



**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

# **GUIDA DELLO STUDENTE**

**ANNO ACCADEMICO 2015/2016**

*(a cura della Presidenza di Facoltà)*

Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04) in

**Ingegneria Meccanica**

Sede di Ancona

versione aggiornata al 27/09/2016

## Norme generali

Il sistema universitario italiano è stato profondamente riformato con l'adozione (D.M. 270/04) di un modello basato su due successivi livelli di studio, rispettivamente della durata di tre e di due anni. I Corsi di Laurea di 1° Livello sono raggruppati in 43 differenti Classi, i Corsi di Laurea di 2° Livello sono raggruppati in 94 differenti Classi di Laurea Magistrale.

Al termine del 1° Livello viene conseguita la laurea e al termine del 2° Livello la laurea magistrale. Il corso di studi è basato sul sistema dei crediti formativi (CFU = Crediti Formativi Universitari): il credito formativo rappresenta l'unità di impegno lavorativo (tra lezioni e studio individuale) dello studente ed è pari a 25 ore di lavoro. Per tutti i Corsi di Laurea triennali e per alcuni Corsi di Laurea Magistrale è prevista attività di Tirocinio che potrà essere effettuata all'interno o all'esterno della Facoltà. Per tutte le informazioni riguardanti Tirocini e Stage si rinvia al sito <https://tirocini.ing.univpm.it>.

Per conseguire la laurea dovranno essere acquisiti 180 crediti, mentre per acquisire la laurea magistrale sarà necessario acquisirne ulteriori 120.



## Organizzazione didattica

LM  
2015/2016Classe: **LM-33 - Ingegneria Meccanica**

DM270/2004

Sede: **Ancona**CdS: **Ingegneria Meccanica**Curricula *Meccanico-Costruttivo*  
*Termomeccanico*

Anno: 1						
Tip. DM	Tip. AF	SSD	Ciclo	Insegnamento		CFU
b)	Caratterizzante	ING-IND/13	I	Progettazione Funzionale		9
c)	Affini	ING-IND/06	I	Aerodinamica e Gasdinamica		9
c)	Affini	ING-IND/31	I	Macchine e Reti Elettriche		9

Anno: 1 - Totale CFU: 27

Curriculum Meccanico-Costruttivo						
b)	Caratterizzante	ING-IND/14	II	Progettazione Meccanica		9
c)	Affini	ICAR/08	II	Meccanica del Continuo		9
c)	Affini	ING-IND/21	II	Metallurgia Meccanica		9

Anno: 1 (Curriculum: Meccanico-Costruttivo) - Totale CFU: 27 + 27 comuni = 54

Curriculum Termomeccanico						
b)	Caratterizzante	ING-IND/12	I	Misure e Controlli Termotecnici (A/L) Misure e Controlli Termotecnici (M/Z)		9
b)	Caratterizzante	ING-IND/10	II	Termotecnica		9
c)	Affini	ING-IND/11	II	Energetica		9

Anno: 1 (Curriculum: Termomeccanico) - Totale CFU: 27 + 27 comuni = 54

Anno: 2 (attivo dall'A.A. 2016/2017)						
Tip. DM	Tip. AF	SSD	Ciclo	Insegnamento		CFU
d)	Altre / A Scelta dello Studente (art. 10, comma 5, lettera a)	-		Corso/i a scelta		6
d)	Altre / A Scelta dello Studente (art. 10, comma 5, lettera a)	-		Corso/i a scelta		6
e)	Altre / Per la prova finale (art. 10, comma 5, lettera c)	-		Prova Finale		15
f)	Altre / Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	-		Tirocinio		3
b)	Caratterizzante	ING-IND/09	II	Impianti di Conversione Energetica		9

Anno: 2 - Totale CFU: 39

Curriculum Meccanico-Costruttivo						
----------------------------------	--	--	--	--	--	--

Tip. DM	Tip. AF	SSD	Ciclo	Insegnamento	CFU
b)	Caratterizzante	ING-IND/15	I	Prototipazione Virtuale	9
b)	Caratterizzante	ING-IND/17	I	Progettazione di Impianti Industriali	9
b)	Caratterizzante	ING-IND/16	II	Studi di Fabbricazione	9

**Anno: 2 (Curriculum: Meccanico-Costruttivo) - Totale CFU: 27 + 39 comuni = 66**

#### Curriculum Termomeccanico

b)	Caratterizzante	ING-IND/09	I	Motori a Combustione Interna	9
b)	Caratterizzante	ING-IND/10	I	Progettazione di Impianti di Climatizzazione	9
b)	Caratterizzante	ING-IND/14	I	Affidabilità e Sicurezza delle Costruzioni Meccaniche	9

**Anno: 2 (Curriculum: Termomeccanico) - Totale CFU: 27 + 39 comuni = 66**

**Totale CFU 2 anni: 120**

#### Riepilogo Attività Formative

Attività	Min DM	CFU Ordinamento		CFU	CFU
				TERM	MC
b) - Caratterizzanti la Classe	45	45 - 63		63	54
c) - Affini ed integrative	12	21 - 52		27	36
Altre attività formative (D.M. 270 art. 10 §5)		23 - 42	d) - A Scelta dello Studente (art. 10, comma 5, lettera a)	12	12
			e) - Per la prova finale (art. 10, comma 5, lettera c)	15	15
			f) - Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d) Tirocini formativi e di orientamento	3	3
<b>Totale</b>				<b>120</b>	<b>120</b>

#### Offerta a scelta libera dello studente (OL) per i corsi a scelta

SSD	Ciclo	Offerta formativa	CFU
ING-IND/06	II	Fluidodinamica Computazionale	6
ING-IND/09	II	Sistemi Oleodinamici e Pneumatici	6
ING-IND/09	II	Turbomacchine	6
ING-IND/10	II	Tecnica del Freddo	6
ING-IND/10	II	Trasmissione del Calore	6
ING-IND/12	II	Metodi e Strumenti per la Diagnostica	6
ING-IND/12	II	Misure e Controlli Industriali	6
ING-IND/13	II	Meccanica delle Macchine Automatiche	6
ING-IND/14	II	Costruzione di Autoveicoli	6
ING-IND/14	II	Progettazione agli Elementi Finiti	6
ING-IND/15	II	Gestione del Ciclo di Vita del Prodotto	6
ING-IND/16	II	Sistemi Integrati di Produzione	6
ING-IND/17	II	Progettazione di Impianti Industriali Termomeccanici	6
ING-IND/21	II	Metallurgia dei Metalli non Ferrosi	6
ING-IND/22	II	Tecnologie delle materie plastiche e dei compositi	6

# Programmi dei corsi

*(obiettivi formativi, modalità d'esame, testi di riferimento, orari di ricevimento dei corsi)*

**Aerodinamica e Gasdinamica**

Settore: ING-IND/06

**Prof. Ricci Renato**[r.ricci@univpm.it](mailto:r.ricci@univpm.it)

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

Corso di Studi	Tipologia	Ciclo	CFU	Ore
Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))	Affine	I	9	72

**(versione italiana)**Risultati di Apprendimento Attesi

Il corso ha lo scopo di fornire le basi dell'aerodinamica applicata ai velivoli ed ai veicoli terrestri. Verrà inoltre introdotta la fluidodinamica dei flussi comprimibili in condizioni supersoniche ed ipersoniche.

Prerequisiti

Conoscenza di: limiti, derivate, differenziali, integrali lineari e circolari, equazioni differenziali, Conoscenza di Fisica dei corpi solidi e di fluidodinamica

Programma

Richiami generali sulle Proprietà Meccaniche e Termiche di un fluido. Forze e momenti aerodinamici. Resistenza aerodinamica (Resistenza di forma e Resistenza di attrito superficiale). Analisi di un flusso viscoso: Applicazione della Conservazione della quantità di moto per il calcolo della resistenza aerodinamica in una galleria del vento subsonica. Analisi di un flusso non viscoso: Teoria dei flussi potenziali. Profili Alari. Separazione locale dello strato limite: Bolla Laminare Tecniche per il controllo della separazione dello strato limite. Sistemi di Ipersostentazione Aerodinamica. Aerodinamica dell'Ala Finita. Elementi di meccanica del volo. Cenni di aerodinamica di flussi comprimibili. Uso del software XFOIL per il dimensionamento di un profilo alare.

Metodi di Valutazione dell'Apprendimento

Interazione con i singoli studenti

Criteri di Valutazione dell'Apprendimento

Valutazione del grado di utilizzo delle nozioni apprese

Criteri di Misurazione dell'Apprendimento

Capacità di soluzione dei casi di studio

Criteri di Attribuzione del Voto Finale

Padronanza degli argomenti. Capacità di analisi del problema

Testi di riferimento

D. ANDERSON Jr. - Fundamentals of Aerodynamics - Mc Graw Hill Book Co.  
Dispense del corso reperibili dal sito [www.termofluido.univpm.it](http://www.termofluido.univpm.it)

Orario di ricevimento

Venerdì 11:30-13:30

**Expected Learning Outcomes**

The course aims are to provide the students with the fundamental notions on aerodynamics for aircrafts and ground vehicles and to introduce the fluid dynamics of compressible flows in supersonic and hypersonic conditions.

**Prerequisites**

Basic knowledge of Calculus, Mechanics and Fluidynamics

**Topics**

Aerodynamic loads. The drag: shape and viscous components. Evaluation of the drag coefficient by using the momentum conservation equation. Potential flow theory and thin sheet theory. Aerodynamic shapes. Boundary layer separation on curved surfaces. Flaps and turbulators. Finite wing theory. Longitudinal stability of the airplane. Fundamentals of compressible fluid flow.

**Learning Evaluation Methods**

Interactions with students during the lessons

**Learning Evaluation Criteria**

Evaluation of the learning state

**Learning Measurement Criteria**

Problem solving skills

**Final Mark Allocation Criteria**

Level of knowledge and analytical capacity

**Textbooks**

J. D. ANDERSON Jr. Fundamentals of Aerodynamics. Mc Graw-Hill Book Co.  
On [www.termofluido.univpm.it](http://www.termofluido.univpm.it) you'll find the lecture notes

**Tutorial session**

Friday 11:30-13:30

**Energetica**

Settore: ING-IND/11

## Curriculum Termomeccanico

Prof. Ricci Renato

r.ricci@univpm.it

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

Corso di Studi	Tipologia	Ciclo	CFU	Ore
Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))	Obbligatorio Caratterizzante di Curriculum	II	9	72

*(versione italiana)*Risultati di Apprendimento Attesi

Il corso ha come obiettivi l'apprendimento delle tecniche per lo sfruttamento delle fonti energetiche fossili e rinnovabili, queste ultime verrà dato un approfondimento progettuale

Prerequisiti

Elementi di matematica e fisica di base

Programma

Caratteristiche energetiche delle diverse fonti fossili. Disponibilità della risorsa in funzione delle politiche energetiche su scala globale, nazionale e regionale.

Caratteristiche energetiche delle diverse fonti rinnovabili. Disponibilità delle risorse su scala mondiale, nazionale e regionale. Piani di sviluppo condivisi: Direttive CE e Piani Energetici

Tecnologie e tecniche per lo sfruttamento dell'energia solare: Sistemi fotovoltaici e loro progettazione; cenni di solare termodinamico.

Tecnologie e tecniche per lo sfruttamento dell'energia eolica: Cenni di meteorologia. Analisi del vento e sistemi di misura.

Caratterizzazione di un sito eolico. Aerodinamica di turbine ad asse orizzontale e verticale. Dimensionamento aerodinamico di un rotore eolico. Impianti di grande taglia, media taglia e microscala.

Tecnologie per lo sfruttamento di energia da biomassa.

Tecniche per lo sfruttamento dell'energia idraulica su piccola scala.

Problematiche di inserimento paesaggistico ed ambientale degli impianti di produzione da fonti rinnovabili.

Metodi di Valutazione dell'Apprendimento

Interazione con i singoli studenti

Criteri di Valutazione dell'Apprendimento

Valutazione del grado di utilizzo delle nozioni apprese

Criteri di Misurazione dell'Apprendimento

Capacità di soluzione dei casi di studio

Criteri di Attribuzione del Voto Finale

Padronanza degli argomenti. Capacità di analisi del problema orale.

Testi di riferimento

Dispense del corso reperibili dal sito [www.termofluido.univpm.it](http://www.termofluido.univpm.it)

Orario di ricevimento

Venerdì 11:30-13:30



**Expected Learning Outcomes**

The course aims to provide the student with knowledge of the techniques for the exploitation of fossil and renewable energy sources, and to provide the student with design skills in renewables.

**Prerequisites**

Basic knowledgements of mathematics and physics

**Topics**

Energy by fossil fuels: resources availability and global energy policy. Local and regional laws and feeds. Main aspects of combustion energy plants.

Solar energy: photovoltaic solar plants: Technique of design.

Wind energy: principles of meteorology, main aerodynamic aspects of horizontal axis wind turbine (from actuator disk to BEM theory) and vertical axis, analysis of the main components of a wind turbine. Focus on wind turbine power control techniques. Main rules and aspects of wind farm design.

Hydropower: classification of the hydraulic turbines, analysis of the fluidynamic behaviour of the turbine. Design of the main infrastructures connected with hydraulic energy conversion, pressure losses in pipeline and in transport systems.

Biomass and Biogas energy plants: main aspects of the conversion technology and environmental problems.

**Learning Evaluation Methods**

Interactions with students during the lessons

**Learning Evaluation Criteria**

Evaluation of the learning state

**Learning Measurement Criteria**

Problem solving skills

**Final Mark Allocation Criteria**

Level of knowledge and analytical capacity

**Textbooks**

Lesson notes available on [www.termofluido.univpm.it](http://www.termofluido.univpm.it)

**Tutorial session**

Friday 11:30 - 13:30

**Gestione del Ciclo di Vita del Prodotto**

Settore: ING-IND/15

**Prof. Germani Michele*****m.germani@univpm.it***

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Offerta libera

II

6

48

**(versione italiana)****Risultati di Apprendimento Attesi**

Il corso si propone di fornire una panoramica degli attuali metodi e strumenti impiegati per assicurare il flusso e lo scambio di informazione tecnica (documenti, modelli, disegni, normative, cataloghi, ecc.) all'interno dell'azienda e/o tra aziende componenti una filiera produttiva, con particolare riferimento alle metodologie per la descrizione dello sviluppo prodotto/processo e la gestione integrata dei dati durante l'intero ciclo di vita del prodotto.

**Prerequisiti**

NO

**Programma**

Cenni di metodi di progettazione. Sistemi di Product Life Cycle Management : definizioni, funzionalità ed implementazione; Life Cycle Costing; Life Cycle Design e Life Cycle Assessment; metodi e strumenti per l'Ecodesign; Design for Eco-Sustainability; Design for Assembly and Design for Disassembly; Recycling, Reuse e Remanufacturing; Design for Energy Efficiency. Cenni di Virtual Manufacturing. Casi pratici di progettazione di prodotti eco-sostenibili.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

La valutazione del livello di apprendimento degli studenti consiste in una prova orale consistente nella discussione su uno o più temi trattati nel corso e nella presentazione di un progetto di un prodotto/servizio/processo.

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Capacità di affrontare un progetto considerando il ciclo di vita del sistema

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Capacità di realizzare un progetto considerando il ciclo di vita

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

Valutazione competenze raggiunte durante la discussione del progetto realizzato

**Testi di riferimento**

E.Manzini, C.A. Vezzoli, "Design for Environmental Sustainability", Springer 2008. A. Saksvuori, A. Immonen, "Product Lifecycle Management", Springer 2010.

**Orario di ricevimento**

da concordare via e-mail con il docente

**Expected Learning Outcomes**

The course aims to provide the student with an overview of existing methods and tools for technical information flow and exchange (documents, models, drawings, standards, catalogs, etc..) within the company and / or between the companies of a production chain, with particular reference to the methods for the description of the product / process development and the integrated management of data throughout the product lifecycle.

**Prerequisites**

NO

**Topics**

Outline of Product Design Methods. Product Life Cycle Management Systems: definitions, functionalities and implementation. Life Cycle Costing; Life Cycle Design and Life Cycle Assessment. Ecodesign methods and tools. Design for Eco-Sustainability. Design for Assembly and Design for Disassembly. Recycling, Reuse and Remanufacturing. Design for Energy Efficiency. Outline of Virtual Manufacturing. A real case of product design will be faced

**Learning Evaluation Methods**

The assessment of student learning consists of an oral exam consisting in the discussion on one or more topics covered in the course and in the presentation of a design of a product / service / process.

**Learning Evaluation Criteria**

Ability to face a design considering the life cycle of the system

**Learning Measurement Criteria**

Ability to carry out a design considering the life cycle of the system

**Final Mark Allocation Criteria**

Assessment of skills attained during the discussion of the project carried out

**Textbooks**

E.Manzini, C.A. Vezzoli, "Design for Environmental Sustainability", Springer 2008. A. Saksvuori, A. Immonen, "Product Lifecycle Management", Springer 2010.

**Tutorial session**

To be determined by e-mail

**Macchine e Reti Elettriche**

Settore: ING-IND/31

**Prof. Squartini Stefano****s.squartini@univpm.it**

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Affine

I

9

72

### Risultati di Apprendimento Attesi

Acquisizione conoscenze sui circuiti elettrici e magnetici e sulle loro applicazioni. Introduzione alle macchine elettriche statiche e dinamiche, con particolare riferimento ai trasformatori e alle macchine asincrone, sincrone e a C.C.

### Prerequisiti

Nessuno

### Programma

CIRCUITI ELETTRICI A COSTANTI CONCENTRATE LINEARI E PERMANENTI  
ANALISI DI CIRCUITI SENZA MEMORIA  
ANALISI DI CIRCUITI CON MEMORIA NEL TEMPO E NEL DOMINIO DI LAPLACE  
ANALISI DI CIRCUITI A REGIME  
POTENZE ED ENERGIE NEI CIRCUITI ELETTRICI  
CIRCUITI E IMPIANTI ELETTRICI MONOFASE E TRIFASE  
SICUREZZA E DISTRIBUZIONE ELETTRICA  
CIRCUITI MAGNETICI  
TRASFORMATORE MAGNETICO MONOFASE E TRIFASE  
MOTORE/GENERATORE ASINCRONO  
MOTORE/GENERATORE SINCRONO  
MOTORI A CORRENTE CONTINUA  
CONNESSIONE DI GENERATORI DISTRIBUITI ALLA RETE ELETTRICA

### Metodi di Valutazione dell'Apprendimento

Il corso non è preceduto da un corso di Elettrotecnica di base né nella laurea triennale né in quella magistrale. Per questa ragione il corso è necessariamente organizzato in 2 parti di uguale peso: la prima parte fornisce le nozioni essenziali di Elettrotecnica e Teoria dei Circuiti, la seconda parte fornisce nozioni di impianti e macchine elettriche basandosi sull'uso delle nozioni impartite nella prima parte.

La valutazione del livello di apprendimento consiste quindi in 2 prove:

- 1) prova per la valutazione dell'apprendimento degli argomenti della prima parte del corso (Elettrotecnica), consistente in 4 quesiti da rispondere per iscritto con svolgimento libero (durata 1 ora e 30 minuti).
- 2) prova per la valutazione dell'apprendimento degli argomenti della seconda parte del corso (Impianti e Macchine elettriche), consistente in 4 quesiti da rispondere per iscritto con svolgimento libero (durata 1 ora e 30 minuti).

Le 2 prove possono essere sostenute singolarmente anche in appelli diversi, con il vincolo temporale che la seconda venga sostenuta entro l'A.A. dell'appello in cui si è sostenuta la prima.

### Criteri di Valutazione dell'Apprendimento

#### 1) Prova 1

La valutazione si basa sulla verifica della conoscenza delle nozioni e dei concetti presentati nella prima parte del corso. Il superamento della prova richiede la dimostrazione di possedere almeno una sufficiente conoscenza degli argomenti del programma (es. almeno 3 risposte su 4).

#### 2) Prova 2

La valutazione si basa sulla verifica della conoscenza delle nozioni e dei concetti presentati nella seconda parte del corso. Il superamento della prova richiede la dimostrazione di possedere almeno una sufficiente conoscenza degli argomenti del programma (es. almeno 3 risposte su 4).

### Criteri di Misurazione dell'Apprendimento

Ad ogni prova è attribuito un voto in trentesimi.

Il voto minimo utile per il superamento della prima prova è 18/30.

Il voto minimo utile per il superamento della seconda prova è 18/30.

### Criteri di Attribuzione del Voto Finale

Il voto finale in trentesimi è dato dalla media dei voti ottenuti nelle due prove con arrotondamento all'intero.

L'attribuzione della lode è riservata agli studenti che abbiano conseguito la votazione massima in entrambe le prove e che abbiano mostrato un superiore livello di approfondimento nella redazione degli elaborati.

### Testi di riferimento

G. Martinelli, M. Salerno, "Fondamenti di Elettrotecnica", seconda ed., Vol. I e II, Siderea 1996. Dispense sui Circuiti Magnetici, Trasformatore e Motore Asincrono Trifase. M. Guarnieri, A. Stella, "Principi ed Applicazioni di Elettrotecnica", Edizioni Progetto Padova, 1998-1999

### Orario di ricevimento

Tutte le settimane, secondo l'orario e le modalità indicate nel sito di supporto Web:

<http://www.univpm.it/Entra/Engine/RAServePG.php/P/320710011947/idsel/595/docname/SQUARTINI%20STEFANO>

### Expected Learning Outcomes

The course aims to provide the student with fundamental notions on electric and magnetic circuits and their applications, and to introduce the student to static and dynamic electric machines, with special reference to transformers and to asynchronous, synchronous and DC machines.

### Prerequisites

None

### Topics

INTRODUCTION TO ELECTRICAL CIRCUITS  
LPC CIRCUIT THEORY  
TIME-DOMAIN CIRCUIT ANALYSIS  
LAPLACE-DOMAIN CIRCUIT ANALYSIS  
STEADY-STATE CIRCUIT ANALYSIS  
POWER AND ENERGY ANALYSIS  
1-PHASE AND 3-PHASE ELECTRICAL CIRCUITS  
ELECTRICAL POWER DISTRIBUTION AND SAFETY  
MAGNETIC CIRCUITS  
1-PHASE AND 1-PHASE TRANSFORMERS  
ASYNCHRONOUS MOTORS AND GENERATORS  
SYNCHRONOUS MOTORS AND GENERATORS  
DC ELECTRICAL MACHINES

### Learning Evaluation Methods

The exam consists of 2 parts. In the first the student is asked to give written answers to 4 questions on the first 7 topics of the program, in the second to give written answers to 4 questions on the last 6 topics of the program. 1 hour and 30 minutes are given to the students to provide their answer for each part. The two tests can be sit by the students in two distinct sessions, but always within the same Academic Year.

Further oral questions can be optionally made by the teacher to integrate the final examination grade.

### Learning Evaluation Criteria

For each tests, the students have to show a sufficient knowledge of the corresponding arguments, for at least 3 out of the 4 presented questions.

### Learning Measurement Criteria

For each test, a score on the 18-30 scale is assigned. The minimum score required for each test is 18/30.

### Final Mark Allocation Criteria

The arithmetic average between the two scores is applied, with a rounding up strategy, and the result is proposed as final score for official registration. The maximum evaluation score is given when the student show a deep knowledge of the theoretical contents of the course and a remarkable ability in applying those concepts to practical problems.

### Textbooks

G. Martinelli, M. Salerno, "Fondamenti di Elettrotecnica", seconda ed., Vol. I e II, Siderea 1996  
Dispense sui Circuiti Magnetici, Trasformatore e Motore Asincrono Trifase.  
M. Guarnieri, A. Stella, "Principi ed Applicazioni di Elettrotecnica", Edizioni Progetto Padova, 1998-1999.

### Tutorial session

Every week, according to the guidelines available at the following Web link:  
<http://www.univpm.it/Entra/Engine/RAServePG.php/P/320710011947/idsel/595/docname/SQUARTINI%20STEFANO>

**Meccanica del Continuo**

Settore: ICAR/08

**Curriculum Meccanico-Costruttivo****Prof. Lenci Stefano*****s.lenci@univpm.it***

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Obbligatorio Affine di Curriculum

II

9

72

**(versione italiana)****Risultati di Apprendimento Attesi**

Il corso si propone di approfondire le conoscenze di ingegneria strutturale, perfezionando il corso di Scienza delle Costruzioni, e di introdurre le problematiche avanzate di meccanica strutturale, con l'obiettivo di fornire gli strumenti necessari per l'analisi di sistemi strutturali complessi.

**Prerequisiti**

Concetti base insegnati nei corsi di "Scienza delle Costruzioni", "Costruzione di Macchine", "Meccanica Applicata alle Macchine", "Tecnologia Meccanica" della Laurea, e in quelli di approfondimento di Matematica e Fisica Matematica della Laurea Magistra

**Programma**

1. Instabilità dell'equilibrio
2. Generalizzazione del problema della flessione
3. Cinematica avanzata del continuo
4. Statica avanzata del continuo
5. Elasticità finita
6. Elasticità linearizzata
7. Problema elastico piano
8. Principi variazionali e soluzioni approssimate
9. Piastre

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

La valutazione del livello di apprendimento consisterà in una sola prova orale che riguarderà tutti gli argomenti teorici e applicativi sviluppati durante il corso.

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Per superare con esito positivo la valutazione dell'apprendimento, lo studente deve dimostrare di:

- aver ben compreso i concetti esposti nel corso;
- saper elaborare tali concetti applicandoli alla risoluzione di problemi avanzati di ingegneria strutturale e alla interpretazione di fenomeni meccanici complessi.

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Il voto complessivo in trentesimi rispecchierà:

- il grado di preparazione generale mostrato dallo studente;
- la capacità di elaborare i concetti illustrati nel corso e la capacità di applicarli per l'interpretazione di fenomeni tipici dell'ingegneri

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

La sufficienza (18/30) sarà riservata agli studenti che dimostreranno di aver capito i concetti di base del corso. Il voto aumenterà mano mano che gli studenti dimostreranno di saper elaborare i concetti oggetto del corso.

La valutazione massima (30/30) è raggiunta dimostrando una conoscenza approfondita dei contenuti del corso, in aggiunta alla capacità di interpretazione e applicazione degli stessi a casi concreti proposti dall'esaminatore o individuati dal candidato.

La lode è riservata agli studenti che dimostreranno una particolare brillantezza nella esposizione orale.

**Testi di riferimento**

- Baldacci, "Scienza delle Costruzioni", UTET  
 Ciarlet, "Mathematical elasticity, vol I", North-Holland  
 Corradi dell'Acqua, "Meccanica delle Strutture", McGraw-Hill  
 Gurtin, "An introduction to continuum mechanics", Academic Press  
 Love, "A treatise on the mathematical theory of elasticity", Dover  
 Lenci, "Lezioni di meccanica strutturale", Pitagora

**Orario di ricevimento**

Lunedì 13.30-17.30

### Expected Learning Outcomes

The course aims are: to boost the student's skills in structural engineering by refining the concepts introduced in the course of 'Scienze delle costruzioni' and to introduce advanced concepts of structural mechanics, with the aim of providing the tools needed for the analysis of complex structural systems.

### Prerequisites

Knowledge of topics taught in the courses of "Scienza delle Costruzioni", "Costruzioni di Macchine", "Meccanica applicata alle Macchine", "Tecnologia Meccanica" of the "Laurea", and those taught in the courses of "Matematica" and "Fisica Matematica" o

### Topics

1. Stability of elastic equilibrium
2. Generalized problems of bending
3. Advanced kinematics of continuum
4. Advanced statics of continuum
5. Finite elasticity
6. Linear elasticity
7. Plane strain and plane stress problems
8. Variational principles and approximated solutions
9. Plates

### Learning Evaluation Methods

The learning evaluation will be done by means of an interview (oral examination) which will involve all the topics discussed during the lectures.

### Learning Evaluation Criteria

To get a positive evaluation, the candidate must:

- show that he/she understood the topics developed in the lectures;
- be able to elaborate the previous concepts in order to solve advanced problems of structural engineering, including the understanding of complex mechanical behaviours.

### Learning Measurement Criteria

The final evaluation, expressed by a number from 0 to 30 (positive evaluation from 18 to 30), will reflect:

- the level of general knowledge of the student;
- the capacity of the student to elaborate the general concepts, and his/her skills in applyin

### Final Mark Allocation Criteria

The minimum sufficient score (18/30) is for students that show the understanding of the basic concepts illustrated during the lectures. The mark will increase as much as the student will show his/her ability to elaborate these concepts.

The maximum score (30/30) is obtained with a deep knowledge of all the topics and with the ability to apply them to real cases or to exercises proposed by the examiner.

The "summa cum laude" is for students which will show special cleverness during the interview.

### Textbooks

Baldacci, "Scienza delle Costruzioni", UTET  
Ciarlet, "Mathematical elasticity, vol I", North-Holland  
Corradi dell'Acqua, "Meccanica delle Strutture", McGraw-Hill  
Gurtin, "An introduction to continuum mechanics", Academic Press  
Love, "A treatise on the mathematical theory of elasticity", Dover  
Lenci, "Lezioni di meccanica strutturale", Pitagora

### Tutorial session

Monday 15.30-17.30



**Meccanica delle Macchine Automatiche**

Settore: ING-IND/13

[Dott. Carbonari Luca](#)[l.carbonari@univpm.it](mailto:l.carbonari@univpm.it)

<b>Corso di Studi</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Ciclo</b>	<b>CFU</b>	<b>Ore</b>
Ingegneria Informatica e dell'Automazione (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))	Offerta libera	II	9	72
Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))	Offerta libera	II	6	48

### Risultati di Apprendimento Attesi

Fornire una panoramica sui componenti meccanici, sugli azionamenti e sugli elementi base di controllo delle macchine automatiche e dei sistemi mecatronici; gli studenti dovranno essere in grado di modellare tali sistemi e di effettuarne l'analisi tramite l'utilizzo di strumenti software.

### Prerequisiti

Elementi basilari sulla cinematica e dinamica dei sistemi meccanici

### Programma

#### 1. SISTEMI E MODELLI MECCANICI

Modelli fisici e modelli matematici. Caratteristiche statiche. Linearizzazione delle equazioni del moto nell'intorno della posizione di quiete o di regime. Traiettorie di sistemi lineari.

#### 2. COMPONENTI MECCANICI

Conversione e trasformazione di energia. Meccanica del giunto: organi di trasmissione, trasferimento diretto ed indiretto di potenza. Organi meccanici di regolazione.

#### 3. SISTEMI DI ATTUAZIONE

Azionamenti oleodinamici. Azionamenti elettrici. Attuatori di nuova generazione. Componenti micro-meccanici. Accoppiamento motore-carico e scelta della trasmissione.

#### 4. SISTEMI DI CONTROLLO

Il modello in termini di stato. Funzioni di trasferimento. Analisi di stabilità. Elementi fondamentali della teoria del controllo. Pianificazione del movimento. Applicazioni. Controllo di robot industriali.

#### 5. MECCANICA DEI SISTEMI MULTIBODY

Analisi cinematica e statica. Analisi dinamica. Robotica industriale ed avanzata.

#### 6. STRUMENTI DI ANALISI

Tipologia degli strumenti disponibili (codici simbolici e di calcolo numerico, modellatori geometrici e simulatori di sistemi multibody). Simulazioni cinematiche e dinamiche (dinamica diretta ed inversa).

### Metodi di Valutazione dell'Apprendimento

Il livello di apprendimento dello studente verrà valutato attraverso due prove:

- la presentazione e discussione di un progetto, per il quale verrà richiesto di modellare ed analizzare un semplice sistema meccanico concordato con il docente.

- la prova orale, che avrà come oggetto la discussione di una o più tematiche trattate nel corso, anche attraverso la risoluzione di esercizi.

Il progetto verrà svolto in gruppi di massimo 4 persone e verrà discusso in sede d'esame con la partecipazione contestuale di tutti gli studenti del gruppo.

### Criteri di Valutazione dell'Apprendimento

Il superamento della prova è subordinato alla dimostrazione da parte dello studente della conoscenza dei contenuti principali del corso: metodi di modellazione ed analisi di sistemi multibody e di risoluzione delle equazioni dinamiche, principali componenti meccanici e loro funzionamento. Inoltre lo studente deve essere in grado di applicare gli strumenti di analisi acquisiti allo studio di semplici sistemi meccanici, mostrando una sufficiente sensibilità nella soluzione di problemi di natura meccanica ed automatica.

### Criteri di Misurazione dell'Apprendimento

Attribuzione del voto finale in trentesimi. Il docente avrà modo di verificare le conoscenze e le abilità tecniche acquisite dallo studente attraverso la valutazione del progetto. Verrà poi approfondita l'indagine con una discussione sulle tematiche del

### Criteri di Attribuzione del Voto Finale

Il superamento dell'esame con votazione minima richiede una conoscenza sufficiente su tutte le tematiche del corso. La votazione massima richiede un'ottima conoscenza dei contenuti del corso oltre che un'ottima valutazione del progetto. La lode è riservata agli studenti che, avendo svolto tutte le prove in modo corretto e completo, abbiano dimostrato una particolare brillantezza nella esposizione orale.

### Testi di riferimento

- F. Cheli ed E. Pennestrì. Cinematica e Dinamica dei Sistemi Multibody, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 2005.
- F.C. Moon. Applied Dynamics, with application to multi-body and mechatronic systems, Wiley, 1998.
- R. Nordmann. H. Birkhofer. Elementi di macchine e mecatronica, McGraw-Hill, 2006.
- J.J. Craig. Introduction to Robotics: Mechanics & Control. 3rd Ed., 2004, Pearson Prentice-Hall.
- B. Siciliano. L. Sciacivco. L. Villani. G. Oriolo. Robotica. Modellistica, pianificazione e controllo. McGraw-Hill, 2008.

### Orario di ricevimento

lun 16:30-17:30; mer 16:30-17:30

### Expected Learning Outcomes

The course aims to provide the student with an overview of the mechanical components, the actuation systems and the basic notions for the control of automatic machines and mechatronic systems. On completion of the course the students will be able to model such systems and to analyse them by means of software codes.

### Prerequisites

Basics of kinematics and dynamics of mechanical systems

### Topics

#### 1. MECHANICAL MODELS AND SYSTEMS

Physical and mathematical models. Engine and load static characteristics (different methods). Linearization of motion equations. Trajectories of linear systems

#### 2. MECHANICAL COMPONENTS

Energy transfer and conversion. Joint mechanics: mechanical transmission, direct and indirect power transfer devices. Mechanical regulation devices.

#### 3. ACTUATION SYSTEMS

Oleodynamic actuators. Electric actuators. New generation actuators. Micro mechanical components. Coupling between motor and load, sizing of the transmission.

#### 4. CONTROL SYSTEMS

Models in state form. Transfer functions. Stability analysis. Basics of control theory. Motion planning. Applications. Control of industrial robots.

#### 5. MECHANICS OF MULTIBODY SYSTEMS

Kinematic and static analysis. Dynamic analysis. Industrial and advanced robotics.

#### 6. TOOLS FOR THE ANALYSIS

Kind of available tools (symbolic and numerical packages, geometric modellers and multibody simulators). Kinematic and dynamic simulations (direct and inverse dynamics).

### Learning Evaluation Methods

The level of the student learning will be assessed through two tests:

- a presentation and discussion of a project for which the student will be asked to model and analyze a simple mechanical system, defined in agreement with the teacher.

- an oral examination, whose object will be the discussion of one or more topics of the course, even through exercises.

The project will be carried out in groups of up to 4 people and will be discussed by the simultaneous participation of all students in the group during the oral examination.

### Learning Evaluation Criteria

Passing the test is subject to demonstration by the student's knowledge of the main contents of the course: methods of modeling and analysis of multibody systems and resolution of dynamic equations, the main mechanical components and their operation. In addition, the student must be able to apply the tools of analysis acquired in the study of simple mechanical systems, showing a sufficient sensitivity in the solution of problems of mechanics and automatics.

### Learning Measurement Criteria

Attribution of the final mark in thirtieths. The teacher will be able to verify the knowledge and technical skills acquired by the student through the project evaluation. Then the investigation will be completed with a discussion on the topics of the course.

### Final Mark Allocation Criteria

Passing the exam with a minimum mark requires sufficient knowledge about all the topics of the course. The maximum mark requires a good knowledge of the course content as well as an excellent evaluation of the project. The praise is reserved for students who, having done all the tests so correctly, have demonstrated a particular brilliance in the oral presentation.

### Textbooks

- F. Cheli ed E. Pennestrì. Cinematica e Dinamica dei Sistemi Multibody, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 2005.
- F.C. Moon. Applied Dynamics, with application to multi-body and mechatronic systems, Wiley, 1998.
- R. Nordmann. H. Birkhofer. Elementi di macchine e mecatronica, McGraw-Hill, 2006.
- J.J. Craig. Introduction to Robotics: Mechanics & Control. 3rd Ed., 2004, Pearson Prentice-Hall.
- B. Siciliano. L. Sciacivco. L. Villani. G. Oriolo. Robotica. Modellistica, pianificazione e controllo. McGraw-Hill, 2008.

### Tutorial session

Mon 16:30-17:30; Wed 16:30-17:30

**Metallurgia dei Metalli non Ferrosi**

Settore: ING-IND/21

**Prof. Cabibbo Marcello*****m.cabibbo@univpm.it***

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Offerta libera

II

6

48

***(versione italiana)*****Risultati di Apprendimento Attesi**

Alla fine del corso lo studente dovrà essere in grado di comprendere le proprietà meccaniche e metallurgiche dei seguenti materiali e leghe: Rame, Alluminio, Magnesio, Titanio, superleghe a base di nichel, cobalto, ODS, leghe di Cobalto, Nichel, Uranio, leghe preziose (Ag, Au, Pt).

**Prerequisiti**

Metallurgia

**Programma**

Solidificazione dei materiali metallici. Metallurgia di processo delle leghe di Alluminio: processo Bayer ed Hall-Heroult. Classificazione delle leghe di Alluminio. Processi tecnologici: estrusione, stampaggio, forgiatura, colata. Metallurgia delle polveri. Trattamenti termici. Impieghi. Riciclo. Leghe di Magnesio: produzione e classificazione. Principali caratteristiche meccaniche e metallurgiche delle leghe di Magnesio. Impieghi industriali e commerciali delle leghe di Magnesio. Metallurgia di processo delle leghe di Titanio. Classificazione delle leghe di Titanio. Applicazioni principali delle leghe di Titanio. Metallurgia di processo delle leghe di Rame. Classificazione delle leghe di Rame. Produzione e processi tecnologici inerenti le principali leghe di Rame. Ottoni. Bronzi. Cupralluminio e cupronichel. Applicazioni principali delle leghe di Rame. Metallurgia di processo delle superleghe a base Ferro, a base Nichel, base Cobalto e ODS. Il creep. Proprietà alle alte temperature delle superleghe e confronto con le altre classi di materiali metallici. Trattamenti termici. Impieghi. Metallurgia di processo dell'uranio e sue leghe. Proprietà fisiche e meccaniche, tipici impieghi. Radiazioni nucleari (cenni). Leghe preziose (Argento, Oro, Platino). Cenni storici. Classificazione. Proprietà meccaniche, metallurgiche, fisiche e chimiche. Principali impieghi.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

scritto e orale

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Lo studente, nel corso della prova orale, dovrà dimostrare una padronanza di tutti quei processi di produzione dei materiali metallici non ferrosi, del ruolo degli alliganti, trattamenti termo-meccanici di riferimento e delle loro specifiche potenzialità meccaniche, fisiche e tecnologiche. Per superare con esito positivo la prova orale, lo studente dovrà dimostrare di possedere una complessiva conoscenza dei contenuti, esposti in maniera sufficientemente corretta con utilizzo di adeguata terminologia tecnica. La valutazione massima verrà conseguita dimostrando una conoscenza approfondita dei contenuti, esposta con completa padronanza del linguaggio tecnico, utilizzando appropriatamente tale conoscenza per la correlazione tra microstruttura dei diversi materiali trattati nel corso e le loro proprietà meccaniche e specifici campi di applicazione tecnologica.

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Attribuzione del voto in trentesimi

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

Scritto su base 10. L'orale sarà articolato su tre quesiti, ognuno dei quali sarà valutabile con un punteggio variabile fra 0 e 6 punti. La lode verrà attribuita agli studenti che, avendo conseguito la valutazione massima, abbiano dimostrato la completa padronanza della materia.

**Testi di riferimento**

Dispense fornite dal Docente.

M. Conserva, F. Bonollo, G. Donzelli: Alluminio, manuale degli impieghi. Edimet Milano, 2004.

Flinn and Trojan: Engineering Materials and their Applications. Houghton Mifflin Co. Boston, 1990.

W.D. Callister: Materials Science and Engineering, an introduction. John Wiley &amp; Sons. Inc. New York, 2002.

I. Polmear: Light alloys, BH - Elsevier publications, 2006.

AA.VV.: Alloying, understanding the basics. ASM international, Materials Park OHIO - USA, 2003.

**Orario di ricevimento**

Lunedì, 9.00-12.00

**Expected Learning Outcomes**

At the end of the course the student will be able to understand the mechanical and metallurgical properties of the following materials and alloys: copper, aluminum, magnesium, titanium, nickel-based superalloys, cobalt, ODS, cobalt alloys, nickel, uranium, alloys of precious metals (Ag, Au, Pt).

**Prerequisites**

Metallurgy

**Topics**

Solidification of the metallic materials. Production of the Aluminum alloys: Bayer and Hall-Heroult. Classification of the aluminum alloys. Extrusion, forging, drawing, casting of the alloys. Powder metallurgy. Thermal treatments. Major field of use. Recycling processes. Magnesium alloys: production and classification. Mechanical and metallurgical properties of the Magnesium alloys. Industry and application field of the Magnesium alloys. Production of Titanium alloys. Classification of the Titanium alloys. Major application fields of the Titanium alloys. Production of Copper alloys. European norms for the Copper alloys. Technological processes for the production of the copper alloys. Copper alloys: brass, bronzes, cupraluminum, cupronickel. Major applications of the copper alloys. Production of the nickel-based, cobalt-based and ODS superalloys. Creep of metallic materials. High temperature properties of the superalloys and comparison to the other metallic materials. Heat treatments of the superalloys. Production of Uranium and its alloys. Physical and Mechanical properties. Main application fields. Hints on nuclear radiation processes. Precious metals (silver, gold, platinum). Historical hints of uses and production. Classification of silver and gold. Mechanical, metallurgical, physical and chemical properties. Major fields of application.

**Learning Evaluation Methods**

written and oral

**Learning Evaluation Criteria**

The student will have to show a sufficient level of knowledge of all the topics included in this course.

**Learning Measurement Criteria**

base 30 points.

**Final Mark Allocation Criteria**

Written with a base 10 as maximum ranking. The oral examination will be structured in three queries, each of them will be evaluated from a minimum of 0 to a maximum of 6 points. The "lode" will be assigned to those students that will show excellent knowledge in all the three queries.

**Textbooks**

Teacher's notes. I. Polmear: Light alloys, BH - Elsevier publications, 2006.  
Flinn and Trojan: Engineering Materials and their Applications. Houghton Mifflin Co. Boston, 1990.  
W.D. Callister: Materials Science and Engineering, an introduction. John Wiley & Sons. Inc. New York, 2002. AA.VV.: Alloying, understanding the basics. ASM international, Materials Park OHIO - USA, 2003.

**Tutorial session**

Monday, 9.00-12.00 hrs.

**Metallurgia Meccanica**

Settore: ING-IND/21

Curriculum Meccanico-Costruttivo

Curriculum Progettuale Costruttivo

**Prof. Spigarelli Stefano****s.spigarelli@univpm.it**

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Obbligatorio Affine di Curriculum

II

9

72

**(versione italiana)****Risultati di Apprendimento Attesi**

Alla fine del corso lo studente dovrà conoscere come i principali fattori fisico-metallurgici (struttura cristallina, difetti, microstruttura), influenzano le proprietà meccaniche di un materiale metallico, in modo da interpretare correttamente le cause di comportamenti strutturali e tecnologici già analizzati in altro corsi e che sono comunemente affrontati nella pratica ingegneristica.

**Prerequisiti**

Conoscenza delle nozioni fondamentali sul legame chimico, sulla Metallurgia e della definizione delle proprietà meccaniche

**Programma**

Richiamo sulla struttura dei metalli, celle unitarie, sistemi cristallografici, indicizzazione di direzioni e piani. Difetti di punto, linea e superficie. Ruolo delle dislocazioni nella deformazione; interazione fra dislocazioni, loro moltiplicazione e dissociazione. Trasformazione liquido-solido, solidificazione in condizioni di non equilibrio, Sollecitazioni e deformazione di monocristalli e materiali policristallini. Metodi per aumentare la resistenza di un materiale (incrudimento, soluzione solida, precipitazione). Tipi di precipitati e loro interazione con le dislocazioni. Aspetti metallurgici della fatica e metodi per innalzare la resistenza fatica dei metalli; rottura duttile e fragile; principi generali della meccanica della frattura, calcolo ed uso del K<sub>Ic</sub>; diffusione; ripristino, ricristallizzazione; fenomeni metallurgici che avvengono durante la deformazione plastica a caldo; creep, superplasticità, micromeccanismi e leggi costitutive. Saldatura per fusione e per diffusione. Cenni sugli aspetti metallurgici della saldatura.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

L'esame consiste in una prova orale. Sono previste prove facoltative di auto-valutazione in itinere, il cui scopo principale sarà fornire allo studente una indicazione sul suo grado di preparazione. Inoltre ogni studente avrà la possibilità di preparare una tesina analizzando un problema di metallurgia fisica

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Lo studente, nel corso della prova orale, dovrà dimostrare di saper interpretare la natura dei meccanismi che governano le proprietà meccaniche dei metalli e dimostrare di saper stimare in maniera quantitativa il loro effetto sulle proprietà che l'ingegnere richiede nelle varie applicazioni. Le prove di auto-valutazione, sotto forma di test a risposta multipla e/o domande aperte, prenderanno in considerazione gli stessi aspetti. Per superare con esito positivo la prova orale, lo studente dovrà dimostrare di possedere una complessiva conoscenza dei contenuti, esposti in maniera sufficientemente corretta con utilizzo di adeguata terminologia tecnica. La valutazione massima verrà conseguita dimostrando una conoscenza approfondita dei contenuti, esposta con completa padronanza del linguaggio tecnico, utilizzando appropriatamente tale conoscenza per la risoluzione di problemi semplici legati alla microstruttura del materiale

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Attribuzione del voto finale in trentesimi

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

L'orale sarà articolato su quattro quesiti, ognuno dei quali sarà valutabile con un punteggio variabile fra 0 e 7.5 punti. La tesina, ove presentata dallo studente per la valutazione, verrà valutata con un massimo di 2 punti. La lode verrà attribuita agli studenti che, avendo conseguito la valutazione massima, abbiano dimostrato la completa padronanza della materia.

**Testi di riferimento**

S.Spigarelli, "Metallurgia Meccanica", Esculapio o, in alternativa, U.Bernabai, R.Torella: "Lezioni di Metallurgia Meccanica", Aracne editrice; la trattazione degli aspetti metallurgici della saldatura verrà basata sul testo: Beckert, Herold, Cammarota: "Metallurgia e saldabilità di materiali metallici per fusione"

**Orario di ricevimento**

lunedì e martedì, ore 9.30-12.30

**Expected Learning Outcomes**

At the end of the course the student will know how the main physical and metallurgical characteristics (crystal structure, defects, microstructure) affect the mechanical properties of a metallic material; he will be able to understand the causes of some structural and technological behaviors which have been taught in other courses and which are commonly dealt with in engineering practice.

**Prerequisites**

The student should know some fundamentals of Chemistry (atomic bond), Metallurgy (steels) and the nature of mechanical properties

**Topics**

Crystals structures (fcc, bcc and hcp); indexing planes and directions; defects in metals, liquid-solid transformations, solidification in non-equilibrium conditions, steel transformations. vacancies, dislocations and grain boundaries. Dislocation interaction, bowing of dislocations, dislocation sources. Stress and strain in mono- and poly-crystals. Strengthening mechanisms (cold working, solid solution, grain refining, precipitation hardening). Fatigue and fracture. Atomic diffusion in metals; recovery and recrystallization; high temperature deformation, creep, superplasticity and diffusion bonding. Metallurgical features of fusion welding.

**Learning Evaluation Methods**

The method for learning evaluation will consist in an oral examination. Each student will be given the chance to enhance learning by self-assessment tests to be carried out in the moodle site of the course.

**Learning Evaluation Criteria**

The candidate will be required to be able to analyse the nature of the mechanisms governing the mechanical properties in metals. The student must be able to qualitatively and/or quantitatively estimate the effect of microstructural features on the required properties. The same subjects will be considered in the self-assessment tests. During the oral examination, the candidate should exhibit a proper knowledge of the course contents. The student must be able to coherently describe concepts introduced during the course and to combine these concepts to solve simple problems describing the effects of microstructure on engineering properties.

**Learning Measurement Criteria**

Grading scheme is based on a scale of 30 points. Successful completion of the examination will lead to grades ranging from 18 to 30.

**Final Mark Allocation Criteria**

Maximum grade obtained in the oral examination will be 30 points. Completion of a report illustrating the results of the exercise activity will be evaluated with a maximum of 2 points.

**Textbooks**

G. Dieter, Mechanical Metallurgy

**Tutorial session**

Monday and Tuesday 9.30-12.30

**Metodi e Strumenti per la Diagnostica**

Settore: ING-IND/12

**Prof. Revel Gian Marco****[g.m.revel@univpm.it](mailto:g.m.revel@univpm.it)**

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Offerta libera

II

6

48

**(versione italiana)****Risultati di Apprendimento Attesi**

Il corso mira a fornire le conoscenze utili alla progettazione, alla gestione ed all'applicazione di sistemi di misura e di procedure per il controllo di qualità, la diagnostica industriale ed il monitoraggio strutturale.

**Prerequisiti**

Il corso presuppone che gli studenti abbiano conoscenze di base sui principali strumenti per le misure meccaniche e termiche.

**Programma**

Il corso mira a fornire le conoscenze utili alla progettazione, alla gestione ed all'applicazione di sistemi di misura e di procedure per il controllo di qualità, la diagnostica industriale ed il monitoraggio strutturale.

La diagnostica ed il controllo di qualità. Tipologie di segnali: Acustici, Vibrazionali, Immagini.

Elementi di analisi dei segnali per la diagnostica industriale: analisi nel dominio del tempo, analisi nel dominio della frequenza, analisi nel dominio delle quefrenze, Joint time-frequency analysis e wavelets, analisi di segnali modulati e analisi dell'involuppo, analisi degli ordini nelle macchine rotanti, analisi di domini 2D (immagini).

Le caratteristiche dello stato di salute delle macchine con riferimento ai componenti meccanici costituenti gli impianti industriali (alberi sbilanciati, motori elettrici, turbomacchine centrifughe e assiali, macchine alternative, riduttori a ingranaggi, trasmissioni a cinghie, cuscinetti a rotolamento e cuscinetti lubrificati).

Strumenti di misura per il controllo di qualità: Tipologie di strumenti utilizzati, Esigenze metrologiche degli strumenti di misura.

Prove non distruttive: magnetoscopia, ultrasuoni, tecniche full-field basate su elaborazione di immagini (shearografia, termografia infrarossa).

Estrazione delle caratteristiche e classificazione di segnali mediante reti neurali.

Strumenti ed esercitazione per l'analisi dei segnali: Matlab, Labview.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

L'esame consiste nella discussione orale degli argomenti del corso. È facoltativo lo svolgimento di una tesina di carattere sperimentale su uno degli argomenti del corso, presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche. In tal caso l'eventuale tesina verrà discussa nel corso dell'esame.

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Lo studente, nel corso della prova orale, dovrà dimostrare di possedere le conoscenze utili alla progettazione, alla gestione ed all'applicazione di sistemi di misura e di procedure per il controllo di qualità, la diagnostica industriale ed il monitoraggio strutturale.

Per superare con esito positivo l'esame, lo studente dovrà dimostrare di possedere una complessiva conoscenza dei contenuti dell'insegnamento, esposti in maniera sufficientemente corretta con utilizzo di adeguata terminologia tecnica. La valutazione massima verrà conseguita dimostrando una conoscenza approfondita dei contenuti dell'insegnamento, esposta con completa padronanza del linguaggio tecnico.

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Attribuzione del voto finale in trentesimi

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

Ad ogni domanda posta (solitamente 3) verrà dato un voto in trentesimi. Il voto finale corrisponderà alla media dei voti nelle singole domande. La presentazione e discussione dell'eventuale tesina sostituirà una delle domande e pertanto anche ad essa sarà attribuito un voto in trentesimi. La lode verrà attribuita agli studenti che, avendo conseguito la valutazione massima, abbiano dimostrato una particolare padronanza della materia.

**Testi di riferimento**

Di volta in volta si indicheranno i riferimenti bibliografici relativi agli argomenti svolti. A titolo indicativo si fornisce una breve lista di alcuni testi utili.

1. E. Doebelin, "Strumenti e metodi di misura", ed. Mc Graw Hill, 2004.
2. Primers e Technical review disponibili sul sito: [www.bksv.com](http://www.bksv.com)
3. L. Furlanetto, "Manuale di manutenzione degli impianti industriali e dei servizi", ed. Franco Angeli, 1998.
4. J.L. Semmlow, "Biosignal and Biomedical Image Processing - MATLAB-Based Applications", ed. CRC Press, 2004.

**Orario di ricevimento**

Il docente è disponibile presso il proprio ufficio nei giorni di lezione e riceve prima e dopo della lezione. E' inoltre possibile richiedere un appuntamento inviando un messaggio e-mail: [gm.revel@univpm.it](mailto:gm.revel@univpm.it) o telefonando allo 071-2204518.



### Expected Learning Outcomes

The course aims to provide the knowledge needed for the design, management and implementation of measurement systems and procedures for quality control, industrial diagnostics and structural monitoring.

### Prerequisites

The students should have basic knowledge of the principal instruments for mechanical and thermal measurements.

### Topics

The objectives are the design, management and application of measurement systems and diagnostic procedures for quality control, industrial diagnostics and non-destructive testing.

Diagnostics and quality control. Signals typologies: Acoustical, Vibrational, Images.

Elements of data analysis for industrial and clinical diagnostics: Time domain, Frequency domain, Cepstrum domain, Modulated signals and envelope analysis, Joint time-frequency analysis and wavelets, Rotating machinery and order tracking, 2D domains (images).

The features related to the machinery health concerning the main components constituting the industrial plants (unbalanced shafts, electrical motors, centrifugal and axial turbomachines, alternative machinery, gears, belt transmission, rolling bearings and lubricated bearings).

Measurement instrumentation for the quality control: Instrumentation, Metrological requirements.

Non destructive testing: magnetoscope, ultrasound, shearography, infrared thermography.

Feature extraction and signal classification by neural networks.

Signal processing tools: Matlab, Labview. Laboratory sessions.

### Learning Evaluation Methods

Oral examination and optional discussion of a final project carried out in the laboratories of the Department of Industrial Engineering and Mathematical Sciences.

### Learning Evaluation Criteria

The student, during the oral examination, will have to demonstrate to have the fundamental knowledge of the design, management and application of measurement systems and procedures for quality control, industrial diagnostic and non-destructive testing. In order to pass the exam with positive results, the student will have to show an overall knowledge of the course contents, which will have to be exposed with sufficient and correct use of technical terms. The maximum score will be achieved by demonstrating a deep knowledge of the course contents presented with a fully appropriate technical approach

### Learning Measurement Criteria

Score in a scale with 30 levels (e.g. 27/30).

### Final Mark Allocation Criteria

For each question (usually 3) posed to the student, a score in the scale with 30 levels will be assigned. The final overall score will correspond to the average of the scores for each single question. The presentation and discussion of the optional final project will substitute one of the questions with a score in the same scale. The Laude will be assigned to the students that, having achieved the maximum score, will also demonstrate an outstanding knowledge in the discussed topics.

### Textbooks

1. E. Doebelin, "Strumenti e metodi di misura", ed. Mc Graw Hill, 2004.
2. Primers e Technical review disponibili sul sito: [www.bksv.com](http://www.bksv.com)
3. L. Furlanetto, "Manuale di manutenzione degli impianti industriali e dei servizi", ed. Franco Angeli, 1998.
4. J.L. Semmlow, "Biosignal and Biomedical Image Processing - MATLAB-Based Applications", ed. CRC Press, 2004.

### Tutorial session

G.M. Revel is available in his office at the beginning or at the end of the lectures or following agreement with him. It is possible to fix a meeting by e-mail: [gm.revel@univpm.it](mailto:gm.revel@univpm.it) or calling 071-2204518.

**Misure e Controlli Industriali**

Settore: ING-IND/12

**Prof. Paone Nicola*****n.paone@univpm.it***

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Offerta libera

II

6

48

**(versione italiana)****Risultati di Apprendimento Attesi**

Il corso mira a fornire le conoscenze utili alla progettazione, all'applicazione e alla gestione di sistemi di misura avanzati e di metodi per il controllo di qualità, per la diagnostica, basate su nuovi strumenti e metodi senza contatto.

**Prerequisiti**

Conoscenza dei principali sensori e strumenti per misure meccaniche e termiche e delle caratteristiche statiche e dinamiche degli strumenti di misura.

**Programma**

- 1) Elementi di sistemi di controllo in retroazione. Il ruolo del sensore nella catena di retroazione. Analisi della funzione di trasferimento e della risposta dinamica del sistema, i poli, la stabilità asintotica. Algoritmo di controllo PID. I controllori PID analogici e digitali. Introduzione alla logica "fuzzy"; controllori a logica "fuzzy". Panoramica sui regolatori industriali standard. Esempi di sistemi meccanici retroazionati.
- 2) Acquisizione ed elaborazione di immagini per la misura, l'automazione e il controllo. Richiami di ottica geometrica e diffrazione. La formazione delle immagini. Illuminazione e colore; sistemi di illuminazione industriali. Sensori per immagini CCD e CMOS. Telecamere digitali, smart-cameras, camere veloci. Sistemi di acquisizione e analisi immagini digitali. Principali algoritmi per l'analisi delle immagini: istogrammi, LUT, filtri spaziali, soglia, operatori morfologici, analisi nel dominio della frequenza spaziale, correlazione e pattern matching. Esempi applicativi.
- 3) Tecniche di misura senza contatto:
  - Velocimetria laser Doppler (LDA);
  - Particle Image Velocimetry (PIV);
  - Vibrometria laser Doppler (LDV);
  - misura di temperatura tramite infrarosso, pirografia e termovisione IR.
  - esempi applicativi.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

Tesina su un argomento del corso ed esame orale

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Conoscenza degli argomenti, capacità espositiva.

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Qualità delle risposte, impegno nella tesina.

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

Ottiene il massimo dei voti lo studente che ha dimostrato ottimo impegno nella tesina, ottima padronanza degli argomenti e ottima capacità espositiva.

**Testi di riferimento**

- Di volta in volta si indicheranno i riferimenti bibliografici relativi agli argomenti svolti. A titolo indicativo si fornisce una breve lista di alcuni testi utili.
- G.F.Franklin, J.D.Powell, A.Emani-Naeini, Feedback control of automatic systems, Addison Wesley;
  - E.Doebelin, Strumenti e metodi di misura, ed. McGrawHill,
  - K.J.Gasvik, Optical metrology, ed. John-Wiley & Sons,
  - Righini, Tajani, Cutolo, Introduction to optoelectronic sensors, ed. World Scientific
  - Machine vision algorithms and applications, C.Steger, M.Ulrich, C.Wiedemann, ed. Wiley-VCH
  - Particle Image Velocimetry, Raffel, Willert, Wereley, Kompenhans, ed. Springer
  - Albrecht, Borys, Damaschke, Tropea, Laser Doppler and Phase Doppler Measurement Techniques, ed. Springer;
  - F.Durst, A.Melling, J.H.Whitelaw, Principles and practice of laser-Doppler anemometry, Academic Press;
  - sito web [www.ni.com](http://www.ni.com)
  - sito web [www.edmundoptics.com](http://www.edmundoptics.com)
  - sito web [www.mellesgriot.com](http://www.mellesgriot.com)
  - sito web [www.dantecdynamics.com](http://www.dantecdynamics.com)
  - sito web [www.tsi.com](http://www.tsi.com)
  - sito web [www.polytec.com](http://www.polytec.com)
  - sito web [www.flir.com](http://www.flir.com)?????

**Orario di ricevimento**

Il docente è disponibile ogni giorno in sede. Riceve su appuntamento inviando un messaggio e-mail: [n.paone@univpm.it](mailto:n.paone@univpm.it) o telefonando allo 071-2204490.

Expected Learning Outcomes

The course aims to provide the knowledge needed for the design, implementation and management of advanced measurement systems and methods for quality control and for diagnostics, based on new contactless tools and methods.

Prerequisites

Knowledge of main measurement techniques for mechanical and thermal quantities and of static and dynamic performance of measurement instrumentation.

Topics

- 1) Elements of feed-back control. The role of the sensor in feed-back loops. Transfer function and analysis of system dynamic response, poles, asymptotic stability. The PID control algorithm. The fuzzy controller. Industrial controllers: PID and fuzzy, analog and digital. Examples of industrial controls.
- 2) Image acquisition and processing for measurement, automation and control. Elements of geometrical optics and diffraction. Image formation. Illumination, colour, industrial illuminators. Image sensors CCD and CMOS. Cameras, digital cameras, smart cameras, fast cameras. Digital image acquisition systems. main algorithms for image processing: histograms, LUT, spatial filters, threshold, morphologic operators, spatial frequency domain, image correlation, pattern matching. Application examples.
- 3) Non contact measurement techniques: laser Doppler velocimetry; Particle Image Velocimetry; laser Vibrometry; temperature measurement in infra-red, infra-red vision.

Learning Evaluation Methods

Each student will prepare a laboratory project. An oral examination will be based on the work prepared and on the subjects of the course.

Learning Evaluation Criteria

Knowledge of the topics, capacity to expose the concepts.

Learning Measurement Criteria

Quality of answers, commitment and of the student.

Final Mark Allocation Criteria

The maximum mark is obtained upon optimal commitment during the laboratory project, optimal mastering of the subjects, optimal ability to explain concepts.

Textbooks

During the course specific references will be provided for each subject. As guidance, the following books and web-sites will be useful.

- E.Doebelin, Strumenti e metodi di misura, ed. McGrawHill,
- K.J.Gasvik, Optical metrology, ed. John-Wiley & Sons,
- Machine vision algorithms and applications, C.Steger, M.Ulrich, C.Wiedemann, ed. Wiley-VCH-
- Righini, Tajani, Cutolo, Introduction to optoelectronic sensors, ed. World Scientific
- Image analysis handbook, ed. Graftek,
- F.Durst, A.Melling, J.H.Whitelaw, Principles and practice of laser-Doppler anemometry, Academic Press;
- G.F.Franklin, J.D.Powell, A.Emani-Naeini, Feedback control of automatic systems, Addison Wesley;
- sito web [www.ni.com](http://www.ni.com)
- sito web [www.edmundoptics.com](http://www.edmundoptics.com)
- sito web [www.mellesgriot.com](http://www.mellesgriot.com)
- sito web [www.dantecdynamics.com](http://www.dantecdynamics.com)
- sito web [www.tsi.com](http://www.tsi.com)
- sito web [www.polytec.com](http://www.polytec.com)
- sito web [www.flir.com](http://www.flir.com)

Tutorial session

The professor is available each day in his office. For meetings please contact him by e-mail [n.paone@univpm.it](mailto:n.paone@univpm.it) or by phone 071-2204490.

**Misure e Controlli Termotecnici (A/L)**

Settore: ING-IND/12

Curriculum Termomeccanico

**Prof. Tomasini Enrico Primo**[e.p.tomasini@univpm.it](mailto:e.p.tomasini@univpm.it)

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

<b>Corso di Studi</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Ciclo</b>	<b>CFU</b>	<b>Ore</b>
Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))	Obbligatorio Caratterizzante di Curriculum	I	9	72

**Risultati di Apprendimento Attesi**

Il corso illustra la strumentazione avanzata per misure meccaniche e termiche, per controllo processo e qualità e sviluppo prodotto, con particolare riferimento alle tecniche di misura senza contatto, ottiche ed acustiche. Lo studente al termine del corso conoscerà i principi di funzionamento e saprà impiegare sistemi di misura complessi, tra cui anemometria laser Doppler, Particle Image Velocimetry, vibrometria laser Doppler, termocamere e sensori nell'infrarosso, tecniche di misura acustiche (intensimetria acustica e beam forming)

**Prerequisiti**

Il corso presuppone che gli studenti abbiano conoscenze di base sui principali strumenti per le misure meccaniche e termiche.

**Programma**

- 1 - Analisi del segnale: Tipi di segnali, analisi dei segnali nel dominio del tempo e della frequenza. Densità Spettrale, Densità Spettrale Incrociata. Acquisizione dei segnali: campionamento e quantizzazione, strumenti per l'acquisizione dei segnali, errori di campionamento (aliasing e leakage), acquisizione dei segnali transitori. Analisi dei segnali digitali.
- 2 – Interferometria e Vibrometria Laser Doppler: Effetto Doppler, modulatore acusto-ottico. Teoria della vibrometria: interferometri Michelson e Mach-Zender, processamento dei segnali ottici (demodulazione, tracking filter), accesso ottico, effetti della superficie sulla misura. Tipologie di LDV: a singolo punto, a scansione, differenziale, in – plane, rotazionale. Cenni all'incertezza del Vibrometro Laser Doppler.
- 3 – Misure di Vibrazione: Scala logaritmica. Spostamento, velocità, accelerazione. Test di vibrazione (tipi di eccitazioni, trasduttori, montaggio, esempi). Analisi modale. Sistemi a 1 grado di libertà. Metodi sperimentali per l'analisi modale.
- 4 – Misure acustiche: Il suono, parametri del campo sonoro, propagazione del suono. Misura di pressione sonora: fonometro, microfoni (elettrodinamico e capacitivo). Misure di intensità acustica. Tecniche di misura con array di microfoni: olografia acustica e Beamforming.
- 5 – Ultrasuoni nella diagnostica industriale: Modello di propagazione delle onde US, parametri fondamentali delle onde US, il fascio US, generazione di un fascio per misure a contatto, rilievo del difetto, US senza contatto.
- 6 – Misure di flusso: Particle Image Velocimetry e Laser Doppler Anemometry: PIV: Principi teorici, procedura di misura, inseminazione, processamento dei segnali acquisiti. 3D PIV. LDA: Configurazione della strumentazione, modello a frange, eterodina, tecnica laser Doppler differenziale.
- 7 – Fondamenti di spettroscopia e colorimetria
- 8 – Misure di temperatura per irraggiamento: teoria dello scambio termico per irraggiamento, sensori e elementi ottici. Pirometri. Termografia: le tecniche di misura, software di interfacciamento. Calibrazione della termocamera.
- 9 – Misure di comfort in ambienti indoor: Variabili soggettive, Variabili ambientali, Indici del benessere termo-igrometrico, Strumenti per lo studio, la misura e la verifica del Microclima.
- 9 – Misure di comfort in ambienti indoor: Variabili soggettive, Variabili ambientali, Indici del benessere termo-igrometrico.
- 10 – Misure interferometriche: ESPI, Shearografia.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

L'esame consiste nella discussione orale degli argomenti del corso e di una tesina di carattere sperimentale su uno degli argomenti del corso, effettuata presso il laboratorio del DIISM.

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Livello di comprensione e rielaborazione dei contenuti discussi

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Esposizione chiara e risposta a piccoli "casi progettuali"

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

Livello di comprensione e rielaborazione dei contenuti discussi

**Testi di riferimento**

Materiale distribuito a lezione.

Verrà fornita una bibliografia di riferimento ed una serie di siti di consultazione.

Testi consigliati:

- E. O. Doebelin, Strumenti e Metodi di misura, Mc Graw Hill;
- Righini, Tajani, Cutolo, Introduction to optoelectronic sensors, ed. World Scientific
- ? Xavier P. V. Maldague, Theory and practice of infrared technology for nondestructive testing, Wiley Interscience;
- ? F. Durst, A. Melling, J. H. Whitelaw, Principles and practice of laser –Doppler Anemometry, Academic Press;
- ? Raffael, Wilert, Wereley, Kompenhans, Particle Image Velocimetry, ed. Springer.

Materiale disponibile on-line, esempi di alcuni siti:

- sito web [www.edmundoptics.com](http://www.edmundoptics.com)
- sito web [www.mellesgriot.com](http://www.mellesgriot.com)
- sito web [www.dantecdynamics.com](http://www.dantecdynamics.com)
- sito web [www.tsi.com](http://www.tsi.com)
- sito web [www.polytec.com](http://www.polytec.com)
- sito web [www.flir.com](http://www.flir.com)
- sito web <http://www.bksv.com/>
- sito web <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/4278> - sito web
- [http://macl.caeds.eng.umd.edu/umlspc/s&v\\_Jan2001\\_Modal\\_Analysis.PDF](http://macl.caeds.eng.umd.edu/umlspc/s&v_Jan2001_Modal_Analysis.PDF) Altri siti verranno comunicati durante le lezioni.

**Orario di ricevimento**

Dopo l'orario di lezione o su appuntamento telefonico.

**Expected Learning Outcomes**

The course illustrates the advanced instrumentations for measuring mechanical and thermal properties, for process and quality control and product development, with particular reference to non-contact measurements, and optical and acoustic techniques. At the end of the course the student will know the working principles and will be able to use some complex measurement systems, including laser Doppler anemometry, particle image velocimetry, laser Doppler vibrometry, cameras and infrared sensors, acoustic measuring techniques (Acoustic intensimetry and beam forming)

**Prerequisites**

knowledge of main measurement techniques for mechanical and thermal quantities and of static and dynamic performance of measurement instrumentation.

**Topics**

- 1 - Signal Analysis: time and frequency domain analysis. Spectral and cross-spectral density distributions, Signal acquisition, sampling and quantization, sampling errors (aliasing and leakage).
- 2 – Laser Doppler Vibrometry: Doppler effect, acusto-optic modulation, fiber optics. Michelson and Mach-Zender interferometers, optical signal processing (demodulation, tracking filter), optical access, optical surface properties. LDV: single-point, scanning, differential, in-plane, rotational, continuous scanning. Uncertainty.
- 3 – Vibration measurements: dB, displacement, velocity, acceleration. Vibration testing (exciters, sensors, mounting problems). Modal analysis, 1 dof, experimental modal analysis.
- 4 – Acoustic measurements: Sound theory, sound field parameters, sound propagation. Sound pressure measurement: sound level meter, microphones. Acoustic intensity measurement. Microphone array techniques: Near field acoustic holography, beamforming.
- 5 – Non destructive Diagnostics: Ultrasound methods, US parameters, US propagation, US beam, rilievo del difetto, US senza contatto.
- 6 – Flow measurement: Particle Image Velocimetry and Laser Doppler Anemometry
- 7 – Spectroscopy and colorimetry
- 8 – IR temperature measurement: IR thermal exchange, sensors and optics. Pyrometers. IR thermography: sensor, software. IR thermography calibration.
- 9 – Indoor comfort measurement: Subject and environment variables. Thermo-igrometric confort.
- 10 – Interferometric measurement: ESPI-Shearography.

**Learning Evaluation Methods**

An experimental project concerning one of the course subjects has to be carried out during the course. The examination consists in an oral discussion and the presentation of the experimental project.

**Learning Evaluation Criteria**

Evaluation of the understanding of topics discussed

**Learning Measurement Criteria**

Discussion of test cases

**Final Mark Allocation Criteria**

Evaluation of the understanding of topics discussed

**Textbooks**

Technical material provided during the course.

Reference books:

- E. O. Doebelin, Strumenti e Metodi di misura, Mc Graw Hill;
- Righini, Tajani, Cutolo, Introduction to optoelectronic sensors, ed. World Scientific
- ? Xavier P. V. Maldague, Theory and practice of infrared technology for nondestructive testing, Wiley Interscience;
- ? F. Durst, A. Melling, J. H. Whitelaw, Principles and practice of laser –Doppler Anemometry, Academic Press;
- ? Raffael, Wilert, Wereley, Kompenhans, Particle Image Velocimetry, ed. Springer.
- Xavier P. V. Maldague, Theory and practice of infrared technology for nondestructive testing, Wiley Interscience;

On-line material, some web-sites:

- sito web [www.edmundoptics.com](http://www.edmundoptics.com)
  - sito web [www.mellesgriot.com](http://www.mellesgriot.com)
  - sito web [www.dantecdynamics.com](http://www.dantecdynamics.com)
  - sito web [www.tsi.com](http://www.tsi.com)
  - sito web [www.polytec.com](http://www.polytec.com)
  - sito web [www.flir.com](http://www.flir.com)
  - sito web <http://www.bksv.com/>
  - sito web <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/4278> - sito web [http://macl.caeds.eng.uml.edu/umlspace/s&v\\_Jan2001\\_Modal\\_Analysis.PDF](http://macl.caeds.eng.uml.edu/umlspace/s&v_Jan2001_Modal_Analysis.PDF)
- Other web-sites will be provided during the course.

**Tutorial session**

At the end of the lecture or following agreement with the Professor.

**Misure e Controlli Termotecnici (M/Z)**

Settore: ING-IND/12

Curriculum Termomeccanico

**Prof. Castellini Paolo***[p.castellini@univpm.it](mailto:p.castellini@univpm.it)*

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Obbligatorio Caratterizzante di Curriculum

I

9

72

**Risultati di Apprendimento Attesi**

Il corso illustra la strumentazione avanzata per misure meccaniche e termiche, per controllo processo e qualità e sviluppo prodotto, con particolare riferimento alle tecniche di misura senza contatto, ottiche ed acustiche. Lo studente al termine del corso conoscerà i principi di funzionamento e saprà impiegare sistemi di misura complessi, tra cui anemometria laser Doppler, Particle Image Velocimetry, vibrometria laser Doppler, termocamere e sensori nell'infrarosso, tecniche di misura acustiche (intensimetria acustica e beam forming)

**Prerequisiti**

Il corso presuppone che gli studenti abbiano conoscenze di base sui principali strumenti per le misure meccaniche e termiche.

**Programma**

- 1 - Analisi del segnale: Tipi di segnali, analisi dei segnali nel dominio del tempo e della frequenza. Densità Spettrale, Densità Spettrale Incrociata. Acquisizione dei segnali: campionamento e quantizzazione, strumenti per l'acquisizione dei segnali, errori di campionamento (aliasing e leakage), acquisizione dei segnali transitori. Analisi dei segnali digitali.
- 2 – Interferometria e Vibrometria Laser Doppler: Effetto Doppler, modulatore acusto-ottico. Teoria della vibrometria: interferometri Michelson e Mach-Zender, processamento dei segnali ottici (demodulazione, tracking filter), accesso ottico, effetti della superficie sulla misura. Tipologie di LDV: a singolo punto, a scansione, differenziale, in – plane, rotazionale. Cenni all'incertezza del Vibrometro Laser Doppler.
- 3 – Misure di Vibrazione: Scala logaritmica. Spostamento, velocità, accelerazione. Test di vibrazione (tipi di eccitazioni, trasduttori, montaggio, esempi). Analisi modale. Sistemi a 1 grado di libertà. Metodi sperimentali per l'analisi modale.
- 4 – Misure acustiche: Il suono, parametri del campo sonoro, propagazione del suono. Misura di pressione sonora: fonometro, microfoni (elettrodinamico e capacitivo). Misure di intensità acustica. Tecniche di misura con array di microfoni: olografia acustica e Beamforming.
- 5 – Ultrasuoni nella diagnostica industriale: Modello di propagazione delle onde US, parametri fondamentali delle onde US, il fascio US, generazione di un fascio per misure a contatto, rilievo del difetto, US senza contatto.
- 6 – Misure di flusso: Particle Image Velocimetry e Laser Doppler Anemometry; PIV: Principi teorici, procedura di misura, inseminazione, processamento dei segnali acquisiti. 3D PIV. LDA: Configurazione della strumentazione, modello a frange, eterodina, tecnica laser Doppler differenziale.
- 7 – Fondamenti di spettroscopia e colorimetria
- 8 – Misure di temperatura per irraggiamento: teoria dello scambio termico per irraggiamento, sensori e elementi ottici. Pirometri. Termografia: le tecniche di misura, software di interfacciamento. Calibrazione della termocamera.
- 9 – Misure di comfort in ambienti indoor: Variabili soggettive, Variabili ambientali, Indici del benessere termo-igrometrico, Strumenti per lo studio, la misura e la verifica del Microclima.
- 9 – Misure di comfort in ambienti indoor: Variabili soggettive, Variabili ambientali, Indici del benessere termo-igrometrico.
- 10 – Misure interferometriche: ESPI, Shearografia.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

L'esame consiste nella discussione orale degli argomenti del corso e di una tesina di carattere sperimentale su uno degli argomenti del corso, effettuata presso il laboratorio del DIISM.

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Livello di comprensione e rielaborazione dei contenuti discussi

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Esposizione chiara e risposta a piccoli "casi progettuali"

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

Livello di comprensione e rielaborazione dei contenuti discussi

**Testi di riferimento**

Materiale distribuito a lezione.

Verrà fornita una bibliografia di riferimento ed una serie di siti di consultazione.

Testi consigliati:

- E. O. Doebelin, Strumenti e Metodi di misura, Mc Graw Hill;
  - Righini, Tajani, Cutolo, Introduction to optoelectronic sensors, ed. World Scientific
  - Xavier P. V. Maldague, Theory and practice of infrared technology for nondestructive testing, Wiley Interscience;
  - F. Durst, A. Melling, J. H. Whitelaw, Principles and practice of laser –Doppler Anemometry, Academic Press;
  - Raffael, Wilert, Wereley, Kompenhans, Particle Image Velocimetry, ed. Springer.
  - Xavier P. V. Maldague, Theory and practice of infrared technology for nondestructive testing, Wiley Interscience;
- Materiale disponibile on-line, esempi di alcuni siti:
- sito web [www.edmundoptics.com](http://www.edmundoptics.com)
  - sito web [www.mellesgriot.com](http://www.mellesgriot.com)
  - sito web [www.dantecdynamics.com](http://www.dantecdynamics.com)
  - sito web [www.tsi.com](http://www.tsi.com)
  - sito web [www.polytec.com](http://www.polytec.com)
  - sito web [www.flir.com](http://www.flir.com)
  - sito web <http://www.bksv.com/>
  - sito web <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/4278>

- sito web [http://macl.caeds.eng.uml.edu/umlspace/s&v\\_Jan2001\\_Modal\\_Analysis.PDF](http://macl.caeds.eng.uml.edu/umlspace/s&v_Jan2001_Modal_Analysis.PDF)

Altri siti verranno comunicati durante le lezioni.

**Orario di ricevimento**

Tutti i giorni previo appuntamento



**Expected Learning Outcomes**

The course illustrates the advanced instrumentations for measuring mechanical and thermal properties, for process and quality control and product development, with particular reference to non-contact measurements, and optical and acoustic techniques. At the end of the course the student will know the working principles and will be able to use some complex measurement systems, including laser Doppler anemometry, particle image velocimetry, laser Doppler vibrometry, cameras and infrared sensors, acoustic measuring techniques (Acoustic intensimetry and beam forming)

**Prerequisites**

Knowledge of main measurement techniques for mechanical and thermal quantities and of static and dynamic performance of measurement instrumentation.

**Topics**

- 1 - Signal Analysis: time and frequency domain analysis. Spectral and cross-spectral density distributions, Signal acquisition, sampling and quantization, sampling errors (aliasing and leakage).
- 2 – Laser Doppler Vibrometry: Doppler effect, acusto-optic modulation, fiber optics. Michelson and Mach-Zender interferometers, optical signal processing (demodulation, tracking filter), optical access, optical surface properties. LDV: single-point, scanning, differential, in-plane, rotational, continuous scanning. Uncertainty.
- 3 – Vibration measurements: dB, displacement, velocity, acceleration. Vibration testing (exciters, sensors, mounting problems). Modal analysis, 1 dof, experimental modal analysis.
- 4 – Acoustic measurements: Sound theory, sound field parameters, sound propagation. Sound pressure measurement: sound level meter, microphones. Acoustic intensity measurement. Microphone array techniques: Near field acoustic holography, beamforming.
- 5 – Non destructive Diagnostics: Ultrasound methods, US parameters, US propagation, US beam, rilievo del difetto, US senza contatto.
- 6 – Flow measurement: Particle Image Velocimetry and Laser Doppler Anemometry
- 7 – Spectroscopy and colorimetry
- 8 – IR temperature measurement: IR thermal exchange, sensors and optics. Pyrometers. IR thermography: sensor, software. IR thermography calibration.
- 9 – Indoor comfort measurement: Subject and environment variables. Thermo-igrometric confort.
- 10 – Interferometric measurement: ESPI-Shearography.

**Learning Evaluation Methods**

An experimental project concerning one of the course subjects has to be carried out during the course. The examination consists in an oral discussion and the presentation of the experimental project.

**Learning Evaluation Criteria**

Evaluation of the understanding of topics discussed

**Learning Measurement Criteria**

Discussion of test cases

**Final Mark Allocation Criteria**

Evaluation of the understanding of topics discussed

**Textbooks**

Technical material provided during the course.

Reference books:

- E. O. Doebelin, Strumenti e Metodi di misura, Mc Graw Hill;
- Righini, Tajani, Cutolo, Introduction to optoelectronic sensors, ed. World Scientific
- Xavier P. V. Maldague, Theory and practice of infrared technology for nondestructive testing, Wiley Interscience;
- F. Durst, A. Melling, J. H. Whitelaw, Principles and practice of laser –Doppler Anemometry, Academic Press;
- Raffael, Wilert, Wereley, Kompenhans, Particle Image Velocimetry, ed. Springer.
- Xavier P. V. Maldague, Theory and practice of infrared technology for nondestructive testing, Wiley Interscience;

On-line material, some web-sites:

- sito web [www.edmundoptics.com](http://www.edmundoptics.com)
- sito web [www.mellesgriot.com](http://www.mellesgriot.com)
- sito web [www.dantecdynamics.com](http://www.dantecdynamics.com)

**Tutorial session**

very day by apointment

**Motori a Combustione Interna**

Settore: ING-IND/08

## Curriculum Termomeccanico

Prof. Caresana Flavio

f.caresana@univpm.it

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

Corso di Studi	Tipologia	Ciclo	CFU	Ore
Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))	Obbligatorio Caratterizzante di Curriculum	I	9	72

*(versione italiana)*Risultati di Apprendimento Attesi

Il percorso formativo porterà lo studente a conoscere l'architettura ed i principali componenti che costituiscono i motori a combustione interna, a conoscere i processi chimici e termofluidodinamici di cui essi sono sede e a saper individuare i criteri di scelta del motore in base all'applicazione.

Prerequisiti

concetti di base di termodinamica, fluidodinamica, e chimica della combustione

Programma

Cenni sulla storia dei motori a combustione interna  
 Classificazione ed architettura dei motori a combustione interna  
 Grandezze caratteristiche dei motori a combustione interna  
 Cicli di riferimento dei motori a combustione interna  
 Alimentazione dell'aria nei motori a combustione interna nei motori a quattro tempi ed a due tempi  
 Sovralimentazione meccanica e turbosovralimentazione  
 Impianti di accensione motori ad accensione comandata  
 Alimentazione del combustibile nei motori ad accensione comandata e spontanea  
 Combustione nei motori ad accensione comandata  
 Combustione nei motori ad accensione spontanea  
 Emissioni dei motori a combustione interna  
 Il raffreddamento dei motori a combustione interna  
 Perdite meccaniche e lubrificazione dei motori a combustione interna

Metodi di Valutazione dell'Apprendimento

La valutazione del livello di apprendimento degli studenti avverrà per mezzo di una prova orale consistente nella discussione di almeno tre argomenti trattati nel corso. L'argomento iniziale d'esame sarà a scelta dallo studente.

Criteri di Valutazione dell'Apprendimento

La valutazione dell'apprendimento avverrà verificando, durante il colloquio, che lo studente abbia ben chiari i concetti di base connessi con il funzionamento di un motore a combustione interna nel suo complesso e relativamente alle singole fasi del ciclo che in esso si realizza. In particolare lo studente dovrà saper descrivere in maniera approfondita la fenomenologia dei processi termofluidodinamici di cui sono sede i motori ad accensione comandata e spontanea, in particolare i processi legati alla sostituzione della carica, il dosaggio del combustibile, il moto della carica nel cilindro, la combustione e, infine, la formazione e il controllo degli inquinanti. Lo studente dovrà altresì dimostrare di conoscere i meccanismi di formazione dei principali inquinanti presenti allo scarico di un motore e le metodologie per il loro abbattimento.

Criteri di Misurazione dell'Apprendimento

Il grado di apprendimento verrà misurato in trentesimi. Il superamento dell'esame si ottiene con un voto minimo di 18/30, il voto più alto è 30/30, studenti particolarmente brillanti potranno vedersi attribuita anche la lode.

Criteri di Attribuzione del Voto Finale

Affinchè l'esito finale della valutazione sia positivo lo studente dovrà dimostrare di non avere lacune sulle conoscenze di base trattate nel corso.

La valutazione massima è raggiunta dimostrando una conoscenza approfondita dei contenuti del corso oggetto della prova orale. La lode è riservata agli studenti che, avendo svolto l'orale in modo corretto e con buon grado di approfondimento, abbiano dimostrato anche una particolare brillantezza nella esposizione e/o abbiano dimostrato particolare padronanza della materia sapendo utilizzare le competenze acquisite anche per analizzare argomenti non espressamente trattati nel corso o trattando gli stessi in maniera alternativa a quella proposta durante il corso.

Testi di riferimento

G. Ferrari, "Motori a Combustione Interna", Il Capitello, Torino John B. Heywood, "Internal Combustion Engine Fundamentals", McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS

Orario di ricevimento

lunedì 11.30-13.30

### Expected Learning Outcomes

On completion of the course the student will have acquired the technical knowledge needed to understand the operation of an internal combustion engine (ICE) and of its main components. He will have learnt the fundamentals of the chemical and thermo-fluiddynamic processes taking place in an ICE and will be able to appropriately choose the section criteria for a given application.

### Prerequisites

Basic concepts thermodynamics, fluidynamics and combustion chemistry

### Topics

Brief historical introduction  
Internal combustion engines classification  
Engine design and operating parameters  
Internal combustion engines operating cycles  
Air inlet and exhaust processes in two- and four-strokes cycle engines  
Supercharging and turbocharging  
Ignition plants  
Fuel metering in spark- and compression-ignited engines  
Combustion in spark- and compression ignited engines  
Pollutants formation and control  
Engines cooling  
Friction losses and lubrication

### Learning Evaluation Methods

The exam procedure consists in an oral examination. At least three main topics addressed in the course will be discussed during the oral. The starting topic is at student's choice.

### Learning Evaluation Criteria

The evaluation consists first in verifying the student's knowledge and understanding of the basic functioning of an internal combustion engine. Then the student will be required to demonstrate his in-depth knowledge on the thermo-fluidodynamic processes taking place both in spark ignited and compression ignited engines with particular attention to gas exchange processes, fuel metering, charge motion in the cylinder, combustion, pollutant formation and pollutant control techniques.

### Learning Measurement Criteria

The student knowledge is graded through the attribution of a final mark out of thirty. The passing score is 18/30, the highest score is 30/30, brilliant students may receive in addition a praise.

### Final Mark Allocation Criteria

The outcome of the evaluation is positive if the student proves to have knowledge of all the basic subjects covered in the course. The highest score is achieved by demonstrating in-depth knowledge of the course contents. Praise is given to students who are particularly brilliant in exposure and/or demonstrate particular mastery of the matters treated in the course, being able to analyze topics not explicitly covered or to treat standard topics in alternative ways.

### Textbooks

G. Ferrari, "Motori a Combustione Interna", Il Capitello, Torino John B. Heywood, "Internal Combustion Engine Fundamentals", McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS

### Tutorial session

monday 11.30-13.30

**Progettazione agli Elementi Finiti**

Settore: ING-IND/14

**Dott. Rossi Marco****m.rossi@univpm.it**

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Offerta libera

II

6

48

**(versione italiana)****Risultati di Apprendimento Attesi**

L'obiettivo del corso è quello di fornire un insegnamento avanzato sull'utilizzo del metodo degli elementi finiti nella progettazione meccanica e, in generale, in problemi di interesse ingegneristico. L'insegnamento è suddiviso in una parte teorica, che si pone l'obiettivo di mostrare i fondamenti di tale metodo da un punto di vista teorico, e in una parte applicativa, che prevede l'addestramento all'uso di codici di calcolo commerciali

**Prerequisiti**

per la comprensione degli argomenti trattati è necessario che lo studente abbia acquisito le conoscenze relative al Corso di Costruzione di Macchine e dei corsi che ne sono propedeutici.

**Programma**

il corso si articola in una parte teorica, riguardante i fondamenti del metodo degli elementi finiti, ed una parte applicativa, che prevede l'addestramento all'uso dei codici di calcolo agli elementi finiti.

Parte teorica. Procedure di analisi matriciale delle strutture. Concetto di funzione di spostamento. Matrice di deformazione. Matrice di elasticità. Matrice di rigidità. Assemblaggio della matrice di rigidità di struttura. Applicazione di carichi e vincoli. Elementi asta, elementi triangolari a tre nodi nella formulazione piana e assialsimmetrica, elementi quadrangolari isoparametrici. Elementi tridimensionali. Cenni sulle procedure di calcolo non lineari: non linearità geometriche e dovute al comportamento del materiale; problematiche del contatto. Analisi agli autovalori: analisi dinamica e di instabilità delle strutture. Metodi di valutazione della qualità dei reticoli.

Parte applicativa. Addestramento all'uso di codici FE commerciali (Ansys, Abaqus) tramite esercitazioni in classe, casi di studio ed esempi applicativi.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

la valutazione del livello di apprendimento degli studenti consiste in due prove:

- la discussione orale su uno o più temi trattati nel corso;
- la presentazione di una tesina che descriva lo studio di un componente o un sistema meccanico effettuato tramite analisi agli elementi finiti con un codice commerciale. La tesina deve essere svolta indipendentemente da ogni studente, non sono ammessi lavori di gruppo.

Le due prove possono essere sostenute indipendentemente e, in caso di esito negativo di una prova, lo studente può ripetere soltanto la prova non superata, mantenendo il risultato raggiunto nell'altra

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

lo studente verrà valutato sulla comprensione del metodo degli elementi finiti e sulla capacità di utilizzare un software commerciale per risolvere problemi complessi

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

la misurazione dell'apprendimento sarà effettuata sulla base delle prove effettuate, in base al grado di approfondimento e sicurezza acquisita dallo studente

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

il voto finale sarà determinato dalla media tra il voto, in trentesimi, attribuito alla tesina e il voto attribuito all'esame orale

**Testi di riferimento**

- R.D. Cook, D.S. Malkus, M.E. Plesha, R.J. Witt, "Concepts and Applications of Finite Element Analysis", Wiley  
 O.C. Zienkiewicz, "The Finite Element Method", McGraw-Hill  
 G. Belingardi, "Il Metodo degli Elementi Finiti nella Progettazione Meccanica", Levrotto&Bella

**Orario di ricevimento**

Giovedì 16:30-18:30

### Expected Learning Outcomes

The aim of the course is to give an advanced training on finite element analysis, with its applications on mechanical engineering. The course is subdivided in two parts, a theoretical part, where the basics of the method are provided, and a practical part, with the objective of training on the use of commercial finite element codes.

### Prerequisites

for the comprehension of the subject covered in the course, the student need to have knowledge of the topics dealt with in the Machine Design and related preparatory courses

### Topics

the course is divided in a theoretical part, where the basic Finite Element theory is presented, and a practice part, where the student is trained on the use of commercial FE codes.

Theoretical part. Matrix structural analysis, concept of shape or displacement function, deformation matrix, elasticity matrix, stiffness matrix. Assembly of the structure stiffness matrix. Loads and constraints application. Element types: truss, beam, three and four node plane elements. Plane stress, plane strain, and axisymmetric formulation. Isoparametric elements. 3D elements. Outline on non-linear solution procedures: contact, geometric and material non-linearity. Eigenvalue analysis, dynamic problems and buckling. Evaluation of mesh quality.

Practice part. Training on commercial FE codes (Ansys, Abaqus). Case studies and practice exercises in the classroom.

### Learning Evaluation Methods

two tests will be used:

- oral examination on the theoretical topics explained during the course
- the discussion of a report where the student explain how to solve a complex engineering problem using the finite element method

### Learning Evaluation Criteria

the student will be evaluated according to his comprehension of the Finite Element Method and his ability of apply it to complex problem using a commercial software.

### Learning Measurement Criteria

The learning measurement will be done on the basis of the confidence and the understanding showed by the student during the exam

### Final Mark Allocation Criteria

The final mark will be the average of the mark given to the report and the one given to the oral examination

### Textbooks

- R.D. Cook, D.S. Malkus, M.E. Plesha, R.J. Witt, "Concepts and Applications of Finite Element Analysis", Wiley
- O.C. Zienkiewicz, "The Finite Element Method", McGraw-Hill
- G. Belingardi, "Il Metodo degli Elementi Finiti nella Progettazione Meccanica", Levrotto&Bella

### Tutorial session

Thursday 16:30-18:30

**Progettazione di Impianti di Climatizzazione**

Settore: ING-IND/10

**Curriculum Termomeccanico****Prof. Principi Paolo****p.principi@univpm.it**

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Obbligatorio Caratterizzante di Curriculum

I

9

72

**(versione italiana)****Risultati di Apprendimento Attesi**

Il corso ha l'obiettivo di far acquisire allo studente conoscenze specialistiche delle tipologie impiantistiche, norme in materia di climatizzazione e perfezionarlo nelle modalità di dimensionamento e restituzione grafica di tutti i componenti del progetto.

**Prerequisiti**

Fisica Tecnica

**Programma**

Progettazione e appalto. Progetto preliminare, definitivo, esecutivo. Leggi e norme in materia di progettazione in generale e di progetti di impianti di climatizzazione e comportamento energetico dell'edificio. Caratteristiche termofisiche dell'involucro edilizio. Condizioni ambientali di progetto. Calcolo dei carichi termici ed analisi energetica: Caratteristiche termofisiche dell'involucro edilizio. Condizioni di progetto Calcolo del fabbisogno termico invernale. Stima dei carichi termici estivi. Accumulo termico nelle strutture edilizie, stratificazione del calore. Risparmio energetico e condizioni di progetto. Guadagno solare diretto attraverso superfici trasparenti. Flusso di calore e di vapore attraverso le strutture. Infiltrazione e ventilazione d'aria. Modalità di risparmio energetico. Elementi di psicrometria: variabili psicrometriche, diagrammi psicrometrici, trasformazioni termodinamiche dell'aria umida. Comfort termoclimatico: bilancio di energia del corpo umano, potenze termiche disperse dal corpo umano, variabili ambientali influenzanti il comfort, metodo di misura delle variabili. Il rumore prodotto dagli impianti. Tipologie degli impianti. Reti idroniche: circuiti aperti e chiusi, tipologie di distribuzione, tubazioni, isolamento delle tubazioni, staffaggio, dimensionamento delle linee e delle apparecchiature ad esse correlate. Pompe di circolazione. Sistemi di regolazione e supervisione. Sistemi di sicurezza: vasi di espansione aperti e chiusi, valvole di sicurezza, dimensionamento. Terminali ad acqua, classificazione, tipologie funzionamento e collegamento. Reti aeruliche. Canali in lamiera, preisolati, in tessuto, flessibili, isolamento termico dei canali, pezzi speciali, serrande, attenuatori acustici, serrande tagliafuoco. La diffusione dell'aria. Le unità di trattamento dell'aria, ventilatori, umid. e recuperatori termici, Centrali termiche: caratteristiche del locale tecnico, rispondenza alle normative di sicurezza antincendio caldaie, bruciatori, canne fumarie, collettori di distribuzione, sistemi di propulsione. Macchine frigorifere e di accumulo del freddo, torri evaporative. Pompe di calore. Schemi di impianto. Criteri di selezione dei sistemi di climatizzazione. Principali tecniche per il dimensionamento termico ed idraulico e per il calcolo delle prestazioni. produzione acqua calda con impianti solari termici. Impianti solari termici. Progettazione di impianti di climatizzazione di edifici del terziario ed industriali.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

Esame orale nel quale viene esaminato il progetto di impianto realizzato e successivamente vengono poste domande sugli argomenti trattati dal docente durante corso

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Nell'esame del progetto lo studente dovrà dimostrare di avere eseguito il progetto secondo le norme e le leggi vigenti, di avere correttamente dimensionato i componenti e restituito graficamente l'impianto su piante esecuzioni. Con le risposte alle domande lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito padronanza sulle tematiche dell'intero programma di insegnamento.

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Il voto finale è attribuito in trentesimi con un minimo di 18/30 per il superamento della prova. Agli studenti che mostrano una preparazione approfondita ed una elevata capacità di analisi verrà assegnato il massimo dei voti con lode (30 e lode).

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

L'esame si intende superato quando il voto è maggiore o uguale a 18. È prevista l'assegnazione del massimo dei voti con lode (30 e lode).

**Testi di riferimento**

Luca Stefanutti - Manuale degli Impianti di Climatizzazione- Tecniche nuov  
Carrier Air Conditioning Company, "Handbook of Air Conditioning System design". McGraw Hill  
Files in pdf delle slide e dei materiali utilizzati durante il corso, scaricabili con password dalla pagina web docente alla voce :Allegati-  
Download paper

**Orario di ricevimento**

ogni giorno, previa richiesta e-mail

### Expected Learning Outcomes

The aims of the course are to provide the student with advanced knowledge on air conditioning plants and to refine the student's ability in design procedures and in the graphic representation of the components of a project.

### Prerequisites

Heat and mass transfer, thermodynamics

### Topics

Design and contract. Thermophysical characteristics of the building envelope. Environmental conditions of the project. Calculation of the winter heat loss. Estimation of heat loads in summer. Energy-saving patics. Elements of psychrometers: psychrometric variables, psychrometric charts, transformations termodibnamiche moist air. Comfort termoigrometico: energy balance of the human body, thermal power scattered by the human body, environmental variables influencing the comfort, method of measurement of variables. The noise emitted by plants. Types of plants. Hydronic networks: open and closed loop, types of distribution pipes, pipe thermal insulation, fixings, sizing of the lines and equipment related to them. Circulation pumps. Systems of regulation and supervision. Safety systems: open and closed expansion vessels, safety valves sizing. Terminal units: fan coil unit, radiant heaters. Air handling units : supply fans, humidifiers, chilled water and direct expansion coils, heating coils, filters, motor and drives, air to air heat recovery. Air duct design: ducts: sheet metal, insulated, textile, flexible thermal insulation of the channel, special parts, dampers, attenuators acurrtici, fire dampers. The diffusion of air. The air handling units, components, heat recovery, thermal stations: characteristics of the plant room, boilers, burners, chimneys, distribution manifolds, propulsion systems. Chiller and cold storage, cooling towers. Heat pumps. Patterns of plant. Selection criteria for air conditioning systems. Main techniques for the thermal and hydraulic performance and design pratics. Hot water production by solar collector plant. Design of air conditioning systems for industrial and service sectors

### Learning Evaluation Methods

: During the oral exam the student must demonstrate knowledge of the topics of heating, ventilating and air conditioning systems. The exam questions will cover the various thematic areas discussed in class by the teacher.

### Learning Evaluation Criteria

During the examination of the project, student must demonstrate that they have executed it in accordance with current standards and laws , to have properly sized components and graphically returned the air conditioning system of plans and cross section drawing. With the answers to the questions, students must demonstrate that she/he have mastered the issues of the entire teaching program.

### Learning Measurement Criteria

The course final grade is expressed in thirtieth with a threshold of 18/30. Students showing thorough preparation and insightful analysis will be awarded the highest grade with honors (30 cum laude).

### Final Mark Allocation Criteria

The final grade is computed by adding the evaluation of the answers to the questions posed during the oral exam and the quality of project of HVAC. Honors (30 cum laude) will awarded to the students who demonstrates to have fully mastered the subject and shows the ability to apply the acquired knowledge in different items of course.

### Textbooks

### Tutorial session

every day, on request by e-mail

**Progettazione di Impianti Industriali**

Settore: ING-IND/17

**Curriculum Progettuale Costruttivo****Prof. Bevilacqua Maurizio*****m.bevilacqua@univpm.it***

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

<b>Corso di Studi</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Ciclo</b>	<b>CFU</b>	<b>Ore</b>
Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))	Obbligatorio Caratterizzante di Curriculum	I	9	72

**(versione italiana)****Risultati di Apprendimento Attesi**

Il corso si propone di introdurre gli studenti alle problematiche del Project Management (PM)

**Prerequisiti**

Nessuno

**Programma**

Il corso si propone di introdurre gli studenti alle problematiche della Gestione della Produzione Industriale e del Project Management. Metodi quantitativi a supporto delle decisioni impiantistiche. La programmazione della produzione a livello aggregato e di piano principale di produzione. la gestione degli approvvigionamenti con tecniche a scorta ed a fabbisogno. La gestione della produzione a livello di reparto produttivo. Le tecniche di schedulazione e di controllo dello stato di avanzamento dei progetti La Pianificazione delle Risorse. Il controllo dei costi di progetto. Project Risk Management: approccio generale, quantificazione del rischio

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

L'esame consiste in una prova orale. Se necessario, i quesiti la cui risposta richiede l'esecuzione di brevi calcoli, saranno svolti in forma scritta contestualmente alla prova orale. Sono previste prove facoltative di auto-valutazione a fine corso, il cui scopo principale sarà fornire allo studente una indicazione sul suo grado di preparazione

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Per superare con esito positivo la valutazione dell'apprendimento, lo studente deve dimostrare, attraverso la prova prima descritta, di aver ben compreso i concetti esposti nel corso.

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Alla prova prima descritta è assegnato un punteggio compreso tra zero e trenta.

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

Affinché l'esito della valutazione sia positivo, lo studente deve conseguire nella prova prima descritta almeno la sufficienza, pari a diciotto trentesimi.

La valutazione massima è raggiunta dimostrando una approfondita conoscenza dei contenuti discussi nell'ambito della prova.

La lode è riservata agli studenti che, avendo svolto la prova in modo corretto e completo, abbiano dimostrato una elevata brillantezza nella esposizione orale.

**Testi di riferimento**

T. E. Vollmann, W. L. Berry, D. C. Whybark, "Manufacturing planning and control systems", Irwin Mc Graw Hill, New York, 1997. J. S. Martinich, "Production and operations management", John Wiley, New York, 1997. R. J. Tersine, "Principles of inventory and materials management", North Holland, New York, 1988 Archibald R. D. (1996) "Project Management. La gestione di progetti e programmi complessi", Franco Angeli.

Caron F., Corso A. Guarrella F. (1997) "Project Management in Progress", Franco Angeli.

Harold Kerzner (2000) "Project Management: a systems approach to planning, Scheduling and control, John Wiley & Sons

**Orario di ricevimento**

Al termine delle lezioni e su appuntamento



**Expected Learning Outcomes**

The course aims to introduce the students to the problems of Project Management (PM)

**Prerequisites**

None

**Topics**

The course helps the student to familiarize with modern production and operation management techniques and methods as well as with Project Management tools and techniques. Aggregate and master production scheduling. Inventory management methods, Material Requirement Planning. Just in Time production systems. Job Shop Scheduling. Project Scheduling and control tools. Resource planning and estimating. Time estimating techniques. Cost estimating techniques.

**Learning Evaluation Methods**

The examination consists of an oral talk. Simple written calculations may be functional for the answer completeness.

**Learning Evaluation Criteria**

A positive examination outcome requires the student to demonstrate a complete understanding of the course pillar concepts.

**Learning Measurement Criteria**

The examination final mark consists of a mark in the range 0 to 30.

**Final Mark Allocation Criteria**

To pass the examination 18 marks are essential. An evaluation of 30 marks presupposes a deep knowledge of the topics discussed during the examination. A full mark with honours requires the student to perform the test correctly and thoroughly, highlighting as well a brilliant exposition.

**Textbooks**

T. E. Vollmann, W. L. Berry, D. C. Whybark, "Manufacturing planning and control systems", Irwin Mc Graw Hill, New York, 1997. J. S. Martinich, "Production and operations management", John Wiley, New York, 1997. R. J. Tersine, "Principles of inventory and materials management", North Holland, New York, 1988. Archibald R. D. (1996) "Project Management. La gestione di progetti e programmi complessi", Franco Angeli. Caron F., Corso A. Guarrella F. (1997) "Project Management in Progress", Franco Angeli. Harold Kerzner (2000) "Project Management: a systems approach to planning, Scheduling and control, John Wiley & Sons. Tutorials provided by the professor.

**Tutorial session**

After the lessons and on appointment

**Progettazione di Impianti Industriali Termomeccanici**

Settore: ING-IND/17

**Prof. Giacchetta Giancarlo**[g.giacchetta@univpm.it](mailto:g.giacchetta@univpm.it)

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

Corso di Studi	Tipologia	Ciclo	CFU	Ore
Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))	Offerta libera	II	6	48

*(versione italiana)*Risultati di Apprendimento Attesi

Il corso si propone di fornire ed implementare modelli e metodi analitici specialistici finalizzati alla progettazione ed ottimizzazione di impianti industriali sia manifatturieri che di processo con elevato grado di complessità.

Prerequisiti

Nessuno

Programma

Trasporto di miscele bifase: liquido-solido; gas-solido; liquido-gas. Equazioni del deflusso bifase. Tipi di flusso e specifiche correlazioni; holdup; correlazioni per le perdite di carico. Progettazione degli elementi essenziali della pipeline. Impianti frigoriferi. Richiami dei cicli di base. Sistemi ad espansione secca e sistemi con separatore. Valutazione del carico termico. Impianti di concentrazione: sistemi a doppio effetto e sistemi a termocompressione. La circolazione naturale e forzata negli impianti di concentrazione. Impianti di essiccamento. Il meccanismo dell'essiccamento e il fenomeno del ritiro. La legge di Fick. Tipi di essiccatori e loro dimensionamento. Sistemi di abbattimento delle polveri: cicloni; camere a polvere; separatori elettrostatici; etc.. Esempi di processi produttivi.

Metodi di Valutazione dell'Apprendimento

Prova scritta e/o orale sul programma effettivamente svolto

Criteri di Valutazione dell'Apprendimento

Per superare con esito positivo la valutazione dell'apprendimento, lo studente deve dimostrare attraverso le prove prima descritte, di aver ben compreso i concetti esposti durante il corso.

Criteri di Misurazione dell'Apprendimento

Ad ognuna delle prove prima indicate è assegnato un punteggio, compreso tra zero e trenta. Il voto complessivo, in trentesimi, è dato dalla media ponderata dei voti ottenuti nelle prove precedenti.

Criteri di Attribuzione del Voto Finale

Ad ognuna delle prove prima indicate è assegnato un punteggio, compreso tra zero e trenta. Il voto complessivo, in trentesimi, è dato dalla media ponderata dei voti ottenuti nelle prove precedenti.

Testi di riferimento

A.Monte. Elementi di Impianti Industriali. Vol. 2° - Ed. Libreria Cortina, Torino 1994  
 O.Pierfederici Corso di Impianti Meccanici. Pitagora editrice, Bologna 1980  
 S. Fabbri Impianti meccanici Vol.1° - Ed. Patron, Bologna 1985  
 A.Pareschi Impianti meccanici per l'industria - Progetto Leonardo Bologna

Orario di ricevimento

Ogni venerdì dalle 11.00 alle 13.00

**Expected Learning Outcomes**

The course aims to provide and apply advanced analytical methods and models for the design and optimization of industrial plants, for manufacturing and process, with a high degree of complexity.

**Prerequisites**

None

**Topics**

Basic concepts for multiphase pipeline calculations. Energy equation for two-phase flow gas-liquid mixtures. Prediction of flow patterns.. Liquid holdup effect. Pressure drop calculation for two phase pipelines. Approach to pipeline design calculations. Refrigeration plants. Refrigeration processes and refrigeration systems. Approach to design calculation. Concentration of liquid foods. Single and multiple stages evaporator systems. Thermo-compression systems. Natural and forced circulation concentrators.. Drying of solids: principles, classification and selection of dryers. Industrial gas cleaning. Centrifugal separators. Filtration by fibrous filters. Electrostatic precipitation. Industrial furnaces. Approach to design calculation.

**Learning Evaluation Methods**

Written and / or oral program really performed

**Learning Evaluation Criteria**

For each of the tests specified before it is assigned a score between zero and thirty. The overall grade, thirty, is given by the weighted average of the marks obtained in the previous tests.

**Learning Measurement Criteria**

For each of the tests specified before it is assigned a score between zero and thirty. The overall grade, thirty, is given by the weighted average of the marks obtained in the previous tests.

**Final Mark Allocation Criteria**

To pass the exam, the student must achieve at least the sufficiency, equal to eighteen thirty, in each of the tests described above. Praise is given to students who, having done all the tests so correctly, have shown particular clarity in oral and in the preparation of written assignments

**Textbooks**

A.Monte. Elementi di Impianti Industriali. Vol. 2° - Ed. Libreria Cortina , Torino 1994  
O.Pierfederici Corso di Impianti Meccanici . Pitagora editrice , Bologna 1980  
S. Fabbri Impianti meccanici Vol.1° - Ed. Patron , Bologna 1985  
A.Pareschi Impianti meccanici per l'industria - Progetto leonardo Bologna

**Tutorial session**

Friday 11-13th

**Progettazione Funzionale**

Settore: ING-IND/13

Curriculum Progettuale Costruttivo

**Prof. Callegari Massimo***[m.callegari@univpm.it](mailto:m.callegari@univpm.it)*

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

<b>Corso di Studi</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Ciclo</b>	<b>CFU</b>	<b>Ore</b>
Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))	Caratterizzante	I	9	72
Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))	Obbligatorio Caratterizzante di Curriculum	I	9	72

### Risultati di Apprendimento Attesi

Il corso si propone di fornire le nozioni di meccanica delle macchine necessarie per poter affrontare lo studio di macchine complesse ed eventualmente la loro sintesi.

### Prerequisiti

Conoscenze di base di meccanica applicata alle macchine, elettrotecnica ed analisi differenziale

### Programma

#### COMPLEMENTI DI CINEMATICA E DINAMICA

• cinematica dei meccanismi articolati a più maglie e delle catene cinematiche spaziali. • Confronto fra diverse formulazioni della dinamica. • Vibrazioni lineari di sistemi a più gradi di libertà. • Velocità critiche flessionali e torsionali. • Bilanciamento dei rotori. Dimensionamento dei volani.

#### DIMENSIONAMENTO DELLE TRASMISSIONI

• Complementi sulle ruote dentate. • Riduttori di velocità. • Trasmissioni a cinghia ed a catena • Meccanismi per la generazione del moto lineare

#### MECCANISMI PER IL MOTO VARIO

• Sistemi articolati: sintesi e bilanciamento. • Camme. • Meccanismi per il moto intermittente.

#### ELEMENTI DI MECCATRONICA

• Azionamenti (elettrici, oleodinamici, pneumatici). • Problematiche dell'attuazione servocomandata: accoppiamento motore-carico, leggi di moto per movimentazioni cicliche. • Sistemi meccanici retroazionati.

#### PROGETTAZIONE DELLE MACCHINE

• il processo della progettazione • la normativa (direttiva macchine, eco-progettazione, sicurezza) • gli strumenti della progettazione (ambienti CAD, simulatori multibody, programmi agli elementi finiti) • esempio di progettazione: il robot I.Ca.Ro. • esercitazioni a gruppi con sviluppo di piccoli progetti

### Metodi di Valutazione dell'Apprendimento

Il livello di apprendimento degli studenti viene valutato attraverso due o tre prove:

- una prova scritta, consistente nella soluzione di un esercizio riguardante argomenti svolti durante le lezioni, da completare in 30 minuti-un'ora circa, a seconda del tipo di esercizio;

- una prova orale, consistente nella discussione su uno o più temi trattati durante le lezioni;

- la presentazione di un progetto, in forma di relazione tecnica, di un semplice sistema meccanico (facoltativo).

Il tema del progetto viene assegnato intorno alla metà del ciclo di lezioni e viene normalmente svolto in gruppi composti da 2-4

studenti. Lo svolgimento del progetto è facoltativo: vengono stabilite 2 date entro le quali gli studenti possono consegnare i progetti, che vengono poi corretti e valutati entro le 2 settimane successive. La valutazione del progetto mantiene la sua validità nelle sessioni anticipata ed estiva dell'anno accademico corrente, anche in caso di non superamento dell'esame orale.

### Criteri di Valutazione dell'Apprendimento

Per superare con esito positivo l'esame, lo studente deve dimostrare, attraverso le prove prima descritte, di aver ben compreso i concetti fondamentali dell'insegnamento ed in particolare di aver acquisito le competenze di base sulla progettazione funzionale di macchine e meccanismi. L'attribuzione del voto finale tiene conto delle conoscenze acquisite su tutti gli argomenti dell'insegnamento. La valutazione massima è raggiunta dimostrando una conoscenza approfondita dei contenuti dell'insegnamento nell'ambito delle prove scritta, orale e progettuale. La lode è riservata agli studenti che, avendo svolto tutte le tre prove in modo corretto e completo, hanno dimostrato la capacità di approfondire in modo autonomo gli argomenti fondamentali dell'insegnamento

### Criteri di Misurazione dell'Apprendimento

Ad ogni una delle prove prima indicate è assegnato un punteggio compreso tra 0 e 30: il punteggio 0 corrisponde ad un esercizio non svolto o una domanda non risposta; il punteggio 18 corrisponde ad un argomento trattato in maniera appena sufficiente; il

### Criteri di Attribuzione del Voto Finale

Perché l'esito complessivo della valutazione sia positivo, lo studente deve conseguire almeno 16 punti (su 30), in ognuna delle prove prima descritte ed almeno 18 punti (su 30) nella valutazione complessiva. Il voto complessivo, in trentesimi, è dato dalla media pesata dei voti ottenuti nelle prove sostenute, con arrotondamento all'intero per eccesso; nel caso in cui sia stata svolta la prova progettuale, i pesi attribuiti sono i seguenti: progetto 30%, esercizio scritto 30%, discussione orale 40%; se non è stata svolta la prova progettuale, i pesi attribuiti sono i seguenti: esercizio scritto 40%, discussione orale 60%.

### Testi di riferimento

- Callegari, Fanghella e Pellicano: "Meccanica Applicata alle Macchine", Città Studi, 2013.
- V. Cossalter. Meccanica Applicata alle Macchine, Progetto Libreria, 2004.
- G. Legnani, M. Tiboni, R. Adami. Meccanica degli azionamenti. Vol. 1: azionamenti elettrici, Ed. Esculapio, 2008.

### Orario di ricevimento

mer 9:30-10:30, ven 10:30-11:30

### Expected Learning Outcomes

The aim of the course is to provide the student with the concepts of mechanics needed for approaching the study of complex machines and possibly their synthesis.

### Prerequisites

Basic knowledge on machine mechanics, electrical engineering and calculus

### Topics

#### KINEMATICS AND DYNAMICS

• kinematics of multi-loop linkages and spatial chains. • Comparison among different approaches for dynamic analysis. • Linear vibrations of multi dof's systems. • Bending and torsional vibrations. • Rotordynamics.

#### MECHANICAL TRANSMISSIONS

• Gearings and gearboxes. • Belts and chains • Linear modules

#### MECHANISMS FOR MOTION GENERATION

• Linkages. • Cams. • Mechanisms for intermittent motion.

#### MECHATRONICS

• Actuation principles (electric, hydraulic, pneumatic). • Servo mechanisms: drive selection, laws of motion. • Closed-loop systems.

#### MACHINE DESIGN

• design process • laws and standards • design tools (CAD, multibody simulators, FEM packages) • examples of design: the I.Ca.Ro. robot • design tutorials

### Learning Evaluation Methods

The examination is composed by a written exercise, an oral part and an optional project to be developed in small groups of students

### Learning Evaluation Criteria

The examination is passed if the student proves he/she has understood the basics of functional design of machines and mechanisms. The maximum marks are assigned to the student who shows confidence in all fields of the programme.

### Learning Measurement Criteria

The mark 0 is assigned for a test that has not been developed or a question that has not been answered; the mark 18/30 indicates that the examination only meets the pass threshold, while the mark 30/30 is assigned for excellent performances.

### Final Mark Allocation Criteria

The student must gain a mark greater than 15/30 in both written and oral sessions: the final mark is a weighted sum of the partial marks, with the oral session weighted 60% and the written session 40%; in case the optional workgroup has been developed, the weights are the following: project: 30%, written exercise: 30%, oral discussion: 40%.

### Textbooks

- Callegari, Fanghella e Pellicano: "Meccanica Applicata alle Macchine", Città Studi, 2013.
- V. Cossalter. Meccanica Applicata alle Macchine, Progetto Libreria, 2004.
- G. Legnani, M. Tiboni, R. Adamini. Meccanica degli azionamenti. Vol. 1: azionamenti elettrici, Ed. Esculapio, 2008.

### Tutorial session

Wed 9:30-10:30, Fri 10:30-11:30

**Progettazione Meccanica**

Settore: ING-IND/14

**Curriculum Meccanico-Costruttivo****Prof. Amodio Dario****d.amodio@univpm.it**

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

<b>Corso di Studi</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Ciclo</b>	<b>CFU</b>	<b>Ore</b>
Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))	Obbligatorio Caratterizzante di Curriculum	II	9	72

**(versione italiana)****Risultati di Apprendimento Attesi**

Capacità progettuali nel campo della meccanica strutturale.

**Prerequisiti**

Nessuno

**Programma**

Prima parte - Comportamento del materiale: elementi di plasticità, meccanica della frattura lineare elastica ed elastoplastica, scorrimento viscoso, fatica oligociclica.

Seconda parte - Analisi strutturale di dischi, tubi, piastre e gusci.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

L'esame consta di una verifica scritta, di una orale e dell'elaborazione di una tesina

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Nella prova scritta lo studente dovrà dimostrare di saper risolvere tre quesiti di progetto o verifica strutturali con l'ausilio degli strumenti matematici illustrati durante le lezioni. Nella prova orale lo studente dovrà rispondere a uno o due questi dimostrando di aver appreso i principali concetti e le basi teoriche sulla meccanica strutturale avanzata. Infine nella tesina verrà valutata la capacità di affrontare un problema progettuale completo, scelto a discrezione dello studente, a partire dalla scelta dei materiali, al disegno ed al dimensionamento dei principali componenti meccanici.

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Verrà assegnato un voto in decimi a ciascuna delle tre prove

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

La votazione finale corrisponderà alla somma delle votazioni della prova scritta, di quella orale e della tesina.

**Testi di riferimento**

L. Vergani - Meccanica dei materiali - Ed. McGraw-Hill

S. Timoshenko - Theory of plates and shell - McGraw-Hill

Antonio Gugliotta - Introduzione alla meccanica della frattura lineare elastica - Ed. Levrotto &amp; Bella

Antonio Gugliotta - Metodo degli elementi finiti - Ed. OTTO

**Orario di ricevimento**

Mercoledì 17.00-18.00

**Expected Learning Outcomes**

To provide design skills in the field of structural mechanics.

**Prerequisites**

None

**Topics**

First part – Mechanical behaviour of material: plasticity, linear elastic and elasto plastic fracture mechanics, creep, low cycle fatigue.  
Second part – structural analysis of discs, pipes, plates and shells.

**Learning Evaluation Methods**

Written and oral examinations, and a brief thesis work

**Learning Evaluation Criteria**

In the written test, the student must demonstrate the ability to solve three design and/or verification questions, with the help of the formulas and mathematical tools presented during the lectures. In the oral examination, the student must answer one or two questions, showing that he had learned the main concepts and the theoretical basis of advanced structural mechanics.

**Learning Measurement Criteria**

A mark out of ten will be given to each of the three tests.

**Final Mark Allocation Criteria**

The final mark will be sum of the votes of the written, oral and brief thesis tests.

**Textbooks**

L. Vergani - Meccanica dei materiali - Ed. McGraw-Hill  
S. Timoshenko - Theory of plates and shell - McGraw-Hill  
Antonio Gugliotta - Introduzione alla meccanica della frattura lineare elastica - Ed. Levrotto & Bella  
Antonio Gugliotta - Metodo degli elementi finiti - Ed. OTTO

**Tutorial session**

Wednesday 17.00-18.00



**Prototipazione Virtuale**

Settore: ING-IND/15

Curriculum Progettuale Costruttivo

**Prof. Mengoni Maura***m.mengoni@univpm.it*

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Obbligatorio Caratterizzante di Curriculum

I

9

72

### Risultati di Apprendimento Attesi

Il corso intende fornire i metodi per l'utilizzo integrato degli strumenti di modellazione geometrica e di simulazione a supporto dei processi di progettazione/produzione. Verranno affrontate le problematiche legate alla verticalizzazione dei sistemi di modellazione in specifici contesti applicativi

### Prerequisiti

Nessuno

### Programma

Il corso si propone di fornire le conoscenze sui metodi e tecniche per la realizzazione del prototipo virtuale e il suo impiego nelle fasi di progettazione e validazione prodotto nonché sulle nuove tecnologie di interazione multimodali e multisensoriali con particolare attenzione agli aspetti di usabilità ed ergonomia fisica e cognitiva.

Gli argomenti del corso sono: tecniche di progettazione user-centered design e metodi di progettazione di prodotti industriali, sistemi avanzati di supporto alla rappresentazione del progetto, architetture ed ambienti di prototipazione virtuale, tecniche di rappresentazione e modellazione di solidi e superfici, tipi di modelli virtuali e tecniche di costruzione orientate alla progettazione di prodotto, tecnologie ed applicazioni di Realtà Virtuale ed Aumentata, metodi di interazione con il prototipo virtuale, Virtual Humans e tecniche di tracciamento, concetti di base di interazione utente-sistema e nuovi paradigmi di interazione (interazione multimodale, multisensoriale, tecnologie desktop e sistemi immersivi), tecniche di Reverse Engineering. Saranno svolte esercitazioni su casi pratici di progettazione e rappresentazione di prodotti industriali con particolari caratteristiche funzionali, tecnologiche, estetiche ed ergonomiche.

### Metodi di Valutazione dell'Apprendimento

La valutazione dell'apprendimento avviene secondo due metodi: 1) valutazioni intermedie (tre prove parziali) durante il corso mediante la presentazione dei risultati ottenuti nello svolgimento del tema progettuale assegnato; 2) valutazione finale mediante la presentazione degli elaborati del progetto e la prova orale attraverso i quali lo studente dimostra tutte le capacità apprese, relative sia ai contenuti del corso sia agli strumenti utilizzati

### Criteri di Valutazione dell'Apprendimento

L'apprendimento viene valutato attraverso la verifica dei risultati intermedi conseguiti durante le esercitazioni in aula sul tema progettuale assegnato, della qualità del progetto finale ed infine della padronanza dei metodi e strumenti appresi. In particolare, per quanto le esercitazioni sul tema progettuale si prendono in considerazione i seguenti criteri: - capacità di saper utilizzare un sistema CAD parametrico feature-based per la rappresentazione di solidi e superfici complesse; - capacità di applicare l'approccio sistematico alla progettazione illustrato durante le lezioni frontali per sviluppare schemi funzionali, concept di progetto e soluzioni tecniche; - capacità di saper utilizzare tecniche di prototipazione virtuale per la verifica dell'ergonomia fisica. Per quanto riguarda la prova finale essa si articola nella presentazione di un progetto di prodotto di consumo e in una prova orale. I criteri di valutazione degli studenti mediante il progetto sono: - capacità di raccogliere dati di mercato ed esigenze dei consumatori per ottenere una lista dei requisiti e compilare una casa della qualità per effettuare benchmarking; - capacità di riflessione su temi anche sociali ed etici per realizzare un prodotto inclusivo per utenti che abbiano abilità limitate da un punto di vista fisico e/o cognitivo; - possesso di competenze adeguate per risolvere problemi tecnici e trovare soluzioni innovative che rispettino i criteri di embodiment design; - capacità di comunicare il progetto attraverso l'uso di adeguati metodi di rappresentazione (prototipi virtuali, diagrammi e schemi funzionali, tavole, schede tecniche); - capacità di integrare conoscenze ed elaborare idee originali e soluzioni innovative; - autonomia nello sviluppo del progetto adottando gli strumenti forniti durante il corso; - capacità di lavorare in gruppo. I criteri di valutazione della prova orale sono invece: - conoscenza e capacità di comprensione dei principali argomenti del corso; - capacità di analisi e di sintesi; - capacità di applicare le conoscenze acquisite in specifici ambiti; - abilità di comunicare in modo chiaro le proprie conoscenze e di integrarle in modo da mettere in relazione i diversi argomenti trattati

### Criteri di Misurazione dell'Apprendimento

La misurazione dell'apprendimento avviene attraverso l'attribuzione di un punteggio a diversi indicatori (criteri) di valutazione delle prove intermedie e della prova finale (progetto e prova orale) in modo da raggiungere il voto massimo di 30/30 e lode. I criteri di valutazione delle prove intermedie verranno esposti all'inizio del corso, mentre quelli del progetto finale riguardano: il grado di innovazione proposta, il livello di completezza e qualità del progetto, la correttezza degli elaborati presentati, la multifunzionalità del prodotto concepito e il grado di ergonomia/usabilità raggiunto. Per quanto riguarda le esercitazioni intermedie la misurazione si basa sulla valutazione dei risultati conseguiti esposti dallo studente attraverso una presentazione PowerPoint. Per quanto riguarda il progetto finale, la misurazione si basa sulla valutazione dei risultati conseguiti presentati dallo studente attraverso 1) una tavola in formato A0 contenente schizzi, diagrammi funzionali, renderings, esplosi e tavole 2D, risultati delle analisi eseguite; 2) un CD-ROM contenente i file dei modelli CAD di parte e di assieme realizzati e una tesina che descrive sinteticamente il progetto, tavole, schizzi e modelli 3D del progetto stesso. Infine per quanto riguarda la prova orale i criteri di misurazione riguardano il grado di approfondimento dei contenuti del corso, la padronanza dei principali metodi e strumenti esposti durante le lezioni frontali ed infine la capacità di creare collegamenti trasversali tra i vari temi del corso.

### Criteri di Attribuzione del Voto Finale

Il voto finale viene attribuito con un punteggio massimo di 32 punti che tiene conto della valutazione delle esercitazioni, del progetto finale e della prova orale, così distribuita: - esercitazioni (3/32) - progetto finale (22/32) - prova orale (7/32). I 32 punti consentono allo studente di avere l'attribuzione della lode.

### Testi di riferimento

Burdea G.G. and Coiffet P., 2003, "Virtual Reality Technology", Wiley-Interscience  
Pahl G., Beiz W., Wallace K., Blessing L.T.M. and Bauert F., 1995, "Engineering Design: A systematic Approach", Springer  
Wilson C., 2011, "Handbook of User-Centered Design Methods", Morgan Kaufmann  
Goldman R., 2009, "An integrated Introduction to Computer Graphics and Geometric Modeling", CRC Press.

### Orario di ricevimento

da concordare con il docente

Expected Learning Outcomes

The course aims to provide knowledge of the methods for the integrated use of geometrical modeling and simulation tools used to support the processes of design/manufacturing. The course addresses issues related to vertical modeling in specific applications

Prerequisites

No

Topics

The course aims at providing methods and tools for the creation of virtual prototypes and their use in design and product validation as well as multimodal and multi-sensorial interaction technologies with particular attention to usability and ergonomics. The course program is based on the following topics: user-centered design methods and systematic approach to product design, advanced systems supporting design and representation, virtual prototyping environments and architectures, solid and surface modeling, principles of geometric modeling, virtual humans and tracking techniques, principles of human-computer interaction, new interaction paradigms based on multimodal, multi-sensorial, desktop or immersive technologies, applications and technologies of Virtual Reality and Augmented Reality, Reverse Engineering techniques. Numerous case studies from industry will be used and practical exercises will be carried out to design and represent manufacturing products with high technological, functional, aesthetic and ergonomics values.

Learning Evaluation Methods

The learning evaluation is based on two methods: 1) intermediate evaluations of the assigned project (three partial tests) along the course through the presentation of the achieved design outcomes; 2) the final assessment of the project through the presentation of the final results and an oral exam to evaluate the learned abilities and competences on design methods and tools for Virtual Prototyping.

Learning Evaluation Criteria

The student learning is assessed by the verification of the intermediate results achieved during tutorials about methods and tools to perform the assigned project, the quality of the final project and finally the student competence on the course topics. In particular, criteria for the evaluation of intermediate results are: skill on using CAD tools for the representation of solids and surfaces, ability to apply both systematic design approaches and user-centred design methods in product development, competences in adopting virtual prototyping techniques to analyze physical ergonomics. Criteria for the evaluation of the final project are: knowledge of information gathering techniques to create a complete list of user needs and product requirements, ability to think about social and ethical effects of product design to include people with disabilities and/or frailties, competence of problem-solving and identify feasible and innovative design solutions, ability to use proper tools to represent design ideas and analyze the achieved outcomes and finally, ability for team working. Finally, criteria to assess the oral exam are: knowledge of the course topics, skill of analysis and synthesis, ability to apply the achieved competences in specific domains, ability to clearly communicate ideas, concepts and to correlate them.

Learning Measurement Criteria

The measurement of the student learning is carried out by the assignment of a score to a set of evaluation metrics that differ according to the type of evaluation (i.e. intermediate tests, final project, oral exam) in order to reach the maximum score of 30/30 and laude. Metrics for the evaluation of intermediate tests will be illustrated at the beginning of the course. Metrics for the evaluation of the final project are: degree of the proposed design innovation, level of project detail and achieved quality, correctness of drawings, models, analysis reports, number of functions that are implemented in the product, degree of product ergonomics and usability. Metrics for the evaluation of the oral exam regard the quality of the presentation and the competences matured on the course topics. In the intermediate tests students must present the results of their work through a Powerpoint presentation. In the final exam, students must present the final outcome through: 1) a paper in A0 format containing sketches, functional diagrams, 2D drawings, renderings, tables summing up the results of the performed analysis; 2) a CD-ROM containing CAD models files (e.g. parts and assemblies) and a thesis with a synthetic description of the project.

Final Mark Allocation Criteria

The final score is 32 that allows the student to achieve 30/30 and laude. It takes care of the evaluation of the intermediate tests (3/32), the final project (22/32) and the oral exam (7/32).

Textbooks

Burdea G.G. and Coiffet P., 2003, "Virtual Reality Technology", Wiley-Interscience  
 Pahl G., Beiz W., Wallace K., Blessing L.T.M. and Bauert F., 1995, "Engineering Design: A systematic Approach", Springer  
 Wilson C., 2011, "Handbook of User-Centered Design Methods", Morgan Kaufmann  
 Goldman R., 2009, "An integrated Introduction to Computer Graphics and Geometric Modeling", CRC Press.

Tutorial session

to arrange with the student

**Sistemi Integrati di Produzione (MECC)**

Settore: ING-IND/16

**Dott. El Mehtedi Mohamad*****m.elmehtedi@univpm.it***

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Offerta libera

II

6

48

**(versione italiana)****Risultati di Apprendimento Attesi**

Il corso si propone di fornire gli elementi essenziali ed analitici per la gestione e la progettazione di sistemi produttivi caratterizzati da un elevato livello di integrazione.

**Prerequisiti**

Conoscenze di base relative ai principali processi tecnologici nell'industria manifatturiera.

**Programma**

Sistemi integrati di produzione nell'industria manifatturiera moderna per la realizzazione di prodotti. Produzione manifatturiera e sistemi di produzione, tipologie di produzione (unitaria, a lotti, cellulare e di massa), automazione dei sistemi di produzione (automazione fissa, programmabile e flessibile), tipi di produzione, integrazione nella produzione, CIM, progettazione integrata prodotto-processo-sistema di produzione. I componenti dei sistemi di produzione: macchine a controllo numerico computerizzato, robot industriali, sistemi di trasporto e immagazzinamento. Attributi decisionali nella produzione: tempo, costo, flessibilità e qualità. Metodi e strumenti per la progettazione dei sistemi di produzione. Concetti di affidabilità nei sistemi di produzione. Analisi delle linee di produzione e assemblaggio con e senza magazzini interoperazionali. Group technology e produzione cellulare: famiglie di parti, classificazione delle parti e codificazione, analisi del flusso di produzione, produzione cellulare. Casi applicativi Sistemi flessibili di produzione: aspetti generali, componenti, applicazioni e benefici, problematiche di pianificazione e implementazione, progettazione.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

L'esame consiste in una prova orale consistente in quattro domande. E' prevista la possibilità di effettuare delle prove in itinere durante il corso di insegnamento.

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Lo studente, nella prova orale dovrà essere in grado di esporre i contenuti richiesti in modo completo, corretto, chiaro e dovrà dimostrare di aver compreso gli argomenti trattati. In particolare, lo studente dovrà essere in grado di conoscere gli elementi costituenti i moderni sistemi di produzione integrati ed essere in grado di conoscere ed applicare gli strumenti di analisi volti alla scelta ed al dimensionamento.

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Attribuzione del punteggio finale in trentesimi.

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

Per la prova orale viene attribuito un punteggio in trentesimi dato dalla somma dei punteggi ottenuti in ciascuna delle domande e degli eventuali esercizi. Il punteggio si ritiene sufficiente, ovvero pari a diciotto; le prove in itinere incideranno per il 30% nell'attribuzione della votazione finale.

**Testi di riferimento**

M. P. Groover, "Automation, production systems and computer integrated manufacturing", Pearson Prentice Hall.  
 Gabrielli, F. (1999). Appunti di programmazione e controllo della produzione. Pitagora Editrice.  
 F. Giusti, M. Santochi, "Tecnologia meccanica e studi di fabbricazione", II Edizione, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 2000.

**Orario di ricevimento**

Mercoledì: 10.30-12.30. Durante il ciclo delle lezioni: prima e/o dopo ogni lezione. In altri giorni e orari da concordare con il docente.

### Expected Learning Outcomes

The course aims to provide the basic and analytical tools for the management and the design of the most integrated production systems

### Prerequisites

Knowledge on fundamental aspects concerning the most common engineering materials and technical drawings is required

### Topics

Integrated production systems in the modern industry. Conventional production systems and lean production. Decision making in production systems under certainty, uncertainty and extreme uncertainty conditions. Decisions in competitiveness as a function of time, cost, flexibility and quality. Reliability in production systems. Aspects of integrated design. Analysis of assembly and production lines with and without buffers. Group technology and cellular manufacturing: part families, part classifications and coding, production flow analysis, cellular manufacturing. Application cases Flexible manufacturing systems: fundamentals, components, applications and benefits, planning and implementation issues. Application cases.

### Learning Evaluation Methods

The exam is oral in which the student must answer 4 open questions related to the content of the entire course.

### Learning Evaluation Criteria

During the oral examination, the student should demonstrate to have completely, correctly and clearly understood the treated topics and to be able to solve exercises in correct way. He should be able to know and to apply the principles of integrated production systems.

### Learning Measurement Criteria

Grading scheme is based on a scale of 30 points. Successful completion of the examination will lead to grades ranging from 18 to 30.

### Final Mark Allocation Criteria

The final mark in thirtieths is obtained by the sum of the marks obtained in each question and exercise. The mark is considered sufficient when it is equal to eighteen and maximum when it is equal to thirty.

### Textbooks

M. P. Groover, "Automation, production systems and computer integrated manufacturing", Pearson Prentice Hall.  
Gabrielli, F. (1999). Appunti di programmazione e controllo della produzione. Pitagora Editrice.  
F. Giusti, M. Santochi, "Tecnologia meccanica e studi di fabbricazione", II Edizione, Casa Editrice.

### Tutorial session

Wednesday: 10.30-12.30. During the lectures: before and/or after each lecture. In the other cases: date and time can be defined with the lecturer.

**Sistemi Oleodinamici e Pneumatici**

Settore: ING-IND/09

**Prof. Pelagalli Leonardo***[l.pelagalli@univpm.it](mailto:l.pelagalli@univpm.it)*

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Offerta libera

II

6

48

*(versione italiana)***Risultati di Apprendimento Attesi**

Conoscere i principali componenti oleodinamici e pneumatici, la loro specifica funzione e applicazione, interpretare il funzionamento e le potenzialità di un circuito, determinare la convenienza all'utilizzo di un componente o di un intero impianto in relazione agli usi finali.

**Prerequisiti**

Analisi matematica, Fisica, Meccanica applicata alle macchine, Macchine

**Programma**

Principi generali. Trasmissione dell'energia idraulica. Perdite di carico. Perdite di portata. Classificazione fluidi idraulici. Caratteristiche fisiche e chimiche. Simboli grafici e norme UNI. Circuiti idraulici aperti e chiusi. Pompe e Motori a pistoni, a palette, ad ingranaggi. Martinetti. Cilindrata geometrica. Formule di calcolo delle prestazioni. Valvole di regolazione della pressione, riduttrici di pressione, di sequenza, di regolazione della portata, limitatrici di portata, divisori di flusso, di "overcenter", di regolazione della direzione, di non ritorno. Distributori rotativi, a cassetto. Gruppi di alimentazione. Gruppi di attuazione. Circuiti in parallelo, in serie e misti. Circuiti per sequenze di movimenti. Trasmissioni idrostatiche. Sistemi compensati alla pressione o "load-sensing". Componenti accessori dei circuiti idraulici. Compressori. Scelta del compressore e del serbatoio. Martinetti e martelli pneumatici. Motori pneumatici. Valvole di regolazione di pressione, della portata, della direzione. Esempi di calcolo grafici ed analitici.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

La valutazione del livello di apprendimento e comprensione consiste in due prove:

1- prova scritta contenente quattro quesiti relativi alle tematiche trattate nel corso delle lezioni

2- prova orale di chiarimento e/o approfondimento delle tematiche della prova scritta, qualora fosse necessario, con l'aggiunta di un ulteriore problematica di natura teorica e/o applicativa.

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

L'allievo deve dimostrare di avere ben compreso ed acquisito i principi fisici e le trattazioni teorico-valutative alla base delle configurazioni e del funzionamento dei componenti e degli impianti nel settore tecnico della oleodinamica e della pneumatica. Le risposte comprendono anche la conoscenza quantitativa dell'argomento trattato.

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Attribuzione del voto finale in trentesimi.

La valutazione finale risulta dalla media pesata tra prova scritta (75%) e prova orale (25%).

Non sarà possibile superare l'esame se la prova scritta ha avuto esito negativo.

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

Affinché l'esito finale della valutazione sia positivo l'allievo deve dimostrare di non avere lacune sulle conoscenze fondamentali trattate nel corso.

La valutazione massima è raggiunta dimostrando una conoscenza approfondita dei contenuti del corso.

La lode è riservata agli allievi che, avendo svolto la prova scritta e orale in modo corretto e con buon grado di approfondimento, abbiano dimostrato anche una particolare brillantezza nella esposizione e/o abbiano dimostrato particolare padronanza della materia sapendo utilizzare le competenze acquisite anche per analizzare argomenti non espressamente trattati o trattando gli stessi in maniera alternativa a quella proposta.

**Testi di riferimento**

Speich H., Bucciarelli, A. Manuale di Oleodinamica-Principi, Componenti, Circuiti, Applicazioni, Tecniche Nuove

Nervegna N., Oleodinamica e Pneumatica - Sistemi Vol.1, Politeko

Nervegna N., Oleodinamica e Pneumatica - Componenti Vol.2, Politeko

Belladonna U., Elementi di Oleodinamica - Principi, Componenti, Impianti, Hoepli

Belladonna U., Mombelli A., Pneumatica - Principi, Componenti, Impianti, Automazione, Hoepli

**Orario di ricevimento**

martedì 10.30-12.30

### Expected Learning Outcomes

The course aims to provide the student with knowledge of the main components of hydraulic and pneumatic circuits. On completion of the course the student will be able: - to understand the specific use and application of a component; - to understand the functioning and capabilities of a circuit; - to select the most appropriate component or plant for a given application.

### Prerequisites

Mathematical analysis, Physics, Applied mechanics, Machines

### Topics

General principles. Hydraulic energy transmission. Head and fluid loss. Hydraulic fluid classification. Physical and chemical characteristics. Graphic symbols and standardisation. Hydraulic open and closed circuits. Pumps and engines with pistons, blades, gears. Hydraulic jacks. Geometrical displacement. Formulas for performances computation. Pressure regulation valves. Pressure reduction valves. Sequential valves. Flow regulation valves. Flow limitation valves. Flow dividers. Overcenter valves. Direction regulation valves. Non-reversal valves. Rotary and case distributors. Feeding groups. Utilizing groups. Parallel, in series and mixed circuits. Circuits for sequences. Hydrostatic transmissions. Load sensing systems. Fitting elements for circuits. Compressors. Compressor and tank choice. Pneumatic jacks and hammers. Pressure, flow, direction regulation valves. Analytical and graphic computations examples.

### Learning Evaluation Methods

The assessment of the level of learning and understanding consists of two parts:

- 1 - written test containing four questions related to the topics covered in the lectures
- 2 - oral clarification and/or deepening of the themes of the written test, if necessary, by adding an additional problem of theoretical and/or application nature.

### Learning Evaluation Criteria

The student has to demonstrate to have understood and acquired the physical principles and theoretical considerations on the basis of the configuration and operation of power systems and components in the technical field of hydraulics and pneumatics. The responses also include the quantitative knowledge of the topic.

### Learning Measurement Criteria

Attribution of the final mark out of thirty.

The final evaluation results from the weighted average of the pre-trial written examination (25%) and oral (75%). To pass the exam both tests should be sufficient.

### Final Mark Allocation Criteria

In order that the final outcome of the evaluation is positive, the student will have to prove that he has no gaps on basic skills covered in the course.

The highest rating is achieved by demonstrating in-depth knowledge of the course content.

Praise is given to students who, having done the pre-exam and oral fairly and with good level of detail, have also shown a particular brilliance in exposure and/or have demonstrated particular mastery of the material knowing also the use of the acquired skills to analyze topics not explicitly covered or treating the topics in a way alternative to the proposed one.

### Textbooks

Speich H., Bucciarelli, A. Manuale di Oleodinamica-Principi, Componenti, Circuiti, Applicazioni, Tecniche Nuove  
Nervegna N., Oleodinamica e Pneumatica - Sistemi Vol.1, Politeko  
Nervegna N., Oleodinamica e Pneumatica - Componenti Vol.2, Politeko  
Belladonna U., Elementi di Oleodinamica - Principi, Componenti, Impianti, Hoepli  
Belladonna U., Mombelli A., Pneumatica - Principi, Componenti, Impianti, Automazione, Hoepli

### Tutorial session

Tuesday 10.30-12.30 a.m

**Studi di Fabbricazione**

Settore: ING-IND/16

**Curriculum Progettuale Costruttivo****Prof. Forcellese Archimede*****a.forcellese@univpm.it***

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Obbligatorio Caratterizzante di Curriculum

II

9

72

**(versione italiana)****Risultati di Apprendimento Attesi**

Al termine del corso l'allievo/a sarà in grado di possedere nozioni relative alla fabbricazione, alla generazione dei relativi cicli, anche per mezzo di metodi computer – aided, e allo studio del lavoro nell'ottica della riduzione delle inefficienze di fabbricazione.

**Prerequisiti**

Sono richieste conoscenze di base relative al disegno meccanico, alla progettazione meccanica, ai principali materiali di interesse ingegneristico, ai principali processi utilizzati nella produzione manifatturiera e alle macchine impiegate per la loro realizzazione.

**Programma**

Introduzione alla produzione, fasi del ciclo di vita del prodotto. Lo studio di fabbricazione: attività e metodi. La progettazione meccanica, la scelta dei processi produttivi e la progettazione integrata di prodotto e processo. La pianificazione di processo: elementi fondamentali della pianificazione, foglio di ciclo e foglio di fase, tolleranze di lavorazione, trasferimento di quota, correlazione tra tolleranze e ciclo di lavorazione. Le tecniche di pianificazione di processo assistite dal calcolatore (CAPP): approccio variante, generativo e semigenerativo. La contabilità industriale. Esempi applicativi.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

L'esame consiste in una prova orale che riguarderà tutti gli argomenti sviluppati durante il corso.

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Lo studente dovrà dimostrare di possedere, oltre alla padronanza dei principali processi di fabbricazione utilizzati nell'industria meccanica, le conoscenze e le competenze metodologiche e tecnologiche per la progettazione e lo sviluppo di cicli di lavorazione, per la loro ottimizzazione e per la determinazione dei costi associati. La valutazione massima verrà conseguita mostrando una conoscenza approfondita dei contenuti, esposta con completa padronanza del linguaggio tecnico e utilizzando appropriatamente tale conoscenza per la risoluzione di problemi.

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Attribuzione del voto finale in trentesimi.

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

La prova orale sarà articolata su quattro quesiti, ognuno dei quali sarà valutato con un punteggio variabile fra 0 e 7.5 punti. Il voto complessivo sarà assegnato sommando la valutazione delle risposte ai quattro quesiti. La lode sarà attribuita agli studenti che, avendo conseguito la valutazione massima, abbiano dimostrato la completa padronanza della materia.

**Testi di riferimento**

F. Giusti, M. Santochi. "Tecnologia meccanica e studi di fabbricazione", II Edizione, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 2000.  
F. Gabrielli, R. Ippolito, F. Micari. "Analisi e tecnologia delle lavorazioni meccaniche", McGraw-Hill, Milano, 2008. P. Scallan. "Process planning: the design/manufacture interface", Butterworth-Heinemann, 2003.

**Orario di ricevimento**

Martedì 11:00-13:00



### Expected Learning Outcomes

On completion of the course the student will have acquired notions concerning the manufacturing process and the manufacturing cycle (including computer-aided methods) with particular attention on the reduction of manufacturing inefficiencies.

### Prerequisites

Knowledge on fundamental aspects concerning the most common engineering materials, technical drawings, mechanical design, fabrication processes and machines used is required.

### Topics

Introduction to manufacturing, product life cycle stages. Mechanical design, process selection and integration between product design and process planning. Process planning: what is process planning, activities and methods, basic elements, fabrication tolerances, correlation between tolerances and process planning. Computer-aided process planning (CAPP): variant, generative, and the hybrid approaches. Cost accounting. Application cases.

### Learning Evaluation Methods

The method for learning evaluation consists in an oral examination covering all topics developed during the course.

### Learning Evaluation Criteria

The student has to demonstrate, in addition to the ability to deal with the main manufacturing processes used in the mechanical industry, the knowledge and the methodological and technological expertise for the design and development of process plans, for their optimization and for the determination of the associated costs. The highest rating is achieved by demonstrating a thorough knowledge of the contents, exposed with complete mastery of technical language and using appropriately such knowledge to solve problems.

### Learning Measurement Criteria

Grading scheme is based on a scale of 30 points. Successful completion of the examination will lead to grades ranging from 18 to 30.

### Final Mark Allocation Criteria

The oral exam will consist of four questions, each of which will be evaluated using a score ranging between 0 and 7.5 points. The vote will be assigned by adding the evaluation of the responses to the four questions. The honors will be given to students who, having achieved the highest rating, have demonstrated the complete mastery of the subject.

### Textbooks

F. Giusti, M. Santochi. "Tecnologia meccanica e studi di fabbricazione", II Edizione, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 2000.  
F. Gabrielli, R. Ippolito, F. Micari. "Analisi e tecnologia delle lavorazioni meccaniche", McGraw-Hill, Milano, 2008. P. Scallan. "Process planning: the design/manufacture interface", Butterworth-Heinemann, 2003.

### Tutorial session

Tuesday 11:00-13.00.

**Tecnica del Freddo**

Settore: ING-IND/10

Prof. Di Nicola Giovanni

g.dinicola@univpm.it

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

Corso di Studi

Tipologia

Ciclo

CFU

Ore

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Offerta libera

II

6

48

*(versione italiana)*Risultati di Apprendimento Attesi

Alla fine del corso lo studente dovrà conoscere: -i cicli termodinamici inversi; -la fenomenologia di componenti e sistemi per l'ottenimento di temperature inferiori alla temperatura ambiente; -i principali metodi per dimensionare e valutare dal punto di vista tecnico ed economico componenti e sistemi frigoriferi; -le principali tecnologie della refrigerazione alternative alla compressione di vapore; -le modalità di conservazione delle derrate alimentari; -i principali metodi per dimensionare e valutare dal punto di vista tecnico ed economico componenti e sistemi frigoriferi utilizzati per la conservazione delle derrate alimentari; -le principali tecnologie per la criogenia.

Prerequisiti

Conoscenze di Termodinamica applicata, Trasmissione del calore, Fluidodinamica.

Programma

Richiami di termodinamica. Ciclo di Carnot inverso. Rendimento di prima e di seconda legge. Piani termodinamici. Ciclo reale a compressione di vapore. I fluidi refrigeranti. Requisiti funzionali ed ambientali dei fluidi di lavoro. Refrigeranti sintetici e refrigeranti naturali. Ambiti applicativi dei principali refrigeranti. Sottoraffreddamento del liquido e surriscaldamento all'aspirazione. Scambiatore di calore liquido/aspirazione. Limiti di convenienza dei cicli a singolo stadio. Cicli a doppio stadio. Valutazione della pressione intermedia ottimale. Cicli a doppia temperatura. Cicli in cascata. Principali componenti dei cicli a compressione di vapore. Compressori dinamici e volumetrici; rendimento volumetrico e isentropico. Modulazione della capacità frigorifera. Condensatori ed evaporatori. Organi di laminazione. Liquefazione dei gas. Ciclo di Linde. Temperatura di inversione. Ciclo di Claude. Cicli inversi alternativi. Ciclo ad assorbimento: generalità; coppie di fluidi e loro ambiti applicativi; analisi di primo principio. Ciclo ad aria inverso. Ciclo ad adsorbimento. Refrigerazione termoelettrica. Refrigerazione magnetica. Refrigerazione termoacustica. Geotermia. Torri evaporative. La catena del freddo. Meccanismi di deterioramento delle derrate alimentari ed influenza della temperatura. Condizioni di conservazione per i prodotti freschi. Conservazione in atmosfera controllata. Prodotti congelati e prodotti surgelati. Valutazione dei tempi di congelamento. Tecniche di surgelazione. Scongelo. I materiali isolanti. Modello matematico per il calcolo della conducibilità equivalente. Poliuretani espansi. Lo spessore ottimale di isolamento. Celle e magazzini frigoriferi. Calcolo dei carichi termici. Trasporti refrigerati.

Metodi di Valutazione dell'Apprendimento

La valutazione del livello di apprendimento degli studenti consiste in una prova scritta, consistente in alcune domande di natura teorica e applicativa riguardanti gli argomenti trattati nel corso, da completare in due ore.

Criteri di Valutazione dell'Apprendimento

Per superare con esito positivo la valutazione dell'apprendimento, lo studente deve dimostrare, attraverso la prova prima descritta, di aver ben compreso i concetti di tecnica del freddo esposti nel corso.

Criteri di Misurazione dell'Apprendimento

Ad ognuna delle domande della prova scritta è assegnato un punteggio compreso tra zero e trenta. Il voto complessivo, in trentesimi, è dato dalla media dei voti ottenuti nelle due prove, con arrotondamento all'intero per eccesso.

Criteri di Attribuzione del Voto Finale

Perché l'esito complessivo della valutazione sia positivo, lo studente deve conseguire almeno la sufficienza, pari a diciotto punti, nella prova prima descritta. La valutazione massima è raggiunta dimostrando una conoscenza approfondita dei contenuti del corso nell'ambito della prova.

Testi di riferimento

Appunti dalle lezioni, disponibili alla pagina del docente. Per approfondimenti: A. Cavallini, L. Mattarolo, Termodinamica applicata, CLEUP, Padova, 1992. W.F. Stoecker, Manuale della refrigerazione industriale, Tecniche Nuove, Milano, 2001.

Orario di ricevimento

Martedì dalle 9 alle 11 o su appuntamento (tel 0712204277, email: g.dinicola@univpm.it)

### Expected Learning Outcomes

At the end of the course the student should know: -inverse thermodynamic cycles; -the phenomenology of components and systems for achieving temperatures below the ambient temperature; -the main methods for the technical-economic design and the evaluation of cooling systems and their components; -the main technologies alternative to vapor compression refrigeration; -the techniques used for food storage; -the main methods for the technical-economic design and for the evaluation of systems for food storage and their components; -the main technologies for cryogenics.

### Prerequisites

Basic knowledge of Applied thermodynamics, Heat transfer, Fluidynamics.

### Topics

Basic Thermodynamics. Reverse Carnot cycle. First and second Law efficiency. Thermodynamic charts. Vapour compression refrigerating cycle. Refrigerant fluids. Functional and environmental requirements for the working fluids. Synthetic and natural refrigerants. Application domains for the specific refrigerants. Liquid subcooling and suction superheating. Liquid/suction heat exchanger. Applicative limits of single stage cycles. Two stages cycles. Assessment of optimal intermediate pressure. Dual temperature cycles. Cascade cycles.  
Main components for the vapour compression cycles. Dynamic and volumetric compressors; volumetric and isentropic efficiency. Modulation of the refrigeration capacity. Condensers and evaporators. Throttling valves.  
Gas liquefaction. Linde cycle. Inversion temperature. Claude cycle.  
Alternative reverse cycles. Absorption cycle: working fluids and their applicative domains; first law analysis. Air cycle. Adsorption cycle. Thermoelectric refrigeration. Magnetic refrigeration. Thermoacoustic refrigeration. Geothermal energy.  
Cooling Towers. The cold chain. Temperature influence in the deterioration of foodstuffs. Storage conditions for fresh products. Controlled atmosphere. Frozen and quick-frozen products. Assessment of freezing time. Freezing techniques. Thawing. Insulation materials. Mathematical model for the evaluation of equivalent thermal conductivity. Poliurethans. Optimum insulation thickness. Cold rooms. Thermal load of cold rooms. Refrigerated transports.

### Learning Evaluation Methods

The assessment of student learning consists of a written test, consisting of a few questions of a theoretical nature and application regarding the topics covered in the course, to be completed in two hours.

### Learning Evaluation Criteria

To successfully pass the exam, the student must demonstrate, through the test described above, to have understood the concepts of refrigeration exposed during the course.

### Learning Measurement Criteria

For each one of the questions of the written test, it is assigned a score between zero and thirty. The overall grade, thirty, is the average of the marks obtained in the two tests, with rounding to the entire excess.

### Final Mark Allocation Criteria

Because the overall outcome of the evaluation is positive, the student must achieve at least eighteen points in the test described above. The highest rating is achieved by demonstrating a thorough understanding of the course content in the tests.

### Textbooks

Lecture notes (available on-line).  
Cavallini, L. Mattarolo, Termodinamica applicata, CLEUP, Padova, 1992;  
W.F. Stoecker, Industrial Refrigeration Handbook, McGraw-Hill, New York, 1998

### Tutorial session

uesday 9-11 or by appointment (tel 0712204277, email: g.dinicola@univpm.it)

**Tecnologie delle Materie Plastiche e dei Compositi**

Settore: ING-IND/22

**Dott. Bellezze Tiziano****t.bellezze@univpm.it**

Dipartimento di Scienze e Ingegneria della Materia, dell'Ambiente ed Urbanistica

Corso di Studi	Tipologia	Ciclo	CFU	Ore
Ingegneria Biomedica (Corso di Laurea Triennale (DM 270/04))	Offerta libera	II	6	48
Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))	Offerta libera	II	6	48

**(versione italiana)****Risultati di Apprendimento Attesi**

Il corso ha lo scopo di creare i collegamenti tra le proprietà generali dei polimeri e la possibilità di trasformazione degli stessi con le tecnologie note; si vogliono fornire inoltre gli strumenti utili alla progettazione ed alla produzione di manufatti polimerici.

**Prerequisiti**

Nessuno

**Programma**

Definizione di materiale polimerico. Semplici esempi di polimerizzazione per la realizzazione di materiali termoplastici e/o termoindurenti. Strutture dei materiali polimerici. Materiali amorfi e semicristallini. Proprietà termiche, meccaniche e reologiche. Prove sulle materie plastiche. Modificazione delle proprietà dei polimeri vergini: compound. Viscosità di flusso, variazioni della viscosità, viscosità elongazionale, fenomeni viscoelastici, tempo di rilassamento. Stampaggio ad iniezione. Analisi dei parametri di progettazione dei pezzi e del processo. Ciclo di stampaggio. Tecnologie di trasformazione delle materie plastiche ad alta pressione: stampaggio a compressione, a trasferimento, ad iniezione. Semplici esercizi numerici di calcolo per cicli di stampaggio e definizione dei parametri caratteristici. Estrusione di profilati pieni e cavi. Macchinari, parametri di controllo. Punto di lavoro dell'estrusore. Produzione di contenitori e di film per estrusione. Termoformatura. Materiali compositi: classificazione a seconda della natura della matrice e delle fibre/particelle di rinforzo; tipi di fibre (fibre di vetro, di carbonio e aramidiche); confronto delle proprietà meccaniche dei vari tipi di fibre; proprietà meccaniche dei compositi a fibre corte e a fibre lunghe; modulo elastico dei compositi a fibre lunghe, continue e allineate, in condizioni di isodeformazione (regola delle miscele) e isosforzo. Tecnologie di trasformazione.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

La valutazione del livello di apprendimento degli studenti consiste in due prove:

- una prova scritta, consistente nella soluzione di alcuni esercizi e di alcune domande teoriche, per un totale di 6-7 quesiti che verteranno sugli argomenti trattati nel corso. La prova scritta dovrà essere completata in due ore.

- una prova orale, consistente nella discussione di uno o più temi trattati nel corso. Durante la prova orale verranno inoltre discusse eventuali lacune evidenziate nello svolgimento della prova scritta.

La prova scritta è propedeutica alla prova orale, per accedere alla quale lo studente deve aver ottenuto almeno la sufficienza nella prova scritta.

La prova orale deve essere sostenuta nello stesso appello della prova scritta. Nel caso di esito negativo per la prova orale, lo studente dovrà ripetere anche la prova scritta.

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Per superare con esito positivo la valutazione dell'apprendimento, lo studente deve dimostrare, attraverso le prove prima descritte, di possedere una complessiva conoscenza degli argomenti trattati durante il corso. La valutazione massima verrà conseguita dimostrando una conoscenza approfondita dei contenuti del corso e la capacità di mettere in relazione le proprietà dei materiali polimerici con la loro struttura, nonché i principi su cui si basano i processi di produzione.

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

Ad ognuna delle prove prima indicate è assegnato un punteggio compreso tra zero e trenta. Il voto complessivo, in trentesimi, è dato dalla media dei voti ottenuti nelle due prove, con arrotondamento all'intero per eccesso.

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

Perché l'esito complessivo della valutazione sia positivo, lo studente deve conseguire almeno la sufficienza, pari a diciotto punti, in ognuna delle prove prima descritte.

La lode è riservata agli studenti che, avendo svolto tutte le prove in modo corretto e completo, abbiano dimostrato la completa padronanza della materia.

**Testi di riferimento**

H. Saechtling, Manuale delle materie plastiche 7° ed., Tecniche Nuove, Milano, 1996.

S. Bruckner, G. Allegra, M. Pegoraro, F. P. La Mantia, Scienza e Tecnologia dei Materiali Polimerici 2° ed., EdiSES, Napoli, 2007.

G. Gozzelino, Materie Plastiche, Hoepli, Milano, 2007.

**Orario di ricevimento**

Tutti i giorni della settimana, esclusi Sabato e Domenica, previo appuntamento telefonico o per e-mail.

### Expected Learning Outcomes

The course aims to provide the links between the polymers' properties and their transformation by means of known techniques and to provide the tools for the design and manufacturing of polymeric artefacts.

### Prerequisites

None

### Topics

Definition of polymeric materials. Simple polymerization processes for thermoplastic and/or thermosetting polymers. Structure of polymer materials. Amorphous and semi-crystalline materials. Thermal, mechanical and rheological properties. Tests on plastic materials. Change in properties of virgin polymers: compounds. Flow viscosity, viscosity changes, lengthening viscosity, visco-elastic phenomena, relaxation time. Outline of the main transformation technologies. Injection moulding. Analysis of design parameters for the product and the process. Moulding cycle. Plastics high pressure transformation technologies: compression, transfer, injection moulding. Simple numerical calculation of moulding cycles and assessment of typical parameters. Extrusion of solid and hollow profiles. Machinery control parameters. Extrusion working point. Container and film production by means of extrusion. Thermal moulding. Composites: classification on the basis of the matrix and fibers/particles reinforcement; types of fiber (glass, carbon and aramidic fibers); mechanical properties comparison between different types of fibers; mechanical properties of short- and long-fiber composites; modulus of elasticity of continuous and aligned long-fiber composites in isostrain (rule of mixtures) and isostress conditions.

### Learning Evaluation Methods

The assessment of student learning consists of two tests:

- A written test, consisting in the solution of some exercises and some theoretical questions, for a total of 6-7 problems that will focus on topics covered in the course. The written test will be completed in two hours.
- An oral test, consisting in the discussion of one or more topics covered in the course. During the oral test it will also be discussed the performance gaps found in the written test.

The written test is preparatory for the oral exam and for accessing to it, the student must have obtained at least a pass in the written test.

The oral examination must be taken in the same session of the written test. In case of failure of the oral exam, the student will have to repeat the written test.

### Learning Evaluation Criteria

To successfully pass the whole examination, the student must demonstrate, by means of the tests described above, to have an overall knowledge of the topics covered during the course. The highest points are achieved by demonstrating an exhaustive understanding of the course contents and the ability to relate the properties of polymeric materials with their structure, as well as the basic principles of their production processes.

### Learning Measurement Criteria

For each of the tests specified before, it is assigned a mark between zero and thirty. The final mark, related to thirty, is the average of the marks obtained in the two tests, with the approximation by excess to the upper integer.

### Final Mark Allocation Criteria

In order to obtain an overall positive evaluation, the student must achieve at least a pass, amounting to eighteen points in each of the tests described above.

Full marks with distinction is given to students who, having done all the tests correctly, have demonstrated a complete knowledge of the course topics.

### Textbooks

H. Saechtling, Manuale delle materie plastiche 7° ed., Tecniche Nuove, Milano, 1996.

S. Bruckner, G. Allegra, M. Pegoraro, F. P. La Mantia, Scienza e Tecnologia dei Materiali Polimerici 2° ed., Edises, Napoli, 2007.

G. Gozzelino, Materie Plastiche, Hoepli, Milano, 2007.

### Tutorial session

Every day of the week, except Saturday and Sunday, making an appointment by phone or e-mail.

**Termotecnica**

Settore: ING-IND/10

**Curriculum Termomeccanico****Prof. Polonara Fabio****f.polonara@univpm.it**

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

<b>Corso di Studi</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Ciclo</b>	<b>CFU</b>	<b>Ore</b>
Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))	Obbligatorio Caratterizzante di Curriculum	II	9	72

**(versione italiana)****Risultati di Apprendimento Attesi**

Il corso si propone di fornire gli strumenti concettuali per integrare le conoscenze di termodinamica applicata, trasmissione del calore e fluidodinamica in modo da rendere lo studente capace di progettare con criteri di ottimizzazione i sistemi per lo scambio e la conversione dell'energia.

**Prerequisiti**

Conoscenze di Termodinamica applicata, Trasmissione del calore, Fluidodinamica

**Programma**

Richiami di termodinamica, Proprietà dei fluidi, Relazioni per sostanze pure, Sistemi multicomponente, Sistemi con reazioni, Exergia, Exergia fisica, Bilancio di exergia per i sistemi chiusi ed i sistemi aperti, Exergia chimica, Perdita e distruzione di exergia, Efficienza exergetica, Incremento dell'efficienza termodinamica, Scambiatori di calore, Dimensionamento col metodo della differenza di temperatura media logaritmica, Dimensionamento col metodo epsilon-NTU, Analisi economica, Principi di valutazione economica, Costi livellati, Fondamenti di termoeconomia, Variabili termoeconomiche, Considerazioni sui costi, Introduzione all'ottimizzazione, Tecniche analitiche e numeriche di ottimizzazione, Efficienza exergetica costo-ottimale, Ottimizzazione termoeconomica dei sistemi complessi, Pinch Analysis, Curva composta e Pinch del processo, Massimo recupero di energia, Curva Grand Composite, Progetto ottimo di reti di scambiatori.

**Metodi di Valutazione dell'Apprendimento**

La valutazione del livello di apprendimento consiste in una prova scritta divisa in due parti: Nella prima parte lo studente deve risolvere 2 esercizi numerici relativi alle applicazioni tecnologiche che sono stati trattati a lezione. Nella seconda parte lo studente deve rispondere a 2 domande su argomenti teorici scelti tra quelli esposti a lezione. Il tempo a disposizione per la prova scritta nel suo complesso è di 120 minuti.

**Criteri di Valutazione dell'Apprendimento**

Per superare con esito positivo la valutazione dell'apprendimento lo studente deve dimostrare, attraverso le prove descritte più sopra, di avere assimilato le nozioni contenute nel programma e di essere capace di risolvere correttamente esercizi numerici attinenti le applicazioni tecnologiche oggetto del corso.

**Criteri di Misurazione dell'Apprendimento**

I 2 esercizi di tipo numerico vengono valutati con un punteggio massimo complessivo di 60 punti su 100 (ad ogni esercizio viene attribuito un voto massimo di 30 punti, con somma totale pari a 60). Le 2 domande teoriche vengono valutate con un punteggio ma

**Criteri di Attribuzione del Voto Finale**

I voto in centesimi ottenuto sommando il voto acquisito in ogni esercizio e/o domanda viene riportato in trentesimi. La lode viene attribuita a chi, oltre ad ottenere il punteggio massimo, dimostra nella prova scritta una particolare padronanza della materia.

**Testi di riferimento**

A. Bejan, G. Tsatsaronis, M. Moran, Thermal Design and Optimization, John Wiley & Sons, New York, 1996

**Orario di ricevimento**

Mercoledì 10.30-12.30

### Expected Learning Outcomes

The aim of the course is to integrate the fundamentals of applied thermodynamics, heat transfer and fluid dynamics in order to provide the student with the tools needed for the optimal design of energy exchange and energy conversion systems.

### Prerequisites

Applied Thermodynamics, Heat Transfer, Fluid Mechanics

### Topics

First Law, Second Law, Property Relations, Basic Relations for Pure Substances, Multicomponent Systems, Reacting Mixtures, Exergy, Physical Exergy, Exergy Balance, Control Volume Exergy Balance, Chemical Exergy, Exergy Destruction and Exergy Loss, Exergetic Efficiency, Improving Thermodynamic Effectiveness, Heat Exchangers, LMTD, Epsilon-NTU method, Economic Analysis, Principles of Economic Evaluation, Levelization, Fundamentals of Thermoconomics, Thermo-economic Variables, Thermo-economic Evaluation, Costing Considerations, Introduction to Optimization, Analytical and Numerical Optimization Techniques, Cost-optimal Exergetic Efficiency, Thermo-economic Optimization of Complex Systems, Pinch Analysis, Composite Curve and Process Pinch, Maximum Energy Recovery, Grand Composite Curve, Cost-optimal Hexchanger Network Design.

### Learning Evaluation Methods

The assessment of the learning level consists of a written test divided into two parts: in the first part, the student must solve two numerical exercises related to technological applications that have been discussed in class. In the second part, the student has to answer 2 questions on theoretical topics chosen from among those discussed in class. The time available for the written test as a whole is 120 minutes.

### Learning Evaluation Criteria

To successfully pass the exam, the student must demonstrate, through the tests described above, to have assimilated the concepts contained in the syllabus and to be able to properly solve numerical exercises related to technological applications learned during the course.

### Learning Measurement Criteria

The numerical exercises are evaluated with a maximum total score of 60 points out of 100 (each exercise is given a maximum score of 30 points, with a total of 60). The 2 theoretical questions are evaluated with a maximum total score of 40 points out of 100.

### Final Mark Allocation Criteria

The vote in hundredths obtained by adding the vote gained in any exercise and theoretical question is converted in thirtieths. The "Lode" is given to those who, in addition to achieving the maximum score on the written test, demonstrate to master very well the subject.

### Textbooks

A. Bejan, G. Tsatsaronis, M. Moran, Thermal Design and Optimization, John Wiley & Sons, New York, 1996

### Tutorial session

Wednesday 10.30-12.30

**Trasmissione del Calore**

Settore: ING-IND/10

**Prof. Ricci Renato**[r.ricci@univpm.it](mailto:r.ricci@univpm.it)

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

Corso di Studi	Tipologia	Ciclo	CFU	Ore
Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))	Offerta libera	II	6	48

*(versione italiana)*Risultati di Apprendimento Attesi

Il corso ha lo scopo di completare a preparazione dello studente sulle tematiche dello scambio termico, al fine di consentire il corretto dimensionamento di Scambiatori di Calore tradizionali e compatti. Durante il corso verranno trattati i diversi modi di scambio termico abbracciando sia la Conduzione che la Convezione e l'Irraggiamento. Una particolare attenzione verrà inoltre dedicata alla progettazione di sistemi di dissipazione termica destinati ad applicazioni elettroniche di tipo consumer e professionali fornendo tutte quelle indicazioni che guidano lo studente alla scelta corretta della forma, della dimensione e del materiale del sistema di controllo termico oggetto del dimensionamento.

Prerequisiti

Elementi di matematica e fisica di base

Programma

Lo scambio termico conduttivo multidimensionale. Metodi numerici ai volumi di controllo in regime stazionario e transitorio. Programmazione in MATLAB per il dimensionamento di dissipatori alettati. Lo scambio termico per convezione forzata. Cenni di scambio termico in convezione naturale. Irraggiamento termico. Termografia infrarossa ed esperimenti di laboratorio. Heat pipes. Dimensionamento di scambiatori di calore compatti.

Metodi di Valutazione dell'Apprendimento

Interazione con i singoli studenti

Criteri di Valutazione dell'Apprendimento

Valutazione del grado di utilizzo delle nozioni apprese

Criteri di Misurazione dell'Apprendimento

Capacità di soluzione di casi di studio

Criteri di Attribuzione del Voto Finale

Padronanza degli argomenti. Capacità di analisi del problema

Testi di riferimento

Dispense del corso reperibili dal sito [www.termofluido.univpm.it](http://www.termofluido.univpm.it)

Orario di ricevimento

Venerdì 11:30-13:30



**Expected Learning Outcomes**

The course aims to fill in the student's gaps in heat exchange topics to provide skills in the design of standard and compact heat exchangers. The course covers heat transfer by conduction, convection and radiation. Particular attention is devoted to the design of thermal dissipation systems for consumer and professional electronics. The course provide the student with concepts helpful in selecting the most appropriate shape, size and material type of thermal control systems.

**Prerequisites**

Basic knowledgements of mathematics and physics.

**Topics**

Multi dimensional Conduction heat transfer. Control Volume numerical methods in steady and unsteady state. The heat sinks heat transfer modelling by means of MATLAB platform. Forced convection heat transfer. Natural convection heat transfer. Radiation heat transfer. The infrared thermography in laboratory applications. Heat pipes. Design of compact heat exchangers.

**Learning Evaluation Methods**

Interactions with students during the lessons

**Learning Evaluation Criteria**

Evaluation of the learning state

**Learning Measurement Criteria**

Problem solving skills

**Final Mark Allocation Criteria**

Level of knowledge and analytical capacity

**Textbooks**

Lessons notes available on [www.termofluido.univpm.it](http://www.termofluido.univpm.it)

**Tutorial session**

Friday 11:30 - 13:30

**Turbomacchine**

Settore: ING-IND/08

**Prof. Pelagalli Leonardo***[l.pelagalli@univpm.it](mailto:l.pelagalli@univpm.it)*

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

**Corso di Studi****Tipologia****Ciclo****CFU****Ore**

Ingegneria Meccanica (Corso di Laurea Magistrale (DM 270/04))

Offerta libera

II

6

48

*(versione italiana)*Risultati di Apprendimento Attesi

Il corso approfondisce i fenomeni termofluidodinamici e fornisce i criteri per il progetto preliminare delle turbomacchine come turbine e compressori.

Prerequisiti

Analisi matematica, Fisica, Termodinamica, Fluidodinamica, Macchine

Programma

Fluidodinamica: Equazioni che governano il moto di un fluido perfetto non reagente, comprimibile e incompressibile, viscoso e non viscoso. Sistemi di riferimento. Moto stazionario. Urti normali, Moto quasi-monodimensionale con variazione di area. Analisi del flusso negli ugelli e nei diffusori. Moto monodimensionale viscoso adiabatico (moto di Fanno) ed inviscido con scambio di calore (moto di Rayleigh). Turbine e compressori assiali: Analisi fluidodinamica dello stadio. Grado di reazione. Definizione delle palettature. Profili alari isolati ed in schiera. Correlazioni per la previsione delle perdite e degli angoli di deviazione. Rendimento. Metodi di indagine numerica e sperimentale per la previsione delle prestazioni. Curve caratteristiche di funzionamento. Funzionamento off-design di turbina a gas monoalbero, con generatore di gas e di turbojet.

Metodi di Valutazione dell'Apprendimento

La valutazione del livello di apprendimento e comprensione consiste in due prove:

1- prova scritta contenente quattro quesiti relativi alle tematiche trattate nel corso delle lezioni

2- prova orale di chiarimento e/o approfondimento delle tematiche della prova scritta, qualora fosse necessario, con l'aggiunta di un ulteriore problematica di natura teorica e/o applicativa.

Criteri di Valutazione dell'Apprendimento

L'allievo deve dimostrare di avere ben compreso ed acquisito i principi fisici e le trattazioni teorico-valutative alla base delle del funzionamento delle Turbomacchine con l'aggiunta di una valida competenza riguardante le configurazioni costruttive e le condizioni operative nominali e in fase di regolazione. Le risposte comprendono anche la conoscenza quantitativa dell'argomento trattato.

Criteri di Misurazione dell'Apprendimento

Attribuzione del voto finale in trentesimi.

La valutazione finale risulta dalla media pesata tra prova scritta (75%) e prova orale (25%).

Non sarà possibile superare l'esame se la prova scritta ha avuto esito negativo.

Criteri di Attribuzione del Voto Finale

Affinché l'esito finale della valutazione sia positivo l'allievo deve dimostrare di non avere lacune sulle conoscenze fondamentali trattate nel corso.

La valutazione massima è raggiunta dimostrando una conoscenza approfondita dei contenuti del corso.

La lode è riservata agli allievi che, avendo svolto la prova scritta e orale in modo corretto e con buon grado di approfondimento, abbiano dimostrato anche una particolare brillantezza nella esposizione e/o abbiano dimostrato particolare padronanza della materia sapendo utilizzare le competenze acquisite anche per analizzare argomenti non espressamente trattati o trattando gli stessi in maniera alternativa a quella proposta.

Testi di riferimento

Cohen, H., Rogers, G.F.C., Gas Turbine Theory, Longman Scientific Technical.

Sandrolini, S., Naldi, G., Le turbomacchine motrici e operatrici, Pitagora Editrice-Bologna.

Sandrolini, S., Naldi, G., Macchine - Gli impianti motori termici e i loro componenti, Pitagora Editrice-Bologna.

Orario di ricevimento

martedì 10.30-12.30

### Expected Learning Outcomes

The course aims to provide the student with advanced knowledge on the thermo-fluiddynamic phenomena and the design criteria of turbomachinery such as turbines and compressors.

### Prerequisites

Mathematical analysis, Physics, Applied mechanics, Machines

### Topics

Fluidynamic equations for the flow of a non-reacting, compressible and incompressible, steady and unsteady, viscous and inviscid perfect fluid. Reference systems. Normal shocks. Quasi-one dimensional flow. Nozzles and diffusers. Viscous and adiabatic one dimensional flow (Fanno flow). Heat exchanging inviscid flow (Rayleigh flow). Axial compressors and turbines. The fluidynamic analysis of the stage. The reaction grade. Blade profiles and cascades. Fluidynamic losses and deviation angles. Experimental and numerical methods for the performance previsions. Efficiency. The performance curves. Off design performance for a single and twin-shaft gas turbine and a turbojet.

### Learning Evaluation Methods

The assessment of the level of learning and understanding consists of two parts:

- 1 - written test containing four questions related to the topics covered in the lectures
- 2 - oral clarification and/or deepening of the themes of the written test, if necessary, by adding an additional problem of theoretical and/or application nature.

### Learning Evaluation Criteria

The student has to demonstrate to have understood and acquired the physical principles and theoretical considerations on the basis of turbomachinery running with the addition of a valid competence regarding the construction configurations and nominal operating conditions and in the regulation phase. The responses also include the quantitative knowledge of the topic.

### Learning Measurement Criteria

Attribution of the final mark out of thirty.

The final evaluation results from the weighted average of the pre-trial written examination (25%) and oral (75%). To pass the exam both tests should be sufficient.

### Final Mark Allocation Criteria

In order that the final outcome of the evaluation is positive, the student will have to prove that he has no gaps on basic skills covered in the course.

The highest rating is achieved by demonstrating in-depth knowledge of the course content.

Praise is given to students who, having done the pre-exam and oral fairly and with good level of detail, have also shown a particular brilliance in exposure and/or have demonstrated particular mastery of the material knowing also the use of the acquired skills to analyze topics not explicitly covered or treating the topics in a way alternative to the proposed one.

### Textbooks

Cohen, H., Rogers, G.F.C., Gas Turbine Theory, Longman Scientific Technical.

Sandrolini, S., Naldi, G., Le turbomacchine motrici e operatrici, Pitagora Editrice-Bologna.

Sandrolini, S., Naldi, G., Macchine - Gli impianti motori termici e i loro componenti, Pitagora Editrice-Bologna.

### Tutorial session

Tuesday 10.30-12.30 a.m



**CALENDARIO LEZIONI A.A. 2015/2016**

[L/] - [LM]	<p>ciclo I</p> <p>21 sett 12dic</p> <p>14dic 19dic</p> <p>ciclo II</p> <p>29feb 28mag</p> <p>1giu 8giu</p> <p>ciclo E</p> <p>21 sett 12dic</p> <p>sospensione lezioni</p> <p>29feb 28mag</p>
[LM/UE] anno 1	<p>ciclo 1s</p> <p>12ott 23gen</p> <p>25gen 30gen</p> <p>ciclo 2s</p> <p>7mar 4giu</p> <p>6giu 11giu</p> <p>Ciclo E/1s-2s</p> <p>12ott 23gen</p> <p>sospensione lezioni</p> <p>7mar 4giu</p>
[LM/UE] anno 2 anno 3 anno 4 anno 5	<p>ciclo 1s</p> <p>21 sett 12dic</p> <p>14dic 19dic</p> <p>ciclo 2s</p> <p>29feb 28mag</p> <p>1giu 8giu</p> <p>Ciclo E/1s-2s</p> <p>21 sett 12dic</p> <p>sospensione lezioni</p> <p>29feb 28mag</p>

- [L/] e [LM]
- [L/] e [LM]
- [L/] e [LM]
- [LM/UE] (anno 1)
- [LM/UE] (anno 1)
- [LM/UE]
- [LM/UE]
- [LM/UE]

Laurea Triennale e Laurea Magistrale - Ciclo I: dal 21/09/15 al 12/12/15; Ciclo II: dal 29/02/16 al 28/05/16

Laurea Triennale e Laurea Magistrale - Ciclo E: dal 21/09/15 al 12/12/15 + Sospensione + dal 29/02/16 al 28/05/16

Settimana riservata **esclusivamente** ad eventuali lezioni di recupero

Laurea Magistrale Ing. Edile-Architettura - Ciclo 1s: dal 12/10/15 al 23/01/16; Ciclo 2s: dal 07/03/16 al 04/06/16

Laurea Magistrale Ing. Edile-Architettura - Ciclo E/1s-2s dal 12/10/15 al 23/01/16 + Sospensione + dal 07/03/16 al 04/06/16

Laurea Magistrale Ing. Edile-Architettura - Ciclo 1s: dal 21/09/15 al 12/12/15; Ciclo 2s: dal 22/02/16 al 28/05/16

Laurea Magistrale Ing. Edile-Architettura - Ciclo E/1s-2s dal 21/09/15 al 12/12/15 + Sospensione + dal 29/02/16 al 28/05/16

Settimana riservata **esclusivamente** ad eventuali lezioni di recupero

**SOSPENSIONE LEZIONI: NATALE DAL 24/12/15 AL 6/1/16 INCLUSI - PASQUA DAL 24/3 AL 29/3/16 INCLUSI**



## Tirocini di Formazione ed Orientamento

Si faccia riferimento a quanto pubblicato sulle Linee Guida Tirocini di questa Facoltà, con particolare riferimento alle sezioni:

- Regolamento Tirocini;
- Guida per gli Studenti ed i Laureati.

link: <https://tirocini.ing.univpm.it>

## Links utili

Per tutte le informazioni inerenti l' Offerta Formativa della Facoltà di Ingegneria dell'Università Politecnica delle Marche per l'Anno Accademico selezionato, si faccia riferimento al portale della Facoltà ai link di seguito:

Portale Facoltà Ingegneria <http://www.ingegneria.univpm.it>

Didattica: Esami di Profitto <http://www.ingegneria.univpm.it/content/esami-di-profitto>

Didattica: Orario delle Lezioni <http://www.ingegneria.univpm.it/content/orario-e-calendario-delle-lezioni>

Planimetrie <http://www.ingegneria.univpm.it/content/planimetrie-della-facolta-di-ingegneria>

## Organi della Facoltà

### **IL PRESIDE**

Preside della Facoltà di Ingegneria per il triennio accademico 2015-2018 è il Prof. Ing. Amodio Dario  
Il Preside presiede il Consiglio di Facoltà e lo rappresenta.  
Dura in carica un triennio e può essere rieletto.

### **CONSIGLIO DI FACOLTA'**

Compiti :

il Consiglio di Facoltà elabora il regolamento didattico degli studi contenente indicazioni relative all'iscrizione degli studenti, all'ordine degli studi e una sommaria notizia dei programmi dei corsi; predispone gli orari dei singoli corsi, fa eventuali proposte relative a riforme da apportare all'ordinamento didattico; dà parere intorno a qualsiasi argomento che il Rettore o il Preside ritenga di sottoporre al suo esame; esercita tutte le attribuzioni che gli sono demandate dalle norme generali concernenti l'ordinamento universitario.

Composizione :

è presieduto dal Preside ed è composto da tutti i Professori Ordinari ed Associati, dai Ricercatori Universitari confermati, dagli Assistenti del ruolo ad esaurimento e da una rappresentanza degli studenti.

I rappresentanti degli studenti sono

Archini Leonardo	Gulliver - Sinistra Universitaria
Baroncini Lorenzo	Gulliver - Sinistra Universitaria
Masci Giovanni	Gulliver - Sinistra Universitaria
Cicconi Cecilia	Gulliver - Sinistra Univesitaria
Frisco Davide	Università Europea - Azione Universitaria

### **CONSIGLI UNIFICATI DI CORSI DI STUDIO (CUCS)**

I Consigli Unificati dei Corsi di Studio della Facoltà di Ingegneria sono i seguenti:

- CUCS in Ingegneria Elettronica
- CUCS in Ingegneria Biomedica
- CUCS in Ingegneria Meccanica
- CUCS in Ingegneria Gestionale
- CUCS in Ingegneria Civile e Ambientale
- CUCS in Ingegneria Edile
- CUCS in Ingegneria Edile-Architettura (nel rispetto della direttiva 2005/36/CE)
- CUCS in Ingegneria Informatica e dell'Automazione

Ogni CUCS ha competenze nei Corsi di Studio come riportato nella seguente tabella.  
(in grigio i Corsi di Studio Disattivati)

<i>CCL-CUCS di riferimento</i>	<i>Corsi in attuazione del D.M. 270/04</i>	<i>Corsi in attuazione del D.M. 509/99</i>
<b>CUCS - Ingegneria Biomedica</b>	[L/] Ingegneria Biomedica [LM] Biomedical Engineering [LM] Ingegneria Biomedica	[L] Ingegneria Biomedica [LS] Ingegneria Biomedica
<b>CUCS - Ingegneria Civile e Ambientale</b>	[L/] Ingegneria Civile e Ambientale [LM] Ingegneria Civile - LM/CIV_10 [LM] Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - LM/AT_09 [LM] Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - LM/AT_10 [LM] Ingegneria Civile - LM/CIV_09	[L] Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio [L] Ingegneria Civile [LS] Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio [LS] Ingegneria Civile
<b>CUCS - Ingegneria Edile</b>	[L/] Ingegneria Edile [LM] Ingegneria Edile	[L] Ingegneria delle Costruzioni Edili e del Recupero [LS] Ingegneria Edile
<b>CUCS - Ingegneria Edile-Architettura</b>	[LM/UE] Ingegneria Edile-Architettura	[LS-UE] Ingegneria Edile - Architettura
<b>CUCS - Ingegneria Elettronica</b>	[L/] Ingegneria Elettronica - L/EL_10 [LM] Ingegneria Elettronica - LM/E_10 [L/] Ingegneria Elettronica - L/ELE_09 [LM] Ingegneria Elettronica - LM/ELE_09 [LM] Ingegneria delle Telecomunicazioni	[L] Ingegneria Elettronica [L] Ingegneria delle Telecomunicazioni [LS] Ingegneria Elettronica [LS] Ingegneria delle Telecomunicazioni
<b>CUCS - Ingegneria Gestionale</b>	[L/FS] Ingegneria Gestionale (Fermo) [LM/FS] Ingegneria Gestionale (Fermo)	[L_FS] Ingegneria Informatica e dell'Automazione (Fermo) [L_FS] Ingegneria Logistica e della Produzione (Fermo) [LS_FS] Ingegneria Gestionale (Fermo)
<b>CUCS - Ingegneria Informatica e dell'Automazione</b>	[L/] Ingegneria Informatica e dell'Automazione [LM] Ingegneria Informatica e dell'Automazione [LM] Ingegneria dell'Automazione Industriale [LM] Ingegneria Informatica	[L] Ingegneria Informatica e dell'Automazione [LS] Ingegneria della Automazione Industriale [LS] Ingegneria Informatica
<b>CUCS - Ingegneria Meccanica</b>	[L/] Ingegneria Meccanica - L/MECC_10 [LM] Ingegneria Meccanica - LM/MECC_10 [L/] Ingegneria Meccanica - L/MECC_09 [L/FS] Ingegneria e Gestione della Produzione (Pesaro) [LM] Ingegneria Meccanica - LM/MECC_09	[L_FS] Ingegneria e Gestione della Produzione (Pesaro) [L_FS] Ingegneria della Produzione Industriale (Fabriano) [L] Ingegneria Meccanica [LS] Ingegneria Meccanica Industriale [LS] Ingegneria Termomeccanica

## Compiti :

Il CUCS coordina le attività di insegnamento, di studio e di tirocinio per il conseguimento della laurea prevista dallo statuto; propone al Consiglio di Facoltà l'Ordinamento e il Regolamento Didattico degli studi per i Corsi di Studio di competenza, raccoglie i programmi dei corsi che i professori ufficiali propongono di svolgere, li coordina fra loro, suggerendo al docente opportune modifiche per realizzare un piano organico di corsi che pienamente risponda alle finalità scientifiche e professionali della Facoltà;

esamina e approva i piani di studio che gli studenti svolgono per il conseguimento della laurea;

delibera sul riconoscimento dei crediti formativi universitari di studenti che ne facciano richiesta per attività formative svolte in ambito nazionale;

esprime il proprio parere su ogni argomento concernente l'attività didattica;

## Composizione:



I Consigli Unificati di Corso di Studio sono costituiti da professori di ruolo, dai ricercatori, dai professori a contratto (per corsi ufficiali), dagli assistenti del ruolo ad esaurimento afferenti al corso di Studio di competenza del CUCS e da una rappresentanza degli studenti iscritti a tali Corsi di Studio. I docenti afferiscono al CUCS o ai CUCS cui il proprio insegnamento afferisce ai sensi del regolamento didattico. Di seguito sono indicati i Presidenti dei CUCS della Facoltà di Ingegneria e le rappresentanze studentesche.

### **CUCS - Ingegneria Elettronica**

*Presidente*

**Prof. Farina Marco**

*Rappresentanti studenti*

Baroncini Lorenzo, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Della Porta Giulio, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Di Virgilio Leonardo, Università Europea - Azione Universitaria  
Malik Muhammad Shoaib, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Masci Giovanni, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Sabbatini Loris, Gulliver - Sinistra Universitaria

### **CUCS - Ingegneria Biomedica**

*Presidente*

**Prof. Fioretti Sandro**

*Rappresentanti studenti*

Broshka Anita, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Cicconi Cecilia, Gulliver - Sinistra Univesitaria  
Lombardi Monica, Gulliver - Sinistra Univesitaria  
Palmieri Flavio, Gulliver - Sinistra Universitaria

### **CUCS - Ingegneria Meccanica**

*Presidente*

**Prof. Callegari Massimo**

*Rappresentanti studenti*

Bellardinelli Simone, Università Europea - Azione Universitaria  
D'Intino Alessandro, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Ferrero Aloisa, Lista Gulliver - Sinistra Universitaria  
Pergolesi Matteo, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Pieroni Mattia, Student Office  
Schiaivone Anna Maria, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Tentella Gioele, Student Office  
Urbinati Matteo, Gulliver - Sinistra Universitaria

### **CUCS - Ingegneria Gestionale**

*Presidente*

**Prof. Bevilacqua Maurizio**

*Rappresentanti studenti*

Vesprini Andrea, Gulliver - Sinistra Universitaria

## **CUCS - Ingegneria Civile e Ambientale**

*Presidente*

**Prof. Canestrari Francesco**

*Rappresentanti studenti*

Archini Leonardo, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Casaccia Daniele, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Dacchille Stefano, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Donato Urbano, Università Europea - Azione Universitaria  
Frisco Davide, Università Europea - Azione Universitaria  
Gherissi Mohamed Iheb, Gulliver - Sinistra Universitaria

## **CUCS - Ingegneria Edile**

*Presidente*

**Prof. Carbonari Alessandro**

*Rappresentanti studenti*

Burini Giovanni, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Canestrari Sara, Università Europea - Azione Universitaria  
Caprini Teresa, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Cartechini Elisa, Università Europea - Azione Universitaria  
D'Ottavia Daiana, Gulliver - Sinistra Universitaria

## **CUCS - Ingegneria Edile-Architettura**

*Presidente*

**Prof. Mondaini Gianluigi**

*Rappresentanti studenti*

Coltrinari Laura, Gulliver - Sinistra Universitaria  
D'Agostino Davide, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Di Stefano Francesco, Università Europea - Azione Universitaria  
Magi Monica, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Massacci Valentina, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Ottaviani Leonardo, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Rosettani Cecilia, Student Office  
Ruggeri Leonardo, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Vitelli Clara, Student Office

## **CUCS - Ingegneria Informatica e dell'Automazione**

*Presidente*

**Prof. Diamantini Claudia**

*Rappresentanti studenti*

Ben Rhaiem Hazar, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Boromei Danilo, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Khalid Laafouni, Gulliver - Sinistra Universitaria  
Marzioli Matteo, Università Europea - Azione Universitaria  
Quarta Andrea, Student Office



## Notizie utili

### **Presidenza – Facoltà di Ingegneria – Ancona**

Sede dell'attività didattica – sede di Ancona  
Via Breccie Bianche  
Monte Dago  
Ancona  
Tel. 0039-071-2204778 e 0039-071-2804199  
Fax 0039-071-2204690  
E-mail: presidenza.ingegneria@univpm.it

### **Sede dell'attività didattica di Fermo**

Via Brunforte, 47  
Fermo  
Portineria: Tel. 0039-0734-254011  
Tel. 0039-0734-254002  
Fax 0039-0734-254010  
E-mail: segreteria.fermo@univpm.it

### **Segreteria Studenti Ingegneria**

Edificio 4  
Via Breccie Bianche  
Monte Dago  
Ancona  
Tel. 0039-071-220.4970 / Fax. 220.4949 (informazioni Facoltà Ingegneria)  
E-mail (indicare sempre comunque il numero telefonico del mittente): segreteria.ingegneria@univpm.it

<b>ORARIO PER IL PUBBLICO</b>	
<b>dal 1 settembre al 31 dicembre</b>	
lunedì, martedì, giovedì, venerdì	10.00 - 13.00
mercoledì	15.00 - 16.30
<b>dal 2 gennaio al 31 agosto</b>	
lunedì, martedì, giovedì, venerdì	11.00 - 13.00
mercoledì	15.00 - 16.30