

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

|   |   |
|---|---|
| <b>Insegnamento:</b><br><b>Modulo di:</b><br><b>N° crediti/n° ore</b><br><b>Docente titolare:</b><br><b>Qualifica</b><br><b>SSD di appartenenza</b><br><b>Struttura di afferenza</b><br><b>Telefono</b><br><b>e-mail</b><br><b>Orario di ricevimento</b><br><b>Sito web docente</b> | Analisi e controllo dei sistemi dinamici<br>Controlli automatici<br>6 CFU/60 ore<br>Prof. Elio Usai<br>Professore di 2° fascia<br>ING-INF/04<br>Dipartimento di ingegneria Elettrica ed Elettronica<br>070 675-5784<br><a href="mailto:eusai@diee.unica.it">eusai@diee.unica.it</a><br>su appuntamento<br><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>   | <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> |
| <b>Contenuto schematico del corso di insegnamento</b>   | Sistemi di controllo in retroazione. Analisi delle proprietà di stabilità dei sistemi in retroazione. Specifiche per la progettazione di un controllore single-loop. Sintesi in s. Sintesi per tentativi in frequenza. Taratura dei regolatori industriali.   |
| <b>Obiettivi formativi e risultati attesi (secondo i descrittori di Dublino)</b>  | · Conoscenza e capacità di comprensione: conoscere le componenti dei sistemi di controllo e saperne valutare le prestazioni sulla base delle funzioni di trasferimento degli stessi.  |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
|                                       | <p>Conoscere le tecniche di base per la progettazione dei controllori single-loop.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Conoscenza e capacità di comprensione applicate: Saper valutare le prestazioni dei sistemi di controllo in retroazione sulla base delle funzioni di trasferimento dei blocchi componenti. Saper definire la funzione di trasferimento dei blocchi da inserire in un sistema di controllo single-loop per soddisfare le specifiche di prestazione. Capacità di individuare la tecnica di sintesi più efficace.</li> <li>· Autonomia di giudizio: sviluppare la capacità di valutare criticamente i risultati della progettazione.</li> <li>□ · Abilità comunicative: capacità di esprimere chiaramente concetti tecnici.</li> <li>· □ Capacità di apprendere: saper integrare le conoscenze da varie fonti al fine di conseguire una visione ampia delle problematiche connesse al progetto dei sistemi di controllo.</li> </ul>   |
| <p><b>Articolazione del corso</b></p> | <p><b><u>Introduzione</u></b> (1 ore di lezione e 1 di test)</p> <p>Presentazione del modulo. Analisi e sintesi come tecniche complementari. Test di verifica delle conoscenze preliminari.</p> <p><b><u>Struttura di un sistema di controllo</u></b> (7 ore di lezione e 2 di esercitazione)</p> <p>Struttura di un sistema di controllo. Esempi di sistemi di controllo a ciclo aperto ed a ciclo chiuso. Richiami sui modelli di sistemi dinamici: la bobina elettrica, il motore in corrente continua a controllo di campo. Sistemi a modo dominante. Algebra degli schemi a blocchi. Effetti di carico. Valutazione della funzione di trasferimento di sistemi interconnessi.</p> <p><b><u>Stabilità dei sistemi in retroazione</u></b> (8 ore di lezione e 4 di esercitazione)</p> <p>Diagrammi di Nyquist. Criterio di Nyquist per la stabilità dei sistemi in retroazione. Sistemi a stabilità regolare e margini di fase e guadagno. Luogo delle radici di un polinomio. Analisi modale dei sistemi in retroazione mediante il luogo delle radici.</p> <p><b><u>Specifiche nei sistemi di controllo</u></b> (10 ore di lezione e 4 di esercitazione)</p> <p>Significato fisico delle specifiche nei sistemi di controllo. Funzione di sensibilità ai disturbi. Funzione di sensibilità alle variazioni parametriche. Errore di tracking. Errore a regime rispetto ad ingressi e disturbi canonici. Tipo di un sistema. Relazioni tra struttura del controllore in bassa frequenza e specifiche a regime. Specifiche nel transitorio. Legami globali. Relazioni fra caratteristiche a ciclo aperto ed a ciclo chiuso.</p> <p><b><u>Sintesi in s</u></b> (4 ore di lezione e 2 di esercitazione)</p> <p>Rappresentazione delle specifiche sul transitorio nel dominio complesso. Poli dominanti. Cancellazione e pseudo-cancellazione. Sistemi a fase minima. Effetto delle reti di correzione sul luogo delle radici.</p> |

|   |   |
|---|---|
|   | <p><b><u>Sintesi per tentativi in □</u></b> (5 ore di lezione e 4 di esercitazione)</p> <p>Diagramma di risposta armonica. Rappresentazione delle specifiche sul transitorio nel dominio della frequenza. Compensazione mediante reti di correzione standard: attenuatrice, anticipatrice, a sella. Utilizzo della carta di Nichols per la sintesi. Realizzazione delle reti di correzione mediante componenti passivi. Realizzazione delle reti di correzione mediante componenti attivi. Cenni alla sintesi a due gradi di libertà.</p> <p><b><u>Regolatori industriali</u></b> (4 ore di lezione e 4 di esercitazione)</p> <p>Regolatore P. Regolatore PI. Regolatore PID. Configurazioni dei regolatori industriali. Taratura dei regolatori industriali. Metodi euristici: I e II metodo di Ziegler-Nichols. Realizzazione approssimata delle reti correttrici mediante regolatori industriali. Metodi analitici: criteri di ottimizzazione parametrica (cenni).</p> |
| <b>Propedeuticità</b>                           | Equazioni differenziali. Trasformate di Fourier e Laplace. Stabilità di sistemi dinamici rappresentabili mediante equazioni differenziali ordinarie a coefficienti costanti. Diagrammi di Bode. Risposta dei sistemi dinamici lineari ai segnali canonici. È consigliato aver superato i seguenti esami: Matematica 1, Matematica 2, Matematica applicata e computazionale.   |
| <b>Anno di corso e semestre</b>                 | 2° anno, 2° sem.  |
| <b>Testi di riferimento</b>                     | <p><b>Paolo BOLZERN, Riccardo SCATTOLINI, Nicola SCHIAVONI</b>, <i>Fondamenti di controlli automatici- 3<sup>a</sup> edizione</i>, McGraw-Hill, Milano, 2008.</p> <p><b>Augusto FERRANTE, Antonio LEPSCHY, Umberto VIARO</b>, <i>Introduzione ai Controlli Automatici</i>, UTET Libreria S.r.l., Torino, 2000.</p> <p>Appunti su Modellistica dei sistemi dinamici</p>  |
| <b>Modalità di erogazione dell'insegnamento</b> | Tradizionale  |
| <b>Modalità di frequenza</b>                    | Obbligatoria  |
| <b>Metodi di valutazione</b>                    | Discussione orale   |
| <b>Organizzazione della didattica</b>           | 60 ore, di cui 40 ore di lezione e 20 ore di esercitazione  |
| <b>Calendario prove d'esame</b>                 | <a href="https://webstudenti.unica.it/esse3/ListaAppelliOfferta.do;jsessionid=5BB9895F4434F3A7ACF11F5CE763DD3F">https://webstudenti.unica.it/esse3/ListaAppelliOfferta.do;jsessionid=5BB9895F4434F3A7ACF11F5CE763DD3F</a>   |