มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สอบกลางภาค: ภาคการศึกษาที่ 1   **ปีการศึกษา**: 2551

วันที่สอบ: 1 สิงหาคม 2551   **เวลาสอบ**: 9.00-12.00 น.

วิชา: 240-209 Introduction to Control Systems   **ห้องสอบ**: R200

อ่านรายละเอียดของข้อสอบ และคำแนะนำให้เข้าใจก่อนเริ่มทำข้อสอบ

เวลา : 3 ชั่วโมง

รายละเอียดของข้อสอบ :

ข้อสอบทั้งหมดมี 6 ข้อใหญ่ จำนวน 13 หน้า

คะแนนรวมทั้งหมด 35 คะแนน

อนุญาตให้

1. ใช้เครื่องคิดเลข
2. นำกระดาษโน้ตเขียนด้วยลายมือตัวเอง (ห้ามถ่ายเอกสาร) A4 2 แผ่น เข้าห้องสอบได้
3. ใช้ดินสอเขียนได้

คำสั่ง :

- ให้ทำข้อสอบทุกข้อ เขียนคำตอบลงในข้อสอบ
- เขียนชื่อและรหัสให้ชัดเจนในข้อสอบทุกแผ่น
- เขียนคำตอบให้ชัดเจน คำตอบส่วนใดอ่านไม่ออก จะถือว่าคำตอบนั้นผิด

ทุจริตโทษต่ำสุดปรับตกวิชานี้และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา โทษสูงสุดไล่ออก

อ.ธเนศ / อ.ชาญวิทย์

ผู้ออกข้อสอบ

Table 2.1 Laplace transform table

Item no.	$f(t)$	$F(s)$
1.	$\delta(t)$	1
2.	$u(t)$	$\frac{1}{s}$
3.	$tu(t)$	$\frac{1}{s^2}$
4.	$t^n u(t)$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
5.	$e^{-at}u(t)$	$\frac{1}{s+a}$
6.	$\sin \omega t u(t)$	$\frac{\omega}{s^2+\omega^2}$
7.	$\cos \omega t u(t)$	$\frac{s}{s^2+\omega^2}$

Table 2.2 Laplace transform theorems

Item no.	Theorem	Name
1.	$\mathscr{L}[f(t)] = F(s) = \int_{0-}^{\infty} f(t)e^{-st}dt$	Definition
2.	$\mathscr{L}[kf(t)] = kF(s)$	Linearity theorem
3.	$\mathscr{L}[f_1(t)+f_2(t)] = F_1(s)+F_2(s)$	Linearity theorem
4.	$\mathscr{L}[e^{-at}f(t)] = F(s+a)$	Frequency shift theorem
5.	$\mathscr{L}[f(t-T)] = e^{-sT}F(s)$	Time shift theorem
6.	$\mathscr{L}[f(at)] = \frac{1}{a}F\left(\frac{s}{a}\right)$	Scaling theorem
7.	$\mathscr{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = sF(s) - f(0-)$	Differentiation theorem
8.	$\mathscr{L}\left[\frac{d^2f}{dt^2}\right] = s^2F(s) - sf(0-) - \dot{f}(0-)$	Differentiation theorem
9.	$\mathscr{L}\left[\frac{d^nf}{dt^n}\right] = s^nF(s) - \sum_{k=1}^{n} s^{n-k}f^{k-1}(0-)$	Differentiation theorem
10.	$\mathscr{L}\left[\int_{0-}^{t} f(\tau)\,d\tau\right] = \frac{F(s)}{s}$	Integration theorem
11.	$f(\infty) = \lim_{s\to 0} sF(s)$	Final value theorem[1]
12.	$f(0+) = \lim_{s\to\infty} sF(s)$	Initial value theorem[2]

[1] For this theorem to yield correct finite results, all roots of the denominator of $F(s)$ must have negative real parts and no more than one can be at the origin.
[2] For this theorem to be valid, $f(t)$ must be continuous or have a step discontinuity at $t = 0$ (i.e., no impulses or their derivatives at $t = 0$).

1. จากระบบในรูปที่ 1 จงหา transfer function ของระบบ $\left(\frac{\theta_2}{T_1}\right)$ ทั้งใน s-domain และ time-domain โดยเงื่อนไขค่าเริ่มต้น (initial condition) ของระบบเป็น 0 และ กำหนดให้

$T_1(t)$ แรงบิด (Torque) ของเฟืองตัวที่ 1

$T_2(t)$ แรงบิด (Torque) ของเฟืองตัวที่ 2

$\theta_1(t)$ ระยะกระจัดเชิงมุม (Angular displacement) ของเฟืองตัวที่ 1

$\theta_2(t)$ ระยะกระจัดเชิงมุม (Angular displacement) ของเฟืองตัวที่ 2

N_1 จำนวนฟันของเฟืองตัวที่ 1 เท่ากับ 10 ซี่

N_2 จำนวนฟันของเฟืองตัวที่ 2 เท่ากับ 20 ซี่

J_1 โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of inertia) มีค่า $1 \quad kg-m^2$

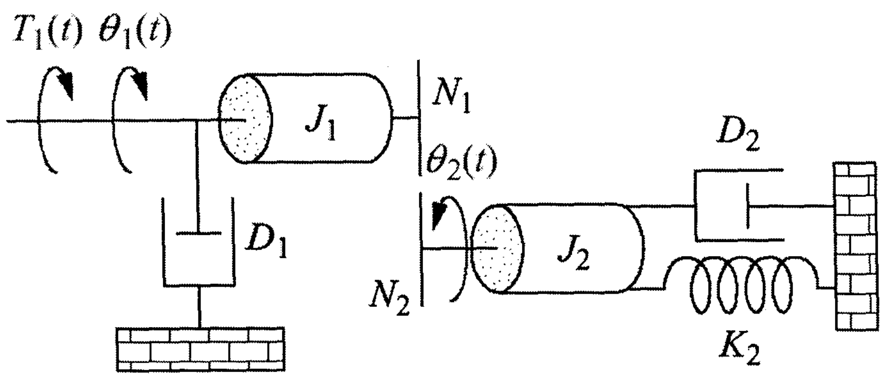
J_2 โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of inertia) มีค่า $1 \quad kg-m^2$

D_1 Viscous damper มีค่า 1 *N-m-s/rad*

D_2 Viscous Damper มีค่า 1 *N-m-s/rad*

K_2 ค่าคงที่สปริง (Spring constant) มีค่า 2 *N-m/rad*

(6 คะแนน)



รูปที่ 1

....

....

....

....

....

....

....

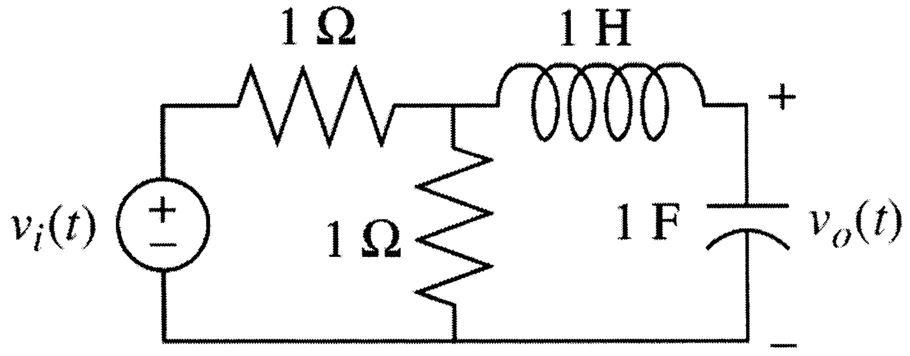
....

....

....

....

2. จากระบบที่กำหนดให้ในรูปที่ 2 จงหา transfer function $\frac{V_o(s)}{V_i(s)}$ ของระบบใน s-domain กำหนดให้มีเงื่อนไขค่าเริ่มต้น (initial condition) ของระบบเป็น 0 *(4 คะแนน)*

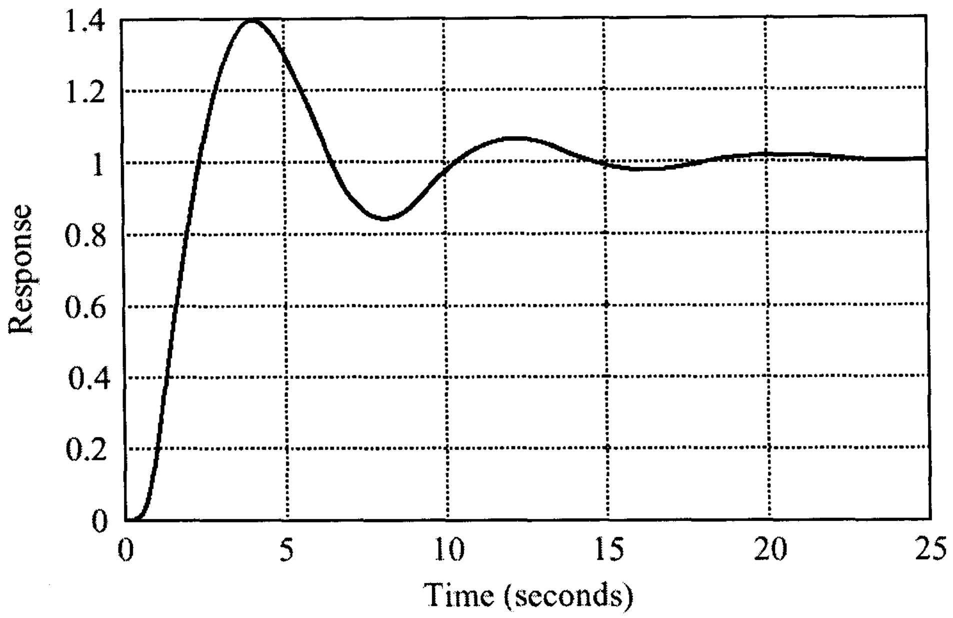


รูปที่ 2

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

3. การตอบสนองต่อสัญญาณระดับขั้นบันได (unit step) ของระบบลำดับ 2 (second order) แสดงได้ ในรูปที่ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้

(4 คะแนน)



รูปที่ 3

3.1 จงหาค่า %OS, Tp, Ts, Tr *(2 คะแนน)*

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

3.2 จงหา Poles ของระบบ *(2 คะแนน)*

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

4. จงหาอัตราส่วนของเกียร์ N1/N2 ที่ทำให้ระบบในข้อ 1 มี damping ratio 0.707 *(6 คะแนน)*

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

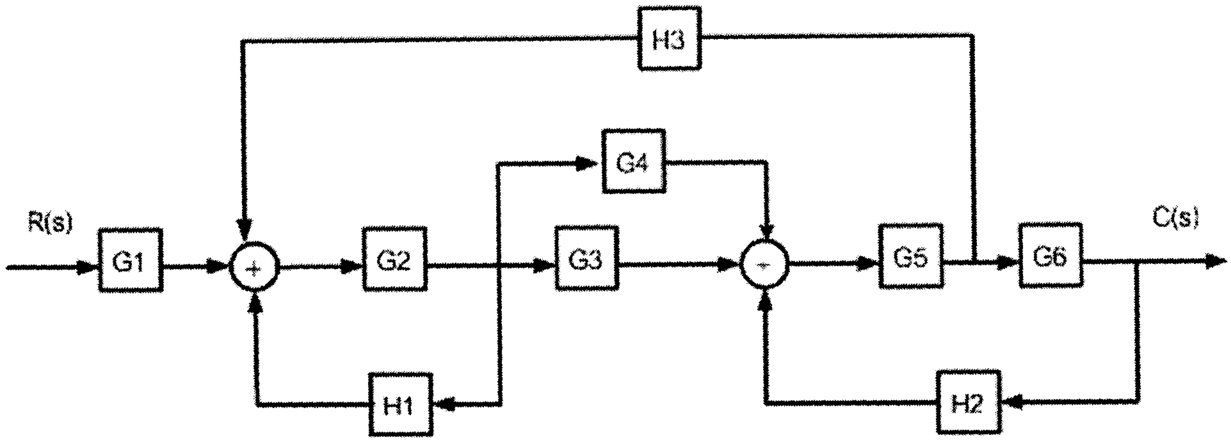
....

....

....

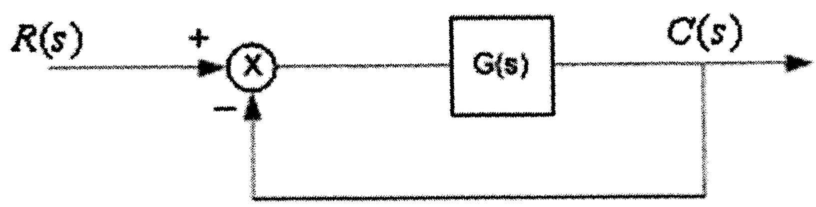
5. ให้นักศึกษาลดรูปของระบบในรูปที่ 4 โดยใช้การลดรูป block diagram และ หลักการของ signal flow graph

(10 คะแนน)



รูปที่ 4

6. จากระบบในรูปที่ 5 จงหาช่วงของค่า K ที่ทำให้ระบบมีเสถียรภาพ เมื่อกำหนดให้ $G(s) = \dfrac{K(s+20)}{s(s+2)(s+3)}$



รูปที่ 5

(5 คะแนน)