มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สอบปลายภาค: ภาคการศึกษาที่ 2 **ปีการศึกษา:** 2550

วันที่สอบ: 27 กุมภาพันธ์ 2551 **เวลาสอบ:** 13.30-16.30 น.

วิชา: 240-209 Introduction to Control Systems **ห้องสอบ:** A400

อ่านรายละเอียดของข้อสอบ และคำแนะนำให้เข้าใจก่อนเริ่มทำข้อสอบ

เวลา : 3 ชั่วโมง

รายละเอียดของข้อสอบ :

ข้อสอบทั้งหมดมี 3 ข้อใหญ่ จำนวน 13 หน้า

คะแนนรวมทั้งหมด 45 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

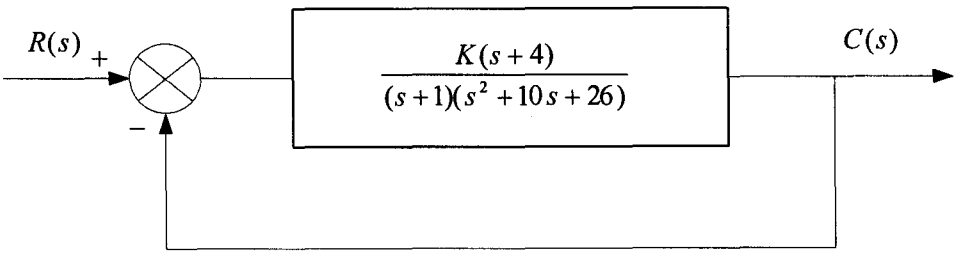
Item no.	$f(t)$	$F(s)$
1.	$\delta(t)$	1
2.	$u(t)$	$\frac{1}{s}$
3.	$tu(t)$	$\frac{1}{s^2}$
4.	$t^n u(t)$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
5.	$e^{-at}u(t)$	$\frac{1}{s+a}$
6.	$\sin \omega t u(t)$	$\frac{\omega}{s^2+\omega^2}$
7.	$\cos \omega t u(t)$	$\frac{s}{s^2+\omega^2}$

Table 2.2 Laplace transform theorems

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

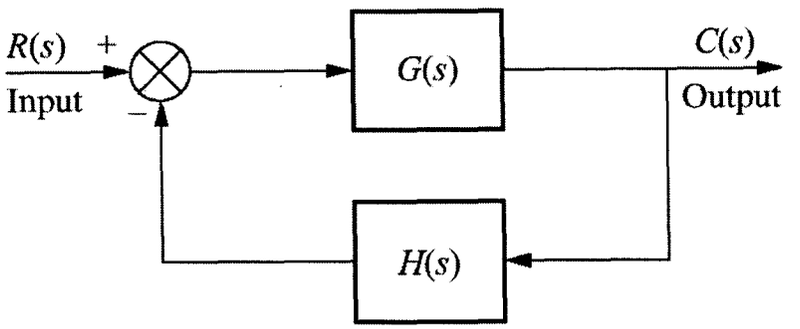
1. จงออกแบบหาค่า K ของระบบในรูปที่ 1 ที่ทำให้ค่าความผิดพลาดที่สถานะคงตัวของระบบ (steady state error) มีค่าเท่ากับ 5% (5 คะแนน)



รูปที่ 1

2. จากระบบควบคุมในรูปที่ 2 จงแสดงการวิธีการหาคำตอบและวาดกราฟลงใน s-plane

(15 คะแนน)



รูปที่ 2

กำหนดให้ $G(s)=\dfrac{K}{(s+2)(s^2+6s+18)}$, $H(s)=\dfrac{1}{(s+4)}$

$\dfrac{dK}{d\sigma}=4\sigma^3+36\sigma^2+124\sigma+156=0$,

จะได้ $\sigma=-3$, $\sigma=-3+1.999j$, $\sigma=-3-1.999j$

2.1 จงหาจุดเริ่มต้นของเส้นทางเดินของรากโลกัส (Root Locus) ของระบบ (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 จงพิสูจน์ว่าจุด -5+2j อยู่บนเส้นทางเดินของรากโลกัสของระบบหรือไม่ (2 คะแนน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.3 จงหาจุดตัดของเส้นกำกับ (asymptote) และมุมที่จุดตัดทำกับแกนจริง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

2.4 จงวาดรูปแสดงส่วนเส้นทางเดินของรากโลกัสที่อยู่บนแกนจริง (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.5 จงแสดงการหาจุดแยกออกจากแกนจริง (breakaway point) (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

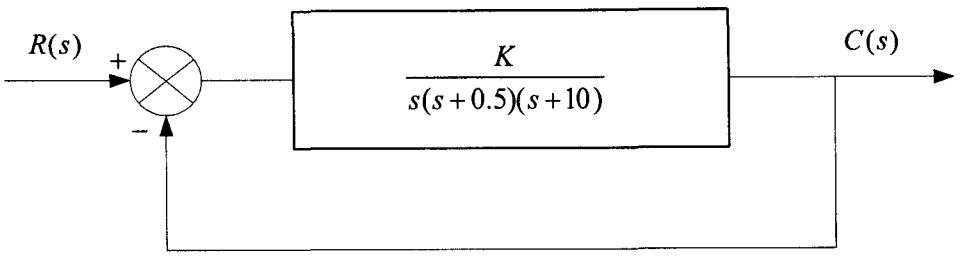
.....

2.6 จงหาค่าและวาดรูปแสดง มุมที่พุ่งออกจากโพลคู่เชิงซ้อน (angle of departure) (2 คะแนน

2.7 จงหาค่า K ที่ทำให้โพลของระบบปิดอยู่ ณ. ตำแหน่ง -3 (2 คะแนน)

2.8 จงหาค่า K และ s ที่ทำให้ระบบมีเสถียรภาพที่ขอบ (marginally stable) (4 คะแนน)

3. จากระบบในรูปที่ 3 กำหนดให้ระบบเริ่มต้น K = 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (25 คะแนน)



รูปที่ 3

3.1 กำหนดให้ K = 1 จงวาด Nyquist Diagram ด้านแกน $+j\omega$ โดยคร่าวๆ และหาจุดที่กราฟตัดแกน ต่างๆ (5 คะแนน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.2 จงหาค่า K ที่ทำให้ระบบไม่เสถียรโดยใช้หลักการของ Nyquist (5 คะแนน)

3.3 จง plot asymptote ของระบบบน Bode Diagram บนกระดาษกราฟที่ให้มาเมื่อกำหนดให้ K = 1 และอ่านค่า phase margin และ gain margin ที่ได้จากกราฟ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.4 ถ้าต้องการ phase margin 45 องศา ค่า K ควรจะมีค่าเท่าไร ให้ใช้กราฟที่วาดในข้อ 3.3 เป็นกราฟอ้างอิง (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....