

# Cibernetica generale

A.A. 2016-2017 - Dr. Alessandro Drago – Alessandro.Drago@lnf.infn.it

## Obiettivi dell'insegnamento

Fornire le basi matematiche per la modellizzazione di sistemi reali (elettronici, fisici, biologici, cognitivi, sociali) ovvero per la realizzazione di sistemi artificiali intelligenti in grado di controllare processi complessi o di emulare organismi viventi.

## Programma del corso

Definizione della cibernetica. Aspetti interdisciplinari e sviluppi della cibernetica. Norbert Wiener e Alan Turing. Generalita': controllo e comunicazione; macchine che imparano; test di Turing; intelligenza artificiale; sistemi esperti. Cenni sul neurone artificiale e sulle reti neurali.

Generalita' e classificazione dei sistemi. Sistemi lineari e stazionari nel tempo (LTI systems, linear and time-invariant): classificazione, rappresentazione matematica, caratterizzazione nel dominio del tempo. Evoluzione libera e risposta forzata. Metodo del nucleo risolvete (funzione di Green). Risposte indici nel dominio del tempo (impulso e gradino).

Caratterizzazione sistemi LTI nel dominio della frequenza. Metodo simbolico. Serie e trasformata di Fourier. Trasformata di Laplace. Funzione di trasferimento. Rappresentazione delle funzioni di trasferimento nel dominio di  $s$ . Sistemi a costanti distribuite. Rappresentazione delle funzioni di trasferimento nel dominio di  $\omega$ . Relazioni fra i diagrammi di ampiezza e di fase. Sistemi a sfasamento minimo, legge di Bode. Comportamento asintotico delle funzioni di trasferimento nel dominio della frequenza. Rappresentazione grafica mediante diagrammi di Nyquist, di Nichols e di Bode.

Introduzione al linguaggio di programmazione MATLAB con particolare riguardo alle funzioni della Control System Toolbox.

Rappresentazione di un sistema LTI nello spazio degli stati.

Identificazione dei sistemi. Identificazione nel dominio della frequenza e nel dominio del tempo.

Identificazione mediante i diagrammi di Bode, mediante ispezione diretta e con il metodo di Prony.

Reazione negativa (feedback) e sistemi di controllo: introduzione, la controreazione, la reazione positiva, funzione di trasferimento. Criteri di stabilità: criteri di stabilità a ciclo chiuso e a ciclo aperto.

Margini di stabilità. Sistemi di controllo feedforward. Prestazioni ed errori dei sistemi di controllo.

Tecniche di progetto. Sintesi diretta. Progetto per tentativi. Cenni sugli aspetti realizzativi.

Teoria della probabilità: definizioni, probabilità condizionali, esperimenti composti. Variabili casuali, funzioni di una variabile casuale, funzioni di più variabili casuali.

Processi stocastici. Funzioni di correlazione. Misura delle funzioni di correlazione. Spettri di potenza.

Processi stazionari. Processi ergodici. Processi di Markov.

Teoria dell'informazione: definizioni. Sorgente, canale, ricevitore. Teoremi di Shannon: canale discreto senza rumore e con rumore, canale continuo con rumore.