

<b>FACOLTÀ</b>	INGEGNERIA
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2012-2013
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Ingegneria Energetica e Nucleare
<b>INSEGNAMENTO</b>	LABORATORIO DI MISURE TERMO-FLUIDODINAMICHE
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante Gruppo di Attiv. Form.Opzionali II
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Ingegneria energetica e nucleare
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	04297
<b>CODICE C.D.L.</b>	2033
<b>CODICE INDIRIZZO</b>	069
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	No
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	ING-IND/11
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	CARLO GIACONIA Professore Ordinario Università degli Studi di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	90
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	60
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	1°
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Vedi orario lezioni sul sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali

	Esercitazioni in aula ed in laboratorio
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Secondo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Vedi orario lezioni sul sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Ora successiva alla lezione.  Vedi orario lezioni sul sito <a href="http://www.ingegneria.unipa.it">www.ingegneria.unipa.it</a>

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Al termine del corso lo studente avrà acquisito la conoscenza degli elementi essenziali per la comprensione l'effettuazione di una misura, la valutazione statistica dei dati, la presentazione numerica della misura, la trasmissione dei dati.

Lo studente sarà in grado di valutare le caratteristiche tecniche dei diversi strumenti e dei diversi trasduttori presenti sul mercato. Sarà altresì in grado di leggere e interpretare i *data sheet* degli strumenti e dei sensori.

Lo studente riceverà una informazione di base sui protocolli di trasmissione dati più diffusi e sulle principali interfacce tra gli strumenti di misura e le unità di visualizzazione, elaborazione e memorizzazione dei dati misurati.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente sarà in grado di progettare e realizzare una catena di misura completa (dal sensore alla registrazione) per ciascuna delle grandezze fisiche inerenti il campo della termo-fluidodinamica.

Con le conoscenze acquisite durante il corso l'allievo sarà in grado di:

- Scegliere il miglior sensore/trasduttore per la misura della grandezza fisica in esame.

- Scegliere lo strumento più adatto per la trasformazione del segnale analogico in dato digitale.
- Scegliere l'interfaccia ed il protocollo più adatti per la trasmissione del dato all'unità di elaborazione e registrazione.
- Valutare il costo complessivo della catena di misura in relazione alla precisione richiesta anche alla luce delle prescrizioni o raccomandazioni vigenti in materia.

### **Autonomia di giudizio**

Lo studente sarà in grado di individuare e discernere la configurazione più adatta per l'inserimento del sensore/trasduttore sull'oggetto della misura o all'interno di un processo.

In particolare sarà capace di distinguere le configurazioni meno invasive e quelle che più facilmente si prestano alla ispezione, riparazione e sostituzione del sensore.

### **Abilità comunicative**

Lo studente acquisirà la capacità di comunicare ed esprimersi sulle problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sarà in grado di sostenere conversazioni su tematiche inerenti le misure, di evidenziare problemi relativi ai costi, agli investimenti ed alla organizzazione del sistema di misura

### **Capacità d'apprendimento**

Lo studente avrà compreso i principi fisici del funzionamento dei principali sensori/trasduttori ed avrà acquisito le conoscenze elettroniche di base per la valutazione degli strumenti più moderni.

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

Nel corso di Misure Termofluidodinamiche vengono affrontati i problemi connessi al passaggio da una grandezza fisica (temperatura, pressione, umidità, flusso di massa, etc) di natura analogica ad un'altra grandezza fisica, generalmente di natura elettrica. L'obiettivo principale del Corso è quello di mettere in grado lo studente di orientarsi con una certa facilità nel vastissimo campo dei sensori, degli strumenti di misura e dei protocolli di trasmissione dati.

**ARGOMENTI TRATTATI : PARTE PRIMA :** Breve storia delle misure, Sistemi ed Unità di Misura, il Sistema SI. La Metrologia, Errori ed incertezze nella misurazione. Elementi di statistica, interpretazione di una misura, errori statistici e sistematici. Uso dei numeri, cifre significative e arrotondamento, presentazione dei risultati. Elementi di un sistema di misura, principali cause di errore. Dal segnale analogico al segnale elettrico, dal segnale elettrico al dato digitale. Brevi richiami di elettronica sul funzionamento dei convertitore A/D e D/A. Cenni sui protocolli di trasmissione seriale e parallela: standard UART, IEEE488, RS232, RS485, SPI, I<sup>2</sup>C, OneWire.

PARTE SECONDA: Misure di Temperatura: Termocoppie, Termoresistenze, Termistori, Sensori elettronici, altri tipi di sensori di temperatura per impieghi speciali. Misure di Umidità : psicrometri con sensori di temperatura e sensori elettronici, altri tipi di sensori di umidità per impieghi speciali. Richiami di irraggiamento, il Globotermometro, sensori ottici, pirometri, termocamere. Misure di pressione : pressione assoluta e relativa, sensori a deformazione e sensori elettronici. Misure di flusso di massa nei gas : sensori termici, pneumatici, anemometri a filo caldo e ultrasonici. Misure di flusso di massa nei liquidi : Venturimetri, sensori a bocca tarata, sensori termici e ultrasonici. Misure di flusso termico , termoflussimetri a termocoppia

--	--

ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
--------------	------------------

2	Breve storia delle misure, Sistemi ed Unità di Misura, il Sistema SI.
---	---

2	La Metrologia, Errori ed incertezze nella misurazione
---	---

2	Elementi di statistica, interpretazione di una misura, errori statistici e sistematici. Uso dei numeri, cifre significative e arrotondamento, presentazione dei risultati.
---	--

4	Elementi di un sistema di misura, principali cause di errore. Dal segnale analogico al segnale elettrico, dal segnale elettrico al dato digitale. richiami di elettronica sul funzionamento dei convertitore A/D e D/A.
---	---

4	Brevi richiami di elettronica sul funzionamento dei convertitore A/D e D/A. Cenni sui protocolli di trasmissione seriale e parallela: standard UART, IEEE488, RS232, RS485, SPI, I <sup>2</sup> C, OneWire.
---	---

6	Misure di Temperatura: Effetti termoelettrici Termocoppie, Termoresistenze, Termistori, Sensori elettronici, altri tipi di sensori di temperatura per impieghi speciali.
---	--

6	Misure di Umidità : psicrometri con sensori di temperatura e sensori elettronici, altri tipi di sensori di umidità per impieghi speciali.
---	---

4	Richiami di irraggiamento, il Globotermometro, sensori ottici, pirometri, termocamere.
---	--

3	Misure di pressione : pressione assoluta e relativa, sensori a deformazione e sensori elettronici.
---	--

3	Misure di flusso di massa nei gas : sensori termici, pneumatici, anemometri a filo caldo e ultrasuoni.
2	Misure di flusso di massa nei liquidi : Venturimetri, sensori a bocca tarata, sensori termici e ultrasuoni.
2	Misure di flusso termico , termoflussimetri a termocoppia
<b>ESERCITAZIONI</b>	
6	Prove di laboratorio : Temperatura
4	Prove di laboratorio : Umidità
4	Prove di laboratorio : Pressione
6	Prove di laboratorio : Flusso
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	
Dispense del corso redatte dal docente.	
<b>TESTI PER APPROFONDIMENTO</b>	
<p>John P. Bentley : Principles of Measurement Systems - IV Edition 2005 Prentice Hall</p> <p>Ernest O. Doebelin : Strumenti e metodi di misura - Ed Italiana 2006 McGraw-Hill</p> <p>Alan S. Morris : Measurement &amp; Instrumentation Principles III Ed. 2001 Butterworth Heinemann</p> <p>AA.VV : Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook 1999 - Chapman &amp; Hall.</p> <p>AA.VV. Fundamentals of Instrumentation and Measurement 2007 - Ed. D. Placko ISTE</p> <p>Kevin James : PC Interfacing and Data Acquisition : Techniques for Measurement, Instrumentation and Control - 2000 Butterworth-Heinemann</p>	