



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

|                                                  |                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIPARTIMENTO                                     | Ingegneria                                                                                                                                |
| ANNO ACCADEMICO OFFERTA                          | 2019/2020                                                                                                                                 |
| ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE                       | 2020/2021                                                                                                                                 |
| CORSO DILAUREA                                   | INGEGNERIA CIBERNETICA                                                                                                                    |
| INSEGNAMENTO                                     | CONTROLLI AUTOMATICI                                                                                                                      |
| TIPO DI ATTIVITA'                                | B                                                                                                                                         |
| AMBITO                                           | 50285-Ingegneria dell'automazione                                                                                                         |
| CODICE INSEGNAMENTO                              | 02190                                                                                                                                     |
| SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI                 | ING-INF/04                                                                                                                                |
| DOCENTE RESPONSABILE                             | D'IPPOLITO FILIPPO      Professore Ordinario      Univ. di PALERMO                                                                        |
| ALTRI DOCENTI                                    |                                                                                                                                           |
| CFU                                              | 12                                                                                                                                        |
| NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE    | 192                                                                                                                                       |
| NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA | 108                                                                                                                                       |
| PROPEDEUTICITA'                                  |                                                                                                                                           |
| MUTUAZIONI                                       |                                                                                                                                           |
| ANNO DI CORSO                                    | 2                                                                                                                                         |
| PERIODO DELLE LEZIONI                            | 2° semestre                                                                                                                               |
| MODALITA' DI FREQUENZA                           | Facoltativa                                                                                                                               |
| TIPO DI VALUTAZIONE                              | Voto in trentesimi                                                                                                                        |
| ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI             | <b>D'IPPOLITO FILIPPO</b><br>Lunedì    15:30    17:30    Piattaforma MS-TEAMS codice n0hly57<br>Mercoledì    9:00    10:00    Edificio 10 |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PREREQUISITI</b>                      | Conoscenze di base della matematica e della fisica. In particolare: Numeri complessi, algebra delle matrici, equazioni differenziali.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b> | <p><b>Conoscenza e capacita' di comprensione</b><br/>         Il corso di Controlli Automatici e' un corso di base nell'ambito dell'analisi dei sistemi dinamici e del progetto di sistemi di controllo per sistemi reali di qualunque natura. Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito un nuovo approccio per affrontare e risolvere problemi ingegneristici di notevole importanza dal punto di vista applicativo. Tale approccio si basa sulla costruzione di un modello matematico del sistema sotto studio, sulla validazione sperimentale di tale modello, sulla individuazione e verifica di diverse proprieta' del modello utili anche al fine di determinare le tecniche idonee per il progetto del sistema di controllo, sulla validazione delle prestazioni del sistema di controllo mediante esperimenti di simulazione digitale effettuata su Personal Computer utilizzando strumenti software adeguati e, infine, sulla verifica sperimentale su prototipo utilizzando dispositivi di prototipazione rapida per l'implementazione della parte controllante del sistema di controllo stesso.</p> <p><b>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione</b><br/>         Lo studente sara' in grado di utilizzare le metodologie acquisite per lo studio ingegneristico di sistemi reali che possano essere descritti da modelli matematici lineari e tempo-invarianti anche a piu' ingressi e uscite (MIMO). Sara, altresì, in grado di progettare controllori sia nel dominio del tempo che basati su reti di correzione elementari mediante tecniche di sintesi nel dominio di e di s.</p> <p><b>Autonomia di giudizio</b><br/>         Lo studente sara' capace di verificare le proprieta' del modello sotto studio e, di conseguenza, di valutare le azioni da intraprendere per conseguire gli obiettivi finali del suo studio che sono quelli di costruire un sistema di controllo che permetta di soddisfare assegnate specifiche di progetto.</p> <p><b>Abilita' comunicative</b><br/>         Lo studente acquisira' la competenza per discutere della analisi dei sistemi lineari e dei sistemi di controllo in contesti scientifici di livello tecnico intermedio. Con particolare riferimento ai sistemi lineari e ai sistemi di controllo nel dominio della frequenza.</p> <p><b>Capacita' di apprendimento</b><br/>         Il corso si pone anche l'obiettivo di stimolare l'interesse dello studente per l'approccio di tipo sistematico utilizzato nella trattazione dei vari argomenti oggetto del corso stesso. Lo studente che acquisira' tale metodologia di studio sara' sicuramente in grado di affrontare e risolvere problematiche complesse anche in contesti lavorativi.</p> |
| <b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>    | <p>Una prova scritta della durata di 3 ore, tendente ad accertare il possesso delle abilita, capacita' e competenze previste. Gli stimoli, ben definiti, chiari e unicamente interpretabili, permettono di formulare autonomamente la risposta e sono strutturati in modo da consentirne la confrontabilita'. La prova scritta e' divisa in due parti distinte. La prima parte puo' essere oggetto di prova in itinere. Gli argomenti vertono su tutto il programma del corso e, in particolare, sugli argomenti specifici trattati nel corso delle esercitazioni. La loro struttura prevede risposte aperte che rispettino vincoli tali da renderle confrontabili con criteri di correzione predeterminati. La prova e' superata con un voto superiore o uguale a 18/30 in entrambe le parti della prova. Nel caso di prova in itinere, il voto della prima parte viene conservato per un intero anno accademico, e lo studente potra' sostenere nei successivi appelli soltanto la seconda parte. L'esame si completa con una prova orale.</p> <p>Durante l'esame orale vengono poste allo studente almeno 3 domande sugli argomenti del programma del corso.</p> <p>L'esame e' strutturato per verificare le conoscenze acquisite, la capacita' elaborativa, l'abilita' espositiva e le proprieta' di linguaggio dello studente.</p> <p>La valutazione si basa complessivamente sui seguenti criteri:</p> <p>a) eccellente (30 - 30 e lode): ottima conoscenza degli argomenti, ottima proprieta' di linguaggio, buona capacita' analitica, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti;</p> <p>b) molto buono (26 - 29): buona padronanza degli argomenti, piena proprieta' di linguaggio, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti;</p> <p>c) buono (24 - 25): conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprieta' di linguaggio, con limitata capacita' di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti;</p> <p>d) soddisfacente (21 - 23): non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprieta' di linguaggio, scarsa capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | <p>e) sufficiente (18 - 20): minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite</p> <p>f) insufficiente: non possiede una conoscenza minima accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento. che consente di formulare il voto finale. L'esame e' superato con un voto superiore o uguale a 18/30. La lode puo' essere concessa solo se si e' conseguito un punteggio pari a 30/30 in entrambe le parti della prova scritta.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>            | <p>Gli obiettivi del corso sono quelli dello studio dei sistemi reali mediante un approccio basato su di un modello matematico del sistema stesso. Tale modello viene utilizzato sia per valutare il comportamento dinamico e a regime mediante simulazione su PC in ambiente software dedicato, usualmente l'ambiente Matlab-Simulink, sia per definire e valutare importanti aspetti del comportamento del sistema reale stesso a partire dalla definizione e dallo studio di certe proprieta' del modello, fra le quali rivestono fondamentale interesse la stabilita, la controllabilita, l'osservabilita, il comportamento a regime permanente e quello transitorio. Il modello matematico viene anche utilizzato per la progettazione di un controllore da associare al sistema reale in modo che l'intero sistema sia in grado di conseguire prefissate prestazioni.</p> |
| <b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b> | Lezioni frontali, Esercitazioni in aula                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>TESTI CONSIGLIATI</b>              | Bolzern-Scattolini-Schiavoni, Fondamenti di controlli automatici 4/ed, McGraw Hill, 2008, ISBN: 9788838668821                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

### PROGRAMMA

| ORE | Lezioni                                                                                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4   | Introduzione al corso; Modellistica                                                           |
| 8   | Studio di modelli lineari e tempo-invarianti nel dominio del tempo                            |
| 5   | Linearizzazione, discretizzazione e stabilita' di Lyapunov                                    |
| 3   | Studio dei modelli lineari tempo invarianti tempo discreto                                    |
| 3   | Studio di modelli lineari e tempo-invarianti nel dominio di Laplace                           |
| 10  | Proprieta' dei modelli: raggiungibilita, osservabilita' e stabilita                           |
| 8   | Osservatori asintotici dello stato. Controllo con retroazione dall'uscita.                    |
| 6   | Risposta in frequenza, legami globali                                                         |
| 6   | Sistemi di controllo a catena aperta e a catena chiusa                                        |
| 2   | Criterio di Nyquist                                                                           |
| 4   | Comportamento in regime permanente e transitorio dei sistemi di asservimento e di regolazione |
| 2   | Carte di Hall, Nichols                                                                        |
| 4   | Progetto di controllori basato su reti di correzione nel domini di omega                      |
| 2   | Controllori PID                                                                               |
| 4   | Cenni sul luogo delle radici ei progetto di controllori nel dominio di s                      |
| 4   | sistemi di controllo a dati campionati                                                        |

  

| ORE | Esercitazioni                                                                      |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|
| 4   | Trasformata e anti trasformata di Laplace: richiami ed esercizi                    |
| 2   | Modellistica                                                                       |
| 10  | Studio di modelli lineari e tempo-invarianti nei domini del tempo, di s e di omega |
| 1   | Proprieta' dei modelli: controllabilita, osservabilita' e stabilita                |
| 2   | Criterio di Nyquist                                                                |
| 3   | Progetto di controllori con retroazione dall'uscita                                |
| 3   | Progetto di controllori basato su reti di correzione nel domini di omega           |
| 2   | Progetto di controllori basato su reti di correzione nel domini di s               |
| 4   | sistemi di controllo a dati campionati                                             |

  

| ORE | Laboratori                           |
|-----|--------------------------------------|
| 2   | controllo sensorless di un motore DC |