

## Syllabus

### Descrizione del Corso

<b>Titolo del corso</b>	Misurazioni Meccaniche e Modellazione Numerica
<b>Course code</b>	42191
<b>Settore Scientifico Disciplinare del Corso</b>	ING-IND/14
<b>Corso di Studio</b>	Corso di Laurea in Ingegneria Industriale Meccanica
<b>Semestre</b>	I
<b>Anno del corso</b>	-
<b>Anno accademico</b>	2023/24
<b>Crediti formativi</b>	3
<b>Modulare</b>	No

<b>Numero totale di ore di lezione</b>	10
<b>Numero totale di ore di esercitazioni</b>	20
<b>Frequenza</b>	Obbligatoria
<b>Corsi propedeutici</b>	No
<b>Sito web del corso</b>	<a href="https://www.unibz.it/it/faculties/engineering/bachelor-industrial-mechanical-engineering/course-offering/">https://www.unibz.it/it/faculties/engineering/bachelor-industrial-mechanical-engineering/course-offering/</a>

<b>Obbiettivi formativi specifici del corso</b>	<p>Il corso affronta i concetti fondamentali di misure meccaniche, toccano aspetti quali: misure di deformazione, misure di vibrazione, misure geometriche e dimensionali, misure termiche. Il corso affronterà anche i concetti base di analisi numerica mediante Metodo agli Elementi Finiti applicata alla meccanica. Il corso fornisce conoscenze e strumenti fondamentali ed approfondimenti relativi alla costruzione di macchine, alla progettazione, alla meccanica applicata alle macchine, al disegno e metodi dell'ingegneria industriale.</p> <p>Il corso è composto da 10 ore di lezione frontale e 20 ore di esercitazione di laboratorio.</p> <p>Nella prima parte il corso affronta i concetti base su sistemi di misura, approfondendo in particolare le misure di deformazione di un componente meccanico. Verrà fornita una descrizione del principio di funzionamento degli estensimetri, così come dell'uso del ponte Wheatstone.</p> <p>Le misure estensimetriche verranno confrontate con i risultati teorici ottenuti mediante l'applicazione del metodo degli Elementi Finiti (FEM).</p> <p>Verranno poi introdotti i concetti fondamentali relativi alla</p>
---	--

	<p>misura delle vibrazioni, delle accelerazioni e delle velocità, nonché i relativi sensori ed i metodi di misura delle vibrazioni con esempi applicativi.</p> <p>Inoltre, verranno affrontate le misure geometriche e dimensionali. Verranno introdotti i metodi più comuni per la Reverse Engineering quali scanner 3D e CMM.</p> <p>Infine, verranno trattate le misure termiche, presentando i sensori tipicamente utilizzati in industria: termocoppie e termometri a resistenza, con approfondimento sulla loro calibrazione. Verranno inoltre trattate le misurazioni di temperature tramite metodi ottici.</p> <p>Gli argomenti di teoria verranno supportati da attività pratiche, preferibilmente svolte nei laboratori della Facoltà di Ingegneria.</p> <p>Le esercitazioni applicative con la risoluzione di problemi pratici hanno l'obiettivo di fornire agli studenti una comprensione più approfondita degli argomenti.</p>
--	---

<b>Docenti</b>	Prof. Franco Concli Prof. Yuri Borgianni Prof. Renato Vidoni Prof. Francesco Patuzzi Dr. Veit Gufler
<b>Settore scientifico disciplinare del docente</b>	ING-IND/14
<b>Lingua ufficiale del corso</b>	Italiano
<b>Orario di ricevimento</b>	Su appuntamento
<b>Collaboratore didattico (se previsto)</b>	-
<b>Orario di ricevimento</b>	-
<b>Lista degli argomenti trattati</b>	<p>La prima parte del corso (misure di deformazione e sollecitazione) tratterà i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione alle misure di deformazione;</li> <li>• Misure estensimetriche su barretta sollecitata a trazione e flessione;</li> <li>• Setup del ponte Wheatstone, applicazione di estensimetri sul provino e test.</li> <li>• Attività pratiche di laboratorio;</li> </ul> <p>La seconda parte del corso (Analisi agli Elementi Finiti) tratterà i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione alla teoria degli Elementi Finiti;</li> <li>• Modellazione elastica lineare tramite FEM.</li> </ul> <p>La terza parte del corso (misure di posizione, velocità ed accelerazione) tratterà i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione alle vibrazioni meccaniche</li> <li>• Sensori e sistemi di misura per vibrazioni, accelerazione e velocità;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Martello dinamometrico, shaker, vibrometro;</li> <li>• Attività pratiche di laboratorio;</li> </ul> <p>La quarta parte del corso (misure geometriche e dimensionali) tratterà i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione alla teoria delle tolleranze;</li> <li>• Tolleranze dimensionali e geometriche, rugosità;</li> <li>• Strumenti di Reverse Engineering per le misure di accuratezza;</li> <li>• Output con scanner 3D</li> <li>• Output con CMM</li> </ul> <p>La quinta parte del corso (misure termiche), tratterà i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensori di temperatura: scala internazionale di temperatura, termocoppie, termometri a resistenza</li> <li>• Calibrazione dei sensori di temperatura</li> <li>• Elementi di sistemi ottici per la misura della temperatura</li> </ul>																								
<p><b>Attività didattiche previste</b></p>	<p>Il corso viene offerto nella forma di lezioni frontali nelle quali gli argomenti vengono presentati dai docenti, combinate a esercitazioni pratiche che forniranno spunti per l'applicazione degli argomenti visti a lezione. Gli argomenti del corso saranno presentati mediante lezioni frontali e con l'ausilio di materiale di supporto (slide). Il materiale didattico sarà reso disponibile per gli studenti.</p>																								
<p><b>Risultati di apprendimento attesi</b></p>	<p>Tramite lo studio e l'applicazione degli argomenti presentati durante le lezioni, gli studenti dovrebbero acquisire:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Le conoscenze e le competenze fondamentali riguardo i principi di misurazioni meccaniche, nel particolare di deformazioni, vibrazioni, tolleranze e temperature.</li> <li>2) La capacità di applicare le conoscenze e le competenze fondamentali riguardo i principi di misurazioni meccaniche, nel particolare di deformazioni, vibrazioni, tolleranze e temperature.</li> <li>3) Le conoscenze e le competenze fondamentali riguardo l'Analisi agli Elementi Finiti.</li> <li>4) L'abilità di compiere decisioni autonome nel valutare l'accuratezza e la precisione di misurazioni di deformazioni, vibrazioni, tolleranze e temperature.</li> </ol>																								
<p><b>Metodo d'esame</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4"><b>Formative assessment</b></th> </tr> <tr> <th><b>Forma</b></th> <th><b>Durata</b></th> <th colspan="2"><b>ILOs verificato</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Esercitazioni</td> <td>4h per ogni modulo (20h totale)</td> <td colspan="2">2, 3, 4</td> </tr> <tr> <th colspan="4"><b>Summative assessment</b></th> </tr> <tr> <th><b>Forma</b></th> <th><b>%</b></th> <th><b>Valutazione</b></th> <th><b>ILOs verificato</b></th> </tr> <tr> <td>Report</td> <td>50 %</td> <td>n.a.</td> <td>1, 5, 6, 2, 3, 4</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Formative assessment</b>				<b>Forma</b>	<b>Durata</b>	<b>ILOs verificato</b>		Esercitazioni	4h per ogni modulo (20h totale)	2, 3, 4		<b>Summative assessment</b>				<b>Forma</b>	<b>%</b>	<b>Valutazione</b>	<b>ILOs verificato</b>	Report	50 %	n.a.	1, 5, 6, 2, 3, 4
<b>Formative assessment</b>																									
<b>Forma</b>	<b>Durata</b>	<b>ILOs verificato</b>																							
Esercitazioni	4h per ogni modulo (20h totale)	2, 3, 4																							
<b>Summative assessment</b>																									
<b>Forma</b>	<b>%</b>	<b>Valutazione</b>	<b>ILOs verificato</b>																						
Report	50 %	n.a.	1, 5, 6, 2, 3, 4																						

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conoscenza teorica (40%)</li> <li>- Capacità di fornire esempi/applicazioni dei concetti teorici. (30%)</li> <li>- Capacità di stabilire relazioni tra gli argomenti (20%)</li> <li>- Padronanza della lingua (10%)</li> </ul>	
<b>Lingua dell'esame</b>	Italiano			
<b>Criteri di misurazione e criteri di attribuzione del voto</b>	<p>È rilevante ai fini della valutazione dell'esame: padroneggiare la lingua specifica (anche rispetto alla lingua di insegnamento); dimostrare buona comprensione degli argomenti e capacità di apprendimento; valutare e stabilire relazioni tra argomenti; sviluppare competenze specifiche nel pensiero critico.</p> <p>Per quanto riguarda le applicazioni pratiche, è rilevante essere in grado di esprimere giudizi critici e di applicare i concetti teorici.</p>			
<b>Bibliografia fondamentale</b>	<p>Il materiale didattico verrà fornito dai professori durante il corso.</p> <p>Non c'è un singolo libro di testo che comprende tutti gli argomenti del corso. Il materiale del corso è raccolto da varie fonti che saranno enunciate durante il corso.</p>			
<b>Bibliografia consigliata</b>	-			

## Syllabus

### Course description

<b>Course title</b>	Mechanical Measurements and Numerical Modelling
<b>Course code</b>	42191
<b>Scientific sector</b>	ING-IND/14
<b>Degree</b>	<b>Industrial and Mechanical Engineering</b>
<b>Semester</b>	I
<b>Year</b>	-
<b>Academic year</b>	2023/24
<b>Credits</b>	3
<b>Modular</b>	No

<b>Total lecturing hours</b>	10
<b>Total exercise hours</b>	20
<b>Attendance</b>	Mandatory
<b>Prerequisites</b>	No
<b>Course page</b>	<a href="https://www.unibz.it/en/faculties/engineering/bachelor-industrial-mechanical-engineering/course-offering/">https://www.unibz.it/en/faculties/engineering/bachelor-industrial-mechanical-engineering/course-offering/</a>

<b>Specific educational objectives</b>	<p>The course deals with the fundamental concepts of mechanical measurements, integrating the topics of deformation measures, vibration measures, dimensional and geometric measures, thermal measures. The course will also deal with the basic notions of Finite Element Analysis applied to mechanics. The course supplies some fundamental tools and knowledge for the understanding of mechanical design, applied mechanics and industrial drawing and methods.</p> <p>The course consists of a single module of 10 hours of frontal lectures and 20 hours of laboratory exercises.</p> <p>The lectures in the first part of the course introduce the fundamentals of measuring systems, with a peculiar focus on the measurement of the strain of a mechanical component. A description of the working principle of strain gauges will be provided, as well as the use of Wheatstone bridge. for the compensation of external effects.</p> <p>Strain gauge measures will be compared with theoretical results obtained through the application of the Finite Element Methods (FEM).</p> <p>The fundamental notions about mechanical vibrations,</p>
--	---

	<p>acceleration, and speed measurements will be then introduced, together with the sensors and measuring systems for vibrations, with applicative examples.</p> <p>Moreover, the course will deal with geometric and dimensional measures. The most common Reverse Engineering methods, such as 3D Scanner and CMM, will be introduced.</p> <p>Eventually, thermal measurements will be treated, describing the sensors that are typically employed in industry: thermocouples and resistance temperature detectors. Temperatures measures through optical measures will also be presented.</p> <p>Theoretical topics will be supplemented by practical activities, preferably carried out in the laboratories of the Faculty.</p> <p>Exercises proposed during the course will consist in solving practical problems with the aim of giving the students a deeper comprehension and understanding of the topics.</p>
--	---

<b>Lecturers</b>	Prof. Franco Concli Prof. Yuri Borgianni Prof. Renato Vidoni Dr. Veit Gufler Prof. Francesco Patuzzi
<b>Scientific sector of the lecturer</b>	ING-IND/14
<b>Teaching language</b>	Italian
<b>Office hours</b>	By appointment
<b>Teaching assistant (if any )</b>	-
<b>Office hours</b>	-
<b>List of topics covered</b>	<p>The first part of the course (deformation measures) will cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to mechanical measures;</li> <li>• Strain gauges: sensors working principle;</li> <li>• Wheatstone bridge: setup, strain gauges applications and test.</li> </ul> <p>The second part of the course (Finite Element Analysis) will cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the theory of finite elements;</li> <li>• Modelling linear deformations with Finite Elements Methods tools.</li> </ul> <p>The third part of the course (vibration measures) will cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to mechanical vibrations;</li> <li>• Sensors and measuring systems for vibrations, acceleration and speed;</li> <li>• Impact hammers, shakers, vibrometers;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Practical lab activities.</li> </ul> <p>The fourth part of the course (dimensional and geometric measures) will cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the theory of tolerances;</li> <li>• Dimensional and geometric tolerances, rugosity;</li> <li>• Reverse Engineering systems for the measurement of accuracy;</li> <li>• 3D scanner and CMM measuring output.</li> </ul> <p>The fifth part of the course (thermal measures) will deal with:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperature sensors: international scale of temperature, thermocouples, resistance sensors</li> <li>• Calibration of temperature sensors</li> <li>• Elements of optical methods for temperature measuring</li> </ul>
<b>Teaching format</b>	<p>The course consists of lectures in which the topics are presented by the lecturers. There are also classes (exercises) that will give practical examples of the application of the theoretical topics. Course topics will be presented at the blackboard and using electronic slides. Teaching material and additional materials will be provided by the lecturers during the semester.</p>

<b>Learning outcomes</b>	<p>Through the study and the application of the topics presented during the lessons, students should acquire:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) the knowledge and understanding of the fundamental principles of mechanical measurements, in particular of deformation, vibrations, tolerance and temperature measurements.</li> <li>2) the ability of applying knowledge and understanding of the theoretical principles of deformation, vibrations, tolerance and temperature measurements</li> <li>3) the knowledge and understanding of the fundamentals of Finite Element Analysis</li> <li>4) the ability to make autonomous judgements in the assessment of accuracy and precision of deformation, vibrations, tolerance and temperature measurements.</li> </ol>
--------------------------	--

<b>Assessment</b>	<b>Formative assessment</b>		
	<b>Form</b>	<b>Duration</b>	<b>Verified ILOs</b>
	Exercises	4h for each module (20h in total)	2, 3, 4
	<b>Summative assessment</b>		
	<b>Form</b>	<b>%</b>	<b>Evaluation</b>
Report	50 %	n.a. - Theoretical knowledge teorica (40%) - Ability to make examples/applications of theoretical concepts (30%)	1, 5, 6, 2, 3, 4

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ability to correlate different topics (20%)</li> <li>- Use of language (10%)</li> </ul>	
<b>Assessment language</b>	Italian			
<b>Evaluation criteria and criteria for awarding marks</b>	<p>It is relevant for the assessment of the exam to: master the specific language (also with respect to teaching language); prove the understanding of the topics and learning skills; evaluate and establish relationships between topics; grow specific skills in critical thinking.</p> <p>Regarding the practical applications, it is relevant to be able to make critical judgments and apply the theoretical concepts.</p>			
<b>Required readings</b>	<p>Didactic materials will be provided by the professor during the course.</p> <p>There is no single textbook that covers the entire course. The course material is collected from various sources that will be announced during the course.</p>			
<b>Supplementary readings</b>	-			