioni d'esame per ogni intervallo non è mai minore di due. Nel mese di settembre deve essere svolta una seduta di esami aggiuntiva.

3. Per le attività formative che prevedono lezioni ed esercitazioni in aula, ogni credito comporta 8 ore di didattica frontale. Le esercitazioni hanno carattere di studio guidato e mirano a sviluppare la capacità dello studente di risolvere problemi ed esercizi. Per gli insegnamenti che prevedono attività di laboratorio, il numero di ore dedicate alle lezioni e alla frequenza dei laboratori può anche superare le 8 ore per credito.

4. Non sono previsti obblighi di frequenza per nessuna attività formativa.

Art. 5 – Piani di studio

1. Ogni studente iscritto al secondo anno è tenuto a presentare un piano di studio comprensivo delle attività formative a scelta. Queste ultime potranno essere specificate tra quelle svolte nell'ateneo, purché coerenti con il progetto formativo.

2. Le modalità di presentazione dei piani di studio, che dovranno essere approvati dal Consiglio del Corso di Studio, sono indicate nel Manifesto degli studi del Dipartimento DICEAM.

Art. 6 – Esami e verifiche del profitto

L'accertamento del profitto permette al docente di valutare i risultati dell'apprendimento e permette allo studente di arricchire le proprie conoscenze anche attraverso la valutazione ricevuta dal docente. Le diverse attività didattiche previste dagli insegnamenti inclusi nel piano di studio e le relative modalità di verifica contribuiscono al raggiungimento dei risultati di apprendimento attesi, definiti in accordo con i 5 descrittori di Dublino, conformemente all'ordinamento didattico.

Le modalità per l'accertamento saranno note a priori all'avvio dei corsi di studio mediante l'inserimento delle modalità stesse all'interno della scheda relativa ad ogni insegnamento tenuto nell'anno accademico di riferimento.

1. Per ciascuna attività formativa è previsto un esame, il cui superamento corrisponde all'acquisizione dei crediti corrispondenti.

2. Per ciascuna attività formativa l'esame è effettuato da un'apposita commissione, costituita in accordo a quanto specificato dal Regolamento Didattico di Ateneo.

3. Per le attività formative riconducibili ad insegnamenti l'esame comporta, oltre l'acquisizione dei crediti, anche l'attribuzione di un voto espresso in trentesimi con eventuale lode, che concorre a determinare il voto di laurea. Negli altri casi il superamento della prova viene certificato con un giudizio di approvazione.

4. Gli esami possono consistere in una prova scritta (problemi da risolvere, analisi di casi /testi/dati) e/o in una prova orale (interrogazione, dimostrazione di un'abilità pratica o una serie di abilità), oppure, in un test con domande a risposta libera o a scelta multipla. Potranno anche essere considerate eventuali altre prove, anche sostenute durante il periodo di svolgimento dell'attività formativa (prove in itinere), e comprendenti tipologie quali presentazioni orali, rapporti di laboratorio, analisi di testi o dati, svolgimento di attività sotto osservazione (attività pratiche, di laboratorio, grafiche), rapporti di tirocinio o di lavoro sul campo, saggi scritti o resoconti. Successivamente a tali prove potranno essere svolte alcune lezioni integrative, per un massimo di 24 ore, sulle tematiche trattate. Le modalità di esame possono comprendere anche più di una tra le forme elencate in precedenza.

5. Le eventuali prove in itinere non vengono svolte contemporaneamente alle ore di didattica degli altri insegnamenti e non possono essere del tutto sostitutive dell'esame finale.

6. I crediti acquisiti hanno validità per un periodo di sette anni dalla data dell'esame. Dopo tale termine il Consiglio del Corso di Studio potrà verificare l'eventuale obsolescenza dei contenuti conoscitivi, confermando anche solo parzialmente i crediti acquisiti.

Art. 7 – Criteri per il riconoscimento di crediti acquisiti in altri Corsi di Laurea e/o periodi di studio all'estero

1. In caso di trasferimento da un altro Corso di Laurea, il numero di crediti riconosciuti sarà stabilito dopo avere valutato le conoscenze e le abilità acquisite, che dovranno essere certificate ufficialmente dall'Università di provenienza.
2. Le modalità per colmare eventuali debiti formativi saranno individuate caso per caso.
3. Se il trasferimento avviene da un Corso di Laurea appartenente alla stessa classe, la quota di crediti riconosciuti per ogni settore scientifico-disciplinare non sarà inferiore al 50% di quelli già acquisiti.
4. Per gli studenti provenienti da Corsi di Laurea dell'Ateneo istituiti secondo il vecchio ordinamento, i crediti acquisiti saranno riconosciuti integralmente.
5. Lo studente che abbia avuto riconosciuti rispettivamente almeno 24 o 72 crediti viene iscritto al II anno o al III anno.
6. Per favorire le esperienze di studio all'estero vengono riconosciuti i crediti (ECTS) acquisiti durante il periodo di mobilità internazionale sulla base del "Learning agreement" stipulato prima della partenza, sentiti i docenti interessati. Inoltre, lo studente di ritorno da un periodo di mobilità all'estero può partecipare a tutti gli appelli straordinari di esame previsti nell'anno accademico.

Art. 8 – Riconoscimento di conoscenze e abilità professionali

1. Può essere riconosciuto un massimo di 12 crediti corrispondenti a conoscenze e abilità professionali certificate individualmente ai sensi della normativa vigente in materia, nonché ad altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario alla cui progettazione e realizzazione l'università abbia concorso. (Nota 1063 del 29/04/2011)

Art. 9 – Prova finale

Per il conseguimento del titolo lo studente deve preventivamente sostenere una prova finale, dopo aver completato tutte le altre attività formative.

La prova finale ha l'obiettivo di accertare il livello delle conoscenze di base e caratterizzanti conseguito dallo studente e la sua capacità di operare una sintesi o un approfondimento di tematiche inerenti al Corso di Laurea. Essa consiste nella discussione di un elaborato scritto, in lingua italiana o inglese, su argomenti connessi con gli insegnamenti del piano di studio, assegnato da un docente relatore almeno due mesi prima della prova finale.

La discussione della prova finale deve essere pubblica ed avviene davanti ad una Commissione d'esame composta da almeno cinque docenti, nominata dal Direttore del DICEAM.

L'elaborato oggetto della prova finale in formato elettronico deve essere consegnato alla segreteria studenti almeno sette giorni prima della data della seduta di Laurea.

Art. 10 – Conseguimento della Laurea

1. Il conseguimento della Laurea in Ingegneria Industriale avviene con il superamento della prova finale.
2. Il voto di Laurea, espresso in centodecimi con eventuale lode, viene determinato valutando il curriculum dello studente e la prova finale come segue:
 - a) viene calcolata la media dei voti, espressi in trentesimi, utilizzando come pesi i relativi crediti;
 - b) a tale media, convertita in centodecimi, vengono sommati:
 - un punto (le eventuali frazioni di punto non sono considerate) per eventuali lodi conseguite in moduli corrispondenti a 15 CFU;
 - un punto per l'eventuale partecipazione al Programma Erasmus+ con conseguimento di almeno 3 CFU (ECTS);
 - un punto per l'eventuale conseguimento del livello B2 o superiore di conoscenza della lingua inglese, attestato da un ente certificatore riconosciuto;
 - tre punti se la laurea avviene in corso o due punti se la laurea avviene entro il primo anno fuori corso
 - un massimo di quattro punti per la prova finale.

3. Ai candidati che raggiungono il punteggio di 110 può essere attribuita la lode con voto unanime della Commissione.

Art. 11 – Modifiche al Regolamento

1. Le modifiche al presente Regolamento sono proposte dal Consiglio del Corso di Studio e saranno sottoposte alla definitiva approvazione del Consiglio di Dipartimento.
2. Con l'entrata in vigore di eventuali modifiche al Regolamento Didattico di Ateneo o al Regolamento Didattico del DICEAM o di altre disposizioni in materia si procederà alla verifica e alla eventuale modifica del presente Regolamento.

Art. 12 – Norme transitorie

1. Per tutto ciò che non è previsto dal presente Regolamento, si applicano le disposizioni contenute nello Statuto, nel Regolamento Didattico di Ateneo e nel Regolamento Didattico del DICEAM.

ALLEGATI

1. Elenco delle attività formative con l'indicazione degli ambiti disciplinari, dei settori scientifico-disciplinari di appartenenza (SSD), dei crediti formativi universitari (CFU), delle propedeuticità obbligatorie, dell'eventuale articolazione in moduli e degli obiettivi formativi.
2. Tabella riassuntiva delle propedeuticità
3. Curriculum
4. Elenco docenti di riferimento

Allegato 1

Elenco delle attività formative con l'indicazione degli ambiti disciplinari, dei settori scientifico-disciplinari di appartenenza (SSD), dei crediti formativi universitari (CFU), delle propedeuticità obbligatorie, dell'eventuale articolazione in moduli e degli obiettivi formativi.

Denominazione:	Analisi Matematica I
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo Attività formativa:	Base
Ambito disciplinare:	Matematica
Settore Scientifico-Disciplinare:	MAT/05
Propedeuticità:	Nessuna
Anno di corso:	I
Semestre:	I
Modalità di erogazione:	Tradizionale
CFU:	9
Ore:	72

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire allo Studente i concetti fondamentali del calcolo differenziale ed integrale per funzioni reali di una variabile reale.

A tal fine, le definizioni e i principali risultati dell'analisi matematica di base, relativi ai concetti di limite, derivata ed integrale, verranno introdotti a partire dalle funzioni elementari per passare poi ad approfondimenti mirati che permetteranno lo studio di problematiche anche più complesse derivanti dalle scienze applicate.

L'obiettivo generale del corso è quello di facilitare l'Allievo nell'acquisizione di un appropriato livello di autonomia nella conoscenza teorica e nell'utilizzo degli strumenti analitici di base, di stimolare la sua capacità di riflessione, di calcolo e di comunicare le nozioni acquisite attraverso un linguaggio scientifico adeguato.

Programma dettagliato del corso

I. Elementi di teoria degli insiemi. Insiemi numerici. Estremi di un insieme numerico. Generalità sulle funzioni. Funzioni numeriche. Proprietà elementari delle funzioni. Grafico di una funzione. Operazioni sulle funzioni e trasformazione dei grafici. Funzioni elementari.

II-III. Definizione generale di limite per una funzione reale di variabile reale. Teoremi di unicità del limite, del confronto e della permanenza del segno. Teorema sui limiti di funzioni monotone. Operazioni sui limiti e forme indeterminate. Limiti notevoli. Asintoti. Infiniti e infinitesimi e loro confronto. Principio di sostituzione degli infinitesimi e degli infiniti. Successioni numeriche. Limite di una successione. Teoremi di unicità del limite, della permanenza del segno e del confronto. Teorema ponte e non esistenza dei limiti. Calcolo dei limiti. Teorema di esistenza del limite per una successione monotona. Serie numeriche. Esempi fondamentali: la serie geometrica, di Mengoli, armonica e armonica generalizzata. Condizione necessaria per la convergenza di una serie. Serie a termini di segno costante. Criterio del confronto, della radice e del rapporto. Serie assolutamente convergenti. Serie a termini di segno alterno. Criterio di Leibniz.

IV. Funzioni continue. Punti di discontinuità. Continuità delle funzioni composte e delle funzioni inverse. Teorema di esistenza degli zeri. Teorema dei valori intermedi. Radici di un'equazione: metodi grafici per la ricerca. Funzioni continue su un intervallo chiuso e limitato. Teorema di Weierstrass.

V-VI. Definizione di derivata e suo significato geometrico e cinematico. Retta tangente al grafico. Derivate delle funzioni elementari e regole di derivazione. Derivabilità e continuità. Massimi e

minimi relativi. Teoremi di Fermat, Rolle, Cauchy e Lagrange e loro interpretazione geometrica. Monotonia e derivabilità. Funzioni a derivata nulla. Punti singolari, angolosi, a tangente verticale e cuspidi. Differenziale e approssimazione lineare. Derivate successive. Teoremi di de l'Hôpital. Formula di Taylor e di McLaurin. Espressioni del resto. Approssimazione di funzioni mediante polinomi. Funzioni convesse e concave. Punti di flesso. Proprietà fondamentali. Studio del grafico di una funzione.

VII-VIII-IX. L'integrale di Riemann per funzioni di una variabile. Interpretazione geometrica. Proprietà dell'integrale definito. Teorema della media. Integrale indefinito e sue proprietà. Funzioni integrali. Teorema fondamentale del calcolo integrale. Metodi elementari per la ricerca di una primitiva: integrazione immediata, per scomposizione in somma e per sostituzione. Integrazione per parti. Ricerca di primitive per alcune classi di funzioni: razionali, trigonometriche e irrazionali. Integrali impropri. Domini illimitati. Integrandi non limitati. Esempi fondamentali. Teorema del confronto. Criterio del confronto asintotico.

Metodi di accertamento e valutazione

La prova d'esame consiste in una verifica scritta finale ed in una prova orale alla quale si accede se nella verifica scritta finale si è conseguito almeno un punteggio minimo predeterminato. Il superamento di eventuali prove scritte in itinere esonera lo Studente dalla verifica scritta finale. Il superamento della prova scritta dà diritto a sostenere l'esame orale solo nell'appello nel quale è stato superato l'esame scritto o negli appelli della medesima sessione. I possibili argomenti su cui verterà l'esame scritto sono:

1. Calcolo di limiti e studio della continuità di una funzione che dipende da uno o più parametri (5 punti)
2. Studio della convergenza di una serie numerica con parametro (4 punti)
3. Calcolo di derivate e loro applicazioni (4 punti)
4. Calcolo dell'area di una regione piana utilizzando il calcolo integrale (5 punti)
5. Studio di una funzione definita a tratti (12 punti)

Nella prova scritta si valutano le capacità critiche raggiunte dallo Studente nell'inquadrare le tematiche oggetto del Corso ed il rigore metodologico delle risoluzioni proposte in risposta ai quesiti formulati. Tale prova ha la durata massima di due ore e lo Studente può fare uso di libri e manuali oltre che della calcolatrice non programmabile. La prova orale consiste in un colloquio sugli argomenti del programma del corso e si valuta la capacità dello studente di comunicare le nozioni acquisite attraverso un linguaggio scientifico adeguato, nonché la capacità di esposizione dei contenuti teorici che stanno alla base delle varie tipologie di esercizi presenti nella prova scritta.

Il voto finale dell'esame del modulo di Analisi Matematica I è uguale a quello conseguito nella prova orale nel caso in cui il voto della prova orale è maggiore di quello ottenuto nella prova scritta, nel caso contrario è dato dalla media aritmetica tra i due voti conseguiti.

Testi adottati

- M. Bertsch, R. Dal Passo, L. Giacomelli, *Analisi Matematica*, McGraw-Hill, Milano 2007.
- N. Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone, *Elementi di Analisi Matematica I*, Liguori Editore, Napoli 2001.
- [Claudio Canuto](#), [Anita Tabacco](#), *Mathematical Analysis I*, Springer 2008.
- Vladimir A. Zorich, [Mathematical Analysis I](#), Springer 2008

Denominazione:	Geometria
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Base
Ambito Disciplinare:	Matematica, Informatica, statistica
Settore Scientifico Disciplinare:	MAT/03 Geometria
Propedeutica:	Nessuna
Anno di corso:	I
Semestre:	I
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	6
Ore:	48

Obiettivi formativi

Conoscenza delle nozioni di base dell'algebra lineare e della geometria analitica e applicazione delle conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi tipici dell'Ingegneria Industriale.

Conoscenza delle nozioni di base dell'algebra lineare (matrici, determinanti, sistemi di equazioni lineari, spazi vettoriali, applicazioni lineari, autovalori ed autovettori, diagonalizzazione di una matrice, prodotti scalari) e della geometria analitica in dimensione due e tre (equazioni di rette e piani e studio analitico delle loro mutue posizioni; equazioni e studio di curve e superfici, con particolare riferimento a coniche e quadriche). Conoscenza degli strumenti e delle tecniche proprie dell'Algebra Lineare per lo studio della Geometria Analitica. Capacità di comprendere e utilizzare strumenti matematici adeguati per la risoluzione di problemi geometrici del piano e dello spazio. Capacità di comunicare le conoscenze acquisite attraverso un linguaggio tecnico-scientifico adeguato.

Conoscenze relative agli aspetti metodologico-operativi della geometria, ai fini dell'interpretazione e descrizione dei problemi tipici dell'Ingegneria Industriale. Applicazione delle conoscenze matematiche per l'impostazione e soluzione di problemi anche complessi.

Programma dettagliato del corso

Spazi vettoriali (1CFU)

Definizione di campo k e di k -spazio vettoriale. Esempi. Sottospazi. Operazioni con i sottospazi: somma, intersezione, unione e somma diretta. Criterio per la somma diretta di due sottospazi. Combinazione lineare di un insieme di vettori di uno spazio vettoriale. Vettori linearmente indipendenti. Criterio per la lineare indipendenza dei vettori. Spazi vettoriali di dimensione finita. Generatori e basi di uno spazio vettoriale. Metodo del completamento e metodo degli scarti per la determinazione di una base. Basi canoniche. Componenti di un vettore e cambiamenti di base. Teorema sulla dimensione di un sottospazio. Formula di Grassmann.

Sistemi lineari e matrici (1CFU)

Sistemi di equazioni lineari. Sistemi lineari omogenei. Matrici. Matrici diagonali, simmetriche e antisimmetriche. Matrice trasposta. Matrici triangolari. Matrice ridotta per righe. Riduzione per righe e per colonna di una matrice. Sistemi lineari equivalenti. Sistemi lineari ridotti. Risoluzione dei sistemi di equazioni lineari. Metodo di Gauss-Jordan. Prodotto di matrici. Matrici invertibili. Rango di una matrice. Teorema di Rouchè-Capelli. Determinante di una matrice. Regola di Sarrus. Teoremi di Laplace. Calcolo dei determinanti e proprietà. Determinanti e matrici invertibili. Matrice aggiunta. Inversa di una matrice con il metodo della matrice aggiunta. Regola di Cramer. Minore di una matrice. Teorema di Kronecher. Sistemi lineari parametrici.

Applicazioni lineari e Spazi vettoriali euclidei (1CFU)

Definizione ed esempi di applicazione lineare. Nucleo ed Immagine di un'applicazione lineare. Applicazioni lineari e matrici. Applicazioni lineari iniettive, suriettive e biunivoche. Isomorfismi. Criterio di iniettività con dimostrazione. Teorema sui generatori dell'immagine di un'applicazione lineare. Teorema della dimensione. Composizione tra due applicazioni lineari e matrice associata. Traccia di una matrice. Matrici simili. Controimmagine di un vettore. Autovalori e autovettori. Molteplicità algebrica e geometrica di un auto valore. Endomorfismi semplici e teorema sull'endomorfismo semplice con dimostrazione. Teorema sulla dimensione degli autospazi. Teorema con dimostrazione: autovettori non nulli relativi ad autovalori distinti sono linearmente indipendenti. Matrici ortogonali. Basi ortogonali. Matrici ortogonali.

Geometria del piano cartesiano (2CFU)

Sistemi di riferimento. Coordinate cartesiane e polari nel piano. Rette del piano cartesiano. Equazione cartesiana: implicita ed esplicita. Forma parametriche. Coefficiente angolare e parametri direttori. Passaggio da equazioni parametriche a cartesiane e viceversa. Retta per due punti, retta per un punto e parallela (oppure perpendicolare) ad una data retta, proiezione ortogonale di un punto su una retta, distanza punto-retta. Distanza tra due rette parallele, punto medio di un segmento. Punti simmetrici rispetto ad un centro e rispetto ad una retta. Intersezioni. Condizioni di parallelismo e ortogonalità. Fasci di rette. Trasformazioni del piano cartesiano: Traslazioni, rotazioni e rototraslazioni. Circonferenza. Coniche. Forme canoniche. Classificazione affine delle coniche. Riduzione a forma canonica delle coniche senza termini misti. Fasci di coniche.

Geometria dello spazio cartesiano (1CFU)

Sistemi di riferimento. Coordinate cartesiane e polari nello spazio. Punti, rette e piani dello spazio cartesiano. Parametri direttori di una retta nello spazio.. Equazioni cartesiane e parametriche di una retta. Retta per due punti, retta per un punto e parallela ad una retta, retta per un punto e perpendicolare ad un piano. Passaggio da equazioni parametriche a cartesiane e viceversa. Piano per tre punti non allineati. Piano per un punto e parallelo ad un piano dato, proiezione ortogonale di una retta su un piano. Distanza punto-piano. Intersezioni. Mutue posizioni di rette e piani nello spazio. Condizioni di parallelismo e ortogonalità. Fasci di piani. Trasformazioni dello spazio cartesiano: traslazione, rotazione e rototraslazione.

Metodi di accertamento e valutazione

Prova scritta ed orale

L'esame scritto verte nella risoluzione di problemi di algebra lineare e geometria analitica sugli argomenti indicati nel programma e la prova orale verte su una discussione dei fondamenti teorici necessari alla risoluzione degli stessi problemi.

Testi adottati

1. S. Greco, P. Valabrega, "Algebra lineare", Levrotto & Bella, Torino.
2. S. Greco, P. Valabrega, "Geometria Analitica", Levrotto & Bella, Torino.
- 3 F. Flamini, A. Verra "Matrici e vettori. Corso di base di Geometria e Algebra Lineare."; Carocci Editore, Collana: LE SCIENZE , (2008) pp. 380. Pagina Web della casa Editrice e del Testo.
4. N. Chiarli, S. Greco, P. Valabrega, "100 Pagine di...Algebra lineare" Levrotto & Bella, Torino.
5. N. Chiarli, S. Greco, P. Valabrega, "100 Esercizi di...Algebra lineare" Levrotto & Bella, Torino.
6. P. Bonacini, M. G. Cinquegrani, L. Marino, Algebra Lineare, esercizi svolti, Cavallotto edizioni.
7. P. Bonacini, M. G. Cinquegrani, L. Marino, Geometria Analitica, esercizi svolti, Cavallotto edizioni.

Denominazione	Fondamenti d'Informatica
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale;
Classe:	L-9
Tipo Attività formativa:	Base
Ambito disciplinare:	Matematica, Informatica e Statistica
Settore Scientifico-Disciplinare:	ING-INF/05
Propedeuticità:	Nessuna
Anno di corso:	I
Semestre:	I
CFU:	6
Ore di insegnamento:	48

Obiettivi formativi

Il corso di “Fondamenti di Informatica” è un corso introduttivo alla programmazione imperativa. Il corso ha come obiettivi quello di fornire allo studente una visione organica e un approccio metodologico-operativo alla programmazione di un calcolatore elettronico orientato alla risoluzione dei problemi di base tipici dell'ingegneria.

Tali obiettivi sono raggiunti attraverso: nozioni di base di “informazione” e “algoritmo”; la conoscenza della programmazione imperativa propria dei linguaggi di programmazione di alto livello quale quella del C++. Una parte delle lezioni sarà svolta in laboratorio e fornirà allo studente la capacità di mettere in pratica quanto appreso nelle lezioni teoriche.

Programma dettagliato del corso

Concetti di base (1 credito – 8 ore)

Rappresentazione binaria - Struttura di un programma e concetto di Algoritmo- Variabili

Programmazione (4 crediti – 32 ore)

Dati, tipi di dati base, domini e operatori - Sequenze di escape - Istruzioni condizionali - Operatori relazionali, uguaglianza e assegnamento - Istruzioni iterative - Istruzioni break, continue e goto - Conversioni automatiche e di cast tra tipi di dati - Tipi enumerati e costanti - Array - Funzioni e passaggi parametri e variabili - Librerie e funzione main - Funzioni I/O - Funzioni e array - Ricorsività - Visibilità delle variabili - Informazioni di memorizzazione - Preprocessore - Ordinamenti - Ordine di grandezza e nozioni di base di complessità.

Laboratorio (1 credito – 8 ore)

Verranno svolti esercizi ed esempi di programmazione in C++ al calcolatore.

Metodi di accertamento e valutazione

Esame scritto al computer. La prova consta nella risoluzione di un problema mediante la scrittura di un programma in linguaggio C++ direttamente al computer.

Testi adottati

Luis Joyanes Aguilar – *Fondamenti di Programmazione in C++* - McGraw-Hill.

Note del docente

Denominazione	Fisica
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo Attività formativa:	Base
Ambito disciplinare:	Fisica e Chimica
Settore Scientifico-Disciplinare:	FIS/01
Propedeuticità:	Nessuna
Anno di corso:	I
Semestre:	I, II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	12
Ore di insegnamento:	96

Obiettivi formativi

Il corso ha per oggetto lo studio dei fondamenti della meccanica, della termodinamica, dell'elettrostatica e della magnetostatica nel vuoto.

Il corso si propone di dotare gli Studenti della capacità i) di svolgere semplici problemi sugli argomenti prima indicati, avvalendosi delle conoscenze matematiche già acquisite, ii) di esaminare criticamente i risultati ottenuti e di comprendere in quali ambiti possono essere applicati, iii) di comunicare le conoscenze acquisite attraverso un linguaggio tecnico-scientifico adeguato.

Programma dettagliato del corso

CINEMATICA. Richiami sui vettori. Moto in una dimensione. Velocità media e istantanea. Accelerazione media e istantanea. Moto con accelerazione costante. Moto in due e tre dimensioni. Moto circolare: accelerazione centripeta e accelerazione tangenziale.

DINAMICA. Leggi di Newton. Diagrammi di corpo libero. Forze di attrito. Dinamica del moto circolare uniforme. Sistemi non inerziali e forze fittizie. Lavoro. Energia cinetica. Potenza. Campi di forza conservativi. Energia potenziale. Sistemi conservativi unidimensionali. Conservazione dell'energia meccanica. Forze non conservative e variazione dell'energia meccanica. Oscillatore armonico semplice. Energia di un oscillatore armonico. Pendolo semplice. Moto armonico e moto circolare uniforme. Composizione di moti armonici. Sistemi di particelle. Centro di massa. Quantità di moto. Conservazione della quantità di moto. Cinematica rotazionale. Energia cinetica di rotazione e momento di inerzia. Momento della forza. Dinamica rotazionale del corpo rigido. Momento angolare. Conservazione del momento angolare.

FLUIDI. Statica dei fluidi. Legge di Stevino. Principio di Archimede. Principio di Pascal. Dinamica dei Fluidi. Linee e tubi di flusso. Equazione di continuità. Teorema di Bernoulli.

TERMODINAMICA. Sistemi e stati termodinamici. Temperatura ed equilibrio termico. Leggi dei gas ideali. Lavoro fatto su un gas ideale. Calore. Capacità termica e calore specifico. Calori specifici dei gas ideali. Primo Principio della Termodinamica. Trasformazioni reversibili e irreversibili. Macchine termiche. Ciclo di Carnot. Macchine frigorifere. Secondo Principio della Termodinamica. Teorema di Carnot. La funzione di stato Entropia. Entropia del gas ideale.

ELETTROSTATICA E MAGNETOSTATICA NEL VUOTO. Legge di Coulomb. Campo E e potenziale V. Teorema di Gauss ed applicazioni. Capacità. Condensatori in serie in parallelo. Intensità e densità di corrente. Condizioni di stazionarietà. Legge di Ohm. Resistenze in serie e in parallelo. Effetto Joule. Campo B. Formule di Laplace. Forze elettrodinamiche fra circuiti percorsi da corrente. Forza di Lorentz. Momento magnetico di una spira. Teorema di Ampere ed applicazioni. Concetto di circuito magnetico e legge di Hopkinson.

Metodi di accertamento e valutazione

Test scritto e prova orale.

Il test prevede la soluzione di quesiti aperti volti ad accertare la conoscenza dei fondamenti della meccanica, della termodinamica, dell'elettrostatica e della magnetostatica nel vuoto. La prova orale verte sulla discussione dei fondamenti teorici necessari alla risoluzione dei quesiti stessi.

Testi adottati

ALONSO-FINN, Fisica (vol. 1 e 2), Ed. Masson.

GETTYS-KELLER-SKOVE, Fisica classica e moderna (vol. 1 e 2), Ed. Mc Graw-Hill.

ROLLER-BLUM, Meccanica, onde e termodinamica (vol. 1), Elettricità, magnetismo, ottica (vol. 2) Ed. Zanichelli.

ROSATI, Fisica Generale (vol.1), LOVITCH-ROSATI, Fisica Generale (vol.2), Ed. Ambrosiana.

Denominazione:	Chimica
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Base
Ambito Disciplinare:	Chimica e Fisica
Settore Scientifico Disciplinare:	CHIM/07
Propedeutica:	Nessuna
Anno di corso:	I
Semestre:	II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	9
Ore:	72

Obiettivi formativi

Al termine del corso lo studente avrà sviluppato le seguenti conoscenze e abilità:

- conoscenza dei principi di base della Chimica;
- comprensione del significato delle reazioni chimiche;
- calcolo stechiometrico;
- descrizione delle caratteristiche chimico-strutturali della materia nei diversi stati di aggregazione;
- correlazione della struttura chimica dei materiali alle loro proprietà;
- comprensione degli aspetti energetici e cinetici delle trasformazioni chimiche;
- conoscenza degli aspetti metodologico-operativi della chimica e la loro interpretazione al fine di descrivere i problemi dell'ingegneria industriale;
- processi chimici di interesse industriale

Programma dettagliato del corso

- ATOMO - LEGAME CHIMICO (1 credito)

Origine della teoria atomica. Esperienza di Rutherford. Massa atomica. Mole e peso atomico. L'elettrone. La teoria quantistica. La meccanica ondulatoria. I numeri quantici.

Formule di Lewis. Potenziale di ionizzazione. Affinità elettronica. Elettro negatività. I legami chimici: covalente, ionico. La risonanza. Gli orbitali delocalizzati. Gli orbitali ibridi. Le forze intermolecolari. Legame idrogeno. Il legame metallico.

- REAZIONI CHIMICHE (1 credito)

Valenza. Numero d'ossidazione. Nomenclatura dei composti chimici. Reazioni chimiche. Reazioni redox. Relazioni ponderali nelle reazioni chimiche. Peso equivalente.

- STATI DELLA MATERIA - SOLUZIONI (1 credito)

Stato gassoso. Equazione generale dei gas ideali. I gas reali. Temperatura critica. Diagramma di Andrews. Lo Stato liquido. Lo Stato solido. I cambiamenti di stato. I sistemi eterogenei ad un componente. La regola delle fasi. Il diagramma di stato dell'acqua.

La concentrazione delle soluzioni. La legge di Raoult. Le proprietà colligative. Le soluzioni elettrolitiche. La conducibilità elettrolitica.

- TERMODINAMICA (2 crediti)

Il primo principio della termodinamica. Energia interna ed Entalpia. La termochimica. Il secondo principio della termodinamica. L'entropia. L'energia libera. L'equazione di Clausius-Clayperon. La spontaneità delle reazioni chimiche.

- EQUILIBRIO CHIMICO (1 credito)

La legge dell'equilibrio chimico. L'effetto della concentrazione, temperatura e pressione sull'equilibrio. Equazione di Van't Hoff. Equilibri in fase gas. Equilibri eterogenei. Equilibri in

soluzione. Prodotto ionico dell'acqua. Acidi e basi. pH. Calcolo del pH. Soluzioni tampone. Indicatori. Idrolisi. Prodotto di solubilità. Cenni sulla velocità di reazione e le variabili che la influenzano.

- CINETICA CHIMICA – ELETTROCHIMICA (1 credito)

Pile. Elettrodi. Elettrodi di riferimento. Equazione di Nernst. Misura della f.e.m. di una pila. L'elettrolisi. Le leggi di Faraday. Gli accumulatori. Cenni sulla corrosione dei metalli.

- PROCESSI CHIMICI DI INTERESSE INDUSTRIALE (1 credito)

Industria dell'idrogeno: gas d'acqua, reforming dei gas naturali. Preparazione del sodio, idrossido di sodio e carbonato di sodio. Metallurgia dell'alluminio. Processo Hall-Héroult. Industria dell'ammoniaca e dell'acido nitrico. Preparazione dell'acido solforico: metodo a contatto.

- ACCENNI DI CHIMICA ORGANICA (1 credito)

Idrocarburi. Nomenclatura degli idrocarburi. Alcani-Alcheni-Alchini. Alcoli. Aldeidi e chetoni. Eteri. Acidi carbossilici. Esteri e reazione di transesterificazione. Grassi e saponi. Ammine. Ammidi. Amminoacidi. Composti Aromatici.

Esercitazioni - Durante le esercitazioni non vengono spiegati nuovi argomenti ma sono trattati gli aspetti numerici di alcuni di essi, in particolare:

- ' Ripasso di nomenclatura inorganica.
- ' Mole, peso molecolare e peso molare.
- ' Relazioni ponderali nelle reazioni chimiche.
- ' Reazioni di ossido-riduzione e loro bilanciamento.
- ' Leggi dei gas ideali.
- ' Proprietà colligative delle soluzioni.
- ' Equilibri chimici omogenei ed eterogenei.
- ' Entalpia di reazione (Legge di Hess)
- ' pH ed equilibri in soluzione acquosa
- ' Equazione di Nernst relativa ad un elettrodo o ad una cella.
- ' Leggi di Faraday.

Metodi di accertamento e valutazione

La valutazione sarà effettuata sulla base di una prova scritta intermedia (parziale), di una seconda prova scritta alla fine del corso e di un esame orale su tutti gli argomenti del programma.

Gli esami scritti mirano, oltre a verificare la conoscenza della base della Chimica (atomo e legami chimici), a valutare la capacità di eseguire calcoli applicativi inerenti (i) le reazioni chimiche, (ii) le soluzioni chimiche, (iii) la termodinamica, (iv) l'equilibrio chimico e (v) l'elettrochimica.

L'orale sarà prevalentemente rivolto ad una discussione dei fondamenti teorici necessari alla risoluzione calcoli applicativi della chimica affrontati durante le prove scritte nonché ad accertare una adeguata padronanza delle leggi fondamentali alla base dei problemi inerenti processi chimici dell'ingegneria industriale e della correlazione della struttura chimica dei materiali alle loro proprietà.

Testi adottati

Il Corso è caratterizzato da lezioni frontali con l'ausilio di supporti informatici per l'esposizione di testi ed immagini (videoproiezione). Tutto il corso sarà corredato di materiale elettronico che sarà messo a disposizione in anticipo sul sito del materiale didattico del corso.

- Per la parte teorica è consigliato il seguente testo:

P. Finocchiaro, R. Pietropaolo "LEZIONI DI CHIMICA", Schonenfeld & Ziegler.

- Per la parte di esercitazioni:

A. Clerici, S. Morocchi "ESERCITAZIONI DI CHIMICA", Schonenfeld & Ziegler

Denominazione:	Corso Integrato di Analisi Matematica II (6 CFU) Metodi statistici per l'Ingegneria (3 CFU)
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo Attività formativa:	Base
Ambito disciplinare:	Matematica, Probabilità, Statistica
Settore Scientifico-Disciplinare:	MAT/05
Propedeuticità:	Analisi Matematica I
Anno di corso:	I
Semestre:	II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
CFU:	9
Ore:	72

Modulo: Analisi Matematica II (6 CFU)

Obiettivi formativi

Il modulo di Analisi Matematica II si propone di fornire allo Studente quei concetti fondamentali del calcolo differenziale ed integrale per funzioni reali di più variabili reali. Le tematiche di base verranno introdotte a partire dagli analoghi concetti già studiati per le funzioni di una variabile (quali limiti, derivate, integrali, studi di funzioni elementari) per passare gradualmente ad approfondimenti mirati che permetteranno lo studio di problematiche anche complesse inerenti lo studio dei massimi e minimi per una funzione, le equazioni differenziali ed il calcolo di integrali doppi e tripli.

Programma dettagliato del corso

I. Funzioni reali di più variabili reali. Elementi di topologia nel piano e nello spazio. Limite e continuità. Teorema di esistenza degli zeri. Teorema di Weierstrass. Derivate parziali. Derivate successive. Teorema di Schwarz. Gradiente. Differenziale. Funzioni composte. Derivate direzionali. Formula di Taylor del secondo ordine.

Massimi e minimi relativi, teorema di Fermat. Condizioni sufficienti per un estremo relativo. Ricerca del massimo e del minimo assoluto.

II. Successioni di funzioni: convergenza puntuale ed uniforme. Teoremi della continuità, della derivabilità e del passaggio al limite sotto il segno di integrale. Serie di funzioni. Convergenza puntuale, uniforme e totale. Integrazione e derivazione per serie. Serie di potenze. Serie di Taylor. Serie di Fourier.

III. Integrale generale di un'equazione differenziale. Problema di Cauchy e ai limiti. Esistenza e unicità locale e globale. Il teorema di Cauchy di esistenza e unicità locale e globale. Dipendenza continua dai dati iniziali. Proprietà generali delle equazioni differenziali lineari. Equazioni differenziali lineari del secondo ordine. Metodo di somiglianza. Metodo di variazione delle costanti.

IV. Integrali doppi e tripli. Integrali su domini normali. Integrale di funzioni continue. Formule di riduzione per gli integrali doppi. Cambiamento di variabili negli integrali doppi. Integrali tripli. Formule di riduzione per gli integrali tripli. Cambiamento di variabili negli integrali tripli. Volume di un solido di rotazione.

V. Elementi di calcolo vettoriale. Curve regolari. Lunghezza di una curva. Curve orientate. Ascissa curvilinea. Integrale curvilineo di una funzione. Integrale di una forma differenziale. Forme

differenziali. Campi vettoriali. Campi conservativi e potenziale. Lavoro di un campo conservativo. Linguaggio delle forme differenziali.

VI. Superficie regolari. Piano tangente e versore normale. Area di una superficie. Integrali di superficie. Formule di Gauss-Green nel piano. Calcolo dell'area di un dominio regolare. Teorema della divergenza e formula di Stokes. Formula di integrazione per parti.

Modulo: Metodi statistici per l'Ingegneria (3 CFU)

Obiettivi formativi

Il modulo di Metodi statistici per l'Ingegneria si propone di fornire allo Studente i concetti base della statistica. Una volta introdotti i concetti fondamentali della probabilità (propedeutici alla costruzione e comprensione di quelli della statistica), si passerà alla statistica descrittiva. Tutti gli argomenti verranno introdotti ricorrendo a numerosi esempi, allo scopo di facilitare la comprensione immediata da parte degli Studenti e metterli subito nelle condizioni di affrontare in maniera autonoma i problemi inerenti gli argomenti trattati.

Programma dettagliato del corso

I Probabilità. Assiomi della probabilità. Costruzione di misure di probabilità: la definizione classica. Nozioni di calcolo combinatorio.

Variabili aleatorie. Funzione di ripartizione e sue proprietà. Variabili aleatorie discrete: funzione di probabilità di massa. Variabili aleatorie continue: funzione di densità di probabilità e sua caratterizzazione. Valor medio di variabili aleatorie e di funzioni di variabili aleatorie. Varianza. Alcune distribuzioni notevoli: uniforme discreta, geometrica, uniforme continua, esponenziale, binomiale, di Poisson. Distribuzione di Poisson come approssimazione della distribuzione binomiale. Distribuzione normale e uso delle tavole. Disuguaglianze di Markov e di Chebyshev. Variabili aleatorie doppie. Funzione di ripartizione, di probabilità e di densità congiunte e marginali. Covarianza e coefficiente di correlazione. Indipendenza di variabili aleatorie. Legge dei grandi numeri e conseguenze nel caso di variabili aleatorie binomiali.

II e III Statistica.

Statistica descrittiva: popolazioni e campioni; frequenze assolute e relative; grafici e tabelle.

Statistiche di misura centrale: media, mediana e moda campionarie. Statistiche di deviazione: varianza e deviazione campionarie. Insiemi di dati bivariati. Diagramma a dispersione. Coefficiente di correlazione campionaria. Retta di regressione.

Cenni di inferenza statistica. Campione aleatorio. Valor medio e varianza della media campionaria. Valor medio della varianza campionaria. Teorema del limite centrale. Distribuzione della media campionaria.

Metodi di accertamento e valutazione

La prova d'esame consiste in una verifica scritta finale ed in una prova orale alla quale si accede se nella verifica scritta finale si è conseguito almeno un punteggio minimo predeterminato. Il superamento di eventuali prove scritte in itinere esonera lo Studente dalla verifica scritta finale.

Il superamento della prova scritta dà diritto a sostenere l'esame orale solo nell'appello nel quale è stato superato l'esame scritto o negli appelli della medesima sessione.

I possibili argomenti su cui verterà l'esame scritto sono:

1. Studio di funzioni di più variabili (Continuità, differenziabilità, estremi locali) (5 punti)
2. Risoluzione di un problema di Cauchy per equazioni differenziali lineari (5 punti)
3. Calcolo di un integrale multiplo anche utilizzando le formule di Gauss-Green e/o il teorema della divergenza (5 punti)

4. Studio di una forma differenziale oppure (2 punti)
5. Studio di una serie di funzioni (3 punti)
6. Un esercizio sulle variabili aleatorie (5 punti)
7. Un esercizio relativo agli argomenti del secondo e terzo cfu. (5 punti)

Nella prova scritta si valutano le capacità critiche raggiunte dallo Studente nell'inquadrare le tematiche oggetto del Corso ed il rigore metodologico delle risoluzioni proposte in risposta ai quesiti formulati. Tale prova ha la durata massima di due ore e trenta minuti e lo Studente può fare uso di libri e manuali oltre che della calcolatrice non programmabile. La prova orale consiste in un colloquio sugli argomenti del programma del corso e si valuta la capacità dello studente di comunicare le nozioni acquisite attraverso un linguaggio scientifico adeguato, nonché la capacità di esposizione dei contenuti teorici che stanno alla base delle varie tipologie di esercizi presenti nella prova scritta.

Testi adottati

- M. Bertsch, R. Dal Passo, L. Giacomelli, *Analisi Matematica*, McGraw-Hill, Milano 2007.
- N. Fusco, P. Marcellini, C. Sbordone, *Elementi di Analisi Matematica due*, Liguori Editore, Napoli 2001.
- [Claudio Canuto](#), [Anita Tabacco](#), *Mathematical Analysis II*, Springer 2008.
- Vladimir A. Zorich, *Mathematical Analysis II*, Springer 2008
- S.M.Ross, *Probabilità e Statistica per l'Ingegneria e le Scienze*, Apogeo.
- G.Dall'Aglio, *Calcolo delle Probabilità*, Zanichelli.
- T.H.Wonnacott-R.J.Wonnacott, *Introduzione alla Statistica*, Franco Angeli

Denominazione	Algoritmi, strutture dati ed elementi di OOP
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo Attività formativa:	Base
Ambito disciplinare:	Matematica, Informatica e Statistica
Settore Scientifico-Disciplinare:	ING-INF/05
Propedeuticità:	Fondamenti di Informatica
Anno di corso:	II
Semestre:	I
CFU:	6
Ore di insegnamento:	48

Obiettivi formativi

Il corso di “Algoritmi, strutture dati ed elementi di OOP” è un corso strutturato in due parti. La prima parte è finalizzata allo studio di alcuni algoritmi, utili per risolvere problemi fondamentali, e delle strutture dati (elementari, non lineari, avanzate) più comuni. La seconda parte fornisce allo studente gli elementi di base della programmazione orientata agli oggetti (OOP) dove saranno sviluppate le capacità di esplicitare le relazioni d’interdipendenza di metodi e oggetti e di realizzare codice modulare attraverso l’uso delle classi. Come linguaggio di riferimento si adotterà il C++ in continuità con il corso di base di “Fondamenti di Informatica”.

Programma dettagliato del corso

Algoritmi e strutture dati (3 crediti – 24 ore)

Complessità computazionale – Programmazione dinamica – Programmazione Greedy – Backtracking e Branch and Bound – Algoritmi di approssimazione – Cenni di analisi ammortizzata. Pile – Code – Liste – Code— Alberi binari – Grafi – Hashing.

Elementi di OOP (Object-Oriented Programming) (3 crediti – 24 ore)

Astrazione dei dati: Classi e Oggetti - Dichiarazione di Oggetti, accesso ai Membri, Costruttori e Distruttori - Gli Array, i Puntatori, gli indirizzi e gli operatori di allocazione dinamica - Overload di Operatori – Composizione - Ereditarietà – Polimorfismo - Operazioni di I/O su file- Cenni di gestione delle eccezioni.

Metodi di accertamento e valutazione

Esame Scritto. La prova consta di un quesito a risposta aperta e nella progettazione di una o più classi e di quanto necessario all’invocazione dei relativi metodi.

L’obiettivo dell’esame è verificare le conoscenze in tema di algoritmi e strutture dati e la capacità di uno studente di individuare e modellare i dati e le relazioni d’interdipendenza presenti nel problema dato e organizzarle in maniera adeguata.

Testi adottati

Luis Joyanes Aguilar – *Fondamenti di Programmazione in C++* - McGraw-Hill.

Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest e Clifford Stein – *Introduzione agli algoritmi e alle strutture dati* - McGraw-Hill.

Note del docente

Denominazione:	Metodi Numerici per l'Ingegneria
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo Attività formativa:	Base
Ambito disciplinare:	Matematica, Informatica e statistica
Settore Scientifico-Disciplinare:	MAT/08
Propedeuticità:	Nessuna
Anno di corso:	II
Semestre:	I
CFU:	6
Ore di insegnamento:	48

Obiettivi formativi

Lo scopo del corso è fornire allo studente i principali metodi del Calcolo Numerico per la risoluzione dei seguenti problemi matematici: sistemi lineari, equazioni non-lineari, approssimazione di dati, integrazione, problemi differenziali ai valori iniziali e ai limiti. Alla fine del corso lo studente dovrà aver assimilato il processo risolutivo di un problema matematico, distinguendone le varie fasi: discretizzazione del modello continuo, individuazione di un metodo risolutivo e implementazione del metodo su calcolatore. Dovrà essere capace di selezionare il metodo numerico più idoneo al problema in esame, rispetto a criteri di efficienza e stabilità. Dovrà acquisire consapevolezza delle problematiche relative all'utilizzo del calcolatore per la risoluzione di problemi matematici e capacità di: sviluppare semplici programmi di calcolo, realizzare test numerici e analizzare criticamente i risultati ottenuti.

La didattica è organizzata in lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio.

Programma dettagliato del corso

ARITMETICA FLOATING-POINT E ANALISI DEGLI ERRORI

Rappresentazione dei numeri in un calcolatore. Precisione numerica. Aritmetica floating-point. Errori e loro propagazione. Condizionamento di un problema matematico. Stabilità di un algoritmo.

RISOLUZIONE DI EQUAZIONI NON LINEARI

Metodi iterativi: convergenza e ordine di convergenza. Metodi di bisezione, delle secanti e di Newton-Raphson. Criteri d'arresto

RISOLUZIONE DI SISTEMI DI EQUAZIONI LINEARI

Richiami di calcolo matriciale. Norme vettoriali e matriciali. Numero di condizionamento di una matrice. Metodi diretti. Risoluzione di sistemi triangolari. Metodo di eliminazione di Gauss. Pivoting. Fattorizzazione LU. Metodi iterativi. Matrice di iterazione. Convergenza e rapidità di convergenza. Criteri d'arresto. Metodi di Jacobi e Gauss-Seidel-

APPROSSIMAZIONE DI FUNZIONI E DI DATI

Interpolazione polinomiale. Polinomio interpolatore nella forma di Lagrange. Interpolazione con funzioni spline. Spline lineari e cubiche. Approssimazione nel senso dei minimi quadrati.

DERIVAZIONE ED INTEGRAZIONE NUMERICA

Approssimazione di derivate: differenze finite. Formule di quadratura interpolatorie. Grado di precisione. Formule di Newton-Cotes. Formule di Newton-Cotes composte.

INTEGRAZIONE NUMERICA DI EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE

Problema di Cauchy. Metodi one-step. Errore locale ed errore globale. Consistenza e convergenza. Metodi di Eulero e di Crank-Nicolson. Generalità sui metodi di Runge Kutta

METODI NUMERICI PER PROBLEMI AI LIMITI

Generalità su equazioni ellittiche, paraboliche, iperboliche. Condizioni iniziali e al contorno. Approssimazione alle differenze finite del problema di Poisson in una e due dimensioni. Approssimazione agli elementi finiti del problema di Poisson monodimensionale.

MATLAB E OCTAVE COME LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE

Ambienti di lavoro Matlab e Octave: comandi principali, array e matrici, funzioni matematiche di base, grafici. Istruzioni per la grafica. Progettazione e sviluppo dei programmi. Operatori relazionali e operatori logici. Funzioni. Istruzioni condizionali. Cicli non condizionati e condizionati. Implementazione di metodi numerici e analisi/validazione dei risultati su problemi test.

Metodi di accertamento e valutazione

Prova pratica di programmazione in laboratorio per accertare la capacità di implementare e testare autonomamente algoritmi numerici. Prova orale per appurare la capacità di illustrare le proprietà matematiche dei metodi studiati.

Testi adottati

A. Quarteroni, F. Saleri, P. Gervasio. *Calcolo Scientifico. Esercizi e problemi risolti con MATLAB e Octave*, Springer, 2012.

Denominazione:	Elettrotecnica
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria Elettrica
Settore Scientifico Disciplinare:	ING-IND/31 – Elettrotecnica
Propedeutica:	Analisi Matematica II, Fisica
Anno di corso:	II
Semestre:	I
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	12
Ore:	96

Obiettivi formativi

Il corso di Elettrotecnica si propone di introdurre lo studente ai fondamenti dei circuiti elettrici con riferimento alla teoria dei circuiti ma anche deducendo le principali grandezze elettriche e le proprietà di base dai modelli stazionari e quasi stazionari dell'elettromagnetismo. Il corso mira a fornire una base culturale e metodologica per lo studio di alcuni concetti chiave nell'ambito dell'Ingegneria Industriale.

Il corso è indirizzato, infine, a far acquisire allo studente competenze pratiche per l'implementazione di tecniche e metodi di analisi dei circuiti, attraverso esercitazioni di laboratorio opportunamente strutturate, inquadrando la disciplina nel più ampio contesto multidisciplinare dell'ingegneria.

Modulo I (6CFU) - Conoscenza e comprensione dei fondamenti della teoria dei circuiti. Conoscenza e comprensione degli strumenti metodologici per lo studio dei circuiti elettrici. Conoscenza degli elementi rappresentativi di base della modellistica elettrica. Capacità di analizzare e comprendere il funzionamento di basilari circuiti elettrici con assegnate caratteristiche e con l'ausilio della teoria dei grafi. Conoscenza degli strumenti per lo studio di reti lineari tempo-invarianti proprie dell'elettrotecnica. Capacità di analizzare reti elettriche in regime stazionario

Modulo II (6CFU) - Comprensione del legame fra circuiti e campi elettrici e magnetici. Comprensione delle limitazioni dei modelli e delle approssimazioni introdotte. Capacità di analizzare reti elettriche in regime sinusoidale. Capacità di analizzare reti elettriche in regime trifase. Comprensione delle proprietà delle diverse classi di circuiti. Conoscenza e comprensione degli strumenti metodologici per l'analisi delle reti elettriche in regime transitorio. Conoscenza e comprensione delle rappresentazioni ingresso-uscita delle reti elettriche.

Programma dettagliato del corso

Reti elettriche in regime stazionario (Crediti 6)

Modello circuitale, passaggio campi-circuiti e definizione delle grandezze elettriche fondamentali; definizione di bipolo e di n-polo; reti di bipoli; classificazione e convenzioni; caratteristiche esterne; metodi grafici; riduzioni di circuiti semplici; leggi di Kirchhoff per le correnti e le tensioni; teorema di conservazione delle potenze virtuali (Tellegen); elementi di topologia delle reti: grafo orientato, nodo, lato, maglia, anello, albero, coalbero, insieme di taglio, matrice di incidenza e relative proprietà, matrice delle maglie; matrici fondamentali; metodi generali di risoluzione delle reti elettriche: correnti di maglia e potenziali nodali: formulazione matriciale del sistema fondamentale; potenza elettrica assorbita/erogata e relative convenzioni; teoremi sulle reti: sovrapposizione, generatori

equivalenti (Thévenin e Norton), non amplificazione, reciprocità, compensazione; bipoli resistivi lineari e non lineari: definizione e caratteristiche; n-poli e n-bipoli lineari passivi: analisi e sintesi; sostituzione ed equivalenza: trasformazione stella-polilatero; doppi bipoli resistivi; caratterizzazione di doppi bipoli; concetto di bipolo equivalente per piccoli segnali; trasformatore ideale e giratore; teorema del massimo trasferimento di potenza; Risoluzione numerica dei circuiti, Metodi sistematici per la risoluzione dei circuiti: Correnti di maglia, Potenziali nodali, il metodo del Tableau, Il Simulatore SPICE, esempi e simulazioni circuitale, Introduzione all'analisi dei circuiti mediante MATLAB, esempi e simulazioni.

Reti elettriche in regime sinusoidale (Crediti 3)

Grandezze periodiche e sinusoidali, bipoli in regime sinusoidale, impedenza ed ammettenza, metodo simbolico e rappresentazione fasoriale, estensione dei teoremi sulle reti al regime sinusoidale; potenza in regime sinusoidale; definizioni e teoremi di conservazione; analisi qualitativa di reti in regime sinusoidale: teorema di Chon, teorema di Foster; concetto di risonanza: criteri generali ed applicazioni alle reti elettriche RLC serie ed RLC parallelo. Sistemi Trifase a tre e quattro fili, simmetrici e dissimetrici, equilibrati e squilibrati, collegamenti interfascici a stella e a triangolo, correnti e tensioni di fase e di linea, campo magnetico rotante di Galileo-Ferraris, metodi di risoluzione delle reti trifase, le potenze nei circuiti trifase, fattore di potenza, inserzione Aron e misure di potenza, rifasamento, teorema di Aron, teorema del Fortescue, analisi dei sistemi trifase mediante le componenti simmetriche. Analisi delle reti elettriche in regime periodico non sinusoidale.

Reti lineari e non lineari in condizioni dinamiche generali (Crediti 2)

Equazioni dinamiche e soluzione nel dominio del tempo, variabili di stato, problema di valore iniziale; termini transitorio e permanente, evoluzione libera e forzata; definizione di risposta della rete ad un determinato ingresso, risposta al gradino ed all'impulso, integrale di convoluzione; trasformata di Laplace e sue applicazioni alle reti lineari tempo-invarianti, impedenza operativa e funzione di trasferimento. Bipoli non lineari; bipoli tempo varianti; linearizzazione; caratteristiche lineari a tratti; analisi lineare a tratti di una rete non lineare; spazio degli stati; circuiti non lineari e tempo varianti.

Elettrostatica e Magnetostatica (Crediti 1)

Forma integrale e locale delle equazioni dell'elettrostatica nel vuoto e nei mezzi materiali, condizioni di continuità, potenziale elettrostatico; Leggi in forma integrale e locale, condizioni di continuità; leggi di Ohm e Joule; tubi di flusso; resistenza; forza elettromotrice; potenza ohmica specifica. Forma integrale e locale delle equazioni della magnetostatica nel vuoto e nei mezzi materiali, condizioni di continuità, potenziale vettore; riluttanza di un tubo di flusso; tensione magnetica; forza magnetomotrice; coefficienti di auto e mutua induttanza, definizione relative a conduttori massicci; fenomeni di polarizzazione magnetica, isteresi magnetica, materiali magnetici, leggi di Hopkinson, circuiti magnetici.

Metodi di accertamento e valutazione

La prova d'esame consiste in una verifica scritta riguardante gli argomenti principali sopra riportati (reti elettriche in regime stazionario, sinusoidale, dinamico, reti trifase, circuiti risonanti, grafi e soluzione sistematica del modello circuitale) ed in una prova orale.

Nella prova scritta si valutano sia la comprensione delle tematiche oggetto del corso che le capacità di risolvere effettivamente i problemi proposti. La prova scritta ha durata massima di due ore e lo studente può utilizzare la calcolatrice non programmabile. La prova orale mira a quantificare le capacità critiche sviluppate dallo studente ed il rigore metodologico nell'impostazione e formulazione

dei problemi e nella dimostrazione, in particolare, dei teoremi delle reti elettriche. La prova orale verifica altresì il livello di maturazione delle conoscenze degli argomenti proposti nonché la capacità di esposizione dei contenuti teorici della disciplina.

Testi adottati

Renzo Perfetti – Circuiti Elettrici, Terza Edizione – Ed. Zanichelli

Giorgio Rizzoni – Elettrotecnica: principi e applicazioni, Seconda edizione - McGraw-Hill

Chua, Desoer, Kuh – Circuiti lineari e non lineari – Jackson

G. Miano – Lezioni di Elettrotecnica – CUEN Napoli

Esercizi e Materiale distribuito durante le lezioni del corso.

Denominazione:	Energetica
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria Energetica
Settore Scientifico Disciplinare:	ING-IND/11 – Fisica Tecnica Ambientale
Propedeutica:	Analisi Matematica II, Fisica
Anno di corso:	II
Semestre:	I
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	9
Ore:	72

Modulo: Energetica (6 CFU)

Obiettivi formativi

Obiettivo del corso è fornire le nozioni di base necessarie per affrontare problemi di natura termodinamica, energetica ed impiantistica. A tal fine il corso comprende la trattazione della termodinamica tecnica, dei cicli di produzione dell'energia elettrica e meccanica, dei cicli frigoriferi e della trasmissione del calore.

Programma dettagliato del corso

Sistemi e principi della termodinamica –Macchine termiche: Sistemi termodinamici - I principio della termodinamica per sistemi chiusi - II principio della termodinamica - Macchine termiche, macchine frigorifere, pompe di calore - Coefficienti economici e rendimenti – Ciclo di Carnot per gas perfetti – Sistemi aperti - Entalpia – Bilanci di massa e di energia meccanica - I principio della termodinamica per sistemi aperti - Apparecchiature atte a scambiare calore o lavoro con un fluido o a ridurre la pressione senza compiere lavoro - Proprietà termodinamiche di liquidi, vapori saturi e vapori surriscaldati – Diagrammi termodinamici pressione-volume (pv), entropico (ts), entalpico (hs).

Produzione di energia da fonti convenzionali. Cicli termodinamici fondamentali a vapore ed a gas: Cicli a vapore: Ciclo di Carnot - Ciclo Rankine - Ciclo Hirn - Ciclo frigorifero - Cicli a gas: Ciclo Otto - Ciclo Diesel - Ciclo Joule - Cicli frigoriferi ad aria (ciclo inverso di Joule).

Trasmissione del calore: Conduzione: Legge di Fourier - Equazione generale della conduzione - Conduzione in regime stazionario - Conduzione monodimensionale stazionaria senza sorgenti di calore: pareti piane, cilindriche e sferiche con conducibilità termica costante o variabile con la temperatura - Pareti composte piane, cilindriche e sferiche con conducibilità termica costante - Analogia elettrica - Coefficiente globale di scambio termico per geometrie piane e cilindriche - Spessore critico di un isolante. Convezione: Convezione forzata, naturale e mista - Equazioni fondamentali del moto non isoterma - Analisi dimensionale - Numeri di Nusselt, Prandtl e Grashof. Irraggiamento: Radiazioni termiche - Grandezze fondamentali: potere emissivo monocromatico, angolare ed integrale - Leggi dell'irraggiamento: di Planck, di Wien, di Stefan-Boltzmann - Coefficienti di riflessione, trasmissione ed assorbimento - Corpi neri, corpi grigi e corpi reali - Emissività - Legge di Kirchoff - Radiosità - Fattori di vista - Relazioni fra fattori di vista: di reciprocità, di additività e di chiusura - Scambio termico fra superfici nere e grigie.

Metodi di accertamento e valutazione

Il raggiungimento degli obiettivi formativi specifici previsti sarà accertato tramite una prova scritta, consistente nella risoluzione di due problemi che richiederanno la determinazione dei parametri caratteristici di cicli termodinamici sia a vapore che a gas, ed una prova orale, consistente nella verifica della conoscenza degli aspetti teorici trattati nel corso. Durante il corso saranno anche effettuate due prove scritte intercorso, ciascuna consistente in un problema relativo ad una delle due tipologie di ciclo, il cui superamento esonererà dal sostenere la prova scritta al momento dell'esame.

Testi adottati

Dispense del corso

Y. A. Çengel - Termodinamica e trasmissione del calore - McGraw Hill.

A. Cocchi - Elementi di fisica tecnica ambientale - Edizioni Progetto Leonardo.

G. Rodonò, R. Volpes - Termodinamica e trasmissione del calore - Dario Flaccovio.

Modulo: Energetica (3 CFU)

Obiettivi formativi

Il modulo si occupa di fornire nozioni di base per lo studio dei sistemi energetici.

Quale obiettivo ci si prefigge di trasmettere agli studenti conoscenze specifiche sui sistemi energetici più diffusi e consolidati. Per tale finalità saranno trattati: gli scambiatori di calore, le turbine a gas, i gruppi a vapore, i gruppi combinati gas/vapore, i generatori di vapore, i condensatori, le pompe e i compressori.

Programma dettagliato del corso

SCAMBIATORI DI CALORE: Tipologie di scambiatori di calore - Coefficiente globale di scambio termico - Dimensionamento degli scambiatori di calore – Metodo della differenza media logaritmica di temperatura - Metodo dell'efficienza - Scelta di uno scambiatore di calore.

TURBINE A GAS: Gruppo turbogas semplice – Potenza e rendimento totale del turbogas – Analisi termodinamica del gruppo turbogas semplice percorso da gas ideale – Turbogas a ciclo Brayton rigenerativo – Gruppo a gas con compressione inter-refrigerata e espansione inter-riscaldata.

GRUPPI A VAPORE: Principio di funzionamento - Scelta della pressione e della temperatura massima – Scelta della pressione di condensazione e di surriscaldamento – Rigenerazione.

GRUPPI COMBINATI GAS-VAPORE: Principio di funzionamento – Prestazioni di un gruppo combinato – Analisi termodinamica.

GENERATORI DI VAPORE: Tipologie – Temperatura di combustione – Rendimento.

CONDENSATORI: Tipologie – Condensatori a superficie - Approvvigionamento dell'acqua di raffreddamento.

POMPE E COMPRESSORI: Pompe centrifughe – Prevalenza, potenza e rendimento - Compressori volumetrici – Compressori alternativi e rotativi.

Metodi di accertamento e valutazione

La valutazione prevede un esame orale su temi inerenti gli argomenti del corso.

Testi adottati

Dispense del corso

G. Negri di Montenegro, M. Bianchi, A. Peretto - Sistemi energetici e macchine a fluido – Pitagora editore.

Y. A. Çengel - Termodinamica e trasmissione del calore - McGraw Hill.

Frank Kreith - Principi di trasmissione del calore – Liguori editore.

Denominazione:	Corso Integrato di Scienza e Tecnologia dei Materiali (6 CFU) Tecnologie e sistemi di lavorazione dei materiali (9 CFU)
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria dei Materiali
Settore Scientifico Disciplinare:	ING-IND/22, ING-IND/16
Propedeuticità:	Chimica
Anno di corso:	II
Semestre:	I-II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	15
Ore:	120

Modulo: Scienza e Tecnologia dei Materiali (6 CFU)

Obiettivi formativi

Acquisizione degli strumenti teorici per la comprensione delle relazioni struttura-proprietà-comportamento dei materiali per scopi ingegneristici e di interesse industriale.

Conoscenza delle possibili applicazioni delle diverse classi di materiali in funzione della loro natura e delle modifiche strutturali, a partire dalle materie prime alle possibili modifiche apportate dall'uomo.

Programma dettagliato del corso

Introduzione alla Scienza e Tecnologia dei Materiali. Ciclo, classificazione, ottenimento e scelta dei materiali.

Struttura e microstruttura dei materiali: struttura cristallina, struttura amorfa, porosità. Legami e tipi di solido. I reticoli cristallini. Difettosità dei cristalli: difetti puntiformi, dislocazioni. Diffusione nei solidi.

Classi di materiali e proprietà: isotropia ed anisotropia. Proprietà fisiche: densità, conducibilità elettrica, proprietà termiche. Proprietà meccaniche: comportamento elastico e moduli di elasticità, comportamento plastico. Curve di trazione e grandezze associate. Comportamento a fatica.

Diagrammi di stato. Definizioni generali. Cambiamenti di stato. Diagrammi di stato di sostanze pure. Regola delle fasi di Gibbs. Regola della leva. Leghe binarie isomorfe. Costruzione ed interpretazione di un diagramma di stato binario. Leghe binarie eutettiche. Leghe binarie peritettiche. Trasformazioni invariati.

Materiali metallici: Leghe metalliche: soluzioni solide. Gli acciai.

Diagramma di stato ferro-carbonio. Effetto degli alliganti sul diagramma ferro carbonio. Velocità di raffreddamento e trasformazioni fase: Diagrammi TTT e CCT. Trattamenti termici ed indurimento superficiale degli acciai: Le ghise.

Rame e sue leghe. Alluminio e sue leghe. Nichel e sue leghe. Titanio e sue leghe.

Corrosione. Aspetti cinetici e termodinamici

Materiali ceramici: materiali ceramici tradizionali: classificazione, ciclo di produzione

Vetri: struttura e proprietà, ciclo di lavorazione.

Materiali polimerici. Proprietà meccaniche, termiche, elettriche e ottiche. Principali materiali polimerici: materiali termoplastici, termoindurenti, elastomerici di uso generale. Tecnologie di produzione.

Metodi di accertamento e valutazione

L'esame del corso consiste nella discussione scritta e/o orale sui diversi argomenti trattati nel corso al fine di verificare l'acquisizione delle conoscenze di base sulle principali classi di materiali, delle correlazioni tra microstruttura, tecnologia di produzione, proprietà e comportamento in esercizio, dei criteri di scelta ed impiego corretti per i materiali esaminati.

Il voto finale, espresso in trentesimi, è commisurato alla preparazione acquisita ed alla padronanza dei concetti e dei metodi dimostrata dallo studente, anche con verifiche intermedie durante lo svolgimento del corso.

Testi adottati

W.Smith, Scienza e Tecnologia dei Materiali, Mc Graw Hill

AA. VV., Manuale dei materiali per l'Ingegneria, Mc Graw Hill

Modulo: Tecnologie e sistemi di lavorazione dei materiali (9 CFU)

Obiettivi formativi

Il corso si propone, di fornire agli studenti le conoscenze relative ai diversi processi manifatturieri. A tal fine sono inclusi lo studio delle interazioni tra i materiali, la progettazione e i processi produttivi. Lo studente acquisirà competenze relative ai principi introduttivi delle lavorazioni dei materiali e delle fasi fondamentali di fabbricazione degli stessi.

Programma dettagliato del corso

Introduzione. La produzione industriale. Progettazione del prodotto per la fabbricazione, l'assemblaggio, la manutenzione.

Proprietà strutturali e tecnologiche dei materiali. Superfici, tribologia, caratteristiche dimensionali e controllo di qualità.

Processi di fonderia e trattamenti termici.

Processi di deformazione massiva.

Processi di lavorazione delle lamiera.

Lavorazioni per asportazione con utensili da taglio.

Lavorazioni con asportazione con abrasivi.

Lavorazioni non convenzionali.

Processi di collegamento

La microfabbricazione

Metodi di accertamento e valutazione

È prevista una prova scritta, in cui sarà proposto un esercizio progettuale ed una prova orale mirati alla verifica dell'apprendimento dei principali concetti della lavorazione dei materiali e le fasi fondamentali di fabbricazione degli stessi.

Testi adottati

M. Santochi, F.Giusti: Tecnologia Meccanica, Ambrosiana

S.Kalpakjian, S.R.Schmid: Manufacturing Engineering and Technology, Prentice Hall, 2000.

Denominazione:	Automatica
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria Gestionale
Settore Scientifico Disciplinare:	ING-INF/04
Propedeutica:	Analisi Matematica II
Anno di corso:	II
Semestre:	II
CFU:	6
Ore:	48

Obiettivi formativi

Il corso mira ad introdurre lo studente alle problematiche della Teoria dei Sistemi, approfondire la conoscenza di alcuni strumenti matematici per l'analisi del comportamento di sistemi lineari stazionari nel dominio del tempo continuo, fornire allo studente alcuni concetti basilari della teoria del controllo per sistemi lineari stazionari nel tempo continuo.

Programma dettagliato del corso

Introduzione all'analisi dei sistemi lineari. Modellistica di semplici sistemi dinamici meccanici, elettrici ed elettromeccanici. Rappresentazione ingresso Uscita. Rappresentazione ingresso stato uscita. Analisi modale dei sistemi lineari stazionari. Def. Equilibrio. Caratterizzazione punto di equilibrio. Analisi di Stabilità dei sistemi LTI. Regola di Cartesio e criterio di Routh.

Def. Trasformata di Laplace. Proprietà Trasformata Laplace. Concetto di funzione di trasferimento, zeri, poli e guadagno statico di un sistema Lineare e Stazionario. Analisi dei sistemi continui nel dominio della trasformata di Laplace. Analisi della risposta in evoluzione libera e forzata dei sistemi a tempo continuo. Risposta all'impulso e integrale di convoluzione.

Risposta a regime ed in transitorio. Risposta a segnali di tipo impulso, gradino e rampa. Risposta a segnali di tipo sinusoidale. Funzione di risposta armonica. Tracciamento dei diagrammi di Bode. Analisi di sistemi nel dominio della frequenza. Risposta a regime a segnali di tipo periodico. Concetti di banda passante e picco di risonanza. Valutazione qualitativa della risposta di un sistema LTI. Def. Problema di controllo. Definizione delle specifiche di progetto. Controllo in anello aperto e controllo in anello chiuso. Aspetti realizzativi. Proprietà fondamentali dei sistemi di controllo in retroazione. Stabilità nominale e in condizioni perturbate. Funzione di sensitività, di sensitività complementare e di sensitività del controllo.

Modello di regolatori PID. Tecniche di realizzazione di regolatori PID. Metodi di taratura automatica.

Metodi di accertamento e valutazione

Gli esami di accertamento e di valutazione consistono in una prova scritta ed in una successiva discussione orale.

Testi adottati

Fondamenti di Controlli Automatici, Bolzern, Scattolini, Schiavoni, Ed. McGraw-Hill, 1998.

Fondamenti di sistemi dinamici, Chiaverini, Caccavale, Villani, Sciavicco, Ed. McGraw-Hill, 2003.

Fondamenti di Automatica, Basso, Chisci, Falugi, CittàStudi Edizioni.

Balestrino, Celentano Teoria dei Sistemi, Quad. III

Signals and Systems, Oppenheim and Willsky, Ed. Prentice Hall, 1990

Denominazione:	Sistemi elettrici per l'energia
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo Attività formativa:	Caratterizzante
Ambito disciplinare:	Ingegneria Elettrica
Settore Scientifico-Disciplinare:	ING-IND/33
Propedeuticità:	Fisica
Anno di corso:	II
Semestre:	II
CFU:	6
Ore di insegnamento:	48

Obiettivi formativi

Il corso studia le problematiche generali relative alla trasmissione, alla distribuzione ed all'utilizzazione dell'energia elettrica, così da poter introdurre lo studio del cosiddetto "sistema elettrico per l'energia". Vengono innanzitutto studiate le caratteristiche peculiari, la costituzione e la modellazione dei singoli componenti fondamentali del sistema; l'attenzione è successivamente rivolta alle questioni inerenti il sistema nella sua interezza. Obiettivo principale del corso è quello di far conoscere e far comprendere allo studente il funzionamento, le applicazioni e le principali problematiche di gestione di un moderno sistema elettrico per l'energia.

Programma dettagliato del corso

Introduzione alla generazione, alla trasmissione, alla distribuzione ed alla utilizzazione dell'energia elettrica. Analisi dello schema unifilare di un tipico sistema elettrico per l'energia e considerazioni sugli elementi costitutivi fondamentali e sulla loro funzione (generatori, stazioni, reti e linee, nodi di interconnessione, nodi di carico). Costituzione, funzionamento e modellazione dei trasformatori, monofase e trifase. Costituzione, funzionamento ed analisi in regime sinusoidale, trifase simmetrico e dissimmetrico, delle linee e delle reti elettriche per la trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica (linee aeree con conduttori nudi e linee in cavo). Il carico elettrico e la sua modellazione.

Modellazione di un semplice sistema elettrico con trasmissione o distribuzione su linea.

Modellazione di un sistema elettrico per l'energia con trasmissione su rete.

Modellazione ed analisi delle linee e delle reti elettriche in condizioni di guasto.

Introduzione delle apparecchiature di manovra e dei sistemi di protezione delle reti elettriche (sezionatori, interruttori, relè, fusibili, ...).

Metodi di accertamento e valutazione

Gli esami di accertamento e di valutazione consistono in una prova scritta ed in una successiva discussione orale. La prova scritta verte sulla risoluzione di un semplice esercizio di modellazione o di analisi in condizioni di funzionamento normali e/o di guasto, relativo ad un caso studio di sistema elettrico; è altresì richiesto di rispondere, in forma "aperta", ad un paio di domande teoriche su aspetti specifici trattati durante il corso. La discussione orale è fondamentale tesa ad avvalorare e perfezionare la valutazione dell'elaborato scritto.

Testi consigliati

Appunti dalle lezioni a cura del docente.

F. Iliceto: "Impianti Elettrici, Vol. I", Patron Editore, Bologna.

V. Cataliotti: "Impianti Elettrici", Flaccovio editore, Palermo.

Denominazione	Termomeccanica dei Continui
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo Attività formativa:	Affine
Ambito disciplinare:	Matematica, informatica, statistica
Settore Scientifico-Disciplinare:	MAT/07
Propedeuticità:	Analisi matematica II, Geometria, Fisica
Anno di corso:	II
Semestre:	II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Obbligatoria
CFU:	6
Ore di insegnamento:	48

Obiettivi formativi

La disciplina si trova alla frontiera fra le scienze matematiche applicate e le scienze sperimentali ed è appunto l'unione della mentalità matematica e di quella fisica; ciò permette di trasformare un problema fisico in uno matematico e, dopo averlo risolto, di interpretarne fisicamente il risultato, traducendo in modo sistematico e rigoroso un sistema meccanico o termomeccanico in equazioni, risolvendolo e discutendone i risultati. Così, alla fine del corso, lo studente saprà affrontare e risolvere numerosi problemi legati al moto ed all'equilibrio dei sistemi continui; inoltre avrà acquisito le nozioni generali sulle equazioni differenziali alle derivate parziali ed alcune metodologie per la risoluzione delle stesse.

Programma dettagliato del corso

1. Elementi di calcolo vettoriale e tensoriale (2 crediti)

Sistemi di riferimento e generalità sui vettori liberi - Diade - Operazioni sui vettori - Vettori applicati - Risultante e momento polare risultante - Sistemi continui - Vettori caratteristici ed invariante scalare - Sistemi di vettori applicati piani e paralleli - Operatori matriciali e componenti cartesiane - Operatore identità - Simboli di Kronecker e di Levi-Civita: proprietà e relazioni - Prodotto di uno scalare per un operatore matriciale - Somma di due operatori - Prodotto di due operatori - Operatore trasposto - Traccia di un operatore - Determinante di un operatore: espressione del determinante nel caso di $n = 3$ - Operatore inverso - Operatore complementare - Alcune identità notevoli degli operatori matriciali: alcune identità notevoli nel caso $n = 3$ - Prodotto scalare fra operatori - Operatori simmetrici e antisimmetrici: vettore duale associato ad un operatore antisimmetrico, parti simmetrica e antisimmetrica di un operatore - Parte deviatorica ed isotropa di un operatore - Operatore di rotazione - Trasformazioni di similitudine ortogonali: invarianti principali di un operatore - Autovalori ed autovettori di un operatore: autovalori ed invarianti delle potenze di un operatore, autovalori ed autovettori per operatori simmetrici, diagonalizzazione di un operatore, teorema di Hamilton-Cayley, relazioni tra invarianti e derivate degli invarianti principali nel caso $n = 3$ - Prodotto tensoriale: rappresentazione semi-cartesiana di un operatore, autovalori ed autovettori di un prodotto tensoriale nel caso $n = 3$ - Operatori definiti di segno: operatore radice quadrata di un operatore definito positivo - Teorema Polare

2. Deformazione e cinematica di un corpo continuo; forze agenti (1,5 crediti)

Configurazione di un continuo - Operatore gradiente di deformazione - Operatori di deformazione - Operatore della deformazione inversa - Coefficiente di dilatazione lineare - Scorrimenti - Coefficiente di dilatazione superficiale - Coefficiente di dilatazione di volume - Corpi incompressibili - Deformazione omogenea - Piccole deformazioni - Velocità ed accelerazione -

Operatore gradiente di velocità - Forze in un continuo - Tensore degli sforzi e teorema di Cauchy

3. Leggi di bilancio e principi costitutivi generali in meccanica dei continui (1,5 credito)

Legge di conservazione della massa: formulazione lagrangiana, formulazione euleriana - Equazioni cardinali: condizioni al contorno - Principio dei lavori virtuali - Leggi generali di bilancio: teorema del trasporto, legge di bilancio dell'energia, leggi di bilancio della termomeccanica in forma euleriana, invarianza galileiana (facoltativo), formulazione lagrangiana delle leggi di bilancio, legge di bilancio della quantità di moto in forma lagrangiana e primo tensore di Piola-Kirchhoff, condizioni al contorno in variabili lagrangiane, legge di bilancio dell'energia in variabili lagrangiane – Interpretazione fisica del tensore di Piola-Kirchhoff, secondo tensore di Piola-Kirchhoff, potenza delle forze interne in termini dei tensori di Piola-Kirchhoff – Esempi di tensore degli sforzi di Cauchy: pressione, tensione semplice, taglio semplice - Principi generali per le leggi costitutive: il principio di indifferenza materiale, il principio di entropia

4. Mezzi continui fluidi (1 credito)

Fluidi ideali ed equazioni di Eulero: condizioni al contorno nel caso di fluidi ideali, lavoro delle forze interne in un fluido ideale - Fluidi dissipativi di Fourier-Navier-Stokes - Principio di entropia per un fluido - Alcuni casi particolari di fluidi: fluidi di Fourier-Navier-Stokes incompressibili, fluidi di Eulero compressibili, fluidi di Eulero incompressibili e teorema delle tre quote - Equazioni dei fluidi nella formulazione Lagrangiana

Metodi di accertamento e valutazione:

L'esame si svilupperà attraverso un'unica fase e sarà svolto attraverso lo svolgimento di una prova scritta, dall'esito vincolante alla successiva prova orale, la quale prova scritta consta di 4 quesiti a risposta chiusa e 4 quesiti a risposta aperta e verte sulla risoluzione di uno o più problemi pratici inerenti al moto ed all'equilibrio dei sistemi continui. La prova orale verte invece su una discussione dei fondamenti teorici necessari alla risoluzione degli stessi problemi.

Testi adottati

1. T. Ruggeri: Introduzione alla Termomeccanica dei Continui, 2^a edizione, Monduzzi editoriale, Milano, 2013

Altri testi

1. P. Giovine & A. Francomano: Appunti di Meccanica Razionale per i corsi di laurea triennale, EquiLibri S.a.s., Reggio Calabria, 2^a edizione ristampa aggiornata, gennaio 2014
2. M. Fabrizio: La Meccanica Razionale e i Suoi Metodi Matematici, Zanichelli, Bologna, 1994
3. S. Bressan, A. Grioli: Esercizi di Meccanica Razionale, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 1985
4. F. John: Partial Differential Equations, Springer-Verlag, Berlin, 1982
5. V. Smirnov: Corso di Matematica Superiore, Vol.IV/II, Edizioni MIR Editori Riuniti, Roma, 1985

Denominazione	Meccanica Razionale
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo Attività formativa:	Base
Ambito disciplinare:	Matematica, informatica, statistica
Settore Scientifico-Disciplinare:	MAT/07
Propedeuticità:	Analisi matematica II, Geometria, Fisica
Anno di corso:	II
Semestre:	II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Obbligatoria
CFU:	6
Ore di insegnamento:	48

Obiettivi formativi

La disciplina si trova alla frontiera fra le scienze matematiche applicate e le scienze sperimentali ed è appunto l'unione della mentalità matematica e di quella fisica; ciò permette di trasformare un problema fisico in uno matematico e, dopo averlo risolto, di interpretarne fisicamente il risultato. Così, alla fine del corso, lo studente saprà affrontare e risolvere numerosi problemi legati al moto ed all'equilibrio dei sistemi di punti materiali e di corpi materiali rigidi nei sistemi di riferimento inerziali e non.

Programma dettagliato del corso

1. Elementi di calcolo vettoriale (1 credito)

Sistemi di riferimento e generalità sui vettori liberi - Diade - Operazioni sui vettori - Prodotto scalare e prodotto vettoriale - Prodotto misto, doppio prodotto vettoriale, divisione vettoriale - Vettori applicati - Risultante e momento polare risultante - Momento assiale - Legge di variazione del momento polare risultante al variare del polo - Coppia di vettori applicati - Sistemi continui - Vettori caratteristici ed invariante scalare - Asse centrale - Sistemi equivalenti ed equilibrati - Teorema di Varignon per sistemi di vettori incidenti - Teorema di equivalenza (di Poisson) - Operazioni elementari - Mutua riducibilità di due sistemi di vettori applicati - Sistemi di vettori applicati piani e poligono funicolare - Sistema di vettori applicati paralleli - Centro - Riduzione grafica di due vettori applicati paralleli.

2. Geometria delle masse (1 credito)

Massa di un sistema di punti materiali - Continui uni-, bi- e tri-dimensionali - Densità di massa - Baricentro di un sistema materiale - Proprietà del baricentro - Piano di simmetria materiale - Momento d'inerzia di un sistema materiale - Legge di variazione del momento d'inerzia per rette parallele: Teorema di Huygens-Steiner - Legge di variazione del momento d'inerzia per rette concorrenti - Momento di deviazione e relativa legge di variazione rispetto a piani paralleli - Matrice d'inerzia - Assi e momenti principali (centrali) d'inerzia - Corpo a struttura giroscopica e giroscopio - Legge di variazione della matrice d'inerzia al variare del polo O - Criteri a priori per stabilire gli assi principali (o centrali) d'inerzia.

3. Cinematica delle masse e vincoli (1 credito)

Cinematica del punto - Vincoli unilaterali, bilaterali, scleronomi, reonomi, olonomi, anolonomi - Gradi di libertà di un sistema materiale olonomo - Coordinate Lagrangiane - Movimento rigido e corpo rigido - Velocità ed accelerazione in un moto rigido: formula fondamentale della cinematica rigida - Formule di Poisson (senza dimostrazione) - Moti rigidi particolari: traslatorio, rotatorio,

con asse scorrevole (o elicoidale), polare (o con punto fisso) - Angoli di Eulero - Cenni di cinematica relativa - Principio di Galileo - Teorema di Coriolis - Mutuo (e puro) rotolamento di due superfici rigide - Cinematica delle masse: quantità di moto, momento della quantità di moto (o momento angolare) ed energia cinetica di un sistema materiale - Moto relativo al baricentro di un sistema materiale - Teoremi di König - Momento angolare ed energia cinetica del moto rigido - Casi particolari del moto rigido.

4. Meccanica dei sistemi liberi e vincolati (1,5 crediti)

Dinamica Newtoniana del punto – Dinamica del punto in un sistema di riferimento non inerziale e forze apparenti - Forze interne ed esterne ad un sistema materiale - Riducibilità a zero delle forze interne ad un sistema materiale - Reazione vincolare - Postulato delle reazioni vincolari - Leggi di Coulomb-Morin sull'attrito statico e dinamico - Forze costanti, posizionali, resistive - Forze distribuite - Equazioni cardinali della dinamica - Teorema del moto del baricentro - Teorema del momento angolare assiale - Sufficienza delle equazioni cardinali della dinamica per lo studio del moto di un sistema rigido (s.d.).

5. Spostamenti, lavoro, energia e cenni di statica dei sistemi (1,5 crediti)

Spostamenti effettivi, elementari, virtuali (reversibili ed irreversibili) - Potenza e lavoro di un sistema di forze - Forze giroscopiche - Lavoro di una sollecitazione agente su un corpo rigido - Lavoro delle forze interne - Vincoli perfetti - Caratterizzazione dei vincoli perfetti: punto vincolato ad una curva fissa, ad una superficie fissa, a non attraversare una superficie fissa; corpo rigido con un punto fisso, con un asse fisso o scorrevole; vincoli di rigidità e di puro rotolamento (attrito volvente) - Uguaglianza a zero del lavoro elementare delle reazioni vincolari esplicitate dai vincoli perfetti e fissi – Equazioni pure del moto e dell'equilibrio - Forze conservative e potenziale – Loro espressione in termini delle coordinate Lagrangiane - Teorema delle forze vive - Teorema di conservazione dell'energia meccanica per i sistemi vincolati - Sull'equilibrio di un sistema materiale - Equazioni cardinali della statica - Sufficienza delle equazioni cardinali della statica per l'equilibrio di un sistema rigido - Equilibrio di un sistema olonomo - Principio di stazionarietà del potenziale (s.d.) - Teorema di Dirichlet (s.d.).

Metodi di accertamento e valutazione:

L'esame si svilupperà attraverso un'unica fase e sarà svolto attraverso lo svolgimento di una prova scritta, dall'esito vincolante alla successiva prova orale, la quale prova scritta consta di 4 quesiti a risposta chiusa e 4 quesiti a risposta aperta e verte sulla risoluzione di uno o più problemi pratici inerenti al moto ed all'equilibrio dei sistemi di punti materiali e di corpi materiali rigidi in sistemi di riferimento inerziali e non. La prova orale verte invece su una discussione dei fondamenti teorici necessari alla risoluzione degli stessi problemi.

Testi adottati

1. P. Giovine & A. Francomano: Appunti di Meccanica Razionale per i corsi di laurea triennale, EquiLibri S.a.s., Reggio Calabria, 2^a edizione ristampa aggiornata, gennaio 2014;
2. P. Giovine & A. Francomano: Prove d'esame svolte di Meccanica Razionale per i corsi di laurea triennale, EquiLibri S.a.s., Reggio Calabria, 1^a edizione ristampa aggiornata, gennaio 2014.

Altri testi

3. M. Fabrizio: Introduzione alla Meccanica Razionale, Zanichelli (BO) 1994;
4. T. Manacorda: Appunti di Meccanica Razionale, Pellegrini (PI) 1996;
5. S. Bressan & A. Grioli: Esercizi di Meccanica Razionale, Cortina (PD) 1990;
6. P. Giovine *et aliter*: Tracce d'Esame Svolte di Meccanica Razionale, (RC) 2002.

Denominazione	Corso Integrato di Matematica Finanziaria (6 CFU) Decision Support Systems (6 CFU)
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo Attività formativa:	Affine
Ambito disciplinare:	Matematica, informatica, statistica, economia
Settore Scientifico-Disciplinare:	SECS-S/06, MAT/09
Propedeuticità:	Analisi matematica II
Anno di corso:	II
Semestre:	II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Obbligatoria
CFU:	12
Ore di insegnamento:	96

Modulo: Matematica Finanziaria (6 CFU)

Obiettivi formativi

Il Corso si propone di promuovere la conoscenza dei principali modelli, metodi, criteri di valutazione e criteri di decisione per l'analisi di problemi rientranti nella moderna Finanza matematica. L'obiettivo che si intende perseguire, è quello di fare acquisire al destinatario del Corso, delle conoscenze tecniche specifiche che siano dallo stesso immediatamente spendibili, successivamente al conseguimento della laurea, sul mercato del lavoro nell'ambito del settore bancario ed assicurativo o per l'esercizio della libera professione (consulenza finanziaria globale, consulenza finanziaria aziendale, ecc.).

Programma dettagliato del corso

1 – Regimi Finanziari

1.1 Considerazioni introduttive, 1.2 Il regime dell'interesse semplice, 1.3 Il regime dello sconto commerciale, 1.4 Il regime dell'interesse composto (legge esponenziale), 1.5 Confronto fra i regimi finanziari, 1.6 Tassi equivalenti e altri regimi di capitalizzazione.

2 – Complementi sulle leggi finanziarie

2.1 L'equivalenza finanziaria e la scindibilità, 2.2 Tassi variabili, 2.3 Tassi di rendimento in presenza di inflazione/deflazione.

3 – Rendite

3.1 Definizioni e osservazioni introduttive, 3.2 Rendite certe a rate costanti, 3.3 Ricerca del tasso e del numero di rate, 3.4 Rendite frazionate e rendite continue.

4 – Ammortamenti

4.1 L'operazione di ammortamento di un prestito, 4.2 Ammortamenti a rate posticipate, 4.5 Ammortamento con quote capitale costanti (ammortamento italiano), 4.6 Ammortamento a rate costanti (ammortamento francese), 4.7 Ammortamento Americano.

5 – Problemi di scelta fra progetti alternativi certi

5.1 Scelta fra più alternative, 5.2 Risultato economico attualizzato e tasso interno di rendimento, 5.3 Confronto fra progetti di investimento, 5.4 Pagamenti rateizzati: T.A.N. e T.A.E.G.

6 - Elementi di calcolo delle probabilità e teoria delle decisioni. Scelte di portafoglio finanziario

6.1 Variabile aleatoria discreta e continua, 6.2 Funzione di ripartizione, 6.3 Valore atteso di una variabile aleatoria discreta, 6.4 Varianza e scarto quadratico medio, 6.5 Covarianza, 6.6 Coefficiente di correlazione, 6.7 Criteri per la valutazione delle grandezze aleatorie: Il criterio del valor medio, 6.8 Utilità attesa e processi decisionali. Applicazioni di Risk Management, 6.9 Scelte di portafoglio finanziario e portfolio management.

Metodi di accertamento e valutazione

L'esame si svilupperà attraverso una prova orale che verterà sui fondamenti teorici necessari alla risoluzione dei problemi matematici applicati ad aspetti finanziari.

Testi adottati

- L. Peccati, S. Salsa, A. Squellati: "Mathematics for Economics and Business", Ed. Egea, Milano, 2008.
- Castagnoli, Marinacci, Vigna: "Principi di Matematica per l'Economia", Ed. EGEA Bocconi, Milano, 2014• Dispense a cura del docente

Modulo: Decision Support System (6 CFU)

Obiettivi formativi

Il Corso si propone di fornire agli allievi gli strumenti per la formulazione, l'interpretazione e la soluzione di problemi di decisione, e la capacità di utilizzare alcuni software di ottimizzazione disponibili. In particolare gli studenti alla fine del corso saranno in grado di formulare modelli di ottimizzazione relativi a problemi di interesse pratico in diversi contesti applicativi spaziando dai sistemi di produzione fino ad arrivare alla pianificazione degli investimenti, nonché di rendere poi fruibili i risultati agli operatori nei rispettivi campi di applicazione. Il corso comprende una parte modellistica che permetterà allo studente di acquisire le conoscenze necessarie alla trasposizione in termini matematici di problemi applicativi, e una parte pratica, in cui l'utilizzo di un software permetterà di risolvere i problemi di ottimizzazione formulati in precedenza nonché di visualizzare in modo intuitivo i risultati.

Programma dettagliato del corso

Processi e sistemi di supporto alle decisioni

Dati, informazioni e conoscenza, Rappresentazione dei processi decisionali, Sistemi di supporto alle decisioni.

Introduzione alla modellazione di problemi reali

La mappatura di un problema decisionale in un modello di ottimizzazione: variabili, vincoli, funzione obiettivo, Modelli di Programmazione Lineare, Modelli di miscelazione, Modelli di allocazione ottima delle risorse, L'utilizzo delle variabili binarie: i problemi con costo fisso, vincoli logici e disgiuntivi.

GAMS: un sistema per la modellazione algebrica

Definizione di insiemi e indici, Acquisizione dati di input, Dichiarazione vincoli e variabili.

Modelli di Programmazione lineare

Struttura di un modello di PL, Analisi geometrica dei problemi di PL, Caratterizzazione delle soluzioni ottime.

Modelli di pianificazione dinamica e stocastica

Processi decisionali dinamici, Processi decisionali in condizioni di incertezza, Introduzione alla Programmazione Stocastica.

Applicazione: Portfolio Management

Caratteristiche di un portafoglio, Diversificazione, Frontiera efficiente, Modello di Markovitz e sue limitazioni, Scenario-based asset allocation, Modelli dinamici e stocastici, Risk measures, Scenario generation.

Metodi di accertamento e valutazione

L'esame si svilupperà attraverso una prova orale che verterà sui fondamenti teorici necessari alla risoluzione dei problemi di ottimizzazione di sistemi di supporto alle decisioni.

Testi adottati

- C. Vercellis, Business Intelligence: Data Mining and Optimization for Decision Making, J. Wiley and Sons, 2009.
- Dispense a cura del docente

Denominazione:	Ingegneria dei Materiali nella Progettazione Industriale (6 CFU)
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria dei Materiali
Settore Scientifico Disciplinare:	ING-IND/22
Propedeuticità:	Scienza e Tecnologia dei Materiali
Anno di corso:	II
Semestre:	II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	6
Ore:	48

Obiettivi formativi

Il corso si propone, di fornire agli studenti i criteri ingegneristici per la selezione e l'uso dei materiali nei diversi settori della progettazione industriale e di acquisire la capacità di comprensione relativa al ciclo di vita dei prodotti industriali

Programma dettagliato del corso

La selezione dei materiali nella progettazione. La progettazione e la scelta dei materiali – I diversi criteri di selezione dei materiali – La definizione degli Indici dei Materiali – Metodologia di selezione nella progettazione industriale – L'applicazione allo studio di casi reali.

La scelta del materiale e della forma. L'importanza della forma dei materiali nella progettazione – Materiali macro e micro-strutturati – Studio e confronto tra le sezioni strutturali – Gli Indici dei Materiali che includono la forma – I criteri di selezione.

I materiali e le tecnologie di produzione. Classificazione dei principali processi tecnologici – Selezione sistematica dei processi – L'impatto dei costi nei processi tecnologici – La ricerca delle informazioni – Studio di casi reali.

I materiali e l'ambiente. Il ciclo di vita dei materiali – I materiali e l'energia – Gli eco-attributi dei materiali – L'eco-selezione.

Metodi di accertamento e Valutazione

È prevista una prova scritta, in cui sarà proposto un esercizio progettuale ed una prova orale mirati alla verifica dell'apprendimento dei principali concetti dei criteri della progettazione industriale,

Testi adottati

Michael F. Ashby, La scelta dei materiali nella progettazione industriale, - 2007 Casa Editrice Ambrosiana.

Denominazione:	Macchine Elettriche per Azionamenti Industriali
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria Elettrica
Settore Scientifico Disciplinare:	ING-IND/32
Propedeutica:	Elettrotecnica
Anno di corso:	II
Semestre:	II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	6
Ore:	48

Obiettivi formativi

L'obiettivo di questo corso è lo studio delle macchine elettriche con particolare riferimento al loro utilizzo nell'ambito degli azionamenti industriali.

Programma dettagliato del corso

Diagramma vettoriale di una macchina sincrona a poli salienti. Slip test. Coppia di riluttanza e di mutua induttanza. Macchine sincrone con elevato numero di coppie di poli. Caratteristiche dei motori sincroni. Motori asincroni trifasi. Rotori avvolti e a gabbia di scoiattolo. Equazioni vettoriali della macchina asincrona. Scorrimento. Prova senza carico e a rotore bloccato. Determinazione dei parametri del circuito equivalente. Rendimento. Avviamento e frenatura. Controllo di velocità. Motori asincroni alimentati a tensione e frequenza variabile. Generatori sincroni. Motori monofasi ad induzione. Macchina a corrente continua. Avvolgimenti di armatura e avvolgimento di eccitazione. Reazione di armatura. Poli ausiliari e avvolgimento compensatore. Macchina ad eccitazione separata, macchine con eccitazione in derivazione, con eccitazione serie, con eccitazione compound. Caratteristiche esterne. Caratteristiche coppia velocità. Avviamento e frenatura. Regolazione della velocità. Regolazione della velocità a tensione variabile.

Metodi di accertamento e valutazione

La prova d'esame consiste in una verifica orale riguardante gli argomenti principali sopra riportati. Tale prova mira a quantificare le capacità critiche sviluppate dallo studente ed il rigore metodologico nell'impostazione e formulazione dei problemi.

Testi adottati

E. Fitzgerald e C. jr. Kinsley, Macchine Elettriche, Franco Angeli Editore.

Denominazione:	Laboratorio di Misure
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria Elettrica
Settore Scientifico Disciplinare:	ING-INF/07
Propedeutica:	Elettrotecnica
Anno di corso:	III
Semestre:	I
Modalità di erogazione:	Tradizionale con attività di Laboratorio
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	9
Ore:	72

Modulo I (6 CFU)

Obiettivi formativi

Obiettivo del presente modulo è fornire i fondamenti teorici e pratici della teoria della misurazione e dei principali metodi di misura in ambito elettrico al fine di mettere in condizioni l'allievo di utilizzare la strumentazione di base e di interpretarne correttamente le specifiche.

Programma dettagliato del corso

Fondamenti di teoria della misurazione. Le unità di misura. L'incertezza di misura. La propagazione dell'incertezza nelle misurazioni indirette. Guida all'espressione dell'incertezza di misura: UNI CEI ENV 13005.

Caratteristiche metrologiche principali degli strumenti di misura. Problematiche di inserzione della strumentazione nei circuiti di misura.

Principali metodi di misura delle grandezze elettriche. Metodi di confronto. Metodi di ponte. Metodi di misura di resistenza elettrica. Metodo della caduta di potenziale. Metodo di ponte di Wheatstone. Metodo volt-amperometrico. Metodi di misura di impedenza. Metodo di ponte di De Sauty. Schermatura nei ponti in alternata. Metodo di ponte di Owen.

Strumentazione elettronica e numerica di base: Conversione Analogico/Numerica, Oscilloscopio Analogico, Multimetro Numerico, Generatore di Funzione Arbitrario, Oscilloscopio Numerico, Impedenzometro numerico, Analizzatore di Spettro. Strumentazione di base per la misura diretta di periodo e frequenza: Contatore numerico, Contatore reciproco.

Modulo II (3 CFU)

Obiettivi formativi

Obiettivo del presente modulo è fornire i fondamenti teorici dei principali metodi di misura di temperatura, spostamento e misure di coppia in ambito meccanico al fine di mettere in condizioni l'allievo di utilizzare la strumentazione e la sensoristica di base e di interpretarne correttamente le specifiche.

Programma dettagliato del modulo

Misure di temperatura e di flussi di calore. Campioni di temperatura e taratura. Sensori termoelettrici, sensori a resistenza elettrica, termometri digitali, metodi a radiazione, termometri a irradiazione e irraggiamento, sistemi di immagini all'infrarosso, termografia e termometria.

Misure di spostamento. Campioni fondamentali, spostamenti traslazionali e rotazionali, misure di deformazione estensimetriche, estensimetri, trasduttori capacitivi, trasduttori piezoelettrici,

trasduttori di spostamento digitali e ad ultrasuoni, misure di velocità relativa, metodi di misura di velocità, trasduttori di velocità, misura di accelerazione relativa, sensori di spostamento sismici, accelerometri e vibrometri, metodi di taratura.

Misure di forza e coppia. Metodi di misura di base, trasduttori di forza, misure di coppia su alberi rotanti, misure della potenza trasmessa da un albero, misure di forza e coppia giroscopica.

Metodi di accertamento e valutazione

Prova scritta con eventuale prova orale

Testi adottati

- PALLAS ARENY - WEBSTER, Sensors and Signal Conditioning, John Wiley & Sons.
- DOEBELIN, Measurement Systems. Application and Design, McGraw-Hill.
- G. ZINGALES, "Misure Elettriche - Metodi e strumenti", UTET Libreria, Torino.
- C. Offelli, D. Petri, "Lezioni di Strumentazione Elettronica", Città Studi Edizioni, 1994.

Denominazione:	Corso Integrato di Meccanica dei Materiali (6 CFU) Meccatronica energetica (3 CFU)
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria dei Materiali
Settore Scientifico Disciplinare:	ICAR/08
Propedeutica:	Nessuna
Anno di corso:	III
Semestre:	I
CFU:	9
Ore:	72

Modulo: Meccanica dei Materiali (6 CFU)

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire gli aspetti teorici e metodologici con il fine di trasferire informazioni basilari per la formazione delle capacità atte a svolgere analisi per stati di sforzo e deformazione nei solidi elastici, particolarizzando gli opportuni approfondimenti ai componenti strutturali mono, bi e tridimensionali soggetti alla variegata natura dei carichi agenti nel contesto della ingegneria industriale.

Programma dettagliato del corso

Preliminari e fondamentali. Fondamenti di meccanica dei corpi continui. Problemi agli autovalori per i tensori di sforzo e deformazione. Teoria atomistica dell'elasticità.

Teoria costitutiva. Richiami di teoria assiomatica della meccanica dei materiali. Materiali semplici. Simmetrie materiali. Materiali di tipo differenziale. Materiali con memoria. Risposta nel caso elastico lineare. Il Tensore elastico e le sue proprietà di simmetria. Equazione di Lamè. Funzioni di risposta dei materiali. Criteri di resistenza.

Formulazione e soluzione del problema elastico. Formulazione generale. Equivalenza delle forme integrale e differenziale. Teoremi di esistenza ed unicità in elasticità lineare. Energia potenziale elastica. Funzionale dell'energia potenziale totale. Metodologia F.E.M.. Soluzione del problema elastico per casi di sollecitazione semplice e/o composta.

Stati anelastici. Plasticità. Fondamenti fisici, condizioni e criteri di plasticità. Relazioni elasto-plastiche. Problema dell'equilibrio elasto-plastico. Principio di estremo. Collasso plastico. Teoria delle dislocazioni. Plasticità in materiali cristallini. Aspetti sperimentali. Meccanismi di micro-deformazione plastica. Visco-elasticità. Modelli generalizzati e semplificati. Elasticità ritardata. Scorrimento viscoso. Termo-elasticità. Travi termo-elastiche. Problemi piani termo-elastici.

Modelli bidimensionali. Stati elastici piani: problemi in termini di tensione e deformazione. Tensioni principali e linee isostatiche. Soluzione in coordinate cartesiane. Stati piani simmetrici e radiali. Problema membranale e flessionale.

Teoria Elastica non Lineare. Meccanica delle deformazioni finite. Tensori di Piola-Kirchhoff. Equazione costitutiva per il materiale di Blatz-Ko. Materiali incompressibili: funzione di Rivlin-Saunders, modello neo-Hookean, modello di Mooney-Rivlin. Esempi di deformazioni omogenee su materiali rubber-like. Vincoli interni. Problemi al bordo e non unicità: transizioni di fase solido-solido. Elasticità variazionale e problemi di minimo. Il modello di Ericksen. Configurazioni equilibrate monofase e bifase. Energie poli-convesse e caratterizzazione della risposta dei materiali. I materiali a memoria di forma.

Meccanica della frattura e danneggiamento. Teorie generali sulla frattura: condizioni e criteri. Concentrazione di tensioni. Problema di Clebsch. Modello di Griffith. Problema di Irwin. Propagazione dei difetti. Il fattore di intensificazione degli sforzi. Stato di sforzo all'apice del difetto. Il modello di Barenblatt. Modelli di danneggiamento. Fenomeni di fatica e collasso ciclico.

Materiali Compositi. Materiali per fibre e matrici. Caratteristiche meccaniche. Interfaccia fibra-matrice Micro e macro-meccanica. Fenomeni di danneggiamento. Criteri di rottura. Analisi dei laminati. Progettazione dei laminati compositi. Carico critico e azioni dinamiche. Impatti e fenomeni aggressivi chimico-meccanico.

Modulo: Meccatronica energetica (3 CFU)

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire gli aspetti applicativi con il fine di trasferire informazioni basilari per la formazione delle capacità atte a svolgere analisi per stati di sforzo e deformazione nei solidi elastici, particolarizzando gli opportuni approfondimenti ai componenti strutturali mono, bi e tridimensionali soggetti alla variegata natura dei carichi agenti nel contesto della ingegneria industriale.

Programma dettagliato del corso

Meccanica dei solidi elettromagnetici. Proprietà dei solidi elettromagnetici: elettrostrizione e piezoelettricità, magnetostrizione e piezomagnetismo. Dielettrici elastici e piezoelettricità. Conduttori elastici e ferromagnetici elastici. Laminati, piastre, gusci e travi piezoelettrici.

Cristalli liquidi. Tipologia e proprietà. Approccio macro e microscopico. Statiche distorsioni in cristalli nematici e dinamica. Cristalli colesterici, Proprietà statiche e dinamiche dei cristalli smectici. Transizioni di fase.

Biomateriali. Elementi di biomeccanica cellulare e tissutale. Biocompatibilità e meccanica delle superfici. Biomateriali ceramici, compositi, metallici e polimerici. Materiali intelligenti e materiali biomimetici.

Metodi di accertamento e valutazione:

L'esame si svilupperà attraverso un'unica prova orale e sarà svolto attraverso lo svolgimento di una prova orale, sviluppata sulla formulazione di tre quesiti sorteggiati dal candidato e relativi ad argomenti facenti parte del programma svolto.

Testi adottati

1. Dowling N.E., *Mechanical Behavior of Materials*, Prentice Hall, 1999
2. Fung Y.C., *Foundations of Solid Mechanics*, Prentice Hall, 1997
3. Maugin G.A., *Continuum Mechanics of Electromagnetic Solids*, North Holland, Amsterdam, 1991
4. Bobbio S., *Electrodynamics of Materials*, Academic Press, S.Diego, 2000
5. De Gennes P.G., Prost J., *The Physics of Liquid Crystal*, Oxford Science Publ., 2003
6. Fung Y.C., *Biomechanics*, 3 voll., Springer, N.Y., 1990
7. Vergani L., *Meccanica dei Materiali*, McGraw-Hill, 2001.
8. Di Bello C., *Biomateriali*, Ed. Patron, Bologna 2004
9. Julian V., *Structural Biomaterial*, Princeton university press, 1991,
10. Hoffman A., Lemons J., Ratner B., Schoen F., *Biomaterials Science*, Elsevier, 2004
11. Buonsanti M., *Raccolta delle lezioni*, 2018

Denominazione:	Corso Integrato di Idraulica (6 CFU) Macchine idrauliche (3 CFU)
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Affine/Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Affine/Ingegneria Energetica
Settore Scientifico Disciplinare:	ICAR/01, ING-IND/08
Propedeutica:	Termomeccanica dei Continui
Anno di corso:	III
Semestre:	I
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	9
Ore:	72

Modulo: Idraulica (6 CFU)

Obiettivi formativi

Fornire gli elementi di base della meccanica dei fluidi comprimibili e incomprimibili per consentire le analisi dei problemi propri degli impianti idraulici e delle macchine a fluido: elementi generali, statica e cinematica dei fluidi, dinamica e resistenza al moto, circuiti a fluido in moto permanente. Capacità di risolvere problemi tecnici di statica e dinamica dei fluidi, mediante l'utilizzo di alcuni modelli semplificati per la soluzione di famiglie di problemi ingegneristici semplici concernenti gli impianti a fluido.

Programma dettagliato del corso

La descrizione continua della materia (4h)

Introduzione al continuo fluido. Dimensioni ed unità di misura. La densità e il peso specifico. La temperatura assoluta. La pressione e l'equazione di stato. La comprimibilità nei fluidi. Viscosità. Fluidi newtoniani e non newtoniani. Il fluido ideale. Tensione superficiale e capillarità.

Sforzi in un fluido (6h)

Il sistema fluido. Sforzi normali e di taglio. Relazione tra le componenti di taglio. Il tetraedro elementare. Sforzi in fluidi a riposo ed in movimento. Direzioni e tensioni principali.

Statica dei fluidi (8h)

Equazione dell'idrostatica. Fluidi comprimibili (trasformazioni politropiche) ed incomprimibili. Il carico piezometrico. Manometri. Spinta idrostatica su superfici immerse: superfici piane, superfici gobbe aperte e chiuse, corpi galleggianti.

Analisi dimensionale e similitudine (4h)

Grandezze fondamentali e derivate. Il teorema π . Principali numeri adimensionali. Similitudine meccanica completa e parziale.

Cinematica dei fluidi e analisi della deformazione (4h)

Caratteri del moto. La velocità, le linee di corrente, le traiettorie e le linee di fumo. La rappresentazione del moto: visione euleriana e lagrangiana. La derivata sostanziale. L'accelerazione. La cinematica del moto di un fluido e le velocità di deformazione.

Equazioni di bilancio su di un volume finito (8h)

Sistema fluido e volume di controllo. Il teorema di Reynolds del trasporto. Conservazione della massa, della quantità di moto e del momento angolare. Spinta su di un condotto a sezione variabile e su di una curva. Spinta di un getto.

Moto dei fluidi Ideali (4h)

Pressione statica, dinamica e totale. Perdita di carico e prevalenza. Tubo di Venturi come misuratore e come aspiratore.

Moto dei fluidi reali (10h)

Caduta di pressione in moto permanente e uniforme di un fluido viscoso. Dissipazione di energia dovute alla viscosità. Numero di Reynolds, instabilità del moto laminare, caratteristiche qualitative della turbolenza. Brusco allargamento, perdite di carico concentrate. Resistenza al moto di tubi lisci, artificialmente scabri ed a scabrezza naturale.

Metodo di accertamento e valutazione

L'esame è articolato nello svolgimento di una prova scritta e nella successiva prova orale.

Testi adottati

1. Fluid Mechanics. Streeter, V. L., E. B. Wylie, and K. W. Bedford, , 9th ed., McGraw-Hill, New York (1998).
2. Introduction to Fluid Mechanics. R. W. Fox and A. T. and Mac Donalds, John Wiley & Sons Inc.
3. Idraulica. D. Citrini, G. Nosedà. Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1987.
4. Problemi di Idraulica e Macchinica dei Fluidi. A. Orsi. Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1984.

Modulo: Macchine Idrauliche (3 CFU)

Obiettivi formativi

Illustrare i principi di funzionamento ed i criteri di scelta di una macchina idraulica, nonché i metodi usati per regolare le principali macchine motrici ed operatrici.

Fornire le nozioni fondamentali relative agli impianti di conversione dell'energia, ai meccanismi di scambio di lavoro dei componenti (macchine motrici e operatrici) e alle loro caratteristiche operative. Descrivere le caratteristiche operative degli impianti idroelettrici e di accumulazione e pompaggio. Analizzare il funzionamento delle principali macchine operatrici (pompe) con particolare riferimento ai relativi campi di applicazione, ai criteri di scelta ed alle tecniche di regolazione.

Capacità di effettuare il dimensionamento di base delle principali macchine idrauliche; di effettuare il dimensionamento di condotti allo stato stazionario; di analizzare attraverso strumenti numerici semplici sistemi idroelettrici e di sollevamento.

Programma dettagliato del corso

GENERALITÀ - DEFINIZIONI - CLASSIFICAZIONI. (4 h)

Definizioni riguardanti: macchine motrici ed operatrici e loro classificazione. Fonti di energia primaria (esauribili e rinnovabili). Potenze installate per impianti idroelettrici.

LO SCAMBIO DI LAVORO NELLE MACCHINE (4 h)

Scambio di lavoro nelle macchine dinamiche: equazione di bilancio della quantità di moto e del momento della quantità di moto. Equazione di Eulero per le turbomacchine. Definizione di grado di reazione. Triangoli di velocità.

TURBINE IDRAULICHE (8 h)

Caratteristiche generali delle turbine idrauliche e schemi di impianto. Espressioni della potenza di una T.I. e definizioni di rendimento globale, rendimento di turbina, rendimento di condotta. Cenni sulla teoria della similitudine e numero di giri specifico. Tipi di T.I. e loro differenziazione in funzione del salto H e della portata Q . Proporzionamento, triangoli di velocità e regolazione di una turbomacchina. Impianti di accumulazione e pompaggio. Scelta delle macchine idrauliche.

MACCHINE OPERATRICI (8 h)

Tipologia e classificazione delle macchine operatrici. Macchine operatrici a fluido incompressibile (pompe): definizioni fondamentali di prevalenza totale, manometrica e utile. Equazione dello scambio di lavoro tra macchina e fluido, grado di reazione, rendimento interno, potenza assorbita. Curve caratteristiche delle pompe centrifughe: caratteristica teorica e caratteristica reale. Accoppiamento della pompa con il circuito utilizzatore, punto di funzionamento e regolazione delle pompe. Stabilità di funzionamento: il fenomeno del pompaggio. Il problema della cavitazione nelle pompe: NPSH richiesto e disponibile. Pompe in serie ed in parallelo. Avviamento e scelta di una pompa.

Metodo di accertamento e valutazione

L'esame è articolato nello svolgimento di una prova scritta e nella successiva prova orale.

Testi adottati

Macchine idrauliche. Cornetti G., Il Capitello, TO, 1989, 2a ed. 1991, rist. 1994.
Macchine idrauliche" A. Dadone , CLUT, 1987.

Denominazione:	Reti elettriche per applicazioni industriali
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo Attività formativa:	Caratterizzante
Ambito disciplinare:	Ingegneria Elettrica
Settore Scientifico-Disciplinare:	ING-IND/31
Propedeuticità:	Elettrotecnica
Anno di corso:	III
Semestre:	I
CFU:	6
Ore di insegnamento:	48

Obiettivi formativi

Il corso di Reti Elettriche per Applicazioni Industriali si propone di completare la preparazione degli studenti iscritti alla Laurea Magistrale in Ambiente e Territorio nel settore dell'Elettrotecnica e dell'Energia Elettrica. L'impostazione della parte relativa ai circuiti lineari (studio nel dominio della frequenza) e non lineari (studio nel dominio del tempo e dello spazio di stato) è di tipo applicativo. La parte che riguarda lo studio dei campi (finalizzata al regime quasi-stazionario e alla comprensione dei fenomeni tipici della sicurezza elettrica e della compatibilità elettrica e magnetica) ha un'impostazione metodologica-applicativa.

Il corso si prefigge di completare la preparazione dello studente nel settore elettrico, con particolare riferimento all'ambito dell'utilizzo dell'energia elettrica (ivi inclusa la produzione e trasformazione). Il corso è indirizzato altresì a far acquisire allo studente competenze pratiche ai fini dell'applicazione in diversi contesti d'interesse industriale relative all'implementazione di tecniche e metodi tipiche dell'analisi circuitale e campistica. Ciò viene realizzato finalizzando lo studio alla produzione progettuale autonoma e alle attività di gruppo ed inquadrando la disciplina nel più ampio contesto multidisciplinare dell'ingegneria.

Programma dettagliato del corso

Richiami di Elettrotecnica di base e di Reti elettriche in regime trifase (Crediti 1)

Bipoli elettrici, doppi bipoli, n-poli; Teoremi delle reti; Soluzione automatica per ispezione reti del I e del II ordine; Studio delle reti lineari nel dominio della frequenza e della variabile di Laplace. Richiami sull'analisi delle reti elettriche in regime sinusoidale, rifasamento, il trasformatore Reale. Sistemi Trifase a tre e quattro fili, simmetrici e dissimetrici, equilibrati e squilibrati, collegamenti interfascici a stella e a triangolo, correnti e tensioni di fase e di linea, campo magnetico rotante di Galileo-Ferraris, metodi di risoluzione delle reti trifase, le potenze nei circuiti trifase, fattore di potenza, inserzione Aron e misure di potenza, rifasamento, teorema di Aron, analisi dei sistemi trifase mediante le componenti simmetriche. Analisi delle reti elettriche in regime periodico non sinusoidale.

Reti lineari e non lineari in condizioni dinamiche generali (Crediti 1)

Equazioni dinamiche e soluzione nel dominio del tempo, variabili di stato, problema di valore iniziale; termini transitorio e permanente, evoluzione libera e forzata; definizione di risposta della rete ad un determinato ingresso, risposta al gradino ed all'impulso, integrale di convoluzione; trasformata di Laplace e sue applicazioni alle reti lineari tempo-invarianti, impedenza operatoriale e funzione di trasferimento. Bipoli non lineari; bipoli tempo varianti; linearizzazione; caratteristiche lineari a tratti; analisi lineare a tratti di una rete non lineare; spazio degli stati; circuiti non lineari e tempo varianti.

Campi Elettrostatici, Campi Magnetostatici, Campo di Corrente e Regime Quasi-Stazionario (Crediti 2)

Forma integrale e locale delle equazioni dell'elettrostatica nel vuoto e nei mezzi materiali, condizioni di continuità, potenziale elettrostatico; Leggi in forma integrale e locale, condizioni di continuità; leggi di Ohm e Joule; tubi di flusso; resistenza; forza elettromotrice; potenza ohmica specifica. Problema di Dirichlet e problema di Neumann.

Forma integrale e locale delle equazioni della magnetostatica nel vuoto e nei mezzi materiali, condizioni di continuità, potenziale vettore; riluttanza di un tubo di flusso; tensione magnetica; forza magnetomotrice; coefficienti di auto e mutua induttanza, definizione relative a conduttori massicci; fenomeni di polarizzazione magnetica, isteresi magnetica, materiali magnetici, leggi di Hopkinson, circuiti magnetici.

Produzione, Trasmissione e Distribuzione di Energia Elettrica (Crediti 1)

Definizione relative a conduttori massicci; fenomeni di polarizzazione magnetica, isteresi magnetica, materiali magnetici, leggi di Hopkinson, circuiti magnetici.

Applicazioni Industriali Innovative (Crediti 1)

Il modulo prevede lo svolgimento di elaborati su argomenti innovativi che verranno selezionati dal docente ed assegnati agli studenti fra i seguenti:

- a) modellistica circuitale di interconnessioni elettroniche ad alta velocità;
- b) analisi e progettazione di circuiti elettronici di potenza per numerose applicazioni: fotovoltaiche, eoliche, celle a combustibile, LED, sistemi di battery management, automotive;
- c) metodi di progettazione di circuiti elettronici di potenza per il power management ad elevata efficienza energetica;
- d) algoritmi per il monitoraggio e il controllo delle sorgenti rinnovabili basati su controllori digitali (DSP, FPGA);
- e) sviluppo di tecniche di controllo lineari e non lineari per i circuiti switching;
- f) ottimizzazione di trasformatori per applicazioni switching ad alta frequenza;
- g) modellistica e caratterizzazione di sistemi di accumulo di energia e di celle a combustibile per applicazioni nel settore dei veicoli elettrici/ibridi e delle fonti rinnovabili.

Metodi di accertamento e valutazione

La prova d'esame in una prova orale che ha l'obiettivo di misurare le capacità critiche sviluppate dallo studente e il livello di approfondimento della conoscenza avanzata delle reti elettriche in regime generico, sia monofase che trifase, nonché la conoscenza degli elementi di campi in regime stazionario e quasi-stazionario. La prova orale consiste anche nella discussione pubblica degli elaborati di corso preparati nel tempo, sugli argomenti specifici delineati nel 6° Credito formativo. La presentazione dovrà mostrare la capacità di lavorare in team su applicazioni specifiche dell'ingegneria industriale.

Testi adottati

Renzo Perfetti – Circuiti Elettrici - Seconda Edizione – Ed. Zanichelli

Chua, Desoer, Kuh – Circuiti lineari e non lineari – Jackson

G. Miano – Lezioni di Elettrotecnica – CUEN Napoli

Materiale distribuito durante il corso o scaricabile dal web su indicazione del docente

Denominazione:	Impianti Termici
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria Energetica
Settore Scientifico Disciplinare:	ING-IND/11 – Fisica Tecnica Ambientale
Propedeuticità:	Energetica
Anno di corso:	III
Semestre:	II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	6
Ore:	48

Obiettivi formativi

Il corso si occupa dell'analisi dei carichi termici degli edifici e del dimensionamento degli impianti di riscaldamento e di condizionamento. Vengono inoltre trattati gli impianti solari termici.

Quale obiettivo ci si prefigge di consentire agli studenti l'acquisizione di conoscenze specifiche: sulle relazioni intercorrenti tra clima esterno, involucro edilizio e microclima indoor, sulle modalità di scambio termico riferite all'energetica edilizia, sulle principali tipologie di impianti di riscaldamento e di condizionamento, sugli impianti solari termici, sui criteri di dimensionamento degli impianti termici e degli impianti solari.

Programma dettagliato del corso

Psicrometria. Diagramma psicrometrico. Operazioni fondamentali sull'aria umida. Dati climatici per la progettazione degli impianti. Temperatura dell'aria esterna. Posizione del sole nella volta celeste. Intensità della radiazione solare. Temperatura aria sole. Giorno medio mensile.

Bilancio energetico di un edificio. Dispersioni termiche dell'edificio. Effetti della massa. Caratteristiche termofisiche degli elementi opachi e trasparenti. Scambi termici per trasmissione attraverso le superfici opache, le superfici trasparenti e verso il terreno. Scambi termici per ventilazione. Carichi termici degli edifici in regime invernale ed in regime estivo.

Tipologie di impianti di riscaldamento e di condizionamento. Impianti ad acqua: monotubo, bitubo, a collettore complanare. Impianti ad aria: a canale singolo, con post riscaldamento di zona, a portata variabile, multizona, a doppio canale. Componenti degli impianti di riscaldamento: caldaie, terminali di erogazione, pompe di circolazione, valvole di regolazione e controllo dei circuiti, camini, vasi di espansione, contatori di calore. Componenti degli impianti di condizionamento: filtri, centrali di trattamento aria, refrigeratori, bocchette e diffusori, torri di raffreddamento.

Generatori di calore. Caldaie tradizionali e a condensazione. Rendimenti delle caldaie. Pompe di calore. Componenti di una pompa di calore. Indici di prestazione delle pompe di calore.

Reti di distribuzione. Caratteristiche fluidodinamiche. Regimi di moto. Perdite di carico distribuite e concentrate. Dimensionamento delle tubazioni delle reti di distribuzione ad acqua: metodo a velocità costante ed a perdita specifica di pressione costante. Dimensionamento dei canali di distribuzione dell'aria: metodo a velocità ed perdita specifica costante per i canali d'aria.

Impianti per la conversione dell'energia solare in energia termica. Collettori solari piani e sottovuoto. Sistemi ad acqua ed ad aria. Bilancio termico di un collettore solare. Calcolo della superficie ottimale del collettore. Metodo f-chart. Calcolo del volume dell'accumulo.

Metodi di accertamento e valutazione

La valutazione prevede un esame orale su temi inerenti gli argomenti del corso e la discussione di un elaborato progettuale sviluppato durante lo svolgimento del corso.

Testi adottati

Dispense del corso

Gino Moncada Lo Giudice, Livio De Santoli, Progettazione di impianti tecnici, Masson Editore Milano.

Anna Magrini, Lorenza Magnani, La progettazione degli impianti di climatizzazione negli edifici. EPC libri.

Ernesto Bettanini, Pierfrancesco Brunello, Lezioni di impianti tecnici - Vol. I e II. Cleup Ed.

Renato Lazzarin, Pompe di calore. Parte teorica, parte applicativa, SGEeditoriali, Padova.

Federico M. Butera, "Architettura e ambiente". ETAS Libri.

AA.VV., Il Nuovo Manuale Europeo di Bioarchitettura. Gruppo Mancosu Editore srl.

Denominazione:	Fonti energetiche rinnovabili
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Laurea in Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria Energetica
Settore Scientifico Disciplinare:	ING/IND-11
Propedeutica:	Energetica
Anno di corso:	III
Semestre:	II
Modalità di erogazione:	Slide
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	6
Ore:	48

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire conoscenze specifiche sulle tecnologie di produzione energetica da fonte rinnovabile attraverso la trattazione dei principi, dei processi di trasformazione, dei componenti e dei sistemi. Esso approfondisce in particolare la transizione attualmente in atto tra produzione energetica centralizzata e distribuita e tra produzione da fonte fossile e da fonte rinnovabile. In particolare viene analizzato l'impatto sull'ambiente delle fonti fossili, i cambiamenti climatici in atto e gli impegni globali di riduzione delle emissioni, individuando le fonti energetiche più idonee per la produzione di energia termica ed elettrica nei vari ambiti, in particolare in edilizia. Viene altresì introdotto l'uso dell'idrogeno come vettore per l'accumulo energetico. I contenuti concettuali e metodologici sono affiancati da riferimenti agli aspetti applicativi.

Obiettivo del corso è consentire agli studenti l'acquisizione di conoscenze specifiche sugli argomenti trattati.

Programma dettagliato del corso:

Cambiamenti climatici. Riscaldamento globale. Effetti dell'aumento di temperatura. Rapporto IPCC. Domanda e consumi energetici. Fabbisogni energetici. Tonnellata equivalente di petrolio. Sistema energetico attuale. Direttiva europea *Clima-Energia*. Il percorso europeo verso la decarbonizzazione. Impegni globali di riduzione delle emissioni (COP 21). Nuovo paradigma energetico. Terza rivoluzione industriale

Fonti energetiche. Energia primaria. Fonti energetiche. Fonti di energia primaria fossili e fissili. Fonti di energia primaria rinnovabili. Fonti di energia secondaria: energia elettrica. Il vettore energetico idrogeno.

Produzione di energia centralizzata Fabbisogno elettrico nazionale, Potenza elettrica installata. Centrali elettriche convenzionali: centrale termoelettrica, centrale nucleare. Centrale termoelettrica a fonte rinnovabile (geotermoelettrica, solare). Termovalorizzatore. Centrali elettriche alimentate da fonti energetiche rinnovabili (idroelettrica, eolica, fotovoltaica, a biomasse).

Produzione di energia distribuita. Energetica edilizia. Uso di fonti rinnovabili in edilizia. *Nearly Zero Energy Building (nZEB)*. Fabbisogni energetici in edilizia. Sfruttamento dell'energia solare in edilizia. *Smart grid*.

Inquinamento atmosferico. Scala dell'inquinamento. Effetto serra, gas di serra, *global warming potential*, categorie emissive, stima delle emissioni, *buco nell'ozono*, piogge acide.

Legislazione sulla sostenibilità in edilizia. Direttive europee, Impegni delle amministrazioni.

Impianti eolici. Energia eolica. Caratterizzazione anemologica di un sito. Distribuzione delle velocità. Modelli probabilistici. Aerogeneratori. Potenza della vena fluida. Potenza estraibile. Fattore di potenza. Curva di potenza. Potenza nominale. Producibilità energetica. Impatto ambientale.

Energia solare. Spettro di emissione del sole. Radiazione solare sulla terra. Percorso solare. Profili di irraggiamento. Sfruttamento dell'energia solare.

Sistemi fotovoltaici. Sfruttamento dell'energia solare per la produzione di energia elettrica. Effetto fotovoltaico. Il silicio. Drogaggio di un semiconduttore. Giunzione P-N. La cella fotovoltaica. Potenza ed efficienza. Pannelli fotovoltaici. Tipologie di pannelli. Generazioni di fotovoltaico. Impianti fotovoltaici *grid-connected* e *stand-alone*. Componenti di impianto. Dimensionamento di un impianto. Produzione di energia. Sistemi di accumulo. Incentivi statali. Meccanismo di scambio sul posto. Impatto ambientale.

Collettori solari. Impianti solari termici. Impianti a collettori solari. Componenti. Efficienza. Dimensionamento della superficie ottimale. Metodo *f-chart*. Solar cooling.

Rifiuti e biomassa Tecnologie di smaltimento dei rifiuti. Recupero energetico. Raccolta differenziata. Riciclaggio. Termovalorizzazione. Discarica. Compostaggio. Smaltimento dei rifiuti organici. Biomassa. Provenienza e composizione. Digestione anaerobica. Biogas. Accumulo energetico nelle piante. Assorbimento delle emissioni.

Idrogeno. Caratteristiche dell'idrogeno come combustibile. Energia dall'idrogeno. Metodi di produzione. Tecnologie di stoccaggio e trasporto. Sistemi di accumulo energetico. Celle a combustibile.

Metodi di accertamento e valutazione

Il raggiungimento degli obiettivi formativi specifici previsti sarà accertato tramite una prova orale, consistente nella verifica della conoscenza degli aspetti teorici trattati durante il corso.

Durante il corso sarà anche effettuata un'esercitazione, che costituisce parte integrante dell'esame, consistente nel dimensionamento di un impianto fotovoltaico *grid-connected* a servizio di un'utenza residenziale, della quale viene preliminarmente stimato il carico elettrico annuale, con passo orario. Utilizzando un foglio elettronico excel sarà quindi calcolata, la produzione energetica dell'impianto, le aliquote autoconsumata, prelevata ed immessa in rete. Infine saranno determinati gli incentivi ottenibili annualmente, il VAN ed il tempo di ritorno dell'investimento.

Testi adottati

Dispense del corso

Denominazione:	Impianti elettrici utilizzatori e fotovoltaici
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo Attività formativa:	Caratterizzante
Ambito disciplinare:	Ingegneria Energetica
Settore Scientifico-Disciplinare:	ING-IND/33
Propedeuticità:	Sistemi elettrici per l'energia
Anno di corso:	III
Semestre:	II
CFU:	6
Ore di insegnamento:	48

Obiettivi formativi

Il corso, a carattere essenzialmente applicativo, analizza le questioni salienti della progettazione a norma ed in sicurezza degli impianti elettrici utilizzatori di media e di bassa tensione; le nozioni sono specificamente estese ed applicate agli impianti fotovoltaici per la generazione distribuita di energia elettrica dal sole. Vengono, preliminarmente, analizzate le questioni inerenti la costituzione degli impianti ed i criteri per la loro progettazione. Viene, quindi, affrontato il tema della pericolosità dei contatti elettrici per le persone. Successivamente, dopo aver posto attenzione alla classificazione degli impianti elettrici, vengono analizzati tutti gli apparati e le scelte progettuali idonee a garantire la protezione delle persone contro i predetti contatti elettrici pericolosi. Obiettivo principale del corso è quello di fornire agli studenti le competenze sufficienti a dimensionare e sovrintendere alla gestione ed alla manutenzione di impianti elettrici utilizzatori di media complessità.

Programma dettagliato del corso

Generalità sulla costituzione di un tipico impianto elettrico utilizzatore di media e di bassa tensione. Criteri per la progettazione degli impianti elettrici utilizzatori. Costituzione degli impianti fotovoltaici per la generazione di energia elettrica in corrente alternata dal sole e criteri per la progettazione degli stessi. Analisi degli elementi costitutivi fondamentali dei predetti impianti anche in relazione alla loro funzione (generatori, trasformatori, linee e reti di distribuzione, sistemi di protezione contro le sovracorrenti e contro le sovratensioni, quadri di distribuzione, quadri di campo, inverter, protezioni, dispositivi di interfaccia, ...).

Pericolosità della corrente elettrica. Dalle curve di pericolosità della corrente alle curve di pericolosità della tensione. Ambienti ordinari ed ambienti non ordinari.

Classificazione degli impianti e criteri e modalità di collegamento a terra delle masse.

Analisi della pericolosità dei contatti elettrici in caso di guasto, nelle diverse situazioni impiantistiche possibili (guasti nei sistemi TT, guasti nei sistemi TN sia lato BT che lato MT, guasti lato continua e lato alternata negli impianti fotovoltaici senza e con trasformatore di disaccoppiamento galvanico).

Protezioni contro i contatti diretti.

Protezione contro i contatti indiretti (nei sistemi di tipo TT, nei sistemi di tipo TN, nei sistemi di tipo IT e negli impianti fotovoltaici).

Protezioni senza interruzione automatica del circuito guasto.

Protezione mediante interruzione automatica del circuito guasto.

Costituzione, funzionamento e caratteristiche peculiari del relè differenziale.

Costituzione e dimensionamento dell'impianto di terra.

Verifiche per la sicurezza degli impianti elettrici utilizzatori.

Metodi di accertamento e valutazione

Gli esami di accertamento e di valutazione consistono in una prova scritta ed in una successiva discussione orale.

La prova scritta verte sulla risoluzione di un semplice esercizio di dimensionamento o di messa in sicurezza di un semplice caso studio di impianto elettrico utilizzatore e/o fotovoltaico; è altresì richiesto di rispondere, in forma “aperta”, ad un paio di domande teoriche su aspetti specifici trattati durante il corso.

La discussione orale è fondamentale tesa ad avvalorare e perfezionare la valutazione dell'elaborato scritto.

Testi adottati

Appunti a cura del docente.

Norma CEI 64-8.

V. Carrescia: “Fondamenti di sicurezza elettrica”. Edizioni TNE, Torino.

Guida Blu n.15: Fotovoltaico. Edizioni TNE.

Denominazione	Business Plan e creazione d'Impresa
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo Attività formativa:	Affine
Ambito disciplinare:	Economico-Aziendale
Settore Scientifico-Disciplinare:	SECS-P/08
Propedeuticità:	Nessuna
Anno di corso:	III
Semestre:	I
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Obbligatoria
CFU:	6
Ore di insegnamento:	48

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fare acquisire agli studenti la capacità di predisporre un business plan e di valutarne la sostenibilità economico-finanziaria.

Programma dettagliato del corso

Budget e controllo di gestione

La pianificazione strategica, la programmazione e il controllo di gestione. I centri di responsabilità. Il costo di produzione: nozione, configurazioni e classificazioni. Le metodologie di determinazione del costo pieno: il Full Costing tradizionale e l'Activity Based Costing. L'analisi costi-ricavi-volumi e la determinazione del punto di pareggio. Il margine di contribuzione e la leva operativa. I calcoli di convenienza economica per le scelte correnti di gestione.

Il budget: nozioni introduttive. Il processo di elaborazione del budget. I budget settoriali: il budget commerciale, il budget di produzione, il budget delle funzioni generali e dei centri di spesa, il budget degli investimenti. Il consolidamento dei budget settoriali: il budget economico, il budget finanziario e il budget patrimoniale.

Il reporting. L'analisi degli scostamenti.

Il business plan

Il processo di creazione d'impresa. I fattori di vulnerabilità delle startup. Il business model. Il business plan: parte descrittiva. Il business plan: parte economico-finanziaria. L'analisi di sensitività "what ...if" e la stima del rischio operativo. La stima del rischio finanziario. Il costo opportunità del capitale. La valutazione della sostenibilità del piano: il modello contabile e il modello del valore

Metodi di accertamento e valutazione

L'esame si svilupperà attraverso una prova orale che verterà sui fondamenti teorici del business plan e la gestione d'impresa.

Testi adottati

L. Brusa, Sistemi manageriali di programmazione e controllo, Giuffré

S. Marasca, L. Marchi, A. Riccaboni, Controllo di Gestione. Metodologie e strumenti. Knovità Editore

Denominazione:	Energy Management
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria Gestionale
Settore Scientifico Disciplinare:	ING-IND/35
Propedeutica:	Nessuna
Anno di corso:	III
Semestre:	II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	6
Ore:	48

Obiettivi formativi

Al termine del corso, lo studente avrà fatto propri i concetti di gestione dei consumi energetici e degli aspetti correlati di interazione ambientale, le nozioni fondamentali sulla legislazione energetica ed ambientale nonché le normative tecniche ed i meccanismi di incentivazione dell'Efficienza Energetica e delle Fonti Energetiche Rinnovabili.

Programma dettagliato del corso

Energia da fonti tradizionali e rinnovabili (carbone, petrolio, gas, energia solare ed eolica). Scenari energetici nazionali ed internazionali e normativa italiana ed europea di riferimento. La contabilità energetica: acquisizione e gestione dati relativi ai consumi energetici ed analisi energetica. Sistemi di gestione dell'energia. Strumenti contrattuali e di incentivazione del mercato dell'energia.

Metodi di accertamento e valutazione

La valutazione sarà effettuata sulla base di un esame orale che sarà prevalentemente rivolto alla verifica della padronanza, da parte dello studente, delle tematiche afferenti l'energia tradizionale e rinnovabile e le competenze per la gestione energetica (approvvigionamenti, diagnosi, risparmio ed efficienza).

Testi adottati

Non è necessario l'acquisto di alcun testo. Il Corso è caratterizzato da lezioni frontali con l'ausilio di supporti informatici per l'esposizione di testi ed immagini (videoproiezione). Tutto il corso sarà corredato di materiale elettronico che sarà messo a disposizione in anticipo sul sito del materiale didattico del corso.

Denominazione:	Progettazione e gestione di impianti industriali
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria Gestionale
Settore Scientifico Disciplinare:	ING-IND/17
Propedeuticità:	Tecnologie e sistemi di lavorazione dei materiali
Anno di corso:	III
Semestre:	I
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	9
Ore:	72

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire i criteri e le metodologie generali per la progettazione degli impianti industriali, indipendentemente dal particolare processo tecnologico o settore produttivo. Verranno forniti agli studenti gli strumenti indispensabili per la comprensione di concetti di base dell'ingegneria industriale quali: studio di fattibilità, valutazione economica, layout di un impianto, pianificazione dei sistemi produttivi.

Programma dettagliato del corso

Generalità sugli impianti industriali. Definizione di processo – Classificazione di impianti – Tipologie di produzione – Pianificazione industriale.

Studio di fattibilità di un impianto industriale. Studio del mercato – Analisi della domanda – Studio del prodotto – Studio di fattibilità del prodotto – Progettazione del prodotto.

Valutazione economica dell'investimento. Potenzialità ottimale dell'impianto – I costi di produzione – Classificazione e Analisi – Criteri di valutazione degli investimenti.

L'ubicazione dell'impianto industriale. Fattori – Metodi – Problemi di ubicazione.

Layout di un impianto industriale. Flussi di materia e di attività – Attività di servizio del progetto generale – Determinazione dei componenti – Determinazione degli spazi – Automazione.

Metodi di accertamento e valutazione

È prevista una prova scritta ed una prova orale mirati alla verifica dell'apprendimento dei principali concetti di progettazione industriale.

Testi adottati

A. Pareschi, "Impianti Industriali. Criteri di scelta, progettazione e realizzazione" - 2007 Società Editrice Esculapio.

Denominazione:	Misure per la gestione di qualità, affidabilità e sicurezza dei processi
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria Elettrica
Settore Scientifico Disciplinare:	ING-INF/07
Propedeutica:	Elettrotecnica
Anno di corso:	III
Semestre:	II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	6
Ore:	48

Obiettivi formativi

Le competenze richieste ad un ingegnere che ambisca ad inserirsi nel mondo della produzione tradizionalmente intesa, ovvero quella industriale, e in un'accezione più ampia, dei servizi, si sono in anni recenti estese ad ambiti prima riservati a settori di nicchia o alta specializzazione, quando non addirittura esclusivi dell'industria militare. La gestione dei processi in regime di qualità certificata costituisce presupposto imprescindibile per le aziende manifatturiere, e per chi eroghi un servizio pubblico o privato, che ambiscano a collocarsi stabilmente e con successo nel mercato, e che per ciò stesso abbiano l'esigenza di misurare in modo oggettivo le loro prestazioni.

Obiettivo del corso è trasmettere agli allievi le conoscenze per la completa gestione di un processo di misura nella sua accezione più generale e la relativa certificazione di qualità, affidabilità e sicurezza, con strumenti e tecniche "altri" rispetto a quelli della metrologia primaria.

Programma dettagliato del corso

Assicurazione della qualità di beni e servizi. Legislazione e Normazione: il Sistema Qualità Italia – sistema di gestione integrato qualità, ambiente, sicurezza. Gli strumenti della qualità: strumenti in linea e fuori linea. Gli indicatori di qualità per i processi industriali e per i servizi; modelli di deterioramento, costo della non qualità. Analisi dei risultati di misura: le carte di controllo, decisioni su basi statistiche: ANOM e ANOVA, significatività del test, potenza del test. La progettazione degli esperimenti: collaudo campionario, spazio sperimentale, piani fattoriali. Tecniche di ottimizzazione parametrica: system design, parameter design, tolerance design, approccio a priori, robust design, predizione dell'ottimo. Affidabilità e sicurezza di componenti e sistemi: Failure Mode Effect and Criticality Analysis (FMECA). Le prove non distruttive: generalità, normative, metodi di indagine, caratterizzazione dei materiali ai fini della scelta del metodo, metodologie di indagine avanzata, apparecchiature e sonde.

Esercitazioni teoriche:

stima degli effetti delle caratteristiche di un prodotto (impianto/sistema) per variazioni di uno o più parametri del prodotto stesso, ivi incluse le variazioni causate da uno o più parametri di influenza e dall'errore dovuto alla aleatorietà esterna al processo e all'incertezza della misura;

FMECA: una applicazione industriale

Esercitazioni di laboratorio: analisi di difetti su materiali, mediante il metodo delle correnti indotte, degli ultrasuoni e della termografia, utilizzando sensori innovativi ed apparecchiature commerciali.

Metodi di accertamento e valutazione

Ai fini del superamento dell'esame, lo studente produrrà un elaborato progettuale incentrato sulle attività svolte durante le esercitazioni teoriche e/o pratiche, cui farà seguito un colloquio orale sugli argomenti oggetto del corso.

Testi adottati

1. N. Polese - Misure per la gestione - Edizioni Scientifiche Italiane
2. G. Taguchi - Introduzione alle tecniche per la qualità - Franco Angeli
3. S. De Falco - Esercitazioni di misure per la qualificazione e diagnostica di componenti e sistemi - Liguori Editore
4. Galgano - I sette strumenti manageriali della qualità totale - Il Sole 24 Ore
5. Franceschini, Galetto, Maisano - Indicatori e misure di prestazione per la gestione dei processi – Modelli e tecniche di sviluppo – Il Sole 24 Ore
6. Giorgio Miglio, - Processi di Misurazione e Gestione delle Misure - Augusta Edizioni Mortarino Torino

Denominazione:	Automazione Industriale
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria Gestionale
Settore Scientifico Disciplinare:	ING-INF/04
Propedeutica:	Automatica
Anno di corso:	III
Semestre:	II
CFU:	6
Ore:	48

Obiettivi formativi

Il corso si propone di illustrare i principali aspetti ingegneristici e tecnologici connessi con la realizzazione dei moderni sistemi di controllo e di automazione.

Verranno esaminati in dettaglio gli attuatori, i sensori e i sistemi di controllo secondo un'impostazione sistemistica, che dà enfasi agli aspetti strumentali che maggiormente influiscono sul comportamento del sistema di controllo nel suo complesso.

Verranno affrontati i problemi di identificazione di processo e quelli di progetto ed implementazione di un regolatore standard di tipo PID e di tipo ON/OFF.

Verranno infine considerate le problematiche legate alla realizzazione di un Controllo logico tramite l'utilizzo di PLC.

Programma dettagliato del corso

- Introduzione alle problematiche del Controllo dei Processi e del Controllo discreto. Il problema della regolazione. Caratteristiche e condizionamento dei segnali.
- Attuatori e sensori. Descrizione funzionale e proprietà dinamiche, criteri di progetto e scelta.
- Tecniche di identificazione di processo
- Controllo ON-OFF
- Tecniche di Taratura automatica di un regolatore PID
- Implementazione Analogica e Digitale di un regolatore PID
- Architettura di un sistema di automazione industriale
- Controllo logico tramite PLC e linguaggi IEC 61131
- Sequential Function Chart
- Ladder

Metodi di accertamento e valutazione

Gli esami di accertamento e di valutazione consistono in una prova scritta ed in una successiva discussione orale.

Testi adottati

- Sistemi di automazione industriale, Claudio Bonivento, Luca Gentili, Andrea Paoli
- Automazione industriale: controllo logico con reti di Petri, Luca Ferrarini

Denominazione:	Sviluppo, gestione e sicurezza dei processi industriali
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria Gestionale
Settore Scientifico Disciplinare:	ING-IND/17
Propedeutica:	Nessuna
Anno di corso:	III
Semestre:	II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	6
Ore:	48

Obiettivi formativi

Al termine del corso, lo studente è in grado di progettare e gestire processi industriali finalizzati alla produzione di energia, materiali e prodotti, inclusi gli aspetti di innovazione. Attuare metodologie di scale-up e trasferimento tecnologico dal livello di laboratorio a quello pilota e industriale. Valutare gli aspetti di economia di processo. Gestire gli aspetti di sicurezza del processo, e valutare quelli relativi ai prodotti e materiali.

Programma dettagliato del corso

Nozioni dei bilanci di massa ed energia.

Progettazione degli schemi di processo e dei diagrammi di flusso. Strategie nella progettazione e gestione di un processo industriale.

Linee guida nello sviluppo di scala di processi con alcuni esempi pratici.

L'analisi del rischio industriale: studio di pericolo e operabilità (Hazop), quantitative risk assessment ed albero dei guasti (FTA). La gestione del rischio.

Ciclo di vita di un prodotto e valore aggiunto: Priorità nella progettazione di un processo e relativi fattori di evoluzione. Esempi pratici dell'evoluzione di alcuni processi.

Analisi economica dei processi industriali e Life Cycle Costing (LCC).

Esempi di industrializzazione di prodotti, di processi, di materiali.

Metodi di accertamento e valutazione

La valutazione sarà effettuata sulla base di un esame orale che sarà prevalentemente rivolto ad una discussione analisi e progettazione processi industriali compresi l'analisi del rischio, lo studio di fattibilità e la valutazione economica dell'iniziativa.

Testi adottati

Non è necessario l'acquisto di alcun testo. Il Corso è caratterizzato da lezioni frontali con l'ausilio di supporti informatici per l'esposizione di testi ed immagini (videoproiezione). Tutto il corso sarà corredato di materiale elettronico che sarà messo a disposizione in anticipo sul sito del materiale didattico del corso.

Denominazione:	Marketing Industriale
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria Gestionale
Settore Scientifico Disciplinare:	ING-IND/17
Propedeutica:	Nessuna
Anno di corso:	III
Semestre:	II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	6
Ore:	48

Obiettivi formativi

Al termine del corso, lo studente avrà acquisito le principali conoscenze relative ai diversi strumenti di marketing industriale sviluppando la capacità di formulare giudizi autonomi e consapevoli in merito alle relative tematiche. Lo studente sarà quindi in grado di analizzare criticamente le caratteristiche del sistema di marketing industriale di un'organizzazione ed a contestualizzarne le logiche fornendo informazioni, idee e proposte di soluzione a problemi reali.

Programma dettagliato del corso

I concetti base di marketing: la misura della domanda, la definizione degli obiettivi e le quote di mercato.

La scelta dei mercati da affrontare.

Le decisioni operative per la creazione di valore.

La pianificazione e il controllo del marketing industriale.

Il sistema informativo del marketing industriale.

Il controllo e la valutazione dell'impatto economico e finanziario degli investimenti di marketing

Metodi di accertamento e valutazione

La valutazione sarà effettuata sulla base di un esame orale che sarà prevalentemente rivolto alla verifica della comprensione e all'analisi di cosa significa applicare concretamente una logica di marketing industriale per migliorare i risultati della propria azienda (impresa o pubblica amministrazione).

Testi adottati

Non è necessario l'acquisto di alcun testo. Il Corso è caratterizzato da lezioni frontali con l'ausilio di supporti informatici per l'esposizione di testi ed immagini (videoproiezione). Tutto il corso sarà corredato di materiale elettronico che sarà messo a disposizione in anticipo sul sito del materiale didattico del corso.

Denominazione:	Misure elettriche elettroniche ed ambientali
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Laurea in Ingegneria civile - ambientale
Classe:	L-9
Tipo Attività formativa:	Caratterizzante
Ambito disciplinare:	Ingegneria Elettrica
Settore Scientifico-Disciplinare:	ING-INF/07
Propedeuticità:	Elettrotecnica
Anno di corso:	III
Semestre:	I
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	6
Ore di insegnamento:	48

Obiettivi formativi

Il Corso si propone di fornire agli studenti la conoscenza dei principi generali delle misure, i fondamenti della metrologia primaria ed una esaustiva panoramica dei principali strumenti e metodi di misura.

Programma dettagliato del corso

Il corso è idealmente organizzato in quattro sezioni principali. La prima concerne i concetti generali della misura, la teoria degli errori, le unità di misura, i campioni metrici (1.5 CFU). Successivamente, viene affrontata la caratterizzazione degli strumenti analogici passivi, in condizioni di funzionamento statiche e dinamiche, insieme ad una dettagliata disamina dei principali strumenti, voltmetri, amperometri, wattmetri, frequenzimetri, oscilloscopi ed analizzatori di spettro (1.5 CFU). Sono inoltre introdotti i concetti di rumore, messa a terra e schermatura (0.5 CFU). La terza parte del corso è dedicata alla logica digitale, il campionamento, la conversione e la trasmissione dei segnali digitali e ad una panoramica degli strumenti digitali (1.5 CFU). Infine, il corso affronta i sensori, la loro classificazione ed i relativi effetti fisici principali.

Metodi di accertamento e valutazione

Esame orale, lavoro autonomo dello studente, la frequenza del corso, unitamente allo studio sul libro di testo consentirà allo studente di acquisire gli obiettivi formativi attesi

Testi adottati

Giuseppe Zingales – Misure elettriche – Metodi e Strumenti – UTET;
 Altri testi: Mario Savino – Fondamenti di scienza delle misure – La nuova Italia scientifica;
 Sydenham P.H. - Handbook of measurement science – Volume 1& 2 – Wiley
 Gruppo nazionale di Misure Elettriche ed Elettroniche www.gmee.org

Denominazione:	Meccanica dei Materiali
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Caratterizzante
Ambito Disciplinare:	Ingegneria dei Materiali
Settore Scientifico Disciplinare:	ICAR/08
Propedeutica:	Nessuna
Anno di corso:	III
Semestre:	I
CFU:	9
Ore:	72

Modulo I (6 CFU)

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire gli aspetti teorici e metodologici con il fine di trasferire informazioni basilari per la formazione delle capacità atte a svolgere analisi per stati di sforzo e deformazione nei solidi elastici, particolarizzando gli opportuni approfondimenti ai componenti strutturali mono, bi e tridimensionali soggetti alla variegata natura dei carichi agenti nel contesto della ingegneria industriale.

Programma dettagliato del corso

Preliminari e fondamentali. Fondamenti di meccanica dei corpi continui. Problemi agli autovalori per i tensori di sforzo e deformazione. Teoria atomistica dell'elasticità.

Teoria costitutiva. Richiami di teoria assiomatica della meccanica dei materiali. Materiali semplici. Simmetrie materiali. Materiali di tipo differenziale. Materiali con memoria. Risposta nel caso elastico lineare. Il Tensore elastico e le sue proprietà di simmetria. Equazione di Lamè. Funzioni di risposta dei materiali. Criteri di resistenza.

Formulazione e soluzione del problema elastico. Formulazione generale. Equivalenza delle forme integrale e differenziale. Teoremi di esistenza ed unicità in elasticità lineare. Energia potenziale elastica. Funzionale dell'energia potenziale totale. Metodologia F.E.M.. Soluzione del problema elastico per casi di sollecitazione semplice e/o composta.

Stati anelastici. Plasticità. Fondamenti fisici, condizioni e criteri di plasticità. Relazioni elasto-plastiche. Problema dell'equilibrio elasto-plastico. Principio di estremo. Collasso plastico. Teoria delle dislocazioni. Plasticità in materiali cristallini. Aspetti sperimentali. Meccanismi di micro-deformazione plastica. **Visco-elasticità.** Modelli generalizzati e semplificati. Elasticità ritardata. Scorrimento viscoso. **Termo-elasticità.** Travi termo-elastiche. Problemi piani termo-elastici.

Modelli bidimensionali. Stati elastici piani: problemi in termini di tensione e deformazione. Tensioni principali e linee isostatiche. Soluzione in coordinate cartesiane. Stati piani simmetrici e radiali. Problema membranale e flessionale.

Teoria Elastica non Lineare. Meccanica delle deformazioni finite. Tensori di Piola-Kirchhoff. Equazione costitutiva per il materiale di Blatz-Ko. Materiali incompressibili: funzione di Rivlin-Saunders, modello neo-Hookean, modello di Mooney-Rivlin. Esempi di deformazioni omogenee su materiali rubber-like. Vincoli interni. Problemi al bordo e non unicità: transizioni di fase solido-solido. Elasticità variazionale e problemi di minimo. Il modello di Ericksen. Configurazioni equilibrate monofase e bifase. Energie poli-convesse e caratterizzazione della risposta dei materiali. I materiali a memoria di forma.

Meccanica della frattura e danneggiamento. Teorie generali sulla frattura: condizioni e criteri. Concentrazione di tensioni. Problema di Clebsch. Modello di Griffith. Problema di Irwin.

Propagazione dei difetti. Il fattore di intensificazione degli sforzi. Stato di sforzo all'apice del difetto. Il modello di Barenblatt. Modelli di danneggiamento. Fenomeni di fatica e collasso ciclico.
Materiali Compositi. Materiali per fibre e matrici. Caratteristiche meccaniche. Interfaccia fibra-matrice Micro e macro-meccanica. Fenomeni di danneggiamento. Criteri di rottura. Analisi dei laminati. Progettazione dei laminati compositi. Carico critico e azioni dinamiche. Impatti e fenomeni aggressivi chimico-meccanico.

Modulo II (3 CFU)

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire gli aspetti applicativi con il fine di trasferire informazioni basilari per la formazione delle capacità atte a svolgere analisi per stati di sforzo e deformazione nei solidi elastici, particolarizzando gli opportuni approfondimenti ai componenti strutturali mono, bi e tridimensionali soggetti alla variegata natura dei carichi agenti nel contesto della ingegneria industriale.

Programma dettagliato del corso

Modelli monodimensionali e applicazioni alla meccanica strutturale. Formulazione integrale: equazione dei lavori virtuali. Formulazione differenziale: equazione della linea elastica. Applicazioni ai sistemi di travi. Formulazione approssimate: il metodo degli elementi finiti. Introduzione alle metodologie di calcolo automatico con applicazioni a sistemi strutturali.

Soluzione del problema elastico lineare per solidi isotropi 1-D. Problema di St. Venant e sua caratterizzazione generale. Sollecitazioni di sforzo normale, flessione semplice e composta: teoria esatta e determinazione del regime tenso-deformativo. Sollecitazione di torsione: teoria esatta e approssimata. Applicazione a sezioni cave, compatte, composte. Sollecitazione di taglio: soluzione approssimata. Determinazione del regime tensionale con applicazione alle sezioni

Non Linearità Geometriche. Problemi di stabilità dell'equilibrio. Sistemi a elasticità concentrata. Sistemi a elasticità diffusa: la trave di Eulero. Determinazione del carico critico e verifica di sicurezza.

Metodi di accertamento e valutazione

L'esame si svilupperà attraverso un'unica prova fase e sarà svolto attraverso lo svolgimento di una prova orale, sviluppata sulla formulazione di tre quesiti sorteggiati dal candidato e relativi ad argomenti facenti parte del programma svolto.

Testi adottati

1. Dowling N.E., *Mechanical Behavior of Materials*, Prentice Hall, 1999
2. Fung Y.C., *Foundations of Solid Mechanics*, Prentice Hall, 1997
3. Maugin, *Continuum Mechanics of Electromagnetic Solids*, North Holland, Amsterdam 1991
4. Bobbio S., *Electrodynamics of Materials*, Academic Press, S.Diego, 2000
5. De Gennes P.G., Prost J., *The Physics of Liquid Crystal*, Oxford Science Publ., 2003
6. Fung Y.C., *Biomechanics*, 3 voll., Springer, N.Y., 1990
7. Vergani L., *Meccanica dei Materiali*, McGraw-Hill, 2001.
8. Di Bello C., *Biomateriali*, Ed. Patron, Bologna 2004
9. Julian V., *Structural Biomaterial*, Princeton university press, 1991,
10. Hoffman A., Lemons J., Ratner B., Schoen F., *Biomaterials Science*, Elsevier, 2004
11. Baldacci R., *Scienza delle Costruzioni*, vol. 1 & 2, UTET, 1970.
12. R.C. Hibbler, *Meccanica dei Solidi e delle Strutture*, Pearson Italia 2010
13. Podio-Guidugli P., *Lezioni di Scienza delle Costruzioni*, voll. 1 & 2, ARACNE, 2008
14. Buonsanti M., *Raccolta delle lezioni*, 2018

Denominazione:	Fondamenti di geotecnica
Dipartimento:	DICEAM
Corso di laurea:	Ingegneria Industriale
Classe:	L-9
Tipo attività formativa:	Affine
Ambito Disciplinare:	Ingegneria Civile
Settore Scientifico Disciplinare:	ICAR/07
Propedeutica:	Meccanica dei Materiali
Anno di corso:	III
Semestre:	II
Modalità di erogazione:	Tradizionale
Frequenza:	Facoltativa
CFU:	6
Ore:	48

Obiettivi formativi

Il corso si propone di fornire agli allievi gli elementi di base per la comprensione del comportamento fisico, idraulico e meccanico dei terreni necessari per la risoluzione di alcuni semplici problemi di natura progettuale quali la fondazioni superficiali e i muri di sostegno.

Durante il corso verranno, inoltre, illustrati i metodi sperimentali, in sito ed in laboratorio, più idonei per la determinazione delle caratteristiche fisico, meccaniche ed idrauliche dei terreni da utilizzare in fase di progettazione.

Programma dettagliato del corso

Caratteristiche generali dei terreni.

Tensioni e deformazioni indotte dai carichi in condizioni di esercizio.

Idraulica dei terreni e determinazione delle caratteristiche idrauliche dei terreni mediante prove in sito e di laboratorio.

Consolidazione dei terreni.

Caratteristiche di resistenza al taglio e di deformabilità dei terreni e determinazione dei parametri di resistenza e deformabilità mediante prove in sito e di laboratorio.

Spinta delle terre e muri di sostegno

Capacità portante e cedimenti delle fondazioni superficiali

Metodi di accertamento e valutazione

L'esame consiste in una prova orale preceduta da un accertamento scritto. In particolare, la prova scritta sarà rivolta all'accertamento della capacità dell'allievo di risolvere alcuni semplici problemi di natura progettuale quali le fondazioni superficiali e i muri di sostegno; mentre la prova orale sarà rivolta all'accertamento delle conoscenze acquisite dall'allievo sul comportamento fisico, idraulico e meccanico dei terreni.

Testi adottati

COLOMBO P. - COLLESELLI F: . Elementi di Geotecnica, Ed. Zanichelli, Bologna 1996

FAVARETTI M. - MAZZUCATO A., Prove geotecniche di laboratorio, Ed. Cleup, Padova 1987.

CESTARI F. Prove geotecniche in sito. Geo-graph s.n.c. :1990

LANCELLOTTA R.. Geotecnica. Ed. Zanichelli Bologna, 1993.

HOLTZ R.D. KOWACS W.D.K., An Introduction to Geotechnical Engineering, MacGraw Hill 1982.

Allegato 2

Tabella riassuntiva delle propedeuticità

Corso Integrato di Analisi Matematica II e Metodi statistici per l'Ingegneria: Analisi Matematica I

Algoritmi, strutture dati ed elementi di OOP: Fondamenti di Informatica

Elettrotecnica: Analisi Matematica II, Fisica

Energetica: Analisi Matematica II, Fisica

Corso Integrato di Scienza e Tecnologia dei Materiali (6 CFU) Tecnologie e sistemi di lavorazione dei materiali (9 CFU): Chimica

Automatica: Analisi Matematica II

Sistemi elettrici per l'energia: Fisica

Termomeccanica dei continui: Analisi matematica II, Geometria, Fisica

Meccanica Razionale: Analisi matematica II, Geometria, Fisica

Corso Integrato di Matematica Finanziaria (6 CFU) e Decision Support Systems (6 CFU): Analisi Matematica II

Ingegneria dei Materiali nella Progettazione Industriale (6 CFU): Scienza e Tecnologia dei Materiali

Macchine Elettriche per Azionamenti Industriali: Elettrotecnica

Laboratorio di Misure: Elettrotecnica

Misure per la gestione di qualità, affidabilità e sicurezza dei processi: Elettrotecnica

Misure elettriche elettroniche ed ambientali: Elettrotecnica

Corso Integrato di Meccanica dei fluidi e Macchine idrauliche: Termomeccanica dei Continui

Reti elettriche per applicazioni industriali: Elettrotecnica

Impianti Termici: Energetica

Fonti energetiche rinnovabili: Energetica

Impianti elettrici utilizzatori e fotovoltaici: Sistemi elettrici per l'energia

Progettazione e gestione di impianti industriali: Tecnologie e sistemi di lavorazione dei materiali

Automazione Industriale: Automatica

Fondamenti di geotecnica: Meccanica dei Materiali

Allegato 3
**CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INDUSTRIALE (L-9)
Piano studi A.A. 2018/2019 - Curriculum Energia**

I ANNO (54 CFU)		Ambito	SSD	CFU	Sem
1	Analisi Matematica I	Base	MAT/05	9	I
2	Geometria	Base	MAT/03	6	I
3	Fondamenti di informatica	Base	ING-INF/05	6	I
4	Fisica	Base	FIS/01	12	I-II
5	Chimica	Base	CHIM/07	9	II
6	<i>C.I.</i> Analisi Matematica II Metodi Statistici per l'Ingegneria	Base	MAT/05	6 3	II
	Inglese	Lingua		3	
II ANNO (66 CFU)		Ambito	SSD	CFU	Sem
	<i>6 CFU a scelta fra:</i>				
7	Metodi Numerici per l'Ingegneria Algoritmi, strutture dati ed elementi di OOP	Affine	MAT/08 ING-INF/05	6 6	I
8	Elettrotecnica	Ing. Elettrica	ING-IND/31	12	I
9	Energetica	Ing. Energetica	ING-IND/11	9	I
10	<i>C.I.</i> Scienza e Tecnologia dei Materiali Tecnologie e sistemi di lavorazione dei materiali	Ing. dei Materiali Ing. Gestionale	ING-IND/22 ING-IND/16	6 9	I II
11	Automatica	Ing. Gestionale	ING-INF/04	6	II
12	Sistemi elettrici per l'energia	Ing. Energetica	ING-IND/33	6	II
13	Termomeccanica dei continui	Affine	MAT/07	6	II
14	Macchine elettriche per azionamenti industriali	Ing. Elettrica	ING-IND/32	6	II
III ANNO (60 CFU)		Ambito	SSD	CFU	Sem
15	Laboratorio di Misure	Ing. Elettrica	ING-INF/07	9	I
16	<i>C.I.</i> Meccanica dei materiali Meccatronica energetica	Ing. dei Materiali	ICAR/08	6 3	I
17	<i>C.I.</i> Idraulica Macchine idrauliche	Affine Ing. Energetica	ICAR/01 ING-IND/08	6 3	I
18	<i>6 CFU a scelta fra:</i> Reti elettriche per applicazioni industriali Misure per la gestione di qualità, affidabilità e sicurezza dei processi	Ing. Elettrica	ING-IND/31 ING-INF/07	6 6	I II
19	<i>6 CFU a scelta fra:</i> Impianti termici Fonti energetiche rinnovabili Impianti elettrici utilizzatori e fotovoltaici	Ing. Energetica	ING-IND/11 ING-IND/11 ING-IND/33	6 6 6	II
	A scelta dello studente			12	
	Tirocinio	Tirocinio		6	
	Prova Finale	Prova finale		3	

Allegato 3
**CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INDUSTRIALE (L-9)
Piano studi A.A. 2018/2019 - Curriculum Gestionale**

I ANNO (54 CFU)		Ambito	SSD	CFU	Sem
1	Analisi Matematica I	Base	MAT/05	9	I
2	Geometria	Base	MAT/03	6	I
3	Fondamenti di informatica	Base	ING-INF/05	6	I
4	Fisica	Base	FIS/01	12	I-II
5	Chimica	Base	CHIM/07	9	II
6	C.I. Analisi Matematica II	Base	MAT/05	6	II
	Metodi Statistici per l'Ingegneria			3	
	Inglese	Lingua		3	

II ANNO (66 CFU)		Ambito	SSD	CFU	Sem
7	6 CFU a scelta fra: Metodi Numerici per l'Ingegneria Algoritmi, strutture dati ed elementi di OOP	Affine	MAT/08 ING-INF/05	6	I
				6	
8	Elettrotecnica	Ing. Elettrica	ING-IND/31	12	I
9	Energetica	Ing. Energetica	ING-IND/11	9	I
10	C.I. Scienza e Tecnologia dei Materiali Tecnologie e sistemi di lavorazione dei materiali	Ing. dei Materiali	ING-IND/22	6	I
		Ing. Gestionale	ING-IND/16	9	II
11	Automatica	Ing. Gestionale	ING-INF/04	6	II
12	C.I. Matematica Finanziaria Decision Support Systems	Affine	SECS-S/06	6	II
			MAT/09	6	II
13	Ingegneria dei materiali nella progettazione industriale	Ing. dei materiali	ING-IND/22	6	II

III ANNO (60 CFU)		Ambito	SSD	CFU	Sem
14	Business Plan e creazione d'impresa	Affine	SECS-P/08	6	I
15	Energy Management	Ing. Gestionale	ING-IND/35	6	I
16	Progettazione e gestione di impianti industriali	Ing. Gestionale	ING-IND/17	9	I
17	Misure per la gestione di qualità, affidabilità e sicurezza dei processi	Ing. Elettrica	ING-INF/07	6	II
18	Sistemi elettrici per l'energia	Ing. Energetica	ING-IND/33	6	II
19	6 CFU a scelta fra: Automazione Industriale Sviluppo, gestione e sicurezza dei processi industriali Marketing Industriale	Ing. Gestionale	ING-INF/04	6	II
			ING-IND/17	6	
			ING-IND/35	6	
	A scelta dello studente			12	
	Tirocinio	Tirocinio		6	
	Prova Finale	Prova finale		3	

Allegato 3

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INDUSTRIALE (L-9)
Piano studi A.A. 2018/2019 - Curriculum Industriale-Infrastrutturale

I ANNO (54 CFU)		Ambito	SSD	CFU	Sem
1	Analisi Matematica I	Base	MAT/05	9	I
2	Geometria	Base	MAT/03	6	I
3	Fondamenti di informatica	Base	ING-INF/05	6	I
4	Fisica	Base	FIS/01	12	I-II
5	Chimica	Base	CHIM/07	9	II
6	<i>C.I.</i> Analisi Matematica II Metodi Statistici per l'Ingegneria	Base	MAT/05	6 3	II
	Inglese	Lingua		3	

II ANNO (66 CFU)		Ambito	SSD	CFU	Sem
7	<i>6 CFU a scelta fra:</i> Metodi Numerici per l'Ingegneria Algoritmi, strutture dati ed elementi di OOP	Affine	MAT/08 ING-INF/05	6 6	I
8	Elettrotecnica	Ing. Elettrica	ING-IND/31	12	I
9	Energetica	Ing. Energetica	ING-IND/11	9	I
10	<i>C.I.</i> Scienza e Tecnologia dei Materiali Tecnologie e sistemi di lavorazione dei materiali	Ing. dei Materiali Ing. Gestionale	ING-IND/22 ING-IND/16	6 9	I II
11	Automatica	Ing. Gestionale	ING-INF/04	6	II
12	Sistemi elettrici per l'energia	Ing. Energetica	ING-IND/33	6	II
13	Meccanica Razionale	Base	MAT/07	6	II
14	Ingegneria dei materiali nella progettazione industriale	Ing. dei Materiali	ING-IND/22	6	II

III ANNO (60 CFU)		Ambito	SSD	CFU	Sem
15	Idraulica	Affine	ICAR/01	6	I
16	Misure elettriche, elettroniche ed ambientali	Ing. Elettrica	ING-INF/07	6	I
17	Meccanica dei materiali	Ing. dei Materiali	ICAR/08	9	I
18	Impianti termici	Ing. Energetica	ING-IND/11	6	II
19	Fondamenti di geotecnica	Affine	ICAR/07	6	II
	A scelta dello studente			18	
	Tirocinio	Tirocinio		6	
	Prova Finale	Prova finale		3	

Allegato 4

Docenti di riferimento

1		Antonucci P.L.	P.O.	C
2		Giovine P.	P.O.	A
3		Morabito F. C.	P.O.	C
4		Pietrafesa M.	P.O.	C
5		Barletta G..	R.U.	B
6		La Foresta F.	P.A.	C
7		Bonaccorsi L.	R.U.	C
8		Calcagno S.	R.U.	C
9		Mauriello F.	R.U.	B
10		Sarnè G.M.L.	R.U.	B

B= Base; C=Caratterizzante; A=Affine