มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สอบกลางภาค: ภาคการศึกษาที่ 2 **ปีการศึกษา**: 2549

วันที่สอบ: 22 ธันวาคม 2549 **เวลาสอบ**: 9.00-12.00 น.

วิชา: 240-209 Introduction to Control System **ห้องสอบ**: A401

อ่านรายละเอียดของข้อสอบ และคำแนะนำให้เข้าใจก่อนเริ่มทำข้อสอบ

เวลา : 3 ชั่วโมง

รายละเอียดของข้อสอบ :

ข้อสอบทั้งหมดมี 5 ข้อใหญ่ จำนวน 12 หน้า

คะแนนรวมทั้งหมด 30 คะแนน

อนุญาตให้

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

คำสั่ง :

- ให้ทำข้อสอบทุกข้อ เขียนคำตอบลงในข้อสอบ
- เขียนชื่อและรหัสให้ชัดเจนในข้อสอบทุกแผ่น
- เขียนคำตอบให้ชัดเจน คำตอบส่วนใดอ่านไม่ออก จะถือว่าคำตอบนั้นผิด

อ.ธเนศ / อ.ปฏิมากร / อ.นพพณ

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.	$\mathcal{L}[f(t)] = F(s) = \int_{0-}^{\infty} f(t)e^{-st}dt$	Definition
2.	$\mathcal{L}[kf(t)] = kF(s)$	Linearity theorem
3.	$\mathcal{L}[f_1(t)+f_2(t)] = F_1(s)+F_2(s)$	Linearity theorem
4.	$\mathcal{L}[e^{-at}f(t)] = F(s+a)$	Frequency shift theorem
5.	$\mathcal{L}[f(t-T)] = e^{-sT}F(s)$	Time shift theorem
6.	$\mathcal{L}[f(at)] = \frac{1}{a}F\left(\frac{s}{a}\right)$	Scaling theorem
7.	$\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = sF(s)-f(0-)$	Differentiation theorem
8.	$\mathcal{L}\left[\frac{d^2f}{dt^2}\right] = s^2F(s)-sf(0-)-\dot{f}(0-)$	Differentiation theorem
9.	$\mathcal{L}\left[\frac{d^nf}{dt^n}\right] = s^nF(s)-\sum_{k=1}^{n} s^{n-k}f^{k-1}(0-)$	Differentiation theorem
10.	$\mathcal{L}\left[\int_{0-}^{t} f(\tau)\,d\tau\right] = \frac{F(s)}{s}$	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

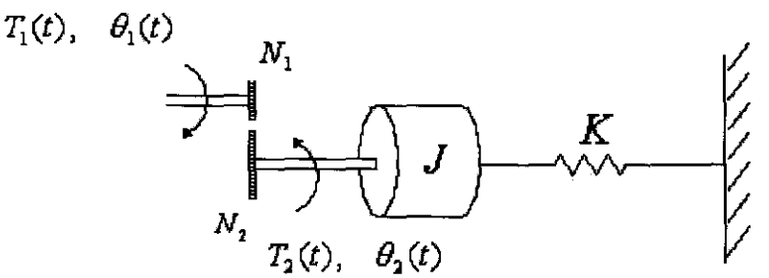
N_1 จำนวนฟันของเฟืองตัวที่ 1 เท่ากับ 10 ซี่

N_2 จำนวนฟันของเฟืองตัวที่ 2 เท่ากับ 20 ซี่

J โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of inertia) มีค่า 1 $kg-m^2$

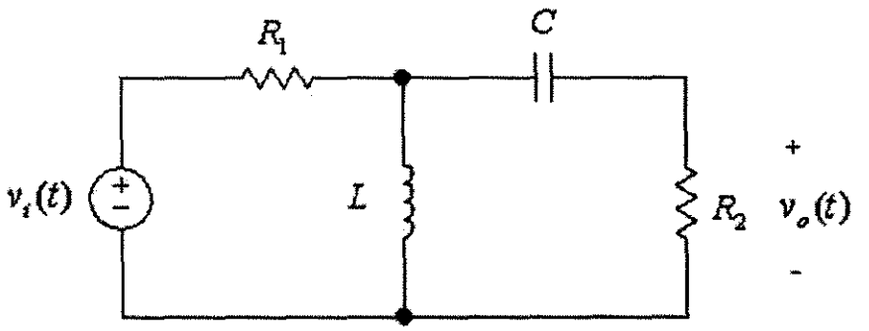
K ค่าคงที่สปริง (Spring constant) มีค่า 2 $N-m/rad$

(4 คะแนน)



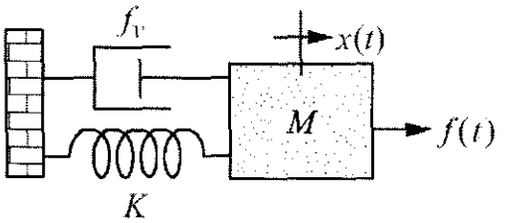
รูปที่ 1

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

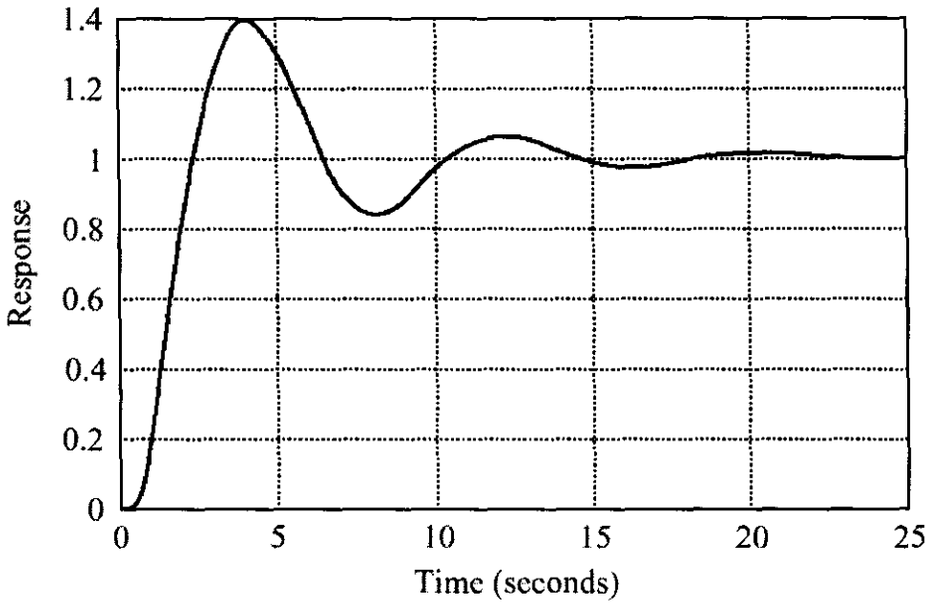


รูปที่ 2

3. การตอบสนองต่อสัญญาณระดับขั้นบันได (unit step) ของระบบในรูปที่ 3 สามารถแสดงได้ในรูปที่ 4 จงตอบคำถามต่อไปนี้ *(6 คะแนน)*



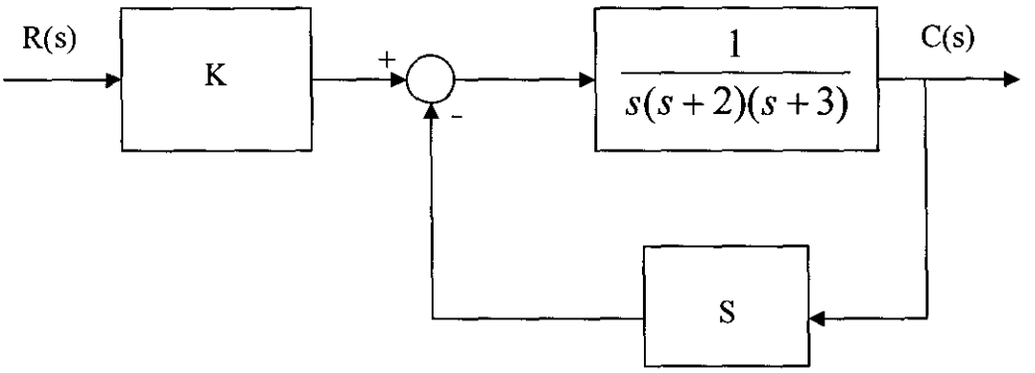
รูปที่ 3



รูปที่ 4

3.1 จงหาค่า %OS, Tp, Ts, Tr และ Poles ของระบบ

4. จงหาค่า K ที่ทำให้ระบบเสถียรและหาค่าความถี่ในการแกว่ง (Oscillation) ของระบบในรูปที่ 5



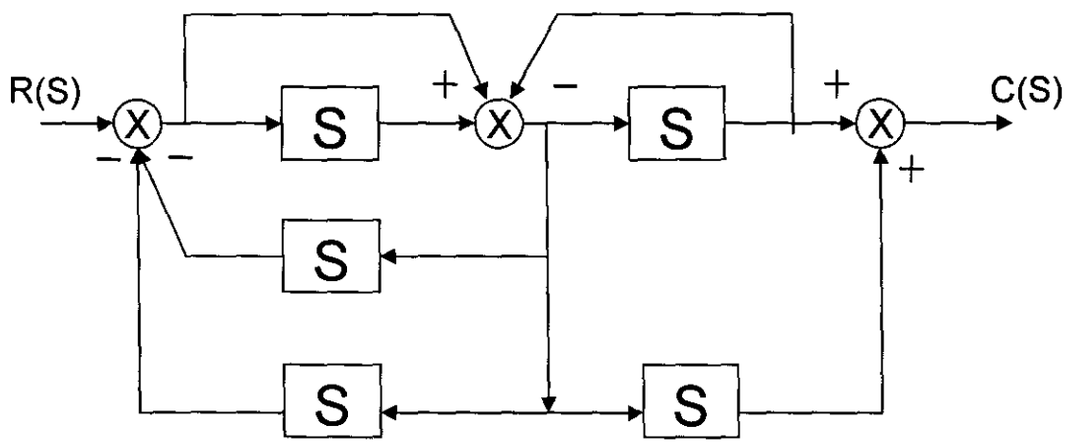
รูปที่ 5

5. จากรูปที่ 6 เป็นการแสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบ จงหาทรานเฟอร์ฟังก์ชั่นของระบบ $\frac{C(s)}{R(S)}$

5.1 โดยใช้วิธีการยุบบล็อค

5.2 โดยใช้วิธีการ signal flow graph

(10 คะแนน)



รูปที่ 6

ใช้วิธีการยุบบล็อค

ใช้วิธีการ signal flow graph