

PROGRAMMA DELLA PROVA ORALE – I sessione 2022

A - ARGOMENTI COMUNI A TUTTA L'INGEGNERIA INDUSTRIALE

A1 - Elettrotecnica

Trasmissione dell'energia in corrente alternata a frequenza industriale. Tensione, corrente, potenza, energia. Dispositivi elettrici di manovra e protezione: interruttori, sezionatori, fusibili. Trasformatori da distribuzione. Macchine asincrone. Macchine sincrone. Le reti di distribuzione dell'energia elettrica in MT/bt. Sistemi TT-TN-IT. Impianti e dispositivi di protezione e sicurezza elettrica.

A2 - Fisica Tecnica

Grandezze fisiche. Trasmissione del calore e rendimento. Acustica. Illuminotecnica. Raffrescamento e riscaldamento di ambienti.

A3 - Idraulica

Cinematica, statica e dinamica dei fluidi. Moto uniforme, permanente e vario nelle correnti in pressione. Centrali idroelettriche ed impianti di sollevamento e trasmissione di fluido elastico.

A4 - Macchine

Motori a combustione interna, diesel e benzina: sovralimentazione, con particolare riferimento ai gruppi di emergenza e continuità. Emissioni e apparati anti-inquinamento. Turbine a vapore, turbine a gas, turbine idrauliche e mini-idrauliche e relativi impianti. Generatori eolici. Impianti di conversione da energia solare, fotovoltaici, termici ed ibridi. Il rendimento delle macchine e dei motori.

A5 - Meccanica Applicata alle Macchine

Meccanismi con camme e ruote dentate. Lubrificazione. Giunti di trasmissione. Accoppiamenti tra organi in movimento. Velocità critiche.

A6 - Scienza e Tecnica delle Costruzioni

Vincoli. Strutture isostatiche, con particolare riferimento alle strutture reticolari. Strutture iperstatiche semplici. Azioni, coazioni e cedimenti vincolari. Combinazioni dei carichi. Carico di punta. Caratteristiche di sollecitazione e loro diagrammi. Criteri di resistenza e verifica. Accoppiamenti saldati e bullonati. La sollecitazione a fatica.

A7 – Catene e strumenti di misura nel settore dell'ingegneria industriale.

A8 – La sicurezza nell'ambito dell'ingegneria industriale. Manutenzione ordinaria e straordinaria. Ispezioni periodiche e straordinarie. Piani di emergenza. Principi di ingegneria antincendio.

A9 - Normativa e legislazione

Il D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Il D.M. 11/04/2011 e s.m.i.

Il DM 37/2008



Il DPR 462/01

Il DPR 162/99

Il DPR 459/96 e s.m.i.

Il D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Il D.Lgs. 105/2015

Il DPR 151/2011 e DM 3 agosto 2015

Il D. P. R. 328/2001

La responsabilità professionale nel c.c. e nel c.p., assunzione di un incarico professionale/ lettera di incarico, parcella professionale e la deontologia: il Codice Deontologico, disponibile online:

<https://www.ording.roma.it/l-ordine/ordine/deontologia-professionale>

Il regolamento di Procedura del Consiglio di Disciplina, disponibile online:

<https://ording.roma.it/l-ordine/ordine/deontologia-professionale>

B - ARGOMENTI SPECIFICI PER I SINGOLI INDIRIZZI

B1. INGEGNERIA CHIMICA

Impianti Chimici

Schemi di processo: convenzioni e simbologia nella elaborazione di schemi di processo. Elementi di strumentazione e controllo. Richiami di termodinamica. Criteri generali per l'elaborazione dei bilanci di materia e di energia. Operazioni unitarie. Forni. Evaporazione a multiplo effetto. Cristallizzazione Adsorbimento. Assorbimento con reazione. Distillazione multicomponente. Progetto del piatto di una colonna. Distillazione non ideale: schema di distillazione azeotropica ed estrattiva. Estrazione liquido-liquido. Separazione liquido-solido. Schemi di processo per il trattamento delle acque civili ed industriali.

Petrolchimica

Il petrolio grezzo: genesi, produzione e distribuzione. Caratterizzazione del petrolio. Raffinazione: pretrattamenti, distillazione atmosferica, in pressione o sotto vuoto, isomerizzazione ed alchilazione, cracking, visbreaking, coking, reforming, cracking catalitico. Processi petrolchimici.

Chimica industriale

Processi e Tecnologie Chimiche Convenzionali e Innovativi. Processi a membrana. Conversione del petrolio, carbone e gas naturale. Produzione di Idrogeno e Syngas. Processi della chimica fine. Principi di catalisi industriale. Processi catalitici industriali.

Reattori chimici

Termodinamica Applicata. Cinetica Applicata. Criteri di conduzione delle reazioni chimiche industriali. Reattori Chimici: nozioni fondamentali. Criteri e strategie di scelta dei reattori e processi di separazione.

B2. INGEGNERIA ELETTROTECNICA

Elettrotecnica di base

Campi elettromagnetici. Circuiti elettrici in corrente alternata. Potenza, energia. Grandezze caratteristiche della trasmissione di energia elettrica a frequenza industriale. Distorsione armonica.

Dispositivi elettrici: interruttori, sezionatori, fusibili.

Macchine e sistemi elettrici: Macchine elettriche in AC e DC; elettronica di potenza; struttura della rete di distribuzione; impianti elettrici MT/BT; cabine elettriche e relativi componenti; apparecchi di manovra; relè; interruttori magnetotermico e differenziale; impianti di terra; sicurezza elettrica; Rifasamento utenza.



Rifasamento utenza.

Macchine e componenti elettrici

Linee elettriche e in cavo. Trasformatori monofase e trifase, trasformatori da distribuzione. Gli autotrasformatori. Macchine asincrone. Batterie di accumulo, impianti di produzione da fonte fotovoltaica. Macchine in corrente continua.

Elettronica di potenza

Componenti: diodi, tiristori, transistor, IGBT, FET, MOSFET, GTO.

Strutture di conversione: alimentatori AC/AC, raddrizzatori, inverter, chopper.

Misure Elettriche

Strumenti e metodi di misura per Installazioni strumenti da quadro e da laboratorio. Strumentazione analogica e digitale, strumenti elettronici.

Impianti Elettrici AT

Struttura della rete AT. Costanti delle linee. Il mercato dell'energia elettrica: la Borsa Elettrica.

Impianti elettrici MT/BT

Struttura della rete di distribuzione – le cabine elettriche le relative apparecchiature.

Normativa

La norma CEI 11/27.

La norma CEI 64/8.

B3. INGEGNERIA ENERGETICA

2.1 - INDIRIZZO CONVENZIONALI

Centrali termiche: tipici layout di generatori di vapore moderni di taglia piccola/media/industriale; schemi impiantistici adottabili per la produzione di vapore; combustione; tiraggio; cicli combinati; pompe di calore.

Trasporto e stoccaggio di materiali combustibili: Dimensionamento di un recipiente in pressione;

Principi di corrosione e protezione dei materiali.

Energia elettrica: Costo dell'energia elettrica, componenti e costi fissi. Il mercato dell'energia elettrica: la Borsa Elettrica. Connessione in rete e gestione di impianti di produzione eolici e fotovoltaici. Impatto ambientale dei sistemi energetici convenzionali.

2.2 - INDIRIZZO RINNOVABILI

Sistemi energetici e macchine termiche: Impianti solari termici/fotovoltaici; impianti a biomasse; motore Stirling; celle a combustibile; pompe di calore. Impianti di condizionamento; misti, a sola acqua, a sola aria; diagramma psicrometrico; fabbisogno energetico dell'edificio; impianti di condizionamento. Pannelli radianti. Macchine elettriche in AC e DC; sicurezza elettrica; elettronica di potenza; struttura della rete di distribuzione; connessione in rete e gestione di impianti di produzione eolici e fotovoltaici. Progettazione bioclimatica: Valutazioni delle prestazioni energetiche degli edifici; certificazione energetica e riferimenti normativi; tecnologie e tecniche per l'efficientamento energetico. Impatto ambientale dei sistemi energetici rinnovabili.

2.3 - INDIRIZZO NUCLEARE

Fisica nucleare: Decadimento radioattivo, reazioni nucleari, interazione delle radiazioni nucleari con la materia. Misure e Strumentazione: rivelatori di radiazioni nucleari, spettrometria alfa, beta e gamma, attivazione neutronica, caratterizzazione del materiale allontanabile e dei rifiuti radioattivi; sistemi di misura del flusso neutronico "in core" e "out core". Elettronica nucleare: Generatori HV, preamplificatore, amplificatore, SCA, MCA.

Ingegneria del nocciolo: formula dei quattro fattori, criticità, andamento del flusso neutronico, buckling geometrico e materiale. Impianti nucleari: Reattori nucleari, progetto nucleare, progetto termomeccanico; dimensionamento di un recipiente in pressione. Impatto ambientale dei sistemi energetici nucleari: analisi di incidenti severi (Three Mile Island, Chernobyl, Fukushima).

Radioprotezione: grandezze fisiche e di protezione, schermaggio delle radiazioni nucleari, DM 230/95 e ss.mm.ii.

B4. INGEGNERIA DELLA SICUREZZA

Analisi dei rischi

Normativa di riferimento. Pericoli e rischi. Fasi del processo di analisi dei rischi. Elementi di statistica. Valutazione qualitativa e quantitativa di un rischio. Le banche dati per le analisi del rischio. Metodi di analisi dei rischi. HAZOP, FTA, ETA ecc. Tecniche per la definizione delle aree di danno.

Costi della sicurezza

Individuazione dei costi della sicurezza. Costi della sicurezza diretti e indiretti. Costi strutturali e Costi aggiuntivi in fase di appalto.

I dispositivi di sicurezza e controllo.

Tipologie e loro caratteristiche

La manutenzione e le metodologie manutentive.

Pianificazione della manutenzione. Costi della manutenzione. Indici di manutenzione. Gestione della manutenzione.

I sistemi di gestione della sicurezza.

La sicurezza e la sua organizzazione nei luoghi di lavoro e nei cantieri mobili e temporanei

I profili di responsabilità dei diversi soggetti deputati alla sicurezza. Il DVR e il DUVRI. Il PSC e il POS. Le opere provvisorie e la loro pianificazione.

La sicurezza delle attrezzature di lavoro e gli obblighi normativi

Tipologie delle attrezzature di lavoro (*apparecchi, macchine e impianti*), Adempimenti specifici di legge per la costruzione, messa in esercizio e per l'utilizzo delle attrezzature di lavoro.

B5. INGEGNERIA GESTIONALE

I sistemi produttivi: caratterizzazione e tipologia

Definizioni e terminologia. Impianti di produzione. Impianti di servizio. Caratterizzazione dei processi produttivi. Dimensione di un impianto industriale. Grado di automazione di un impianto industriale. Produzione su commessa. Produzione batch. Produzione continua. Ciclo di vita di un processo produttivo. Le prestazioni dei sistemi di produzione: potenzialità produttiva, tempo di attraversamento, potenzialità di mix, capacità produttiva, Overall Equipment Effectiveness (OEE).

Il sistema azienda

Struttura giuridica (Impresa, Azienda, Società): società di persone, società di capitali. Classificazione delle aree di attività aziendale. Assetto istituzionale e di governo: assetto tecnico; assetto organizzativo; combinazioni economiche. Caratteri distintivi delle combinazioni economiche: unitarietà, estensione e dinamicità delle combinazioni economiche. L'ambiente di riferimento: ambiente socio-istituzionale; ambiente competitivo; il contesto europeo. L'organizzazione: tipi di organizzazione; strutture organizzative (funzionali, divisionali, etc.).

Elementi sulla contabilità generale e sulla contabilità industriale

Elementi per la valutazione dell'andamento economico-finanziario di una attività produttiva. Il Bilancio d'Esercizio: Stato Patrimoniale e Conto Economico. La contabilità industriale: criteri e metodi di contabilità industriale.

L'analisi di fattibilità dei progetti di investimento industriale

Investimenti. Analisi di fattibilità. Analisi degli investimenti industriali. Indagine di mercato. Criteri e metodi di valutazione degli investimenti.

Elementi di progettazione degli impianti industriali

Lo studio ubicazionale. Lo studio del prodotto. Il ciclo di vita dei prodotti. Distinta base, tipologie e modalità di rappresentazione. Strumenti per la progettazione in qualità: *codesign, quality function deployment, concurrent engineering*, etc.. Lo studio del processo produttivo. Matrici prodotto-



processo. Economia di scala. Livello di automazione. Mix di produzione. Diagrammi quantitativo e qualitativo. Fogli e cicli di lavorazione, modalità di rappresentazione. Lo studio del layout. Tipologie di layout. Criteri di scelta del layout.

La gestione dei materiali

Materiali a domanda dipendente e indipendente. Gestione dei materiali a domanda dipendente. Sistemi MRP (Material Requirement Planning). Gestione dei materiali a domanda indipendente. Modelli di gestione ROC (Re-Order Cycle) e ROL (Re-Order Level). Analisi per valore (ABC).

La gestione della produzione

La configurazione dei sistemi di produzione. Definizione del lotto economico di produzione (EPQ). Bilanciamento del sistema di produzione. La pianificazione e programmazione della produzione. Il *Toyota Production System*. Il supply Chain Management

La sicurezza dei sistemi di produzione

Analisi comparata della normativa di riferimento per la sicurezza nei sistemi di produzione (Norme generali. Norme speciali. Prodotti, macchine e impianti. Incendi. Inquinamento. Elementi di deontologia professionale).

Progettazione dell'organizzazione della sicurezza

Ruoli e responsabilità nelle organizzazioni: il datore di lavoro, il dirigente, il preposto, il responsabile del servizio di prevenzione e protezione, il medico competente, il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza. Progettazione dell'organigramma aziendale ai fini della sicurezza.

Rischi industriali e impostazione del progetto della sicurezza

Definizione di rischio. Tipologia e classificazione dei rischi industriali. Interventi di prevenzione e protezione. La sicurezza nel ciclo di vita del sistema industriale. Valutazione del rischio e criteri di accettabilità. Valutazioni economiche per la pianificazione della sicurezza. Pianificazione della sicurezza. Impostazione del progetto della sicurezza. Elementi del progetto della sicurezza di un sistema industriale.

Elementi caratteristici dei rischi specifici e relative misure di sicurezza. Rischi di natura elettrica. Rischi di natura meccanica. Rischi chimici, fisici, biologici. Rischi di incendio. Ergonomia del posto di lavoro. Qualità dell'ambiente di lavoro. Ambiente termico. Ambiente luminoso. Ambiente sonoro. Metodologie di analisi dei rischi. Il fattore umano.

Affidabilità di un sistema industriale

Definizioni di complessità e di sistema. Classificazione dei sistemi: riparabili, non riparabili, ridondanti, non ridondanti. Ridondanza attiva e passiva. Parametri affidabilistici nei sistemi non riparabili. Disponibilità e manutenibilità nei sistemi riparabili. Parametri affidabilistici nei sistemi riparabili. Guasti. Guasti che si autoevidenziano e non si autoevidenziano. Cenni sull'applicazione dei processi markoviani nell'analisi affidabilistica.

Analisi affidabilistica dei sistemi industriali

Tecniche per l'analisi di sistemi complessi. Preliminary Hazard Analysis. Failure Modes, Effect and Criticality Analysis. Hazard and Operability Analysis. Tecniche quantitative per l'analisi di sistemi complessi. Albero degli eventi. Albero dei guasti. Analisi qualitativa dell'albero dei guasti. Minimal Cut Sets. Analisi quantitativa dell'albero dei guasti. Valutazione dei parametri affidabilistici. Tecniche innovative per l'analisi dei sistemi.

Progettare la manutenzione

Termini e definizioni. Servizi di manutenzione e lavori. Riparazioni, adeguamenti, ristrutturazioni e ammodernamenti. Politiche e strategie di manutenzione. Obiettivi della manutenzione. Criteri per la selezione delle politiche e delle strategie di manutenzione. Organizzare le risorse di manutenzione. Il magazzino per la manutenzione. Indici di manutenzione. Il piano di manutenzione.

B6. INGEGNERIA MECCANICA

Idraulica e Fluidodinamica



Cinematica, statica e dinamica dei fluidi. Moto uniforme, permanente e vario in canali e condotte. Moto dei fluidi compressibili: metodi monodimensionali. Le equazioni di Stokes-Navier. Moto laminare e turbolento. Perdite in canali e condotti. Accoppiamento fluido/macchina.

Macchine e Impianti di conversione energia

Centrali termiche. Generatori di vapore di piccola, media a grande potenza. Turbine a vapore, turbine a gas, impianti cogenerativi ed a ciclo combinato. Motori a combustione interna, diesel e benzina: funzionamento e prestazioni. Sovralimentazione, principio di funzionamento e applicazioni. Pompe e compressori dinamici e volumetrici. Emissioni e apparati anti-inquinamento su motori a combustione interna, generatori di vapore e turbogas. Turbine idrauliche e mini-idrauliche e relativi impianti. Generatori eolici. Impianti di conversione da energia solare, fotovoltaici, termici ed ibridi. Impianti a vapore basati su fluidi organici (ORC).

Meccanica Applicata

Cinematica dei corpi rigidi, cinematica per i moti relativi. Dinamica dei corpi rigidi: equazioni cardinali, equazione della conservazione dell'energia, equazione di bilancio del lavoro, rendimento. Meccanismi. Dispositivi meccanici: freni a pattino, freni a disco, freni a tamburo, frizioni piane, trasmissione del moto (statica e dinamica) tramite cinghie. Ruote dentate: evolvente di circonferenza e sue proprietà, accoppiamento fra i denti di ruote cilindriche a denti dritti (cinematica e dinamica). Rotismi ordinari. Rotismi epicicloidali. Transitori: accoppiamento motore utilizzatore diretto, tramite trasmissione, tramite frizione.

Meccanica delle vibrazioni: sistemi ad un grado di libertà (non smorzato e smorzato con smorzatore viscoso libero e forzato con forzante armonica, a gradino, impulsiva e forzante generica, integrale di convoluzione per il calcolo della risposta, trasformata di Fourier, funzione di risposta in frequenza, sistemi con smorzamento del basamento, trasmissibilità), sistemi a più gradi di libertà (calcolo delle frequenze naturali e dei modi naturali di vibrazione, analisi modale).

Metodi numerici per la simulazione strutturale: metodo agli elementi finiti.

Tecnologie Meccaniche

Fonderia: raffreddamento di leghe, ritiro, progettazione del grezzo di fonderia, le principali tecniche di fonderia, in terra, microfusione, in forma permanente.

Asportazione di truciolo: forze, potenze, risultati della lavorazione, le principali macchine operanti per asportazione di truciolo, torni, fresatrici, trapani.

Deformazione plastica: criteri di resistenza, metodi di calcolo delle forze e delle potenze, le principali lavorazioni per deformazione plastica, laminazione, estrusione, trafilatura.

B7. INGEGNERIA AERONAUTICA

Gasdinamica

Equazioni di conservazione, relazioni di salto: discontinuità di contatto e urti. Flussi bidimensionali stazionari: equazione del potenziale, criteri di similitudine. Teoria delle caratteristiche, sistemi riducibili, invarianti di Riemann. Flussi piani supersonici, flussi di Prandtl-Meyer, urti obliqui, polare dell'urto. Riflessione e interazione e di onde, problema di Riemann, profili alari supersonici. Urti staccati, teoria Newtoniana, interazione urto-strato limite. Flussi supersonici su corpi assialsimmetrici. Ali supersoniche a delta ed a freccia. Flussi transonici su profili ed in ugelli. Strato limite termico, accoppiamento tra campo cinematico e termico. Flussi turbolenti, RANSE, teoria della lunghezza di mescolamento. Flussi 1D non stazionari, interazione e riflessione di onde, problema di Riemann. Avviamento delle prese d'aria supersoniche. Flussi quasi-1D non stazionari.

Sistemi di Controllo

Linearizzazione di modelli non lineari. Analisi nel dominio del tempo. I modi naturali. Risposta libera e forzata. Tempo di salita, di assestamento e massima sovraelongazione. Analisi nel dominio della frequenza. Trasformata di Laplace. Funzione di trasferimento e modelli ingresso-uscita. Stabilità e criterio di Routh. Diagrammi di Bode e risposta a regime permanente e transitoria. Controllabilità e osservabilità, Test di Hautus e decomposizione di Kalman. Progetto nel dominio del tempo.



Assegnazione degli autovalori e ricostruzione dello stato. Regolazione dell'uscita. Sistemi interconnessi: serie, parallelo e retroazione. Stabilità dei sistemi in retroazione e criterio di Nyquist. Progetto nel dominio della frequenza. Inseguimento e compensazione dei disturbi. Specifiche sul transitorio: come modificare il margine di fase e la pulsazione di attraversamento. Luogo delle radici.

Controllo del Traffico Aereo

Controllo del Traffico Aereo (CTA): zone di controllo e requisiti, categorie di atterraggio. Sistemi di Comunicazione: Radio analogiche e digitali; modulazioni; codifiche e prestazioni; sistemi di Navigazione: (a) radio-aiuti terrestri; funzionamento di NDB, VOR-DME, TACAN, sistemi di atterraggio strumentale: ILS, MLS (b) sistemi di navigazione satellitare (GNSS): GPS, GLONASS, GALILEO; i segmenti spaziale, di controllo e utente; segnali trasmessi e codici per il posizionamento. GPS differenziale (DGPS). SBAS e GBAS. Sistemi di sorveglianza: i sistemi radar: radar primario e secondario. Il modo S e le tecniche di multilaterazione. il tracciamento: mono e multi-radar tracking; integrazione radar primario e secondario; multiradar tracking, fusione di tracce e di plot.

Strutture Aeronautiche

Equazioni di base della meccanica linearizzata dei solidi e delle strutture spazio-discretizzate - Approccio debole e Metodo degli Elementi Finiti (MEF). Metodi di soluzione della meccanica linearizzata dei solidi e delle strutture spazio-discretizzate. Equazioni di base e soluzione della meccanica linearizzata dei solidi spazio-continui. Strutture aeronautiche sottili bidimensionali. Progetto ottimo (Optimal Design) a singolo e a multi-obiettivo nelle strutture aeronautiche

Dinamica del Volo

Terne di riferimento fondamentali. Equazioni di bilancio della quantità di moto e del momento della quantità di moto. Determinazione dell'orientamento e della traiettoria. Stabilità e controllabilità longitudinale: rigidità di beccheggio, punto neutro. Stabilità in manovra. Stabilità e controllabilità latero-direzionale. Stabilità dinamica: metodo delle piccole perturbazioni. Derivate di stabilità. Equazioni longitudinali e latero-direzionali in forma di stato. Soluzione dell'equazione di stato con il metodo della trasformata di Laplace. Autovalori ed autovettori della dinamica longitudinale. Modi caratteristici: fugoide e corto periodo. Dinamica latero-direzionale: autovalori ed autovettori, moti spirale e di rollio, moto di dutch roll. Risposta ai comandi. Qualità di volo e di pilotaggio.

Motori Aeronautici

Principi della termodinamica di non equilibrio chimico e dei flussi comprimibili. Analisi del ciclo del motore. Dimensionamento dei Componenti del Motore: presa dinamica e ugello propulsivo. Dimensionamento dei Componenti del Motore: Turbomacchine. Analisi al raggio medio di compressori e turbine assiali. Schiere di pale. Dimensionamento di uno stadio di turbomacchina. Correlazioni di perdita. Prestazioni fuori progetto di compressori e turbine assiali. Fuori progetto di un motore a turbina a gas.

B8. INGEGNERIA SPAZIALE E ASTRONAUTICA

Sistemi di Controllo

Linearizzazione di modelli non lineari. Analisi nel dominio del tempo. I modi naturali. Risposta libera e forzata. Tempo di salita, di assestamento e massima sovralongazione. Analisi nel dominio della frequenza. Trasformata di Laplace. Funzione di trasferimento e modelli ingresso-uscita. Stabilità e criterio di Routh. Diagrammi di Bode e risposta a regime permanente e transitoria. Controllabilità e osservabilità, Test di Hautus e decomposizione di Kalman. Progetto nel dominio del tempo. Assegnazione degli autovalori e ricostruzione dello stato. Regolazione dell'uscita. Sistemi interconnessi: serie, parallelo e retroazione. Stabilità dei sistemi in retroazione e criterio di Nyquist. Progetto nel dominio della frequenza. Inseguimento e compensazione dei disturbi. Specifiche sul transitorio: come modificare il margine di fase e la pulsazione di attraversamento. Luogo delle radici.

Gasdinamica

Leggi di bilancio ed equazioni di conservazione. Discussione delle loro proprietà fondamentali e della fenomenologia fisica. Teoria dei sistemi iperbolici in 3D+tempo: superfici di propagazione, variabili



d'onda, equazioni di compatibilità, onde semplici generalizzate e non, problema al contorno. Teoria degli urti: normali, obliqui e curvi; riflessione urti obliqui. Problema di Riemann. Flussi unidimensionali non-stazionari. Flussi supersonici stazionari. Flussi transonici. Fenomeni dissipativi, strati di scorrimento, strati limite e turbolenza comprimibile.

Meccanica del volo spaziale

Il problema dei due corpi: costanti del moto; traiettoria; tempo di volo. Sistemi cartesiani; trasformazione di coordinate; parametri orbitali classici. Satelliti terrestri: traccia e visibilità; perturbazioni; orbite di uso pratico; costellazioni di satelliti. Manovre orbitali. Il problema dei tre corpi: librioni di Lagrange; sfera di influenza di un astro; approssimazione delle "patched conics". Missioni lunari. Missioni interplanetarie: traiettorie eliocentriche di trasferimento; periodo sinodico. Equazione del moto di un razzo Prestazioni del razzo monostadio; razzo polistadio. Traiettoria di salita del lanciatore perdite gravitazionali, per disallineamento, e per resistenza. Orientamento del satellite, cinematica delle rotazioni. Moto libero del corpo rigido. Stabilità, effetti dissipativi. Sistemi passivi di puntamento. Stabilizzazione dei satelliti con controllo attivo.

Costruzioni Spaziali

Proprietà strutturali dei materiali (resistenza, rigidità, densità, espansione termica) e relative caratteristiche per le applicazioni nel campo spaziale. Richiami sulla tecnologia di produzione di materiali compositi laminati. Micromeccanica dei materiali compositi: analisi della rigidità e della resistenza. Macromeccanica dei materiali compositi (meccanica del laminato): analisi della rigidità e della resistenza. Soluzione di problemi di analisi strutturale di piastre laminate in composito. Funzioni e proprietà del sistema strutturale e degli elementi costruttivi dei sistemi spaziali (satelliti, sistemi di trasporto spaziale, sistemi abitati) e dei loro materiali. Introduzione al system engineering per i sistemi spaziali. Ambiente spaziale: analisi dei carichi nelle diverse fasi della missione.

Elettronica

Introduzione ai segnali elettronici analogici e digitali. Teorema di Shannon. Campionamento e discretizzazione di segnali tempo-continui. Rappresentazione di segnali nel dominio della frequenza. Bande di frequenza e relative applicazioni elettroniche. Generalità sui sistemi elettronici. Richiami di componenti bipolari e reti lineari due porte. Definizioni e caratteristiche degli amplificatori elettronici: concetti di saturazione, rumore, banda passante. Amplificatori operazionali (OP-AMP) e loro principali impieghi. Proprietà elettroniche dei semiconduttori e meccanismi di trasporto di carica. Correnti di diffusione, di trasporto, generazione e ricombinazione di portatori. Le giunzioni a semiconduttore: proprietà all'equilibrio e in polarizzazione. Struttura e principio di funzionamento di diodi, transistor bipolari (BJT) e transistori ad effetto di campo MOSFET.

Sistemi e Missioni Spaziali

Il sistema satellite. Principali tipologie di missioni spaziali (osservazione della terra, telecomunicazioni, navigazione, esplorazione dell'universo) e loro requisiti; fasi di una missione spaziale. Operazioni di missioni spaziali. Lo stato dinamico di un satellite e la sua determinazione (orbita ed assetto). Misure di angoli, distanze e velocità mediante metodi radio ed ottici. Metodi di determinazione orbitale mediante filtri batch e sequenziali. Sensori ed osservabili per la determinazione d'assetto; problema di Wahba e metodi di stima dell'assetto di una piattaforma spaziale. Manovre d'assetto; leggi di controllo. Controllo di piattaforme stabilizzate a tre assi mediante ruote d'inerzia e getti. Attuatori.

Propulsione Spaziale

Storia della propulsione ad endoreazione e delle sue applicazioni. Processi di base e classificazione dei sistemi propulsivi. Definizione e determinazione della forza propulsiva o spinta. Flusso in condotti e ugelli propulsivi. Parametri fondamentali di prestazione. Termochimica degli endoreattori chimici. Effetti reali negli endoreattori chimici. Sistema propulsivo vs. sistema lanciatore. Endoreattori a propellente liquido: Elementi di base degli endoreattori a propellente liquido (LRE); Propellenti liquidi per LRE; Serbatoi; Sistemi di alimentazione mediante gas in pressione. Endoreattori a propellente solido: Elementi di base degli endoreattori a propellente solido (SRM); Propellenti solidi; Velocità di combustione; Balistica interna: modellistica comportamento SRM; Grano propellente.



B9. INGEGNERIA BIOMEDICA

Impianti Ospedalieri

Definizione di rischio. Rischio incendio, interventi di prevenzione e protezione. Carico di incendio. Classificazione degli incendi e modalità di estinzione. Tipologia degli impianti antincendio. Elementi REI. Qualità dell'aria interna, controllo della qualità dell'aria. Portata dell'aria di rinnovo. Contaminazione particolata. Contaminazione microbiologica. Filtrazione. Pressione differenziale. Modalità di immissione dell'aria. Distribuzione dell'aria. Camere bianche. Bilancio energetico del corpo umano. Parametri caratteristici dell'ambiente termico e igrometrico. Ambienti termici moderati. Criterio PMV-PPD di Fanger. Sistemi HVAC. Produzione e distribuzione gas medicinali. Centrali termiche. Gruppi frigoriferi. Acqua sanitaria fredda e calda. Qualità dell'acqua. Reti idriche. Reti di scarico e ventilazione. Legionella. Centrale di sterilizzazione. Sterilizzazione a caldo e a freddo. Efficienza energetica.

Strumentazione Biomedica

Principi fisici su cui si basa il funzionamento dei dispositivi medici per la diagnostica clinica:

- Elettrocardiografo, elettroencefalografo, pacemakers e defibrillatori, macchine per anestesia e ventilatori polmonari, misuratori della pressione sanguigna e della funzionalità polmonare e radiologia;
- Ecotomografi, Tomografo Assiale Computerizzato (TAC), Risonanza Magnetica Nucleare. Tecniche e tecnologie finalizzate alla progettazione ed alla verifica delle loro prestazioni.

B10. INGEGNERIA DELLE NANOTECNOLOGIE

Nanotecnologia: approccio top-down e bottom up per la fabbricazione di nanostrutture e dispositivi nanostrutturati. Microscopie Elettroniche. Microscopie a Sonda. Tecniche di caratterizzazione di nanostrutture e dispositivi nanostrutturati.

Tecniche di nanofabbricazione. Tecnologia del vuoto (pompe e rivelatori). Sorgenti di elettroni. Rivelatori di elettroni e raggi-X. Dispositivi micro-elettromeccanici.

Materiali nanostrutturati o nanodimensionati (rivestimenti, particelle, nanotubi, grafene, ecc.) e tecniche di realizzazione.

Problematiche di sicurezza specifiche per i nanomateriali e le nanotecnologie.

B11. INGEGNERIA AUTOMATICA

Sistemi di attuazione, controllo del moto e sensori per l'automazione

Catena cinematica. Motori DC, a induzione, sincroni, passo-passo. Controllo in retroazione e in feed-forward. Regolatore PD. Controllo ottimo e regolatore lineare quadratico. Diagnosi dei guasti. Catena di misura. Curve di calibrazione. Encoder, dinamo tachimetriche e accelerometri. Osservatori e stima dello stato. Filtro di Kalman.

Tecniche moderne di controllo

Controllo robusto e controllo adattativo. Linearizzazione tramite feedback. Controllo predittivo. Controllo di robot manipolatori e di robot autonomi. Sistemi multi-agente: schemi di controllo centralizzato e distribuito. Controllo digitale.

F.to il Presidente della Commissione

Prof. Massimo Pompili