

## TEORIA DEI SISTEMI

Prof. C. Manes, Prof. A. Germani

### Raccolta di alcune domande di esame

---

**Domanda 1.** Definizione di sistema mediante lo spazio di stato. Definizione delle funzioni di transizione dello stato e di trasformazione di uscita e loro proprietà. •

---

**Domanda 2.** Come si rappresentano le funzioni di transizione dello stato e di trasformazione di uscita nell'ipotesi di linearità rispetto allo stato e all'ingresso. •

---

**Domanda 3.** Definizione di matrice di transizione. Proprietà delle matrici di transizione (a tempo discreto o a tempo continuo). •

---

**Domanda 4.** Definizione di impulso unitario (a tempo continuo [Dirac] e a tempo discreto). Rappresentazione di funzioni di ingresso come convoluzione con l'impulso di Dirac (a tempo continuo) o come combinazione di impulsi unitari (a tempo discreto) (proprietà di campionamento dell'impulso). Definizione di matrice delle risposte impulsive (dello stato e dell'uscita). •

---

**Domanda 5.** Proprietà della matrice delle risposte impulsive dello stato (a tempo discreto o a tempo continuo). •

---

**Domanda 6.** Cos'è una rappresentazione esplicita di un sistema e cos'è una rappresentazione implicita. •

---

**Domanda 7.** Dimostrare che se in un sistema lineare a tempo continuo la matrice di transizione è derivabile, allora l'evoluzione dello stato è la soluzione di un'equazione differenziale lineare (formule di passaggio dalla rappresentazione esplicita a quella implicita). •

---

**Domanda 8.** Soluzione di sistemi di equazioni differenziali lineari omogenei: l'esponenziale di matrice. •

---

**Domanda 9.** Formule di passaggio dalla rappresentazione implicita a quella esplicita (sistemi a tempo continuo e a tempo discreto). •

---

**Domanda 10.** Calcolo della matrice di transizione dello stato mediante la decomposizione spettrale, nel caso di matrici semplici (sistemi a tempo continuo e a tempo discreto). •

---

**Domanda 11.** Il cambio delle coordinate nei sistemi lineari. Formule generali per il cambio di coordinate. Il caso particolare delle coordinate diagonali. •

---

**Domanda 12.** Calcolo della matrice delle risposte impulsive dello stato e dell'uscita mediante la decomposizione spettrale, nel caso di matrici semplici (sistemi a tempo continuo e a tempo discreto). •

---

**Domanda 13.** Descrizione dei modi naturali nel caso di autovalori reali (sistemi a tempo continuo e a tempo discreto). Definizione di stabilità semplice, asintotica, o di instabilità asintotica dei modi naturali. •

---

**Domanda 14.** Descrizione dei modi naturali nel caso di coppie di autovalori complessi (sistemi a tempo continuo e a tempo discreto). Definizione di stabilità semplice, asintotica, o di instabilità asintotica dei modi naturali. •

---

**Domanda 15.** Le proprietà di osservabilità (dall'uscita) e di eccitabilità (per impulsi in ingresso) dei modi naturali. •

---

**Domanda 16.** Definizione di trasformata di Laplace, e calcolo della trasformata di funzioni esponenziali e sinusoidali. •

---

- Domanda 17.** Definizione di trasformata  $Z$ , e calcolo della trasformata di funzioni (sequenze) esponenziali e sinusoidali. •
- 
- Domanda 18.** Individuare e spiegare le proprietà della trasformata di Laplace che vengono utilizzate per il calcolo della risposta forzata di sistemi lineari e stazionari a tempo-continuo. •
- 
- Domanda 19.** Individuare e spiegare le proprietà della trasformata  $Z$  che vengono utilizzate per il calcolo della risposta forzata di sistemi lineari e stazionari a tempo-discreto. •
- 
- Domanda 20.** Spiegare come vengono utilizzate le trasformate (di Laplace e  $Z$ ) per il calcolo della risposta forzata di sistemi lineari e stazionari (a tempo continuo e discreto). Un piccolo esercizio di calcolo. •
- 
- Domanda 21.** La matrice delle funzioni di trasferimento nei sistemi lineari e stazionari: definizione e formula di calcolo. •
- 
- Domanda 22.** La risposta a regime per ingressi costanti. Separazione tra risposta transitoria e risposta a regime (nel dominio del tempo e nel dominio di Laplace o  $Z$ ). •
- 
- Domanda 23.** La risposta a regime per ingressi esponenziali. Separazione tra risposta transitoria e risposta a regime (nel dominio di Laplace o  $Z$ ). •
- 
- Domanda 24.** La risposta armonica: definizione, esistenza e dimostrazione della formula di calcolo, nei sistemi a tempo continuo e a tempo discreto, sia nel dominio del tempo che nel dominio delle trasformate. •
- 
- Domanda 25.** Cosa sono i diagrammi di Bode dei moduli e delle fasi di una funzione di trasferimento. Cosa è il diagramma polare. •
- 
- Domanda 26.** Enunciare e giustificare le regole per il tracciamento dei diagrammi di Bode per i termini monomi e binomi. •
- 
- Domanda 27.** Enunciare e giustificare le regole per il tracciamento dei diagrammi di Bode per i termini trinomi. •
- 
- Domanda 28.** La chiusura all'infinito dei diagrammi polari: quando occorre fare la chiusura all'infinito, come va fatta e perché. •
- 
- Domanda 29.** Il criterio di Nyquist per lo studio della stabilità di sistemi lineari a retroazione unitaria: enunciato e dimostrazione. •
- 
- Domanda 30.** Definizione di punto di equilibrio di un sistema dinamico. Definizione di stabilità e di stabilità asintotica di un punto di equilibrio. •
- 
- Domanda 31.** Il criterio di Lyapunov per lo studio della stabilità semplice ed asintotica dei punti di equilibrio di sistemi non lineari: enunciato e dimostrazione. •
- 
- Domanda 32.** Punti di equilibrio e stabilità nei sistemi lineari e stazionari. L'equazione di Lyapunov (Sylvester) per la determinazione di una funzione di Lyapunov quadratica. •
- 
- Domanda 33.** Derivazione delle equazioni dell'approssimazione lineare di sistemi non lineari nell'intorno di punti di equilibrio. La matrice Jacobiana. •
- 
- Domanda 34.** Analisi della stabilità di punti di equilibrio di sistemi non lineari mediante lo studio degli autovalori della matrice Jacobiana (sistemi a tempo discreto e a tempo continuo). •
- 
- Domanda 35.** Il criterio di Routh per lo studio del segno delle radici di un polinomio. Applicazione del criterio di Routh per l'analisi della stabilità dei sistemi retroazionati. •
-

**Domanda 36.** Definizione di stati indistinguibili e di stati inosservabili. La matrice di osservabilità e lo spazio degli stati inosservabili. •

---

**Domanda 37.** Definizione di stati raggiungibili e di stati controllabili. La matrice di raggiungibilità e lo spazio degli stati raggiungibili. •

---

**Domanda 38.** La matrice di osservabilità a  $k$  passi nei sistemi a tempo discreto, e la matrice di raggiungibilità a  $k$  passi. •

---

**Domanda 39.** Il Gramiano di osservabilità e il Gramiano di raggiungibilità. Definizioni e proprietà. •

---

**Domanda 40.** Definizione di A-invarianza di sottospazi e cambio di coordinate secondo direzioni A-invarianti. •

---

**Domanda 41.** Come si verifica la A-invarianza degli spazi di stati inosservabili e di stati raggiungibili. •

---

**Domanda 42.** Come si definisce una trasformazione di coordinate che separi il sottosistema inosservabile dal sottosistema osservabile •

---

**Domanda 43.** Come si definisce una trasformazione di coordinate che separi il sottosistema raggiungibile dal sottosistema irraggiungibile. •

---

**Domanda 44.** Scomposizione strutturale di Kalman: come si definisce una trasformazione di coordinate che separi i quattro sottosistemi raggiungibile/irraggiungibile-osservabile/inosservabile. •

---

**Domanda 45.** Come si realizza con lo spazio di stato una funzione di trasferimento (rappresentazione canonica in forma di controllore: forma canonica raggiungibile). •

---

**Domanda 46.** Come si realizza con lo spazio di stato una funzione di trasferimento (rappresentazione canonica in forma di osservatore: forma canonica osservabile). •