

# **Ing. Trasporti**

**Disciplina:** N521TRA ANALISI MATEMATICA

MAT/05

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** PERRI EMILIA

25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---

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

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

**Note:**

**Docente:** PELLEGRINI CARLO 25U **Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Contratti Docenza

---

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

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

**Note:**

**Docente:** ALLOTTA BENEDETTO P2 ING-IND/13 **Copertura:** AFF05

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

---

**Disciplina:** N266TRA CAD

ING-IND/15

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** RISSONE PAOLO

P1 ING-IND/15

**Copertura:** AFF05

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

---

**Disciplina:** N261TRA **CALCOLO DELLE PROBABILITA' E STATISTICA** MAT/05

**Corso di Studio:** TRA **Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** ANICHINI GIUSEPPE P1 MAT/05 **Copertura:** AFF05

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

---

Presentazione, eventi, algebra degli eventi, assiomi della probabilità, probabilità condizionata, teorema di Bayes, indipendenza stocastica.(0,5 CR)

Variabili aleatorie discrete e continue, distribuzioni, funzioni di ripartizione, valore atteso, varianza, covarianza.(0,5 CR)

Campionamento casuale semplice da popolazioni finite e infinite, media e varianza campionaria.(0,5 CR)

Modello classico di regressione semplice (0,5 CR)

Principi fondamentali di inferenza per popolazione infinita: campionamento casuale, stima puntuale, proprietà degli stimatori, metodi di stima, stima per intervalli.(1 CR)

**Disciplina:** N019TRA **CALCOLO NUMERICO**

MAT/08

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** MORINI BENEDETTA

P2 MAT/08

**Copertura:** AFF05

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

---

ANALISI DELL'ERRORE. Rappresentazione in base di numeri interi e reali; Algoritmi di conversione; Numeri di macchina, precisione finita, underflow, overflow; Aritmetica di precisione finita.

ALGORITMI: definizione ed esempi. Stabilita' degli algoritmi.

SISTEMI LINEARI ALGEBRICI: Il metodo di Gauss con pivoting parziale. Il problema lineare dei minimi quadrati. Matrice pseudoinversa.

INTERPOLAZIONE E APPROSSIMAZIONE. Polinomi interpolanti: rappresentazione di Lagrange e Newton. Analisi dell'errore.

Funzioni spline monodimensionali, splines cubiche interpolanti.

Approssimazione ai minimi quadrati: polinomi di migliore approssimazione

ai minimi quadrati. Applicazione dell'approssimazione ai minimi quadrati lineare: linearizzazione di relazioni non lineari. Regressione lineare multipla.

MATLAB - Regole generali di utilizzo. Assegnazione delle variabili: operazioni elementari. Vettori e matrici:

operazioni elemento per elemento. Programmare con Matlab: operatori relazionali, operatori logici e funzioni.

Istruzioni condizionali. Cicli. Funzioni matematiche di base. Funzioni definite dall'utente. La grafica in Matlab.

Funzioni per la risoluzione di sistemi lineari algebrici, calcolo delle radici di una equazione non lineare, interpolazione e approssimazione, calcolo di integrali definiti.

**Disciplina:** N003TRA **CHIMICA**

CHIM/07

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 4 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** SPINICCI ROBERTO

P2 CHIM/07

**Copertura:** AFF05

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

---

**Corso di Studio:** TRA**Crediti:** 8 **Tipo:** A**Note:** SEMESTRE 7 E' EQUIVALENTE AL 2-3(4-5) SOTTOPERIODO.**Docente:** CIUFFI RENZO

P1 ING-IND/14

**Copertura:** AFF05**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

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.

**Disciplina:** N230TRA **DISEGNO MECCANICO**

ING-IND/15

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** RISSONE PAOLO

P1 ING-IND/15

**Copertura:** AFF05

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

---

**Note:**

Gli argomenti principali trattati durante il corso sono:

- Problematiche e fasi della progettazione meccanica;
- Definizione di carico, caratteristiche di sollecitazione, coefficiente di sicurezza; definizione di tensione, criteri di resistenza, caratteristiche dei materiali;
- Accenni alla progettazione a fatica: caratterizzazione dei carichi, prove sperimentali, diagramma di Smith ed applicazione nella progettazione.
- Collegamenti filettati: elementi, applicazioni e criteri per il dimensionamento;
- Chiodature: tipologie e criteri di verifica;
- Saldature: tipologie (giunti di testa, giunti a completa penetrazione, giunti a cordoni d'angolo), materiali per saldature, criteri di verifica, esempi applicativi.
- Collegamenti albero-mozzo (linguette, profili scanalati, accoppiamenti per attrito e chiavette): componenti, applicazioni e criteri di verifica.
- Ruote dentate: tipologie di ingranaggi, definizione della dentatura. Ruote cilindriche a denti dritti, ruote cilindriche a denti elicoidali, ruote dentate coniche: verifica e progetto delle ruote dentate. Esempi applicativi.
- Cuscinetti di rotolamento: principio di funzionamento e scelta dei cuscinetti. Dimensionamento statico e dinamico; definizione del carico equivalente. Dissipazione nei cuscinetti di rotolamento; guarnizioni.
- Cuscinetti di strisciamento: applicazioni e progettazione.
- Molle: tipologie (barra di torsione, molle ad elica, molle a spirale piana, molle ad elica a torsione, molle a balestra, molle a tazza), applicazioni e selezione delle molle, progettazione statica. Verifica a fatica della molle ad elica.
- Cinghie: tipologie di cinghie ed applicazioni; verifica delle cinghie.
- Trasmissioni a catena.

**Disciplina:** N522TRA **FISICA GENERALE**

FIS/01

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 9 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BORCHI EMILIO

P1 FIS/01

**Copertura:** AFF05

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

---

---

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

ING-IND/10

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** BARTOLI CARLO

P2S

**Copertura:** AFF05

**Ente appartenenza:**

---

**Disciplina:** N001TRA **GEOMETRIA**

MAT/03

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** MIGLIORINI ANNA PAOLA 25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

**Disciplina:** N828TRA **GESTIONE DELL'INNOVAZIONE**

ICAR/13

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** PIZZOCCHERI PAOLO 25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:**

---

---

**Disciplina:** N933TRA **GESTIONE E LOGISTICA DEI SISTEMI DI** ICAR/05  
**TRASPORTO**

**Corso di Studio:** TRA **Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** ANTOGNOLI MARCO 25U **Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---

**Disciplina:** N715TRA **IMPIANTI ELETTRICI E TRAZIONE**

ING-IND/31

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** PELLEGRINI LUCA

25U

**Copertura:** CRETR

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

---

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. Trasformazioni stella-triangolo. Principio di sovrapposizione degli effetti. Teoremi di Millman, Thevenin, Norton. Metodi di Analisi su base Maglie e Nodi. Teorema del massimo trasferimento di potenza. Componenti con memoria: induttore e condensatore. Valore efficace. Fasori. Circuiti equivalenti nel dominio dei fasori. Circuiti risonanti serie e parallelo. Coefficiente di risonanza. Larghezza di banda. Risposta in frequenza. Risposta in ampiezza e risposta in fase. Potenza attiva, fattore di potenza, potenza reattiva, potenza apparente e potenza complessa. Triangolo delle potenze. Conservazione della potenza complessa. Rifasamento. Teorema del massimo trasferimento di potenza. 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 asincrone, Macchine sincrone, Macchine a corrente continua. Cenni di sicurezza elettrica e principi di impianti elettrici.

**Note:**

1 Introduzione allo studio dei segnali

Che cos'è un segnale?

Tipi di segnali

Proprietà elementari dei segnali

2. Caratterizzazione dei segnali

Segnali periodici a tempo continuo

Sviluppo in serie di Fourier in forma reale polare e in forma complessa

Spettri di ampiezza e di fase

Cenni sulla sintesi di un segnale con un numero limitato di armoniche

Segnali aperiodici a tempo continuo

Dalla serie all'integrale di Fourier

3. La codifica dell'informazione

Il concetto di informazione

La codifica dei dati

Conversione analogico digitale

La trasmissione dell'informazione

4. Le infrastrutture hardware

L'architettura di riferimento

L'esecutore

La memoria

I dispositivi per le memorie di massa

L'interfaccia di ingresso/uscita

Le principali periferiche

La connettività

5. Le infrastrutture software

Le funzioni del sistema operativo

La gestione dei processi

La gestione della memoria

La gestione delle periferiche

Il file system

L'architettura del software di rete

**Disciplina:** N932TRA **INFRASTRUTTURE FERROVIARIE**

ICAR/04

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** POLICICCHIO FRANCO 25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE  
SEDE DISTACCATA DI PISTOIA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DEI TRASPORTI  
PROGRAMMA DEL CORSO DI INFRASTRUTTURE FERROVIARIE  
ING. FRANCO POLICICCHIO  
ANNO ACCADEMICO 2003 – 2004

INTRODUZIONE  
CENNI STORICI  
CONSISTENZA ATTUALE DI ALCUNE INFRASTRUTTURE FERROVIARIE IN ITALIA E CENNI  
SULL'ATTUALE SISTEMA DI GESTIONE  
CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI TRASPORTO FERROVIARIO  
ANDAMENTO PLANO-ALTIMETRICO DEL TRACCIATO DI UNA LINEA FERROVIARIA  
GENERALITÀ  
LA VELOCITÀ DI PROGETTO  
IL TRACCIATO PLANIMETRICO DELL'ASSE FERROVIARIO  
Dinamica in curva  
Elementi caratteristici dei tracciati ferroviari  
Sopraelevazione  
Curve planimetriche e poligonale  
Raccordi parabolici di transizione  
Considerazioni circa l'uso della parabola e della clotoide quale raccordo di transizione  
Grado di tortuosità  
ANDAMENTO ALTIMETRICO  
IL CORPO STRADALE  
RILEVATI  
Corpo del rilevato ferroviario  
Fondazione del rilevato ferroviario  
Terreni di fondazione di buona portanza  
Terreni di fondazione mediamente portanti  
Terreni di fondazione fortemente compressibili  
PIATTAFORMA FERROVIARIA (SUPER COMPATTATO)  
SUBBALLAST  
TRINCEE  
OPERE D'ARTE MINORI  
RECINZIONE FERROVIARIA  
LA SOVRASTRUTTURA FERROVIARIA  
GENERALITÀ  
ROTAIA  
INTERAZIONE VEICOLO-ROTAIA  
Effetto differenziale  
Inserzione in curva  
TRAVERSE  
ATTACCHI  
BALLAST  
MANUTENZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA  
SAGOMA LIMITE  
PONTI FERROVIARI  
GENERALITÀ E CENNI STORICI  
TIPOLOGIA DEI PONTI FERROVIARI  
Classificazione in base alla posizione del binario  
Classificazione in base allo schema costruttivo e allo schema statico  
Ponti a travata

Ponti ad arco  
Ponti sospesi  
Ponti strallati  
Materiale da costruzione  
Ponti in muratura  
Ponti in cemento armato  
Ponti in cap  
Ponti metallici definitivi  
Ponti metallici provvisori  
Apparecchi di appoggio  
CARICO SUI PONTI  
Ponti ferroviari: ipotesi di carico  
CRITERI DI SCELTA DEL TIPO DI PONTE E DELLA LUNGHEZZA DELL'OPERA  
MANUTENZIONE  
GALLERIE  
CLASSIFICAZIONE  
METODI CLASSICI DI SCAVO DELLE GALLERIE NATURALI  
METODI MODERNI DI SCAVO E RIVESTIMENTO  
Consolidamenti  
Scavo con metodo tradizionale  
Scavo con metodo meccanizzato  
Rivestimento definitivo  
CRITERI DI SCELTA TRA 1 O 2 CANNE  
SAGOMA LIMITE  
CRITERI DI SCELTA DELLA DISPOSIZIONE PLANIMETRICA  
ESERCIZIO, SICUREZZA E MANUTENZIONE  
I DEVIATOI  
GENERALITÀ  
SCHEMA DEI COSTITUENTI DEI DEVIATOI  
CLASSIFICAZIONE DEI DEVIATOI  
DISPOSIZIONE DEI DEVIATOI  
INTERSEZIONI E SCAMBIO INGLESE  
LE STAZIONI  
GENERALITÀ  
GLI IMPIANTI ELEMENTARI PER IL MOVIMENTO IN STAZIONE  
GLI IMPIANTI DI SMISTAMENTO E RIORDINO  
DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI  
POSIZIONAMENTO DEGLI IMPIANTI  
Distanze tra i vari binari  
DEVIATOI DI STAZIONE  
MARCIAPIEDI E PENSILINE  
INFRASTRUTTURE DI STAZIONE PER SERVIZIO VIAGGIATORI  
IMPIANTI PER SERVIZIO MERCI  
GLI IMPIANTI PER LA TRAZIONE, LA SICUREZZA ED IL SEGNALAMENTO  
IMPIANTI PER LA TRAZIONE ELETTRICA  
Generalità  
Tipologia di impianti T.E.  
La linea di contatto  
GLI IMPIANTI DI SICUREZZA E SEGNALAMENTO  
Circuito di binario e sezioni  
Ripetizione del segnale in macchina  
Il blocco mobile  
L'ALTA VELOCITÀ  
L'ESIGENZA DI INTRODURRE L'ALTA VELOCITÀ  
TIPOLOGIA DI LINEE AD ALTA VELOCITÀ  
CARATTERISTICHE TECNICHE INFRASTRUTTURALI DELLA LINEA ALTA VELOCITÀ ITALIANA  
L'ESEMPIO DELLA MILANO-BOLOGNA  
METROPOLITANE, TRANVIE E FERROVIE SPECIALI  
METROPOLITANE  
Manufatti di linea  
Gallerie artificiali  
Gallerie naturali  
Manufatti di stazione  
Gallerie artificiali  
Gallerie naturali  
Armamento

TRAMVIE  
La sovrastruttura tramviaria  
Soluzioni convenzionali  
Sistemi innovativi

**Disciplina:** N931TRA **INFRASTRUTTURE PER I TRASPORTI** ICAR/04

**Corso di Studio:** TRA **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** DOMENICHINI LORENZO P1 ICAR/04 **Copertura:** AFF05

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Civile

---

#### 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 sospensioni 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:** N926TRA **MECCANICA GENERALE**

ING-IND/13

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** TONI PAOLO

P1 ING-IND/13

**Copertura:** AFF05

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

---

**Disciplina:** N940TRA **MISURE E COLLAUDI**

ING-IND/12

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 2 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** TONI PAOLO

P1 ING-IND/13 **Copertura:** AFF05

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

---

Parte 1: Meccanica delle vibrazioni

- I sistemi a un grado di libertà, vibrazioni libere: definizione di pulsazione naturale, fattore di smorzamento, pulsazione propria, andamento della risposta nel tempo nel caso sovrasmorzato, criticamente smorzato, sottosmorzato e non smorzato.
- I sistemi a un grado di libertà, vibrazioni forzate: risposta a regime, funzione di risposta in frequenza, rappresentazione di modulo e fase, calcolo della frequenza di risonanza.
- I sistemi a più gradi di libertà non smorzati: equazioni di moto, analisi delle oscillazioni libere del sistema, definizione e calcolo delle pulsazioni naturali e dei modi di vibrare, proprietà di ortogonalità della matrice modale risposta forzata del sistema, funzioni di risposta in frequenza.

Parte 2: Cinematica dei sistemi multibody

- Problemi di cinematica dei sistemi multibody;
- Rappresentazione dell'orientazione relativa tra due sistemi di riferimento con origine comune, matrice di rotazione: definizione, significato e proprietà, angoli di Eulero, calcolo della matrice di rotazione in funzione degli angoli di Eulero.
- Gradi di libertà di un sistema, classificazione dei vincoli.
- Metodo delle equazioni di vincolo: formulazione del problema, equazioni relative alla coppia rotoidale e prismatica (nel caso piano), risoluzione numerica del problema cinematico (metodo di Newton).
- Calcolo della velocità e dell'accelerazione degli elementi del sistema.

**Disciplina:** P314TRA **MONITORAGGIO**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** CALDELLI ROBERTO 25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** SERVIZI GENERALI

---

Il Corso si articola su tre moduli:

1. M1: elementi di base, acquisizione, campionamento e quantizzazione, operatori puntuali e spaziali.
2. M2: operatori per l'estrazione dei contorni, segmentazione degli oggetti, rivelazione e stima del moto di oggetti (veicoli), alcune tecniche (optic flow, block matching).
3. M3: concetti di base di codifica immagini e video, JPEG e MPEG-2

**Disciplina:** P316TRA **MOTORI TERMICI**

ING-IND/08

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** FERRARA GIOVANNI

RC ING-IND/09

**Copertura:** AFF05

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

---

Gli argomenti trattati nel corso sono:

- Campi d'impiego dei motori, parametri caratteristici, grandezze geometriche e cinematiche.
- Grandezze indicate, parametri caratteristici, curve caratteristiche, accoppiamento del motore all'utilizzatore, integrazione motore-veicolo.
- Fattori che influenzano il riempimento - fasatura delle valvole nei 4T - lavaggio del motore 2T.
- La regolazione della potenza. Panoramica sui principali sistemi di alimentazione per motori ad accensione comandata e Diesel: carburatore, iniezione indiretta e diretta del combustibile.
- Fenomenologia della combustione nei motori ad accensione comandata e spontanea. Combustioni anomale.
- La formazione degli inquinanti in un motore. Principali metodologie di contenimento e abbattimento.

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

ING-IND/15

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** RISSONE PAOLO

P1 ING-IND/15

**Copertura:** AFF05

**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:** AFF05

**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:** N934TRA **SIMULAZIONE DELLE RETI E DEI SISTEMI DI TRASPORTO** ICAR/04

**Corso di Studio:** TRA **Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** DI VOLO NERI 25U **Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Civile

---

Parte teorica:

- Significato e scopo della simulazione nel campo dei trasporti. Metodi di scelta fra progetti alternativi - Esempi pratici di analisi
- Cenni sulla teoria del traffico
- L'interazione domanda-offerta nelle reti di trasporto individuale.
- L'assegnazione alle reti di trasporto. Modelli ed algoritmi
- Dalla teoria alla pratica (a): metodi per la schematizzazione dell'offerta di trasporto - Metodologia di raccolta dati sul campo
- Dalla teoria alla pratica (b): metodi per la schematizzazione della domanda di trasporto - Metodologia di raccolta dati sul campo
- Cenni sulla teoria delle simulazioni e concetti di modellizzazione e approfondimenti teorico/pratici su alcuni simulatori attualmente in commercio
- Sistemi di monitoraggio e controllo del traffico e simulazione
- Simulazioni (in particolare microsimulazioni) e studi di sicurezza

Esercitazioni:

- Stesura della traccia per l'effettuazione di uno studio trasportistico completo (raccolta dati all'analisi tramite tecniche di simulazione e relativa scelta delle alternative progettuali) applicato ad un caso reale
- Elementi di base di metodologia per la costruzione di scenari simulativi con il modello di assegnazione EMME2 e/o un altro modello di assegnazione: schematizzazione della domanda e dell'offerta
- Applicazione ad un caso pratico (costruzione del modello, calibrazione e validazione, ...)
- Elementi di base di metodologia per la costruzione di scenari simulativi con il modello di microsimulazione AIMSUN2: schematizzazione della domanda e dell'offerta; esercizi di base su reti urbane ed extraurbane; schematizzazione della varie componenti del sistema di trasporti considerati
- Applicazione ad un caso pratico (costruzione del modello, calibrazione e validazione, ...)
- Differenze ad analogie tra macro e micro simulazione
- Simulazione e comparazione di scenari alternativi con l'utilizzo della simulazione

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

ING-IND/08

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** FACCHINI BRUNO

P2 ING-IND/08

**Copertura:** AFF05

**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: 7

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

3.4. Deflusso negli impianti puntuali - Rappresentazione del deflusso tramite le leggi orarie dei veicoli

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 - 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 - 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 - Massimizzazione del profitto nel caso di concorrenza perfetta e di monopolio - Classificazione e valutazione delle esternalità

**Disciplina:** N233TRA **TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA** ING-IND/22  
**APPLICATA**

**Corso di Studio:** TRA **Crediti:** 4 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FOSSATI ALESSIO 25U **Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Civile

---

-Proprietà dei materiali: resistenza meccanica, durezza, resilienza.  
-Materiali metallici: cenni di cristallografia e metallografia.  
Diagrammi di fase: teoria dei diagrammi di fase di sistemi a due componenti.  
Cenni sulla produzione delle ghise e degli acciai.  
Diagramma ferro-carbonio.  
Classificazione degli acciai.  
Trattamenti termici massivi e superficiali sugli acciai.  
Ghise.  
Classificazione delle ghise.  
Leghe di alluminio: Al-Si, Al-Cu. Invecchiamento per precipitazione.  
Leghe di titanio.  
-Materiali polimerici.  
Caratteristiche peculiari.  
Microstruttura dei materiali polimerici e correlazione con le proprietà meccaniche e tecnologiche.  
Usi tipici dei principali materiali polimerici.  
Tecnologie di produzione.  
-Materiali Compositi.  
Compositi particellari, a fibre e strutturali.  
Tipi di fibre e matrici.  
Tecnologie di produzione delle fibre e dei materiali compositi.  
Correlazioni tra microstruttura e proprietà meccaniche.  
-Materiali ceramici.  
Ceramici tradizionali e neoceramici.  
Caratteristiche peculiari.  
Tecnologie di produzione.

**Disciplina:** N305TRA **TECNOLOGIA MECCANICA**

ING-IND/16

**Corso di Studio:** TRA

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** DEL TAGLIA ANDREA

P1

ING-IND/16

**Copertura:** AFF05

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

---

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

ING-INF/03

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** TARCHI DANIELE

25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:**

---

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/32

**Corso di Studio:** TRA

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

**Note:**

**Docente:** MINGOZZI ENRICO

25U

**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



