

Esame di “FONDAMENTI DI AUTOMATICA” (9 CFU)

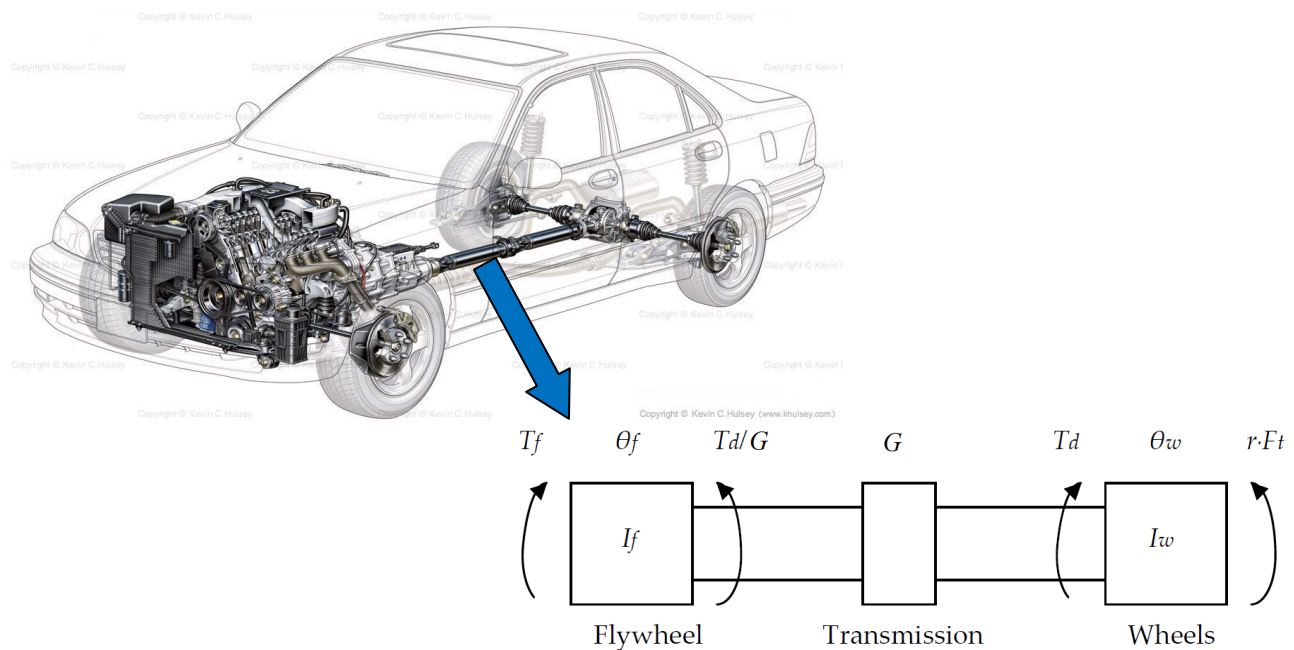
Prova scritta – 8 giugno 2018

COGNOME e NOME: _____

MATRICOLA: _____

ESERCIZIO 1.

Il sistema di trasmissione della trazione in un'automobile può essere schematizzato come un gruppo meccanico costituito da due inerzie principali, quella dell'albero motore con relativo volano e quella dell'assale delle ruote motrici, interconnesse in modo elastico e con un certo rapporto di riduzione. La figura seguente mostra lo schema semplificato di interconnessione delle parti considerate di una generica automobile:



Dal bilancio dei momenti (T_f , T_d e $r \cdot F_t$) applicati alle due parti in moto (i.e. motore e assale ruote), si ottengono le seguenti equazioni differenziali:

$$I_f \ddot{\theta}_f = T_f - \left[\frac{K_s}{G} \left(\frac{\theta_f}{G} - \theta_w \right) + \frac{B_s}{G} \left(\frac{\dot{\theta}_f}{G} - \dot{\theta}_w \right) \right]$$

$$I_w \ddot{\theta}_w = \left[K_s \left(\frac{\theta_f}{G} - \theta_w \right) + B_s \left(\frac{\dot{\theta}_f}{G} - \dot{\theta}_w \right) \right] - r \cdot F_t$$

nella quale I_f e I_w sono i momenti di inerzia dell'albero motore e dell'assale ruote, K_s e B_s sono rispettivamente l'elasticità e la viscosità della trasmissione, T_f è il momento generato dal motore mentre $r \cdot F_t$ è quello generato dalle ruote per effetto della trazione al suolo.

NOTA BENE: quest'ultima quantità $r \cdot F_t$ verrà nel seguito considerata un disturbo, per cui esclusa dal modello matematico per il controllo oggetto dell'esercizio.

Si determini il corrispondente modello dinamico nello spazio degli stati, di ordine 3 e del tipo:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t); y(t) = Cx(t) + Du(t)$$

fissando le seguenti scelte per stato, ingresso e uscita:

$$x_1 = \left(\frac{\theta_f}{G} - \theta_w \right); x_2 = \dot{\theta}_f; x_3 = \dot{\theta}_w; u = T_f; y = x_2$$

RISPOSTA:

$A =$

$B =$

$C =$

$D =$

ESERCIZIO 2.

Dato il modello ottenuto nell'Esercizio 1, si sostituiscano i seguenti valori per i parametri fisici:

$$I_f = 0,05; \quad I_w = 0,1; \quad K_s = 4; \quad B_s = 1; \quad G = 2;$$

e si verifichi se il sistema sia o meno completamente controllabile, calcolando la matrice di raggiungibilità ed il relativo rango.

RISPOSTA:

$$P =$$

$$\text{rango}(P) =$$

Perciò il sistema E' / NON E' completamente controllabile

ESERCIZIO 3.

Per il sistema con i valori numerici indicati nell'Esercizio 2, si progetti una retroazione stato-ingresso (i.e. $u = Hx + v$), in modo tale che:

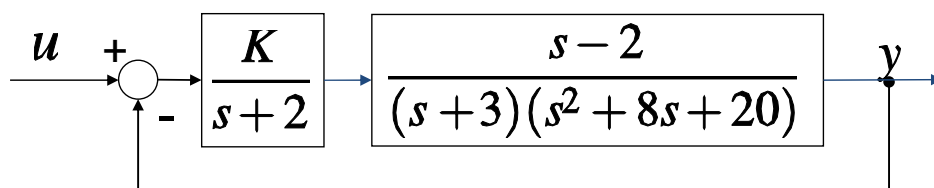
- gli autovalori assegnabili del sistema chiuso in retroazione siano tutti reali e distinti;
- il più lento di tali autovalori abbia tempo di assestamento (al 5%) di 1 secondo e gli altri assegnabili abbiano valori assoluti progressivi di una unità (es. -3, -4, ecc.).

RISPOSTA:

$$H =$$

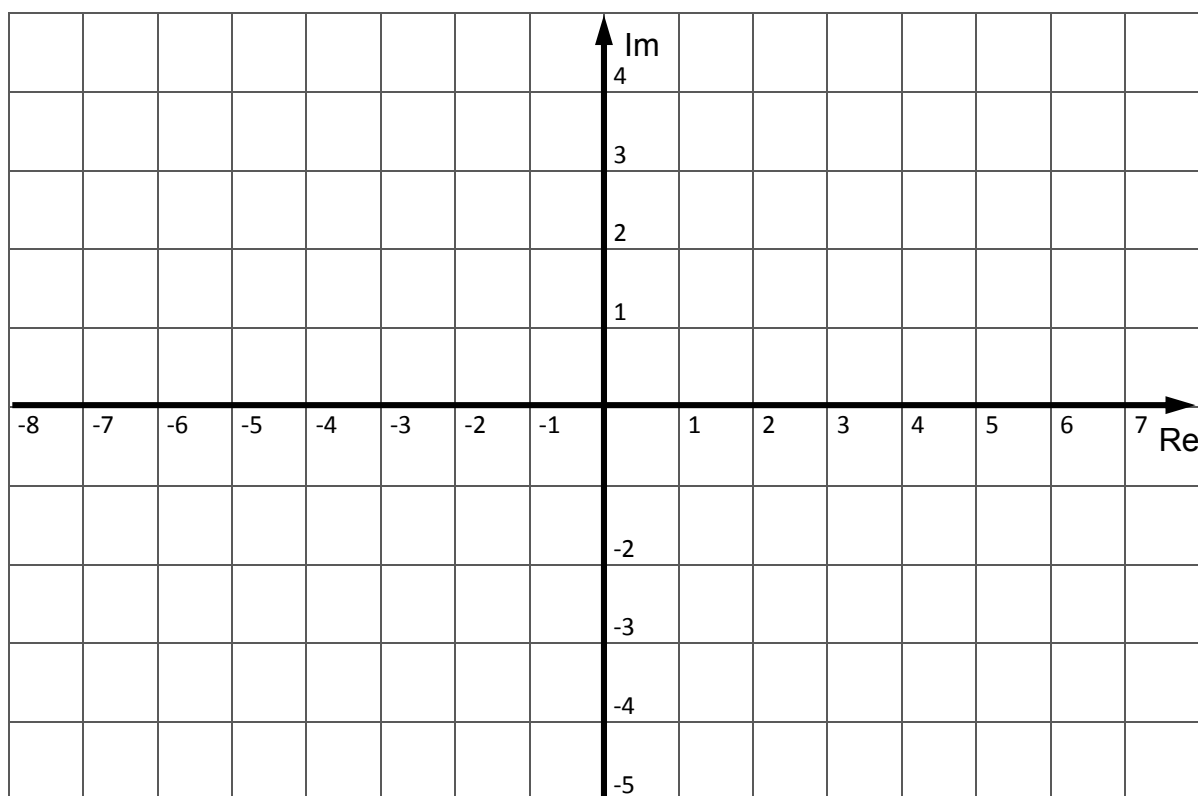
ESERCIZIO 4.

Dato il sistema descritto dal seguente diagramma a blocchi:



si disegni il corrispondente luogo delle radici valido per $K > 0$ (luogo diretto).

RISPOSTA:



ESERCIZIO 5.

Dato il sistema dal diagramma a blocchi dell'Esercizio 4, si determini il valore di K tale per cui il sistema ad anello chiuso risulti avere un polo in $s=0$.

RISPOSTA:

$$K =$$

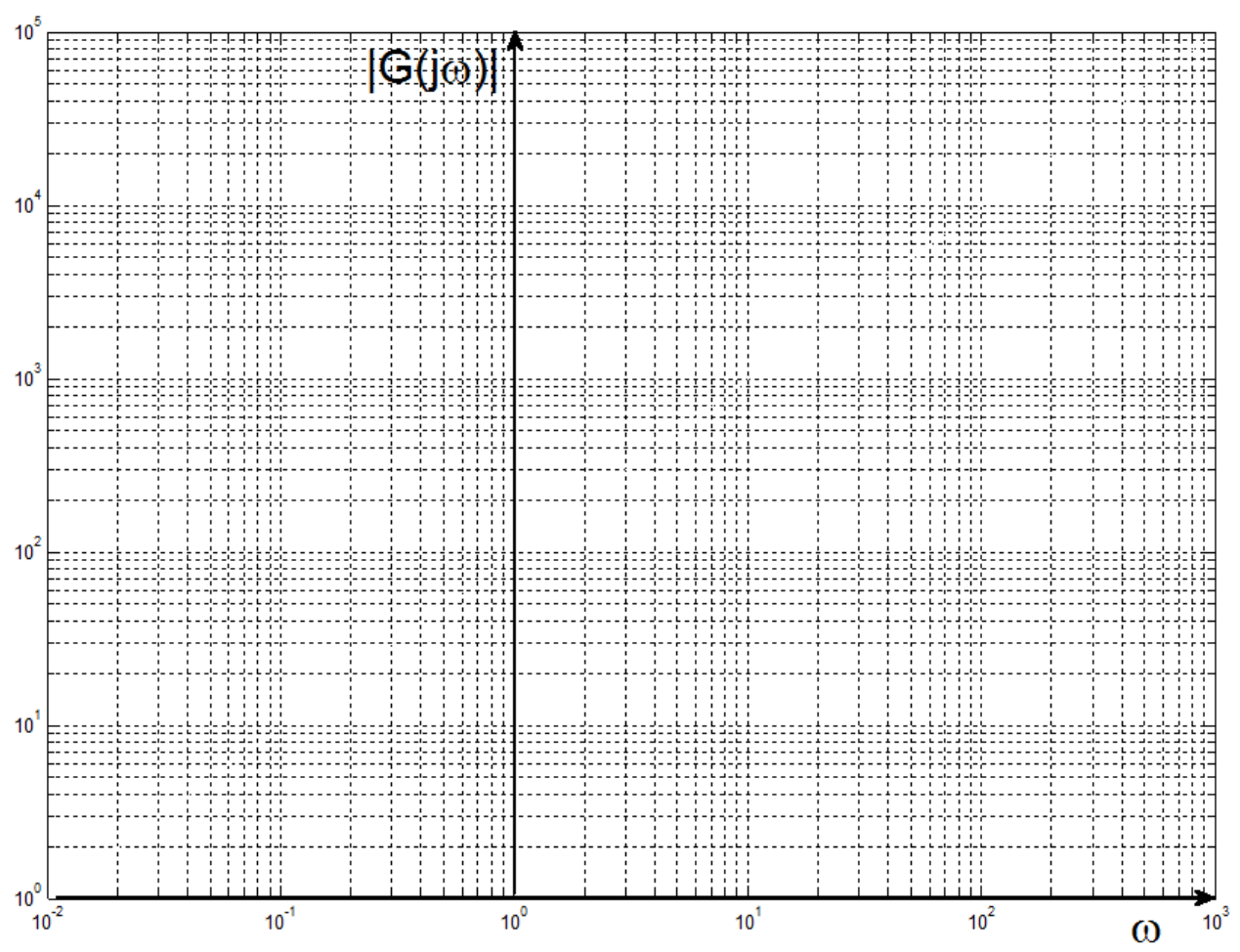
ESERCIZIO 6.

Data la seguente funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{100(1+2s)(1+\frac{s}{2})^2}{s(1+\frac{s}{20})^2(1+\frac{s}{100})}$$

Si tracci il corrispondente diagramma di Bode delle ampiezze, considerandone solamente l'approssimazione asintotica.

RISPOSTA:



TEST A RISPOSTA MULTIPLA

DOMANDA 1.

La forma minima per un sistema dinamico, lineare e stazionario, risulta di ordine minore a quello del sistema stesso quando:

- ☐ Il sistema non è completamente osservabile
- ☐ Il sistema non è completamente raggiungibile
- ☐ Esiste una parte non raggiungibile e non osservabile
- ☐ Sempre

DOMANDA 2.

Due sistemi dinamici, lineari e stazionari, asintoticamente stabili, collegati in cascata danno luogo ad un sistema:

- ☐ non completamente controllabile
- ☐ non completamente osservabile
- ☐ asintoticamente stabile
- ☐ semplicemente stabile

DOMANDA 3.

Il polinomio caratteristico di un sistema dinamico lineare, stazionario e tempo continuo, è:

$$\lambda^3(\lambda + 2)$$

Il sistema:

- ☐ ha un modo semplicemente stabile
- ☐ ha un modo asintoticamente stabili
- ☐ ha un modo instabile
- ☐ può avere un modo instabile

DOMANDA 4.

La matrice di transizione del sistema dinamico: $\dot{x}(t) = ax(t) \quad (x(t) \in \mathbb{R})$ risulta essere:

- ☐ e^{0t}
- ☐ e^{-at}
- ☐ e^{at}
- ☐ 0

DOMANDA 5.

Il tempo di assestamento (al +/- 5%) del sistema avente la seguente funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{1}{s + 6}$$

risulta essere

- ☐ $T_a = 1$
- ☐ $T_a = 2$
- ☐ $T_a = 3$
- ☐ $T_a = 1/2$

DOMANDA 6.

Il valore a regime $Y(\infty)$ della risposta al gradino unitario ($U(s) = 1/s$) della seguente f.d.t:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{s+3}{s+2}$$

- ☐ è infinito
- ☐ è finito e vale $3/2$
- ☐ è finito e vale $2/3$
- ☐ è nullo

DOMANDA 7.

Il tempo di assestamento del sistema avente funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\delta\omega_n s + \omega_n^2}$$

- ☐ diminuisce all'aumentare di ω_n
- ☐ aumenta all'aumentare di ω_n
- ☐ diminuisce all'aumentare di δ
- ☐ aumenta all'aumentare di δ

DOMANDA 8.

La funzione di trasferimento del regolatore PID, espressa con la seguente formulazione (detta *interagente*):

$$G_c(s) = K_c \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right) (1 + T_d s)$$

- ☐ è un sistema fisicamente realizzabile
- ☐ non è un sistema fisicamente realizzabile
- ☐ è sempre caratterizzata da una coppia di zeri reali
- ☐ è sempre caratterizzata da una coppia di poli reali