

เลขที่นั่งสอบ _____



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
การสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551

วิชา ENE 341 ระบบควบคุม (Control Systems)

วศ.อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ปีที่ 3

สอบ วันพุธที่ 23 กรกฎาคม พ.ศ. 2551

เวลา 13.00 – 16.00 น.

คำเตือน:-

- 1.) ข้อสอบวิชานี้มี 11 หน้า (รวมปก) จำนวน 4 ข้อ คะแนนเต็ม 100 คะแนน
- 2.) ให้ทำลงในข้อสอบนี้เท่านั้น
- 3.) ไม่อนุญาตให้นำเอกสารเข้าห้องสอบ
- 4.) อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด
- 5.) ขอให้นักศึกษาทุกคนโชคดีในการสอบ .

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ

เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ

ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

ชื่อ-สกุล _____ รหัสประจำตัว _____

อาจารย์ วุฒิชัย อัครวินชัยโชติ

ผู้ออกข้อสอบ

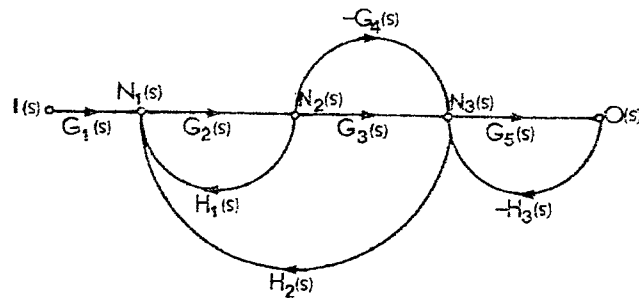
โทร 0-2470-9061

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากคณะกรรมการประจำภาควิชาแล้ว

(ผศ.ดร. วุฒิชัย อัครวินชัยโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

ข้อ 1 (20 คะแนน): จงหา Transfer function ของระบบต่อไปนี้โดยใช้ Mason's Rule



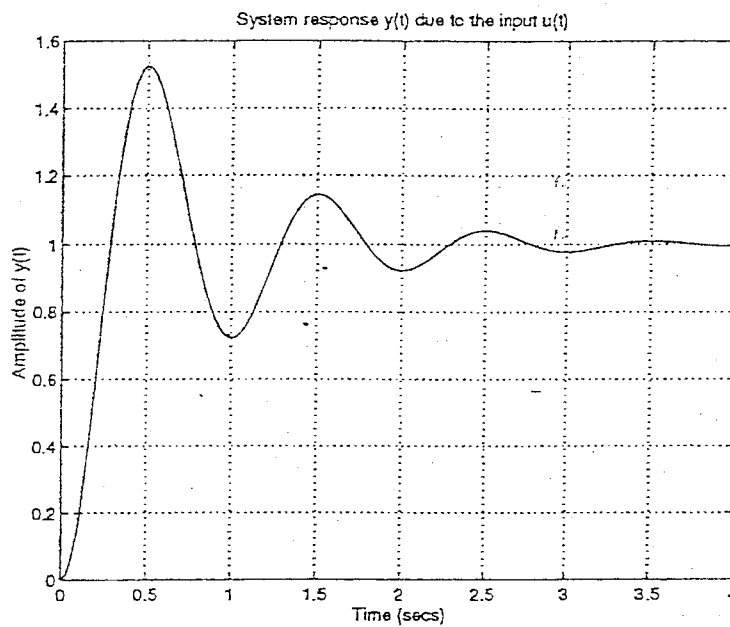
ข้อ 2 (25 คะแนน): จงพิจารณาสมการเอาต์พุต $y(t)$ ต่อไปนี้จาก

$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + \alpha \frac{dy(t)}{dt} + \beta y(t) = u(t)$$

โดยให้มีอินพุตเป็น

$$u(t) = \begin{cases} 0 & \rightarrow t < 0 \\ \frac{25\pi^2}{6} & \rightarrow t \geq 0 \end{cases}$$

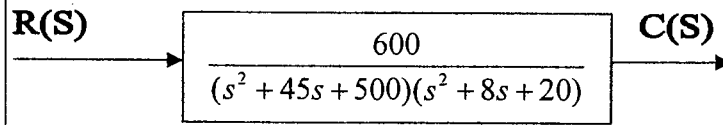
และผลตอบสนองตามรูปด้านล่าง กำหนดให้ค่าเริ่มต้น $y(0) = 0$ และ $\dot{y}(0) = 0$



Response of the second order system to the input $u(t)$.

- (5 คะแนน) จงเขียนสมการ characteristic ในเทอมของ β และ α
- (5 คะแนน) จงหาค่า damping ratio และ natural frequency ในเทอมของ β และ α
- (10 คะแนน) จงหาค่าของ damping ratio และ natural frequency
- (5 คะแนน) จงหาค่า β และ α

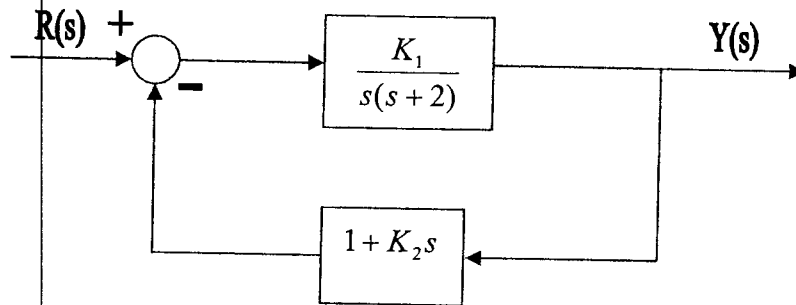
ข้อ 3 (20 คะแนน): จงพิจารณาระบบ SISO ต่อไป



- (a) (5 คะแนน) ให้ $r(t) = 5u(t)$ จงหาค่า *Steady State* ของ $c(t)$
- (b) (5 คะแนน) จงประมาณค่า *Settling Time* ของระบบที่ค่า *Steady State*
- (c) (5 คะแนน) คุณคิดว่าระบบนี้ Oscillate หรือไม่ เพราะเหตุใด

ข้อ 4 (35 คะแนน): กำหนดให้ Performance Specification มีค่าเท่ากับ

- (i) *Steady State Error* สำหรับ *Ramp Input* มีค่าน้อยกว่า 10%
- (ii) *Maximum % Overshoot* สำหรับ *Unit Step* มีค่าน้อยกว่า 5%
- (iii) *Settling Time* มีค่าน้อยกว่า 3 วินาที



จงตอบคำถามต่อไปนี้

- (a) (5 คะแนน) จงหา *Closed-loop Transfer Function* ของระบบ
- (b) (5 คะแนน) จงหาค่า *Steady State Error* เนื่องจาก *Ramp Input* (ในเทอมของ K_1 และ K_2)
- (c) (5 คะแนน) จาก Performance Specification ในข้อ (i) จงหาค่าที่เป็นไปได้ของ K_1
- (d) (5 คะแนน) จาก Performance Specification ในข้อ (iii) จงหาค่าที่เป็นไปได้ของ *Closed-loop poles*
- (e) (5 คะแนน) จาก Performance Specification ในข้อ (ii) และ (iii) จง sketch “*Admissible Region*” ใน *s-plane* ของ *Closed-loop poles* ที่เป็นไปได้
- (f) (5 คะแนน) กำหนดให้ค่า $K_1 = 32$ จงหาค่า K_2 ที่ทำให้ Poles อยู่ที่ยื่น “*Admissible Region*”
- (g) (5 คะแนน) จากข้อ (f) จงหาค่า *Time Constant* ของระบบ

Laplace transform $E(s)$	Time function $e(t)$
$\frac{1}{s^2}$	t
$\frac{1}{s^3}$	$\frac{t^2}{2}$
$\frac{(k-1)!}{s^k}$	t^{k-1}
$\frac{1}{s+a}$	e^{-at}
$\frac{1}{(s+a)^2}$	te^{-at}
$\frac{(k-1)!}{(s+a)^k}$	$t^k e^{-at}$
$\frac{a}{s(s+a)}$	$1 - e^{-at}$
$\frac{a}{s^2(s+a)}$	$t - \frac{1 - e^{-at}}{a}$
$\frac{a^2}{s(s+a)^2}$	$1 - (1+at)e^{-at}$
$\frac{b-a}{(s+a)(s+b)}$	$e^{-at} - e^{-bt}$
$\frac{a}{s^2+a^2}$	$\sin(at)$
$\frac{s}{s^2+a^2}$	$\cos(at)$
$\frac{1}{(s+a)^2+b^2}$	$\frac{1}{b} e^{-at} \sin bt$
$\frac{s+a}{(s+a)^2+b^2}$	$e^{-at} \cos bt$
$\frac{a^2+b^2}{s[(s+a)^2+b^2]}$	$1 - e^{-at} \left(\cos bt + \frac{a}{b} \sin bt \right)$

$$\frac{1}{s(s+a)(s+b)} = \frac{1}{ab} + \frac{e^{-at}}{a(a-b)} + \frac{e^{-bt}}{b(b-a)}$$