

## SYLLABUS DEL CORSO

### Robotica e Automazione

2324-3-E3101Q114

---

#### Obiettivi

Questo insegnamento ha lo scopo di fornire una introduzione alla robotica ed alla automatica. Di robotica si affronteranno sia la robotica industriale che la robotica mobile. Per l'automatica si affronteranno sia la teoria dei sistemi che il controllo di sistemi lineari.

#### Contenuti sintetici

##### Robotica

- Rappresentazione delle roto-traslazioni
- Manipolatori industriali
- Basi mobili
- Rassegna di sensori

##### Automatica

- Introduzione ai Sistemi Dinamici (tempo continuo e tempo discreto)
- Teoria del Controllo per Sistemi Lineare (tempo continuo e tempo discreto)
- Progetto di un controllo retroazionato per Motori a corrente continua

#### Programma esteso

##### Robotica

- rassegna di applicazioni della robotica;
- rappresentazione delle rotazioni in coordinate cartesiane;
- rappresentazione delle traslazioni in coordinate cartesiane;
- rappresentazione delle roto-traslazioni in coordinate omogenee;
- introduzione alla cinematica dei manipolatori industriali;
- modellazione con convenzioni di Denavit - Hartenberg degli elementi di catene cinematiche aperte;
- interpolazione di traiettoria con profili trapezoidali di velocità per manipolatori con controllo indipendente ai giunti;
- rassegna di cinematiche di basi mobili;
- tassonomie di sensori;
- sensori di distanza: misura di distanza a triangolazione (diodo emettitore - rivelatore, luce strutturata semplice e con pattern pseudo-casuale, stereo camere, etc.);
- misura di distanza: misura di distanza a tempo di volo (ultrasuoni, laser range finder, laser scanner ad 1 e più piani di scansione, scansione meccanica, mems micro-mirrors, phased arrays, flash lidars, etc.);
- misura di prossimità (induzione, condensatori, effetto Hall, fotocellule, etc.);
- programmazione dei robot;

## Automatica

- Definizione di Sistema;
- Sistemi lineari e stazionari: approccio nel dominio del tempo;
- Modi naturali di un sistema lineare stazionario;
- Sistemi lineari e stazionari: approccio in frequenza, trasformata di Laplace e Trasformata Zeta. Diagrammi di Bode;
- Punti di equilibrio e stabilità;
- Stabilità per sistemi lineari stazionari a retroazione a tempo continuo: il criterio di Nyquist;
- Caratterizzazione dei sistemi di controllo a controreazione per sistemi a 1 ingresso e 1 uscita: fedeltà di risposta, reiezione di disturbi, risposta al gradino, sintesi per tentativi, PID, controllo digitale;
- Progetto di un controllo retroazionato per Motori a corrente continua;
- Modello Motore DC (Leggi di Lorentz e Faraday-Henry);
- Controllo lineare retroazionato di un Motore DC.

## Prerequisiti

### Prerequisiti suggeriti

- stima a minimi quadrati, regressione lineare;
- ottimizzazione non-lineare non vincolata;
- elementi di calcolo matriciale e proprietà delle matrici;
- sistemi di equazioni differenziali lineari del 1° ordine (di cosa si tratta, non metodi risolutivi);

## Modalità didattica

Le attività didattiche saranno svolte in lingua italiana

Le attività didattiche includeranno:

- lezioni interattive e svolgimento di esercizi;
- lezioni pre-registrate, consistenti in audio, e video dello schermo di tablet usato come lavagna, di lezioni di

anni precedenti;

- incontri interattivi sulla attività programmatica di laboratorio (matlab).

## **Materiale didattico**

- Libri di testo
- P. Bolzern, R. Scatolini, N. Schiavoni, "Fondamenti di Controlli Automatici", 2 Ed., McGraw-Hill, 2004;
- A. Ruberti, A. Isidori, "Teoria dei Sistemi", Boringhieri, 1985
- A. Isidori, "Sistemi di Controllo", Siderea, 1979
- P. Palumbo, Appunti delle lezioni di Automatica
- testo complementare: R. C. Dorf, R. H. Bishop, "Controlli Automatici", Prentice Hall;
- testo sui motori DC: G. Ferretti, G. Magnani, "Modellistica e controllo dei servomeccanismi di posizione con motori a magneti permanenti", Pitagora Editrice, Bologna, 2002;
- Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L., Oriolo, G., "Robotics: Modelling, Planning and Control", Advanced Textbooks in Control and Signal Processing, Springer, 2009;
- (out of print) K. S. Fu, R. C. Gonzalez, C. S. G. Lee, "Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence", McGraw-Hill, 1987;
- J. J. Craig, "Introduction to Robotics, Mechanics and Control", 3rd ed, Pearson Ed. Int., 2005
- R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, D. Scaramuzza, "Introduction to Autonomous Mobile Robots", 2nd ed., MIT Press, 2011
- Altro materiale
- Ulteriore materiale, disponibile sulla piattaforma elearning

## **Periodo di erogazione dell'insegnamento**

Secondo semestre

## **Modalità di verifica del profitto e valutazione**

Il voto è la media aritmetica tra i voti ottenuti in Robotica ed in Automazione.

- voto di Robotica

- saranno valutati 3 programmi matlab, sviluppati di solito durante il periodo di erogazione dell'insegnamento (si è verificato pochissime volte che venga richiesto di sostenere questa parte di esame fuori dal periodo di erogazione dell'insegnamento, ma su richiesta è possibile organizzarsi in tal modo) sui seguenti temi:
- Roto-traslazioni di un corpo rigido nel piano;
- Roto-traslazioni di corpi rigidi nello spazio;
- Convenzioni di Denavit - Hartenberg;
- saranno valutate le risposte scritte (scritto a fine erogazione dell'insegnamento) sugli argomenti non oggetto dei programmi matlab:
- cinematica diretta ed inversa di bracci manipolatori;
- controllo del movimento di un manipolatore: infrastruttura tecnologica (motori, trasmissione, driver di potenza, etc.) ed interpolazione di traiettoria mediante profili trapezoidali di velocità;
- sensoristica, principalmente sensoristica di misura della distanza;
- voto di Automazione
- domande (o esercizi da svolgere al momento col docente) su argomenti del programma;

A meno di improbabili cambiamenti, i pesi con cui saranno valutate le varie parti sono i seguenti:

$$\text{voto} = 0.5 * \text{voto\_parte\_robotica} + 0.5 * \text{voto\_parte\_automazione}$$

voto\_parte\_automazione  
attribuito tutto insieme

voto\_parte\_robotica  
è la media pesata delle valutazioni delle varie parti, con i seguenti pesi:

controllo del movimento di un manipolatore (domanda in scritto finale)	. 0.10
cinematica diretta ed inversa (domanda in scritto finale)	..... 0.15
sensoristica esercizio (domanda in scritto finale)	..... 0.15
sensoristica (domanda in scritto finale)	..... 0.10
lab1 rototraslazioni 2D (prima consegna mlab)	..... 0.15
differenze tra i 2 modi di uso di patch3D (consegna pdf)	..... 0.05
lab2 rototraslazioni 3D (seconda consegna mlab)	..... 0.15
lab3 convenzioni DH (terza consegna mlab)	..... 0.15

## Orario di ricevimento

Inviare email per concordare un appuntamento

## Sustainable Development Goals

ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE

---