

# **Ing. Trasporti**

**Disciplina:** P312TRA **APPROCCIO INDUSTRIALE ALLO SVILUPPO** ING-IND/14  
**DEL SISTEMA TRENO**

**Corso di Studio:** TRA **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** GHERARDI FEDERICO 25U **Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:**

---

**Disciplina:** N864TRA **AUTOMAZIONE NEI SISTEMI DI TRASPORTO** ING-IND/13

**Corso di Studio:** TRA **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:** NON TENUTO PER MANCANZA DI STUDENTI

**Docente:** ALLOTTA BENEDETTO P1 ING-IND/13 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** 31568965 **CALCOLO NUMERICO**

MAT/08

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** CONTI COSTANZA

P2 MAT/08

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

#### ARITMETICA FINITA

- Rappresentazione dei numeri interi e reali in memoria
- Overflow, underflow, precisione di macchina
- Errori di arrotondamento e loro propagazione attraverso le operazioni elementari

#### SISTEMI LINEARI

- Norme vettoriali e matriciali
- Condizionamento
- Metodi diretti per la soluzione di sistemi lineari: Il metodo di Gauss, stabilita' e strategie di pivoting
- Metodi iterativi per la soluzione di sistemi lineari: metodo di Jacobi e di Gauss Seidel

#### EQUAZIONI NON LINEARI

- Metodo di bisezione e metodo di Newton
- Algoritmi e criteri di arresto

#### INTERPOLAZIONE E APPROSSIMAZIONE

- La migliore approssimazione ai minimi quadrati
- Il problema dell'interpolazione polinomiale
- Le funzini splines

#### MATLAB

- Regole generali di utilizzo: assegnazione delle variabili; operazioni elementari per scalari vettori e matrici
- Programmazione con Matlab: operatori relazionali, operatori logici e funzioni; istruzioni condizionali; cicli; funzioni matematiche di base.
- La grafica in due e tre dimensioni.
- Utilizzo di Matlab per la risoluzione dei problemi di calcolo numerico relativi ai punti precedenti;

---

Laboratorio di "Progettazione strutturale dei veicoli (con tirocinio e progetto)

Corso di Costruzione di Veicoli" (CFU assegnati 8)

Il Corso consiste in una parte di Costruzione di Macchine (a Prato tale Corso, che viene dopo quello di "Elementi delle Macchine", è articolato su 5-6 crediti) e in una di "Costruzione di Materiale Ferroviario" di 6-8 CFU nel vecchio ordinamento e dovrà comprendere anche una parte dei crediti assegnati al tirocinio e al Progetto nonché visite a Industrie e Impianti FS.

Prima Parte (4 CFU)

Elementi del sistema ferroviario, binario, ruote, assili, guida dei veicoli sul binario.

Richiami di teoria dell'elasticità, equazione delle travi, instabilità elastica delle travi snelle caricate di punta, diagramma di Eulero-Johnson. Cenni ad altri tipi di instabilità (pannelli di lamiera sottile irrigiditi).

Stati di tensione pluriassiali; esempi. Recipienti in pressione in parete sottile (serbatoi per l'aria compressa etc.)

Risultati della teoria dei dischi. Calcolo dei collegamenti forzati mozzo-albero, applicazione all'accoppiamento delle ruote ferroviarie e dei mozzi dei dischi freno con gli assili.

Introduzione alla fatica dei particolari meccanici. Generalità e il fenomeno fisico. La determinazione sperimentale dei parametri di progetto. Elementi di statistica per la valutazione dell'affidabilità dei risultati sperimentali, funzioni di Gauss e di Weibull e loro uso. Determinazione dell'involuppo delle sollecitazioni limite per provini e pezzi meccanici. Applicazione al calcolo a fatica delle sale ferroviarie e degli alberi delle ruote dentate.

Collegamenti filettati; calcolo a fatica.

Boccole ferroviarie, tipi e tenute. Cuscinetti di prima, seconda, terza e quarta generazione per applicazioni ferroviarie e stradali. Affidabilità dei cuscinetti e dei gruppi di cuscinetti; intensità dei cedimenti nei complessi di cuscinetti.

Fondamenti e risultati della teoria di Hertz, formule per i casi più semplici. Applicazione al calcolo delle tensioni di contatto e all'estensione dell'area di contatto fra ruota e rotaia. Fatica di contatto e formula relativa.

Sistemi di guida boccole e molle di sospensione. Sospensioni primarie e secondarie. Elementi del sistema di frenatura.

Visita alla Officina FS GR di Firenze Porta al Prato.

Visita al Deposito Locomotive di Firenze e al costituendo Museo Ferroviario di Pistoia.

Seconda parte (4 CFU)

Sospensioni dei veicoli; generalità, frequenze proprie del sistema e smorzamento. Sistemi a uno e due stadi, smorzatori. Progetto delle molle della sospensione secondaria di una vettura ferroviaria.

Impostazione del Progetto (con la collaborazione di Breda Ferroviaria) e relativo tirocinio.

La gomma come materiale da costruzione. Caratteristiche dei vari tipi di gomma e loro impiego. Caratteristiche tecniche e metodi di calcolo. Manufatti in gomma e loro comportamento. Manufatti in gomma speciali per applicazioni ferroviarie. Sospensioni pneumatiche.

Organi di trazione e repulsione per veicoli ferroviari e loro elementi. Aggancio automatico (cenni).

Calcolo degli ingranaggi ad evolvente. Richiami di geometria dell'evolvente e cinematica dell'ingranamento di due evolventi. Unificazione delle ruote dentate con riferimento alla dentiera utensile. Concetti di interferenza e minimo numero di denti intagliabile senza interferenza. Strisciamento specifico. Cenni alle ruote dentate corrette e ai criteri di correzione. Calcolo di resistenza delle ruote standard statico e a fatica. Influenza della velocità. Applicazione della teoria di Hertz al calcolo a fatica superficiale delle ruote dentate. Ruote cilindriche a denti elicoidali, taglio e verifica di resistenza. Ruote coniche; cinematica generazione e verifica strutturale. Cenni alle trasmissioni a vite senza fine-ruota elicoidale.

Trasmissioni ferroviarie, forme ed esempi.

Costruzione dei telai e delle carrozzerie dei veicoli ferroviari. Costruzioni in acciaio, in leghe leggere, in compositi.

Frenatura assistita dei veicoli. Frenatura dei veicoli ferroviari; concetti generali e applicazioni.

Ferrovie su gomma, con aderenza artificiale, speciali.

Visita agli stabilimenti Breda Ferroviaria e Officine GR di Foligno.

Revisione dei progetti.

---

Grandezze elettriche fondamentali. Teoria dei Circuiti e suoi limiti di applicabilità. Potenza ed energia. Leggi di Kirchoff. Componenti passivi. Connessioni serie e parallelo di componenti. Partitore di tensione e di corrente. Principio di sovrapposizione degli effetti. Metodi di Analisi su base Maglie e Nodi. Magnetismo induzione elettromagnetica, azioni elettromagnetiche ed elettrodinamiche. Componenti con memoria: induttore e condensatore. Correnti alternate in regime sinusoidale. Valore efficace. Fasori. Circuiti equivalenti nel dominio dei fasori. Circuiti risonanti serie e parallelo. Coefficiente di risonanza. Larghezza di banda.

Potenza attiva, fattore di potenza, potenza reattiva, potenza apparente e potenza complessa. Triangolo delle potenze. Conservazione della potenza complessa. Rifasamento.

Analisi di sistemi trifase simmetrici ed equilibrati, simmetrici e non equilibrati, con e senza filo neutro. Rifasamento di carichi trifase. Potenza nei sistemi trifase.

Induttori mutuamente accoppiati. Trasformatore ideale. Trasformatore monofase. Rendimento del trasformatore. Parallelo di trasformatori. Trasformatore trifase. Autotrasformatore. Prova a vuoto e prova in corto circuito del trasformatore. Campo magnetico rotante.

Cenni alla struttura ed ai principi di funzionamento delle macchine rotanti: Macchine a collettore, Macchine sincrone, Macchine asincrone.

Conversione statica, semiconduttori di potenza, raddrizzatori controllati, chopper, inverter.

Cenni di sicurezza elettrica e principi di impianti elettrici.

#### INTRODUZIONE:

Rilevanza dell'elettromagnetismo in Fisica ed in tecnologia. Fenomenologia elementare dell'elettrostatica: triboelettricità, induzione elettrostatica, forze elettrostatiche. Pendolino elettrico, elettroscopio.

#### ELETTROSTATICA:

Carica puntiforme ed esperienza di Coulomb. Legge di forza di Coulomb, confronto con la gravitazione di Newton. Principio di sovrapposizione delle forze, forza di Coulomb sul pendolino elettrico. Conservatività della forza di Coulomb e moto di una carica soggetta ad essa.

Campo elettrostatico come mediatore di forze. Definizione di campo e sue proprietà, esempi. Conservatività, linee di campo, criterio di Faraday, flusso di E e sorgenti. Legge di Gauss per cariche puntiformi e per distribuzioni di carica. Espressione locale della Legge di Gauss.

Uso della Legge di Gauss per il calcolo del campo E: strato e doppio strato, distribuzione sferica finita, distribuzione cilindrica finita, densità lineare di carica, guscio sferico.

Potenziale elettrostatico, lavoro del campo,  $E = -\text{grad}V$ . Potenziale di distribuzioni di carica. Problema fondamentale dell'elettrostatica. Luoghi equipotenziali.

Elettrostatica dei conduttori: nullità di E all'interno e Teorema di Coulomb sulla superficie. Problema di Dirichlet e di Neumann in presenza dei conduttori. Matrice delle capacità. Calcolo della capacità di un conduttore isolato sferico. Calcolo del campo e del potenziale della distribuzione lineare su un anellino e studio del moto assiale di una carica elettrica.

Schermo elettrostatico, induzione completa, condensatori, capacità del condensatore, calcolo della capacità per condensatori piani, sferici e cilindrici.

Energia di carica di un condensatore e calcolo dell'energia nel caso piano, sferico e cilindrico. Energia di un campo E e sua densità nei condensatori. Energia di N cariche puntiformi ed energia potenziale. Energia di una distribuzione di carica. Densità di energia di un campo qualsiasi.

#### ENERGIA ED ELETTRO-MECCANICA

Bilancio energetico di un sistema elettrostatico: forze, configurazione, forze generalizzate. Forze sui conduttori isolati (carica costante) od alimentati (potenziali costanti). Forze e momenti sulle armature di condensatori.

Dipolo elettrico esploratore e generatore.

Capacità in serie e in parallelo. Dielettrico omogeneo e isotropo. Campi, potenziali e capacità in presenza di dielettrico.

Moto radiale di una particella carica entro una distribuzione sferica di carica.

Forze in presenza di dielettrici.

#### CORRENTI CONTINUE E MAGNETOSTATICA:

Vettore J densità di corrente. J ed E per conduzione stazionaria. Intensità di corrente, conservazione della carica e continuità. Conduttori Ohmici, moto viscoso delle cariche. Leggi di Ohm. Leggi di Kirchhoff.

Resistori in serie e in parallelo. Dissipazione ohmica, effetto Joule. Circuito RC in continua: carica e scarica di un condensatore.

Fenomenologia magnetica elementare. Forze magnetiche su correnti.

Induzione magnetica con circuito esploratore. "Seconda" formula di Laplace. Forza di Lorentz e campo di Lorentz.

Legge di Biot-Savart. "Prima" formula di Laplace per un circuito e per una distribuzione qualsiasi di corrente. Forze su una spira rigida nel campo di Biot-Savart.

Girazione di una particella nel campo magnetico, sue equazioni di moto. Campo magnetico di una spira e di un solenoide. Flusso di B e circolazione di B, divergenza di B e rotore di B. Equivalenza spira-dipolo di Ampère.

#### INDUZIONE ELETTROMAGNETICA

Legge di Faraday, flusso tagliato e concatenato. Forze elettromotrici indotte e campo elettrico rotazionale. Mutua induzione magnetica. Autoinduzione. Coefficiente di induttanza.

Generatori di ddp alternata. Circuiti LR e bilancio energetico. Accoppiamento induttivo fra circuiti.

Circuiti oscillanti RLC serie e corrente alternata. Condizione di risonanza e bilancio energetico in circuiti oscillanti.

#### CAMPI ELETTROMAGNETICI

Corrente di spostamento. Equazioni di Maxwell in forma integrale e locale. Onde elettromagnetiche: propagazione di E e B nel vuoto. Onde elettromagnetiche piane: grandezze fisiche fondamentali. Energia elettromagnetica: trasporto di potenza, pressione di radiazione.



**Disciplina:** N018TRA **FISICA TECNICA INDUSTRIALE**

ING-IND/10

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** CELLAI GIANFRANCO

P2S

**Copertura:** AFF05

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

**Disciplina:** 44455656 **IMPIANTI INDUSTRIALI**

ING-IND/17

**Corso di Studio:** TRA IME, INE, IGE

**Crediti:** 6 **Tipo:**

**Note:**

**Docente:** BANDELLONI MARTINO

25U ING-IND/17

**Copertura:** CONCS

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

---

#### INTRODUZIONE - MODI DI TRASPORTO – NORMATIVE

Introduzione al corso di Lezioni e di Esercitazioni.

Ingegneria delle infrastrutture di trasporto: contenuti e problematiche generali.

I modi di trasporto. Il concetto di sviluppo e mobilità sostenibile. Dotazione infrastrutturale.

Le infrastrutture stradali: nomenclatura, rappresentazione e sviluppo storico

(segue)

L'iter realizzativo delle infrastrutture viarie e la legge Merloni

La legge sui Lavori Pubblici. Articolazione del progetto di una via; la valutazione dell'impatto ambientale, la Conferenza dei Servizi)

Il corpo normativo stradale (DM, CNR, UNI, CEN). Il nuovo Codice della Strada. Il progetto stradale e sue fasi preliminare, definitivo ed esecutivo)

Illustrazione e lettura di un progetto di un'infrastruttura stradale

Illustrazione e lettura di un progetto di un'infrastruttura stradale

#### PRESTAZIONI DELLE INFRASTRUTTURE E DEI VEICOLI

Concetti di funzionalità e sicurezza. Incidentalità stradale, ferroviaria ed aeroportuale

Concetti di rete, di itinerario e di classe funzionale degli archi e dei nodi. Concetti di interazione veicolo – infrastruttura (strade, ferrovie ed aeroporti)

Veicoli stradali: caratteristiche – Sagoma limite – Carichi - Ingombri in curva, prestazioni - potenza residua per superare le livellette.

Ruote motrici, frenate e portanti. Interazione pneumatico - pavimentazione: aderenza, (rumore, consumo, vibrazioni - NO)

Circolazione stradale. Diagrammi portata – velocità. Livelli di servizio. Capacità

UTENTE: comportamenti e caratteristiche, influenza dei comportamenti sulla progettazione

Il mezzo aereo: compatibilità aeromobili – aeroporto

I mezzi per la movimentazione delle merci: compatibilità mezzi di movimentazione – interporto

#### COSTITUZIONE DEL CORPO STRADALE

Tecnologia dei materiali stradali (leggi costitutive, caratteristiche delle terre e classifica AASHTO)

Corpo stradale in sede naturale – rilevati e trincee, problemi di stabilità

Corpo stradale in sede artificiale – viadotti e gallerie, sistemi di avanzamento in galleria. CASO STUDIO: Il traforo del Monte Bianco

Tipologia delle sezioni trasversali, regolamentazione delle acque

Muri di sostegno, di sottoscarpa e di controripa, controllo delle acque e opere di drenaggio

Pavimentazioni: terminologia, tipologia e costituzione delle pavimentazioni. Materiali costituenti gli strati

Il catalogo delle pavimentazioni stradali del CNR

#### LA SICUREZZA DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI

Le distanze di visibilità per l'arresto, per il sorpasso e per il cambio corsia

Il controllo della velocità in fase di progetto e di esercizio

Gli elementi di ritenuta: tipologia e normativa

(sgue)

#### LE NORME FUNZIONALI E GEOMETRICHE DELLE STRADE

DM 6792 DEL 5.11.2001

Gli elementi planimetrici: rettili, curve circolari, clotoidi

La stabilità del veicolo in curva

Andamento altimetrico del tracciato stradale. Scelta della livelletta, raccordi concavi e convessi

Il diagramma delle velocità

Visibilità in curva ed il diagramma delle visibilità

La scelta della sezione. I livelli di servizio

Composizione della piattaforma in sezione trasversale. Elementi costitutivi e complementari. Il progetto della sezione trasversale.

#### LE NORME FUNZIONALI E GEOMETRICHE DELLE INTERSEZIONI STRADALI

Le intersezioni stradali: a raso, a rotatoria e a livelli sfalsati

Le intersezioni stradali: a raso, a rotatoria e a livelli sfalsati (segue)

I parcheggi e le pertinenze

Applicazione del D.M. 6792 e verifica del progetto in esame.

Illustrazione e lettura di un progetto di un'infrastruttura stradale: le intersezioni

## I SISTEMI MULTIMODALI

Gli interporti, i porti e le autostrade del mare

Le autostrade ferroviarie e i corridoi multimodali

## LE INFRASTRUTTURE AEROPORTUALI

Il mezzo aereo: Dimensioni, prestazioni, carichi, carrelli, manovrabilità a terra

Concetti di capacità aeroportuale

Dotazione infrastrutturale: lunghezza di pista, vie di circolazione, piazzali di sosta, pavimentazioni e accessibilità lato terra.

Dotazione infrastrutturale (segue), corpo normativo.

Classifica ICAO degli aeroporti

Criteri per la localizzazione di un aeroporto (ostacoli vicini e lontani, rumore)

Illustrazione e lettura di un progetto di un'infrastruttura aeroportuale

Illustrazione e lettura di un progetto di un'infrastruttura aeroportuale

**Disciplina:** 789456      **MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE**      ING-IND/13

**Corso di Studio:** TRA      **Crediti:** 6      **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** TONI PAOLO      P1      ING-IND/13      **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:** Auciello Juri RTD - codocenza 20 ore

**Docente:** RINDI ANDREA

RC ING-IND/13 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

#### Meccanica del veicolo Ferroviario

Introduzione storica: motore a vapore, breve storia delle soluzioni tecniche adottate, principali caratteristiche e problematiche del mezzo ferroviario.

Descrizione delle principali tipologie di veicoli ferroviari (carrozze, carri, elettrotreni, locomotori, etc). Principali caratteristiche (rodiggio, passo rigido etc.)

Prestazioni e resistenze all'avanzamento (pendenze, resistenze proprie, resistenze in curva, valutazione delle masse rimorchiabili).

Armamento ferroviario principali caratteristiche: (armamento, carico per metro lineare per asse, sagome limite, scartamento ed altri parametri geometrici).

Descrizione geometrica di ruota e rotaia: principali profili di ruote (conicità costante, iso-consumo) e rotaia (UIC).

Contatto e cinematica ruota rotaia: accenni allo scambio di forze tra le superfici di rotolamento, conicità equivalente effetti sulla inserzione in curva e sulla stabilità di marcia.

Moti di serpeggio: modello semplificato con assile (bicono) isolato secondo teoria di Klingel

Forze laterali:

- 1) Condizioni di svio e setacciamento
- 2) Accelerazione non compensata
- 3) Sopraelevazione e disegno della linea in curva
- 4) Centro di rollio e sovrappeso delle sospensioni
- 5) pendolamento passivo ed attivo (tilting)

Trasmissione di forze longitudinali tra cassa e carrelli. il problema del cabraggio.

Dinamica Verticale: masse non sospese, semplicemente e doppiamente sospese esempi applicativi.

Esempi costruttivi di carrelli ferroviari in ragione delle diverse tipologie di veicolo e prestazioni richieste.

Il freno pneumatico UIC: caratteristiche e funzionamento, freni elettromagnetici.

Dispositivi Antislittanti ed Antipattinanti: caratteristiche principali e criteri di intervento

Trazione indici fondamentali di prestazione

Captazione: descrizione linea aerea, pantografo, principali caratteristiche

Indici di Comfort, introduzione

#### Meccanica del veicolo Stadale

Contatto ruota strada

Modello di Coulomb

Modello a spazzola per scorrimenti longitudinali e laterali

Magic formulae; azioni longitudinali, laterali e combinate;

Influenza sulle curve di aderenza del carico verticale, angolo di campanatura, velocità, velo idrico...

Azioni aerodinamiche

Dinamica longitudinale

Frenatura: Trasferimento di carico. Proporzionamento dell'impianto frenante-sistemi di frenatura assistita (ABS, ESP....)

Trazione: curve di potenza, coppia e consumo specifico di un MCI

Modello a 1 Dof con modello ruota-via di Coulomb

Modello a 3 Dof con modello ruota-via di Pacejka.

Prestazioni del veicolo: massima pendenza superabile, massima velocità su strada piana, massima accelerazione su strada piana.

Cenni sulla scelta dei rapporti del cambio

Dinamica Laterale

Sterzata cinematica

Sterzata ideale: modello semplificato a 1 Dof;

Sterzata dinamica: modello a 3 Dof; equazioni di moto generali, angoli di deriva, forze agenti sulle ruote

Stabilità direzionale: equazioni di moto linearizzate; derivate di stabilità; risposta allo sterzo; punto neutro; risposta a forze e momenti.

#### Dinamica Verticale

Cenni sui vari tipi di sospensioni

Comfort: modelli a 1 Dof e 2 Dof (quarter-model) per la dinamica verticale;

Influenza delle masse sospese e non sospese

**Disciplina:** 44565666 **MECCANICA RAZIONALE**

MAT/07

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FROSALI GIOVANNI

P1 MAT/07

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Matematica Applicata "G.Sansone"

---

**Disciplina:** N048TRA **MONITORAGGIO**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:** 20 ore colla. didattica integrativa a CALDELLI RTD

**Docente:** ARGENTI FABRIZIO

P2 ING-INF/03

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** 11256666 **MOTORI PER AUTOVEICOLI**

ING-IND/08

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FERRARA GIOVANNI

RC ING-IND/09

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** N929TRA **PROTOTIPI VIRTUALI**

ING-IND/15

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** RISSONE PAOLO

P1 ING-IND/15

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

**Disciplina:** N031TRA **SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**

ICAR/08

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FACCHINI LUCA

P2 ICAR/08

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Civile

---

PROGRAMMA DEL CORSO DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI  
ING. DEI TRASPORTI - NUOVO ORDINAMENTO  
PROF. ING. LUCA FACCHINI

#### 1 - LA STATICA DEI SISTEMI DI TRAVI

- 1.1 - Richiami di statica del corpo rigido
- 1.2 - Travi e sistemi di travi
- 1.3 - Azioni interne
- 1.4 - Strutture prevalentemente soggette ad azioni assiali
- 1.5 - Il principio dei lavori virtuali per i corpi rigidi

#### 2 - TRAZIONE E COMPRESSIONE

- 2.1 - Prova uniassiale
- 2.2 - Aste sollecitate assialmente
- 2.3 - Soluzione di strutture reticolari

#### 3 - FLESSIONE

- 3.1 - Flessione retta
- 3.2 - Flessione deviata
- 3.3 - Tenso (presso) - flessione

#### 4 - TORSIONE E TAGLIO

- 4.1 - Sforzi tangenziali e scorrimenti angolari
- 4.2 - Torsione
- 4.3 - Taglio

#### 5 - CALCOLO DI SISTEMI DI TRAVI

- 5.1 - Il metodo della linea elastica
- 5.2 - Il principio dei lavori virtuali

#### 6 - ELEMENTI DI MECCANICA DEI SOLIDI

- 6.1 - Introduzione
- 6.2 - Lo stato di sforzo
- 6.3 - Lo stato di deformazione
- 6.4 - Il legame elastico lineare per materiali isotropi
- 6.5 - Il problema elastico lineare isotropo

#### 7 - LA SICUREZZA STRUTTURALE

- 7.1 - Il limite elastico
- 7.2 - Il limite elastico nelle travi
- 7.3 - Il collasso per instabilità
- 7.4 - Considerazioni conclusive

**Disciplina:** N502TRA **SISTEMI ENERGETICI**

ING-IND/09

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FACCHINI BRUNO

P2 ING-IND/08

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

## SISTEMI ENERGETICI

Raggruppamento Scientifico Disciplinare: ING-IND 08/09 (VECCHIO I04B/C)

CLASSE: Ingegneria Industriale

Anno di corso: terzo

Richiami di fluidodinamica

Bilanci di massa, energia e quantità di moto per un sistema fluido. Definizione di grandezze totali

Lo scambio energetico nelle schiere delle turbomacchine

Definizione dei triangoli di velocità; espressione di Lavoro, Potenza e Rendimento per le turbomacchine. Esempi applicativi.

Lo scambio energetico negli stadi delle turbomacchine

Rappresentazione sui piani H/S. Definizione di grado di reazione. Effetto delle perdite. Teoria della similitudine e mappe di funzionamento. Esempi applicativi.

Macchine Idrauliche

Cenni alle principali tipologie di impianto idraulico. Macchine idrauliche motrici ed operatrici. Curve caratteristiche e cenni alla regolazione. La cavitazione

Termodinamica dei Sistemi Energetici

Brevi richiami di termodinamica sono previsti all'inizio dei successivi moduli.

Impianti motori a vapore e cicli frigoriferi

Cicli a vapore semplici e perfezionati. Rigenerazione. Componenti: condensatori, scambiatori a superficie ed a miscela, torri di raffreddamento, generatori di vapore. Cenni alle problematiche di impatto ambientale. Regolazione. Cicli frigoriferi a compressione semplici e perfezionati. Cicli frigoriferi ad assorbimento. Caratteristiche e compatibilità ambientale dei fluidi frigoriferi.

Impianti motori con turbine a gas

Ciclo semplice. Rigenerazione e miglioramento del ciclo Mappe di prestazioni e regolazione. Camere di combustione e refrigerazione delle parti calde. Tendenze di sviluppo. Cenni alle problematiche di impatto ambientale.

Motori a combustione interna alternativi.

Ciclo ideale e ciclo limite per accensione comandata e spontanea a quattro tempi. Ciclo reale e prestazioni. Cenni alle problematiche di impatto ambientale.

Cogenerazione e cicli combinati

Vantaggi termodinamici, della cogenerazione: parametri di analisi e cenni normativi sulla cogenerazione. Impianti cogenerativi con turbine a vapore, a gas e con motori termici volumetrici.

Cicli combinati gas-vapore Principi di funzionamento e tipologie.

Esercitazione Valutazione delle prestazioni di un sistema energetico

Totale crediti: 6

1. Introduzione ed obiettivi didattici del corso

1.1. Definizione di sistema di trasporto

1.2. Lo Stato e le Imprese nell'attuale assetto dei trasporti in Europa

2. Caratteristiche fondamentali dei veicoli e delle infrastrutture

2.1. Funzioni principali del sistema veicolo-infrastruttura - Modalità di realizzazione delle varie funzioni nei sistemi di trazione più importanti

2.2. Introduzione ai veicoli e alle infrastrutture per sistemi a guida vincolata - Definizioni e nomenclatura - Elementi fondamentali dell'infrastruttura ferroviaria - Rassegna delle tipologie di veicoli ferroviari - Altre tipologie di sistemi a guida vincolata

2.3. Introduzione ai veicoli e alle infrastrutture per i sistemi a guida libera - Definizioni e nomenclatura - Elementi fondamentali dell'infrastruttura stradale - Rassegna delle tipologie dei veicoli stradali

2.4. Introduzione ai veicoli e alle infrastrutture per i trasporti aereo e navale

2.5. Meccanica della locomozione - Utilizzi della meccanica di locomozione - Equazione generale del moto - Forza di trazione: segni e convenzioni, la caratteristica ideale di trazione e la sua realizzazione con i sistemi di trazione più importanti - Resistenze al moto: tipologie e origine, formule di calcolo - Diagramma elementare del moto e prestazioni del veicolo isolato

2.6. Compatibilità tra veicoli e infrastrutture - Rassegna delle tipologie più importanti di compatibilità - I limiti di carico ammessi dalle infrastrutture - Compatibilità dimensionale nel trasporto ferroviario: iscrivibilità e ingombri (sagoma limite) - Compatibilità dimensionale nel trasporto stradale

3. Teoria del deflusso negli impianti lineari e puntuali

3.1. Concetti di base e definizioni - Rappresentazione grafica del deflusso tramite la legge oraria del moto - Il flusso come funzione della velocità dei veicoli e del loro distanziamento

3.2. Deflusso negli impianti lineari a guida vincolata - Concetti generali sul distanziamento in ferrovia - Formula per il calcolo della curva di deflusso in condizioni di marcia a vista - La marcia a vista elettrica (blocco mobile): il sistema ERTMS e l'interoperabilità - Sistemi di blocco fisso moderni: segnalamento a due, tre e più aspetti - Effetti della circolazione omotachica e politachica sulla potenzialità di linea

3.3. Deflusso negli impianti lineari a guida libera - Curve di deflusso e definizione dei livelli di servizio - Stabilità e instabilità del deflusso - Procedimento di progetto e di verifica della capacità

4. Cenni di microeconomia e di economia aziendale

I presupposti dell'attività economica: il bisogno economico, la ricchezza, la produzione ed il consumo, i fattori di produzione, l'impresa - Tipologie di impresa - La vita dell'impresa ed il bilancio: le componenti attive e passive del patrimonio, il calcolo del risultato economico - Costi di produzione dei servizi di trasporto: origine dei principali costi per l'erogazione del servizio di trasporto nel caso ferroviario e stradale - Costi d'uso dell'infrastruttura: origine dei principali costi del gestore di infrastruttura ferroviaria e stradale - La funzione di produzione e le funzioni di costo per l'impresa - Teoria elementare della domanda e dell'offerta: rappresentazione nel piano delle funzioni di domanda e di

offerta, dipendenza della domanda e dell'offerta dalle principali variabili di mercato, elasticità, interazione fra domanda e offerta - Massimizzazione del profitto nel caso di concorrenza perfetta e di monopolio - Classificazione e valutazione delle esternalità

**Disciplina:** 123456      **TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA**      ING-IND/22  
**APPLICATA**

**Corso di Studio:** TRA      **Crediti:** 6      **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FOSSATI ALESSIO      CRE      **Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Civile

---

**Disciplina:** P313TRA **TELEMATICA NEI SISTEMI DI TRASPORTO**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** PECORELLA TOMMASO

RL ING-INF/03

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

1. Introduzione alla Telematica;
2. Reti di Calcolatori e Internet;
3. Modello a Strati;
  - 3.1 Strato di Applicazione;
  - 3.2 Strato di Trasporto;
  - 3.3 Strato di Rete e instradamento;
4. Le Reti Wireless;
  - 4.1 Le Reti Cellulari;
  - 4.2 Le Reti Locali;
5. La Sicurezza;
6. Applicazione della Telematica ai Sistemi di Trasporto;
  - 6.1 Navigazione e Mappe;
  - 6.2 Informazioni sul Traffico;
  - 6.3 Sicurezza Stradale;
  - 6.4 Mobile Internet;
  - 6.5 Trasporti Intelligenti;

**Disciplina:** P311TRA **TRAZIONE ELETTRICA E TERMICA**

ING-IND/31

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** MINGOZZI ENRICO

CRE

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:**

---

Richiami di meccanica della locomozione

- equazione del moto
- resistenze all'avanzamento
- forza di trazione
- forza di frenatura
- aderenza

-cabraggio

-caratteristica meccanica ottimale

Motori termici e loro caratteristiche

Le trasmissioni

-funzione delle trasmissioni

-trasmissioni meccaniche: cambio meccanico e frizione

-trasmissioni idrodinamiche: giunto idraulico e convertitore di coppia

-trasmissioni idrostatiche

Trazione elettrica

-fondamenti ed evoluzione storica

-sistema a corrente continua

-sistema monofase

-sistema trifase

Dispositivi elettronici di potenza

-raddrizzatori

-chopper

-inverter

Mezzi Policorrente

Mezzi con sistema diesel elettrico



