

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

<b>Insegnamento:</b> <b>n° crediti/n° ore:</b> <b>Docente titolare:</b> <b>Qualifica</b> <b>SSD di appartenenza</b> <b>Struttura di afferenza</b> <b>Telefono</b> <b>e-mail</b> <b>Orario di ricevimento</b> <b>Sito web docente</b>	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 <a href="mailto:eusai@diee.unica.it">eusai@diee.unica.it</a> su appuntamento <a href="http://www.diee.unica.it/it/personale/personale.php?idp=38">http://www.diee.unica.it/it/personale/personale.php?idp=38</a>
<b>Curriculum scientifico</b>	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.
<b>Contenuto schematico del corso di insegnamento</b>	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.
<b>Obiettivi formativi e risultati attesi (secondo i descrittori di Dublino)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Conoscenza e capacità di comprensione: approfondire la conoscenza delle proprietà strutturali dei sistemi dinamici non lineari, le metodologie per il loro controllo.</li> <li>· Conoscenza e capacità di comprensione applicate: capacità di individuare gli strumenti più adeguati per il controllo di sistemi dinamici complessi.</li> <li>· Autonomia di giudizio: sviluppare la capacità di utilizzare criticamente e sinergicamente vari strumenti per l'analisi ed il controllo di sistemi dinamici non lineari.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ · Abilità comunicative: capacità di esprimere chiaramente concetti tecnici.</li> <li>· □ 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.</li> </ul>
<p><b>Articolazione del corso</b></p>	<p><b><u>Introduzione</u></b> (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><b><u>Richiami sulla stabilità alla Lyapunov</u></b> (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><b><u>Stabilità dei sistemi non lineari autonomi</u></b> (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><b><u>Stabilità dei sistemi non lineari tempo varianti</u></b> (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><b><u>Controllo dei sistemi non lineari</u></b> (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><b><u>Controllo adattativo di sistemi a parametri incerti</u></b> (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><b><u>Controllo a struttura variabile mediante sliding modes</u></b> (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.
<b>Propedeuticità</b>	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.
<b>Anno di corso e semestre</b>	A scelta, 1° semestre
<b>Testi di riferimento</b>	<b>J.-J. E. SLOTINE, W. LI</b> , Applied nonlinear control, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991.
<b>Modalità di erogazione dell'insegnamento</b>	Tradizionale
<b>Sede</b>	Via Marengo, 2 - Cagliari
<b>Modalità di frequenza</b>	Non verificata
<b>Metodi di valutazione</b>	Prova orale o discussione su elaborato progettuale.
<b>Organizzazione della didattica</b>	48 ore di lezione, 12 ore di esercitazione