ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....กลุ่ม.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค: ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา: 2547

วันที่สอบ: 18 ธันวาคม 2547 เวลาสอบ: 9.00-12.00 น.

รหัสวิชา: 240-209 ห้องสอบ: R200 และ R201

ชื่อวิชา: แนะนำระบบควบคุม

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือ ปรับตกในรายวิชานี้และพักการเรียน หนึ่งภาคการศึกษา โทษสูงสุดคือไล่ออก

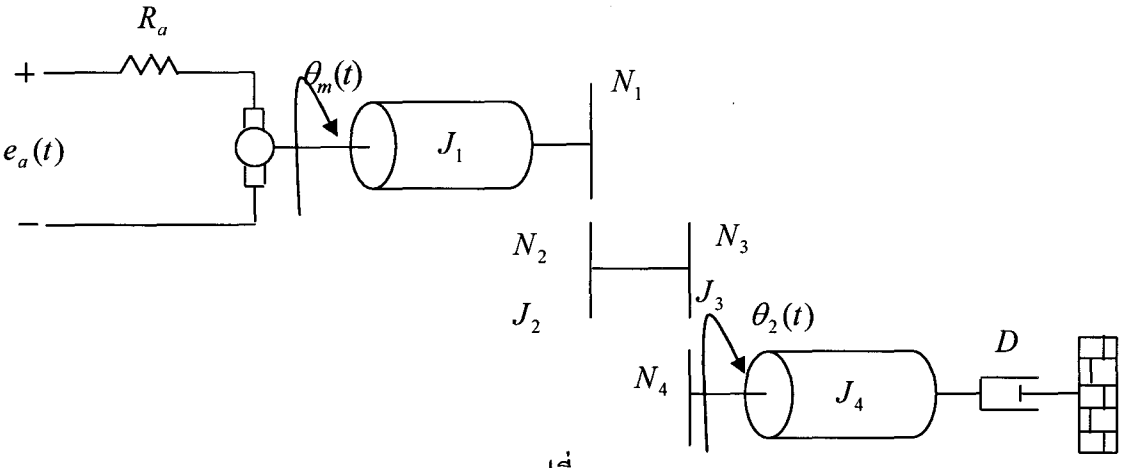
เวลาที่ใช้ในการสอบ 3 ชั่วโมง

อ่านคำสั่งให้เข้าใจก่อนเริ่มทำข้อสอบ

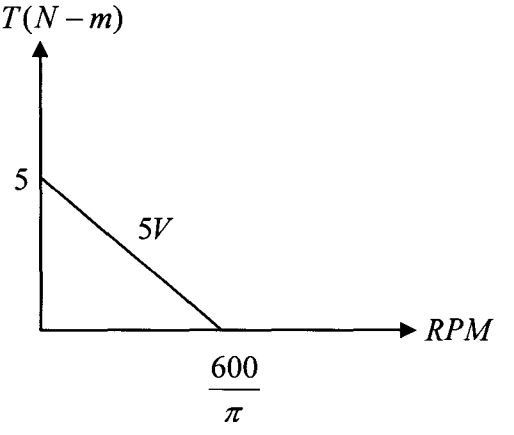
1. ข้อสอบมีทั้งหมด 10 หน้า รวม 3 ข้อใหญ่ คะแนนเต็ม 20 คะแนน ให้นักศึกษาทำทุกข้อลงในข้อสอบ
2. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้แต่ต้อง clear memory ของเครื่องคิดเลขด้วย
3. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารหรือหนังสือใด ๆ เข้าห้องสอบ
4. เขียนชื่อและรหัสให้ชัดเจนในข้อสอบทุกแผ่น
5. คำตอบในข้อใดเขียนไม่พอ อนุญาตให้เขียนด้านหลังของข้อสอบได้ แต่ให้ระบุข้อให้ชัดเจน
6. คำตอบส่วนใดอ่านไม่ออก จะถือว่าคำตอบนั้นผิด

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....กลุ่ม.....

1. มอเตอร์ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างทอร์กและความเร็ว ดังรูปที่ 1a ถูกนำมาขับโหลด ดังรูป 1b จงหาค่าต่อไปนี้



รูปที่ 1a



รูปที่ 1b

1.1 จงหาทรานเฟอร์ฟังก์ชันของระบบ $\frac{\theta_2(s)}{E_a(s)}$ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

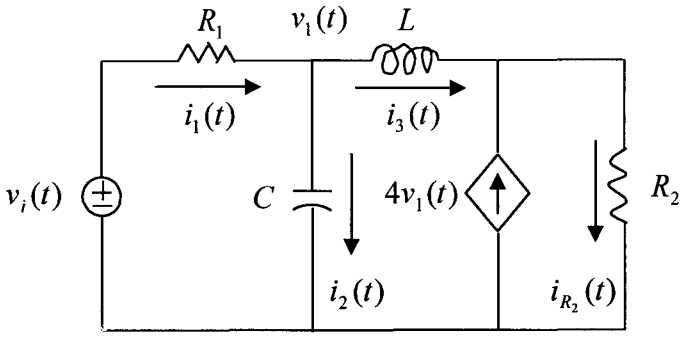
.....

.....

.....

1.2 เมื่อป้อนสัญญาณเข้าเป็น Unit Step จงหาผลตอบสนอง (Unit step response) ของระบบดังกล่าว (กำหนดให้เงื่อนไขเริ่มต้นมีค่าเท่ากับศูนย์) (3 คะแนน)

2. จากระบบวงจรไฟฟ้าที่กำหนดดังรูปที่ 2 จงหาค่าต่อไปนี้



รูปที่ 2

2.1 จงแสดง State-space representation ของระบบ (4 คะแนน)

เมื่อกำหนด $i_{R_2}(t)$ เป็นเอาท์พุต (Output)

$v_i(t)$ เป็นอินพุต (Input)

$v_1(t)$ และ $i_3(t)$ เป็นตัวแปรสเตท (State variable) โดยเรียงลำดับของสมาชิกใน State vector ดังนี้ $\begin{bmatrix} v_1(t) \\ i_3(t) \end{bmatrix}$

โดยให้แสดงในรูปเมตริกซ์ของสมการสเตท (State equation) และสมการเอาท์พุต (Output equation)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

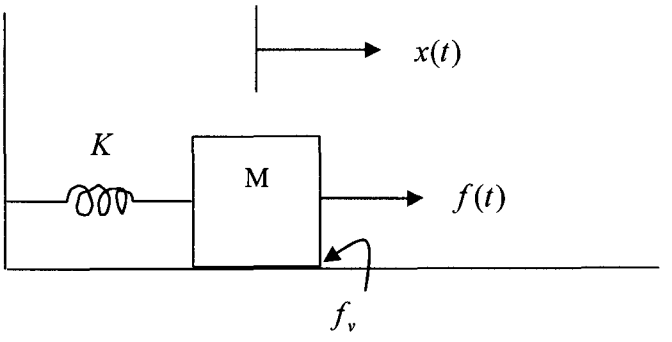
.....

2.2 จงแปลง State-space representation ที่ได้จากข้อ 2.1 ให้อยู่ในรูปของทรานเฟอร์ฟังก์ชัน เมื่อกำหนดค่าต่าง ๆ ดังนี้

$$R_1 = R_2 = 1\Omega, \quad C = 1F. \quad and \quad L = 1\text{H}.$$ (3 คะแนน)

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....กลุ่ม.....

3. จากรูปที่ 3 แสดงระบบการเคลื่อนที่เชิงเส้นของมวล M ขนาด 1 kg. โดยแรงที่ใส่ในระบบนี้ คือ $f(t)$ ซึ่งมีขนาด 1 N. จงหาค่าต่อไปนี้



รูปที่ 3

3.1 จงหาค่า Percent overshoot (%OS), Damping ratio (ζ), Natural frequency (ω_n), Peak time (T_p) และ Settling time (T_s) ของระบบ เมื่อกำหนด

$K = 1N/m$ *and* $f_v = 1N - s/m$ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.2 หากต้องการปรับปรุงผลตอบสนองต่อเวลา (Time response) ของระบบ โดยให้มีค่า Percent overshoot เท่ากับ 10 % และ Damped frequency of oscillation (ω_d) เท่ากับ 10 rad/s. จงหาค่าของ K และ f_v ที่ทำให้ได้ค่าตามที่ต้องการ (3 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อมูลเพิ่มเติม

$$C(s)=\frac{\omega_n^{\,2}}{s(s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^{\,2})}=\frac{K_1}{s}+\frac{K_2 s+K_3}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^{\,2}}$$

$$C(s)=\frac{1}{s}-\frac{(s+\zeta\omega_n)+\dfrac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}}{(s+\zeta\omega_n)^2+\omega_n^{\,2}(1-\zeta^2)}$$

$$c(t)=1-e^{-\zeta\omega_n t}\left(\cos\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}\,t+\frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}\sin\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}\,t\right)$$

$$c(t)=1-\frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}}e^{-\zeta\omega_n t}\cos\left(\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}\,t-\phi\right)$$

where $\phi=\tan^{-1}\left(\dfrac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}\right)$

$$\dot{c}(t)=\frac{\omega_n}{\sqrt{1-\zeta^2}}e^{-\zeta\omega_n t}\sin\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}\,t$$

อ.ธเนศ เดารพาพงศ์ และ อ.ปราโมทย์ อริยาดิเรก
ผู้ออกข้อสอบ