มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สอบปลายภาค: ภาคการศึกษาที่ 1 **ปีการศึกษา**: 2555

วันที่สอบ: 9 ต.ค. 2555 **เวลาสอบ**: 9.00-12.00

วิชา: 241-482 Computer Control Systems **ห้องสอบ**: R200

อ่านรายละเอียดของข้อสอบ และคำแนะนำให้เข้าใจก่อนเริ่มทำข้อสอบ

เวลา : 3 ชั่วโมง

รายละเอียดของข้อสอบ :

ข้อสอบทั้งหมดมี 4 ข้อใหญ่ จำนวน 8 หน้า (ไม่รวมปก และ ตาราง)

คะแนนรวมทั้งหมด 30 คะแนน

อนุญาตให้

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

คำสั่ง :

- ให้ทำข้อสอบทุกข้อ เขียนคำตอบลงในข้อสอบ
- เขียนชื่อและรหัสให้ชัดเจนในข้อสอบทุกแผ่น
- เขียนคำตอบให้ชัดเจน คำตอบส่วนใดอ่านไม่ออก จะถือว่าคำตอบนั้นผิด

ทุจริตโทษต่ำสุดปรับตกวิชานี้และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา โทษสูงสุดไล่ออก

อ.ธเนศ

ผู้ออกข้อสอบ

Table 2.1 Laplace transform table

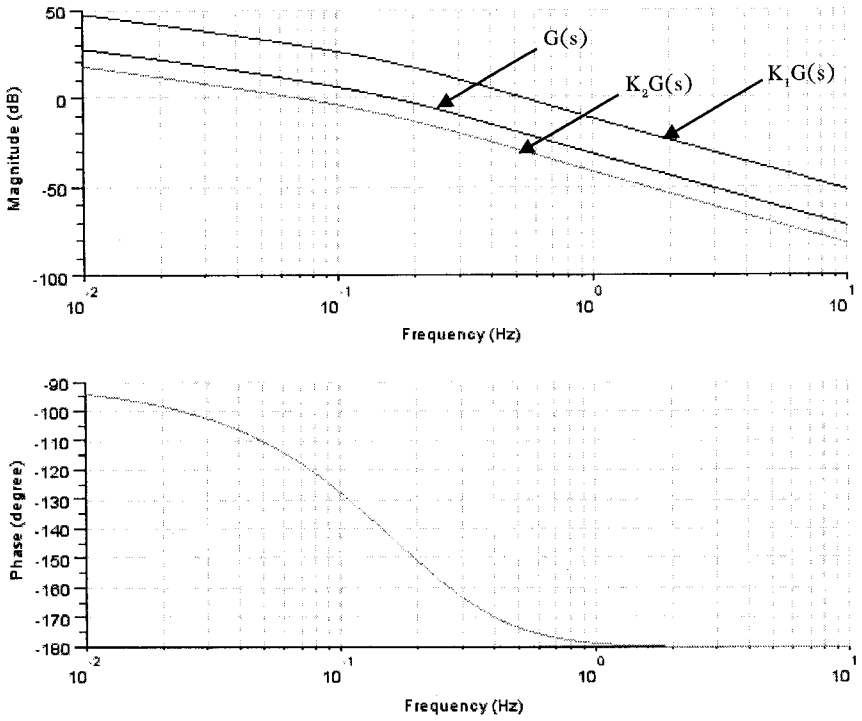
Item no.	$f(t)$	$F(s)$
1.	$\delta(t)$	1
2.	$u(t)$	$\frac{1}{s}$
3.	$tu(t)$	$\frac{1}{s^2}$
4.	$t^n u(t)$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
5.	$e^{-at}u(t)$	$\frac{1}{s+a}$
6.	$\sin \omega t u(t)$	$\frac{\omega}{s^2+\omega^2}$
7.	$\cos \omega t u(t)$	$\frac{s}{s^2+\omega^2}$

Table 2.2 Laplace transform theorems

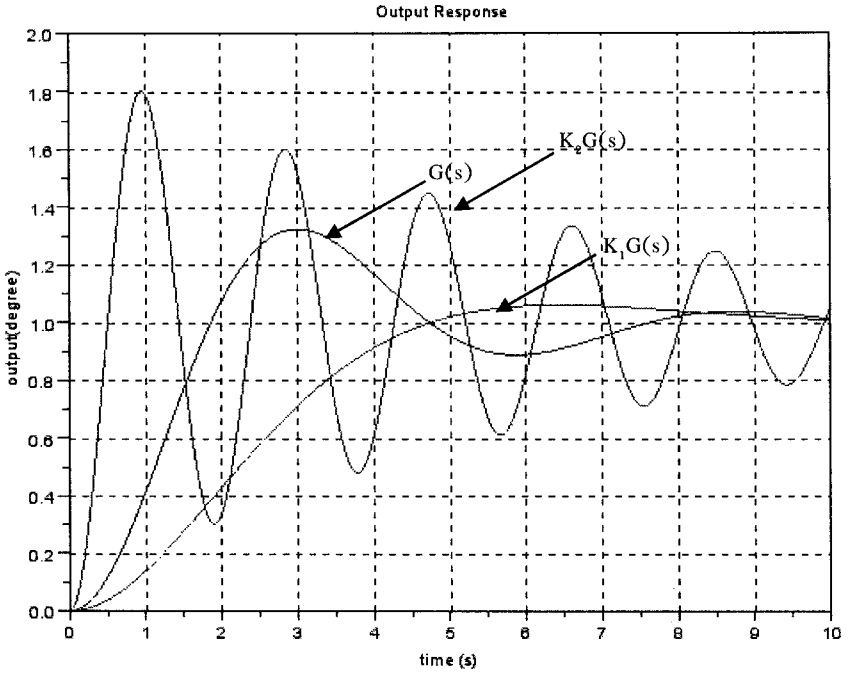
Item no.	Theorem	Name
1.	$\mathcal{L}[f(t)] = F(s) = \int_{0-}^{\infty} f(t)e^{-st}dt$	Definition
2.	$\mathcal{L}[kf(t)] = kF(s)$	Linearity theorem
3.	$\mathcal{L}[f_1(t) + f_2(t)] = F_1(s) + F_2(s)$	Linearity theorem
4.	$\mathcal{L}[e^{-at}f(t)] = F(s+a)$	Frequency shift theorem
5.	$\mathcal{L}[f(t-T)] = e^{-sT}F(s)$	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. ระบบมีผลตอบสนองความถี่ดังรูปที่ 1 (15 คะแนน)



(a)



(b)

รูปที่ 1 (a) Frequency response

(b) Time response

1.1 จงหาค่าของ Gain margin และ Phase margin ของระบบทั้งสาม (3 คะแนน)

1.2 จงแสดงการคำนวณค่า K_1, K_2 จากกราฟ $K_1G(s)$, $K_2G(s)$ (8 คะแนน)

1.3 ระบบนี้ควรใช้อัตราการขยายในข้อ 1.2 เท่าไรเพราะเหตุใด (4 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

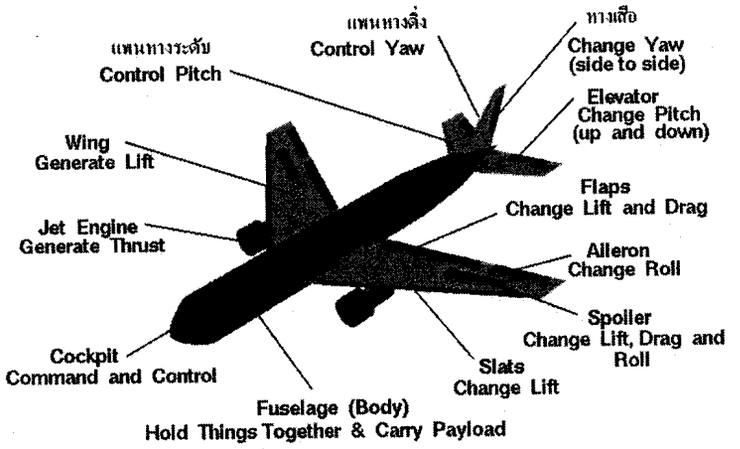
.....

.....

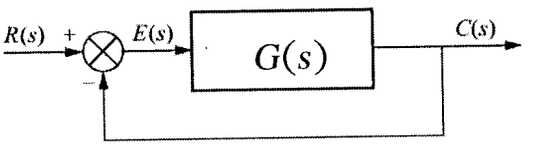
.....

.....

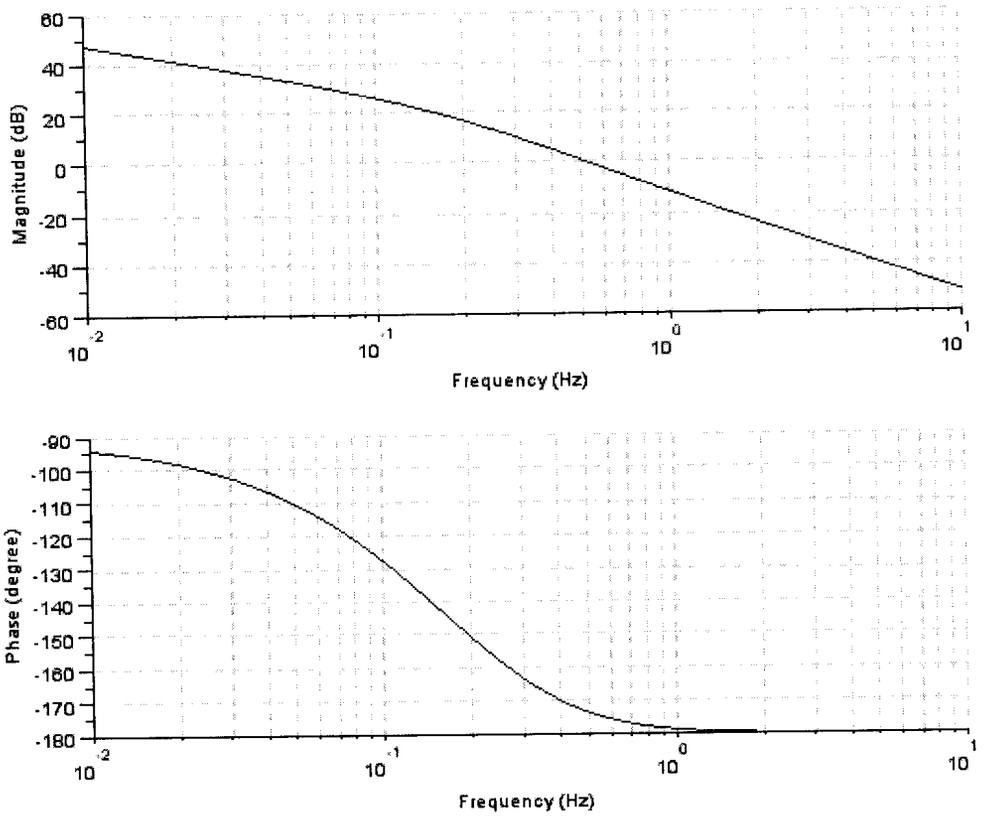
2. นักศึกษาได้รับการคัดเลือกให้เข้ามาทำงานโดยมีหน้าที่ดูแลระบบควบคุมหางเสือเครื่องบิน ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยกำหนดให้พลานต์แทนแพนหางดิ่งที่มีหางเสือและมอเตอร์ไฮดรอลิกรวมอยู่ด้วยกัน พลานต์ดังกล่าวมีผลตอบสนองความถี่ (10 คะแนน)



(a)



(b)



(c)

รูปที่ 2 (a) ส่วนประกอบของเครื่องบินและการทำงาน

(b) Block diagram ระบบควบคุมหางเสือเครื่องบิน

(c) Root locus ของระบบควบคุมหางเสือ

2.1 นายลอจิกซึ่งเป็นหัวหน้าหน่วยงานทราบว่านักศึกษาได้เรียนเรื่องการออกแบบระบบควบคุมในรายวิชาแนะนำระบบควบคุมมาแล้ว จึงได้ขอให้นักศึกษาออกแบบระบบควบคุมแบบ Proportional ดังกล่าวใหม่โดยมีข้อกำหนดดังนี้คือ ให้ระบบดังกล่าวมี phase margin 45 องศา (7 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 จงหาขอบเขตของค่า K ที่ทำให้ระบบเสถียร (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ในการหา PID controller ต้องพล็อต root locus จาก characteristic equation จงแสดงวิธีการหา open loop transfer function เพื่อ plot root locus

(5 คะแนน)

$$s^3 + 3408.3s^2 + (1{,}204{,}000 + 2.718 \times 10^9 K_D)s + 2.718 \times 10^9 = 0$$

4. จงเปลี่ยน PD controller ด้านล่าง ให้เป็น z transform โดย bilinear transformation และเขียน difference equation เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมต่อไป

$$G_{PD} = K_P + K_D s$$