

# Ing. Elettrica

**Disciplina:** N240INE    **AFFIDABILITA' E CONTROLLO DI QUALITA'**    ING-INF/07

**Corso di Studio:** INE    0060779    **Crediti:** 6    **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da C.I. ELE v.o.

**Docente:** CATELANI MARCANTONIO    P2    ING-INF/0    **Copertura:** MUT

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

---

**Disciplina:** N000INE ANALISI MATEMATICA I

MAT/05

**Corso di Studio:** INE IGE

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

**Note:**

**Docente:** ANICHINI GIUSEPPE

P1 MAT/05

**Copertura:** AFF03

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

---

PREREQUISITI (vedi sopra)

Linguaggio Matematico, Numeri reali e

complessi, calcolo combinatorio, relazioni e funzioni elementari, valore assoluto.

Successioni e funzioni. La funzione esponenziale e la funzione logaritmo; Infiniti ed infinitesimi.

Limiti e continuità. Derivate e loro interpretazione.

Studi di funzione. Polinomi di Taylor e approssimazione.

Sviluppi delle funzioni elementari. Serie numeriche

(criteri di convergenza) e serie di funzioni.

Integrazione. Tecniche elementari di integrazione.

Integrali generalizzati. Aree e volumi.

**Disciplina:** N015INE ANALISI MATEMATICA II

MAT/05

**Corso di Studio:** INE IGE

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

**Note:**

**Docente:** ANICHINI GIUSEPPE

P1

MAT/05

**Copertura:** TITAN

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

---

Funzioni a valori vettoriali; limiti, continuità.  
Derivate parziali; massimi e minimi.  
Integrali multipli. Curve e superfici.  
Lunghezza di curve. Campi vettoriali.  
Equazioni Differenziali Ordinarie: problema di  
Cauchy e casi elementari.

**Disciplina:** N243INE **AZIONAMENTI ELETTRICI**

ING-IND/32

**Corso di Studio:** INE

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

**Note:**

**Docente:** REATTI ALBERTO

P2 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

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

---

**Disciplina:** N261INE **CALCOLO DELLE PROBABILITA' E STATISTICA** MAT/06

**Corso di Studio:** INE INE IGE **Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** ANICHINI GIUSEPPE P1 MAT/05 **Copertura:** AFF03

**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:** N019INE **CALCOLO NUMERICO**

MAT/08

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

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

**Note:**

**Docente:** FONTANELLA FERRUCCIO

P1 MAT/08

**Copertura:** AFF03

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

---

- Problemi generali del Calcolo Numerico (aritmetica finita, complessità computazionale, condizionamento di un problema, stabilità di un algoritmo, discretizzazione).
- Presentazione di MATLAB, principali comandi, semplici programmi.
- Risoluzione di sistemi lineari: fattorizzazione di Gauss, utilizzo della strategia del Pivot parziale, errori e loro propagazione, malcondizionamento.
- Risoluzione di una equazione scalare:  $f(x)=0$ : metodo di bisezione, regula falsi, metodo di Newton.
- Interpolazione e regressione lineare ai minimi quadrati: esistenza e unicità del polinomio interpolante, problemi di malcondizionamento dei polinomi interpolanti, approssimazione di dati sperimentali.
- Funzioni polinomiali a tratti: funzioni spline e loro applicazione al problema dell'interpolazione e della regressione lineare.
- Alcune semplici formule per il calcolo approssimato di un integrale definito.

**Disciplina:** N003INE **CHIMICA**

CHIM/07

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

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

**Note:**

**Docente:** **MANI FABRIZIO**

P1 CHIM/07

**Copertura:** TITAN

**Ente appartenenza:** Dip. di Chimica

---

vedi programma per ingegneria meccanica, IME



**Disciplina:** N241INE **CIRCUITI ELETTRONICI DI POTENZA**

ING-IND/31

**Corso di Studio:** INE 0060783

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

**Note:** Mutuato da c.l. ELE v.o.

**Docente:** REATTI ALBERTO

P2 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

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

---

**Disciplina:** N230INE **DISEGNO MECCANICO**

ING-IND/15

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

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

**Note:**

**Docente:** RISSONE PAOLO

P1 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

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

---

**Disciplina:** N170INE **ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE** ING-IND/35

**Corso di Studio:** INE IGE, IME **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** COLOMBO GIUSEPPE P1 ING-IND/ **Copertura:** AFF03

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

---

MACROECONOMIA: contabilità nazionale; reddito e spesa; moneta interesse e reddito; politica monetaria e politica fiscale; relazioni economiche internazionali; domanda aggregata e offerta aggregata; offerta aggregata: salari, prezzi e occupazione; le aspettative razionali; crescita e produttività nel lungo periodo.

ORG. AZIENDALE (MOD A): l'impresa e i suoi obiettivi, la strategia aziendale, i modelli di governance, la struttura organizzativa

**Disciplina:** N238INE    **ELEMENTI DI RICERCA OPERATIVA**    MAT/09

**Corso di Studio:** INE    IGE    **Crediti:** 3    **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** SCHOEN FABIO    P1    MAT/09    **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

**Disciplina:** N057INE **ELETTROTECNICA**

ING-IND/31

**Corso di Studio:** INE

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

**Note:**

**Docente:** PICCIRILLI MARIA CRISTINA P2 ING-IND/ **Copertura:** AFF03

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

---

**Disciplina:** N002INE **FISICA GENERALE I**

FIS/01

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

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

**Note:**

**Docente:** POLI MARIO

P2 FIS/01

**Copertura:** AFF03

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

---

FISICA GENERALE I (Nuovo ordinamento)

Introduzione: metodo sperimentale, errori di misura, elementi di calcolo vettoriale.

Cinematica: relatività del moto, posizione, velocità, velocità angolare, accelerazione, esempi (moto rettilineo uniforme, moto rettilineo uniformemente accelerato, moto circolare uniforme, moto armonico, moto armonico smorzato), vincoli e gradi di libertà, cinematica del corpo rigido (formula fondamentale dei moti rigidi, velocità angolare, moto traslatorio, moto rotatorio, rotolamento puro, moto rototraslatorio), cambiamento del sistema di riferimento (trasformazioni del vettore posizionale, della velocità e dell'accelerazione).

Statica: forze (misura statica delle forze, regola 1 della statica), statica del punto materiale, statica del corpo rigido (regola 2 della statica, equivalenza e riducibilità fra insiemi di forze, equazioni cardinali della statica), baricentro, vincoli e forze vincolari, esempi di vincoli ideali, attrito fra corpi solidi (radente e volvente).

Dinamica: principio d'inerzia, secondo principio della dinamica, massa e densità, quantità di moto e impulso, misura dinamica delle forze, leggi di Keplero e legge di gravitazione universale di Newton, esperimento di Cavendish e massa gravitazionale, problema fondamentale della dinamica del punto materiale con vari esempi, dinamica del punto materiale vincolato con vari esempi, sistemi di riferimento inerziali e non inerziali, forze di interazione e forze apparenti, principio di azione e reazione, principi di conservazione della quantità di moto e del momento angolare per i sistemi isolati, urti, equazioni cardinali della dinamica, centro di massa, momento angolare dei corpi rigidi, momento d'inerzia e raggio d'inerzia, dinamica dei sistemi, esempi di applicazione delle equazioni cardinali della dinamica.

Lavoro ed energia: lavoro, principio dei lavori virtuali, teorema delle forze vive, energia cinetica, equazione simbolica della statica, lavoro delle forze peso, forze posizionali e campi vettoriali, forze conservative e loro proprietà (esempi: forza costante, forza centrifuga, forze elastiche, forze e campi gravitazionali), lavoro in campi di forze non conservativi, energia potenziale ed energia meccanica, motori e potenza, statica ed energia potenziale (teorema della stazionarietà dell'energia potenziale e tipi di equilibrio, esempi di ricerca della stabilità dell'equilibrio), applicazioni del teorema della conservazione dell'energia meccanica. Pressione nei fluidi.

Termodinamica: temperatura, principio zero della termodinamica, temperatura del termometro a gas perfetto, scala di temperatura internazionale (STI), trasformazioni termodinamiche, le tradizionali leggi dei gas e l'equazione di stato dei gas perfetti, sviluppo del viriale, trasformazioni isoterme di fluidi reali, equazione di stato di Van der Waals, coefficienti termometrici. Lavoro nelle trasformazioni quasi statiche di un fluido, lavoro nelle trasformazioni adiabatiche, primo principio della termodinamica, energia interna, quantità di calore, espressione matematica del primo principio della termodinamica, capacità termiche, calori molari e calori specifici, calori latenti, calori di reazione e legge di Hess, entalpia, coefficienti calorimetrici, definizione termodinamica di gas perfetto, proprietà dei gas perfetti. Trasformazioni reversibili e irreversibili, macchine termiche, secondo principio della termodinamica, teorema di Carnot, temperatura termodinamica assoluta, rendimento di un generico ciclo di Carnot, teorema di Clausius, entropia, espressione matematica del secondo principio della termodinamica, metodo per accertare se una trasformazione è reversibile o irreversibile, legge dell'accrescimento dell'entropia, diagramma antropico, equazione dell'energia interna, equazione dell'entalpia.

**Disciplina:** N016INE **FISICA GENERALE II**

FIS/01

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

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

**Note:**

**Docente:** BORCHI EMILIO

P1 FIS/01

**Copertura:** AFF03

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

---

---

Il Numero indica i crediti parziali dell'argomento che precede

Richiami

Sistema termodinamico; equilibrio termodinamico; principio zero e temperatura. Termometri.

0.15

Termodinamica sistema chiuso

Lavoro e calore; trasformazioni reversibili. Primo principio della termodinamica. Energia Interna. Secondo principio della termodinamica; teorema di Clausius; entropia ed irreversibilita'

0.65

Termodinamica sistema aperto

Bilanci di massa e di energia per sistemi aperti; entalpia; applicazione del secondo principio ai sistemi aperti; uso combinato dei due principi; exergia; rendimenti di I e II principio

1.45

Comportamento dei materiali

Caratteristiche dei fluidi termodinamici; coefficienti calorimetrici; relazione di Clapeyron; gas ideale; liquidi; sistemi bifase; processi sui gas ideali; diagrammi termodinamici. Miscele di gas perfetti

2.35

Psicrometria

Miscele di aria e vapor d'acqua e relative grandezze e trasformazioni; diagramma psicrome-trico

2.75

Moto fluidi

Fluidi newtoniani e non; equazione di Bernoulli gen; numero di Reynolds; perdite di carico. Camini; tubo di Venturi e Pitot

3.05

Scambio termico

Conduttività termica dei materiali; equazioni della conduzione termica; sistemi con generazione di energia; strutture composte.

3.65

Transitori

3.75

Convezione naturale e forzata; strato limite; coefficiente di scambio termico; equazioni rappresentative del fenomeno; analisi dimensionale. Alette.

4.65

Concetti di base nello scambio termico con cambiamento di fase.

4.8

Leggi dell'irraggiamento; interazioni tra radiazione e corpi; comportamento dei corpi reali; fattori di vista; irraggiamento tra corpi neri e grigi; effetto serra

5.8

Scambiatori di calore

Coefficiente globale di trasmissione del calore; rendimento superfici alettate. Metodo e-NTU e DTML per dimensionamento

6



#### 1. MODELLISTICA E SIMULAZIONE

- Modelli di stato e ingresso-uscita.
- Modelli lineari a parametri concentrati di sistemi elettrici, meccanici, idraulici e termici.
- Simulazione al calcolatore di sistemi dinamici (MATLAB+SIMULINK).

#### 2. ANALISI DI SISTEMI LINEARI A TEMPO-CONTINUO

- Cenni sulla trasformata e antitrasformata di Laplace
- Funzione di trasferimento e risposta impulsiva
- Analisi della risposta: risposta libera e risposta forzata
- Stabilità
- Criterio di Routh-Hurwitz
- Risposta al gradino
- Analisi armonica
- Risposta in frequenza e sue rappresentazioni grafiche mediante diagrammi di Bode e Nyquist.

#### 3. ANALISI DI SISTEMI A RETROAZIONE

- Stabilità interna
- Criterio di Nyquist
- Margini di stabilità
- Specifiche statiche: errori a regime e tipo del sistema
- Specifiche dinamiche nel dominio del tempo (sovrallungazione, tempo di assestamento e tempo di salita)
- Specifiche dinamiche nel dominio della frequenza (picco di risonanza, banda passante, margine di fase e pulsazione di attraversamento)
- Correlazioni empiriche fra le varie specifiche
- Il luogo delle radici

#### 4. SINTESI DI SISTEMI DI CONTROLLO A RETROAZIONE

- Funzioni compensatrici elementari: funzione attenuatrice ed anticipatrice
- Sintesi per tentativi nel dominio della frequenza
- Sintesi per tentativi mediante il luogo delle radici
- Compensatori PID

**Disciplina:** N091INE **FONDAMENTI DI INFORMATICA**

ING-INF/05

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

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

**Note:**

**Docente:** FANTECHI ALESSANDRO

P2 ING-INF/0

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

Il calcolatore come strumento che permette di fare operazioni su oggetti

Concetto di algoritmo

La notazione dei diagrammi di flusso per la descrizione degli algoritmi

Concetto di variabile

Il sistema operativo

Struttura a livelli di un calcolatore

L'algebra booleana

Rappresentazione posizionale di numeri interi in una base qualsiasi

Sistemi di numerazione in modulo

Rappresentazione binaria

Rappresentazione di numeri negativi

Rappresentazione di numeri reali in virgola fissa e in virgola

Rappresentazione di testi e altre informazioni

L'architettura di un calcolatore

Linguaggi di programmazione

Il processo di compilazione

Il linguaggio di programmazione C

Struttura generale di un programma C

Strutture linguistiche per il controllo del flusso

Tipi predefiniti del linguaggio C

I tipi strutturati

Sottoprogrammi

Passaggio di parametri a una funzione C

Regole di visibilità degli identificatori

Passaggio di parametri per indirizzo

Variabili globali

Effetti laterali

Algoritmi di ordinamento

Considerazioni sulla complessità degli algoritmi

Algoritmi di ricerca in un vettore: ricerca esaustiva ricerca binaria

**Disciplina:** N235INE **FONDAMENTI DI MECCANICA TEORICA E** ING-IND/13  
**APPLICATA**

**Corso di Studio:** INE IGE **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** TONI PAOLO P1 ING-IND/ **Copertura:** MUT

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

---

**Disciplina:** N231INE **FONDAMENTI DI TELEMATICA**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** INE IDT

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

**Note:**

**Docente:** PIRRI FRANCO

P2 ING-INF/0

**Copertura:** AFF03

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

---

**Disciplina:** N001INE **GEOMETRIA**

MAT/03

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

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

**Note:**

**Docente:** CABRAS ANTONELLA

RC MAT/03

**Copertura:** AFF03

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

---

Sistemi di equazioni lineari.

Risoluzione dei sistemi lineari a scala. Variabili dipendenti e variabili libere.

Preliminari.

La struttura lineare di  $\mathbb{R}(n)$ : somma, moltiplicazione per scalari, combinazioni lineari, dipendenza e indipendenza lineare, base standard. Prodotto scalare standard, ortogonalità, uguaglianze e disuguaglianze fondamentali, norma, distanza, angoli.

La struttura lineare di  $M(m,n)$ . Prodotto righe per colonne tra matrici e principali proprietà. Matrice trasposta. Matrici particolari: diagonali, triangolari, simmetriche, antisimmetriche. Rango di una matrice: definizione e algoritmo di calcolo ("riduzione a squadra"). Definizione assiomatica di determinante. Sviluppo del determinante e proprietà relative. Determinante e dipendenza lineare. Forma vettoriale e matriciale dei sistemi lineari. Teorema di Rouché-Capelli. Metodo di riduzione di Gauss. Espressione delle soluzioni di un sistema lineare. Teorema di Cramer. Calcolo della matrice inversa.

La struttura lineare e la struttura metrica standard sull'insieme dei vettori liberi. Parallelismo e complanarità di vettori e loro collegamento con la dipendenza e indipendenza dei vettori. Prodotto vettoriale, prodotto misto: definizioni, proprietà e significato geometrico. Teorema della base e sistemi di riferimento. Espressioni in termini delle componenti del prodotto scalare, vettoriale e misto nel caso generale e nel caso di base ortonormale.

Applicazioni del calcolo vettoriale alla geometria analitica.

Sistemi di coordinate cartesiane. Equazioni di rette e piani e loro reciproca posizione. Problemi metrici e angolari.

Applicazioni lineari.

Definizione, proprietà ed esempi fondamentali. Nucleo ed immagine di una applicazione lineare. Teorema della dimensione. Caratterizzazione delle applicazioni lineari iniettive, suriettive e biiettive. Rappresentazione matriciale delle applicazioni lineari. Collegamento della dimensione dell'immagine di un'applicazione lineare con il rango di una sua matrice di rappresentazione. .

Autovalori ed autovettori.

Definizioni ed esempi fondamentali. Ricerca degli autovalori: polinomio caratteristico. Autospazi. molteplicità algebrica e geometrica di un autovalore. Diagonalizzazione: criteri relativi.

**Disciplina:** N237INE **IMPIANTI ELETTRICI - SICUREZZA**

ING-IND/33

**Corso di Studio:** INE 0060799

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

**Note:** Mutuato da c.l. ELE v.o.

**Docente:** MARTARELLI GIANCARLO P2 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

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

---

**Disciplina:** N242INE **IMPIANTI INDUSTRIALI**

ING-IND/17

**Corso di Studio:** INE 0060589

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

**Note:** Mutuato da Impianti meccanici c.l. MEC v.o. com. IGE, IME

**Docente:** BANDELLONI MARTINO

P1 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

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

---

**Disciplina:** N161INE **MISURE ELETTRICHE**

ING-INF/07

**Corso di Studio:** INE 0060805

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

**Note:** Mutuato da c.l. ELE v.o.

**Docente:** IUCULANO GAETANO

P1 ING-INF/0

**Copertura:** MUT

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

---



Grandezze elettriche fondamentali. Teoria dei Circuiti e suoi limiti di applicabilità. 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, di Thevenin, di Norton.

Metodi di analisi su base maglie e su base nodi.

Componenti attivi. Generatori controllati. Analisi di reti resistive contenenti componenti attivi.

Analisi mediante soluzione di equazioni differenziali. Analisi di circuiti del primo ordine con metodo semplificato. Risposta transitoria e risposta permanente. Costante di tempo. Calcolo della risposta a regime con eccitazioni costanti e con eccitazioni sinusoidali.

Valore efficace. Fasori. Circuiti equivalenti nel dominio dei fasori. Circuiti risonanti serie e parallelo. Coefficiente di risonanza. Larghezza di banda.

Funzione di rete. 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.

**Disciplina:** N309INE **PRINCIPI DI PROGETTAZIONE MECCANICA** ING-IND/14

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

**Note:**

**Docente:** CIUFFI RENZO P1 ING-IND/ **Copertura:** AFF03

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

---

**Disciplina:** N244INE **SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA**

ING-IND/33

**Corso di Studio:** INE

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

**Note:**

**Docente:** MARTARELLI GIANCARLO

P2 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

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

---

**Disciplina:** N052INE **SISTEMI ENERGETICI**

ING-IND/09

**Corso di Studio:** **INE** 0060577

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

**Note:** Mutuato da Macchine (MEC v.o.) in comune IGE IME

**Docente:** **CARNEVALE ENNIO ANTONIO** P1 ING-IND/ **Copertura:** MUT

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

---

**Disciplina:** N233INE **TECNOLOGIA DEI MATERIALI E CHIMICA** ING-IND/22  
**APPLICATA**

**Corso di Studio:** INE 0061067 **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:** Mutuato da c.l. MEC v.o. in comune con IGE IME

**Docente:** PRADELLI GIORGIO P1 ING-IND/ **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Civile

---

A.A. 2001/2002

Combustione: potere calorifico, aria di combustione, volume e composizione dei fumi, temperatura di infiammabilità, limiti di accensione, temperatura teorica di combustione, perdita al camino, potenziale termico. Combustibili: classificazione, combustibili di interesse industriale, cokificazione, raffinazione del petrolio, gas naturale. Carburanti: benzine e oli per diesel.

Diagrammi di fase. Teoria dei diagrammi di fase di sistemi a due componenti.

Materiali metallici. Caratteristiche e classificazione. Diagramma ferro-carbonio. Acciai di base e di qualità. Ghise di seconda fusione.

Leghe di alluminio: Al-Si, Al-Cu.

