

**SCHEDA DATI PER OFFERTA FORMATIVA PUBBLICA DI CUI AL PUNTO 1.2
DELLA CIRCOLARE MINISTERIALE N° 187 DELL'11 GIUGNO 2008**

Insegnamento: Docente titolare: Qualifica SSD di appartenenza Struttura di afferenza Telefono e-mail Orario di ricevimento Sito web docente	Analisi dei sistemi 2 Prof. Elio Usai Professore 2° fascia ING-INF/04 Dipartimento di ingegneria Elettrica ed Elettronica 070 675-5784 eusai@diee.unica.it su appuntamento http://www.diee.unica.it/it/personale/personale.php?idp=38
Curriculum scientifico	<p>Professore Associato presso il DIEE dall'Ottobre 2000, ha svolto in precedenza attività di ricerca presso DRS-Pirelli Cavi Milano(1987-88), e come ricercatore del SSD ING-INF/0 presso il DIEE dal Settembre 1994. Il principale ambito di interesse scientifico è quello del controllo a struttura variabile mediante sliding modes, in cui ha contribuito con algoritmi di controllo originali. La attività di ricerca comprende le applicazioni del controllo e dell'osservazione robusti a sistemi non lineari incerti.</p> <p>[J1] Bartolini G., Ferrara A., Usai E., "Chattering avoidance by second-order sliding mode control", IEEE Trans. Automatic Control, ISSN 0018-9286, vol. 43, no.2, pp. 241-246, February 1998, IEEE Inc., Piscataway, 1998</p> <p>[J2] Bartolini G., Ferrara A., Usai E., Utkin V.I., "On multi-input chattering-free second order sliding mode control", IEEE Trans. Automatic Control, ISSN 0018-9286, vol. 45, no.9, pp. 1711-1717, September 2000, IEEE Inc., Piscataway, 2000</p> <p>[J3] Bartolini G., Pisano A., Usai E., "Digital second-order sliding mode control for uncertain nonlinear systems", Automatica, ISSN 0005-1098, vol. 37, pp. 1371-1377, 2001, Pergamon, 2001</p> <p>[J4] Boiko I., Fridman L., Pisano A., Usai E., "Analysis of Chattering in Systems With Second-Order Sliding Modes", IEEE Transactions on Automatic Control, ISSN 0018-9286, vol. 52, no. 11, pp. 2085 – 2102, Nov. 2007, IEEE Inc., Piscataway, 2007</p> <p>[J5] Pisano A., Usai E., "Contact force regulation in wire-actuated pantographs via variable structure control and frequency-domain techniques", International Journal of Control, ISSN 0020-7179, In press. 2008.</p>
Contenuto schematico del corso di insegnamento	Modellistica dei sistemi dinamici ed elementi di teoria dei grafi. Rappresentazione di sistemi MIMO e forme canoniche per sistemi lineari. Controllabilità ed osservabilità. Retroazione dello stato ed osservatore di Luemberger. Analisi alla Lyapunov di sistemi non lineari: definizioni e criteri principali. Stabilità assoluta. Funzione descrittiva.
Obiettivi formativi e risultati attesi (secondo i descrittori di Dublino)	· Conoscenza e capacità di comprensione: approfondire la conoscenza delle proprietà strutturali dei sistemi dinamici lineari e non lineari, e capacità di comprenderne le implicazioni energetiche e progettuali.

	<ul style="list-style-type: none"> · Conoscenza e capacità di comprensione applicate: capacità di individuare i fenomeni energetici in sistemi dinamici ai fini di una loro modellazione ed analisi delle proprietà strutturali. · Autonomia di giudizio: sviluppare la capacità di utilizzare criticamente e sinergicamente vari strumenti di analisi del comportamento di sistemi dinamici. · Abilità comunicative: capacità di esprimere chiaramente concetti tecnici. · Capacità di apprendere: saper integrare le conoscenze da varie fonti al fine di un approfondimento della conoscenza dei fenomeni presenti nei sistemi fisici.
Articolazione del corso	<p><u>Introduzione</u> (1 ore di lezione)</p> <p>Presentazione del corso: modelli dei sistemi dinamici, approssimazione e campo di validità di un modello, sistemi lineari e non lineari, sistemi SISO (Single Input Single Output) e MIMO (Multi Input e Multi Output). Problema di analisi e di progetto.</p> <p><u>Rappresentazione di sistemi dinamici</u> (8 ore di lezione e 2 di esercitazione)</p> <p>Componenti elementari di un sistema dinamico. Relazioni costitutive e variabili di flusso e posizione. Analogie tra sistemi elettrici, meccanici, termici ed idraulici. Resistenze generalizzate, induttanze generalizzate, capacità generalizzate, sorgenti di variabili di flusso e di posizione, trasformatori. Grafi lineari. Proprietà topologiche dei grafi lineari: insiemi di maglia e di connessione di sole induttanze e di sole capacità generalizzate. Relazione tra proprietà topologiche del grafo e proprietà strutturali del sistema dinamico.</p> <p><u>Sistemi dinamici lineari</u> (12 ore di lezione e 2 di esercitazione)</p> <p>Variabili di stato ed energia interna del sistema. Relazioni tra legame ingresso-uscita e stato del sistema. Rappresentazione della dinamica del sistema mediante grafi di segnale. Variabili di fase. Forme canoniche e trasformazioni invarianti. Matrice risolvete e trasformata di Laplace della risposta libera e forzata di un sistema. Matrice di transizione dello stato e sue proprietà. Teorema di Caley-Hamilton (enunciato) e sviluppo di Sylvester della matrice di transizione dello stato. Proprietà di controllabilità ed osservabilità dello stato, e loro valutazione (rango delle matrici di controllabilità ed osservabilità). Procedure di diagonalizzazione e matrice modale. Matrice di Vandermonde. Forma di Jordan. Stabilità dei modi del sistema ed autovalori della matrice A della dinamica dello stato. Modi aperiodici, pseudo-periodici e cisoidali. Traiettorie nel piano di fase, fuochi, nodi e punti di sella.</p> <p><u>Controllo mediante retroazione dello stato</u> (5 ore di lezione e 2 di esercitazione)</p> <p>Scomposizione canonica di Kalman. Trasformazione in forma compagna controllabile per sistemi SISO. Sistemi MIMO: invarianti del controllo e base lessicografica. Forma canonica generalizzata per sistemi MIMO. Assegnamento poli mediante retroazione dello stato. Osservatore di Luenberger. Trasformazione in forma compagna</p>

	<p>osservabile ed assegnamento dei poli dell'osservatore. Principio di separazione.</p> <p><u>Sistemi dinamici non lineari</u> (10 ore di lezione e 2 di esercitazione)</p> <p>Grado relativo di un sistema dinamico non lineare. Rappresentazione in forma normale: dinamica ingresso-uscita e dinamica interna. Linearizzazione locale ed a tratti. Stati di equilibrio stabile e traiettorie stabili in sistemi non lineari. Stabilità asintotica ed esponenziale di un punto di equilibrio. Analisi di stabilità del punto di equilibrio mediante il metodo indiretto di Lyapunov. Metodo diretto di Lyapunov ed equazione di Lyapunov per sistemi lineari stazionari. Stabilità di sistemi tempo varianti (cenni). Stabilità assoluta: criteri di Popov e del cerchio.</p> <p><u>Funzione descrittiva</u> (4 ore di lezione e 2 di esercitazione)</p> <p>Cicli limite in sistemi non lineari con non linearità statica concentrata. Funzione descrittiva: definizione e calcolo. Criterio di Nyquist generalizzato. Utilizzo del criterio di Nyquist generalizzato per la valutazione di esistenza e stabilità di cicli limite mediante la funzione descrittiva.</p>
Propedeuticità	Equazioni differenziali. Algebra lineare. Trasformate di Fourier e Laplace. Diagrammi di risposta armonica. Criteri per la valutazione della stabilità di sistemi dinamici rappresentabili mediante equazioni differenziali ordinarie a coefficienti costanti. È consigliato aver superato i seguenti esami: Elettrotecnica 1 e 2, Analisi dei sistemi 1, Controlli automatici 1.
Anno di corso e semestre	1° anno/ 1° sem.
Testi di riferimento	<p>Alessandro GIUA, Carla SEATZU, Analisi dei sistemi dinamici, Springer-Verlag Italia, Milano, 2006.</p> <p>Giovanni MARRO, Controlli automatici - 4^a ed., Zanichelli, Bologna, 1997.</p> <p>Appunti su Modellistica dei sistemi dinamici</p>
Modalità di erogazione dell'insegnamento	Tradizionale
Modalità di frequenza	Obbligatoria
Metodi di valutazione	Prova orale/test facoltativo in itinere
Organizzazione della didattica	50 ore, di cui 40 ore di lezione e 10 ore di esercitazione