รหัสนักศึกษา _____ ชื่อ-สกุล _____

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2555
วันที่ 20 ธันวาคม 2555 เวลา 09.00 - 12.00 น.
วิชา 216-352 Automatic Control Systems ห้องสอบ A400, A401

คำสั่ง :

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 4 ข้อ **ให้ทำทุกข้อ**
2. สำหรับข้อที่กำหนดให้เลือกทำเพียง 1 หรือ 2 ข้อย่อย หากนักศึกษาทำมากกว่าที่กำหนดไว้ จะคิดคะแนนจากข้อย่อยที่ได้คะแนน**สูงกว่า**เท่านั้น
3. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขทุกชนิดเข้าห้องสอบได้
4. อนุญาตให้ทำข้อสอบด้วยดินสอได้
5. ไม่อนุญาตให้นำตำราทุกชนิดเข้าห้องสอบ

อ. ชลิตา หิรัญสุข
รศ. ปัญญูรักษ์ งามศรีตระกูล
ผู้ออกข้อสอบ

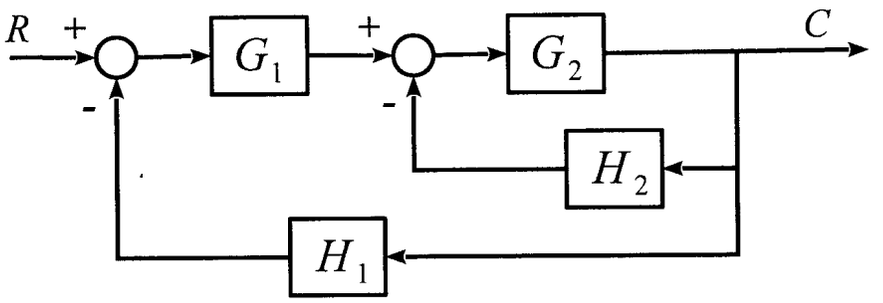
ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	30	
3	20	
4	20	
รวม	90	

รหัสนักศึกษา _____ ชื่อ-สกุล _____

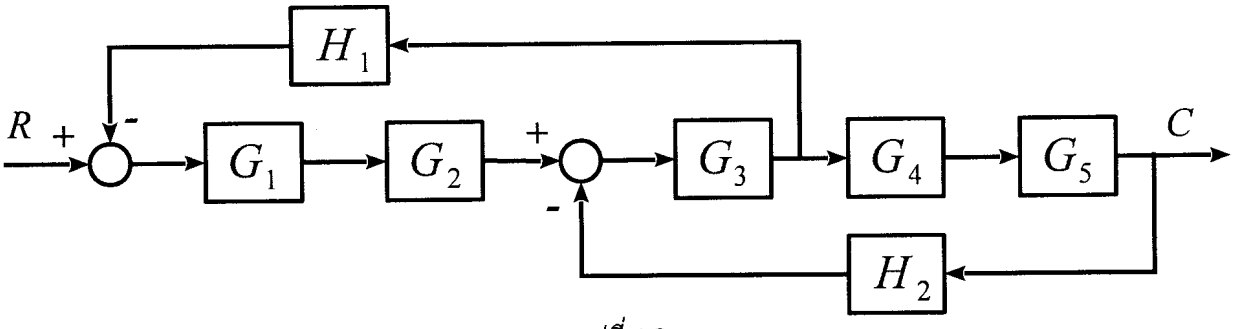
1. <u>เลือกทำเพียง 1 ข้อย่อย</u> (20 คะแนน)

1.1 จงหาฟังก์ชันถ่ายโอนโดยการลดรูปของแผนภาพกล่องในรูปที่ 1.1 โดยแสดงขั้นตอนการลดรูปอย่างเหมาะสม (12 คะแนน)



รูปที่ 1.1

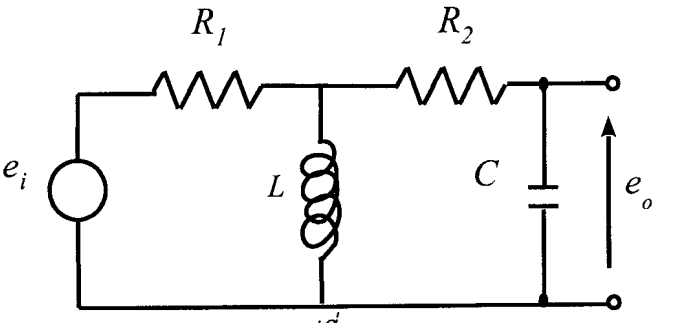
1.2 จงหาฟังก์ชันถ่ายโอนโดยการลดรูปของแผนภาพกล่องในรูปที่ 1.2 โดยแสดงขั้นตอนการลดรูปอย่างเหมาะสม (20 คะแนน)



รูปที่ 1.2

2. <u>เลือกทำเพียง 2 ข้อย่อยจาก 3 ข้อย่อย</u> (20 คะแนน)

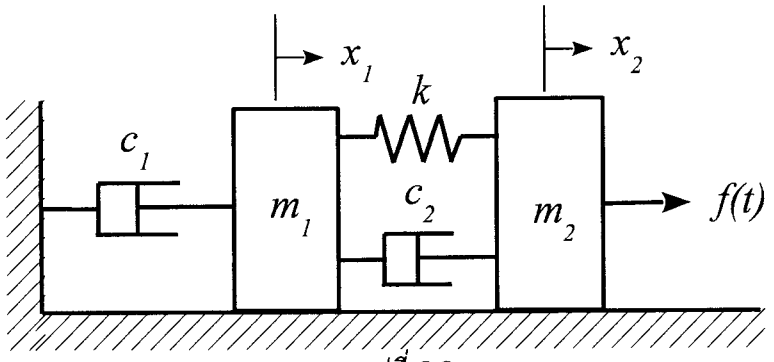
2.1 จงหาฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบในรูปที่ 2.1 โดยให้ e_i และ e_o เป็น input และ output ตามลำดับ (15 คะแนน)



รูปที่ 2.1

รหัสนักศึกษา _____ ชื่อ-สกุล _____

2.2 จงหาฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบในรูปที่ 2.2 โดยให้ $f(t)$ และ x_1 เป็น input และ output ตามลำดับ (15 คะแนน)



รูปที่ 2.2

2.3 จงของหาฟังก์ชั่นถ่ายโอนของระบบน้ำ 2 ถัง ในรูปที่ 2.3 โดยให้ q_i เป็น input และ h_2 เป็น output

(15 คะแนน)

<u>กำหนดให้</u>

q_i, q_{12}, q_o : อัตราการไหล

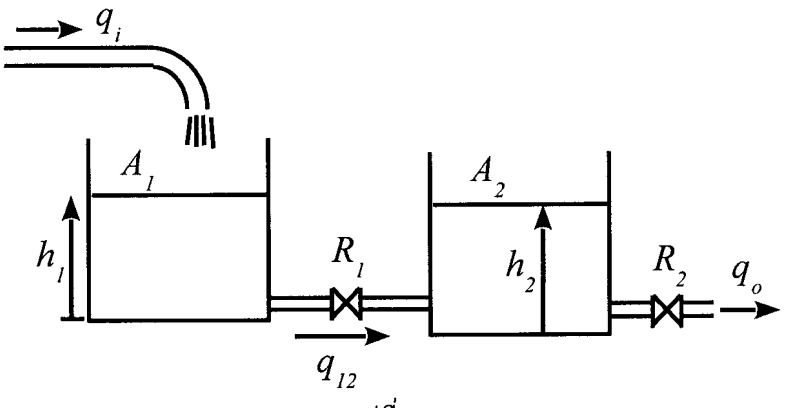
h_1, h_2 : ระดับน้ำในถัง

A_1, A_2 : พื้นที่หน้าตัดของถัง

R_1, R_2 : ความต้านทานการไหล

<u>Hint</u>

อัตราการไหล $q = \frac{h_1 - h_2}{R}$



รูปที่ 2.3

รหัสนักศึกษา _____ ชื่อ-สกุล _____

3. **<u>เลือกทำเพียง 1 ข้อย่อย</u> (20 คะแนน)**

3.1 จงหาการตอบสนอง $c(t)$ ของระบบที่มีฟังชันถ่ายโอน $T(s)=\frac{C(s)}{R(s)}=\frac{10}{(s+3)(s+10)}$ (10 คะแนน)

โดยให้ input เป็น unit step function

3.2 จงหาการตอบสนอง $c(t)$ ของระบบที่มีฟังชันถ่ายโอน $T(s)=\frac{C(s)}{R(s)}=\frac{100}{(s+1)(s+5)(s+20)}$ (20 คะแนน)

โดยให้ input เป็น unit step function

4. **<u>เลือกทำเพียง 1 ข้อย่อย</u> (20 คะแนน)**

4.1 จากระบบที่มีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในรูปของสมการอนุพันธ์

$$\ddot{z}_1+3\dot{z}_1+2\dot{z}_2=u_1$$
$$\ddot{z}_2+\dot{z}_1-3z_2=u_2$$

โดยที่ $\dot{z}$ และ $\ddot{z}$ คือ อนุพันธ์อันดับ 1 และ 2 ของ z ตามลำดับ

จงเขียนแบบจำลองของระบบนี้ในรูปของ state variable model (10 คะแนน)

4.2 จากระบบที่มีฟังก์ชันถ่ายโอน $T(s)=\frac{C(s)}{R(s)}=\frac{10(s+4)}{s(s+1)(s+2)}$ จงแปลงให้อยู่ในรูปของ state variable model กำหนดให้ initial values ทั้งหมดเท่ากับ 0 (20 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: $\%OS=PO=100\,e^{-\frac{\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}}$