

Ing. Energetica/S

Disciplina: 5688

CELLE A COMBUSTIBILE

CHIM/02

Corso di Studio: ENS ENM MEM MES

Crediti: 3 **Tipo:** M

Note:

Docente: RIGHINI ROBERTO

P1 CHIM/02

Copertura: MUT

Ente appartenenza: Dip. di Chimica

Obiettivi e programma del Corso

L'obiettivo del corso è di fornire le conoscenze sulle basi teoriche e sui principi di funzionamento delle celle a combustibile, sui diversi tipi di celle disponibili, sulle caratteristiche e sul trattamento dei combustibili, nonché sull'utilizzo delle stesse per la realizzazione di sistemi di generazione per usi diversi.

Gli argomenti trattati nel corso sono:

- Elementi di termodinamica e di elettrochimica, come base per la comprensione dei principi di funzionamento delle celle a combustibile
- Generalità su celle galvaniche: potenziali elettrochimici; potenziali di semicella
- Principi generali di funzionamento di una cella a combustibile
- Diverse tipologie di celle a combustibile: celle per produzione di energia elettrica; celle per mezzi di trasporto
- Tipi di celle: principi di funzionamento, caratteristiche, applicazioni:
- Celle ad elettrolita polimerico (PEFC)
- Celle ad alcool diretto (DAFC)
- Celle alcaline (AFC)
- Celle ad acido fosforico (PAFC)
- Celle a carbonati fusi (MCFC)
- Celle ad ossidi solidi (SOFC)
- Celle a Carbone
- Confronto tra diversi tipi di celle
- Struttura e funzionamento di sistemi di generazione basati su celle a combustibile
- Trattamento del combustibile
- Bilancio energetico del funzionamento di impianti basati su celle a combustibile
- Idrogeno: metodi di produzione ed immagazzinamento

Disciplina: 6563218 **COMPLEMENTI DI DINAMICA DEI ROTORI** ING-IND/13

Corso di Studio: ENS MES ENM MEM AUS **Crediti:** 3 **Tipo:** M

Note: ENM MEM = DINAMICA DEI ROTORI

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

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

Gli argomenti trattati nel corso sono:

Metodi moderni per la rotordinamica

- 1) Comportamenti critici torsionali (metodo di Holzer, approccio con modelli diretti, simulazione dei fenomeni transitori dei gruppi macchine motrici, riduttore, macchina operatrice);
- 2) Comportamenti critici flessionali (modellazione FEM, sviluppo di elementi speciali per lo studio della rotordinamica con approccio agli elementi finiti);
- 3) Risposta allo squilibrio e diagrammi di Campbell;
- 4) Esempi applicativi e caratteristiche tipiche delle diverse turbomacchine;

Equilibratura

- 5) Norme e criteri per fissare il limite dei fenomeni vibratorii per le diverse tipologie di macchine;
- 6) Equilibratura di rotori rigidi (metodo della misura delle forze sui supporti, metodo di misura delle vibrazioni);
- 7) Equilibratura dei rotori flessibili (metodo dei coefficienti di influenza, equilibratura modale)

Disciplina: 8764675 **COMPLEMENTI DI MECCANICA DELLE VIBRAZIONI** ING-IND/13

Corso di Studio: ENS ENM MEM MES **Crediti:** 3 **Tipo:** M

Note: ENM MEM = DINAMICA DEI SISTEMI MECCANICI

Docente: MALVEZZI MONICA RCS **Copertura:** AFF03

Ente appartenenza: Servizi Generali

Il Corso si divide in cinque parti:

PARTE I: APPROFONDIMENTI DI FLUIDODINAMICA GENERALE

Gli argomenti trattati sono:

- Argomento 1: Equazioni generali di bilancio dei sistemi fluidi continui, Fluidi Newtoniani, deduzione e commento Eq. Navier Stokes, Vorticità e varie forme.
- Argomento 2: Discussioni Ordini di grandezza e definizione di modelli semplificati, Numeri adimensionali.
- Argomento 3: Flussi Euleriani, Equ.Crocco, Eq. in coordinate naturali, Potenziale, Funzione di corrente Flussi Incompressibili e subsonici.
- Argomento 4: Flussi Euleriani Supersonici, Urti Obliqui, Prandtl-mayer, equazioni Integrali.
- Argomento 5: Modello di strato limite, Incompressibile/comprimibile, equazioni integrali.
- Argomento 6: Transizione e Turbolenza.

PARTE II: METODI NUMERICI DI SOLUZIONE (CFD)

Argomento 1. Teoremi Base e Discretizzazioni dello spazio –Tipologie di griglie

Argomento 2. Discretizzazioni delle equazioni (EF-VF-DF)

Argomento 3. Metodi Centrati , upwind , Metodi numerici di soluzione e stabilità

Argomento 4. Metodi per flussi comprimibili (Time marching)

Argomento 5. Metodi per flussi incompressibili (Pressure Correction-Chorin..)

Argomento 6. Simulazioni un steady

Argomento 7. Post processing a pre processing

PARTE III : MODELLI FISICI

Argomento 1. Modellistica della Turbolenza:

Argomento 2. Modelli alla boussinesque (algebrici, eq.di trasporto, Low reynolds)

Argomento 3. Modelli Reynolds stress

Argomento 4. Modelli avanzati: LES- DNS , Metodi numerici di soluzione e stabilità

Argomento 5. cenni ai Modelli di Combustione

PARTE IV : MODELLI PER LE MACCHINE

Argomento 1. Modelli Per le turbomacchine; M-L,

Argomento 2. NISRE, Through Flow ,e Media tangenziale

Argomento 3. Flussi Secondari Fenomenologia e controllo

Argomento 4. Calcoli 3D e di stadio;

Argomento 5. Problemi di progetto palettature

PARTE V : MODELLI PER LE CAMERE DI COMBUSTIONE DELLE MACCHINE

Argomento 1. Camere di Combustione : Richiami e Cinetica

Argomento 2. Sistemi di combustione DLN per GT. Progetto –Analisi (reti reattori, Liner e foratura Geometrie speciali)

Argomento 3. Teoria della similitudine: impostazione dei parametri di prova (Da, Re).

Argomento 4. Metodi sperimentali per la valutazione della ripartizione di aria.

Argomento 5. Flussi Swirlati (Teoria – Fenomenologia). Simulazione CFD di bruciatori industriali

Argomento 6. Simulazioni CFD di Sistemi di Premiscelamento confronto con metodi exp.

Argomento 7. Modellistica della combustione- CFD 3-D Reattivi, Instabilità di

combustione

Argomento 8. Applicazione a Camere di Comb. Industriali.- Approccio di

Simulazione CFD 3-D reattive Fuel flexibility , es. applicativi

Argomento 9. Esercitazione: Impiego di codice CFD commerciale

Disciplina: 99776 **FLUIDODINAMICA INDUSTRIALE** ING-IND/08

Corso di Studio: ENS MEM ENM MES **Crediti:** 3 **Tipo:** M

Note: MUTUATO DA MEM = FLUIDODINAMICA DELLE MACCHINE

Docente: MARTELLI FRANCESCO P1 ING-IND/08 **Copertura:** MUT

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

Disciplina: 1834333 **FONDAMENTI DI DINAMICA DEI ROTORI** ING-IND/13

Corso di Studio: ENS MEM ENM MES AUS **Crediti:** 3 **Tipo:** M

Note: MUTUATO DA MEM = DINAMICA DEI ROTORI

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

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

Gli argomenti trattati nel corso sono:

- 1) Obiettivi del corso, definizioni
- 2) Richiami di meccanica delle vibrazioni: sistemi ad un grado di libertà, sistemi a più gradi di libertà, risposta libera e forzata, funzioni di risposta in frequenza
- 3) Il modello di Jeffcott per il calcolo delle velocità critiche flessionali di un rotore: caso ideale, caso con elasticità differenziata nelle due direzioni, orbite forward e backward, soluzione omogenea, verifica delle condizioni di stabilità in presenza di forze tangenziali.
- 4) Il modello di Stodola Green per il calcolo delle velocità critiche di un rotore approssimabile come un disco su supporti elastici.
- 5) Modelli tipo Transfer Matrix: il metodo di Prohl per il calcolo delle velocità critiche di un rotore, applicazioni con diverse condizioni di vincolo, applicazione in presenza di vincoli cedevoli.
- 6) I supporti dei rotori: generalità sui supporti fluidodinamici, anisotropia, determinazione dei coefficienti di rigidezza e smorzamento (linearizzazione).

Disciplina: 44396333 **FONDAMENTI DI MECCANICA DELLE VIBRAZIONI** ING-IND/13

Corso di Studio: ENS MEM ENM MES AUS **Crediti:** 3 **Tipo:** M

Note: MUTUATO DA MEM = DINAMICA DEI SISTEMI MECCANICI

Docente: RINCHI MIRKO P2 ING-IND/13 **Copertura:** MUT

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

Fondamenti di analisi modale teorica: proprietà dei segnali analogici armonici, periodici, transienti e casuali. Concetto di contenuto in frequenza di un segnale e analisi spettrale. Cenni all'uso della Serie e della Trasformata di Fourier. Significato e problematiche riguardanti la digitalizzazione dei segnali (conversione A/D) e cenni alla Trasformata Discreta di Fourier. Aliasing e Leakage.

Introduzione ai modelli fisici, modelli matematici, modelli modali e modelli FRF.

Studio di sistemi lineari ad un grado di libertà tramite modelli semplici a parametri concentrati tempoinvarianti.

Equazioni di moto: studio del comportamento libero e forzato dei sistemi SDOF (Single Degree of Freedom).

Smorzamento viscoso e strutturale. Decremento logaritmico e metodo di mezza potenza. Funzioni di Risposta in

Frequenza (FRF): calcolo e rappresentazione tramite i diagrammi di Bode e nel piano di Nyquist. Frequenza naturale, propria e di risonanza. Modelli dinamici degli accelerometri e dei sismografi come sistemi SDOF. Accelerometro piezoelettrico. Isolamento dalle vibrazioni ed efficacia delle sospensioni elastiche.

Sistemi lineari MDOF (Multi Degrees Of Freedom) con smorzamento viscoso e strutturale di tipo proporzionale e generale. Comportamento libero e forzato. Frequenze e modi propri di vibrare del sistema. Matrice modale e disaccoppiamento modale. Coordinate principali e normali. Risonanze ed antirisonanze. Smorzatore dinamico.

Disciplina: 0001654 **IMPIANTI DI POTENZA E COGENERAZIONE** ING-IND/09

Corso di Studio: ENS MEM ENM MES **Crediti:** 3 **Tipo:** A

Note: .

Docente: CARNEVALE ENNIO ANTONIO P1 ING-IND/09 **Copertura:** AFF03

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

Cenni sui fabbisogni energetici e fonti primarie, usi dell'energia. Mix energetico per la produzione di elettricità. Rete elettrica nazionale e internazionale. Curve di domanda elettrica. Le grandi centrali per la generazione di energia elettrica. Problematiche generali di impatto ambientale.

Centrali termoelettriche. Cicli termodinamici. . Miglioramenti dell'efficienza del ciclo. Il ciclo del combustibile. Il circuito dei fumi. Il circuito acqua vapore. Elementi di dimensionamento.

Camera di combustione. Evaporazione e surriscaldamento. Dimensionamento caldaia.

Corpi turbina. Varie configurazioni impiantistiche. Condensatori, torri evaporative degasatori. Regolazione delle centrali.

Cicli combinati. Varie configurazioni impiantistiche.

Cogenerazione con turbine a vapore. Cogenerazione con turbine a gas e gruppi combinati. Sviluppo del progetto di massima di un impianto di cogenerazione.

Cogenerazione con motori alternativi a Combustione Interna. Trigenerazione. Progetto di massima di un impianto.

Impianti nucleari, fisica nucleare, fisica del reattore. La fissione come fonte di energia termica.

Configurazione delle filiere nucleari, cenni storici. Impianti PWR Lay out , cicli termodinamici. Problemi di sicurezza. Impianti BWR e loro evoluzione. Progetto CANDU . Calcolo del ciclo termodinamico.

Reattori veloci. Reattori autofertilizzanti. Reattori della terza generazione

(ABWR,ESBWR,SWR,AP1000,AP600,IRIS,PBMR,GT-MHR)

Prospettive future per l'energia nucleare.

Disciplina: 67889

MODELLAZIONE CAD AVANZATA

ING-IND/15

Corso di Studio: ENS MEM MES

Crediti: 3 **Tipo:** M

Note: MUTUATO DA MEM

Docente: RISSONE PAOLO

P1 ING-IND/15

Copertura: MUT

Ente appartenenza: Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

Disciplina: 67789989 **MODELLAZIONE E SIMULAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI** ING-IND/13
Corso di Studio: ENS MEM ENM MES AUS **Crediti:** 3 **Tipo:** M
Note: MUTUATO DA MEM = DINAMICA DEI SISTEMI MECCANICI
Docente: MALVEZZI MONICA RCS **Copertura:** AFF03
Ente appartenenza: Servizi Generali

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.

Dinamica dei sistemi multibody

Software per la simulazione dei sistemi multibody

Disciplina: 997632

MOTORI PER AUTOTRAZIONE II

ING-IND/08

Corso di Studio: ENS MEM ENM MES **Crediti:** 3 **Tipo:** M

Note: MUTUATO DA MEM = MOTORI ALTERNATIVI C.I.

Docente: FERRARA GIOVANNI RC ING-IND/09 **Copertura:** AFF03

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

I principali argomenti trattati nel corso sono:

Approfondimenti sugli effetti quasi statici nel sistema condotto-valvola.

Sistemi di sovralimentazione

Sistemi di alimentazione combustibile: Motori Otto: carburatore elementare e dispositivi supplementari – iniezione diretta e indiretta - Motori Diesel: caratteristiche dello spray di combustibile - iniezione indiretta e diretta – sistemi common rail e iniettore-pompa.

Moti della carica nel cilindro - swirl, squish, tumble

Combustione nel motore Otto: propagazione del fronte di fiamma, legge di rilascio del calore, autoaccensione e detonazione, progetto della camera di combustione.

Combustione nel motore Diesel: ritardo di accensione, motori ad iniezione diretta e a precamera.

Formazione e controllo degli inquinanti: emissioni allo scarico di un motore Otto e Diesel, sistemi di misura e controllo delle emissioni.

Problematiche di scambio termico nei motori

Problematiche di rumorosità dei motori, accenni ai sistemi di abbattimento delle emissioni sonore.

Disciplina: 889012 **PROGETTAZIONE ASSISTITA AL** ING-IND/14
CALCOLATORE

Corso di Studio: ENS MEM ENM MES **Crediti:** 6 **Tipo:** M

Note: MUTUATO DA MEM

Docente: **BALDANZINI NICCOLO** RC ING-IND/14 **Copertura:** AFF03

Ente appartenenza: Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

Richiami di calcolo strutturale in campo lineare elastico
Introduzione al FEM
Imposizione di spostamenti e carichi termici
Imposizione dei vincoli
Costruzione della matrice di rigidezza e di massa
Funzioni di forma
Soluzioni per carichi statici e dinamici

Parallelamente è richiesto agli studenti, singolarmente o in gruppi di 2 persone, di eseguire un elaborato assegnato dal docente che consiste nella analisi statica e dinamica di un gruppo o componente meccanico.

Disciplina: 63827

PROTOTIPAZIONE RAPIDA

ING-IND/15

Corso di Studio: ENS MEM MES

Crediti: 3 **Tipo:** M

Note: MUTUATO DA MEM = REVERSE ENGINEERING E PROTOTIPAZIONE RAPIDA

Docente: CARFAGNI MONICA

P1 ING-IND/15

Copertura: MUT

Ente appartenenza: Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

1. Motivazioni e campi di applicazione della Prototipazione Rapida
2. Introduzione alle tecnologie di Prototipazione Rapida
4. Classificazione delle tecnologie di Prototipazione Rapida
5. Il formato STereoLithography Interface Format (STL)
 - a. Descrizione del contenuto del file
 - b. Gestione degli errori e relativi software
6. Materiali polimerici
7. Tecniche di Rapid Prototyping: processo, macchine, materiali
 - a. Stereolitografia (SLA)
 - b. Solid Ground Curing (SGC)
 - c. Fused Deposition Modelling (FDM)
 - d. Laminated Object Manufacturing (LOM)
 - e. Selective Laser Sintering (SLS)
 - f. Metodo Polyjet
 - g. Three Dimensional Printing (3DP)
 - h. Multi Jet Modelling (MJM)
 - i. Ballistic Particle Manufacturing (BPM)
 - l. Drop On Demand (DOP)
 - h. Tecniche di prototipazione in materiale metallico
 - i. Selective Laser Melting (SLM)
 - ii. Electron Beam Melting (EBM)
 - iii. Laser EngineeredNet Shaping (LENS)
8. Rapid Tooling
 - a. Rapid Tooling Diretto
 - b. Rapid Tooling Indiretto
9. Rapid Manufacturing

-
1. Motivazioni e campi di applicazione del Reverse Engineering
 2. Definizione del processo di Reverse Engineering
 3. Introduzione alle tecnologie di Reverse Engineering
 4. Classificazione delle metodologie di scansione 3D
 5. Sistemi a contatto
 - a. Caratteristiche generali
 - b. Sistemi attivi
 - c. Sistemi passivi
 - d. modalità di scansione point mode e scanning mode
 - e. strategie di scansione ed errori possibili
 6. Sistemi senza contatto
 - a. Caratteristiche generali
 - b. Sistemi ottici
 - i. Introduzione alle telecamere e alla geometria epipolare
 - ii. Calibrazione di un sistema di telecamere
 - iii. I sistemi ottici passivi
 1. Stereovisione passiva
 2. Forma dall'ombreggiatura
 3. Forma dalla testurizzazione
 4. Forma da focus-defocus
 5. Forma da sagoma
 - iv. I sistemi ottici attivi
 1. Triangolazione laser-camera
 2. Stereovisione attiva (tramite luce laser e luce strutturata)
 3. Scanner a tempo di volo
 7. Manipolazione dei dati acquisiti (pre-processing)
 - a. Definizione di overlapping e oversampling
 - b. Tecniche di semplificazione e accoppiamento delle nuvole di punti
 - i. Tecniche per le linee di scansione
 - ii. Tecniche per le nuvole di punti 2,5 D
 - iii. Tecniche per le nuvole di punti 3D
 - c. Valutazione dell'errore commesso
 8. Modellazione: ricostruzione della geometria a partire dai dati acquisiti
 - a. Tassellazione
 - b. Ricostruzione con superfici primitive e features
 - c. Ricostruzione tramite sezioni della tassellazione
 - d. Ricostruzione tramite patches
 9. Dimostrazione pratica di vari scanner 3D (scansione di oggetti)
 10. Dimostrazione pratica di ricostruzione della geometria a partire dai dati acquisiti tramite scanner (impiego di pacchetti software dedicati)

Disciplina: 435667

SCAMBIO TERMICO NELLE MACCHINE

ING-IND/08

Corso di Studio: ENS MES ENM MEM

Crediti: 3 **Tipo:** M

Note: MUTUATO DA MEM = SCAMBIO TERMICO E COMBUSTIONE NELLE MACCHIN

Docente: FACCHINI BRUNO

P2 ING-IND/08

Copertura: MUT

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

Le Turbine: Sistemi di raffreddamento per pale di turbina a gas. Criteri di dimensionamento; analisi e simulazione dello scambio termico. Confronti fra le varie tecniche utilizzate. Analisi monodimensionale e correlazioni. Sistemi aria secondaria e tenute. Criteri di dimensionamento delle cavità rotanti e problematiche di ingestione. Le camere di combustione: Classificazione e criteri di dimensionamento di liner di camere di combustione delle turbine a gas. Problematiche delle camere di combustione a bassa emissione inquinante. I motori alternativi a combustione interna: Problematiche termiche dei componenti critici dei motori a combustione interna (valvole, pistoni e frizione)
Il calcolo numerico applicato alle problematiche di scambio termico.
Le tecniche sperimentali nello studio dei fenomeni di scambio termico.

Disciplina: 346568 **SPERIMENTAZIONE SULLE MACCHINE E** ING-IND/08
COLLAUDI

Corso di Studio: ENS MES **Crediti:** 3 **Tipo:** M

Note: MUTUATO DA MEM = SPERIMENTAZIONE SULLE MACCHINE

Docente: DE LUCIA MAURIZIO P1 ING-IND/09 **Copertura:** MUT

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

Disciplina: 4677

TECNICA DEL FREDDO

ING-IND/10

Corso di Studio: ENS MEM ENM MES

Crediti: 3 **Tipo:** A

Note: GRAZZINI CFU 3

Docente: GRAZZINI GIUSEPPE

P1

ING-IND/10

Copertura: AFF03

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

Il Numero indica i crediti parziali dell'argomento che precede

Richiami su Metodo e-NTU e DTML per dimensionamento dei diversi tipi di scambiatori. Ebollizione e condensazione

0.1

Cicli frigoriferi con ciclo Rankine inverso. Tipi di compressori usati. Principi di regolazione

1.5

Fluidi frigoriferi e loro caratteristiche

0.1

Cicli frigoriferi tritermici (assorbimento, eiezione, adsorbimento).

0.5

Cicli frigoriferi ad aria, Brayton e umidificazione-deumidificazione

0.5

Pompe di calore; trasformatori di calore.

0.2

Utilizzazione di cicli frigo e pompe di calore in varie tipologie di impianti. Fluidi secondari. Accumuli

2.7

Modi diversi per produrre freddo: vortex, termoacustica, magnetocalorici.

.1

Cenni sulla criogenia, produzione aria liquida, gas liquefatti.

.3

Disciplina: 54568

**TERMODINAMICA AVANZATA E
TERMOECONOMIA**

ING-IND/09

Corso di Studio: ENS MEM ENM AMS MES **Crediti:** 3 **Tipo:** A

Note: MEM=TERMODINAMICA E TERMOECONOMIA PER GLI IMPIANTI DIPOTENZA

Docente: MANFRIDA GIAMPAOLO P1 ING-IND/08 **Copertura:** AFF03

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

Impostazione unitaria di primo e secondo principio della termodinamica (exergia) per sistemi chiusi ed aperti, non reattivi e reattivi. Bilancio diretto ed indiretto di exergia. Distruzione di exergia. Esempi di calcolo su diversi processi e tipologie di impianti di conversione. Contabilità energetica basata sull'exergia. Applicazione a sistemi cogenerativi. Ottimizzazione termoeconomica, Pinch Analysis. Fondamenti della Life Cycle Analysis.

Disciplina: 43654676 **TURBOMACCHINE II**

ING-IND/08

Corso di Studio: ENS MEM ENM MES **Crediti:** 3 **Tipo:** M

Note: MUTUATO DA MEM = TURBOMACCHINE

Docente: ARNONE ANDREA P1 ING-IND/09 **Copertura:** MUT

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

COMPRESSORI:

- Utilizzo della teoria elementare per la progettazione di massima dello stadio.
- Flusso interpolare, strato limite e diffusione, perdite e loro modellizzazione, incidenza e deviazione.
- Flusso meridiano ed effetti tridimensionali, svergatura e distribuzione del lavoro.
- Profili per compressori assiali subsonici, transonici, supersonici
- Progettazione avanzata assistita da metodologie di fluidodinamica computazionale.

TURBINE:

- Utilizzo della teoria elementare per la progettazione di massima dello stadio.
- Flusso interpolare, perdite e loro modellizzazione, solidita', apertura di gola.
- Flusso meridiano ed effetti tridimensionali, svergatura e aspect ratio, distribuzione del lavoro.
- Profili per turbine assiali di alta e bassa pressione.
- Cenni al raffreddamento delle palettature.
- Progettazione avanzata assistita da metodologie di fluidodinamica computazionale.

