รหัสนักศึกษา _____ ชื่อ-สกุล _____

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2556
วันที่ 9 มกราคม 2557 เวลา 09.00 - 12.00 น.
วิชา 215-352 / 216-352 Automatic Control Systems ห้อง A303, A305, R201, S201

คำสั่ง :

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขทุกชนิดเข้าห้องสอบได้
3. อนุญาตให้ทำข้อสอบด้วยดินสอได้
4. ไม่อนุญาตให้นำตำราทุกชนิดเข้าห้องสอบ

ชลิตา หิรัญสุข
ปัญญรักษ์ งามศรีตระกูล
ผู้ออกข้อสอบ

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	20	
3	15	
4	25	
5	20	
รวม	100	

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

รหัสนักศึกษา _____ ชื่อ-สกุล _____

1. ระบบทางกายภาพระบบหนึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่าง input $r(t)$ และ output $c(t)$ เป็นสมการอนุพันธ์

$$\ddot{c}(t)+5\dot{c}(t)+4c(t)=r(t)$$

โดยที่ $r(t)$ เป็น unit step function และค่าเริ่มต้นทั้งหมดเท่ากับศูนย์ จงหาฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer function) ของระบบนี้ (20 คะแนน)

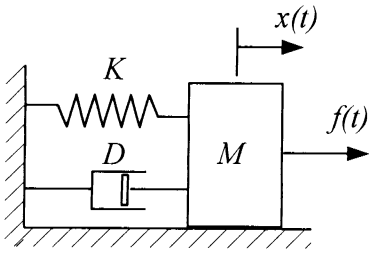
รหัสนักศึกษา _____ ชื่อ-สกุล _____

2. **เลือกทำเพียง 1 ข้อย่อย** (20 คะแนน)

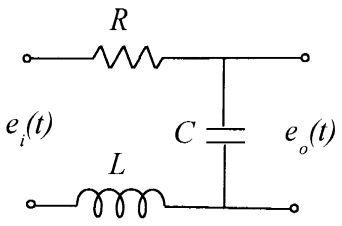
2.1 จงหาฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบ (a) และแปลงเป็น state space model

2.2 จงหาฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบ (b)

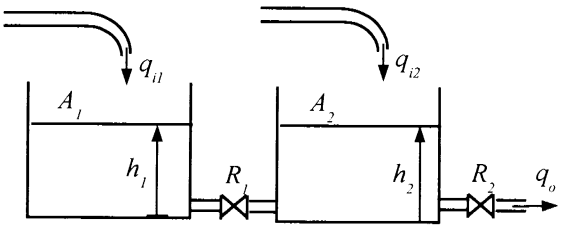
2.3 จงหา state space model ของระบบ (c)



(a)



(b)



(c)

รหัสนักศึกษา _____ ชื่อ-สกุล _____

3. ระบบที่มีฟังก์ชันถ่ายโอนวงปิด(closed-loop transfer function) ดังต่อไปนี้ มีเสถียรภาพหรือไม่ เพราะอะไร (15 คะแนน)

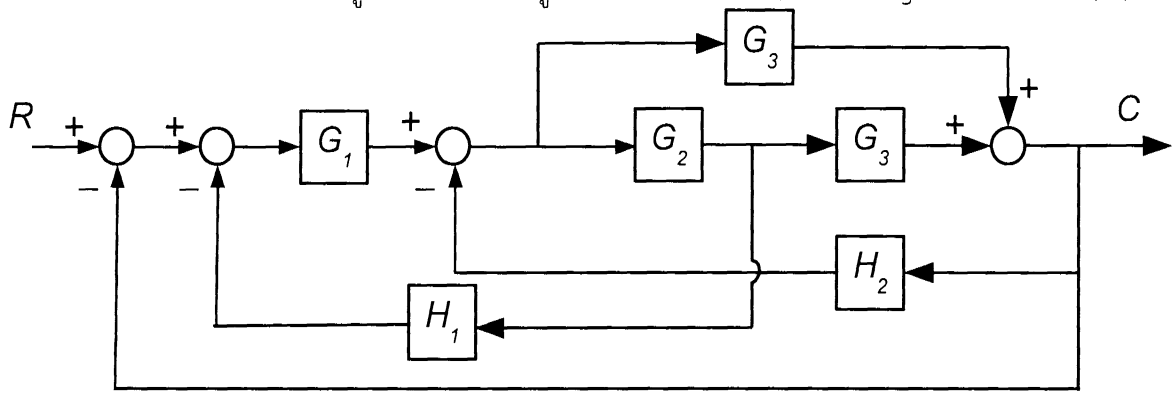
(ก) $T(s)=\frac{K}{s^3+2s^2+5s+5}$

(ข) $T(s)=\frac{100}{(s+5)(s^2+2s+2)}$

(ค) $T(s)=\frac{10(s+2)}{s^3-3s^2+5s+10}$

รหัสนักศึกษา _____ ชื่อ-สกุล _____

4. จงหาฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบในรูปที่ 4 โดยวิธีลดรูปของแผนภาพกล่อง(block diagram reduction) (25 คะแนน)



รูปที่ 4

รหัสนักศึกษา _____ ชื่อ-สกุล _____

5. ระบบกายภาพระบบหนึ่งมีฟังก์ชันถ่ายโอน $T(s)=\frac{5}{s^2+3s+5}$

5.1 จงหาราก(root)ของสมการคุณลักษณะ(characteristic equation) (5 คะแนน)

5.2 รากของสมการคุณลักษณะมีประโยชน์อย่างไร (5 คะแนน)

5.3 จงประมาณค่าของ damping ratio และ undamped natural frequency (5 คะแนน)

5.4 จงสเก็ตช์(sketch)กราฟการตอบสนองของระบบเมื่อให้ input เป็น unit step function (5 คะแนน)

รหัสนักศึกษา _____ ชื่อ-สกุล _____

สมการที่เป็นประโยชน์

Laplace transform : $F(s)=\int_0^\infty f(t)e^{-st}dt$

Laplace transform table and Laplace transform theorem

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.	$\cos \omega t u(t)$	$\frac{s}{s^2+\omega^2}$

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 $t = 0$).

Transfer functions (ฟังก์ชันถ่ายโอน)

First order system : $G(s)=\frac{C(s)}{R(s)}=\frac{1}{a_1 s+a_0}=\frac{K}{Ts+1}$

Second order system : $G(s)=\frac{\omega_n^2}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2}$

Time Constant : $T=\frac{1}{\zeta\omega_n}$, Peak Time: $T_p=\frac{\pi}{\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}}$,

Settling Time: $T_s=\frac{4}{\zeta\omega_n}=4T$

Percent overshoot: $\%OS=PO=100\,e^{-\frac{\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}}$