

DATI REGISTRO

<i>insegnamento</i>	FONDAMENTI DI AUTOMATICA (cod. 077II)
<i>corso di studi</i>	IFO-L - INGEGNERIA INFORMATICA
<i>periodo</i>	Secondo semestre
<i>responsabile</i>	MARIO INNOCENTI
<i>docenti</i>	MARIO INNOCENTI , LORENZO POLLINI
<i>totale ore</i>	90 (Lezione: 63 ore , Esercitazione: 27 ore)

LEZIONI

1. [Mar 02/03/2021 13:30-16:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Introduzione al corso. Concetti principali. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
2. [Mer 03/03/2021 10:30-13:30 \(3:0 h\)](#) non tenuta: Lezione non tenuta per intervento chirurgico del docente. (MARIO INNOCENTI)
3. [Gio 04/03/2021 11:30-13:30 \(2:0 h\)](#) esercitazione: Introduzione e richiami di geometria ed algebra lineare. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
4. [Mar 09/03/2021 13:30-16:30 \(3:0 h\)](#) esercitazione: Richiami di algebra lineare: trasformazione di similitudine, autovalori, autovettori, autovettori generalizzati. Forma diagonale e di Jordan, coordinate modali, teorema di Cayley-Hamilton. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
5. [Mer 10/03/2021 10:30-13:30 \(3:0 h\)](#) esercitazione: Richiami di equazioni differenziali, soluzione casi particolari esempi numerici. Definizione di modelli, sistemi lineari tempo invarianti. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
6. [Gio 11/03/2021 11:30-13:30 \(2:0 h\)](#) lezione: Trasformata di Fourier. Trasformata di Laplace: definizione, teoremi fondamentali. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
7. [Mar 16/03/2021 13:30-16:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Soluzione di equazioni differenziali mediante trasformata di Laplace. Fratti semplici. Definizioni di funzione di trasferimento ed esempi numerici. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
8. [Mer 17/03/2021 10:30-13:30 \(3:0 h\)](#) esercitazione: Esempi di funzioni di trasferimenti. Algebra a blocchi, sistemi in retroazione unitari e non unitaria. Sensitività, sensitività complementare e funzione di trasferimento di anello. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
9. [Gio 18/03/2021 11:30-13:30 \(2:0 h\)](#) lezione: Introduzione alla rappresentazione nello spazio di stato. Calcolo delle variabili di stato da equazioni differenziali. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
10. [Mar 23/03/2021 13:30-16:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Soluzione di un sistema nello spazio di stato. Matrice esponenziale e suo calcolo, coordinate modali e modi naturali, esempi numerici. (MARIO INNOCENTI)
11. [Mer 24/03/2021 10:30-13:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Proprietà strutturali. Stabilità interna ed esterna, definizioni, movimenti di equilibrio. Stabilità per sistemi lineari e tempo invarianti. Cenni sulla teoria di Lyapunov: definizione di funzione di Lyapunov, teoremi fondamentali, equazione di Lyapunov. Stabilità mediante FdT. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
12. [Gio 25/03/2021 11:30-13:30 \(2:0 h\)](#) lezione: Criterio di Routh Hurwitz. Definizione, costruzione della tabella ed esempi numerici. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
13. [Mar 30/03/2021 13:30-16:30 \(3:0 h\)](#) esercitazione: Esercizi sul criterio di Routh-Hurwitz. cenni sulle proprietà strutturali e sulle realizzazioni. Realizzazioni minime. Introduzione alla risposta dinamica di un sistema. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
14. [Mer 31/03/2021 10:30-13:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Risposta a regime. Errore a regime, tipo di FdT di anello, teorema del valore finale. Risposta transitoria per sistemi del primo ordine, costante di tempo. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)

15. [Gio 08/04/2021 11:30-13:30 \(2:0 h\)](#) lezione: Risposta transitoria per sistemi del secondo ordine. Fattore di smorzamento, pulsazioni proprie, sovraelongazione, tempo di salita, tempo di assestamento, tempo di dimezzamento. Esempi numerici e poli dominanti. (MARIO INNOCENTI)
16. [Mar 13/04/2021 13:30-16:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Effetto degli zeri nella risposta. Sistemi a fase minima e a fase NON MINIMA. Esempi numerici. Introduzione alla risposta in frequenza. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
17. [Mer 14/04/2021 10:30-13:30 \(3:0 h\)](#) esercitazione: Risposta in frequenza, definizioni. Rappresentazioni grafiche. Tracciamento dei diagrammi di Bode. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
18. [Gio 15/04/2021 11:30-13:30 \(2:0 h\)](#) esercitazione: Esercizi sulle lezioni precedenti, Tracciamento dei diagrammi polari a mano e con Matlab. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
19. [Mar 20/04/2021 13:30-16:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Risposta in frequenza, casi particolari. Effetto del ritardo, sistemi instabili ed a fase non minima. FdT da dati sperimentali. Parametri di transitorio e regime dalla risposta in frequenza. Banda passante e frequenza di attraversamento in anello aperto. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
20. [Mer 21/04/2021 10:30-13:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Luogo delle radici: introduzione e motivazioni. Regole di tracciamento del luogo diretto. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
21. [Gio 22/04/2021 11:30-13:30 \(2:0 h\)](#) esercitazione: Esercizi sul luogo delle radici. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
22. [Mar 27/04/2021 13:30-16:30 \(3:0 h\)](#) esercitazione: Luogo delle radici inverso. Esercizi sul luogo delle radici. Introduzione al criterio di Nyquist. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
23. [Mer 28/04/2021 10:30-13:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Criterio di Nyquist. Principio dell'argomento, enunciato del criterio, dimostrazione grafica ed esercizi numerici. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
24. [Gio 29/04/2021 11:30-13:30 \(2:0 h\)](#) lezione: Introduzione ai sistemi tempo discreti. Esempi. Dinamica di un sistema tempo discreto: equazioni alle differenze. Mappa di transizione di stato ad 1 passo ed a N passi. (LORENZO POLLINI)
25. [Mar 04/05/2021 13:30-16:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Introduzione delle incertezze di sistema. Margini di stabilità. Definizioni, calcolo per sistemi che soddisfano il criterio di Bode. Sistemi con ritardi, sistemi a stabilità condizionata, grado di robustezza. Esempi numerici. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
26. [Mer 05/05/2021 10:30-13:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Punti di equilibrio, stabilità, convergenza ed asintotica stabilità. Esempi. Punti di equilibrio e stabilità per sistemi tempo discreto lineari. Modi della risposta libera. Connessione tra stabilità e convergenza dei modi. (LORENZO POLLINI)
27. [Gio 06/05/2021 11:30-13:30 \(2:0 h\)](#) lezione: Risposta di un sistema tempo discreto all'ingresso. Ingressi tipici: impulso e gradino. Generico ingresso come sequenza di impulsi. Risposta impulsiva del sistema. Risposta di un sistema ad ingresso generico come convoluzione tra ingresso e risposta impulsiva. Campionamento dei segnali, campionamento uniforme. Sampler e Conversione AD. Funzioni oscillatorie in tempo continuo e tempo discreto, esempi. Campionamento di una funzione oscillatoria ed introduzione al fenomeno dell'aliasing. Esempi. (LORENZO POLLINI)
28. [Mar 11/05/2021 13:30-16:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Controllori PID: struttura generale, contributo dei singoli componenti e loro uso. Filtraggio della componente derivativa, fenomeno del wind-up e soluzione. Tuning mediante le regole di Ziegler-Nichols. Esempio di tuning con Matlab. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
29. [Mer 12/05/2021 10:30-13:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Conversione da tempo discreto a tempo continuo. ZOH e FOH. Cenni alla funzione di trasferimento e risposta in frequenza dello ZOH. Campionamento di un sistema tempo continuo: lo ZOH equivalent. Esempi. Discretizzazione approssimata. (LORENZO POLLINI)
30. [Gio 13/05/2021 11:30-13:30 \(2:0 h\)](#) lezione: La Z Trasformata. Definizione di trasformata e antitrasformata Z. Esempi: impulso, gradino, esponenziale, sin e cos. Proprietà: linearità, traslazione nel tempo, teoremi del valore iniziale e finale. Interpretazione di Z^{-1} come operatore di ritardo. Esempio: trasformata di un segnale discreto di durata limitata (cenni a sistemi FIR). Trasformata Z di una somma di convoluzione. Definizione di funzione di trasferimento in Z per sistemi tempo discreti. Guadagno di un sistema TD. Riassunto di trasformate Z notevoli e collegamento con i modi dei sistemi TD. (LORENZO POLLINI)
31. [Mar 18/05/2021 13:30-16:30 \(3:0 h\)](#) esercitazione: Reti correttrici, concetti generali. Progetto di reti ad anticipo e ritardo di fase mediante la sintesi in frequenza ed il luogo delle radici. Esempi numerici. Fine della parte del prof. Innocenti. LEZIONE TELEMATICA. (MARIO INNOCENTI)
32. [Mer 19/05/2021 10:30-13:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Antitrasformata Z dall'espansione in fratti semplici, esempi di applicazione dell'espansione a sistemi TD. Sistemi di controllo TD: anello tipico di controllo in TD e confronto con TC. Esempio di controllore proporzionale e introduzione al luogo

delle radici TD. Esempi di tracciamento del luogo delle radici. Specifiche di prestazione: traduzione da specifiche in TC a specifiche in TD. La sampling transformation $z=e^{sT}$. Mappa delle specifiche di peak-time, overshoot e settling time in tempo discreto. Luoghi del piano complesso a overshoot, settling time e peak time constant. (LORENZO POLLINI)

33. [Gio 20/05/2021 11:30-13:30 \(2:0 h\)](#) lezione: principio del modello Interno. Tipo di un sistema. Errore a regime per ingressi tipici al variare del tipo del sistema. Controllore PID tempo discreto. Approssimazione delle azioni integrali e derivate tramite integrazione numerica, trapezoidale, Eulero in avanti ed Eulero indietro. (LORENZO POLLINI)
34. [Mer 26/05/2021 10:30-13:30 \(3:0 h\)](#) lezione: Approssimazione TD di controllori TC. Considerazioni sulla differenza tra ZOH-equivalent e approssimazione TD di controllore TC. Discretizzazione tramite integrazione, trapezoidale, Eulero in avanti ed indietro. Considerazioni sulla scelta del tempo di campionamento. La tecnica della sintesi diretta di controllori. Esempio. (LORENZO POLLINI)
35. [Gio 27/05/2021 11:30-13:30 \(2:0 h\)](#) lezione: Uso di matlab per la sintesi di controllori TD. Il sisotool per sistemi TD. Esempio con Sintesi diretta. Esempio di controllo dead-beat. (LORENZO POLLINI)