



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2017/2018
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2017/2018
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	INGEGNERIA ELETTRONICA
INSEGNAMENTO	CONTROLLO ROBUSTO
TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20925-Attività formative affini o integrative
CODICE INSEGNAMENTO	08967
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-INF/04
DOCENTE RESPONSABILE	SFERLAZZA ANTONINO Ricercatore a tempo determinato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	54
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	1
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	SFERLAZZA ANTONINO Lunedì 15:00 17:00 Ufficio del Docente o su M. Teams (4r406w2) Giovedì 11:00 13:00 Ufficio del Docente o su M. Teams (4r406w2)

DOCENTE: Prof. ANTONINO SFERLAZZA

PREREQUISITI	Controlli Automatici
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione (knowledge and understanding): • Il corso di Complementi di Controlli Automatici e' un corso avanzato che riguarda il progetto di controllori per sistemi reali costituiti da aeromobili o, piu' in generale, da veicoli autonomi senza pilota a bordo. Al termine del corso, lo studente avra' acquisito nuove metodologie di studio dei modelli matematici lineari o non lineari, con ingresso e uscita unidimensionali (SISO) e multidimensionali (MIMO), e la capacita' di comprendere gli aspetti fondamentali legati alla progettazione di controllori che consentano di conseguire le elevate prestazioni statiche e dinamiche, usualmente richieste ai suddetti sistemi reali. In particolare, va osservato che obiettivi indispensabili per i sistemi in questione sono quelli della robustezza nei riguardi della stabilita' e del comportamento, ossia di quelle proprieta' che il sistema deve possedere in presenza sia di incertezze strutturate (di tipo parametrico), sia di quelle non strutturate dovute ad aspetti dinamici non inclusi nel modello matematico del sistema (dinamica non modellata) e, infine, nei riguardi dei disturbi ai quali un oggetto volante e' sicuramente soggetto. Per il raggiungimento di questo obiettivo il corso comprende lezioni frontali, esercitazioni in aula, dimostrazioni in laboratorio e analisi e discussione di casi di studio. Per la verifica di questo obiettivo l'esame comprende una prova orale. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding): • Lo studente sara' in grado di applicare le proprie conoscenze, la capacita' di comprensione e le abilita' acquisite durante il corso, all'analisi di sistemi dinamici lineari e non lineari, SISO o MIMO. In particolare: a) sara' in grado di linearizzare il modello nell'intorno della situazione dinamica di interesse, di progettare un controllore per il modello linearizzato, e di effettuare la verifica delle prestazioni ottenute in ambiente Matlab/Simulink; b) sara' in grado di effettuare l'analisi del modello non lineare e di effettuare la sintesi del controllore basato su tale modello, utilizzando tecniche di controllo basate sulla linearizzazione ingresso-uscita, sulla compensazione attiva del disturbo equivalente, che comprende sia i disturbi endogeni dipendenti dallo stato che quelli esogeni, o su tecniche di controllo "sliding mode". Per la verifica di questo obiettivo verra' proposta una tesina, che gli studenti dovranno svolgere autonomamente avvalendosi del PC e di software adeguato. Autonomia di giudizio (making judgements) • Lo studente sara' in grado di individuare autonomamente le proprieta' essenziali del modello dinamico del sistema in studio, al fine di scegliere il corretto approccio per risolvere un dato problema di controllo, dopo aver definito le specifiche di progetto, e di validare in simulazione il controllore progettato. Lo studente avra' acquisito capacita' di giudizio e di orientamento che gli permetteranno di applicare le conoscenze teorico-pratiche acquisite nel corso anche a problemi di controllo piu' generali. Lo sviluppo della tesina consentira' allo studente di applicare le conoscenze acquisite per lo studio di casi non trattati a lezione, effettuando ricerche bibliografiche scegliendo autonomamente il materiale scientifico da utilizzare. La discussione della tesina consentira' di verificare il raggiungimento di tale obiettivo. Abilita' comunicative (communication skills) • Lo studente sara' anche in grado di comunicare a interlocutori specialisti e non, in modo chiaro, privo di ambiguita' e con competenza e proprieta' di linguaggio, i risultati dell'analisi delle proprieta' essenziali di un sistema dinamico, le motivazioni dell'approccio adottato per risolvere un dato problema di controllo e il risultante meccanismo di guida e governo del sistema. Lo studente sara' anche in grado di collaborare con altri colleghi progettisti dello stesso o di altri settori e di comprendere e soddisfare le esigenze degli utilizzatori. Per conseguire l'obiettivo, le esercitazioni verranno svolte da studenti, sotto la supervisione del docente, con lo scopo di stimolare discussioni fra lo studente che le svolge e quelli che seguono lo svolgimento, con interventi possibili da parte del docente. La verifica avverra' immediatamente durante le esercitazioni in aula, e successivamente nel corso della discussione della tesina e della prova orale. Capacita' di apprendimento (learning skills) • Il corso si pone l'obiettivo di stimolare l'interesse dello studente verso un approccio di tipo sistematico allo studio e al controllo dei sistemi dinamici lineari e non lineari. Lo studente acquisira' le capacita' di apprendimento che gli consentiranno di affrontare e risolvere problemi non trattati nel corso, attraverso un approfondimento delle proprie conoscenze, con un alto grado di autonomia. Per conseguire l'obiettivo, le lezioni verranno svolte in modo da trasferire allo

	studente una metodologia di studio di tipo sistematico. La verifica del conseguimento dell'obiettivo verra' effettuata nel corso della discussione della tesina e della prova orale.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La prova scritta verte su argomenti trattati durante le esercitazioni che, a loro volta, riguardano argomenti trattati a lezione. La prova scritta si ritiene superata se il punteggio conseguito dallo studente e' almeno pari a 18/30. Il superamento della prova scritta e' requisito necessario per l'ammissione alla prova orale. La prova orale consiste nella richiesta agli studenti di trattare alcuni argomenti svolti a lezione dal docente del corso. Per ognuno di tali argomenti, lo studente dovra, anzitutto, inquadrare l'argomento nell'ambito del corso, illustrarne il significato e l'importanza, ad esempio mediante definizioni formali e ambiti applicativi, definire le metodologie di studio e gli eventuali limiti di validita. Infine, dovra' esporre l'argomento con proprieta' di linguaggio e fluidita' di trattazione analitica. Al termine della prova orale, la Commissione di esame assegna il voto finale o, in alternativa, comunica allo studente che l'esame non e' stato superato. In caso di superamento dell'esame, il voto attribuito ad esso e' il risultato dei seguenti criteri di valutazione, ad ognuno dei quali e' associato un grado di importanza nella definizione del voto attribuito: a) grado di correttezza raggiunto nella impostazione e nei risultati della prova scritta (30% del voto finale attribuito); b) livello di conoscenza degli argomenti oggetto della prova orale, e autonomia nella capacita' di interconnessione di tali argomenti con gli altri trattati durante il corso (60% del voto finale attribuito); c) livello raggiunto nella capacita' di espressione nel corretto linguaggio tecnico (10% del voto finale attribuito).
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso si propone di fornire agli studenti una formazione adeguata per affrontare e risolvere problemi di analisi e di progettazione di controllori, basate su modello matematico, per aeromobili e per veicoli autonomi senza pilota a bordo, tenendo conto delle non linearita' presenti nel modello, delle incertezze strutturate e non strutturate nella conoscenza del modello stesso, e dei disturbi esogeni agenti sul sistema reale, che vengono modellati utilizzando un approccio stocastico o deterministico. Tecniche di controllo avanzato sono illustrate e validate in simulazione in ambiente Matlab/Simulink, quali il controllo ottimo H-2 e H-infinito, la mu-analisi e la mu-sintesi, il controllo sliding mode, il controllo basato sulla compensazione attiva del disturbo (ADRC).
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, esercitazioni in aula mediante PC, utilizzando software Matlab/Simulink
TESTI CONSIGLIATI	• Lecture notes, by the teacher • S. Skogestad, I. Postlethwaite, Multivariable feedback Control, Analysis and design • D. Alazard, C. Cumer, P. Apkarian, M. Gauthier, G. Ferreres, Robustness et Commande Optimale, Cepadues Editions, Toulouse, France • O.H. Bosgra, H. Kwakernaak, G. Meinsma, Design Methods for Control Systems • Slotine, J.J.E., and Li, W., Applied Nonlinear Control, Prentice-Hall, 1991

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
3	Modellistica di tipo deterministico dell'incertezza dei sistemi MIMO
5	Descrizione dell'incertezza mediante trasformazioni lineari frazionarie (LFT)
3	Stabilita' robusta in presenza di incertezze non strutturate
2	Robustezza nel comportamento
4	Valore singolare strutturato (μ). Tecniche di μ -analisi e μ -sintesi
7	Controllo "sliding mode" per modelli lineari e non lineari
4	Controllo linearizzante e robusto mediante compensazione attiva del disturbo (ADRC)

ORE	Esercitazioni
4	Decomposizione ai valori singolari di matrici di trasferimento nel dominio di omega
4	Rappresentazione LFT per modelli LTI (lineari e tempo-invarianti)
6	Progetto di controllori robusti mediante tecniche basate sulla μ -sintesi
6	Sintesi di Controllori e Osservatori mediante tecniche sliding mode
6	Controllo di un quadrotor utilizzando tecniche di controllo ADRC