

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

Insegnamento: n° crediti/n° ore: Docente titolare: Qualifica SSD di appartenenza Struttura di afferenza Telefono e-mail Orario di ricevimento Sito web docente	Sistemi di controllo non lineare 6 CFU/60 ore Prof. Elio USAI Professore associato 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	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. [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 [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 [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 [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 [J5] Davila J, Fridman L, Pisano A., Usai E., "Finite-time state observation for nonlinear uncertain systems via higher order sliding modes", International Journal of Control, ISSN 0020-7179, vol. 82, no. 8, August 2009, published on-line DOI: 10.1080/00207170802590531, 13 may 2009.
Contenuto schematico del corso di insegnamento	Stabilità secondo Lyapunov e Lyapunov-like di sistemi non lineari. Controllo di sistemi non lineari mediante retroazione dello stato e dell'uscita. Controllo adattativo con modello di riferimento di sistemi con parametri incerti. Controllo a struttura variabile mediante sliding modes di sistemi non lineari incerti.
Obiettivi formativi e risultati attesi (secondo i descrittori di Dublino)	<ul style="list-style-type: none"> · Conoscenza e capacità di comprensione: approfondire la conoscenza delle proprietà strutturali dei sistemi dinamici non lineari, le metodologie per il loro controllo. · Conoscenza e capacità di comprensione applicate: capacità di individuare gli strumenti più adeguati per il controllo di sistemi dinamici complessi. · Autonomia di giudizio: sviluppare la capacità di utilizzare criticamente e sinergicamente vari strumenti per l'analisi ed il controllo di sistemi dinamici non lineari.

	<ul style="list-style-type: none"> □ · 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 nell'ambito del controllo di sistemi dinamici complessi.
Articolazione del corso	<p><u>Introduzione</u> (1 ore di lezione)</p> <p>Presentazione del corso: rappresentazione di sistemi dinamici mediante variabili di stato, 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>Richiami sulla stabilità alla Lyapunov</u> (2 ore di lezione)</p> <p>Punti di equilibrio. Criteri di Lyapunov per la stabilità ed instabilità dei punti di equilibrio. Funzioni definite positive. Equazione di Lyapunov.</p> <p><u>Stabilità dei sistemi non lineari autonomi</u> (7 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)</p> <p>Condizioni per la stabilità asintotica, esponenziale ed in tempo finito. Teorema di La Salle. Metodo di Krasovskii per la definizione id una funzione di Lyapunov.</p> <p><u>Stabilità dei sistemi non lineari tempo varianti</u> (4 ore di lezione)</p> <p>Condizioni per la stabilità, stabilità asintotica, esponenziale di un punto di equilibrio. Stabilità uniforme. Funzioni di classe K. Criterio di Lyapunov per la stabilità dell'equilibrio in sistemi tempo-varianti. Teoremi di instabilità. Lemma di Barbalat. Stabilità Lyapunov-like. Sistemi passivi. Stabilità dei sistemi perturbati.</p> <p><u>Controllo dei sistemi non lineari</u> (10 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)</p> <p>Forme canoniche di controllabilità. Dinamica ingresso-uscita e dinamica interna. Lie-algebra. Diffeomorfismo di una trasformazione di stato. Linearizzazione mediante reatrazione dello stato e dell'uscita.</p> <p><u>Controllo adattativo di sistemi a parametri incerti</u> (12 ore di lezione, 4 ore di esercitazione)</p> <p>Modello di riferimento. Principio della certezza equivalente. Persistente eccitazione. Controllo adattativo mediante modello di riferimento (MRAC): sistemi con grado relativo unitario, sistemi senza zeri. MRAC mediante retroazioen dello stato e dell'uscita.</p> <p><u>Controllo a struttura variabile mediante sliding modes</u> (12 ore di lezione, 4 ore di esercitazione)</p> <p>Sistemi incerti. Inclusioni differenziali. Soluzione alla Filippov di equazioni differenziali con secondo membro discontinuo. Controllo sliding mode mediante retroazione dello stato.</p>

	Controllo equivalente. Realizzazione di un controllo discontinuo e problema del chattering. Sliding modes di ordine superiore. Controllori sliding mode del secondo ordine: Super-Twisting e Sub-Optimal. Attenuazione del chattering mediante controllori sliding mode di ordine superiore. Differenziazione di segnali mediante osservatori sliding mode del secondo ordine.
Propedeuticità	Laurea di primo livello in Ingegneria. Equazioni differenziali. Algebra lineare. Rappresentazione dei sistemi dinamici mediante variabili di stato. È consigliato aver superato l'esame di Analisi dei sistemi 2.
Anno di corso e semestre	A scelta, 1° semestre
Testi di riferimento	J.-J. E. SLOTINE, W. LI , Applied nonlinear control, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991.
Modalità di erogazione dell'insegnamento	Tradizionale
Sede	Via Marengo, 2 - Cagliari
Modalità di frequenza	Non verificata
Metodi di valutazione	Prova orale o discussione su elaborato progettuale.
Organizzazione della didattica	48 ore di lezione, 12 ore di esercitazione