Dynamical Systems Theory - Appello Febbraio 2021

Nome: Correzione Quiz **Cognome:** Febbraio 2021

Matricola: 18022021

Tutti i campi sono obbligatori

1 (codice domanda: 3216)
La matrice di trasferimento di un sistema dinamico LTI:

- ✔ è funzione della sola parte controllabile e osservabile del sistema
- Ⓑ è funzione della sola parte raggiungibile del sistema
- Ⓒ è funzione della sola parte osservabile del sistema
- Ⓓ è funzione della sola parte controllabile del sistema

2 (codice domanda: 3109)
La matrice di trasferimento W(s) di un sistema lineare tempoinvariante tempocontinuo descritto dalla quadrupla di matrici (F,G,H,L) vale:

Ⓐ $L(sI-F)^{-1}G+H$ Ⓑ $H(sI-F)^{-1}G+F$ ✔ $H(sI-F)^{-1}G+L$ Ⓓ $G(sI-F)^{-1}G+L$

3 (codice domanda: 3121)
In un sistema dinamico lineare tempocontinuo tempoinvariante con matrice di stato F singolare e matrice di accoppiamento tra ingresso e stato G invertibile:

- Ⓐ tutti gli ingressi sono di equilibrio
- ✔ tutti i punti dello spazio di stato sono di equilibrio
- Ⓒ solo alcuni punti dello spazio di stato sono di equilibrio
- Ⓓ l'insieme degli stati di equilibrio corrispondente a un particolare ingresso di equilibrio è dato da un unico punto dello spazio di stato

4 (codice domanda: 3131)
Per calcolare il movimento di un sistema lineare tempoinvariante tempocontinuo in Matlab:

- Ⓐ si può utilizzare unicamente il Simulink
- Ⓑ si può utilizzare unicamente la suite "ode" (per la risoluzione dei sistemi di equazioni differenziali).
- Ⓒ si può utilizzare unicamente il Control System Toolbox
- ✔ nessuna delle altre risposte è corretta.

5 (codice domanda: 3224)
Dato un sistema dinamico LTI, è possibile sintetizzare un osservatore o stimatore asintotico dello stato:

- Ⓐ unicamente se la parte instabile del sistema è non osservabile
- Ⓑ unicamente se il sistema è completamente osservabile
- Ⓒ anche se la parte non osservabile del sistema è instabile
- ✔ unicamente se la parte non osservabile del sistema è asintoticamente stabile

6 (codice domanda: 3101)
Il sistema dinamico rappresentato dal legame ingresso-uscita del tipo:

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2}+3\frac{dy(t)}{dt}y(t)+2y(t)=u(t)+\frac{du(t)}{dt}$$

Ⓐ è lineare tempovariante
✔ è nonlineare tempoinvariante
Ⓒ è lineare tempoinvariante
Ⓓ è nonlineare tempovariante

7 **(codice domanda: 3220)**
Dati due stati x_1 e x_2 indistinguibili e non nulli dello spazio di stato di un sistema dinamico LTI, si dica quale delle seguenti affermazioni è vera:

Ⓐ Le corrispondenti risposte libere ai due stati iniziali x_1 e x_2 sono uguali
Ⓑ La differenza $x_1 - x_2$ appartiene al sottospazio di non osservabilità
Ⓒ Il sistema non è completamente osservabile
✔ Tutte le altre risposte sono corrette

8 **(codice domanda: 3113)**
La forma di Jordan di una matrice di dimensioni 4x4 con due autovalori distinti λ_1 di molteplicità algebrica unitaria e λ_2 di molteplicità algebrica tripla ha un numero complessivo di miniblocchi triangolari di Jordan:

Ⓐ che è certamente uguale a 2
✔ che può essere superiore a 2
Ⓒ che è certamente uguale a 4
Ⓓ che può essere uguale a 1

9 **(codice domanda: 3111)**
La matrice potenza di transizione di stato di un sistema lineare tempoinvariante tempodiscreto avente matrice di stato F vale:

Ⓐ $F^k = (zI - F)^{-1}$
Ⓑ $F^k = Z^{-1}\{F(zI - F)^{-1}\}$
Ⓒ $F^k = Z^{-1}\{(zI - F)^{-1}\}$
✔ $F^k = Z^{-1}\{z(zI - F)^{-1}\}$

10 **(codice domanda: 3129)**
L'istruzione Matlab tf2zp consente di:

Ⓐ passare dalla rappresentazione fattorizzata di una funzione di trasferimento razionale fratta alla sua rappresentazione polinomiale.
Ⓑ passare dalla rappresentazione di un sistema sotto forma di funzione di trasferimento alla sua rappresentazione in forma di stato.
✔ passare dalla rappresentazione polinomiale di una funzione di trasferimento razionale fratta alla sua rappresentazione fattorizzata.
Ⓓ passare dalla rappresentazione di un sistema in forma di stato alla sua rappresentazione sotto forma di funzione di trasferimento.

11 **(codice domanda: 3208)**
Un sistema nonlineare tempoinvariante tempodiscreto autonomo ha un punto di equilibrio nell'origine ed ha matrice di stato della linearizzazione nell'equilibrio

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Pertanto, l'origine è un punto di equilibrio:

Ⓐ semplicemente stabile per il sistema nonlineare
✔ con caratteristiche di stabilità non deducibili sulla base delle sole informazioni date
Ⓒ instabile per il sistema nonlineare
Ⓓ asintoticamente stabile per il sistema nonlineare

12 **(codice domanda: 3222)**
Dato un sistema dinamico LTI (F, G, H, L) tempocontinuo, è certamente possibile definire una funzione di ingresso $u(\cdot)$ definita su $[0,t]$ che permette al sistema di evolvere dallo stato inziale nullo $x(0) = 0$ ad un particolare stato finale $x_1 = x(t)$ solo se:

Ⓐ il sistema è completamente raggiungibile
Ⓑ x_1 appartiene al sottospazio di osservabilità
✔ x_1 appartiene al sottospazio di raggiungibilità
Ⓓ il sistema è completamente controllabile

13 (codice domanda: 3214)
Un sistema LTI strettamente proprio dato dalla terna di matrici (F,G,H) completamente controllabile è anche completamente raggiungibile:

Ⓐ Sempre
Ⓑ Unicamente se il sistema è tempocontinuo
Ⓒ Mai
✔ Se il sistema è tempocontinuo oppure se è tempodiscreto con matrice di stato avente determinante non nullo

14 (codice domanda: 3103)
La matrice:

$$\begin{bmatrix} te^{-2t}, & 3e^{-2t} \\ 2te^{-2t}, & 6e^{-2t} \end{bmatrix}$$

Ⓐ è l'esponenziale della matrice di stato di un sistema tempocontinuo instabile
Ⓑ è l'esponenziale della matrice di stato di un sistema tempocontinuo semplicemente stabile
Ⓒ è l'esponenziale della matrice di stato di un sistema tempocontinuo asintoticamente stabile
✔ non può essere l'esponenziale della matrice di stato di alcun sistema tempocontinuo

15 (codice domanda: 3117)
Il sistema dinamico, lineare tempoinvariante tempocontinuo avente matrice di transizione di stato esponenziale:

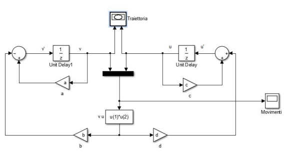
$$\begin{bmatrix} e^{-2t}, & \frac{1}{2} - \frac{1}{2}e^{-2t} \\ 0, & 1 \end{bmatrix}$$

Ⓐ presenta un modo limitato.
✔ Tutte le altre risposte sono corrette
Ⓒ presenta una forma di Jordan diagonale.
Ⓓ presenta due modi naturali.

16 (codice domanda: 3107)
Il sistema dinamico, lineare tempoinvariante tempocontinuo, avente matrice di transizione di stato:

$$\begin{bmatrix} e^{2t}cos(t), & e^{2t}sin(t), & 0 \\ -e^{2t}sin(t), & e^{2t}cos(t), & 0 \\ 0, & 0, & e^{-2t} \end{bmatrix}$$

Ⓐ Ha autovalori 1+2j, 1-2j, -2
Ⓑ Ha autovalori -2+j, -2-j, -2
Ⓒ Ha autovalori 2+j, -2, -2
✔ Ha autovalori 2+j, 2-j, -2



17 (codice domanda: 3228)
Si consideri lo schema Simulink riportato in figura. Si indichi quale delle seguenti affermazioni è corretta.

✔ Lo schema corrisponde ad un sistema dinamico tempodiscreto nonlineare del secondo ordine.
Ⓑ Lo schema corrisponde ad un sistema dinamico tempocontinuo nonlineare del secondo ordine.
Ⓒ Lo schema corrisponde ad un sistema dinamico tempodiscreto lineare del secondo ordine.
Ⓓ Lo schema corrisponde ad un sistema dinamico tempocontinuo lineare del secondo ordine.

18 (codice domanda: 3105)
Il sistema dinamico, lineare tempoinvariante tempocontinuo, avente matrice di transizione di stato:

$$\begin{bmatrix} e^{-2t}, & te^{-2t}, & 0 \\ 0, & e^{-2t}, & 0 \\ 0, & 0, & 1 \end{bmatrix}$$

- ✔ Ha due autovalori distinti e tre modi naturali
- Ⓑ Ha tre autovalori distinti e tre modi naturali
- Ⓒ Ha due autovalori distinti e due modi naturali
- Ⓓ Ha tre autovalori distinti e due modi naturali

19 **(codice domanda: 3212)**
Un sistema dinamico LTI (F, G, H, L) è stabilizzabile

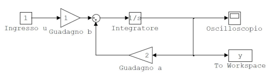
- ✔ se il sottosistema non raggiungibile, ove presente, è asintoticamente stabile
- Ⓑ se la parte instabile del sistema è osservabile
- Ⓒ solo se il sistema è completamente raggiungibile
- Ⓓ se il sistema è asintoticamente stabile

20 **(codice domanda: 3119)**
La molteplicità geometrica di un autovalore λ della matrice di stato F di un sistema dinamico:

- Ⓐ è la degenerazione della matrice caratteristica $\lambda I - F$
- ✔ Tutte le altre risposte sono corrette
- Ⓒ è il numero di autovettori linearmente indipendenti associati all'autovalore λ
- Ⓓ è il numero di miniblocchi di Jordan associati all'autovalore λ

21 **(codice domanda: 3125)**
Un sistema lineare tempoinvariante tempocontinuo di dimensione 3x3 avente come matrice di stato la matrice identità:

- Ⓐ è semplicemente stabile.
- ✔ è instabile.
- Ⓒ Ha caratteristiche di stabilità non deducibili sulla base delle sole informazioni date.
- Ⓓ è asintoticamente stabile.



22 **(codice domanda: 3127)**
Si consideri lo schema Simulink riportato in figura. Si indichi quale delle seguenti affermazioni è corretta.

- ✔ Lo schema implementa il metodo di risoluzione di un'equazione differenziale lineare del primo ordine a coefficienti costanti.
- Ⓑ Lo schema implementa il metodo di risoluzione di un'equazione differenziale lineare del secondo ordine a coefficienti costanti.
- Ⓒ Lo schema implementa il metodo di risoluzione di un'equazione alle differenze lineare del secondo ordine a coefficienti costanti.
- Ⓓ Lo schema implementa il metodo di risoluzione di un'equazione alle differenze lineare del primo ordine a coefficienti costanti.

23 **(codice domanda: 3226)**
Il sistema nonlineare tempoinvariante tempocontinuo

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = -2x_1(t) + (\sin^2 x_1(t) + 1)x_2(t) + 2u(t) \\ \dot{x}_2(t) = x_2 \end{cases}$$

ha un punto di equilibrio nell'origine con ingresso nullo. Si dica quale tra le seguenti è la corretta coppia delle matrici di stato e di accoppiamento ingresso stato del sistema linearizzato nell'equilibrio:

- ✔ $F = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; G = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix};$
- Ⓑ $F = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; G = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix};$
- Ⓒ $F = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}; G = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix};$
- Ⓓ $F = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; G = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix};$

24 **(codice domanda: 3218)**
Un particolare sistema dinamico LTI strettamente proprio è definito dalla seguente terna di matrici:
$F=\begin{bmatrix} F_{11} & 0 \\ 0 & F_{22} \end{bmatrix}, G=\begin{bmatrix} G_1 \\ 0 \end{bmatrix}, H=\begin{bmatrix} 0 & 2 \end{bmatrix}.$
Si dica quale delle seguenti affermazioni è corretta:

- ✔ Tutte le altre affermazioni sono corrette
- Ⓑ Il sistema non è completamente controllabile né completamente osservabile
- Ⓒ Il sistema è in forma canonica di osservabilità
- Ⓓ Il sistema è in forma canonica di controllabilità

25 **(codice domanda: 3204)**
Il criterio di Hurwitz stabilisce che:

- Ⓐ Condizione sufficiente perché un sistema tempocontinuo LTI sia asintoticamente stabile è che tutti i minori principali della matrice di Hurwitz siano positivi
- ✔ Condizione necessaria e sufficiente perché un sistema tempocontinuo LTI sia asintoticamente stabile è che tutti i minori principali della matrice di Hurwitz siano strettamente positivi
- Ⓒ Condizione sufficiente perché un sistema tempocontinuo LTI sia asintoticamente stabile è che tutti i minori principali della matrice di Hurwitz siano strettamente positivi
- Ⓓ Condizione necessaria e sufficiente perché un sistema tempocontinuo LTI sia asintoticamente stabile è che tutti i minori principali della matrice di Hurwitz siano positivi

26 **(codice domanda: 3115)**
Un sistema dinamico del quarto ordine ha una matrice di stato diagonale con polinomio caratteristico:

$(\lambda-\lambda_1)^2(\lambda-\lambda_2)^2$

- Ⓐ Non vi sono sufficienti informazioni per individuare la molteplicità geometrica degli autovalori
- Ⓑ L'indice dei due autovalori è doppio
- ✔ L'indice dei due autovalori è unitario
- Ⓓ La molteplicità geometrica di entrambi gli autovalori è unitaria

27 **(codice domanda: 3202)**
Dato un sistema dinamico LTI tempodiscreto con matrice di stato F, condizione necessaria e sufficiente perché il sistema sia asintoticamente stabile è che, per ogni matrice Q simmetrica e definita positiva delle dimensioni di F, l'equazione matriciale lineare nella matrice incognita P:

- Ⓐ $F^TP+PF=-Q$ ammetta una soluzione simmetrica definita negativa
- ✔ $F^TPF-P=-Q$ ammetta una soluzione simmetrica definita positiva
- Ⓒ $F^TP+PF=-Q$ ammetta una soluzione simmetrica definita positiva
- Ⓓ $F^TPF-P=-Q$ ammetta una soluzione simmetrica definita negativa

28 **(codice domanda: 3230)**
Per calcolare la traiettoria di un sistema tempocontinuo del secondo ordine in ambiente Matlab:

- Ⓐ si può utilizzare il Control System Toolbox.
- Ⓑ si può utilizzare il blocco "XYGraph" di Simulink.
- ✔ Tutte le altre risposte sono corrette.
- Ⓓ si può utilizzare il tool “pplane” in Matlab.

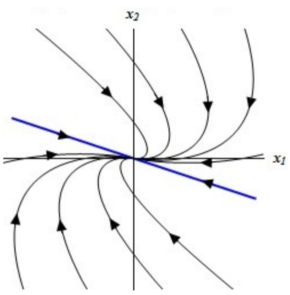
29 **(codice domanda: 3206)**
Il sistema dinamico con equazione di stato $\dot{x}(t)=-x^3(t)$ ha, nel punto di equilibrio origine, equazione linearizzata $\dot{x}(t)=0$.

Pertanto, il metodo indiretto di Lyapunov o della linearizzazione:

- ✔ non fornisce informazioni sulla stabilità dell'origine per il sistema nonlineare.
- Ⓑ permette di concludere che l'origine è instabile per il sistema nonlineare
- Ⓒ permette di concludere che l'origine è asintoticamente stabile per il sistema nonlineare
- Ⓓ permette di concludere che l'origine è semplicemente stabile per il sistema nonlineare

30 **(codice domanda: 3232)**
Le seguenti istruzioni Matlab
ti = 0; tf= 5; x0 = [0 ; 1]; ode45(@Siseq, [ti tf], x0);
consentono di calcolare:

- Ⓐ il movimento di un sistema del secondo ordine la cui dinamica è descritta dalla funzione "Siseq", unicamente nel caso in cui il sistema è lineare
- ✔ il movimento di un sistema del secondo ordine la cui dinamica è descritta dalla funzione "Siseq", indipendentemente se il sistema è lineare oppure nonlineare
- Ⓒ nessun risultato perché la sintassi delle istruzioni non è corretta.
- Ⓓ il movimento di un sistema del secondo ordine la cui dinamica è descritta dalla funzione "Siseq", unicamente nel caso in cui il sistema è nonlineare



31 **(codice domanda: 3210)**
Le traiettorie nel piano di stato di un sistema dinamico, nonlineare tempoinvariante tempocontinuo, del secondo ordine sono rappresentate dal quadro di stato in figura. Pertanto, il sistema presenta nell'origine un punto di equilibrio:

- Ⓐ semplicemente stabile
- Ⓑ asintoticamente stabile
- ✔ globalmente asintoticamente stabile
- Ⓓ instabile

32 **(codice domanda: 3123)**
Le seguenti funzioni $V_1(x_1,x_2) = {x_1}^2 + {x_2}^2$ **e** $V_2(x_1,x_2) = (x_1 + x_2)^2$ **sono:**

- Ⓐ V_1 semidefinita positiva nell'origine e V_2 definita positiva nell'origine
- ✔ V_1 definita positiva nell'origine e V_2 semidefinita positiva nell'origine
- Ⓒ entrambe definite positive nell'origine
- Ⓓ entrambe semidefinite positive nell'origine