มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2554

วันที่ 20 ธันวาคม 2554 เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา 210 - 342 Continuous-Time Control Systems ห้อง หัวหุ่นยนต์

ชื่อ-นามสกุล ..... รหัสนักศึกษา ..... ตอนที่ ...01...

หมายเหตุ

1. ข้อสอบมีทั้งหมด .....6..... ข้อ ในกระดาษคำถาม .....10..... หน้า (รวมปก)
2. ห้ามการหยิบยืมสิ่งใด ๆ ทั้งสิ้นจากผู้อื่น ๆ เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
3. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
4. ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ **แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที** ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบก่อนจะลุกจากที่นั่ง
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใด ๆ ทั้งสิ้น
6. ผู้ที่ปฏิบัติเข้าข่ายทุจริตในการสอบ ตามประกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์ **มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา**
7. ให้นักศึกษาสามารถนำสิ่งต่อไปนี้เข้าห้องสอบได้

   ☐ ตำรา ☐ หนังสือ ☑ เครื่องคิดเลข

   ☐ กระดาษ A4 ..... แผ่น ☐ พจนานุกรม ☑ อื่น ๆ ปากกา ดินสอและยางลบ
8. ให้ทำข้อสอบโดยใช้

   ☑ ดินสอ ☑ ปากกา

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	รวม
คะแนนเต็ม	20	10	10	10	10	10	70
คะแนนที่ได้							

ผู้ออกข้อสอบ .....ผศ.อนุวัตร ประเสริฐสิทธิ์.....

นักศึกษารับทราบ ลงชื่อ .....

Name_____Student ID_____Section__01__

Problem 1 (20 Points)

The mechanical system has a mass (m) of 1 kg, stiffness (k) of 20 N/m and damping coefficient (b) of 5 Ns/m.

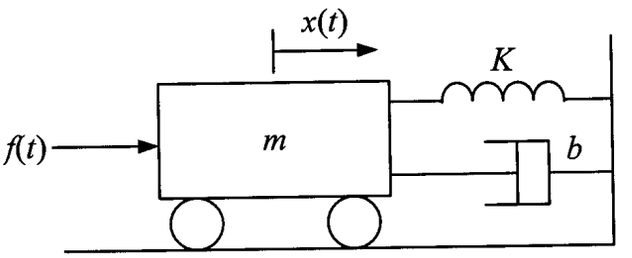
(a) Write the state-space model.

(b) Write the transfer function, $G(s) = X(s)/F(s)$.

(c) If the external force $f(t)$ is 10 N. Find the response $x(t)$.

(d) Calculate T_s, T_p, and %OS if $f(t)$ is 10 N.

(e) Calculate steady-state error if $f(t)$ is 10 N.



Solution

Name_____Student ID_____Section__01__

Name_____Student ID_____Section__01__

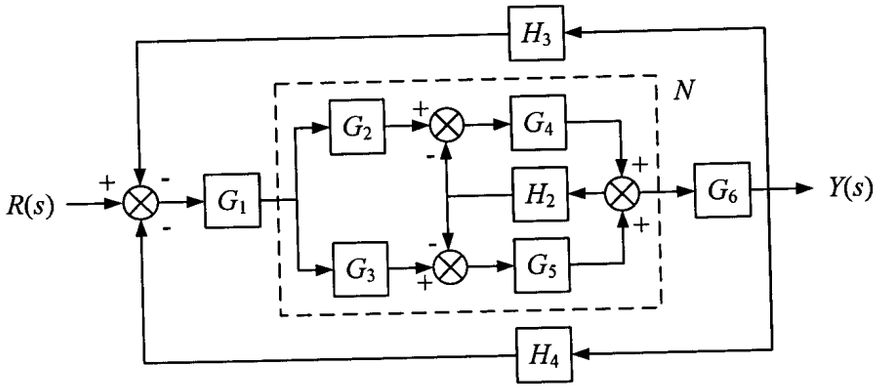
Problem 2 (10 Points)
Give a state-space model of a closed-loop system. Check stability.

$$\begin{bmatrix}\dot{x}_1\\ \dot{x}_2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0 & 1\\ -5 & -2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1\\ x_2\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0\\ 5\end{bmatrix}u \qquad \text{and} \qquad y=\begin{bmatrix}1 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1\\ x_2\end{bmatrix}$$

Solution

Name_____Student ID_____Section__01__

Problem 3 (10 Points)
Find transfer function of the given block diagraph by block diagram reduction technique.



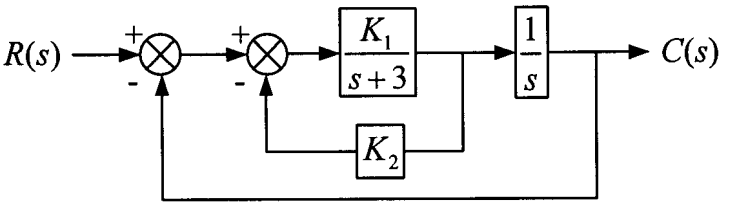
Solution

Name_____Student ID_____Section__01__

Name_____Student ID_____Section__01__

Problem 4 (10 Points)
For the following closed loop control system; overshoot should not exceed 10% and peak time should be less than or equal 0.4 s.

(a) Find the closed-loop transfer function
(b) Find K_1 and K_2 gain values that will satisfy the conditions.



Solution

Name_____Student ID_____Section__01__

Problem 5 (10 Points)

Find the state variables $[x_1(t), x_2(t)]^t$ and output $y(t)$ of the given state equations.

$$\begin{bmatrix}\dot{x}_1\\ \dot{x}_2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}-3 & 1\\ -2 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1\\ x_2\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0\\ 1\end{bmatrix}u \quad \text{and} \quad y=\begin{bmatrix}1 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1\\ x_2\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}x_1(0)\\ x_2(0)\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}5\\ 0\end{bmatrix} \quad \text{and} \quad u(t)=1$$

Note:

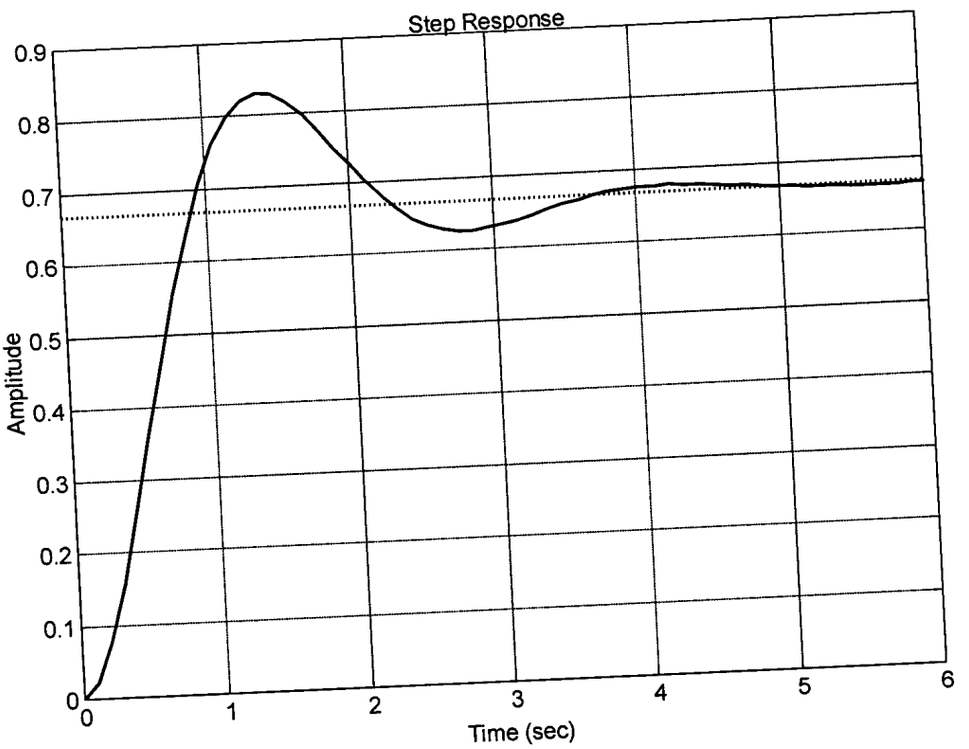
How to find a 2×2 inverse matrix: $\begin{bmatrix}a & b\\ c & d\end{bmatrix}^{-1}=\frac{1}{ad-bc}\begin{bmatrix}d & -b\\ -c & a\end{bmatrix}$

Solution

Name_____Student ID_____Section__01__

Problem 6 (10 Points)
Give the step response of a second-order system.

(a) Find transfer function.
(b) Identify damping ratio (ζ) and natural frequency (ω_n).
(c) Find the location of poles.



Reading from the step response:

1. Peak amplitude = 0.83
2. Overshoot = 24.5%
3. Peak time = 1.38 sec
4. Rise time = 0.608 sec
5. Settling time = 3.43
6. Steady-state output = 0.667

Solution

Name_____Student ID_____Section__01__