

**Corso di Laurea Magistrale:** Ingegneria Meccatronica (I anno - I semestre)

**Docente:** Angelo Cenedese

tel.: 049.827.7677

e-mail: angelo.cenedese@unipd.it

### Calendario delle Lezioni:

**L01: Mer. 03/10/2012** Introduzione al corso.

Modelli ingresso-uscita e modelli di stato. Esempi di sistemi fisici descrivibili attraverso modelli di stato.

**L02: Ven. 05/10/2012** Definizione dei modelli di stato. Proprietà di separazione. Principio di sovrapposizione degli effetti: evoluzione libera e forzata. Punto di equilibrio e modello linearizzato.

**L03: Mer. 10/10/2012** Linearizzazione per sistemi a tempo continuo. Linearizzazione per sistemi a tempo discreto.

**Esercizi:** linearizzazione.

**L04: Ven. 12/10/2012** Richiami di algebra lineare: spazi vettoriali, rappresentazioni, cambio di base. Effetti di un cambio di base sulle rappresentazioni di un vettore.

**L05: Mer. 17/10/2012** Trasformazioni lineari. Autovettori e autovalori. Polinomio annullatore, polinomio minimo. Teorema di Cayley-Hamilton.

**L06: Ven. 19/10/2012** Dinamica dei modelli di stato a tempo discreto. Evoluzione libera e forzata. Risposta impulsiva ( $m = 1$ ). Risposta impulsiva ( $m > 1$ ). Potenza di una matrice: matrice diagonale, diagonale a blocchi, diagonalizzabile. Forma di Jordan.

**Mer. 24/10/2012** *Lezione non tenuta.*

**L07: Ven. 26/10/2012** Potenza di una matrice: matrice in forma di Jordan, caso generico. Modi elementari.

**L08: Mer. 31/10/2012** Potenza di una matrice: calcolo "per tentativi". Analisi modale dei modelli di stato a tempo discreto. Richiami sulla trasformata Zeta: definizione, proprietà, trasformate notevoli. Analisi in Zeta dei modelli di stato a tempo discreto.

**L09: Mer. 07/11/2012** Matrice di trasferimento. Stabilità: definizione. Stabilità dei modelli di stato a tempo discreto.

**L10: Ven. 09/11/2012** **Esercizi:** forma di Jordan, analisi modale, stabilità, evoluzione di ingresso/uscita.

Dinamica dei modelli di stato a tempo continuo. Esponenziale di matrice: definizione,

proprietà.

---

**L11: Mar. 13/11/2012** Esponenziale del miniblocco di Jordan, matrice generica. Evoluzione libera del modello di stato a tempo continuo. Evoluzione forzata del modello di stato a tempo continuo.

**L12: Ven. 16/11/2012** Analisi in  $s$  dei modelli di stato a tempo continuo. Matrice di trasferimento. Stabilità dei modelli di stato a tempo continuo.

**Esercizi:** analisi modale, stabilità.

Sistemi algebricamente equivalenti.

---

**L13: Mer. 21/11/2012** Raggiungibilità dei sistemi a tempo discreto.

**L14: Ven. 23/11/2012** Controllabilità dei sistemi a tempo discreto. Calcolo dell'ingresso di controllo per sistemi a tempo discreto.

---

**L15: Mer. 27/11/2012** **Esercizi:** sottospazi di raggiungibilità e controllabilità. **Esercizi:** calcolo ingresso di controllo.

Raggiungibilità per sistemi a tempo continuo.

**L16: Ven. 30/11/2012** Controllabilità per sistemi a tempo continuo. Raggiungibilità di sistemi algebricamente equivalenti. Forma standard di raggiungibilità.

---

**L17: Mer. 05/12/2012** Forma standard di raggiungibilità. **Esercizi:** analisi modale, sottospazi di raggiungibilità e controllabilità.

*Ven. 07/12/2012 Lezione non tenuta.*

---

*Mer. 12/12/2012 Lezione non tenuta.*

*Ven. 14/12/2012 Lezione non tenuta.*

---

**L18: Mar. 18/12/2012** Criterio PBH di raggiungibilità. Criterio PBH di raggiungibilità di sistemi con  $F$  in forma di Jordan. Controllo in retroazione. Proprietà dei sistemi retroazionati.

**L19: Mer. 19/12/2012** Sistemi a 1 ingresso: forma canonica di controllo. Allocazione degli autovalori per sistemi a 1 ingresso. Funzione di trasferimento per sistemi SISO raggiungibili.

---

**L20: Mer. 09/01/2013** Sistemi a più ingressi: Lemma di Heymann. Allocazione degli autovalori e stabilizzazione per sistemi a più ingressi.

**L21: Ven. 11/12/2013** **Esercizi:** Allocazione degli autovalori per sistemi a 1 ingresso. **Esercizi:** retroazione e modi del sistema retroazionato.

Sistemi a memoria finita e controllo deadbeat.

**Esercizi:** calcolo del controllore per sistemi a più ingressi. **Esercizi:** controllori deadbeat.

---

**L22: Mar. 15/01/2013** Osservabilità e ricostruibilità: problema generale e condizioni finali. Dualità. Proprietà dei sistemi duali. Stima dello stato.

**L23: Mer. 16/01/2013** Stimatori asintotici e Deadbeat.

Esercizi: *stimatori asintotici/deadbeat.*

**L24: Mer. 16/01/2013** Sintesi del regolatore. Principio di separazione. Matrice di trasferimento.

Esercizi: *regolatore.*