



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Ingegneria		
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2016/2017		
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2018/2019		
<b>CORSO DILAUREA</b>	INGEGNERIA CIBERNETICA		
<b>INSEGNAMENTO</b>	ROBOTICA		
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	06292		
<b>MODULI</b>	Si		
<b>NUMERO DI MODULI</b>	2		
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	ING-INF/04		
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	D'IPPOLITO FILIPPO	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	FAGIOLINI ADRIANO	Professore Associato	Univ. di PALERMO
	D'IPPOLITO FILIPPO	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
<b>CFU</b>	12		
<b>PROPEDEUTICITA'</b>			
<b>MUTUAZIONI</b>			
<b>ANNO DI CORSO</b>	3		
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	1° semestre		
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa		
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi		
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>D'IPPOLITO FILIPPO</b> Lunedì 15:30 17:30 Piattaforma MS-TEAMS codice n0hly57 Mercoledì 9:00 10:00 Edificio 10 <b>FAGIOLINI ADRIANO</b> Martedì 16:00 20:00 - Edificio 10, Viale delle Scienze, Ufficio Docente- Canale Teams		

**DOCENTE:** Prof. FILIPPO D'IPPOLITO

<b>PREREQUISITI</b>	Conoscenza della Fisica di base, in particolare Meccanica ed Elettromagnetismo, fondamenti del calcolo vettoriale (somma, prodotto scalare e vettoriale) e matriciale (proprietà e operazioni fondamentali delle matrici, determinante, traccia, autovalori), elementi di automatica (stati, ingressi, uscite, funzioni di trasferimento), elementi di controlli automatici (semplici reti di compensazione proporzionale, integrale, derivativa).
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Gli studenti conosceranno le metodologie per la derivazione di modelli cinematici e dinamici di robot sia industriali che mobili, per la pianificazione delle traiettorie e per il progetto dei sistemi di controllo. Inoltre, conosceranno il funzionamento delle istruzioni basilari di un linguaggio di programmazione di robot.</p> <p>Al termine di questo modulo lo studente sarà in grado di applicare le metodologie di modellistica apprese nel corso a robot specifici, e di implementare programmi di simulazione.</p> <p>Gli studenti saranno in grado di valutare e scegliere la tipologia di robot e la modalità di controllo più appropriata per l'esecuzione di una determinata attività o lavorazione industriale.</p> <p>Gli studenti saranno in grado di discutere e spiegare sia a tecnici che a non tecnici la fattibilità dell'utilizzo di robot in applicazioni specifiche, e di illustrarne vantaggi e svantaggi.</p> <p>Avranno infine acquisito la capacità di leggere e capire testi avanzati di robotica.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	Una prova scritta consistente nella analisi di una struttura cinematica da tutti i punti di vista considerati durante il corso. La prova è della durata di 3 ore, tendente ad accertare il possesso delle abilità, capacità e competenze previste. Gli stimoli, ben definiti, chiari e unicamente interpretabili, permettono di formulare autonomamente la risposta e sono strutturati in modo da consentirne la confrontabilità.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, esercitazioni in aula, esperienze di laboratorio

**MODULO  
ROBOTICA MOBILE E SISTEMI DISTRIBUITI**

*Prof. ADRIANO FAGIOLINI*

**TESTI CONSIGLIATI**

1. Dispense in inglese fornite dal docente sul controllo di sistemi non lineari, sui veicoli e velivoli autonomi (Lecture notes on Nonlinear Control Systems, Autonomous Vehicles and Aircrafts)
2. Hassan K. Khalil, Nonlinear Systems, 3rd Edition, Prentice Hall.
3. Siegwart, Nourbakhsh, Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT Press, 2010.

<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50285-Ingegneria dell'automazione
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE</b>	54

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Gli obiettivi formativi del corso sono quelli di fornire allo studente gli strumenti teorici per lo studio delle proprietà dei sistemi dinamici non lineari e per la formulazione di schemi di controllo non lineare, in condizioni di conoscenza del modello nominale di alcuni sistemi robotici mobili. Inoltre, il corso ha l'obiettivo di far conoscere allo studente gli strumenti software, principalmente Matlab/Simulink, per la simulazione dei sistemi dinamici e per la realizzazione di essi attraverso schede elettroniche per la prototipazione rapida.

**PROGRAMMA**

<b>ORE</b>	<b>Lezioni</b>
5	Introduzione alla robotica mobile. Applicazioni industriali e nell'ambito dei servizi. Sistemi di locomozione. Odometria basata su sensori di bordo e sensori esterni. Sistemi di navigazione per ambienti strutturati e non, conosciuti e sconosciuti. Cooperazione multi-robot.
10	Analisi dei sistemi dinamici non lineari. Forme di stato. Equilibri. Stabilità asintotica. Metodi indiretto di Lyapunov. Cenni alle tecniche di controllo dei sistemi dinamici non lineari.
11	Robot mobili su ruote. Anolonomia e forme canoniche. Veicoli tipo unicycle (modello cinematico e dinamico, controllo del moto punto-punto, inseguimento di percorsi e di traiettorie).
<b>ORE</b>	<b>Esercitazioni</b>
6	Analisi della stabilità degli equilibri per sistemi del secondo e terzo ordine, mediante metodo indiretto di Lyapunov.
10	Simulazione in ambiente Matlab/Simulink di alcuni esempi di sistemi fisici, controllati con schemi di controllo lineare e non lineare. Simulazione di sistemi di controllo per robot mobili su ruote.
12	Emulation of control systems via hardware-in-the-loop techniques with rapid prototyping systems (Arduino, ST- microelectronics, etc.)

**MODULO  
ROBOTICA INDUSTRIALE**

*Prof. FILIPPO D'IPPOLITO*

**TESTI CONSIGLIATI**

- Dispense fornite dal Docente
- L. Sciavicco, B. Siciliano, L. Villani, G. Oriolo, Robotica, McGraw-Hill, 3 a edizione, 2008

<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	B
<b>AMBITO</b>	50285-Ingegneria dell'automazione
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	96
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE</b>	54

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Il modulo ha lo scopo di fornire allo studente conoscenze tecnologiche di base nel campo della robotica industriale. Illustrare le principali problematiche legate all'impiego dei robot in ambito industriale. Permettere allo studente di acquisire competenze nell'utilizzo e nella programmazione di robot.

**PROGRAMMA**

ORE	Lezioni
2	cinematica dei robot
1	matrice di rotazione
1	composizione di matrici di rotazione
1	angoli di Eulero
1	rappresentazione asse/angolo
1	trasformazione omogenea
1	cinematica diretta
1	cinematica di strutture tipiche di manipolazione
1	spazio dei giunti e spazio operativo
1	calibrazione cinematica
1	problema cinematico inverso
1	cinematica differenziale
3	jacobiano geometrico
1	jacobiano di strutture tipiche di manipolazione
1	singularita' cinematiche
1	analisi dalla ridondanza
1	inversione della cinematica differenziale
1	jacobiano analitico
1	algoritmi per l'inversione cinematica
1	statica (determinazione delle coppie ai giunti dovute al contatto)
1	ellissoidi di manipolabilita
1	dinamica
1	formulazione di Lagrange
1	proprietà del modello dinamico
1	identificazione dei parametri dinamici
1	dinamica diretta e inversa
1	modello dinamico nello spazio operativo
1	ellissoidi di manipolabilita' dinamica
1	controllo indipendente del moto dei giunti
1	compensazione gravita
1	controllo a coppia precalcolata
1	controllo adattativo
ORE	Esercitazioni
3	cinematica diretta
3	cinematica inversa
3	cinematica differenziale
3	cinematica inversa e gestione della ridondanza

3	cinematica inversa e gestione della ridondanza
3	modello dinamico
<b>ORE</b>	<b>Laboratori</b>
4	applicazione sperimentale al robot SCARA AMADEUS2