มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สอบกลางภาค: ภาคการศึกษาที่ 1 **ปีการศึกษา**: 2550

วันที่สอบ: 3 สิงหาคม 2550 **เวลาสอบ**: 9.00-12.00 น.

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

อ่านรายละเอียดของข้อสอบ และคำแนะนำให้เข้าใจก่อนเริ่มทำข้อสอบ

เวลา : 3 ชั่วโมง

รายละเอียดของข้อสอบ :

ข้อสอบทั้งหมดมี 6 ข้อใหญ่ จำนวน 14 หน้า

คะแนนรวมทั้งหมด 35 คะแนน

อนุญาตให้

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

คำสั่ง :

- ให้ทำข้อสอบทุกข้อ เขียนคำตอบลงในข้อสอบ
- เขียนชื่อและรหัสให้ชัดเจนในข้อสอบทุกแผ่น
- เขียนคำตอบให้ชัดเจน คำตอบส่วนใดอ่านไม่ออก จะถือว่าคำตอบนั้นผิด

อ.ปฏิมากร / อ.ชาญวิทย์

ผู้ออกข้อสอบ

Table 2.1 Laplace transform table

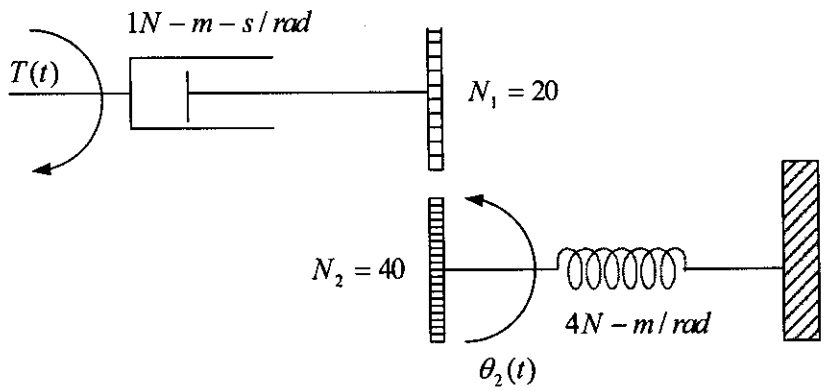
Item no.	$f(t)$	$F(s)$
1.	$\delta(t)$	1
2.	$u(t)$	$\frac{1}{s}$
3.	$tu(t)$	$\frac{1}{s^2}$
4.	$t^n u(t)$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
5.	$e^{-at}u(t)$	$\frac{1}{s+a}$
6.	$\sin \omega t u(t)$	$\frac{\omega}{s^2+\omega^2}$
7.	$\cos \omega t u(t)$	$\frac{s}{s^2+\omega^2}$

Table 2.2 Laplace transform theorems

Item no.	Theorem	Name
1.	$\mathcal{L}[f(t)] = F(s) = \int_{0-}^{\infty} f(t)e^{-st}dt$	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]

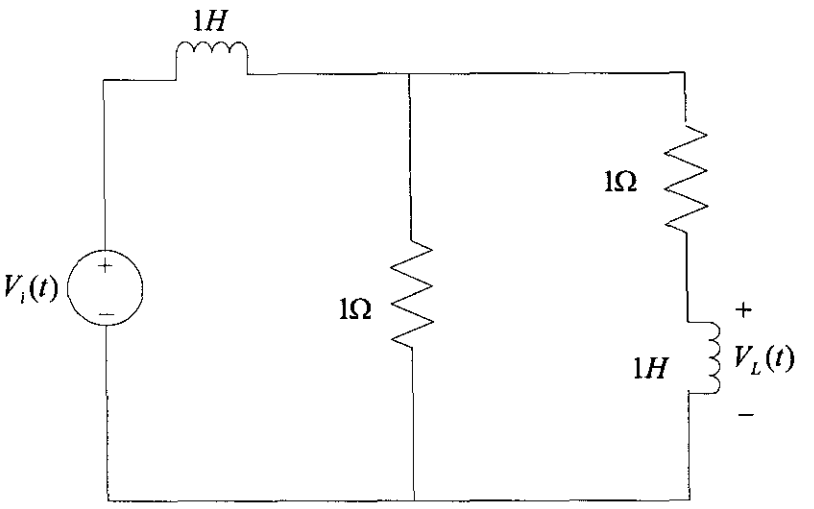
[1] For this theorem to yield correct finite results, all roots of the denominator of $F(s)$ must have negative real parts and no more than one can be at the origin.
[2] For this theorem to be valid, $f(t)$ must be continuous or have a step discontinuity at $t = 0$ (i.e., no impulses or their derivatives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

1. จากระบบในรูปที่ 1 จงหา transfer function $\left(\frac{\theta_2}{T}\right)$ ของระบบในรูปที่ 1 ใน s-domain โดยกำหนดให้เงื่อนไขค่าเริ่มต้น (initial condition) ของระบบเป็น 0 *(5 คะแนน)*



รูปที่ 1

2. จากระบบที่กำหนดให้ในรูปที่ 2 จงหา transfer function $\frac{V_L(s)}{V_i(s)}$ ของระบบ ใน s-domain โดยกำหนดให้มีเงื่อนไขค่าเริ่มต้น (Initial condition) ของระบบเป็น 0 *(5 คะแนน)*



รูปที่ 2

3. ระบบ A สามารถอธิบายระบบได้ด้วยสมการอนุพันธ์ต่อไปนี้

$$\frac{2dx(t)}{dt} + 5x(t) = 50\sin 5t + 100\cos 5t$$

3.1 จงหาผลตอบสนองต่อเวลา (Time Response) ของระบบ A โดยใช้วิธีการแปลงลาปลาซ เมื่อใช้สัญญาณทดสอบแบบ unit step function และกำหนดให้ $x(0) = 0$ *(3 คะแนน)*

3.2 จงวาดกราฟแสดงผลตอบสนองต่อเวลาของระบบ A มาพอสังเขปพร้อมทั้งระบุลักษณะของผลการตอบสนองต่อเวลาของระบบ *(1 คะแนน)*

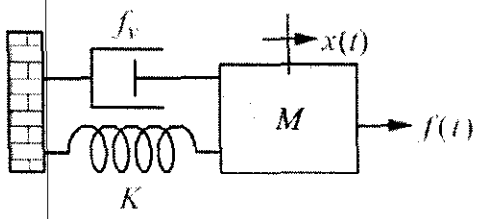
3.3 จงหาค่าผลตอบสนองต่อเวลาของระบบ ณ.ที่เวลา t=0.625 วินาที *(1 คะแนน)*

ตัวอย่างการใช้สูตรการแปลงลาปลาซ

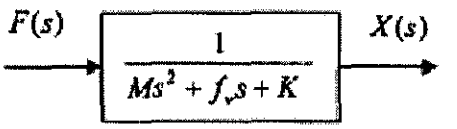
$$L[\sin(\omega t)u(t)] = \frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$$

$$L[\cos(\omega t)u(t)] = \frac{s}{s^2 + \omega^2}$$

4. กำหนดระบบการเคลื่อนที่เชิงเส้นดังรูปที่ 3 ซึ่งสามารถเขียนรูปบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 3



รูปที่ 4

ถ้ากำหนดค่าให้ M = 2 kg, f_v = 4 N-s/m และ K = 10 N/m จงหาค่าต่อไปนี้

4.1 จงหาค่า Natural frequency (ω_n) และ damping ratio (ζ) ของระบบ *(1 คะแนน)*

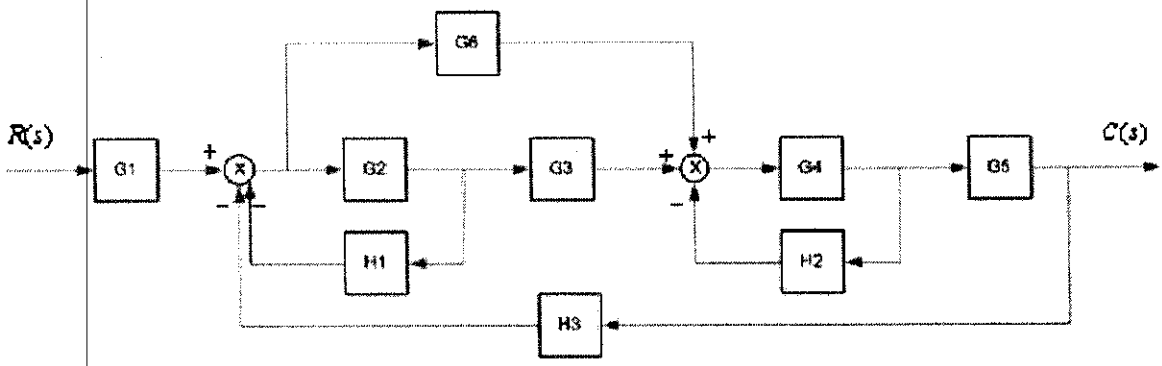
4.2 จงหาค่า %OS, Tp, Ts และ D.C. gain ของระบบ *(2 คะแนน)*

4.3 ถ้ากำหนดให้มวล M มีขนาดมากขึ้น ขณะที่ค่าตัวแปร f_v และ K มีค่าคงที่ นักศึกษาคิดว่าจะส่งผลต่อผลตอบสนองต่อเวลาของระบบอย่างไร พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

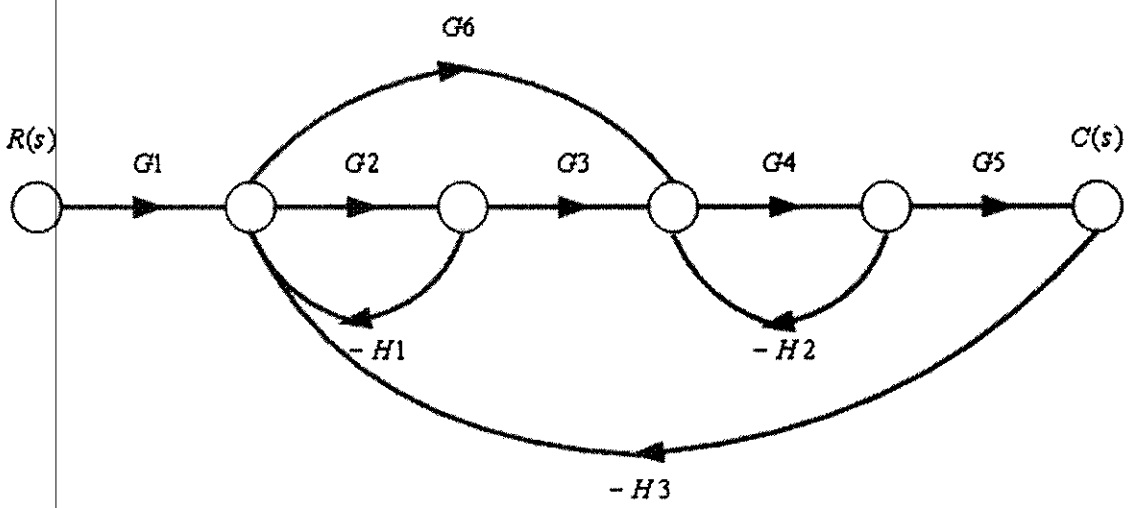
4.3.1 การสั่นไกวของผลตอบสนองต่อเวลาของระบบ (Oscillation) *(1 คะแนน)*

4.3.2 อัตราขยายดีซี (D.C. gain) *(1 คะแนน)*

5. ระบบ A แสดงอยู่ในรูปของ block diagram และในรูปของ signal flow graph ในรูปที่ 5 และ 6 ตามลำดับ จงพิสูจน์ว่า closed loop transfer function $\frac{C(s)}{R(s)}$ ของระบบ A ซึ่งคำนวณหาด้วยวิธี block diagram มีค่าเท่ากันกับที่คำนวณหาได้ด้วยวิธี Mason's rule ใน signal flow graph (*10 คะแนน*)

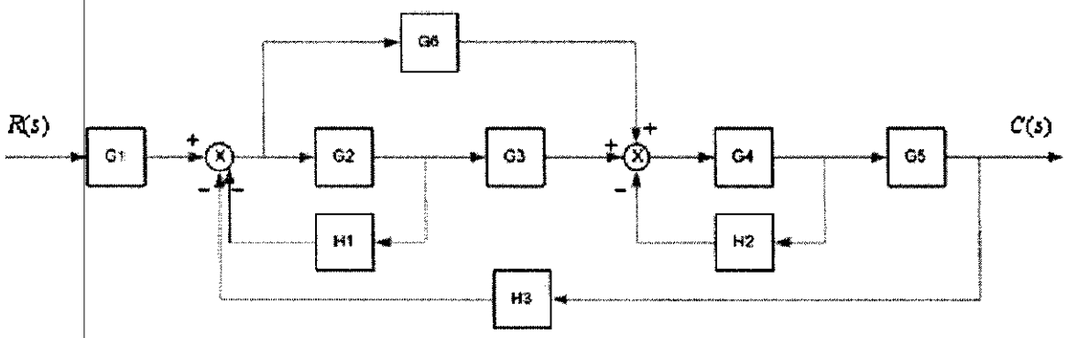


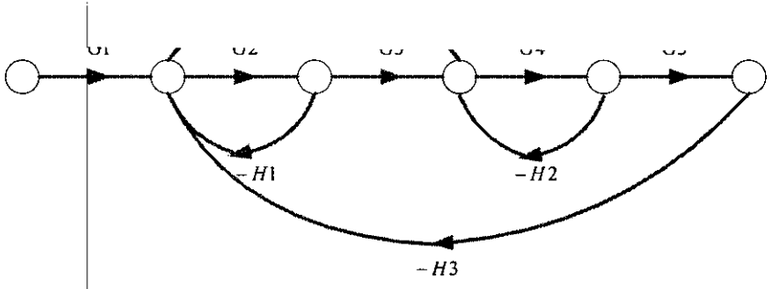
รูปที่ 5 ระบบ A แสดงอยู่ในรูปของ block diagram



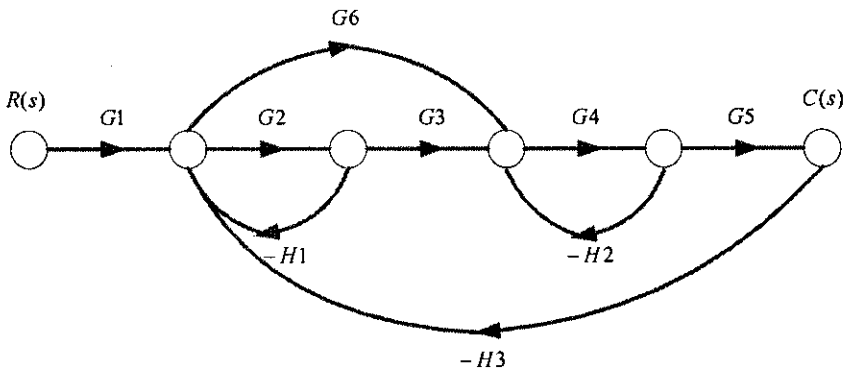
รูปที่ 6 ระบบ A แสดงอยู่ในรูปของ signal flow graph

แสดงการคำนวณด้วยวิธี block diagram (5 คะแนน)





แสดงการคำนวณด้วยวิธี Mason's rule (5 คะแนน)



6. จากระบบในรูปที่ 7 จงหาค่า K ที่ทำให้ระบบยังคงมีเสถียรภาพ เมื่อกำหนดให้ $G(s) = \dfrac{K(s+6)}{s(s+1)(s+3)}$

(5 คะแนน)

รูปที่ 7