

guide ai programmi dei corsi 1997/98

SOMMARIO

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA GESTIONALE

Prof. Antonino Di Molfetta

PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

Prof. Antonino Di Molfetta

PROGRAMMI DEI CORSI DI LAUREA

Prof. Giovanni Fadda

PROGRAMMI DEI CORSI DI LAUREA

Prof. Roberto Invernizzi

PROGRAMMI DEI CORSI DI LAUREA

Prof. Agostino Villa

PROGRAMMI DEI CORSI DI LAUREA

Prof. Carlo Nanni

PROGRAMMI DEI CORSI DI LAUREA

Prof. Paolo Piantino

PROGRAMMI DEI CORSI DI LAUREA

Prof. Carlo Gianoglio

PROGRAMMI DEI CORSI DI LAUREA

Prof. Roberto Invernizzi

PROGRAMMI DEI CORSI DI LAUREA

Prof. Flavio Favaroni

INGEGNERIA GESTIONALE

**POLITECNICO
DI TORINO**



Corso di laurea in Ingegneria gestionale

Profilo professionale

In questi anni il mondo industriale sta subendo un processo di ristrutturazione caratterizzato da un'ampiezza ed un tasso innovativo senza precedenti. Ad innescare tale processo sono stati tre fattori principali: la crescita del costo dei fattori di produzione, la dinamica sempre più veloce dei mercati, l'emergere sulla scena mondiale di nuovi concorrenti.

Questo fenomeno costringe le imprese a confrontarsi sempre più duramente su tre fronti, cioè quelli della competitività, della innovazione, e della qualità. Quando si parla di competitività si intende la capacità dell'impresa non solo di reagire alle dinamiche di mercato, ma soprattutto di porsi come "impresa di riferimento" nel segmento di mercato in cui opera. Con il termine "innovazione" diventa sempre più diffuso riconoscere un processo di miglioramenti continui e progressivi non solo delle tecnologie ma anche della struttura organizzativa e gestionale. Il mercato, d'altra parte, non chiede direttamente innovazione ma prodotti e servizi nuovi o migliori. Dunque, non è l'innovazione ma i suoi frutti ciò che il mercato coglie e giudica. E tali frutti sono valutati in termini di qualità. Ricepire questo significa legare la qualità all'innovazione e quindi comprendere come la prima sia realmente ottenibile solo avendo a disposizione un ambiente produttivo il cui livello di eccellenza sia continuamente assicurato da un attento processo di innovazione.

Di fronte ad un processo di ristrutturazione così profondo, le università tecniche hanno dovuto affrontare il problema di una riorganizzazione delle figure di ingegnere da esse formate e dei *curricula* proposti. Il Corso di laurea in *Ingegneria gestionale* è il più importante prodotto di tale riorganizzazione. Una delle innovazioni più significative è stata quella di riconoscere la necessità di fornire, accanto a solide basi teoriche e competenze tecniche, anche una visione della realtà imprenditoriale, delle sue finalità, della sua organizzazione, dei problemi di gestione di risorse tecnologiche ed umane. In sintesi, si è ritenuto essenziale poter offrire una figura di ingegnere capace di operare entro una visione dinamica dell'impresa e del mercato in cui essa opera.

Il corso di laurea in *Ingegneria gestionale* è stato organizzato in modo da formare una figura di professionista di tal genere, capace di affrontare e risolvere proprio problematiche del tipo delineato, quelle problematiche cioè che insorgono in un sistema complesso quale è una moderna impresa industriale. A tale scopo, il piano di studi è stato concepito in modo da assicurare agli allievi, oltre alla cultura tecnica tipica dell'ingegneria industriale (presente in modo rilevante in circa i due terzi del corso di laurea) anche competenze che permettano loro di organizzare ed utilizzare sistemi informativi aziendali, inquadrare e risolvere problemi organizzativi anche in ottica economico-finanziaria, impiegare moderni strumenti di gestione e controllo di flussi produttivi e di servizi.

In sintesi, il *curriculum* degli studi è finalizzato ad arricchire e completare la professionalità dell'ingegnere dotandolo, da un lato, dei moderni strumenti di analisi economica, dall'altro

della capacità di gestione delle risorse e di interazione con una realtà industriale sempre più complessa e multiforme.

A tal fine, il corso di laurea in *Ingegneria Gestionale* si articola in due orientamenti, "industria" e "servizi".

L'orientamento "industria" è suddiviso in due sotto-orientamenti: "pianificazione e controllo" e "distribuzione", ciascuno dedicato all'approfondimento di diversi elementi della gestione operativa dell'impresa. L'allievo ingegnere affronta, nel primo, lo studio dei processi produttivi interni all'azienda e delle relative problematiche di gestione, nel secondo, gli aspetti inerenti alla logistica esterna ed all'interazione dell'impresa con la rete distributiva territoriale.

L'orientamento "servizi" si articola in due sotto-orientamenti, "finanza e amministrazione" e "servizi energetici". Il primo approfondisce i temi del reperimento, della gestione e della corretta allocazione delle risorse finanziarie; il secondo caratterizza il futuro ingegnere verso un'approfondita conoscenza delle tecnologie di produzione, razionalizzazione e distribuzione delle risorse energetiche.

Quanto precedentemente esposto è riassunto nei quadri che seguono nelle prossime pagine.

Esame di laurea

L'esame di laurea consiste nella discussione, di fronte ad una Commissione Esaminatrice, di un elaborato, prodotto dal Candidato, e consistente in una tesi di laurea ovvero in una sintesi, elaborati sui quali la Commissione Esaminatrice esprime un giudizio sintetizzato da un voto in centodecimi.

La *tesi di laurea* è un elaborato, ottenuto dallo sviluppo, sotto la guida di uno o più relatori, di un progetto o di una ricerca tecnico-scientifica ovvero di una indagine sperimentale, realizzati nell'ambito delle strutture del Politecnico o di aziende presso le quali lo studente svolga uno stage.

Le possibili tipologie di tesi sono:

- *tesi brevi*, richiedenti un impegno massimo dell'ordine di quattro mesi;
- *tesi normali*, richiedenti un impegno minimo dell'ordine di sei mesi.

Il Laureando, nello svolgimento del lavoro di tesi, deve essere guidato da uno o più relatori ed eventualmente da uno o più co-relatori. I relatori devono essere professori ufficiali o ricercatori confermati dell'Ateneo, mentre i co-relatori possono essere interni o esterni all'Ateneo, quali persone operanti in aziende.

La sintesi consiste in una relazione tecnica preparata autonomamente dal Candidato su un tema assegnatogli dalla Commissione Prove di Sintesi del Consiglio del Corso di Laurea.

La Commissione Esaminatrice, tenuto conto della qualità dei risultati conseguiti, della difficoltà dell'argomento trattato, dell'impegno profuso del Candidato, della qualità dell'esposizione, esprime il proprio insindacabile giudizio sintetizzato da un voto in centodecimi.

Il punteggio massimo conseguibile dal candidato dipende dalla tipologia dell'elaborato:

- per le *tesi normali*, il punteggio massimo conseguibile è pari a centodieci su centodieci;
- per le *tesi brevi*, il punteggio massimo conseguibile è pari a novanta su centodieci;
- per le *sintesi*, il punteggio massimo corrisponde all'incremento di un punto del voto in centodecimi esprime il risultato della carriera universitaria del Candidato, più l'eventuale arrotondamento all'intero superiore.

Il voto esprime il risultato della carriera universitaria di un Laureando è ottenuto dalla media dei voti da lui conseguiti in tutti gli esami del proprio piano di studi, esclusi i due peggiori voti relativi ad un massimo di due annualità.

Il voto finale di laurea viene definito dalla Commissione Esaminatrice combinando la suddetta media, esprime il risultato della carriera universitaria del Laureando, ed il punteggio da lui conseguito nell'esame di laurea, tramite il nomogramma di Facoltà.

Gli allievi devono farne domanda al Presidente del Consiglio di corso di laurea con modulo giallo in distribuzione presso la Segreteria Didattica Unificata Area-Sud indicando l'argomento e consegnarla alla medesima Segreteria almeno sei mesi prima dell'esame ed entro le date sotto riportate:

SESSIONE DI LAUREA		SCADENZA FOGLIO GIALLO			
1° Sessione 97/98	turno unico	febbraio	1998	29 agosto	1997
2° Sessione 97/98	1° turno	maggio	1998	14 novembre	1997
	2° turno	luglio	1998	16 gennaio	1998
3° Sessione 97/98	1° turno	ottobre	1998	17 aprile	1998
	2° turno	dicembre	1998	12 giugno	1998

Alla domanda di ammissione agli esami di laurea, da presentare in Segreteria Generale Studenti, devono inoltre, allegare il foglio bianco, in distribuzione presso la suddetta Segreteria, con l'indicazione dell'argomento della tesi svolta, controfirmato dal relatore.

Inoltre coloro che hanno consegnato il modulo giallo alla Segreteria Didattica Unificata, dovranno, prima della consegna della domanda di laurea alla Segreteria Didattica Generale Studenti, fare apporre sul foglio bianco della suddetta Segreteria Didattica Unificata, un visto attestante il regolare deposito, nei termini previsti, del modulo giallo.

Una copia della tesi firmata dal relatore, deve essere consegnata alla Segreteria Generale Studenti alcuni giorni prima dell'inizio della sessione di laurea e comunque non oltre la data riportata sulla Guida dello studente - Manifesto agli studi 1997-98; una copia firmata deve essere consegnata al Presidente del Consiglio del corso di laurea; una copia deve essere portata dal laureando alla seduta di laurea.

Tesi e sintesi devono essere redatte in fogli di formato UNI A4.

Quadro didattico degli insegnamenti obbligatori

Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	M0231 Analisi matematica I	M2300 Geometria
	M0620 Chimica	M1901 Fisica generale I M2170 Fondamenti di informatica
2	M0510 Calcolo numerico	M4880 Sistemi di elaborazione
	M1902 Fisica generale II	MA240 Fondamenti di meccanica teorica ed applicata
	M1380 Disegno assistito dal calcolatore	M3500 Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici
3	M1796 Elettrotecnica/Elettronica (i)	M1811 Energetica I/Sistemi energetici I (i)
	M4605 Scienza delle costruzioni/ Affidabilità e sicurezza delle costruzioni meccaniche (i)	M1560 Economia politica
	M0840 Controlli automatici	Y (1)
4	M4550 Ricerca operativa	M1532 Economia ed organizzazione aziendale II
	M1531 Economia ed organizzazione aziendale I	Z (1)
	M5020 Sistemi integrati di produzione	Y (2)
5	Z (2)	M2370 Gestione dei progetti d'impianto
	Y (3)	Y (5)
	Y (4)	Y (6)

Z (1) **M4960** Sistemi elettrici industriali *oppure* **M2720** Impianti industriali

Z (2) **M2460** Gestione industriale della qualità *oppure* **MA260** Modelli funzionali per l'industria.

Insegnamenti di orientamento

Gli allievi che si iscriveranno nell'a.a. 1997/98 al IV anno devono aver optato per uno dei nuovi orientamenti.

Gli allievi che si iscriveranno nell'a.a. 1997/98 al V anno potranno optare per uno dei sottoelencati orientamenti.

Orientamento **INDUSTRIA**

- Y (1) **MA270** Nozioni giuridiche fondamentali
 Y (2) **MA281** Programmazione e controllo della produzione I
 Y (3) **M7060** Economia dei sistemi industriali

Sotto-orientamento **Pianificazione e controllo**

- Y (4) **MA282** Programmazione e controllo della produzione II
 Y (5) **MA255** Gestione dell'innovazione e dei progetti/Studi di fabbricazione (i)
 Y (6) **M4860** Sistemi di controllo di gestione

Sotto-orientamento **Distribuzione**

- Y (4) **MA230** Diritto commerciale
 Y (5) **M5175** Statistica aziendale/Marketing industriale (i)
 Y (6) **MA460** Metodi e modelli per il supporto alle decisioni

Orientamento **SERVIZI**

- Y (1) **MA270** Nozioni giuridiche fondamentali
 Y (4) **MA390** Economia e organizzazione dei servizi
 Y (5) **MA220** Analisi dei sistemi finanziari

Sotto-orientamento **Finanza e Amministrazione**

- Y (2) **M7050** Econometria
 Y (3) **M5010** Sistemi informativi
 Y (6) **M4860** Sistemi di controllo di gestione

Sotto-orientamento **Servizi Energetici**

- Y (2) **M1812** Energetica II/Sistemi energetici II (i)
 Y (3) **M2780** Impianti per la cogenerazione e il risparmio energetico
 Y (6) **M2380** Gestione dei servizi energetici

Vecchi orientamenti

Gli insegnamenti del IV anno sono tutti sostituiti dagli insegnamenti inclusi nei due orientamenti in vigore (vedasi pagina precedente).

Gli insegnamenti del V anno saranno spenti al termine dell'a.a. 1997/98 e sostituiti da quelli inclusi negli orientamenti in vigore.

Orientamento Produzione

- Y (1) MA270 Nozioni giuridiche fondamentali
- Y (2) MA281 Programmazione e controllo della produzione I
- Y (3) M4090 Produzione assistita dal calcolatore
- Y (4) M5010 Sistemi informativi
- Y (5) M5390 Studi di fabbricazione
- Y (6) MA460 Metodi e modelli per il supporto alle decisioni

Orientamento Finanza e Amministrazione

- Y (1) MA270 Nozioni giuridiche fondamentali
- Y (2) M5175 Statistica aziendale/Marketing industriale (i)
- Y (3) M7060 Economia dei sistemi industriali
- Y (4) M5010 Sistemi informativi
- Y (5) MA220 Analisi dei sistemi finanziari
- Y (6) M3770 Modelli per l'organizzazione e la gestione dei sistemi

Orientamento Servizi energetici

- Y (1) MA270 Nozioni giuridiche fondamentali
- Y (2) M1812 Energetica II/Sistemi energetici II (i)
- Y (3) M2780 Impianti per la cogenerazione e il risparmio energetico
- Y (4) M5010 Sistemi informativi
- Y (5) M2380 Gestione dei servizi energetici
- Y (6) MA390 Economia e organizzazione dei servizi

NOTE:

Studi di fabbricazione è mutuato da Gestione dell'innovazione e dei progetti/Studi di fabbricazione (i).

Modelli per l'organizzazione e la gestione dei sistemi è mutuato da Metodi e modelli per il supporto alle decisioni.

Gli allievi che intendono seguire il vecchio orientamento Servizi energetici dovranno frequentare al primo semestre del V anno quattro insegnamenti essendo Economia e organizzazione dei servizi spostato dal secondo al primo semestre.

Programmi degli insegnamenti obbligatori

M0231 Analisi matematica 1

Anno: 1 Periodo: 1

Lezioni, esercitazioni, laboratori: 72+46+20 (ore nell'intero periodo)

Docente: Annarosa Scarafiotti

Finalità del corso è di fornire gli strumenti di base del calcolo differenziale, propedeutici ai corsi della Facoltà di Ingegneria, insegnando come affrontare i problemi con rigore e spirito critico.

REQUISITI

Le nozioni fondamentali di algebra, di geometria, di trigonometria, secondo i programmi di scuola secondaria superiore.

PROGRAMMA

- Insiemi, applicazioni fra insiemi; funzioni, proprietà globali.
- Successioni, teoremi di base; serie.
- Le proprietà locali delle funzioni reali di variabili reale, limiti e continuità, derivabilità.
- Proprietà globali delle funzioni continue.
- Teoremi e applicazioni del calcolo differenziale.
- Integrali indefiniti: funzioni primitive, regole d'integrazione.
- Integrali definiti: definizione e proprietà.
- Integrali impropri: criteri di convergenza.
- Equazioni differenziali del 1. ordine: generalità, il problema di Cauchy.
- Equazioni differenziali lineari del 2. ordine a coefficienti costanti.

ESERCITAZIONI

Seguono il programma delle lezioni.

LABORATORIO

Utilizzo di un ipertesto predisposto dal docente, per rispondere a quesiti su temi relativi al corso e su applicazioni.

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento:

A.R. Scarafiotti Abete, *Elementi di analisi matematica*, Torino, Levrotto & Bella, 1994.

Testi ausiliari:

A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di analisi matematica I*, Napoli, Liguori, 1994.

ESAME

L'esame consiste di una prova scritta e di una prova orale, cui si accede con prova scritta valutata con "non gravemente insufficiente". Nella prova orale il candidato discute una propria relazione e/o temi del corso svolto

M0510 **Calcolo numerico**

Anno: 2 Periodo: I

Lezioni, esercitaz., laboratori: 6+4 (ore settimanali); 72+48 (nell'intero periodo)

Docente: **Annamaria Orsi Palamara**

Il corso ha lo scopo di garantire le conoscenze fondamentali in materia di calcolo numerico, mediante la descrizione e la valutazione critica dei metodi di base per la risoluzione numerica di modelli matematici, con particolare attenzione agli aspetti applicativi di interesse per l'ingegnere gestionale. Vengono anche svolti alcuni argomenti propedeutici con l'obiettivo di fornire i necessari fondamenti teorici ad integrazione dei corsi di matematica del primo anno.

REQUISITI

Analisi matematica 1, Geometria, Fondamenti di informatica.

PROGRAMMA

Elementi di base. [16 ore]

Aritmetica di un calcolatore e sue conseguenze nel calcolo numerico; analisi degli errori; condizionamento e stabilità.

Algebra lineare numerica. [18 ore]

Richiami sulle matrici; risoluzione di sistemi lineari: metodi diretti, metodi iterativi.

Approssimazione di funzioni e di dati sperimentali. [24 ore]

Interpolazione polinomiale; derivazione numerica; interpolazione con funzioni spline; metodo dei minimi quadrati. Serie.

Calcolo di integrali. [8 ore]

Formule di quadratura di tipo interpolatorio; stima dell'errore; routines automatiche.

Equazioni non lineari. [8 ore]

Metodo di bisezione; metodo di Newton e metodi iterativi in generale per equazioni e per sistemi di equazioni non lineari.

Metodi di ottimizzazione. [8 ore]

Ottimi non vincolati (gradiente); ottimi con vincoli di uguaglianza (moltiplicatori di Lagrange).

Equazioni alle differenze lineari. [4 ore]

Equazioni e sistemi di equazioni differenziali ordinarie per problemi ai valori iniziali. Fondamenti teorici; metodi *one-step* espliciti; metodi *multistep* lineari; stabilità dei metodi numerici; sistemi *stiff*. [22 ore]

ESERCITAZIONI

Gli argomenti del corso vengono svolti senza una distinzione di orario prefissata tra lezioni ed esercitazioni, ma inserendo esempi ed esercizi ogniqualvolta è necessario.

Sono inoltre previste 2 ore di esercitazioni settimanali in cui vengono svolti esercizi finalizzati a un ulteriore approfondimento degli argomenti trattati a lezione.

BIBLIOGRAFIA

G. Monegato, *Fondamenti di calcolo numerico*, Levrotto & Bella, Torino, 1990.
 Appunti distribuiti dal docente durante le lezioni.

ESAME

L'esame consiste in una prova orale sull'intero programma svolto durante il corso.

È necessario iscriversi all'esame presso la segreteria didattica del Dipartimento di Matematica, lato aule pari (orario: dalle 9 alle 12 dal lunedì al venerdì).

M0620 Chimica

Anno: 1 Periodo: I Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+4 (ore settimanali)
 Docente: **Claudio Badini**

In questo corso ci si propone di illustrare le leggi fondamentali della chimica e di stabilire una stretta relazione tra queste e gli aspetti principali della chimica generale e applicata. A tale proposito nella parte finale del corso saranno presentati alcuni processi industriali che verranno discussi in modo critico in relazione ai principi fondamentali della chimica. Si ritiene inoltre indispensabile presentare alcuni aspetti della chimica organica. Nel corso delle esercitazioni saranno utilizzati i principi teorici per risolvere alcuni semplici problemi.

PROGRAMMA

La struttura dell'atomo e le leggi fondamentali della chimica. [12 ore]

Le leggi fondamentali della chimica. La struttura dell'atomo. Comportamento chimico degli elementi, tavola periodica, valenza e legami chimici, significato quantitativo di formule e reazioni.

Lo stato gassoso. [6 ore]

Leggi fondamentali dei gas ideali e reali. Vengono confrontati due approcci differenti allo studio del comportamento della materia: quello sperimentale e quello teorico (teoria cinetica dei gas).

Lo stato liquido e le soluzioni. [6 ore]

Proprietà dei liquidi e delle soluzioni. Modi di esprimere la concentrazione delle soluzioni. Proprietà colligative: pressione osmotica, conducibilità elettrica, ebullioscopia e crioscopia.

Stato solido. [6 ore]

I reticoli cristallini di Bravais. Il legame chimico nei solidi e le loro proprietà. Principali difetti reticolari. Diffrazione di raggi X. Diagrammi di stato e regola delle fasi.

Termochimica. [7 ore]

Primo e secondo principio della termodinamica. Tonalità termica delle reazioni chimiche e grandezze termodinamiche (entalpia, energia interna, lavoro). Entropia, energia libera e spontaneità delle trasformazioni chimiche e fisiche. Legge di Hess.

Cinetica. [5 ore]

Fattori che influenzano la velocità di reazione. Equazioni cinetiche per reazioni del primo e del secondo ordine. Energia di attivazione. Vengono confrontati aspetti cinetici e termodinamici nei processi chimici.

Equilibrio chimico. [8 ore]

Legge di azione di massa dedotta da considerazioni cinetiche. Principio di Le Châtelier. Equilibri in fase omogenea e eterogenea. Equilibri in soluzione: dissociazione di acidi e basi (pH), idrolisi, soluzioni tampone.

Elettrochimica. [7 ore]

I potenziali *standard* di riduzione e l'equazione di Nernst. Spontaneità delle reazioni di ossidoriduzione. Pile e celle elettrolitiche.

Chimica organica. [10 ore]

Idrocarburi saturi, insaturi e aromatici. Gruppi funzionali. Nomenclatura, struttura e reazioni chimiche dei composti organici. Reazioni di polimerizzazione.

Chimica descrittiva. [10 ore]

In questa parte del corso sono esaminate le caratteristiche comuni agli elementi di ciascun gruppo della tavola periodica. Alcuni elementi (H, O, Na, Al, C, N, S, Cl, Fe) sono trattati in modo più dettagliato, con riferimento ad alcuni processi industriali di preparazione.

ESERCITAZIONI

Per ciascuno degli argomenti elencati nel *Programma delle lezioni* sono presentati semplici problemi. Le esercitazioni intendono costituire per gli allievi un momento di revisione critica del processo di apprendimento.

BIBLIOGRAFIA

C. Brisi, V. Cirilli, *Chimica generale e inorganica*, Levrotto & Bella, Torino.

C. Brisi, *Esercizi di chimica*, Levrotto & Bella, Torino.

M. Montorsi, *Appunti di chimica organica*, CELID, Torino.

Materiale integrativo dattiloscritto darà reso disponibile durante il corso.

ESAME

L'esame si articola in due prove: una prova scritta (A) ed una prova orale (B). La prova A consiste nel rispondere a trenta *quiz* del tipo multiscelta, alcuni dei quali richiedono l'esecuzione di calcoli. La sufficienza conseguita nella prova A consente di accedere alla prova B. La prova orale è completamente di quella scritta e quindi prende le mosse dalle risposte fornite dall'esaminando in quest'ultima. Il superamento dell'esame comporta l'esito positivo di ciascuna delle due prove.

M0840 Controlli automatici

Anno: 3 Periodo: 1

Lezioni, esercitazioni, laboratori: 84+56+28 (ore nell'intero periodo)

Docente: **Giuseppe Menga**

Il corso affronta lo studio dei modelli ed introduce le tecniche di controllo dei sistemi dinamici, con particolare riferimento ai sistemi dinamici ad eventi discreti. L'obiettivo è fornire agli studenti gli strumenti matematici e tecnici per modellare, controllare e valutare i sistemi che usualmente si incontrano nella gestione della produzione manifatturiera: a livello generale viene sviluppato il concetto di dinamica nei sistemi a tempo continuo, a tempo discreto e ad eventi discreti; a livello specifico i risultati generali sono impiegati per la valutazione delle prestazioni, nel dimensionamento delle risorse e progetto del controllo di officine flessibili di lavorazione meccanica.

REQUISITI

Sono prerequisites per seguire il corso:

- algebra: numeri complessi ed equazioni algebriche, spazi vettoriali, matrici, autovalori, autovettori, forma canonica di Jordan;
- analisi: serie e sviluppi in serie, funzioni di variabili reali e complesse, derivate ed integrali, equazioni differenziali ed alle differenze;
- calcolo delle probabilità: spazi di probabilità ad eventi discreti ed eventi continui.

PROGRAMMA

Sistemi dinamici.

Sistemi dinamici a tempo continuo ed a tempo discreto: trasformata di Laplace e Z, rappresentazione di sistemi in variabili di stato, ed in funzioni di trasferimento, loro risposte nel tempo.

Sistemi dinamici ad eventi discreti, macchine a stati finiti, formalismi di specifica.

Teoria delle code.

Spazi di probabilità ad eventi discreti e continui, autonomi non deterministici, processi di Markov a tempo continuo e discreto.

Processi di nascita e morte, servizi con uno o più serventi, a capacità infinita e finita.

Reti di code.

Reti di code aperte markoviane.

Reti di code chiuse markoviane, forma prodotto. Analisi ai valori medi, famiglie diverse di clienti, approssimazioni: soluzioni in presenza di politiche di instradamento funzione dello stato.

Controllo di reti di code chiuse: bilanciamento del carico dei servizi, controllo dei rapporti dei tassi di circolazione con famiglie diverse di clienti.

Simulazione ad eventi discreti: confronti con i metodi analitici, linguaggi, caratterizzazione statistica dei risultati.

ESERCITAZIONI

Sistemi dinamici lineari a tempo continuo e tempo discreto. Costruzione dei modelli in variabili di stato, ed in forma di funzione di trasferimento, risposta del sistema ad ingressi caratteristici, analisi di sistemi in catena chiusa.

Calcolo delle probabilità. Esempi di funzioni di densità di probabilità caratteristiche ad eventi continui e discreti, esempi di processi di nascita e morte a tempo discreto e continuo.

Teoria delle code. Esempi di costruzione delle macchine a stati per code markoviane a uno o più serventi, a capacità finita ed infinita. Soluzione di code chiuse con i metodi del bilanciamento dei flussi, della forma prodotto della densità di probabilità, dell'analisi ai valori medi, esempi di controllo: bilanciamento dei carichi, gestione di famiglie diverse di clienti, dimensionamento della popolazione in reti di code chiuse.

LABORATORIO

Sistemi continui. Apprendimento all'uso di Matlab per rappresentarli e calcolarne la risposta.

Sistemi dinamici. Esempi di sistemi dinamici in catena aperta e chiusa con valutazione della risposta.

Sistemi ad eventi discreti. Apprendimento all'uso del linguaggio di simulazione ad eventi discreti G++, realizzazione di macchine a stati che modellano il comportamento di sistemi di code non markoviane; apprendimento all'uso di un programma che risolve reti di code chiuse markoviane con il metodo dell'analisi ai valori medi; modellazione di esempi di officine flessibili di lavorazione, confronti fra risultati analitici e di simulazione.

BIBLIOGRAFIA

Antonio Tornanbè, *Teoria dei sistemi ad eventi discreti*, CLUT.

Renato Conterno, *Controllo di sistemi di produzione* (Tesi di dottorato).

Giuseppe Menga, *Controlli automatici per ingegneria gestionale* (Ipertesto delle lezioni)

ESAME

Durante il corso verranno effettuate tre verifiche (sistemi continui, teoria delle code e reti di code), il superamento delle quali porta al superamento dell'esame.

Agli appelli l'esame sarà composto da una prova scritta di 3 ore sui tre argomenti degli esoneri, e da un orale. Fra coloro che hanno superato lo scritto alcuni candidati potranno, a giudizio del docente, essere esonerati dal sostenere l'orale.

M1380 Disegno assistito dal calcolatore

Anno: 2 Periodo:1

Lezioni, esercitazioni, laboratori: 52+26+26 (ore nell'intero periodo)

Docente: **Giovanni Podda**

Il corso si propone di mettere in grado gli allievi ingegneri gestionali di interpretare e rappresentare graficamente elementi singoli ed assemblati, quali si ritrovano nei disegni tecnici per la comunicazione, la verifica ed il controllo dei prodotti nell'ambito dei processi manifatturieri. Il corso fornisce capacità di base per la rappresentazione a mano libera mediante schizzi e per il disegno assistito dal calcolatore mediante l'uso di programmi 2D e 3D. Viene inoltre esposta la teoria delle curve e superfici parametriche per applicazioni di approssimazione ed interpolazione e la teoria delle trasformazioni prospettiche per la modellazione assistita.

REQUISITI

Sono richieste conoscenze di informatica di base per la comprensione e la pratica al calcolatore della parte assistita.

PROGRAMMA

Introduzione al disegno. [4 ore]

Il disegno come linguaggio grafico per la comunicazione di informazioni tecniche. La collocazione del disegno nel ciclo di vita del prodotto. Il disegno assistito dal calcolatore.

Le specifiche del disegno. [12 ore]

I disegni tecnici. Le proiezioni centrali ed assonometriche. Le proiezioni ortogonali. Le viste e le sezioni. La quotatura. Le tolleranze dimensionali. Le tolleranze geometriche. La rugosità.

Le lavorazioni meccaniche. [4 ore]

La classificazione delle lavorazioni meccaniche. Le lavorazioni per asportazione di truciolo. Le lavorazioni per deformazione plastica.

Gli elementi principali del disegno tecnico meccanico. [12 ore]

Le chiavette, le linguette e i profili scanalati. Le filettature e i dispositivi antisvitamento. Le spine e gli anelli elastici. Le chiodature e le saldature. Le ruote dentate. I cuscinetti radiali.

Il disegno assistito. [12 ore]

Le primitive bidimensionali. L'*editing*. I blocchi ed i tratteggi. La quotatura. Le primitive tridimensionali. La modellazione solida.

Le trasformazioni prospettiche. [8 ore]

Le trasformazioni nel piano e nello spazio. Gli algoritmi per la prospettiva centrale e parallela.

L'interpolazione e l'approssimazione. [8 ore]

Le curve parametriche cubiche e di Bezier. Le superfici parametriche bicubiche e di Bezier.

ESERCITAZIONI [26 ORE, 2 SQUADRE]

Le esercitazioni consistono nella rappresentazione, in assonometria ed in proiezione quotata, di elementi meccanici presentati singolarmente o estratti da complessivi. Esse verranno eseguite sotto forma di schizzi a mano libera e con controllo del tempo di esecuzione.

LABORATORIO. [26 ORE, 4 SQUADRE]

1. I disegni a vista singola
2. Le costruzioni geometriche
3. La descrizione della forma
4. Le proiezioni multivista
5. Le tecniche di quotatura
6. Le sezioni
7. Le viste ausiliarie
8. Le proiezioni isometriche
9. La modellazione tridimensionale
10. Le tecniche di proiezione con modelli wire-frame
11. La modellazione solida

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento:

- A. Chévalier, *Manuale del disegno tecnico*, SEI, Torino, 1983 (o equivalente).
 M. Orlando, G. Podda, *Lineamenti di disegno automatico. Parte 2.*, CLUT, Torino, 1994.
 A.J. Kalameja, *The AutoCAD tutor*, DELMAR, Albany, 1989.

Testi ausiliari:

- M.E. Mortenson, *Modelli geometrici*, McGraw-Hill, Milano, 1989.
 C. McMahon, J. Browne, *CAD/CAM from principles to practice*, Addison-Wesley, 1993.

ESAME

L'esame consiste in una prova grafica (1 ora), una prova teorica (45'), una prova di disegno assistito (1 ora) ed una valutazione delle esercitazioni (tavole) svolte durante il corso. È previsto un esonero dalla prova grafica e dalla prova di disegno assistito mediante accertamenti eseguiti durante il corso.

M1531 Economia ed organizzazione aziendale 1

Anno: 4 Periodo: I Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
 Docente: Sergio Rossetto

Finalità della parte economica del corso è lo studio delle forme di mercato e delle teorie dell'impresa, naturale completamento del corso di *Economia politica*.

Scopo della parte aziendale è invece l'apprendimento dei fondamenti del bilancio d'impresa e dei metodi di analisi della finanza manageriale, alla luce delle teorie esaminate nella prima parte.

Un'ultima parte del programma verte sull'organizzazione e le strategie aziendali.

REQUISITI

Gli strumenti di base dell'algebra e del calcolo differenziale ed i fondamenti di economia politica (microeconomia dell'impresa e dei mercati).

PROGRAMMA

- Forme di mercato: rendimenti di scala e funzioni di costo nel lungo Periodo. [6 ore]
- Forme di mercato: il monopolio e la concorrenza monopolistica. [4 ore]
- Forme di mercato: l'oligopolio con e senza collusione. [4 ore]
- La teoria manageriale dell'impresa e la critica alla teoria neoclassica: l'area finanziaria in presenza di separazione fra proprietà e controllo con asimmetrie d'informazione. [12 ore]
- La teoria manageriale dell'impresa e la critica alla teoria neoclassica: l'area operativa in presenza di produzione a coefficienti fissi. [12 ore]
- Metodi di analisi e simulazione finanziaria: l'analisi esterna secondo la Centrale dei bilanci. [10 ore]
- Metodi di analisi e simulazione finanziaria: l'analisi interna mediante un Sistema Integrato Manageriale. [8 ore]

ESERCITAZIONI

1. Cenni di contabilità generale finalizzati alla comprensione della logica sottostante alla redazione del bilancio. [8 ore]
2. Il bilancio dell'impresa: struttura civilistica e fiscale e contenuto delle voci dello stato patrimoniale, del conto economico e della nota integrativa. [20 ore]
3. Normalizzazione del bilancio aziendale per l'analisi finanziaria. [8 ore]
4. Evoluzione e progettazione dell'organizzazione aziendale. [8 ore]
5. Uno schema di decodifica delle strategie dell'impresa. [8 ore]

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento:

P. Ravazzi, dispense sulle forme di mercato, distribuite durante le lezioni.

P. Ravazzi, *Produzione e finanza nell'impresa manageriale*, il Mulino, 1990.

P. Ravazzi, *Un modello integrato di analisi e simulazione per l'impresa manageriale*, Giappichelli, 1991.

Bibliografia sulle forme di organizzazione e sulle strategie aziendali, distribuita durante le esercitazioni.

Questo materiale è sufficiente a preparare in modo esaustivo l'esame. Le lezioni in classe seguiranno questa impostazione, cercando di semplificare il contenuto per renderlo accessibile a tutti e lasciando allo studente l'onere di perfezionare autonomamente l'apprendimento.

Testi ausiliari:

A. Koutsoyiannis, *Microeconomia*, ETAS libri, 1981 (cap. 4, 6-10).

P. Milgrom e J. Roberts, *Economia, organizzazione e management*, il Mulino, 1994.

R.M. Grant, *L'analisi strategica nella gestione aziendale*, il Mulino, 1994.

Qualsiasi volume aggiornato di ragioneria che tratti della contabilità e del bilancio un'impresa industriale.

ESAME

Ogni appello d'esame sarà composto di due parti temporalmente distinte:

1. 1. una parte scritta di carattere aziendale, propedeutica a quella successiva, della durata di un'ora e comprendente 4 domande;
2. 2. una parte orale di 2 domande di teoria economia, alla quale si può accedere solo se è stata superata la parte propedeutica.

M1532 Economia ed organizzazione aziendale 2

Anno: 4 Periodo: 2

Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali); 52+52 (nell'intero periodo)

Docente: Sergio Rossetto

Il Corso fornisce agli Allievi nozioni complementari a quelle Loro impartite in "Economia e Organizzazione Aziendale I", che è da considerarsi a tutti gli effetti suo propedeutico.

I temi trattati riguardano i Costi (genesi, impiego e analisi), la Contabilità Analitica ed il suo raccordo alla Contabilità Generale, gli investimenti e la loro copertura finanziaria, la strutturazione del budget ed il suo controllo, i modelli previsionali naive.

Il Corso si articola in lezioni, esercitazioni ed in eventuali interventi seminariali con argomenti relativi alla tematiche del Corso.

REQUISITI

I fondamenti dell'Economia Politica ed i temi svolti in *Economia e Organizzazione Aziendale I*.

PROGRAMMA

- I Costi aziendali: fissi e variabili, diretti e indiretti, standard;
- I Costi aziendali: ripartizione dei costi indiretti;
- I Costi Aziendali: analisi degli scostamenti tra costi preventivi e costi consuntivi;
- La Contabilità Analitica: raccordi con la Contabilità Generale;
- Gli Investimenti in beni durevoli: loro valutazione economica;
- Gli Investimenti in beni durevoli: loro copertura finanziaria;
- Gli Investimenti in beni durevoli: tecniche di gestione dei progetti;
- Metodi previsionali a lungo (modelli logistici e loro derivati);
- Metodi previsionali a breve (medie mobili semplici e ponderate, exponential smoothing);
- Il Budget di esercizio: cenni introduttivi.

ESERCITAZIONI

Applicazioni a casi specifici delle nozioni impartite nelle lezioni.

BIBLIOGRAFIA

- Brealey R. e Myers S., "Principi di Finanza Aziendale", Mc Graw-Hill Libri Italia, 1990.
 Calderini M., Paolucci E., Valletti T., "Economia ed Organizzazione Aziendale", UTET, 1994.
 Copeland T.E. e Weston J.F., "Teoria della Finanza e Politiche d'Impresa", Addison Wesley, 1994.
 Horngren C.T. e Foster G., "Cost Accounting", Prentice-Hall International Ed., 1993.
 Makridakis S., Wheelwright S.C., McGee V.E., "Forecasting: Methods and Applications", J. Wiley & Sons, 1983.
 Rossetto S., "Appunti di Economia ed Organizzazione Aziendale", Politeko, 1997.

M1560 Economia politica

Anno: 3 Periodo: 2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (*ore settimanali*)
 Docente: **Piercarlo Ravazzi**

Finalità del corso è l'apprendimento della logica economica per interpretare il funzionamento dei mercati e del sistema economico, sulla base delle teorie più rilevanti. Dopo una descrizione dei problemi e degli strumenti occorrenti per decodificare un sistema economico aggregato, vengono presentate tre teorie interpretative del suo funzionamento: la scuola classica, incentrata sul problema dello sviluppo nel lungo Periodo, quella neoclassica e quella keynesiana, interessate invece al problema dell'allocazione delle risorse nel breve Periodo.

REQUISITI

Gli strumenti di base dell'algebra e del calcolo differenziale (in particolare i metodi di ottimizzazione vincolata).

PROGRAMMA

- I problemi e i termini dell'economia politica. [6 ore]
- La contabilità nazionale e finanziaria con particolare riferimento al sistema economico italiano. [20 ore]
- I modelli di mercato e il ruolo svolto dai ritardi e dalle aspettative. [8 ore]
- Distribuzione del reddito e sviluppo in una società divisa in classi sociali (la teoria macroeconomica classica). [10 ore]
- Il sistema economico come interazione di operatori funzionali: la famiglia nella teoria microeconomica neoclassica e nella macroeconomia keynesiana. [14 ore]
- Il sistema economico come interazione di operatori funzionali: l'impresa nella teoria microeconomica neoclassica e nella macroeconomia keynesiana. [20 ore]
- Il mercato finanziario e il ruolo degli intermediari creditizi. [8 ore]
- Dalla microeconomia neoclassica alla macroeconomia di piena occupazione: il mercato del lavoro; la teoria dell'interesse; il ruolo della politica economica. [6 ore]
- La disoccupazione nella teoria macroeconomica keynesiana (il modello IS-LM e AS-AD). [6 ore]
- L'economia aperta: l'equilibrio interno ed esterno con prezzi e cambi fissi e flessibili. [8 ore]

ESERCITAZIONI

Complementi inerenti l'applicazione del metodo economico ad alcuni problemi trattati nelle lezioni.

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento:

Piercarlo Ravazzi, *Il sistema economico: teoria micro e macroeconomica*, la Nuova Italia Scientifica, 1993.

Sono esclusi l'appendice del cap. 4, i paragrafi 5.2 e 5.3 (fatti salvi i principali concetti), i par. 7.3 e 7.4, da 8.10 a 8.12, l'intero cap. 9 e i par. 10.4 e 10.5.

Questo volume è sufficiente a preparare in modo esaustivo l'esame. Le lezioni in classe seguiranno questa impostazione, cercando di semplificare il contenuto per renderlo accessibile a tutti e lasciando allo studente l'onere di perfezionare autonomamente l'apprendimento.

Testi ausiliari:

Terenzio Cozzi, *Teoria dello sviluppo economico*, il Mulino, 1979 (limitatamente ai capitoli II-III, p.75-146);

R. Dornbusch e S. Fischer, *Macroeconomia*, il Mulino, 1988 (cap. I-XI e da XIII-XVI);

A. Koutsoyiannis, *Microeconomia*, ETAS libri, 1981 (cap. 1-5 e 11-12).

ESAME

Ogni appello d'esame sarà composto di due parti temporalmente distinte:

1. una parte scritta, propedeutica a quella successiva, della durata di 1 ora e comprendente 4 domande;
2. una parte orale di 2 domande, alla quale si può accedere solo se è stata superata la parte propedeutica.

M1796 Elettrotecnica + Elettronica applicata (Corso integrato)

Anno: 3 Periodo: 1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (ore settimanali)
Docente: **Riccardo Zich**

Il corso intende fornire allo studente i fondamenti dell'elettrotecnica e dell'elettronica, con particolare riferimento agli aspetti applicativi in ambito industriale.

PROGRAMMA

Parte I. Circuiti elettrici in regime stazionario, quasi stazionario e transitorio

Circuito elettrico elementare a grandezze elettriche fondamentali. Studio del regime stazionario. Bipoli: caratteristiche e convenzioni di segno. [4 ore]

Serie e parallelo. Reti di bipoli. Principi di Kirchhoff. Scrittura delle equazioni di una rete. [4 ore]

Principio di sovrapposizione degli effetti. Teoremi di Thévenin, Norton e Millman. Studio delle potenze in regime stazionario. [3 ore]

Generalità sulle reti elettriche in regime variabile. Induttore e condensatore ideale. Regime periodico sinusoidale. Metodo simbolico. Impedenza e ammettenza. Risoluzione di un circuito con il metodo simbolico. [4 ore]

Circuiti risonanti serie e parallelo. [2 ore]

Potenze in regime sinusoidale. Teorema di Boucherot. Rifasamento. [4 ore]

Cenni sui transistori elettrici. [2 ore]

Parte II. Sistemi trifase

Sistemi trifase. Connessioni a stella e a triangolo. Carichi equilibrati e squilibrati. Sistemi a stella con e senza neutro. Sistemi a triangolo. [4 ore]

Potenze nei sistemi trifase. Misura della potenza nei sistemi a tre e quattro fili. Rifasamento di carichi trifase. Caduta di tensione su una linea trifase. [4 ore]

Parte III. Richiami e applicazioni di campi elettrici e magnetici

Campo elettrostatico e sue caratteristiche. Calcolo del condensatore piano e del condensatore cilindrico. Rigidità dielettrica e tensione di scarica. Serie e parallelo di condensatori. Capacità parziali. [2 ore]

Campo di corrente stazionario e sue caratteristiche. Resistenza del conduttore lineare. Cenni sugli impianti di terra. [1 ora]

Campo magnetico in regime stazionario. Caratteristica di magnetizzazione. Ciclo di isteresi. Circuiti magnetici. Auto- e mutua induttanza. Perdite nel ferro per isteresi e correnti parassite. [4 ore]

Azioni meccaniche nel campo elettrico e magnetico. [1 ora]

Parte IV. Macchine elettriche

Generalità sulle macchine elettriche. Trasformatore ideale. Trasformatore reale e suo modello. [3 ore]

Prove e dati di targa. Trasformatore trifase. Parallelo di trasformatori. Cenni costruttivi. [4 ore]

Generalità sulle macchine a commutatore. Macchine a corrente continua. Principi di funzionamento e cenni costruttivi. Circuito equivalente. Motore e generatore ad eccitazione

indipendente. [4 ore]

Campo magnetico rotante. Cenni sulla macchina sincrona. [2 ore]

Macchina asincrona. Principio di funzionamento e cenni costruttivi. Teoria trasformatorica e circuito equivalente. Applicazioni del motore asincrono. [4 ore]

Parte V. Elettronica applicata

Cenni storici sull'evoluzione dei circuiti elettronici. Cenni sulla fisica delle giunzioni a semiconduttore. [2 ore]

Diodo e sua caratteristica. Applicazioni. [4 ore]

Transistor e sua caratteristica. Polarizzazione e punto di lavoro. Applicazioni. [4 ore]

Cenni sui convertitori statici di potenza. [2 ore]

Amplificatore operazionale. Circuiti logici. [4 ore]

Cenni sulla tecnologia dei circuiti integrati. Microprocessore. [4 ore]

ESERCITAZIONI

Serie e parallelo di resistori. Partitore di tensione e di corrente. [2 ore]

Risoluzione di una rete mediante scrittura delle equazioni ai nodi e alle maglie. [2 ore]

Applicazione dei teoremi di Thévenin, Norton e Millman. [2 ore]

Calcolo di circuiti in regime sinusoidale. Potenze in regime sinusoidale. [6 ore]

Sistemi trifase. [4 ore]

Campi elettrici e magnetici. [2 ore]

Trasformatori. [2 ore]

Macchina in corrente continua. [2 ore]

Motore asincrono. [2 ore]

Esercizi di applicazione su diodi e transistor. Esercizi di applicazione sui circuiti logici. [2 ore]

BIBLIOGRAFIA

L. Merigliano, *Lezioni di elettrotecnica. Vol. I e II*, CLEUP, Padova.

G. Florio, I. Gorini, A.R. Meo, *Appunti di elettrotecnica*, Levrotto & Bella, Torino.

P.P. Civalieri, *Elettrotecnica*, Levrotto & Bella, Torino.

A. Laurentini, A.R. Meo, R. Pomè, *Esercizi di elettrotecnica*, Levrotto & Bella, Torino.

Temi di esame svolti (saranno resi disponibili in aula).

ESAME

L'esame si compone di una prova scritta e una orale. La prova scritta verte sugli argomenti svolti durante le esercitazioni e intende valutare l'attitudine acquisita dal candidato alla risoluzione di semplici circuiti elettrici ed elettronici. La prova scritta è normalmente articolata in tre esercizi riguardanti altrettante tematiche fondamentali svolte (sistemi trifase, campi elettrici e magnetici, macchine elettriche, circuiti elettronici). La prova orale verte sull'intero programma del corso, inclusi gli argomenti già trattati nella prova scritta, e intende accertare le competenze complessivamente acquisite, con particolare riguardo agli argomenti più difficilmente trattabili nella prova scritta. Normalmente la prova orale è limitata a una o due domande.

Modalità organizzative

La prova scritta si svolge nella data dell'appello. Per motivi organizzativi è necessario prenotarsi almeno tre giorni prima scrivendo il proprio nominativo nell'apposito elenco

presso il dipartimento di Ingegneria elettrica industriale. Occorre presentarsi alla prova scritta muniti di statino e documento di riconoscimento. Durante la prova scritta, per la quale si hanno a disposizione tre ore, è possibile consultare un libro di testo oppure un quaderno di appunti. Ogni esercizio della prova si articola in più domande, per ciascuna delle quali è indicato un punteggio approssimativo. Al termine dello scritto vengono pubblicamente svolti gli esercizi proposti. Gli errori di calcolo non vengono conteggiati, a condizione che l'elaborato consenta di seguire i relativi passaggi in modo chiaro e ordinato.

La partecipazione alla prova scritta, a partire dalla consegna del testo degli esercizi, dà luogo alla registrazione dell'esame e pertanto non è possibile un successivo ritiro. La prova orale ha luogo in una data variabile dal giorno successivo alla prova scritta ad alcuni giorni dopo, in relazione al numero di elaborati da correggere. Di regola i risultati della prova scritta sono resi noti il giorno stesso della prova orale. La soglia minima di ammissione alla prova orale è di 14/30. Il voto finale di esame è la media dei voti riportati nelle due prove. Questo criterio è applicato con una certa libertà, al fine di consentire ai meritevoli il raggiungimento del punteggio massimo. I candidati non ammessi alla prova orale o respinti in seguito ad essa non possono ripetere l'esame nella medesima sessione, in quanto il risultato dell'esame viene comunque registrato.

M1811 Energetica 1 + Sistemi energetici 1 (Corso ridotto)

Anno: 3 Periodo: 2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 5+3 (ore settimanali)
Docenti: Salvatore Mancò, Armando Tuberga

Nella prima parte vengono illustrati i fondamenti di termodinamica, termotecnica e trasmissione del calore, con cenni di moto dei fluidi in condotti e di termochimica. Si descrivono quindi i principali processi e impianti energetici industriali determinandone il bilancio energetico ed exergetico.

Nella seconda parte, combinando concetti di termodinamica e fluidodinamica, il corso tratta i principali sistemi di conversione dell'energia, illustrando, inoltre, i principi di funzionamento e i metodi di previsione delle prestazioni dei componenti e degli impianti per la generazione di potenza. I contenuti del corso forniscono gli strumenti minimi per compiere valutazioni tecniche appropriate riguardo ai sistemi di produzione e trasformazione dell'energia nell'industria e nei servizi.

REQUISITI

Analisi matematica, Fisica, Chimica.

PROGRAMMA

– *Fondamenti di energetica*

Sistemi termodinamici, trasformazioni, cicli. Primo e secondo principio della termodinamica. Proprietà termofisiche dei fluidi, equilibri di liquido e vapore saturi. Equazioni di stato di fluidi ideali e reali. Cicli diretti e inversi a gas e a vapore. Sistemi continui aperti: equazioni di conservazione della massa, della quantità di moto, dell'energia; secondo principio. Bilanci di energia, di entropia e di energia utilizzabile (exergia).

– *Termodinamica di un flusso compressibile*

Stato di ristagno. Velocità del suono e numero di Mach. Studio unidimensionale e stazionario di un ugello convergente e convergente—divergente. L'equazione della quantità di moto e del momento della quantità di moto in un sistema aperto. Trasformazioni di compressione e di espansione. Rendimento della trasformazione.

– *Termochimica*

Leggi di Hess e di Kirchhoff. Equilibri chimici, costante di equilibrio dissociazione. Reazioni di combustione, poteri calorifici, temperature di combustione.

– *Trasmissione di calore negli impianti*

Conduzione, convezione, irraggiamento: leggi fondamentali, applicazioni semplici e complesse. Superfici primarie ed estese, scambiatori di calore a miscela e a superficie; verifica della superficie di scambio e delle perdite di pressione.

– *Introduzione alle turbomacchine*

Cenni di fluidodinamica. L'equazione di Eulero per le turbo-macchine. Portata in massa di fluido. Triangoli di velocità. Coppia motrice. Lavoro massico. I rendimenti delle trasformazioni di compressione e espansione. Ugelli e diffusori. Calcolo di un ugello. Portata in massa di un ugello. Funzionamento fuori-progetto. Cono di Stodola.

– *Turbomacchine*

Turbopompe

Classificazione. Prevalenza, potenza assorbita, rendimenti. Le turbopompe centrifughe. Moto del fluido e triangoli di velocità. Curve caratteristiche. NPSH Curve caratteristiche adimensionali. Leggi di similitudine. Numero di giri caratteristico. Turbopompe assiali. Moto del fluido e triangoli di velocità. Curve caratteristiche. Accoppiamento circuito esterno — pompa. Instabilità di funzionamento. Pompe collegate in serie e in parallelo. Pompe multistadio.

Turbine idrauliche

Classificazione. Caduta utilizzabile, potenza, rendimenti. Numero di giri caratteristico. Turbine ad azione e a reazione. La turbina Pelton.

Turbocompressori

Classificazione. Lavoro di compressione e rendimenti. Compressori centrifughi. Principio di funzionamento. Curve caratteristiche. Mappa di un compressore in coordinate adimensionate. Similitudine. Instabilità di funzionamento: pompaggio e stallo. Turbocompressori assiali. Compressori multistadio.

– *Impianti di potenza*

Turbine a gas

Ciclo ideale. Ciclo rigenerativo. Cicli con interrefrigerazione e ricombustione. Cicli reali. Rendimento e consumo specifico di combustibile. Previsione delle prestazioni in condizioni di progetto. Combustione e combustori. Confronto turbine a gas aeronautiche e industriali. Cicli aperti e chiusi. Impianti mono-albero e bi-albero.

Impianti a vapore

Cicli di Rankine e Hirn. Potenza, rendimento e consumo specifico di combustibile. Metodi per aumentare il rendimento degli impianti. Rigenerazione. Impianti a ricupero totale e parziale. Cicli combinati gas—vapore.

Motori alternativi a combustione interna

Confronto cicli Sabathè, Otto, e Diesel. Ciclo limite. Motori a 2 e 4 tempi. Descrizione motori a combustione interna: motori ad accensione comandata e ad accensione per compressione. Curve caratteristiche. Coefficiente di riempimento. Rendimento meccanico. Coppia e pressione media effettiva. Potenza e consumo specifico di combustibile. Caratteristica meccanica. Combustione nei motori ad accensione comandata. Caratteristica di regolazione. Detonazione. Combustibili. Emissioni e marmitta catalitica. Combustione nei motori Diesel. Caratteristica di regolazione. Combustibili. Emissioni e metodi di riduzione.

ESERCITAZIONI

Vengono proposte agli allievi le seguenti esercitazioni, costituite da esercizi, che rispecchiano per quanto possibile la realtà, con relativi risultati. Gli esercizi vengono risolti in aula e commentati.

1. Applicazioni di termodinamica.
2. Applicazioni di fluidodinamica.
3. Applicazioni di trasmissione del calore.
4. Esercizi sulle turbomacchine.
5. Progetto di sistemi di pompaggio.
6. Previsioni delle prestazioni di turbocompressori.
7. Calcolo delle prestazioni di impianti di turbine a gas in condizioni di progetto.
8. Calcolo delle prestazioni di impianti a vapor d'acqua in condizioni di progetto.
9. Esercizi sui motori a combustione interna.

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento:

Boffa, Gregorio, *Elementi di Fisica tecnica II*, Levrotto & Bella.

Appunti del docente.

Cornetti, *Macchine a fluido*, Il Capitello, Torino.

Testi ausiliari:

Doolittle, Hale, *Thermodynamics for engineers*, Wiley.

Zemanky, *Fondamenti di termodinamica per ingegneri*, Zanichelli.

Catania, *Complementi di Macchine*, Levrotto & Bella, Torino.

Cohen, *Gas turbine theory*, Longman, London.

Dixon, *Fluid mechanics, thermodynamics of turbomachinery*, Pergamon, Oxford.

White, *Fluid mechanics*, McGraw-Hill, New York.

ESAME

Esame scritto sul programma di esercitazione e di lezione.

M1901 Fisica 1

Anno: 1 Periodo:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 5+2 (*ore settimanali*)
 Docente: **Aurelia Stepanescu**

Vengono trattati i concetti basilari per la comprensione e la risoluzione di semplici problemi di fisica classica (meccanica, elettrostatica, ottica geometrica) con particolare riferimento a quelli che si possono più comunemente presentare nelle applicazioni di tipo ingegneristico. Gli argomenti principali del corso sono: la teoria della misura e degli errori; la meccanica di una particella puntiforme; la meccanica dei sistemi di particelle, con un accenno al moto del corpo rigido ed alla fluidodinamica; la teoria della gravitazione universale; le oscillazioni meccaniche; l'elettrostatica nel vuoto; l'ottica geometrica.

REQUISITI

Gli elementi di calcolo differenziale sviluppati nel corso di *Analisi I*.

PROGRAMMA– *Misure*

Grandezze fisiche. Misurazioni. Grandezze fondamentali e derivate. Equazioni dimensionali. Sistemi di misura e unità. Errori di misura. Propagazione degli errori. Cenni di teoria dell'errore e metodo dei minimi quadrati.

– *Meccanica del punto*

Vettori e scalari. Componenti. Vettori unitari. Cenni di calcolo vettoriale. Moto rettilineo: posizione, velocità e accelerazione. Caduta libera. Moti piani: posizione, velocità e accelerazione. Moto circolare uniforme. Moto dei proiettili. moti relativi: velocità e accelerazione relative. Sistemi inerziali. Forza e massa. Leggi di Newton. Applicazioni. Forze di attrito (radente e viscoso). Moto circolare uniforme. Lavoro di una forza costante e di una forza variabile. Lavoro di una forza elastica. Energia cinetica e teorema dell'energia cinetica. Potenza. principio di equivalenza. Lavoro ed energia potenziale. Forze conservative e non conservative. Teorema di conservazione dell'energia meccanica. Conservazione dell'energia per un sistema di particelle.

– *Meccanica dei sistemi*

Centro di massa. Quantità di moto di una particella e di un sistema di particelle. Conservazione della quantità di moto. Sistemi a massa variabile. Impulso e quantità di moto. Urti elastici e anelastici in una dimensione. Cenni agli urti in due dimensioni. Sistema di riferimento del centro di massa. Moto rotatorio. Variabili rotazionali. Energia cinetica di rotazione. Momento d'inerzia. Momento di una forza. Dinamica rotazionale del corpo rigido. Rotolamento. Momento angolare. Seconda legge di Newton in forma angolare. Momento angolare di un sistema di particelle e di un corpo rigido in rotazione attorno a un asse fisso. Conservazione del momento angolare ed esempi. Centro di gravità. Equilibrio statico. Condizioni di equilibrio ed esempi.

– *Oscillazioni meccaniche*

Oscillatore armonico semplice. Considerazioni energetiche. Moto armonico semplice e moto circolare uniforme. Moto armonico smorzato. Oscillazioni forzate e risonanza (cenni).

– *Fluidi*

Densità e pressione. Principi di Pascal e Archimede. Linee di flusso ed equazione di continuità. Equazione di Bernoulli ed applicazioni.

– *Gravitazione*

Legge della gravitazione universale. Energia potenziale gravitazionale. Campo e potenziale gravitazionale. Leggi di Keplero.

– *Elettrostatica*

Legge di Coulomb. Conservazione della carica. Campo elettrico. Linee di forza. Campo elettrico di: una carica puntiforme; un dipolo elettrico; una distribuzione lineare di carica; un disco carico. Carica puntiforme e dipolo in un campo elettrico. Flusso del campo elettrico. Legge di Gauss. Conduttore carico isolato. Applicazioni della legge di Gauss. Energia potenziale elettrica. Potenziale elettrico. Campo elettrico e potenziale. Potenziale di: una carica puntiforme; un insieme di cariche puntiformi, un dipolo elettrico; una distribuzione continua di cariche. Superfici equipotenziali. Condensatori. Capacità elettrica. Calcolo della capacità. Condensatori in serie e in parallelo. Energia immagazzinata in un campo elettrico.

– *Ottica geometrica*

Riflessione e rifrazione della luce. Specchi piani e sferici. Superfici rifrangenti sferiche. Lenti sottili.

ESERCITAZIONI

Impostazione, risoluzione e commento di semplici problemi di fisica relativi a tutti i principali argomenti trattati nelle lezioni.

LABORATORIO

1. Misurazione di spostamenti, velocità e accelerazione di gravità per un corpo in caduta libera.
2. Misurazione del Periodo di oscillazione del pendolo semplice in funzione della lunghezza del filo e dell'ampiezza di oscillazione.
3. Misurazione dell'indice di rifrazione del vetro con il metodo del prisma in condizione di deviazione minima.

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento:

R. Resnick, D. Halliday, D.S. Krane, *Fisica 1*, 4. ed., Ambrosiana, Milano, 1993.

D. Halliday, R. Resnick, D.S. Krane, *Fisica 2*, 4. ed., Ambrosiana, Milano, 1994 (solo per l'elettrostatica e l'ottica geometrica).

Testo ausiliario:

G. Lovera, B. Minetti, A. Pasquarelli, *Appunti di Fisica 1*, Levrotto & Bella, Torino, 1977.

ESAME

L'esame consta di una prova orale, che si svolge dopo che il docente ha acquisito vari elementi di giudizio sullo studente, fra cui l'esito di una prova scritta e le relazioni di laboratorio.

M1902 Fisica 2

Anno: 2 Periodo: I Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2+2 (ore settimanali)
 Docente: **Claudio Oldano** (collab.: C. Pirri)

Scopo dei corsi di fisica è quello di dare una visione coerente ed unificata dei fenomeni fisici e dei metodi che ne permettono lo studio. Il corso di *Fisica 2* inizia con lo studio delle interazioni elettromagnetiche, analizzate in termini di campo; particolare rilievo viene dato alle equazioni di Maxwell, che compendiano le proprietà del campo elettromagnetico, ed alle soluzioni che rappresentano onde, e questo serve come introduzione all'ottica. Viene infine trattata la termodinamica, dando particolare enfasi al principio di conservazione dell'energia ed al concetto di irreversibilità. Laboratori e proiezioni in aula di esperimenti stimolano lo studente a non perdere di vista il fenomeno fisico.

PROGRAMMA

– *Isolanti, conduttori, corrente elettrica.* [10 ore]

Isolanti e conduttori, costante dielettrica. Corrente elettrica, resistenza, densità di corrente, resistività. Conduttori ohmici, legge di Ohm. Interpretazione microscopica della legge di Ohm (cenni). Generatori ideali e reali di tensione. Generatore di van de Graaf. Bilancio energetico nei circuiti. Circuito RC. Misura di resistenze (laboratorio).

– *Campo magnetico.* [14 ore]

Forze magnetiche su cariche in moto e su correnti. Definizione del vettore **B**. Effetto Hall. Forze magnetiche sui circuiti, momento di dipolo magnetico. Moto di cariche in campo magnetico. Ciclotrone. Legge di Ampère: campo magnetico di circuiti percorsi da corrente. Dipoli elettrici e magnetici: analogie, differenze. Forze fra conduttori Definizione dell'ampere. Legge di Faraday: f.e.m. indotta da campi magnetici variabili nel tempo. Considerazioni energetiche. Calcolo del campo elettrico indotto da campi magnetici variabili. Betatrone. Auto- e mutua induzione. Autoinduttanza di avvolgimenti toroidali e solenoidali. Circuito LR. Energia del campo magnetico. Circuiti LC ed RLC: analogie meccaniche, considerazioni energetiche, risonanza (laboratorio). Corrente di spostamento ed equazioni di Maxwell.

– *Proprietà magnetiche dei materiali.* [4 ore]

Magneti permanenti, correnti di magnetizzazione. Momenti magnetici e momenti angolari negli atomi. Sostanze dia-, para-, ferromagnetiche. Legge di Curie. Legge di Gauss per il magnetismo. Vettore **H**. Legge di Ampère in presenza di mezzi materiali. Risonanza magnetica nucleare.

– *Onde.* [8 ore]

Fenomeni ondulatori. Onde armoniche. Onde stazionarie. Battimenti. Effetto Doppler. Onda piana: relazioni fra i vettori **E**, **B**, **H**. Energia dell'onda e vettore di Poynting. Quantità di moto dell'onda, pressione di radiazione. Antenne a dipolo elettrico e proprietà dell'onda emessa. Interazione radiazione — materia, antenne riceventi. Lo spettro elettromagnetico. Luce. Dispersione della luce.

– *Ottica ondulatoria.* [18 ore]

Superfici d'onda e raggi. Principio di Huygens. Riflessione e rifrazione. Riflessione totale, guide d'onda. Interferenza: esperimento di Young; coerenza, tempo di coerenza. Pellicole sottili, rivestimenti antiriflettenti. Diffrazione: fenomeni di Fresnel e Fraunhofer. Potere separatore degli strumenti ottici (macchina fotografica, occhio umano, telescopio). Interferenza con più sorgenti. Reticoli di diffrazione. Diffrazione dei raggi X, legge di Bragg. Polarizzazione della luce mediante riflessione, dicroismo, doppia rifrazione e diffusione. Misure in luce polarizzata (laboratorio).

– *Temperatura e calore.* [6 ore]

Equilibrio termico, principio zero. Temperatura, termometro a gas rarefatto. Punti fissi, punto triplo. Quantità di calore, calori specifici, legge di Dulong e Petit. Equivalente meccanico della calorìa. Primo principio. Conduzione del calore in regime stazionario e non. Misura della diffusività termica (laboratorio).

– *Teoria cinetica.* [4 ore]

Gas perfetto: definizioni macroscopica e microscopica. Calcolo della pressione. Interpretazione cinetica della temperatura. Equazione dell'adiabatica reversibile. Principio di equipartizione dell'energia, calori specifici di gas e solidi. Cenni di meccanica quantistica e calori specifici alle basse temperature.

– *Secondo principio della termodinamica.* [10 ore]

Processi reversibili ed irreversibili. Ciclo di Carnot per il gas perfetto. Macchine termiche e frigorifere. Teorema di Carnot. Secondo principio. Scala termodinamica assoluta delle temperature. Entropia: definizione, calcolo. Entropia e secondo principio, aumento di entropia nei processi naturali. Principali trasformazioni irreversibili, espansione senza lavoro esterno. Cenni di meccanica statistica ed interpretazione statistica dell'entropia.

ESERCITAZIONI

Consistono nella risoluzione di semplici esercizi e nella discussione di quesiti sugli argomenti trattati nel corso.

LABORATORIO

1. Misura di resistenza mediante ponte di Wheastone e misura di temperatura con sensore PT100;
2. Studio delle oscillazioni forzate in un circuito RLC mediante uso di oscilloscopio e generatore di segnali; simulazione al calcolatore di transitori in circuiti RC e RLC;
3. Misura di lunghezza d'onda della luce mediante reticolo di diffrazione; uso di polarizzatori; polarizzazione per diffusione, verifica della legge di Malus, misura dell'angolo di Brewster;
4. Misura della diffusività termica di un provino metallico.

Le 4 esperienze vengono effettuate dagli studenti in piccoli gruppi (2-4), a settimane alterne. Nelle altre settimane si effettuano esperienze in aula o si proiettano esperienze registrate, a squadre di 50 studenti circa. Ogni esperienza viene poi discussa con gli studenti.

BIBLIOGRAFIA

R. Resnick, D. Halliday, D.S. Krane, *Fisica I e II*, Ed. Ambrosiana, Milano, 1994.

ESAME

L'esame consta di una prova scritta seguita da una prova orale, entrambe da effettuarsi nella stessa sessione, non necessariamente nello stesso appello. Lo scritto ha la durata di 2 ore, e consiste in una serie di problemi e/o quesiti sugli argomenti trattati nel corso e sulle esperienze di laboratorio. Il peso della prova scritta sulla valutazione finale è di 1/3.

Alla fine del primo semestre gli studenti possono sostenere una prova scritta comprendente problemi e quesiti, della durata di 3 ore, con votazioni distinte per gli argomenti di elettromagnetismo, ottica, termodinamica. Questa prova scritta, se superata con una media di almeno 15/30, dà diritto all'esone dallo scritto d'esame per l'intero anno accademico. Il peso di questa prova scritta sul voto finale può arrivare ad un massimo di 2/3.

Lo statino deve essere consegnato prima dell'esame orale.

M2170 Fondamenti di informatica

Anno: 1 Periodo:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2+2 (*ore settimanali*)
 Docente: **Antonio Lioy**

Il corso intende presentare i fondamenti dell'informatica, con lo scopo di chiarirne i principi teorici per permettere una corretta valutazione delle possibilità applicative degli elaboratori elettronici. Ci si prefissa inoltre di fare acquisire agli allievi una discreta "manualità" nell'uso degli elaboratori, attraverso l'impiego di strumenti di produttività individuali e di un linguaggio di programmazione.

Il corso è propedeutico ai corsi specialistici di informatica. Inoltre fornisce le basi per molti corsi di carattere matematico-fisico che richiedono l'uso del calcolatore per le esercitazioni e lo sviluppo di casi di studio.

REQUISITI

Non esiste nessuna propedeuticità specifica in termini di esami, ma è utile avere buone basi matematiche ed attitudine al ragionamento logico.

PROGRAMMA

Cenni storici [2 ore]

evoluzione del calcolo automatico: breve storia dei calcolatori meccanici, elettromeccanici ed elettronici.

Codifica dell'informazione [10 ore]

sistemi di numerazione (in particolare il sistema binario); numeri relativi (codifica in modulo e segno ed in complemento a due); numeri frazionari (problemi di approssimazione; codifica fixed-point ed in floating-point; lo standard IEEE-754); codifica BCD; operazioni aritmetiche in binario puro ed in complemento a due; errori di overflow e di underflow; informazioni non numeriche (codici binari, codice ASCII); protezione dell'informazione dagli errori casuali (codici a rivelazione ed a correzione d'errore).

Logica booleana [4 ore]

variabili booleane, operatori logici (and, or, not, exor), tavola di verità, teoremi booleani, minimizzazione di espressioni logiche

Tecnologia elettronica [4 ore]

transistori, porte logiche, circuiti combinatori, flip-flop, circuiti sequenziali, registri; tecnologie elettroniche (MOS, bipolari, circuiti integrati)

Architettura degli elaboratori elettronici [8 ore]

unità di input (buffer, ADC; tastiera, mouse, scanner, tavoletta grafica); unità di output (buffer; video, stampanti, plotter); unità operativa (ALU, registri, flag); memoria (indirizzamento, RAM, ROM; floppy-disk, hard-disk, CD-ROM; nastri magnetici, QIC, DAT); unità di controllo (program-counter, instruction-register, esecuzione di un'istruzione)

Il software [4 ore]

il sistema operativo (funzionalità; sistemi batch, multitask, time-sharing, real-time, fault-tolerant); gli strumenti per lo sviluppo dei programmi (interprete, compilatore, linker, librerie statiche e dinamiche, debugger, profiler); linguaggi di programmazione (codice macchina, linguaggio assembler, linguaggi ad alto livello)

Il sistema operativo ms-dos [4 ore]

organizzazione interna, interfaccia utente, file di comandi, istruzioni di configurazione.

Strumenti di produttività individuale [8 ore]

elaborazione di testi e tabelle in formato elettronico; database

Il linguaggio c [20 ore]

tipi di dato, istruzioni di assegnazione, operazioni aritmetiche e logiche, istruzioni di controllo, sottoprogrammi e passaggio dei parametri, libreria di I/O, libreria matematica, file di testo.

Telematica [12 ore]

tipologie di comunicazione (seriale, parallela; sincrona, asincrona; a commutazione di circuito e di pacchetto); reti di calcolatori (topologia a stella, ad anello ed a bus; LAN, MAN e WAN; esempi: lo standard IEEE 802.3, la rete Internet); strumenti di comunicazione in rete (posta elettronica, trasferimento di dati, terminale virtuale; il ciberspazio: gopher, veronica, wais, www); sistemi client-server.

ESERCITAZIONI

- Codifica dell'informazione [2 ore]: conversioni tra basi diverse, codifica di numeri relativi e razionali, codifica di informazioni generiche, rivelazione e correzione di errori casuali
- operazioni aritmetiche [2 ore]: addizioni e sottrazioni in binario puro ed in complemento a due
- logica booleana [2 ore]: verifica di espressioni logiche, costruzione e minimizzazione di funzioni logiche
- architettura degli elaboratori elettronici [2 ore]: dimensionamento di componenti e calcolo di prestazioni
- i personal computer MS-DOS [4 ore]: configurazione software di un PC, scrittura di file di comandi
- programmazione in linguaggio C [16 ore]: interfacce a menù, applicazione di formule matematiche, riduzione di dati numerici, analisi di testi

LABORATORIO

1. uso dei Personal Computer MS-DOS [4 ore]
2. programmazione in linguaggio C [14 ore]
3. uso di strumenti di produttività individuale [4 ore]
4. uso di strumenti per la navigazione in rete [2 ore]

BIBLIOGRAFIA

A.Lioy, *"Fondamenti di Informatica - quaderno di testo"*, Politeko
 P.Tosoratti, G.Collinassi, *"Introduzione all'informatica"*, Ambrosiana
 J.Purdum, *"Guida al C - corso completo di programmazione"*, Jackson

Testi ausiliari (per approfondimenti):

P.Bishop, *"Informatica"*, Jackson
 B.Kernigham, D.Ritchie, *"Il linguaggio C"*, Jackson

ESAME

L'esame si articola su due prove scritte (una di teoria ed una di programmazione) da superare entrambe nel medesimo appello. Il voto finale è la media aritmetica (arrotondata per eccesso) dei voti riportati nelle due prove scritte.

Per gli allievi regolari è prevista verso la fine di maggio una prova speciale di teoria che, in caso di superamento, esonera per un anno dalla relativa prova scritta permettendo così all'allievo di sostenere negli appelli successivi solo più la prova di programmazione. La prova di esonero resta valida anche in caso di insufficienza in una prova di programmazione. Nel caso che l'allievo si presenti ad una prova di teoria, il voto dell'eventuale prova di esonero viene automaticamente cancellato, indipendentemente dal risultato della prova di teoria.

MA240 Fondamenti di meccanica teorica e applicata

Anno: 2 Periodo :2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6 + 4 (ore settimanali)

Docente: **Vittorio Marchis**

Il Corso si sviluppa in due parti Cinematica (studio del moto in sé) e Dinamica (studio del moto come effetto delle forze che lo causano) ed ha essenzialmente lo scopo di presentare la Meccanica come disciplina analitica. Il carattere di scienza "applicata" si esemplifica negli oggetti che vengono assunti per applicare le leggi del moto: non sistemi ideali, ma sistemi reali, meccanismi e sistemi meccanici visti nella loro effettiva dimensione industriale, finalizzati alla produzione di beni materiali.

REQUISITI

Analisi I e II, Fisica I

PROGRAMMA

Introduzione al corso. La fisica e la meccanica. Il principio di causalità nella meccanica. I sistemi meccanici e le loro variabili di stato.

Cinematica: Sistemi di riferimento cartesiani, sferici e cilindrici. Traiettoria di un sistema puntiforme nel piano. Cinematica dei sistemi puntiformi nello spazio. Moto relativo. Accelerazione di Coriolis. Cinematica dei corpi rigidi nel piano. Centro di istantanea rotazione. Cinematica del corpo rigido nello spazio. Esempi di moto di corpo rigido: cilindro sul piano, cilindro su gradino,...Cinematica dei sistemi vincolati e articolati. I cinematismi. Le camme. Le ruote dentate. Ruotismi ordinari e speciali. Le trasmissioni a flessibile.

Dinamica: La dinamica dei sistemi puntiformi. La geometria delle masse e i principi di equivalenza. La dinamica del corpo rigido nel piano. La quantità di moto e relativi teoremi. Stabilità dei sistemi meccanici, attrattori e punti di stabilità. La dinamica del corpo rigido: forze di massa, forze di superficie. La dinamica dei corpi rigidi vincolati: le forze negli accoppiamenti. Forze elastiche. Lavoro e energia. Il piano inclinato (massa puntiforme, cilindro, cunei...). I fenomeni dissipativi: attrito viscoso e attrito coulombiano. Modelli di attrito di strisciamento e di rotolamento. Il cuneo, la vite, il perno. Le ipotesi di usura nei contatti di strisciamento. Freni. I freni e le frizioni. L'impuntamento. I fenomeni d'urto. L'accoppiamento dei sistemi meccanici

– *Forze nelle trasmissioni a flessibile. Forze nei ruotismi. Dinamica dei sistemi meccanici articolati*

Vibrazioni dei sistemi meccanici a 1 grado di libertà: modelli e risposta nel e risposta in frequenza. Frequenze di risonanza. Le equazioni di Lagrange (cenni). Le trasformate di Laplace (cenni). Dinamica dei sistemi a più gradi di libertà. I sistemi a fluido

ESERCITAZIONI

Cinematica del punto. Cinematica del corpo rigido. Cinematica dei sistemi articolati. Causalità nella Meccanica. Attrito e dissipazioni. Ruote dentate e rotismi. Rotismi ordinari ed

epicicloidali. Urto e problemi energetici. Freni ed Innesti. Oscillazioni libere. Oscillazioni forzate. Approfondimenti ed esercizi di ricapitolazione

BIBLIOGRAFIA

- [1] G.Jacazio e B.Piombo, *Meccanica applicata alle macchine*. Vol.I Principi generali di meccanica, (Levrotto & Bella), Torino 1991.
- [2] G.Jacazio e B.Piombo, *Meccanica applicata alle macchine*. Vol.II La trasmissione del moto, (Levrotto & Bella), Torino 1992.
- Testi ausiliari:
- [3] G.Jacazio e B.Piombo, *Meccanica applicata alle macchine*. Vol.III Regolazione e servomeccanismi, (Levrotto & Bella), Torino 1994.
- [4] C.Ferraresi e T.Raparelli, *Appunti di Meccanica applicata*, (CLUT), Torino 1992.
- [5] J.L.Merian and L.G.Kraige, *Engineering Mechanics*. Vol. 1 Statics, (John Wiley & Sons), New York 1987.
- [6] J.L.Merian and L.G.Kraige, *Engineering Mechanics*. Vol. 2 Dynamics, (John Wiley & Sons), New York 1987.
- [7] V.Marchis, *Modelli*, (SEI), Torino 1988.

ESAME

Al termine del corso viene data la possibilità di sostenere l'esame con il superamento di una prova scritta teorico-pratica (esonero totale). L'accettazione del voto (che rimane valido per il solo appello di giugno luglio dell'anno corrente) esonera dal sostenere la prova d'esame scritta e orale. Ogni studente in ogni modo mantiene il diritto di integrare con una prova di esame orale il voto ottenuto con l'esonero.

Negli altri appelli ordinari l'esame si svolge con una prova scritta consistente nella risoluzione di un problema numerico, seguita da una prova orale.

M2300 Geometria

Anno: 1 Periodo:2

Lezioni, esercitazioni, laboratori: 76+44 (ore nell'intero periodo)

Docente: **Caterina Cumino** (collab.: Marta Calanchi, Giovanna Viola)

Il corso si propone di fornire una preparazione di base per lo studio di problemi geometrici nel piano e nello spazio e di problemi di algebra lineare.

REQUISITI

Nozioni propedeutiche: elementi di geometria euclidea e trigonometria, proprietà dei numeri reali, operazioni di derivazione e integrazione.

PROGRAMMA

Vettori del piano e dello spazio: operazioni, componenti, prodotto scalare, vettoriale, misto. [4-5 ore]

Numeri complessi: operazioni, rappresentazione trigonometrica, radici n -esime. [3-4 ore]

Polinomi ed equazioni algebriche in campo reale e complesso: radici, principio di identità. [12 ore]

Spazi vettoriali: proprietà elementari, sottospazi, somma e intersezione, dipendenza e indipendenza, basi e generatori, dimensione. [6-7 ore]

Matrici: operazioni, spazi di matrici, matrici simmetriche e antisimmetriche, matrici invertibili. [5-6 ore]

Applicazioni lineari: definizione, nucleo e immagine, suriettività, iniettività, applicazione inversa, applicazioni lineari e matrici, matrici simili e cambiamenti di base. [5-6 ore]

Sistemi lineari: compatibilità e teorema di Rouché—Capelli, metodi di risoluzione, sistemi ad incognite vettoriali, matrici inverse, determinanti e matrici. [7-8 ore]

Autovalori e autovettori: polinomio caratteristico, autospazi, endomorfismi semplici, diagonalizzazione. [5-6 ore]

Forma canonica di Jordan: matrici a blocchi, polinomio minimo e teorema di Cayley—Hamilton, sottospazi invarianti, endomorfismi nilpotenti, forma canonica di Jordan (senza dimostrazioni). [3-5 ore]

Cenni su equazioni e sistemi differenziali lineari. [3-4 ore]

Spazi con prodotto scalare e matrici simmetriche (cenni). [2-6 ore]

Coordinate cartesiane sulla retta e nel piano. Coordinate polari nel piano. [1 ora]

Rette e circonferenze nel piano. [1-3 ore]

Coniche in forma canonica e generale. [5-6 ore]

Coordinate cartesiane e polari nello spazio. [1-2 ore]

Rette e piani nello spazio. [5-6 ore]

Sfere e circonferenze. [2-3 ore]

Superfici nello spazio: coni, cilindri, superficie di rotazione. [5-6 ore]

Quadriche in forma canonica. Rette e piani tangenti a quadriche, quadriche rigate. [4-5 ore]

Curve nello spazio e curve piane. [1-2 ore]

Funzioni vettoriali di una variabile. [2-3 ore]

Curve regolari e biregolari: versori tangente, normale e binormale, piano osculatore, ascissa curvilinea, curvatura, torsione, cerchio osculatore, formule di Frénet. Elica circolare. [4-5 ore]

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono dedicate a esaminare e risolvere con varie tecniche esempi e problemi che scaturiscono dalle lezioni.

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento:

S. Greco, P. Valabrega, *Lezioni di algebra lineare e geometria. Vol. I, II*, Levrotto & Bella, Torino, 1994.

Testi ausiliari:

A. Sanini, *Lezioni di geometria*, Levrotto & Bella, Torino, 1994.

S. Greco, P. Valabrega, *Esercizi risolti di algebra lineare, geometria analitica differenziale*, Levrotto & Bella, Torino, 1994.

G. Beccari, N. Catellani, D. Ferraris, D. Giublesi, M. Mascarello, *Esercizi di algebra lineare e di geometria analitica*, CELID, Torino, 1983.

E. Sernesi, *Geometria 1*, Bollati Boringhieri, Torino, 1990.

ESAME

L'esame si può sostenere con due modalità diverse:

A) Lo studente può sostenere due prove scritte, che si svolgono a metà e al termine del corso, durante le quali è vietato usare libri o appunti. La prima prova scritta è un *test* della durata di un'ora, a risposte multiple, riguardante l'algebra lineare e i numeri complessi; nella seconda prova scritta, della durata di un'ora e mezza, lo studente deve svolgere esercizi di geometria analitica piana e spaziale. Chi raggiunge complessivamente fra le due prove un punteggio maggiore di 15/30 può sostenere direttamente la prova orale in un qualunque appello di esami fra giugno e ottobre e presentarsi all'orale per un massimo di due volte, delle quali una negli appelli di giugno e luglio e una negli appelli di settembre e ottobre.

B) Lo studente che non raggiunga i 15/30 nei *test* (o non partecipi a questi) si presenterà all'esame, in uno degli appelli previsti dal calendario, per sostenere una prova scritta della durata di circa due ore, che consiste di esercizi e problemi sugli argomenti del corso, durante la quale è consentito consultare i testi. La prova orale sarà sostenuta nello stesso appello.

M2370 Gestione dei progetti di impianto

Anno: 5 Periodo:2

Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali); 56+56 (nell'intero periodo)

Docente: Armando Monte (collab.: Carlo Rafele)

La gestione dei progetti o *project management* consiste prevalentemente nella programmazione e nel controllo di tutte le attività richieste per l'esecuzione di lavori o commesse caratterizzati da precisi obiettivi di tempo, costo e qualità. Tale gestione presuppone un efficace lavoro di gruppo ed una buona conoscenza di alcuni aspetti fondamentali dei progetti: da quelli teorico-organizzativi a quelli economici e contrattualistici. Il corso si propone di dare una visione complessiva di tali aspetti del *project management* relativamente a lavori impiantistici.

PROGRAMMA

Fattori che influenzano la realizzazione di un impianto industriale. [4 ore]

La progettazione degli impianti industriali. [4 ore]

La figura ed i compiti del *project manager*. [2 ore]

Il *project management* nelle aziende che operano a commessa. [2 ore]

Esempi di progetti impiantistici. [2 ore]

Fasi di sviluppo delle commesse: progettazione, approvvigionamenti, costruzioni, montaggi, collaudi. [4 ore]

Modelli organizzativi delle società che gestiscono progetti. [2 ore]

Studi di fattibilità; tecniche di preventivazione; valutazione delle offerte. [2 ore]

La programmazione del progetto. [4 ore]

Misura degli avanzamenti e tecniche di controllo: tempi, costi, qualità. [6 ore]

Il supporto del *personal computer*. [2 ore]

Aspetti economico-finanziari: bilancio e controllo delle commesse; forme di finanziamento e di pagamento. [6 ore]

Principi di contrattualistica; raggruppamenti di imprese; tipi di contratti e relativa gestione. [4 ore]

Rischi e coperture assicurative. [4 ore]

Modalità di assegnazione e di gestione delle opere pubbliche. [6 ore]

ESERCITAZIONI

Esempi applicativi relativi alla progettazione ed alla realizzazione di impianti industriali.

BIBLIOGRAFIA

R.D. Archibald, *Project management*, Angeli, Milano.

Lezioni di project management, ETAS Libri, Milano.

Documentazione distribuita a lezione.

M2460 Gestione industriale della qualità

Anno: 5 Periodo:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (ore settimanali)
 Docente: **Fausto Galetto**

Scopo del corso è fornire le nozioni fondamentali riguardanti le idee, i metodi di gestione e le tecniche usate nelle aziende industriali per realizzare la qualità;
 consentire di leggere scientificamente le sempre più numerose pubblicazioni;
 affrontare in modo scientifico e manageriale le decisioni, i problemi, la prevenzione.

REQUISITI

Matematica elementare, *Probabilità, statistica e processi stocastici.*

PROGRAMMA

(Lezioni ed esercitazioni sono interagenti)

Il cliente, l'azienda e la qualità.

La qualità: Perché? Cosa è? Chi la fa? Chi ne è responsabile?

I tetraedri della competitività, della gestione, del *manager razionale*.

Il circolo vizioso della disqualità. La matrice della conoscenza. I principi fondamentali della qualità. La *profound knowledge*.

Le tre identità della qualità.

L'approccio scientifico. Il fattore CP. MBITE (*management by if then else*).

La qualità nello sviluppo dei prodotti: obiettivi, verifiche, le tecniche usate, la crescita della qualità. Le dieci aree chiave. Prevenzione e miglioramento: si propongono obiettivi diversi; necessitano di tecniche diverse di metodi di gestione diversi.

Concurrent engineering. Quality function deployment.

I *manager* e la statistica: interpretare la realtà e raggiungere gli obiettivi.

Prevenzione dei guasti: affidabilità ed i concetti fondamentali, le prove di affidabilità, la progettazione degli esperimenti. Incongruenze dei metodi bayesiani.

DOE (*design of experiments*): il Metodo G. Piani fattoriali completi e ridotti. Le errate metodologie alternative (incongruenza dei metodi Taguchi). Strumenti per il miglioramento della qualità.

Qualità durante il processo produttivo: significato ed uso delle carte di controllo, indici di *capability*. Qualificazione dei fornitori.

Certificazione delle aziende: le norme ISO, UNI; opportunità e rischi. I costi della disqualità: una miniera d'oro.

Organizzazione per la qualità: le responsabilità del *top management*. La qualità dei *manager*, dei metodi, delle decisioni.

Si farà costante riferimento a casi reali aziendali. Saranno analizzate le pubblicazioni più recenti per verificare la loro adeguatezza ai concetti sviluppati nel corso.

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento:

W.E. Deming, *Out of the crisis*.

F. Galetto, copie di relazioni presentate ai vari convegni sulla qualità (nazionali ed internazionali).

F. Galetto, *Affidabilità. Vol. 1*, CLEUP.

F. Galetto, *Affidabilità. Vol. 2*, CLEUP.

ESAME

Prova scritta (2-3 ore, sono consentiti libri, manuali, appunti): decisioni su situazioni che si incontrano nelle aziende, analisi di documenti pubblicati sulla stampa tecnica, individuazione di soluzioni poco scientifiche.

Prova orale (0.5-1 ora; vi si accede avendo superato la prova scritta, il voto dello scritto non avrà influenze sul voto finale): discussione sugli argomenti trattati a lezione, discussione su documenti pubblicati, esposizione di argomenti a scelta del candidato.

M2720 Impianti industriali

Anno: 4 Periodo: 2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (ore settimanali)
 Docente: **Francesco Spirito**

Scopo: far conoscere i principali problemi attinenti agli impianti industriali con i quali gli ingegneri vengono a contatto durante la loro attività professionale e fornire i criteri di progettazione e di gestione degli impianti stessi.

REQUISITI

Si richiedono conoscenze di statistica e di ricerca operativa.

PROGRAMMA

Generalità. [8 ore]

Caratteristiche di un impianto industriale. Ubicazione di un impianto industriale. Studio del *plant layout*. Magazzini industriali. Sistemi costruttivi fabbricati industriali. Coperture e pareti (illuminazione naturale, acclimazione).

Trasporti interni. [15 ore]

Carrelli, paranchi, argani, carroponti, gru, trasportatori a rulli e a nastro, elevatori a tazze, convogliatori aerei e a carrelli, trasportatori a catena e pneumatici.

Impianti di distribuzione dell'acqua. [9 ore]

Derivazione da acquedotto e da acque superficiali. Pozzi a percussione, a drenaggio artificiale, a rotazione (a circolazione diretta e inversa). Pompe per acqua. Progettazione delle reti di distribuzione. Reti: metodo diametro economico e metodo massima economia.

Impianti e dispositivi antincendio. [5 ore]

Classificazione e cinetica degli incendi. Carico di incendio. Segnalazione degli incendi. Mezzi antincendio mobili. Impianti antincendio fissi.

Impianti aria compressa. [4 ore]

Compressori. Refrigeratori finali. Reti di distribuzione.

Impianti elettrici e di illuminazione. [4 ore]

Fornitura energia elettrica. Linee di trasporto e di distribuzione. Trasformatori. Cavi e linee blindate. Scelta corpi illuminanti. Illuminazione ambiente di lavoro.

Impianti di aspirazione e di depurazione. [4 ore]

Analisi delle polluzioni. Normativa inquinamenti atmosferici. Caratteristiche delle cappe. Impianti di depurazione a secco e a umido. Depurazione odori. Abbattimento di gas e vapori.

Inquinamento e trattamento acque. [10 ore]

Impurezze delle acque di scarico. Metodi di valutazione dell'inquinamento. Trattamenti delle acque primarie. Trattamenti delle acque reflue. Fanghi: generalità. Trattamenti fisici, chimici e biologici. Trattamenti meccanici, termici.

Inquinamento da rumore. [7 ore]

Caratteristiche del suono. Campi sonori. Normativa sul rumore. Silenziatori. Interventi per ridurre il rumore industriale.

Applicazioni di programmazione lineare e statistica. [9 ore]

Metodo dei trasporti. Regola della torre. Teoria del campione. Ricerche di mercato. Modelli teorici delle code. Metodo Monte Carlo. Metodo osservazioni istantanee.

ESERCITAZIONI

1. Progetto *layout* di stabilimento. [15 ore]
Dati e obiettivi. Cicli e produzione. Dimensionamento magazzini. Studio *layout* macchine: verifica soluzione con più metodi. Valutazione economica.
2. Applicazioni ed esercizi di:
Monte Carlo. [2 ore]
Ricerche di mercato. [2 ore]
Osservazioni istantanee. [2 ore]
Metodo dei trasporti. [4 ore]

BIBLIOGRAFIA

A. Monte, *Elementi di impianti industriali*, Cortina, Torino.

ESAME

L'esame si articola in due parti: una prova scritta e una prova orale.

La prova scritta comprende argomenti di teoria ed esercizi di calcolo. Il raggiungimento di una valutazione sufficiente è essenziale per l'ammissione all'orale. Lo studente è guidato nella valutazione dell'elaborato da un peso assegnato ad ogni singolo esercizio. La parte fiscale dell'esame (consegna dello statino) ha inizio al momento in cui l'allievo consegna l'elaborato: pertanto è data ampia facoltà allo studente di ritirarsi in qualunque momento durante la prova scritta.

La prova orale inizia con la discussione dell'elaborato e prosegue con un colloquio che può toccare argomenti dell'intero programma del corso.

M3500 Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici

Anno: 2 Periodo:2

Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+4+2 (ore settimanali); 80+40+2 (nell'intero periodo)

Docente: **Grazia Vicario**

Scopo del corso è quello di fornire agli allievi di Ingegneria Gestionale e di altri corsi per cui sia dichiarato materia opzionale sia nozioni fondamentali di Calcolo delle Probabilità e Statistica, che consentano gli opportuni approfondimenti in campo teorico, sia conoscenze a livello operativo dei principali metodi statistici applicati in campo tecnico ed economico. A tal fine, accanto alla trattazione teorica, viene riservato un opportuno spazio per la trattazione di problemi pratici di frequente ricorrenza, illustrando mediante esempi, applicabilità e limiti dei metodi usati.

REQUISITI

Analisi Matematica I, Geometria (Gestionali), Analisi Matematica II (altri corsi di laurea)

PROGRAMMA

Probabilità. Definizioni di probabilità e loro applicabilità, nozioni di calcolo combinatorio, regole di calcolo delle probabilità, probabilità a posteriori, la formula di Bayes [8 ore + Eserc.]

Distribuzioni. Variabile casuale (discreta e continua), distribuzioni di variabili discrete e continue, principali distribuzioni teoriche, parametri principali relativi a posizione, dispersione, forma, disuguaglianza di Tchebycheff [18 ore + Eserc.]

Statistica descrittiva. Concetti di popolazione, campione e metodi di campionamento, distribuzioni sperimentali (classi e rappresentazioni grafiche), misure di tendenza centrale e di dispersione, metodi grafici, GPN e suo impiego diagnostico [6 ore + Presentazione di un Package statistico)

Distribuzioni congiunte. Distribuzioni congiunte, covarianza e coefficiente di correlazione, distribuzione normale bidimensionale, somma, prodotto e quoziente di variabili casuali, distribuzione del massimo e del minimo, applicazioni allo studio dell'affidabilità [12 ore + Eserc.]

Inferenza statistica. Distribuzioni campionarie, teorema del limite centrale e sue applicazioni ed implicazioni, stima puntuale, stimatori e loro proprietà, intervallo di fiducia e limiti di fiducia per medie, osservazioni a coppie, varianze, proporzioni, basi logiche di un test di ipotesi, tipi di errori e loro controllo, livello e test di significatività, curve caratteristiche operative e loro uso, test riguardanti le medie, le proporzioni, la varianza e confronto fra due o più varianze [14 ore + Eserc.]

Analisi della varianza. Analisi della varianza per uno e due fattori controllati. Replicazioni [4 ore + Eserc.]

Regressione. Regressione lineare semplice (valutazione di adattamento e variabilità residua), analisi della varianza, osservazioni ripetute, regressione multipla, calcolo con procedimento matriciale, analisi della varianza, correlazione [6 ore + Eserc.]

Processi stocastici . Processi di Poisson, cenni alla teoria delle code, catene di Markov; processi markoviani omogenei [10 ore + Eserc.]

Cenni sulla Progettazione degli esperimenti . Interdipendenza tra criteri di analisi dei risultati e criteri di pianificazione delle prove, esperimenti fattoriali, effetti principali e interazioni, blocchi e frazionamenti e loro implicazioni [2 ore]

BIBLIOGRAFIA

Grazia Vicario, Raffaello Levi (1997), *Calcolo delle Probabilità e Statistica per Ingegneri*, Casa Editrice Esculapio, Bologna.

Giulia Aschero, Francesco Saggiocco (1997), *Esercizi di Statistica*, CLUT, Torino

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta ed una orale, che devono essere sostenute nello stesso appello (eccezionalmente nella seconda sessione ordinaria, periodo di valutazione "naturale" per il corso di Metodi Probabilistici, statistici e Processi Stocastici è consentito sostenere la prova scritta e la prova orale in appelli diversi). I candidati che lo desiderino possono optare per un esame esclusivamente basato su una prova scritta: in tal caso il voto finale d'esame non potrà superare i 27/30.

Lo studente che desidera presentarsi alla prova scritta deve prenotarsi, consegnando lo statino presso la Segreteria Didattica del Dipartimento, entro la data che verrà di volta in volta comunicata. Se la prenotazione non viene disdetta, lo studente viene considerato come presente.

Durante le prove scritte lo studente può utilizzare soltanto le macchine calcolatrici; è vietato consultare gli appunti del corso e/o il libro di testo; le tavole, ove necessarie, verranno fornite in aula dalla docente.

Non è consentito uscire dall'aula per nessuna ragione nel corso della prima ora. Se lo studente non si ritira entro la mezz'ora che precede il termine per la consegna della prova scritta, l'esito dell'esame verrà comunque registrato.

L'orale non può essere sostenuto se la prova scritta risulta insufficiente e l'eventuale esito negativo della prova orale comporta la ripetizione della prova scritta in una successiva sessione .

MA260 Modelli funzionali per l'industria

Anno: 5 Periodo: 1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4 + 4 (ore settimanali)
 Docente: Paolo Brandimarte

I
 Il corso tratta la costruzione di modelli per la valutazione delle prestazioni di sistemi complessi. Il principale strumento metodologico presentato è la simulazione; sono anche dati alcuni cenni all'uso di modelli analitici. Le applicazioni considerate variano dal progetto di sistemi di produzione al loro controllo in tempo reale. Sono anche presentate applicazioni di tipo non strettamente industriale (*Business Process Re-engineering* e applicazioni in ambito finanziario).

REQUISITI

Nel corso si farà ampio uso di strumenti di tipo informatico e statistico. Sono quindi propedeutici i corsi "*Metodi Probabilistici, Statistici e Processi Stocastici*" e "*Fondamenti di Informatica*". In particolare, è necessaria un'ottima conoscenza dei linguaggi di programmazione PASCAL e FORTRAN e degli algoritmi fondamentali su strutture dati. Poiché la maggior parte degli esempi applicativi fa riferimento a sistemi industriali, si danno per acquisiti anche i contenuti del corso "*Sistemi Integrati di Produzione*".

PROGRAMMA

Per esigenze di chiarezza si presenta il programma dividendolo in aspetti metodologici e applicativi; durante il corso tali argomenti verranno sviluppati in parallelo.

Aspetti metodologici

- *Modelli per la valutazione delle prestazioni* (confronto tra modelli generativi e valutativi; confronto tra modelli sperimentali e analitici; campi di applicazione).
- *Introduzione alla simulazione a eventi discreti* (simulazione orientata agli eventi, alle attività e ai processi; ciclo di vita di uno studio di simulazione).
- *Simulazione basata su linguaggi general purpose* (sviluppo e applicazione di una libreria per la simulazione orientata agli eventi in linguaggio Pascal).
- *Linguaggi special-purpose per la simulazione* (simulazione orientata ai processi; cenni sui linguaggi SIMAN e GPSS).
- *Reti di Petri* (definizione e proprietà formali; generalizzazioni del modello base).
- *Programmazione orientata agli oggetti* (modularità e tipi di dato astratti; simulazione orientata agli oggetti con il linguaggio MODSIM II).
- *Pianificazione dello studio di simulazione* (raccolta dei dati e scelta delle distribuzioni di probabilità; generazione di numeri pseudo-casuali; pianificazione degli esperimenti).
- *Analisi statistica dei risultati* (confronto di sistemi; metodi per la riduzione della varianza).
- *Ottimizzazione e simulazione* (metamodelli e superfici di risposta; analisi di sensitività dei risultati).

Applicazioni.

- Analisi di un sistema a coda singola.
- Gestione delle scorte.
- Simulazione di un sistema di produzione *job shop*.
- *Deadlock analysis* con reti di Petri
- *Enterprise Modeling* con reti di Petri.
- Sviluppo di un interprete per reti di Petri.
- Modellizzazione e simulazione di un sistema *kanban* per il controllo della produzione.
- Esempi di programmazione in MODSIM II (sistemi a code; simulazione di un aeroporto).
- Programmazione orientata agli oggetti e *Business Process Re-engineering*.
- Simulazione Monte Carlo e applicazioni di tipo finanziario.

ESERCITAZIONI

Stesura di programmi di simulazione in linguaggio PASCAL e analisi statistica dei risultati.

BIBLIOGRAFIA

- A.M. Law, W.D. Kelton. *Simulation Modeling and Analysis* (seconda edizione). McGraw-Hill, 1991.
- N. Viswanadham, Y. Narahari. *Performance Modeling of Automated Manufacturing Systems*. Prentice-Hall, 1992.

ESAME

L'esame si articola su una prova scritta ed una orale. La prova scritta include la stesura di un programma di simulazione in linguaggio PASCAL. NON è possibile ritirarsi durante la prova scritta, il cui esito verrà comunque registrato.

M4550 Ricerca operativa

Anno: 4 Periodo:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2+(4) (*ore settimanali*)

Docente: **Maria Franca Norese** (collab.: Gabriella Balestra)

Il corso intende introdurre diverse famiglie di metodi, adatti anche a problematiche diverse dalla scelta ottimale, ed analizzare utilizzi reali di strumenti della Ricerca Operativa in ambiti organizzativi. Il problema della modellizzazione di una situazione problematica e della validazione dei modelli, introdotto all'inizio del corso, sarà ripreso via via in relazione alle diverse famiglie di metodi.

PROGRAMMA

1) Introduzione. Ruolo e compiti della Ricerca Operativa. Approcci tecnico-operativi e strumenti metodologici. Processi di decisione, di aiuto alla decisione e di modellizzazione/validazione.

Metodi quantitativi di ottimizzazione

2) Programmazione lineare: caratteristiche generali dei modelli; condizioni di linearità; struttura di un programma lineare; modelli di produzione, assegnazione, miscelazione e trasporto, modelli multiperiodali e misti; analisi di convessità; algoritmo del simplesso matriciale; metodo del simplesso classico e revisionato e sua interpretazione geometrica ed economica; teoria della dualità; analisi postottimale e parametrica.

3) Programmazione intera e mista: esempi di problemi classici, famiglie principali di metodi.

4) Problemi a struttura speciale: metodo del trasporto classico, assegnazione e trasferimento.

Analisi multicriteri

5) Approcci operativi ai problemi multiobiettivi/ multicriteri; teoria dell'utilità multiattributi, metodi diretti ed indiretti per calcolare funzioni di utilità, metodi di ricerca del "miglior compromesso" tra obiettivi conflittuali (famiglie principali di metodi).

6) Modellizzazione multicriteri: processo di modellizzazione; problematiche di scelta, ordinamento e cernita; azioni, dimensioni e criteri; famiglia coerente di criteri; soglie e tipi di criteri; pesi ed importanza relativa dei criteri; relazione di surclassamento, surclassamento deterministico e fuzzy.

7) Metodi Electre: caratteristiche comuni e quadro comparativo. Metodi Electre I, II e III .

8) Problematica di cernita e segmentazione: caratteristiche generali dei metodi, metodo Moscarola e Roy, metodo n-Tomic.

Introduzione ad altre famiglie di metodi

9) Ottimizzazione su grafi e reticoli. Concetti generali e definizioni. Metodi di ricerca di circuiti e di nucleo. Albero minimo. Cammini ottimali. Flussi in un reticolo, metodo di max flusso/min taglio.

10) Tecniche euristiche. Concetti generali. Famiglie principali di metodi (Simulated annealing, Algoritmi genetici, Tabu search).

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni, due *ore settimanali*, comprenderanno esercizi relativi agli argomenti trattati a lezione, relativamente ai punti 2 (5 esercitazioni), 3 (2), 4 (1), 7 (2) e 8 (2) .

LABORATORIO

Sono previste esercitazioni di laboratorio informatico (presso il LAIB) con sviluppo di modelli ed uso di SW. Per il laboratorio informatico si prevede l'articolazione in squadre.

BIBLIOGRAFIA

Ostanello A. (1983) *Appunti del corso di Ricerca Operativa* (Programmazione lineare), CELID, Torino.

Dispense di Ricerca Operativa (a cura di A. Ostanello), disponibili presso la CELID e comprendenti Elementi di Programmazione lineare intera, Modellizzazione e Metodi multicriteri, Ottimizzazione su grafi e reticoli e Tecniche Euristiche.

Appunti e documenti distribuiti durante le lezioni.

ESAME

Nella I sessione ordinaria l'esame comprenderà una prova scritta (relativa agli argomenti sviluppati nelle esercitazioni) e, se superata la prima, una prova orale sugli argomenti trattati nei punti 1, 5, 6, 9 e 10. Ciascuna prova incide per circa il 50% sul voto finale. Una raccolta di testi d'esame assegnati in passato è disponibile presso la segreteria didattica. Nelle altre sessioni l'esame sarà costituito da una prova orale su tutti gli argomenti trattati a lezione.

Relativamente ad un solo appello, sia per la II che per la III sessione, sarà possibile superare l'esame secondo le modalità "scritto più orale", come nella I sessione, in presenza di un numero sufficiente di candidati prenotati.

**M4605 Scienza delle costruzioni +
Affidabilità e sicurezza delle costruzioni meccaniche**
(Corso ridotto)

Anno: 3 Periodo: 1

Lezioni, esercitazioni, laboratori: 3+3+8 (ore settimanali); 60+46 (nell'intero periodo)

Docenti: **Giorgio Faraggiana, Muzio M. Gola**

SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

Il corso pone le basi per lo studio del corpo deformabile. Imposta il problema del corpo elastico e presenta la soluzione del problema di Saint Venant. Si fanno inoltre cenni ai problemi di sicurezza strutturale. Vengono studiate principalmente strutture monodimensionali (travi e sistemi di travi). Si imposta infine il problema della stabilità e della non linearità, con trattazione della teoria di Eulero.

REQUISITI

Statica nel piano e nello spazio, geometria delle aree, analisi matematica.

PROGRAMMA

- Richiami di statica e geometria delle aree.
- Analisi dello stato di tensione e di deformazione: equazioni di equilibrio, cerchi di Mohor, equazioni di congruenza.
- Equazioni dei lavori virtuali. Teoremi energetici.
- Leggi costitutive del materiale. Il corpo elastico: la legge di Hooke. Tensioni ideali, limiti di resistenza. Cenno ai problemi di sicurezza strutturale.
- Il problema di Saint Venant: casi semplici e sollecitazioni composte.
- Il principio di Saint Venant: teoria delle travi.
- Travature piane caricate nel loro piano e caricate trasversalmente. Travature spaziali.
- Calcolo delle sollecitazioni e degli spostamenti in schemi isostatici ed in schemi iperstatici.
- Problemi non lineari con grandi deformazioni. Fenomeni di instabilità.
- Caso dell'asta caricata di punta: teoria di Eulero, l'asta oltre il limite elastico.

ESERCITAZIONI

Consistono in applicazioni della teoria svolta a lezione. Gli allievi, in gruppi, guidati dal docente, risolvono problemi concreti, ed eseguono elaborati servendosi di *personal computer*.

BIBLIOGRAFIA

P. Cicala, *Scienza delle costruzioni, Vol. 1 e 2*, Levrotto & Bella, Torino.

G. Faraggiana, A.M. Sassi Perino, *Applicazioni di scienza delle costruzioni*, Levrotto & Bella, Torino.

AFFIDABILITÀ E SICUREZZA DELLE COSTRUZIONI MECCANICHE

Si intende introdurre l'allievo ad una visione equilibrata dei problemi della progettazione e costruzione in campo meccanico (macchine e strutture) quale compromesso fra le loro esigenze di resistenza e durata, di economia, e quelle della sicurezza degli addetti o dei loro utilizzatori. Una parte del corso viene dedicata all'uso dei parametri di resistenza dei materiali ed alla valutazione della loro incertezza. Viene discussa la natura delle semplificazioni e delle assunzioni alla base dei calcoli di progetto più diffuso interesse industriale, mettendole in relazione con i procedimenti di qualificazione e verifica dei materiali e degli operatori. Vengono illustrati esempi di obblighi normativi riguardo alla affidabilità e sicurezza delle strutture nelle fasi di progetto, accettazione ed esercizio, illustrandone brevemente le implicazioni ai fini della responsabilità individuale.

PROGRAMMA

Scelta dei materiali.

Modalità di cedimento: statico, fatica, frattura; fenomenologia; modelli teorici del cedimento, sollecitazioni multiassiali e cumulate; sperimentazione su componenti e sottostrutture; problemi speciali delle saldature.

Criteri di verifica.

Stato dell'arte su modelli di calcolo; convenzioni e livelli di semplificazione conservativa; affidabilità e valutazione oggettiva della sicurezza; scelta dei coefficienti di sicurezza, normative.

Applicazioni ad elementi notevoli.

Collegamenti filettati: serraggio e fatica; saldature di testa e d'angolo; cuscinetti; alberi di trasmissione e loro collegamenti; elementi del calcolo di tubi e recipienti in pressione.

Affidabilità, normative e responsabilità.

Natura dei criteri di sicurezza; metodi di analisi previsiva; sicurezza del lavoratore: progetto, costruzione, manutenzione; accettazione, collaudi di primo impianto e verifiche programmate.

ESERCITAZIONI

Applicazioni dei metodi di calcolo a casi notevoli delle costruzioni ed a casi di interesse manutentivo; esempi pratici di interconnessioni tra sicurezza delle macchine, progetto e loro gestione.

LABORATORIO

Dimostrazioni pratiche dei principali metodi di controllo non distruttivo orientati a valutazioni di affidabilità meccanica.

M4880 Sistemi di elaborazione

Anno: 2 Periodo: 2

Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+2+2 (ore settimanali)

Docente: **Silvano Gai**

Il corso consiste in un'ampia panoramica sulle tematiche fondamentali dello *hardware*, del *software* e dell'organizzazione di sistemi complessi di elaborazione dell'informazione. Si propone il duplice obiettivo di approfondire le conoscenze informatiche generali acquisite nell'ambito del corso di *Fondamenti di informatica* per dotare gli allievi di una solida "cultura informatica" e di fornire una conoscenza di base delle applicazioni dell'informatica nell'industria.

REQUISITI

Fondamenti di informatica

PROGRAMMA

Evoluzione tecnologica. [4 ore]

Evoluzione delle tecnologie *hardware*: unità centrali di elaborazione, dispositivi periferici. Evoluzione delle tecnologie *software*: caratteristiche, criteri di impiego e diversi aspetti dei sistemi operativi e del *software* di base.

Sistemi operativi. [6 ore]

Tipi di sistema operativo. Gestione della memoria. Gestione dei processi. Sicurezza e protezione delle risorse.

Architetture. [6 ore]

Potenza di calcolo. Architetture RISC, CISC. Architetture parallele. Architetture vettoriali.

Basi di dati. [30 ore]

Modello concettuale dei dati: modello *entità — relazione*. Modelli logici dei dati: modello relazionale, modello gerarchico e modello reticolare. Tecniche di progettazione concettuale e logica di una base di dati. Cenni di teoria della normalizzazione. Il linguaggio SQL: istruzioni per la definizione e l'elaborazione dei dati. Sistemi per la gestione delle transazioni. Gestione dei problemi dovuti a malfunzionamento.

Reti di calcolatori. [14 ore]

Servizi di rete. Supporti fisici per il collegamento. Collegamenti punto—punto: *modem*. Modello ISO/OSI. Reti locali (LAN): Ethernet, *token ring*, FDDI. Reti metropolitane (MAN) e reti geografiche (WAN).

ESERCITAZIONI

Esercizi di progettazione concettuale e logica di basi di dati.

Esercizi sul linguaggio SQL.

Descrizione delle caratteristiche degli applicativi utilizzati in laboratorio.

LABORATORIO

(Esercitazioni su *personal computer*)

Sviluppo di piccole applicazioni in ambiente di sviluppo orientato agli oggetti.

Accesso ad una base di dati relazionale mediante interfaccia SQL.

Uso di strumenti per l'automazione d'ufficio, quali foglio elettronico.

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento:

P. Montessoro, *Appunti di sistemi di elaborazione*, Levrotto & Bella.

Testi ausiliari:

D.N. Chorafas, *Systems architecture and systems design*, McGraw-Hill, New York, 1989.

C. Batini, S. Ceri, S. Navathe, *Conceptual database design: an entity — relationship approach*, Benjamin-Cummings, 1992.

C.J. Date, *An introduction to database systems*, Addison-Wesley, 1991.

A.S. Tanenbaum, *Computer networks*, Prentice-Hall, 1988.

ESAME

Prova scritta e prova orale.

M4960 Sistemi elettrici industriali

Anno: 4 Periodo: 2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (*ore settimanali*)
 Docente: **Federico Piglione**

Il corso si propone di fornire allo studente gli aspetti essenziali della progettazione e gestione dei sistemi elettrici in ambito industriale. Dopo alcuni richiami di elettrotecnica e macchine elettriche, vengono illustrate le principali problematiche attinenti alla produzione e trasmissione dell'energia elettrica. Successivamente vengono trattati i fondamentali degli impianti di distribuzione elettrica in media e bassa tensione, con particolare riferimento ai problemi della sicurezza elettrica ed agli aspetti economici e normativi.

REQUISITI

Elettrotecnica, Elettronica applicata (M1795 o altro corso equivalente).

PROGRAMMA

– Parte I. Richiami di elettrotecnica e macchine elettriche.

Brevi richiami sui principali argomenti di elettrotecnica e macchine elettriche necessari per la comprensione del corso. [6 ore]

– Parte II. Generalità sul sistema di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Centrali, linee di trasmissione, stazioni e cabine. Apparecchiature di manovra e protezione.

Generalità sul sistema di produzione e trasmissione dell'energia elettrica. Fornitura di potenza e energia. Pianificazione e previsione del carico. Diagramma di carico e sua copertura. Cenni sulle centrali di produzione: idrauliche e di pompaggio, termiche, nucleari. Gruppi turbogas e Diesel. Centrali geotermoelettriche. Fonti alternative: eoliche, solari, a marea. [6 ore]

Strategie di regolazione delle reti di trasmissione. Cenni sulle equazioni di *load-flow*. Regolazione frequenza—potenza. Il problema della regolazione della tensione. Lo stato del neutro. [10 ore]

Definizione di AT, MT e BT. Cenni sulla rete di trasmissione e subtrasmissione. Stazioni primarie e cabine primarie. Rete di distribuzione MT e BT. Cenni sullo stato del neutro. Cenni costruttivi sulle linee AT, MT, e BT. [2 ore]

Interruzione dell'arco elettrico: componente di regime e transitoria. Requisiti di un interruttore. Tipologie di interruttori: olio ridotto, SF₆, aria compressa, deion, in vuoto. Sezionatori e interruttori di manovra. Relè: tipi e impieghi. [3 ore]

Sovratensioni di manovra e atmosferiche. Scaricatori. Coordinamento dell'isolamento. [1 ora]

Impianti di terra. Fenomeno del passaggio della corrente elettrica nel terreno. Cenni costruttivi sui dispersori. Corrente di terra e tensione totale di terra. Tensione di passo e di contatto. Misura della resistenza di terra nei sistemi di II e III categoria. Impianto di terra nelle stazioni elettriche. [3 ore]

– Parte III. Fondamenti di sicurezza elettrica. Protezioni contro i contatti diretti e indiretti. Normativa antinfortunistica.

Sicurezza elettrica. Elettrocuzione. Curve di pericolosità della corrente. Resistenza del corpo

umano. Limiti di tensione sopportabile secondo norma CEI 64-8. [2 ore]

Classificazione dei sistemi elettrici in base alla tensione (CEI 64-8 e DPR 547). Definizioni di massa e massa estranea. Contatto diretto e indiretto. Sistemi di distribuzione TT, TN e IT. [2 ore]

Protezione contro i contatti diretti. Ostacoli e allontanamento. Involucri e grado di protezione IP. Isolamento. Sezionamento. Interruttore differenziale e suo principio di funzionamento. Impiego dell'interruttore differenziale nella protezione contro i contatti diretti. Protezione per limitazione di corrente. Protezione contro le scariche capacitive. Sistemi SELV, PELV e FELV. [4 ore]

Protezione contro i contatti indiretti. Protezione nei sistemi TT. Coordinamento con interruttore differenziale. Protezione nei sistemi TN. Protezione nei sistemi IT. [4 ore]

Protezione senza interruzione automatica del circuito. Classi di isolamento e apparecchi in classe II. Sistemi a separazione elettrica. Locali isolanti. Locali equipotenziali. [2 ore]

Cenni sulla protezione contro i pericoli di incendio di natura elettrica. [2 ore]

– *Parte IV. Progetto dei sistemi di distribuzione dell' energia elettrica negli stabilimenti industriali. Valutazione dei fabbisogni elettrici. Schemi di distribuzione. Cabine di trasformazione. Dimensionamento delle condutture e delle protezioni. Quadri elettrici Componenti elettrici. Cenni sulla realizzazione degli impianti di terra.*

Progetto di un impianto elettrico industriale. Diagramma di flusso delle operazioni di progetto. Criteri relativi a: tensione di alimentazione, schema di distribuzione, affidabilità, costi, regola d'arte. Valutazione dei fabbisogni: fattori di contemporaneità e di utilizzazione. Valori medi di carico per unità di superficie. [2 ore]

Schemi di distribuzione in impianti industriali. Schemi in MT: radiale semplice, radiale doppio, doppia sbarra, anello. Schemi in BT: radiale semplice, radiale doppio, trasformatore di riserva a n trasformatori. Criteri di scelta della tensione di alimentazione e di distribuzione. [4 ore]

Cabine elettriche. Schema generale. Cabina a un solo trasformatore. Cabina a due trasformatori con sbarre congiunte o uniche. Dati sui componenti di cabina: sezionatori, interruttori, fusibili, condotti, sbarre, trasformatori. Impianto di terra. Cabine a giorno e prefabbricate. [4 ore]

Correnti di impiego e sovracorrenti. Inserzione di un trasformatore. Avviamento di un motore asincrono. Inserzione di banchi di condensatori. Forni elettrici. Correnti di corto circuito. Contributo di alternatori e motori asincroni. Contributo dei banchi di condensatori. Tipologie di guasto e formule di calcolo relative. Guasti franco trifase, fase—terra, fase—fase. Cenni sul calcolo con i componenti simmetrici. [5 ore]

Tipologia delle condutture. Sbarre collettrici. Cavi: struttura e modalità di posa. Sigle dei cavi. Determinazione della sezione: criterio della portata e criterio della caduta di tensione. Esempio con uso delle tabelle. Pericolo d'incendio nell'uso dei cavi. Blindosbarra, blindotrolley e isolsbarra. Criteri di scelta tra blindosbarre e cavi. [4 ore]

Criteri generali sulla protezione delle linee. Protezione amperometrica. Problema dell'energia passante. Curve I^2t di cavi, interruttori e fusibili. Confronto delle curve I^2t di interruttore e cavo. Interruttori con caratteristiche U, L, D. Selettività totale e parziale. Selettività amperometrica e cronometrica. Protezione serie. Illustrazione cataloghi protezioni ed esempi pratici. [6 ore]

Componenti elettrici nei sistemi BT. Contattori. Generalità sui quadri elettrici. Quadri aperti, a giorno, protetti, metallici e isolanti, blindati. [4 ore]

Impianti di illuminazione. [2 ore]

Impianti di terra nei sistemi di I categoria. [2 ore]

– *Parte V. Contratti di fornitura dell'energia elettrica. Misura e tariffazione. Rifasamento. Autoproduzione. Valutazione dei costi delle opere elettriche.*

Tariffazione elettrica e cenni storici. Funzionamento del contatore a induzione. Tariffa binomia. Sistemi tariffari ENEL: unico e multiorario. Criteri da adottare nei contratti di fornitura. Penalità per basso fattore di potenza. Rifasamento in ambito industriale. Disposizione centralizzata e distribuita. [4 ore]

Autoproduzione. Criteri economici e tecnici. Normativa. [4 ore]

Cenni sulla valutazione dei costi delle opere elettriche. [2 ore]

ESERCITAZIONI

Esercizi di calcolo e applicazione degli argomenti trattati nelle lezioni. Esercitazioni al calcolatore con impiego di programmi per il dimensionamento di impianti elettrici in BT. Visite ad installazioni elettriche in stabilimenti industriali. [20 ore]

BIBLIOGRAFIA

G. Conte, *Impianti elettrici*, (2. ed.), Hoepli, Milano.

S. Gallabresi, *Impianti elettrici industriali*, Delfino, Milano.

V. Cataliotti, *Impianti elettrici. Vol. III*, Flaccovio, Palermo.

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta, della durata di 3 ore, che ha luogo nella data dell'appello. La prova scritta verte sull'intero programma del corso e unisce domande di teoria a qualche semplice esercizio di dimensionamento. Per ovvi motivi non è ammessa la consultazione di libri di testo o appunti. La prova scritta consente di ottenere un punteggio massimo di 27/30 che può essere accettato come voto finale dell'esame. In alternativa, coloro che superato la prova scritta con un punteggio minimo di 24/30 possono optare per una successiva prova orale (nuovamente sull'intero programma del corso) che consente di ottenere votazioni superiori. In questo secondo caso il punteggio ottenuto nella prova scritta non è garantito come voto minimo finale. È inoltre possibile, con modalità da concordarsi, lo svolgimento di tesine monografiche che, pur non esonerando minimamente dalle prove ufficiali, verranno tenute in considerazione nella valutazione finale.

Per motivi organizzativi è necessario prenotarsi alla prova scritta almeno tre giorni prima scrivendo il proprio nominativo nell'apposito elenco presso il Dipartimento di Ingegneria elettrica industriale. Occorre inoltre presentarsi alla prova scritta muniti di statino e documento di riconoscimento. Le eventuali prove orali hanno luogo in date successivamente concordate.

M5020 Sistemi integrati di produzione

Anno: 4 Periodo:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
 Docente: Giuseppe Murari

La gestione di imprese industriali richiede una sempre più approfondita conoscenza dei processi di produzione che in esse sono implementati, al fine di consentirne un efficiente utilizzo e contemporaneamente ridurre quanto più possibile i costi. Il corso intende fornire un'estesa presentazione dei materiali di interesse ingegneristico e dei processi industriali di trasformazione, a partire da quelli dedicati alla produzione meccanica per muoversi verso quelli tipici di altri settori, quali ad es. il settore elettronico ed il settore delle materie plastiche.

PROGRAMMA

1. *Introduzione alle problematiche della produzione e classificazione dei sistemi di produzione. I fattori della produzione: fisici (materiali e sistemi produttivi), umani ed economici.*
2. *Materiali e loro caratteristiche in funzione dei processi di lavorazione:*
 - 2.1 - *Materiali metallici:* criteri di scelta e classificazione dei materiali metallici. Prove tecnologiche per la caratterizzazione dei materiali metallici., trattamenti termici, sistemi ed attrezzature per eseguire i trattamenti termici.
 - 2.2 - *Materiali plastici:* Caratteristiche, tipologie, proprietà ed impieghi. Processi e sistemi di lavorazione dei materiali plastici.
 - 2.3 - *Materiali ceramici e compositi:* caratteristiche, tipologie ed impieghi. Processi e sistemi di lavorazione dei materiali ceramici e compositi.
3. *Processi e sistemi di fabbricazione (processi primari):*
 - 3.1 - *Processi di fabbricazione dei pezzi mediante fusione e colata.* Aspetti tecnologici e parametri di processo relativi alla produzione di pezzi mediante colata continua, colata in terra, colata in conchiglia, pressofusione, microfusione. Sistemi ed attrezzature di produzione utilizzati in fonderia. Difetti dei lingotti e dei getti.
4. *Processi e sistemi di lavorazione con e senza asportazione di massa (processi secondari):*
 - 4.1 - *Processi e sistemi di lavorazione per deformazione plastica.* Introduzione alla teoria della plasticità. Criteri di Tresca, Von Mises, Hill per il dimensionamento di massima del processo. Classificazione delle lavorazioni per deformazione plastica a caldo e a freddo, di masselli e di lamiere. Analisi dei singoli processi di laminazione, di estrusione, di trafilatura, di stampaggio, di produzione di tubi. Identificazione e lavorazioni delle lamiere: coefficienti di anisotropia, processi di tranciatura, piegatura, imbutitura. Sistemi di lavorazione: presse, magli, cesoie.
 - 4.2 - *Processi e sistemi di lavorazione per asportazione di truciolo.* Meccanica del taglio, modelli di Piispanen, di Ernst & Merchant, di Merchant. Processi di lavorazione per: tornitura, fresatura, foratura, brocciatura, limatura, piallatura. Processi di lavorazione di finitura e superfinitura. Utensili e materiali per utensili. Usura e durata degli utensili. Finitura ed integrità superficiale delle superfici lavorate. Lavorabilità dei materiali.

- 4.3 - *Lavorazioni non convenzionali*: Elettroerosione, chimiche ed elettrochimiche, a fascio elettronico, laser.
- 4.4 - *L'automazione dei processi produttivi*. Processi e sistemi di lavorazione a controllo numerico: Introduzione al controllo numerico, trasduttori, la programmazione, i centri di lavorazione (Machining Centers) i sistemi flessibili di produzione (FMS: Flexible Machining Systems).
- 5. *Processi di produzione ed assemblaggio*.
 - 5.1 - Progettazione del ciclo produttivo (applicazione di tecniche di *Group Technology* in sistemi di lavorazione meccanica e di assemblaggio).
 - 5.2 - Analisi dei flussi di produzione (applicazione delle tecniche di PFA: *production flow analysis*).
 - 5.3 - Processi e sistemi di giunzione e di assemblaggio
- 6. *Introduzione alle problematiche di integrazione nei sistemi produttivi*:
 - 6.1. Integrazione mediante il sistema logistico.
 - 6.2. Integrazione mediante il sistema di programmazione della produzione.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni prevedono attività di laboratorio ed in aula. Nelle esercitazioni in aula saranno forniti gli strumenti metodologici per dimensionare i processi ed impostare i cicli di fabbricazione dei pezzi. Le attività di esercitazione si completeranno con una relazione finale, da consegnare obbligatoriamente prima del termine del corso, riguardante la soluzione di un problema specifico riguardante la produzione di un particolare o di un complessivo.

BIBLIOGRAFIA

Il testo di riferimento, oltre agli Appunti del Corso a cura del docente, è:
 Serope Kalpakjian, "*Manufacturing Processes for Engineering Materials*", Addison-Wesley Publishing Comp.

ESAME

L'esame si articola in una prova scritta ed in una orale.

Programmi degli insegnamenti d'orientamento

MA220 **Analisi dei sistemi finanziari**

Anno:5 Periodo :2

Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (*ore settimanali*) ;78+26 (*annuale*)

Docente: **Luigi Buzzacchi**

I

Il corso, si propone nella prima parte di modellizzare i meccanismi di funzionamento ed il ruolo dei mercati finanziari nel sistema economico. La seconda parte è dedicata all'approfondimento delle teorie neoclassiche e moderne che descrivono la condotta finanziaria delle imprese.

REQUISITI

Economia Politica, Economia ed Organizzazione Aziendale I.

PROGRAMMA

Titoli finanziari a reddito fisso [14 ore]

Valore e rendimento. Corsi secchi e tel quel. Titoli di Stato. Struttura per scadenza dei tassi di interesse. Arbitraggio.

Titoli azionari [10 ore]

Valore e rendimento. Opportunità di crescita. I moltiplicatori. Distribuzione statistica dei rendimenti azionari.

Equilibrio dei mercati finanziari [12 ore]

Teoria del portafoglio. Capital Asset Pricing Model. Rischio diversificabile e non diversificabile. I fondi di investimento.

Prezzi ed efficienza [8 ore]

Efficienza forte, semi-forte e debole. Modello del random walk. Event studies.

Titoli derivati [16 ore]

Forwards. Futures. Options. Modello di Black e Scholes. I mercati organizzati di titoli derivati. Clearing house e marking to market. Obbligazioni convertibili e warrants.

Copertura dei rischi finanziari [8 ore]

Delta hedging. Copertura finanziaria statica e dinamica dei rischi valutari.

Raccolta di capitale e politica dei dividendi [8 ore]

Modalità di raccolta di capitale di rischio e di debito. Remunerazione degli investimenti: dividendi e pseudo-dividendi.

Corporate finance e corporate governance [14 ore]

Struttura finanziaria ottimale: modello di Modigliani e Miller, modello di Jensen e Meckling, modello di Ross. Ottimalità della politica dei dividendi: modello di Modigliani e Miller.

BIBLIOGRAFIA

- Buzzacchi L. e Paleari S., *"Imprese, investitori e mercati finanziari"*, Giappichelli, 1995
 Copeland T.E. e Weston J.F., *"Teoria della finanza e politiche d'impresa"*, Egea—Addison-Wesley Italia, 1994.
 Hull J., *"Options, Futures and Other Derivative Securities"*, Prentice Hall, 1989.
 Garbade K., *"Teoria dei mercati finanziari"*, Il Mulino, 1989.

ESAME

È prevista una prova scritta ed una prova orale.

MA230 Diritto commerciale

Anno:5 Periodo:1
 Docente: **Marcella Sarale**

Il corso si propone di fornire un inquadramento generale della disciplina delle attività economico-produttive, con particolare riferimento alla gestione delle imprese collettive e alle responsabilità ad esse connesse. Si approfondiranno i temi legati alle strutture organizzative delle società e ai processi di ristrutturazione delle stesse, nonché ai rapporti contrattuali normalmente legati alle attività di produzione e scambio di beni e servizi.

PROGRAMMA

- L'impresa nell'ordinamento interno e comunitario.
- L'esercizio collettivo dell'impresa. Struttura e funzionamento delle società.
- Le società di capitali. Costituzione, ordinamento interno e scioglimento.
- Le modifiche degli assetti proprietari: acquisizioni, fusioni, scissioni, scorpori e trasformazioni.
- La disciplina della concorrenza e l'*antitrust*.
- I contratti d'impresa: i contratti per la produzione (appalto, contratto d'opera, *engineering*) e i contratti strumentali alla circolazione (vendita, *leasing*, somministrazione, *franchising*). Principi generali sull'assicurazione. Contratti di cooperazione fra imprese: GEIE, consorzi, associazioni temporanee, *joint ventures*.

BIBLIOGRAFIA

P.G. Jaeger-F.Denoza, *Appunti di diritto commerciale*, Giuffrè, Milano, 1994
 G. Cottino, *Diritto commerciale*, CEDAM, Padova, 1996/1996.

M7050 Econometria

Anno:4 Periodo:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)
 Docente: da nominare

Il corso si propone di fornire agli Allievi gli strumenti statistici atti all'analisi temporale e crossezionale dei dati tecnico-economici ed aziendali, che costituiscono i fondamenti per le indagini empiriche.

PROGRAMMA

- Richiami di algebra matriciale e della teoria delle probabilità e della statistica referenziale.
- Modelli regressivi lineari.
- Modelli regressivi non lineari.
- Eteroschedasticità e disturbi autocorrelati.
- Modelli panel.
- Sistemi di equazioni di regressione.
- Modelli con variabili dipendenti discrete.
- Modelli di duration.
- Cenni sulle serie temporali.

ESERCITAZIONI

Applicazioni delle metodologie analizzate.

BIBLIOGRAFIA

Da definire.

M7060 Economia dei sistemi industriali

Anno:5 Periodo:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 8 (ore settimanali)

Docente: **Luigi Buzzacchi**

Il corso si propone da un lato di descrivere e modellizzare il comportamento strategico dei soggetti economici attraverso gli strumenti metodologici propri della teoria dei giochi e dell'economia dell'informazione. Dall'altro lato esso si propone l'approfondimento delle moderne teorie dell'impresa finalizzate allo studio dell'organizzazione industriale, dell'economia del progresso tecnico e dei processi di diffusione delle innovazioni tecnologiche.

REQUISITI

Economia Politica, Economia ed Organizzazione Aziendale I

PROGRAMMA

Il modello di mercato [8 ore]

Il concetto di efficienza. Il modello neoclassico ed i teoremi dell'economia del benessere. I fallimenti del mercato.

Teoria dei giochi in condizioni di certezza [10 ore]

Introduzione alla teoria dei giochi: concetti di equilibrio e struttura informativa. Strategie miste e continue. Giochi dinamici con simmetria informativa. Perfezione degli equilibri.

Teoria dei giochi in condizioni di incertezza [10 ore]

Giochi dinamici con asimmetria informativa. Equilibri bayesiani.

Economia dell'informazione [12 ore]

Asimmetrie informative *ex-ante* ed *ex-post*: problemi di azzardo morale e selezione avversa. Contratti ottimi, segnalazione e *screening* ed i modelli principale-agente

Teorie oligopolistiche [12 ore]

Cartelli e monopolista multiplant, monopolio di beni durevoli. Oligopolio con beni omogenei e differenziati.

Concentrazione, entrata, barriere alla mobilità e mercati contendibili [8 ore]

Costi di impresa [9 ore]

Costi di lungo periodo dell'impresa monoprodotto e proprietà delle funzioni di costo. Economie di scala reali e pecuniarie, ragioni tecnologiche delle economie di scala. Economie di multiprodotto: economie di scala congiunta ed economie di scopo in senso proprio.

Innovazione tecnologica [10 ore]

Progresso tecnico e crescita economica. Ipotesi schumpeteriane, paradigmi technology push e demand pull. Effetti della forma di mercato e della dimensione di impresa sull'attività innovativa, modello di Arrow. Patent race, brevetti: caratteristiche generali, durata ottimale. Cooperazione in R&S

Diffusione della tecnologia [8 ore]

Teoria dell'adozione della tecnologia: modelli epidemici e non epidemici [probit e game-theoretic]. Cenni di teoria evuzionista

Teoria dei diritti di proprietà [10 ore]

Team production, diritti residuali e l'impresa capitalistica. Separazione fra proprietà e controllo. Mercati interni.

BIBLIOGRAFIA

- Buzzacchi L. e Pagnini M., *Diritti di proprietà e mercati interni dei capitali nel modello di impresa italiana*, L'Industria, 3, 1995.
- Colombo M.G., *Il modello del mercato verticale organizzato*, in Mariotti S. [a cura di], *"Mercati verticali organizzati e tecnologia dell'informazione"*, Quaderni della Fondazione Adriano Olivetti, 1996.
- Kamien M.I., Schwartz N. L., *"Market structure and innovation"*, Cambridge University Press, 1982.
- Milgrom P. e Roberts J., *"Economia, Organizzazione e Management"*, Il Mulino-Prentice Hall International, 1994.
- Rasmusen E., *"Giochi e Informazione"*, Hoepli, Milano, 1993.
- Rosemberg N., *"Dentro la scatola nera: tecnologia e economia"*, Il Mulino, 1991.
- Shy O., *"Industrial Organization"*, MIT Press, 1996.
- Stoneman P. [ed.], *"Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change"*, Basil Blackwell, 1995.
- Dispense distribuite dal docente.

ESAME

È prevista una prova scritta ed una prova orale.

MA390 Economia e organizzazione dei servizi

Anno: 4 Periodo:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (ore settimanali)
 Docente: da nominare

Il corso si propone di analizzare alcune situazioni tipiche in cui si verificano fallimenti del mercato in assenza di interventi appropriati. Nella prima parte vengono toccate tematiche proprie dell'economia pubblica (beni pubblici, esternalità, problema del *free rider*, distorsioni causate da tassazioni di beni particolari). Nella seconda parte si considera la regolamentazione di imprese pubbliche e di imprese private che forniscono servizi di pubblica utilità (acqua, energia elettrica, gas, telecomunicazioni).

REQUISITI

Economia Politica ed Economia ed Organizzazione Aziendale I.

BIBLIOGRAFIA

(1) Il corso si basa su:

A. Petretto (1993) *Mercato, organizzazione industriale e intervento pubblico*, Bologna, Il Mulino.
 Dispense distribuite in aula.

(2) Opzionali:

J. Tirole (1991) *Teoria dell'organizzazione industriale*, Milano, Hoepli.
 J. Laffront, J. Tirole (1992) *A Theory of Incentives in Procurement and regulation*, Cambridge (MA): MIT Press

Per i richiami di macroeconomia:

P. Ravazzi, *Il sistema economico*, Roma, La Nuova Italia Scient., 1993, (3.5-3.6;5B; 6)

H. Varian, *Microeconomia*, Venezia: Cafoscarina, 1990 (Cap. 1-9; 14-21)

M1812 Energetica 2 + Sistemi energetici 2

(Corso integrato)

Anno: 4 Periodo:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+3+1 (ore settimanali)

Docenti: Armando Tuberga, Paolo Campanaro

Nella prima parte del corso si sviluppano i temi propri dell'energetica industriale, considerando le fonti, il trasporto, l'utilizzo e l'impatto ambientale dell'energia. Nella seconda parte del corso, che è un'estensione di *Sistemi energetici 1*, si approfondisce lo studio dei principali sistemi di conversione dell'energia e relativi componenti, con particolare riguardo alle prestazioni fuori-progetto degli impianti di potenza. Il corso completa la preparazione di base degli allievi per affrontare le tematiche specifiche dell'orientamento *Servizi energetici*.

REQUISITI*Energetica 1 + Sistemi energetici 1.***PROGRAMMA**- *Fonti energetiche.*

Risorse primarie. Fonti rinnovabili e non rinnovabili, inesauribili: consistenza e utilizzabilità; situazione italiana e mondiale.

- *Trasporto e utilizzo dell'energia.*

Trasformazione, trasporto e utilizzo dell'energia. Impianti energetici, classificazioni, tipi fondamentali; componenti, caratteristiche funzionali, modelli. Analisi termoeconomica degli impianti. Efficienza di primo e secondo principio. Criteri di ottimizzazione energetica.

- *Problemi ambientali.*

Valutazioni di impatto ambientale. Tecniche e metodi generali per le analisi. Modelli di diffusione e tecniche di controllo delle emissioni di inquinanti nell'atmosfera.

- *Turbine idrauliche.*

Turbine Pelton, Francis e Kaplan. Cavitazione. Macchine reversibili. Miniturbine.

- *Impianti a vapore.*

Turbine assiali ad azione e a reazione. Turbine radiali. Prestazioni di una turbina in condizioni di progetto e fuori-progetto. Diagrammi caratteristici. Cono dei consumi. Regolazione degli impianti a vapore. Laminazione, parzializzazione, regolazione degli impianti a contropressione e ad estrazione. Condensatori, scambiatori di calore rigenerativi.

- *Impianti di turbine a gas.*

Cicli complessi. Confronto turbine a gas — turbine a vapore. Compressori assiali. Prestazioni fuori progetto e regolazione degli impianti.

- *Motori alternativi a combustione interna.*

Sovralimentazione. Prestazioni dei motori a combustione interna. Piano quotato dei consumi. Impianti ausiliari: lubrificazione, raffreddamento. Inquinanti e normativa antinquinamento.

- *Compressori volumetrici.*

Compressori a stantuffo. Funzionamento e prestazioni. Compressori multistadio. Regolazione. Compressori rotativi.

– *Tecniche di misura dei flussi energetici.*

Trasduttori per la misura di temperatura, pressione, portata, coppia, velocità. Strumenti per la misura degli inquinanti nelle emissioni dei sistemi a combustione.

ESERCITAZIONI

Vengono proposte agli allievi esercitazioni numeriche per la previsione delle prestazioni in condizioni di progetto e fuori progetto di impianti per la produzione di energia elettrica e/o calore.

LABORATORIO

Misura dei flussi di energia in un motore a combustione interna.

BIBLIOGRAFIA

Testi ausiliari:

Boffa, Gregori, *Elementi di Fisica tecnica II*, Levrotto & Bella.

Appunti del docente.

Cornetti, *Macchine a fluido*, Il Capitello, Torino.

Testi di riferimento:

Eastop, *Energy efficiency*, Wiley.

Brown, *Energy analysis of 108 industrial processes*, Fairmont.

Catania, *Complementi di Macchine*, Levrotto & Bella, Torino.

Cohen, *Gas turbine theory*, Longman, London.

Dixon, *Fluid mechanics, thermodynamics of turbomachinery*, Pergamon, Oxford.

White, *Fluid mechanics*, McGraw-Hill, New York.

MA255 Gestione dell'innovazione dei progetti + Studi di fabbricazione

Anno: 5 Periodo:2

Lezioni, esercitazioni, laboratori: 8 (ore settimanali)

Docente: Agostino Villa

Eseguire uno studio di fabbricazione significa organizzare e gestire un progetto sia di un nuovo prodotto che del processo produttivo innovato, tale cioè da consentire di ottenere il nuovo prodotto nel modo più economico ed efficace possibile. In tale ottica, l'insegnamento affronta i due aspetti complementari della progettazione industriale:

identificazione dei bisogni del mercato ed organizzazione della metodologia di progettazione; applicazione di tale metodologia alla progettazione congiunta di prodotto e relativo processo produttivo.

REQUISITI

E' necessario disporre di una buona conoscenza degli argomenti trattati negli insegnamenti di Sistemi Integrati di Produzione, Modelli Funzionali per l'Industria, Programmazione e Controllo della Produzione I.

PROGRAMMA

Parte I - Gestione dell'innovazione e dei progetti.

Fasi del processo di progettazione industriale; il loop di innovazione attraverso successive fasi di analisi e di sintesi.

Metodi per il riconoscimento dei bisogni, espressi dal mercato, e la specificazione dei nuovi prodotti.

Concetti e strumenti per l'organizzazione di un processo di progettazione: albero delle funzioni di un prodotto; grafo dei componenti del prodotto; grafo dei sotto-problemi di progetto e relativo modello del progetto.

Procedure e metodi formali per la valutazione dei costi di progettazione e per l'analisi del valore del nuovo prodotto.

Parte II - Studi di fabbricazione.

Progettazione concettuale del ciclo di fabbricazione di un nuovo prodotto.

Progettazione concettuale del processo produttivo da implementare per la fabbricazione del prodotto innovato.

Schedulazione delle attività di progettazione e delle risorse in esse coinvolte.

ESERCITAZIONI

Le attività di esercitazione sono strettamente inserite nell'ambito delle lezioni.

Gli allievi sono invitati ad analizzare e risolvere, organizzati in piccoli gruppi, uno specifico problema di progettazione con stesura di una relazione che illustri le procedure impiegate ed i risultati ottenuti.

BIBLIOGRAFIA

- A. Villa, *Gestione di processi di innovazione tecnologica*, CLUT, 1997.
 N.P. Suh, *The principles of design*, Oxford University Press, 1990.
 A. Kusiak (ed), *Intelligent design and manufacturing*, Wiley, 1992.

ESAME

L'esame consiste in una prova orale che potrà includere anche la discussione della relazione presentata dall'allievo.

M2380 Gestione dei servizi energetici

Anno: 5

Periodo:2

Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (ore settimanali)

Docente: **Valter Giaretto**

Scopo del corso è quello di consentire agli allievi di acquisire la capacità di analizzare i sistemi di utilizzazione dell'energia, nelle sue varie forme, in relazione agli usi finali, civili ed industriali, e di definire le modalità di gestione tecnico-economica ai fini dell'impiego razionale dell'energia, della compatibilità ambientale e del contenimento della spesa energetica.

REQUISITI

Energetica 1 + Sistemi Energetici 1, Energetica 2 + Sistemi Energetici 2, Impianti per la cogenerazione e il risparmio energetico, Impianti termotecnici.

PROGRAMMA

- Introduzione al problema energetico. Classificazione delle forme di energia, efficienza termodinamica dei sistemi di trasformazione dell'energia, classificazione delle fonti primarie: disponibilità e previsioni; fabbisogni energetici delle società umane, modelli di stima e previsione; usi finali dell'energia. Richiami di termodinamica e di termocinetica.
- Aspetti e ricadute ambientali dei processi di trasformazione dell'energia. Conseguenze ambientali su macro scala, inquinamento termico diretto e indiretto, inquinamento chimico; sistemi e criteri per il contenimento e l'abbattimento delle emissioni; effetti indotti sull'uomo dall'emissioni radioattive. Richiami normativi nel settore ambientale, classificazione degli inquinanti e limiti di emissione.
- Aspetti normativi della legislazione nel settore energetico. La figura dell'Energy Manager, obiettivi e modalità del management energetico.
- Introduzione alla termoeconomia. Criteri di analisi dei sistemi termodinamici, definizione del sistema attraverso l'individuazione dei componenti che lo costituiscono, analisi energetica ed exergetica; analisi economica per la determinazione del capitale totale di investimento, livellazione dei costi; richiami sui criteri economici per la scelta tra investimenti alternativi.
- Fondamenti di exergoeconomia. Definizione di combustibile e di prodotto di un componente termodinamico, costo exergetico e costo exergetico unitario, confronto tra costo energetico ed exergetico, influenza del livello di aggregazione, costo dell'exergia distrutta; equazioni di bilancio dei flussi monetari ed equazioni ausiliarie; valutazione di un processo attraverso le variabili ed i parametri exergoeconomici, controllo delle performances.
- Cenni sulla misura delle grandezze termodinamiche. Misure di temperatura, pressione, portata e potenza elettrica. Metodologie di indagine e richiami sul trattamento statistico delle misure.
- Ottimizzazione dei processi di trasformazione dell'energia. Individuazione e scelta dei criteri di ottimizzazione, ricerca della funzione obiettivo, ottimizzazione di un

- componete isolate; calcolo dei valori ottimali delle grandezze termoeconomiche. Diagramma dei costi.
- Contratti di fornitura energetica. Generalità sulle modalità contrattuali, contratti di fornitura elettrica e criteri di ottimizzazione.

ESERCITAZIONI

Applicazione da parte del docente dei concetti via via introdotti ad esempi numerici svolti in aula. Verranno inoltre applicate a cura degli studenti le metodologie sviluppate durante il corso a sistemi termodinamici reali, con lo scopo di individuarne le performances, ricercando eventualmente soluzioni alternative, ottimali rispetto al processo e alla sua gestione. Nel corso è anche prevista una esercitazione pratica di laboratorio svolta dagli studenti sulla misura ed il rilievo di grandezze termodinamiche.

BIBLIOGRAFIA

- A.Bejan, G.Tsatsaronis, *"Thermal Design and Optimization"*, John Wiley & Sons, New York, 1996.
- V.M.Brodyansky, et al., *"The efficiency of industrial processes: exergy analysis and optimization"*, Elsevier, Amsterdam, 1994.
- G.Comini, G.Cortella, *"Energetica Generale"*, SGE, Padova, 1996.
- T.D.Eastop, D.R.Croft, *"Energy Efficiency"*, Longman Scientific & Technical, London, 1990.
- A. Spena, *"Fondamenti di Energetica"*, CEDAM, Padova, 1996.

M2780 Impianti per la cogenerazione ed il risparmio energetico

Anno:Periodo 5:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 5+3 (ore settimanali)

Docente: **Salvatore Mancò**

Il corso si propone di esaminare i sistemi a energia totale, evidenziando le caratteristiche tecniche ed economiche che li contraddistinguono, e mettendo in evidenza le varie forme di risparmio energetico che possono essere avviate in un processo di razionalizzazione e corretto uso dell'energia nei processi industriali.

REQUISITI

Energetica 1 + Sistemi energetici 1, Energetica 2 + Sistemi energetici 2.

PROGRAMMA

– Sistemi ad energia totale

Premesse termodinamiche. La cogenerazione di calore e potenza. Il ciclo di turbina a vapore, a recupero totale e parziale. Il ciclo della turbina a gas. Il ciclo combinato gas—vapore. Il ciclo binario. Il ciclo del motore Diesel.

– Prestazione di un sistema a cogenerazione

Definizione di processo, sistema e centrale di cogenerazione. Classificazione. Condizioni nominale di un sistema di cogenerazione. Parametri significativi.

– *Criteri economici* di valutazione dei costi di costruzione dei sistemi di cogenerazione, del costo di distribuzione dell'energia, dei costi di gestione, e di mantenimento in efficienza.

– Cogenerazione e teleriscaldamento

Caratteristiche dell'impianto sotto il profilo energetico e di impatto ambientale. Analisi di fattibilità del teleriscaldamento urbano.

– *Alcune soluzioni* di produzione combinata elettricità—calore. Il sistema Totem. L'impianto di cogenerazione di Vallette. L'impianto di cogenerazione di Torino sud.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni numeriche relative a sistemi cogenerativi reali.

MA460 Metodi e modelli per il supporto alle decisioni

Anno: 5 Periodo: 2
 Docente: da nominare

Mettere gli allievi in condizione di:

- saper distinguere diverse situazioni problematiche, in contesti aziendali reali, evitando così di ricorrere ad inadeguati approcci di studio (di processi o problemi) ed a strumenti non appropriati per trattare o risolvere problemi reali;
 - diventare più sensibili alle problematiche di approcci socio-tecnici che le aziende moderne stanno effettivamente utilizzando nella gestione dei loro processi organizzativi (ad esempio, di cambiamento) e inter-organizzativi (*project management* complesso);
 - essere informati sui nuovi strumenti di *software*, per trattare problemi complessi in contesti multi-attoriali.
- Favorire l'impostazione di eventuali lavori di tesi in interazione con soggetti aziendali.

Il corso è stato completamente ristrutturato (rispetto alla prima versione dell'anno 1993/94), al fine di includere le parti principali dei due corsi *Modelli per il supporto alle decisioni* (indirizzo *Produzione*) e *Modelli per l'organizzazione e la gestione dei sistemi* (indirizzo *Amministrazione*). Il programma è costituito da tre parti: metodologia, modelli (in senso stretto) e strumenti.

La trattazione delle tre parti non è necessariamente sequenziale, ma seguirà alcuni percorsi, mirati a chiarire vari temi applicati e di ricerca. Tra i temi importanti proposti nell'ultimo decennio dalla letteratura della moderna ricerca operativa e dalle scienze di gestione e dell'organizzazione verranno, in particolare, evidenziati: pensare per sistemi; l'analisi longitudinale di processi; problematiche di cambiamento organizzativo, innovazione, e di intervento; processi di valutazione; identificazione e strutturazione di problemi complessi; gestione di progetti complessi (o multiprogetto). La trattazione teorica sarà illustrata da numerosi esempi relativi a casi reali. Lo svolgimento dei temi consente l'inserimento di attività di laboratorio (teoriche e sperimentali/pratiche su problemi reali) e seminari condotti da alcuni *managers* aziendali ed esperti.

PROGRAMMA

— "*Pensare per sistemi*". [1.-2. settimana]

Sistemi: alcuni concetti base. A proposito di modelli: tipi generali, finalità di sviluppo, problemi di validità. Alcuni modelli per la concezione di sistemi nell'ambito della gestione. Metafore sistemiche: meccanismo (orologio); organismo; sistema neuro-cibernetico; sistema culturale; sistema politico. Possibili ruoli dell'ambiente. Problematiche relative al cambiamento. Approcci di analisi di un sistema: ruolo delle variabili sistemiche. Fattori di complessità. Approccio meccanicistico. Approccio strutturalista. Approccio di processo. Problemi di validazione; validità operativa.

— *Modelli organizzativi e di rappresentazione dei processi decisionali*. [3.-5. sett.]

Approcci di studio/modellizzazione di problemi decisionali, in relazione con diverse scuole che hanno prodotto modelli organizzativi. Attori e ruoli. Decisori. Decisione e processo decisionale. Alcuni paradigmi per l'analisi e la rappresentazione di processi decisionali (*decision making*) nei contesti aziendali: paradigmi razionalista, cognitivista, politico-

organizzativo. Rappresentazioni di processi individuali: Simon ed i suoi critici; Olsen & March; Mintzeberg *et al.* Tipi di problemi e di processi. Rappresentazioni di processi multiattoriali nelle aziende (Cyert & March; Witte). Reti di processi in contesti aziendali reali. Gerarchie di processi nell'aiuto alla decisione: processo di riferimento; interazione; processo di modellizzazione (*decision aiding*).

– *Modelli per l'analisi di processi decisionali complessi in contesti aziendali.* [6.- 8. sett.]

Percezione della situazione problematica. Il problema ed il(i) suo(i) oggetto(i). Relazioni tra contesto e processo. Approccio cognitivista. Processi di apprendimento individuali e collettivi. Analisi longitudinale. Rappresentazioni per oggetti, attori, per attività (*routines*). Alcuni strumenti di supporto all'analisi e strutturazione.

– *Modelli per il supporto a decisioni individuali e di gruppo.* [9.-12. sett.]

Fattori di incertezza. Stato delle azioni potenziali. Stadi e fasi del processo di modellizzazione/validazione. Approccio costruttivista: analisi multicriteri; strutturazione di problemi, sviluppo di azioni potenziali e loro valutazione; problematiche di validazione; processi di validazione; strumenti di supporto. Approcci integrati: approcci partecipativi; problematiche di validazione; strumenti di supporto.

– *Gestione di progetti (project management) come processo decisionale multiattoriale complesso.* [13.-14. sett.]

Concetti base e modelli di rappresentazione di processi di gestione.

Strumenti *soft* di supporto alla gestione di progetti. Analisi di casi reali.

LABORATORIO

Le attività di laboratorio (facoltative) avranno inizio dopo le vacanze di Pasqua. Tali attività (di gruppo) saranno programmate sulla base dei temi di lavoro che gli allievi avranno identificato e parzialmente sfruttato in una prima fase teorico-concettuale. I temi di lavoro devono riferirsi a situazioni problematiche reali, conosciute o vissute dagli allievi. La parte pratica sarà condotta presso il LEP; tale attività sarà seguita da un gruppo di tutori, costituito da docente, assistente del corso ed alcuni neo-laureati e laureandi.

BIBLIOGRAFIA

Non esiste attualmente un testo che includa tutti gli argomenti trattati nel corso. Il docente fornirà appunti sulle lezioni svolte (prima bozza di un libro in corso di scrittura); alcuni articoli ed indicazioni bibliografiche di riferimento (tutte reperibili presso le biblioteche del Politecnico o presso il docente stesso).

ESAME

Se l'allievo non svolge attività di laboratorio, la valutazione finale avverrà sulla base di un esame orale tradizionale, che include anche gli argomenti trattati nei seminari.

Se l'allievo ha svolto attività di laboratorio, la valutazione finale avverrà sulla seguente base:
il 50 % del voto è basato sulla elaborazione teorica pratica svolta nel laboratorio (la parte di analisi, concettualizzazione e rappresentazione del problema peserà per il 70 % del voto).

il 50 % del voto è basato su un esame orale, relativo alla parte metodologica (obbligatoria per tutti) ed alle parti che non sono "coperte" dal caso trattato in (i).

M3770 Modelli per l'organizzazione e la gestione dei sistemi

Anno: 5 Periodo:2

Docente: da nominare

Mettere gli allievi in condizione di:

- saper distinguere diverse situazioni problematiche, in contesti aziendali reali, evitando così di ricorrere ad inadeguati approcci di studio (di processi o problemi) ed a strumenti non appropriati per trattare o risolvere problemi reali;
- diventare più sensibili alle problematiche di approcci socio-tecnici che le aziende moderne stanno effettivamente utilizzando nella gestione dei loro processi organizzativi (ad esempio, di cambiamento) e inter-organizzativi (*project management* complesso);
- essere informati sui nuovi strumenti di *software*, per trattare problemi complessi in contesti multi-attoriali.

Favorire l'impostazione di eventuali lavori di tesi in interazione con soggetti aziendali.

Il corso è stato completamente ristrutturato (rispetto alla prima versione dell'anno 1993/94), al fine di includere le parti principali dei due corsi *Modelli per il supporto alle decisioni* (indirizzo *Produzione*) e *Modelli per l'organizzazione e la gestione dei sistemi* (indirizzo *Amministrazione*). Il programma è costituito da tre parti: metodologia, modelli (in senso stretto) e strumenti.

La trattazione delle tre parti non è necessariamente sequenziale, ma seguirà alcuni percorsi, mirati a chiarire vari temi applicati e di ricerca. Tra i temi importanti proposti nell'ultimo decennio dalla letteratura della moderna ricerca operativa e dalle scienze di gestione e dell'organizzazione verranno, in particolare, evidenziati: pensare per sistemi; l'analisi longitudinale di processi; problematiche di cambiamento organizzativo, innovazione, e di intervento; processi di valutazione; identificazione e strutturazione di problemi complessi; gestione di progetti complessi (o multiprogetto). La trattazione teorica sarà illustrata da numerosi esempi relativi a casi reali. Lo svolgimento dei temi consente l'inserimento di attività di laboratorio (teoriche e sperimentali/pratiche su problemi reali) e seminari condotti da alcuni *managers* aziendali ed esperti.

PROGRAMMA

- "*Pensare per sistemi*". [1.-2. settimana]

Sistemi: alcuni concetti base. A proposito di modelli: tipi generali, finalità di sviluppo, problemi di validità. Alcuni modelli per la concezione di sistemi nell'ambito della gestione. Metafore sistemiche: meccanismo (orologio); organismo; sistema neuro-cibernetico; sistema culturale; sistema politico. Possibili ruoli dell'ambiente. Problematiche relative al cambiamento. Approcci di analisi di un sistema: ruolo delle variabili sistemiche. Fattori di complessità. Approccio meccanicistico. Approccio strutturalista. Approccio di processo. Problemi di validazione; validità operativa.

- *Modelli organizzativi e di rappresentazione dei processi decisionali*. [3.-5. sett.]

Approcci di studio/modellizzazione di problemi decisionali, in relazione con diverse scuole che hanno prodotto modelli organizzativi. Attori e ruoli. Decisori. Decisione e processo decisionale. Alcuni paradigmi per l'analisi e la rappresentazione di processi decisionali (*decision making*) nei contesti aziendali: paradigmi razionalista, cognitivista, politico-

organizzativo. Rappresentazioni di processi individuali: Simon ed i suoi critici; Olsen & March; Mintzeberg *et al.* Tipi di problemi e di processi. Rappresentazioni di processi multiattoriali nelle aziende (Cyvert & March; Witte). Reti di processi in contesti aziendali reali. Gerarchie di processi nell'aiuto alla decisione: processo di riferimento; interazione; processo di modellizzazione (*decision aiding*).

– *Modelli per l'analisi di processi decisionali complessi in contesti aziendali.* [6.- 8. sett.]

Percezione della situazione problematica. Il problema ed il(i) suo(i) oggetto(i). Relazioni tra contesto e processo. Approccio cognitivista. Processi di apprendimento individuali e collettivi. Analisi longitudinale. Rappresentazioni per oggetti, attori, per attività (*routines*). Alcuni strumenti di supporto all'analisi e strutturazione.

– *Modelli per il supporto a decisioni individuali e di gruppo.* [9.-12. sett.]

Fattori di incertezza. Stato delle azioni potenziali. Stadi e fasi del processo di modellizzazione/validazione. Approccio costruttivista: analisi multicriteri; strutturazione di problemi, sviluppo di azioni potenziali e loro valutazione; problematiche di validazione; processi di validazione; strumenti di supporto. Approcci integrati: approcci partecipativi; problematiche di validazione; strumenti di supporto.

– *Gestione di progetti (project management) come processo decisionale multiattoriale complesso.* [13.-14. sett.]

Concetti base e modelli di rappresentazione di processi di gestione.

Strumenti *soft* di supporto alla gestione di progetti. Analisi di casi reali.

BIBLIOGRAFIA

Non esiste attualmente un testo che includa tutti gli argomenti trattati nel corso. Il docente fornirà appunti sulle lezioni svolte (prima bozza di un libro in corso di scrittura); alcuni articoli ed indicazioni bibliografiche di riferimento (tutte reperibili presso le biblioteche del Politecnico o presso il docente stesso).

LABORATORIO

Le attività di laboratorio (facoltative) avranno inizio dopo le vacanze di Pasqua. Tali attività (di gruppo) saranno programmate sulla base dei temi di lavoro che gli allievi avranno identificato e parzialmente sfruttato in una prima fase teorico-concettuale. I temi di lavoro devono riferirsi a situazioni problematiche reali, conosciute o vissute dagli allievi. La parte pratica sarà condotto presso il LEP; tale attività sarà seguita da un gruppo di tutori, costituito da docente, assistente del corso ed alcuni neo-laureati e laureandi.

ESAME

Se l'allievo non svolge attività di laboratorio, la valutazione finale avverrà sulla base di un esame orale tradizionale, che include anche gli argomenti trattati nei seminari.

Se l'allievo ha svolto attività di laboratorio, la valutazione finale avverrà sulla seguente base:
il 50% del voto è basato sulla elaborazione teorica pratica svolta nel laboratorio (la parte di analisi, concettualizzazione e rappresentazione del problema peserà per il 70% del voto).

il 50% del voto è basato su un esame orale, relativo alla parte metodologica (obbligatoria per tutti) ed alle parti che non sono "coperte" dal caso trattato in (*i*).

MA270 **Nozioni giuridiche fondamentali**

Anno: 3 Periodo:2
 Docente: **Lucia Delogu**

Il corso fornisce i concetti di base in materia di diritto privato, con particolare riguardo al settore delle obbligazioni e dei contratti: saranno analizzati con particolare attenzione quegli istituti - come l'impresa - e quei contratti - come il mandato e la società - più direttamente collegati all'attività dell'imprenditore. Peraltro non si trascurerà di fornire i principi generali che regolano altri settori fondamentali del diritto civile, come le disposizioni in tema di famiglia e successioni.

L'obbiettivo del corso è mettere in grado gli allievi di cogliere i problemi giuridici che possono presentarsi nel corso della gestione di un'impresa, di individuare eventualmente gli strumenti per la loro soluzione e, soprattutto, di maturare la capacità di illustrarli correttamente nei loro elementi essenziali all'operatore del diritto.

PROGRAMMA

- Norma giuridica e ordinamento giuridico. Le fonti normative del diritto privato.
- I soggetti del rapporto giuridico e le situazioni soggettive.
- Fatti e atti giuridici.
- I beni, i diritti reali, la proprietà, il possesso.
- Le obbligazioni e le loro fonti, con particolare riguardo ai contratti e all'illecito.
- I principali contratti d'impresa (nominati e innominati).
- L'impresa.
- Le società di persone e di capitali.
- Il rapporto di lavoro subordinato. I contratti collettivi. Il sindacato.
- Gli strumenti della tutela giurisdizionale dei diritti. Le prove. La pubblicità.
- I principi generali del diritto di famiglia e delle successioni a causa di morte.

BIBLIOGRAFIA

Principale testo di riferimento.

Un manuale a scelta tra:

F. Galgano, *Diritto privato*, Padova, CEDAM, ult. edizione

P. Trimarchi, *Istituzioni di diritto privato*, Milano, Giuffrè, ult. edizione

P. Zatti - V. Colussi, *Lineamenti di diritto privato*, Padova, CEDAM, ult. edizione.

Testi ausiliari (assolutamente necessari):

Codice civile, aggiornato all'ultimo anno, di qualsiasi edizione.

Le fotocopie distribuite a lezione dal docente

M4090 Produzione assistita da calcolatore

Anno: 5 Periodo:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 52+26+26 (*ore nell'intero periodo*)

Docente: **Giovanni Podda**

Il corso si propone di descrivere il percorso che un bene di consumo segue, nel passaggio dall'idea concettuale al prodotto finito, attraverso il processo di disegno ed il processo di fabbricazione. Tutte le fasi che contribuiscono alla realizzazione del prodotto sono esaminate in una ottica di produzione assistita dal calcolatore, dalla creazione della base di dati per il modello alla sua realizzazione su una macchina a controllo numerico in una cella di lavoro servita da *robots*. Sono esaminati infine gli apporti della "intelligenza artificiale" alla rappresentazione ed alla gestione della conoscenza collegata al processo produttivo.

REQUISITI

Sono richieste conoscenze di base di disegno tecnico assistito, di tecnologia meccanica e di informatica. Le nozioni per l'apprendimento e l'uso del *software* dedicato vengono fornite durante il corso.

PROGRAMMA

Introduzione al processo produttivo. [4 ore]

Definizione di base del processo produttivo. Il disegno nel processo produttivo. Il controllo e la pianificazione.

Il disegno e le sue specifiche. [4 ore]

Il disegno e le normative. Il disegno assistito. I sistemi di modellazione.

La pianificazione. [4 ore]

L'organizzazione dell'esperienza. Le tavole e gli alberi di decisione. L'analisi della capacità del processo.

Il controllo numerico. [4 ore]

I principi del controllo numerico. La classificazione del controllo numerico. Lo *hardware* per il controllo numerico.

La programmazione del controllo numerico. [4 ore]

Il part-program. La programmazione manuale. La programmazione assistita. La programmazione dal modello CAD. La geometria del part-program.

I robots. [8 ore]

Generalità sulla cinematica e sulla dinamica dei robots. La programmazione dei robots. La visione artificiale nei robots.

La group technology. [8 ore]

Le famiglie di pezzi. La codifica e la classificazione delle famiglie di pezzi.

La pianificazione dei processi produttivi. [8 ore]

L'approccio manuale. L'approccio *variant*. L'approccio *generative*.

L'intelligenza artificiale. [8 ore]

Le strutture della conoscenza. I sistemi esperti. Le reti neurali. La logica *fuzzy*.

ESERCITAZIONI [26 ORE]

Le esercitazioni consistono nella guida alla scelta ed allo svolgimento di un argomento specifico del corso su cui costruire una sperimentazione da effettuarsi in un gruppo di 4-6 allievi. Sono previsti in media 3 incontri con il docente per la preparazione di una relazione, che andrà esposta e discussa in aula (circa 15' di tempo per ogni componente del gruppo) con tutti gli allievi del corso interessati. La relazione potrà vertere anche su un tema concordato con una azienda esterna interessata.

LABORATORIO [26 ORE]

1. I modellatori CAD. [10 ore]
Le curve parametrizzate. La modellazione per superfici (B-rep). La modellazione per volumi (CSG).
2. La costruzione dei percorsi utensile. [6 ore]
I percorsi utensile per il tornio. I percorsi utensile per le frese a candela.
3. I robots. [10 ore]
La programmazione e la simulazione dei robots.

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento:

T. Chang, R.A. Wysk, H. Wang, *Computer-aided manufacturing*, Prentice-Hall, 1991.

Testi ausiliari:

U. Rembold, B.O. Nnaji, A. Starr, *Computer integrated manufacturing and engineering*, Addison Wesley, 1993.

I. Zeid, *CAD/CAM theory and practice*, McGraw-Hill, 1991.

ESAME

L'esame consiste in una prova teorica individuale (1 ora) ed in una relazione sperimentale svolta in gruppo durante il corso ed esposta e discussa in aula (15' di tempo per ogni componente il gruppo) con tutti gli allievi del corso interessati.

MA281 Programmazione e controllo della produzione I

Anno:Periodo 4:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6 + 2 (ore settimanali)
 Docente: Agostino Villa

Gestire efficacemente i flussi produttivi entro una realtà industriale significa saper, da un lato, programmare i carichi di lavoro per tutti i centri di produzione e di servizio in essa inclusi, dall'altro, controllare lo stato di avanzamento della produzione in atto, verificandone l'accordo con i piani prefissati. In tale ottica, il corso affronta le diverse problematiche della gestione della produzione industriale, dalla programmazione di mezzo termine, alla schedulazione breve ed infine al controllo avanzamento produzione.

REQUISITI

E' necessario disporre di una buona conoscenza degli argomenti trattati nei corsi di *Sistemi Integrati di Produzione, Controlli Automatici e Ricerca Operativa*.

PROGRAMMA

Caratteristiche dei problemi di gestione della produzione:

tipologie di processi di produzione (a linee, a cella, a rete)

modi di organizzazione della produzione (a lotti, ripetitivi, orientata a clienti o a magazzino)

modi di valutazione delle prestazioni

Il controllo delle scorte: obiettivi, modelli deterministici, modelli probabilistici basati sul livello di servizio.

La programmazione dei carichi di lavoro a medio termine: modelli di Aggregate Production Planning, modelli per il lot sizing.

La gestione delle scorte mediante MPR - Material Requirement Planning: albero di prodotto, distinta-base, logistica di gestione.

La gestione degli ordini di produzione mediante MRPII - Manufacturing Resource Planning: schedulazione degli ordini mediante logiche MPS - Master Production Scheduling, verifica dei carichi di lavoro mediante logiche CPR - Capacity Requirement Planning.

La schedulazione di dettaglio: formulazione dei problemi di schedulazione, metodi costruttivi soluzione, schedulazione con regole di priorità, metodi di ricerca locale, l'approccio OPT - Optimized Production Technology.

Il controllo della produzione in ottica Just-In-Time: la filosofia JIT, il sistema di controllo Kanban.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono strettamente integrate con le lezioni e riguardano la costruzione di modelli matematici per problemi di programmazione e schedulazione della produzione, e la soluzione dei problemi suddetti mediante tecniche di programmazione matematica.

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento:

P. Brandimarte, A. Villa, *Gestione della Produzione industriale*, UTET, 1995

P. Brandimarte, A. Villa, *Advanced models for manufacturing systems management*, CRC Press, 1995.

ESAME

L'esame si articola su una prova scritta ed una orale.

MA282 Programmazione e controllo della produzione 2

Anno: 5

Periodo: I

Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali)

Docente: Paolo Brandimarte

Il corso si propone di approfondire la conoscenza degli strumenti modellistici introdotti nell'insegnamento *Programmazione e Controllo della Produzione I*, con particolare riferimento a modelli stocastici e combinatori.

REQUISITI

È indispensabile una buona conoscenza degli argomenti trattati nei corsi *Metodi Probabilistici, Statistici e Processi Stocastici e Programmazione e Controllo della Produzione I*.

PROGRAMMA

– Aspetti metodologici.

Richiami sull'analisi di catene di Markov a tempo continuo.

Programmazione dinamica stocastica e relativi metodi numerici di soluzione.

Richiami di teoria dei grafi.

– Applicazione di modelli stocastici.

Controllo delle scorte in presenza di incertezze su domanda e *lead time*.

Analisi di sistemi di controllo della produzione basati su MRP e Kanban.

Valutazione delle prestazioni di sistemi di produzione soggetti a guasti.

– Applicazione di modelli combinatori.

Ottimizzazione del *layout* e *Group Technology*.

Bilanciamento di linee di assemblaggio.

Problemi di *Vehicle Routing*.

Ottimizzazione delle frequenze di trasporto.

ESERCITAZIONI IN LABORATORIO

Implementazione di strumenti *software* basati sugli strumenti metodologici acquisiti a lezione, e loro valutazione mediante esperimenti numerici e di simulazione.

BIBLIOGRAFIA

Il materiale di riferimento verrà fornito a lezione.

Testi ausiliari:

J.A. Buzacott, J.G. Shanthikumar, *Stochastic Models of Manufacturing Systems*, Prentice-Hall, 1993.

S.C. Graves et al, *Logistics of Production and Inventory*, North Holland, 1993.

ESAME

L'esame si articola su una prova scritta ed una orale.

M5010 Sistemi informativi

Anno: 5 Periodo:1 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+1+1 (*ore settimanali*)
 Docente: **Letizia Jaccheri**

Il corso descrive le modalità di impiego delle tecnologie informatiche nell'area della produzione. Vengono poi descritte l'architettura e le principali applicazioni di un sistema informativo della produzione e viene proposta una metodologia per individuare le soluzioni più coerenti in relazione con la specifica tipologia di produzione.

Le problematiche di realizzazione dei sistemi aziendali vengono affrontate sia sotto l'aspetto delle tecniche di progettazione e pianificazione con particolare riguardo al ruolo dell'utente, sia sotto l'aspetto della scelta di eventuali *package* applicativi. Relativamente a questi vengono forniti i criteri per condurre la valutazione la selezione.

PROGRAMMA

La problematica della gestione industriale ed il ruolo del sistema informativo.

Le tecnologie informatiche significative ed il loro impiego nell'ambiente industriale. Viene esaminato in particolare il ruolo delle tecniche *data base* e *data communication*.

Esame delle diverse tipologie di sistemi produttivi ed individuazione dei diversi modelli concettuali, anche in relazione all'evoluzione (del modo di produrre e dei modelli organizzativi) in atto.

Descrizione dell'architettura di un tipico sistema informativo di produzione.

Illustrazione delle principali applicazioni.

La problematica dell'evoluzione dei sistemi informativi di produzione, la pianificazione delle nuove realizzazioni ed il ruolo dell'utente.

L'alternativa dell'utilizzo di *package* applicativi *standard*; cosa offre il mercato.

Vantaggi e svantaggi dell'adozione di un *package*; come valutarli, scaglierli ed utilizzarli.

ESERCITAZIONI

Vengono svolti esercizi di personalizzazione di programmi applicativi per la gestione della produzione.

LABORATORIO

Vengono svolti esercizi pratici di utilizzo di programmi applicativi per la gestione della produzione.

BIBLIOGRAFIA

Dispense del docente.

M5175 Statistica aziendale + Marketing industriale (Corso integrato)

Anno: 4

Periodo: 2

Lezioni, esercitazioni, laboratori: 4+4 (ore settimanali); 56+56 (nell'intero periodo)

Docenti: **E. Marengo, Giorgio Pellicelli**

Il corso integrato, dopo aver trattato dei metodi quantitativi impiegati negli studi di mercato, analizza le tecniche della comunicazione d'impresa, da quelle più tradizionali (pubblicità, promozioni, relazioni pubbliche) a quelle innovative, sviluppando e discutendo alcune applicazioni significative.

PROGRAMMA

- Lo strumento statistico; il metodo del campione.
- Le tecniche per la individuazione delle strutture dei gruppi.
- La diffusione dei messaggi.
- Tecniche tradizionali per la comunicazione d'impresa.
- Tecniche innovative: sponsorizzazioni, comunicazione interattiva, comunicazione collettiva.
- La comunicazione integrata.
- Il *marketing* strategico nei servizi.
- Le indagini al servizio della comunicazione d'impresa.
- Studio di casi: analisi di alcune campagne pubblicitarie.

BIBLIOGRAFIA

Il materiale di riferimento verrà fornito a termine.

Testi ausiliari:

A. A. Brainerd, J. D. Shambaugh, *Statistical Models of Management*, McGraw-Hill, 1963.

Hall, 1963.

K.C. Grover, *A. Logistics of Production and Inventory*, North-Holland, 1963.

ESAME

L'esame si svolge su due prove scritte ed una orale.

M5390 Studi di fabbricazione

Anno: 5 Periodo:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori: 6+2 (ore settimanali)
Docente: **Agostino Villa**

Questo insegnamento è mutuato da:

MA255 Gestione dell'innovazione e dei progetti / Studi di fabbricazione (i)

M4860 Sistemi di controllo di gestione

Anno: 5 Periodo:2 Lezioni, esercitazioni, laboratori:5+1+2 (ore settimanali)
 Docenti: **Gianni Guerra; Emilio Paolucci; Davide Munari**

Il Controllo di gestione è la componente del Sistema organizzativo che svolge la funzione di "guidarlo verso obiettivi prestabiliti". Come tale deve essere coerente ed integrato in modo armonico con tutte le altre componenti organizzative. Gli obiettivi del corso consistono nel mettere in grado, ad un primo livello, i partecipanti:

- definire le caratteristiche di un sistema di controllo di gestione, in relazione alle diverse tipologie di attività (ruolo di progettisti del servizio).
- dare un supporto specialistico in termini di controllo di gestione ai responsabili aziendali (ruolo di fornitori del servizio).
- avvalersi del supporto del controllo di gestione in qualità di responsabili operativi (ruolo di clienti del servizio).

Le modalità didattiche prevedono diverse testimonianze di esperti del settore.

REQUISITI

Si consiglia di rispettare tutte le precedenze indicate nel piano ufficiale degli studi.

PROGRAMMA

Introduzione: funzione del controllo di gestione, ruoli, componenti e struttura logica. Problematiche: obiettivi di breve, medio, lungo, ambiente competitivo, complessità, incertezza/rischio, variabili endogene/esogene. Interazioni con le componenti del Sistema organizzativo.

Controllo strategico: le architetture strategiche: le aree d'affari e le competenze distintive. Il posizionamento competitivo: fattori di differenziazione, costi e tempi. Le alternative e le scelte strategiche. La valutazione economica delle strategie d'impresa. Testimonianze su casi aziendali.

Controllo direzionale ed operativo: aziende manifatturiere operanti su previsione (serie): budget economico/finanziario e controllo budgettario, analisi scostamenti, cause, azioni correttive/preventive. Aziende manifatturiere operanti su commessa/progetto. Rapporti con il sistema organizzativo: sistema premiante, "management by objectives". Aziende di servizi. Testimonianze di responsabili di controllo di gestione e di responsabili operativi.

Simulazione dinamica della gestione: sistemi di supporto informatici al controllo di gestione. Simulazione dinamica (modello "I THINK").

Impostazione di nuove iniziative: "Business Plan".

ESERCITAZIONI

Analisi di casi di controllo di gestione mediante sistemi di supporto informatici.

BIBLIOGRAFIA

Materiale didattico indicato e distribuito durante il corso.

Programmi delle discipline delle scienze umanistiche

UM001 Metodologia delle scienze naturali (Il metodo scientifico)

Il corso si propone di introdurre le problematiche della filosofia della scienza. Nella cultura contemporanea, il metodo scientifico è stato riconosciuto come una complessa manifestazione di tecniche e ragionamenti - non regole che garantiscono la certezza - con una maggiore consapevolezza anche delle influenze culturali, delle politiche delle istituzioni e della struttura psicologica del ricercatore.

La filosofia della scienza ha visto negli ultimi anni una reazione al neopositivismo e un periodo di discussioni storiche e filosofiche su scienza normale e rivoluzioni, progresso e incommensurabilità delle teorie; quindi si è rivolta alle condizioni al contorno, materiali e culturali, del lavoro scientifico, arricchendosi di contributi della sociologia e delle scienze cognitive; i nomi portanti di questo sviluppo sono quelli di Popper, Quine, Kuhn, Feyerabend, Barnes e Latour.

Il riconoscimento della varietà e storicità del metodo scientifico non significa tuttavia che non si possa riconoscere nell'attività dello scienziato un arsenale di criteri, tecniche e procedure che caratterizzano la proposizione e la verifica di ipotesi e teorie, e che le distinguono dall'argomentazione non scientifica, puramente retorica, o semplicemente sbagliata. Il tentativo di caratterizzare questo "metodo scientifico", se non di giustificarlo, è l'obiettivo della filosofia della scienza.

PROGRAMMA

Il corso si svolgerà attraverso l'esame di alcuni case studies rilevanti della storia del pensiero scientifico (come hanno fatto in fondo Kuhn con la rivoluzione copernicana, Feyerabend con Galileo) in modo da mettere in luce l'articolazione e la codifica del metodo scientifico a diversi livelli di astrazione, dalle correlazioni statistiche ai modelli matematici, alle teorie a medio raggio, a quelle generali. Per definire la natura della spiegazione scientifica, si preciseranno le diverse funzioni e tipi dei modelli, l'organizzazione e la portata degli esperimenti, la natura delle teorie, affrontando quindi i temi classici della verifica, corroborazione o falsificazione delle ipotesi. Su questa base si potranno affrontare anche i temi più generali del rapporto tra scienza e metafisica, del riduzionismo, delle rivoluzioni scientifiche, nonché il ruolo delle influenze sociali e dei condizionamenti psicologici.

Questo allargamento di orizzonti potrà essere realizzato anche in forma seminariale, con approfondimenti di gruppi di studenti interessati all'uno o all'altro dei temi.

BIBLIOGRAFIA

R.N. Giere, *Understanding Scientific Reasoning*, Holt, Reinhart and Winston, New York, 1985

G. Lolli, *Capire la matematica*, Il Mulino, Bologna, 1996

T. L. Wolpert, *The Unnatural Nature of Science*, Faber&Faber, London, 1992

oltre a una scelta di alcuni classici della filosofia della scienza contemporanea sopra citati

ESAME

L'esame prevederà a fianco della prova orale anche la presentazione di una relazione scritta su un autore o un tema su cui gli studenti abbiano svolto una ricerca o una lettura di approfondimento, secondo le loro preferenze.

UM002 Propedeutica filosofica

Il corso si propone di illustrare, ad un livello elementare, concetti, metodi ed esempi della ricerca filosofica attuale, in vari campi (metafisica, filosofia del linguaggio, filosofia della mente, filosofia morale). Verrà sottolineata la struttura argomentativa del discorso filosofico, cioè si cercherà di mettere in evidenza in che modo-con quali argomenti-vengono sostenute le varie tesi filosofiche di volta in volta esaminate.

PROGRAMMA

- Filosofia(possibili definizioni di filosofia, esempi di ciò che la filosofia è stata in passato, che cos'è la filosofia oggi).
- Linguaggio, concetti e significati (che cos'è un concetto? Concetti e parole. Regole. Concetti come enti mentali. Concetti e realtà).
- Mente e cervello (dualismo-riduzionismo- funzionalismo).
- Verità, giustificazione, verificazione (realismo metafisico, realismo interno, verificazionismo).
- Progresso(scientifico, tecnologico, sociale, morale).
- Il bene e la giustizia.
- Senso della storia e senso della vita.

BIBLIOGRAFIA

T.Nagel. *Una brevissima introduzione alla filosofia*. Il Saggiatore.

Verranno inoltre letti un certo numero di testi filosofici contemporanei, parecchi dei quali si trovano in M.Messeri. *Filosofia contemporanea*. Zanichelli

ESAME

Una prova scritta alla fine del corso, e una breve relazione (10-12 cartelle) su un argomento concordato con il docente.

UM007 Teoria dei linguaggi

PROGRAMMA

- Alcuni concetti fondamentali
 - sintassi, semantica, pragmatica
 - sintagma, enunciato; proposizione, termine singolare (nomi propri, descrizioni)
- Punti di vista sul linguaggio :
 - linguistica
 - teoria dei linguaggi formali
 - filosofia del linguaggio (semantica filosofica)
 - psicologia (psicolinguistica)
 - intelligenza artificiale (elaborazione del linguaggio naturale)
 - semiologia
- Sintassi
 - L'evoluzione del programma di Chomsky
 - La fase attuale della grammatica generativa
 - Altre teorie sintattiche
- Semantica
 - Concetti introduttivi: senso, denotazione, forma logica
 - Stereotipi e prototipi
 - Semantica formale e sua applicazione alle lingue naturali
 - Semantica linguistica (analisi componenziale, relazioni di senso)
 - Strutture semantiche impiegate in intelligenza artificiale
- Pragmatica
 - Teoria degli atti linguistici
 - Teoria della conversazione

BIBLIOGRAFIA

- M.Santambrogio (a cura di), *Introduzione alla filosofia analitica del linguaggio*, (Laterza), Roma-Bari 1992;
- P.Casalegno, *Filosofia del linguaggio*, (la Nuova Italia Scientifica), Roma 1997.

ESAME

L'esame prevederà a fianco della prova orale anche la presentazione di una relazione scritta.

UM004 Sociologia delle comunicazioni di massa

Il corso mira a dotare gli studenti di strumenti critici utili

- da un lato a usare e comprendere fattivamente gli usi e le funzioni della comunicazione nei diversi ambiti produttivi nei quali si troveranno a operare,
- dall'altro ad acquistare consapevolezza critica della presenza e del ruolo dei media nei diversi aspetti della vita sociale, una consapevolezza oggi necessaria per una responsabile partecipazione civica, qual è richiesta in particolare a chi esercita funzioni direttive e gestionali.

Il Corso avrà pertanto carattere interdisciplinare (con punti di vista sociologici, economici, culturali) e sarà dedicato non ad alcuni singoli mezzi di comunicazione, ma all'intero quadro sistemico dei media. Verrà fornita un'analisi d'insieme delle relazioni e interdipendenze organizzative, economiche e sociali, esistenti fra i diversi comparti dell'industria della comunicazione: i "vettori" (posta e telecomunicazioni), il "broadcasting" (radio, TV, TV-cavo), l'"editoria" (includendo in questo concetto non solo libri e giornali, ma anche produzione discografica, cinematografica, home video, fino al software informatico), l'"hardware", ovvero i beni strumentali.

Particolare attenzione sarà dedicata da un lato alle strutture professionali e all'organizzazione dei vari settori dell'industria dei media, dall'altro alle nuove tecnologie oggi emergenti e ai nuovi settori produttivi nascenti dall'incontro o "convergenza" tra i media in precedenza separati.

PROGRAMMA

- Comunicazione: definizioni e quadro teorico
- Le comunicazioni di massa e l'industrializzazione della cultura
- La comunicazione e la vita delle imprese
- L'attuale sistema dei media
- Prospettive di evoluzione
- Il caso italiano.

BIBLIOGRAFIA

P.Ortoleva, *Comunicazione e cambiamento sociale nel mondo contemporaneo*, (Pratiche), Parma 1995;

G.Cesareo e P.Roda, *Il mercato dei sogni*, (Il Saggiatore), Milano 1996;

E.Pucci (a cura di), *L'industria della comunicazione in Italia*, (Guerini), Milano 1996

ESAME

L'esame prevederà a fianco della prova orale anche la presentazione di una relazione scritta.

UM003 Sociologia del lavoro

Scopo del corso è esaminare modi e forme di utilizzazione economica e sociale delle innovazioni tecnologiche. Particolare attenzione verrà dedicata all'analisi delle relazioni esistenti tra innovazioni tecnologiche e innovazioni organizzative nelle imprese dell'industria e dei servizi. L'idea di fondo è che la diffusione delle innovazioni tecnologiche richiede adattamenti e innovazioni radicali nelle strutture organizzative delle imprese economiche, oltre a notevoli investimenti in istruzione e formazione professionale. A loro volta, le innovazioni organizzative - dal mutamento dei sistemi manageriali di controllo e dell'organizzazione del lavoro sino alle modifiche delle interfacce uomo-macchina - adattano le tecnologie alle esigenze produttive e del lavoro umano e contribuiscono a modificarle in misura rilevante.

PROGRAMMA

1. Alcuni concetti fondamentali della sociologia dell'azione sociale e della metodologia della ricerca sociologica;
2. Le relazioni tra processi di globalizzazione, innovazioni tecnologiche e occupazione - nei paesi europei e negli USA. Particolare attenzione verrà dedicata all'analisi delle politiche (riguardanti l'istruzione e la formazione professionale, il mercato del lavoro, le politiche pubbliche di *welfare*, l'innovazione di prodotti e di processi) messe in atto in questi paesi al fine di stimolare lo sviluppo economico e l'occupazione;
3. Le innovazioni organizzative (come il *re-engineering* o i programmi di *total quality management*) che accompagnano, stimolano e modificano l'introduzione delle tecnologie dell'informazione nelle organizzazioni industriali e dei servizi.
4. Le patologie dei sistemi tecnologici complessi - illustrate negli ultimi decenni da una serie di incidenti maggiori, da Seveso a Three Mile Island, Chernobyl, Bophal etc. Verranno in particolare definiti i concetti di interfaccia e di interazione uomo-macchina, di logica della progettazione e logica di utilizzazione dei sistemi tecnologici complessi, di organizzazione affidabile ed esaminate alcune teorie organizzative degli incidenti tecnologici.

Gli studenti saranno invitati a scrivere e presentare studi del caso riguardanti uno o più incidenti tecnologici maggiori. In questo caso saranno esonerati dal presentare all'esame il testo a scelta sub 4.

BIBLIOGRAFIA

R. Boudon (a cura di), *Trattato di sociologia*, Bologna, Il Mulino, 1995 (solo la "Introduzione" (pp. 13-26) e i capp. I: "Azione", pp. 27-62, e VIII: "Organizzazione", pp. 323-358 e XII: "Conoscenza", pp. 461-500).

A. Marradi, *Concetti e metodi per la ricerca sociale* in M. Cardano, R. Miceli, *Il linguaggio delle variabili*, Torino, Rosenberg & Sellier, 1991, par. 1 e 2, pp. 17-53.

A. Baldissera, *La tecnologia difficile*, Torino, Tirrenia Stampatori, 1992.

Un testo a scelta tra:

A. Baldissera, *La modernizzazione difficile*, Torino, Tirrenia Stampatori, 1992.

- Hammer & J. Champy, *Ripensare l'azienda. Un manifesto per la rivoluzione manageriale*, Milano, Sperling & Kupfer, 1994.
- Landes D.S., *Prometeo liberato. Trasformazioni tecnologiche e sviluppo industriale nell'Europa occidentale dal 1750 ai giorni nostri*, Torino, Einaudi, 1978.
- T. Ohno, *Lo spirito Toyota*, Einaudi, Torino, 1993.
- N. Rosenberg, *Exploring the black box: technology, economics and history*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994.
- de Terssac, *Come cambia il lavoro. Efficacia, autonomia, valorizzazione delle competenze*, Milano, Etas Libri, 1994.

UM008 Storia del diritto italiano

Il corso intende presentare ad uno studente privo di veri concetti giuridici alcuni principi basilari per la conoscenza del nostro attuale diritto attraverso la riflessione storica della loro formazione. Esso si prefigge di illustrare alcuni punti di partenza essenziali per conoscere il nostro attuale diritto e quindi eventuali futuri approfondimenti sui problemi specifici.

PROGRAMMA

- Fondamenti del diritto. Dimensione storica del valore di: giustizia, equità, diritto, fonti del diritto, norma giuridica, ordinamento giuridico, legge, consuetudine, giurisprudenza, dottrina giuridica, ordinamento giudiziario, principi generali del diritto.
- Interpretazione del diritto. La norma e la sua applicazione al caso concreto. La statualità del diritto. Posizione del giudice. Interpretazione e sue diverse manifestazioni. Norma, giudice, giurista nell'esperienza giuridica italiana.
- Lo Stato. Formazione dello Stato moderno e sua evoluzione. Elementi costitutivi. Tipi di Stato. Ordinamenti sovrastatali.
- Il sistema giuridico italiano. Dimensione storica del fenomeno e passaggio dalla situazione dell'età moderna a quella contemporanea.
- Evoluzione delle diverse fonti del diritto. Situazione attuale e gerarchia delle norme. Costituzione, codici, leggi, decreti ecc.; la decodificazione. Presentazione della situazione presente e dell'approccio alla conoscenza del diritto vigente. Il sistema giuridico italiano nel panorama europeo: passato e presente. I grandi sistemi giuridici contemporanei.

BIBLIOGRAFIA

Non esistendo uno specifico manuale, i testi di riferimento saranno indicati nel corso dell'anno e potranno essere reperiti con fotocopie o altri strumenti con riferimento ai singoli argomenti trattati.

BIBLIOGRAFIA

R. Bondon (a cura di), *Trattato di sociologia*, Bologna, Il Mulino, 1975 (tutto la "Introduzione" (pp. 13-26) e i capp. I, "Azioni", pp. 27-63, e VIII, "Organizzazione", pp. 123-158 e XII, "Conoscenza", pp. 461-500).

A. Marzoffi, *Concetti e metodi per la ricerca sociale* in M. Cantano, R. Mitchell, *Il linguaggio delle scienze*, Roma, Rosenberg & Selver, 1991, par. 1 e 2, pp. 17-51.

A. Balassara, *La tecnologia digitale*, Torino, Terebinth Stampatori, 1992.

Un testo a scelta tra:

A. Balassara, *La modernizzazione digitale*, Torino, Terebinth Stampatori, 1992.

UM005 Storia della filosofia contemporanea

PROGRAMMA

Breve storia della filosofia novecentesca centrato sul tema del rapporto tra "humanities" e mondo tecnico-scientifico: il filo conduttore è dunque ciò che la filosofia novecentesca (e non solo la filosofia in senso stretto: anche autori e testi di campi affini, come: letteratura, sociologia, tecnologia...) ha pensato circa la configurazione principalmente tecnico-scientifica del mondo contemporaneo: posizioni polemiche, spesso, ma anche teorie che guardano alla scienza sperimentale come modello di conoscere "vero", e alla tecnologia come a luogo di sperimentazione per una nuova forma di umanità. Il corso non privilegia (anche se non ignora) le riflessioni filosofiche sulla scienza, non è cioè un corso di epistemologia; e anzi ritiene indispensabile allargare la prospettiva sulla storia delle idee nel senso più generale della parola.

ESAME

L'esame prevederà a fianco della prova orale anche la presentazione di una relazione scritta.

UM006 Storia della tecnica

Il corso vuole fornire agli studenti la capacità di inquadrare gli oggetti e i sistemi tecnici nella loro prospettiva storica. A tal fine il corso prende l'avvio da alcune fondamentali premesse sul concetto di storia, sul ruolo e sulle finalità della ricerca storica, e specificamente sul significato della storia della tecnologia e sulla sua storiografia. Nel seguito sono passati in rassegna i sistemi tecnici più significativi, a partire da alcuni cenni sul mondo antico sino a focalizzare l'attenzione sul mondo contemporaneo. E' dato ampio spazio alle problematiche della tecnica nel XIX e XX secolo.

PROGRAMMA

- La storia come scienza. Le scritture, i documenti, la ricerca storica.
 - I temi e le idee della storia. Cronologia e storia. La storia e "le storie". Le scritture come fondamento della storia: il documento. La storia della tecnica e la sua storiografia. La storia della tecnica e la storia della scienza. Gli strumenti della storia della tecnica.
- Dal mondo antico al Medioevo (cenni).
- Dal Rinascimento al Seicento.
 - La "scienza nuova" e il passaggio "dal mondo del pressappoco all'universo della precisione" (A.Koyré): La nascita della metallurgia nel '500; la "meccanica" da Guidobaldo del Monte a Galilei a Newton; la nascita delle Accademie e delle istituzioni scientifiche.
- Il Settecento e la coscienza della tecnologia.
 - L'Illuminismo e le Enciclopedie. La Rivoluzione industriale in Gran Bretagna. L'industria dei metalli e gli arsenali. Il vapore. L'istruzione tecnica.
- L'Ottocento e il trionfo delle macchine.
 - Il macchinismo e la diffusione del sistema di fabbrica: Inghilterra, Francia, Germania, Italia. La nascita dell'elettricità. I sistemi tecnici: il telegrafo; le ferrovie; l'industria chimica. I politecnici e le scuole di ingegneria. La diffusione del sapere tecnico: le Esposizioni industriali; i brevetti. L'ottimismo "fin-de-siècle".
- Le crisi e le speranze del XX secolo
 - Le costruzioni in ferro e in cemento armato. La nascita dell'aeronautica. Il sistema industriale e il modello tayloristico. I grandi sistemi tecnici: elettricità, telecomunicazioni, trasporti. I limiti dello sviluppo. Le rivoluzioni informatiche.

LABORATORIO

Durante il corso, gli studenti a gruppi affronteranno la lettura critica di testi significativi della storiografia dei sistemi tecnici, con particolare riferimento al secolo XX e i cui risultati saranno oggetto di discussione collettiva durante le esercitazioni.

BIBLIOGRAFIA

Marchis, *Storia delle macchine*, (Ed. Laterza), Roma-Bari 1994;

V. Marchis (a cura di), *Storia delle scienze. vol.V (Conoscenze scientifiche e trasferimento tecnologico)*, (Einaudi), Torino 1995.

ESAME

L'esame prevederà a fianco della prova orale anche la presentazione di una relazione scritta.

M0510 Calcolo numerico	17
M0620 Chimica	19
M0840 Controlli automatici	21
M1380 Disegno assistito dal calcolatore	23
M1531 Economia ed organizzazione aziendale 1	25
M1532 Economia ed organizzazione aziendale 2	27
M1560 Economia politica	29
M1796 Elettromeccanica + Elettrotecnica applicata	30
M1811 Energetica 1 + Sistemi energetici 1	31
M1901 Fisica 1	33
M1902 Fisica 2	35
M2170 Fondamenti di informatica	41
MA240 Fondamenti di meccanica teorica e applicata	45
M2300 Geometria	47
M2370 Gestione dei progetti di impianto	49
M2460 Gestione industriale della qualità	50
M2720 Impianti industriali	52
M3500 Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici	54