

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สอบกลางภาค ประจำปีการศึกษาที่ 2

ประจำปีการศึกษา 2554

วันที่ 23 ธันวาคม 2554

เวลา 9:00-12:00

วิชา 211-331 Industrial Electronics

ห้อง S203

คำสั่ง

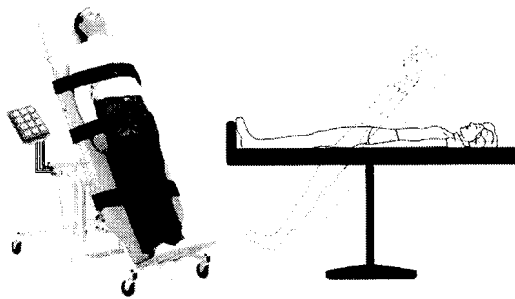
1. ข้อสอบมีทั้งหมด 7 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. อนุญาตให้นำ โน้ต ตำรา หรือเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบได้
3. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
4. หากเขียนคำตอบไม่พอ อนุญาตให้เขียนต่อด้านหลังได้

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัส.....

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	10	
2	10	
3	10	
4	10	
5	10	
6	10	
7	10	
รวม	70	

1. จงออกแบบระบบควบคุมแบบปิด (Close loop) สำหรับการควบคุมเตียงปรับระดับความดัน (Tilt Table) ซึ่งเป็นเตียงที่ใช้ในการปรับความดันสำหรับผู้ป่วย โดยความดันก็จะขึ้นกับความชันของมุมเตียงนั่นเอง การทำงานเริ่มจากผู้ควบคุมป้อนมุมที่ต้องการ เตียงก็จะปรับไปยังมุมที่ต้องการโดยอัตโนมัติ มีรายละเอียดการทำงานดังนี้ อ้างอิงจากรูปที่ 1 (10 คะแนน)

- ปรับเปลี่ยนมุมของเตียงด้วยมอเตอร์กระแสตรง
- ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM 7 LPC 2119 เป็นตัวควบคุม
- ใช้ Potentiometer เป็นตัววัดมุม
- ป้อนข้อมูล (มุม) ผ่าน Keypad และมีจอ LCD ใช้บอกสถานะของมุมปัจจุบัน

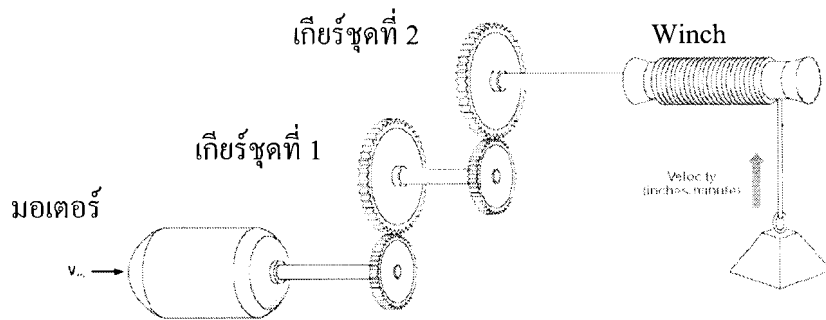


รูปที่ 1 ลักษณะการทำงานของเตียงปรับระดับความดัน (Tilt Table)

คำสั่ง : จงเขียน Block diagram และอธิบายการทำงานโดยละเอียด ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ

2. จากระบบขับเคลื่อนดังรูปที่ 2 ประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้าขับชุดเกียร์ชุดที่ 1 จากนั้น เกียร์ชุดที่ 1 จะไปขับเกียร์ชุดที่ 2 เพื่อขับให้ Winch เปลี่ยนการเคลื่อนที่จากการหมุนเป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้น และทำให้สามารถยกตุ้มน้ำหนักขึ้นได้ (10 คะแนน)

คุณสมบัติ มอเตอร์ มีเพิ่มขึ้นความเร็ว 150 rpm ถ้าได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 1 โวลต์
 เกียร์ชุดที่ 1 มีอัตราทด 2:1
 เกียร์ชุดที่ 2 มีอัตราทด 2:1



รูปที่ 2 ชุดยกตุ้มน้ำหนักขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์

คำสั่ง : ถ้าให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ 5 โวลต์ จะได้ความเร็วของการเคลื่อนที่ของตุ้มน้ำหนัก 1,875 in/min จงหา Transfer function ของระบบ และ Transfer function ของ Winch

3. บริษัท A ได้ซื้อ Load cell มาใช้ในการชั่งน้ำหนักซึ่งวัดได้สูงสุด 100 Kg และได้ให้นาย B ทดสอบการชั่งน้ำหนักโดยเทียบกับค่ามาตรฐานและผลการทดลองเป็นไปตามตารางที่ 1 จากผลการทดสอบ จงหา Accuracy และ Hysteresis ของของ Load cell ชนิดนี้ (10 คะแนน)

ตารางที่ 1 ผลการทดลองชั่งน้ำหนักด้วย Load cell กับค่ามาตรฐาน

Load (Kg)	True Output (mV) (เครื่องมาตรฐาน)	Actual Output (mV) (Load cell บริษัท A)	Error (mV)	Accuracy		Hysteresis %Full Scale Output
				%Full Scale Output	%Full Scale Reading	
0	0	0.17				
10	2	1.11				
20	4	2.64				
30	6	4.57				
40	8	6.62				
50	10	8.79				
60	12	11.1				
70	14	13.41				
80	16	15.49				
90	18	17.75				
100	20	20.02				
90	18	18.54				
80	16	16.55				
70	14	14.72				
60	12	12.34				
50	10	9.77				
40	8	7.75				
30	6	5.52				
20	4	4.48				
10	2	1.77				
0	0	0.22				

Error คำนวณจากสูตร

Accuracy

%Full Scale Output คำนวณจากสูตร

%Full Scale Reading คำนวณจากสูตร

Hysteresis คำนวณจากสูตร

.....

.....

.....

4. บริษัท A ได้เลือกใช้ RTP ชนิด PTxx ในการตรวจจับอุณหภูมิของสารเคมีที่ใช้ในการผลิต

คุณสมบัติ PTxx

มีค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงความต้านทาน / อุณหภูมิ ($\alpha_0 = 0.002 / ^\circ\text{C}$)

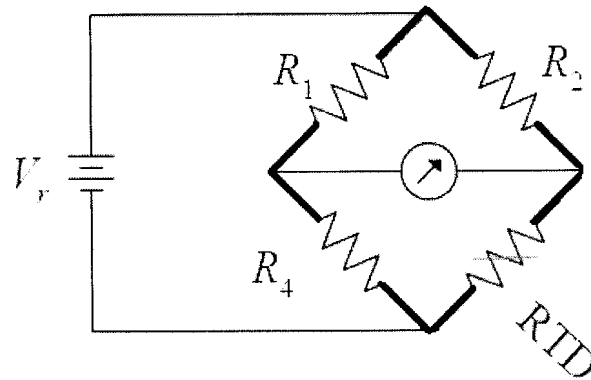
ความต้านทาน 500 ที่ 25°C

ค่ากำลังความร้อนสูญเสียคงที่ $P_b = 32 \text{ mW} / ^\circ\text{C}$ ที่ 25°C

โดยต่อเข้ากับวงจร Wheatstone bridge ดังรูปที่ 3

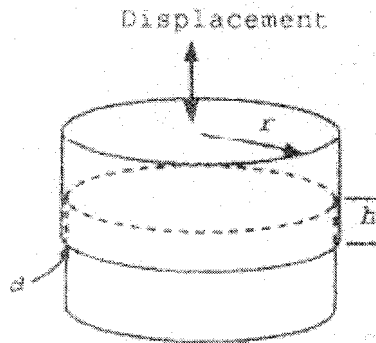
(ไม่คิดความยาวของสายไฟที่นำมาต่อกับ RTD)

RTP ชนิด PTxx ถูกติดตั้งที่ 0°C จงหาความต้านทานที่แท้จริงของ RTD ขณะนั้น ? (10 คะแนน)



รูปที่ 3 การต่อ RTD เข้ากับวงจร Wheatstone bridge

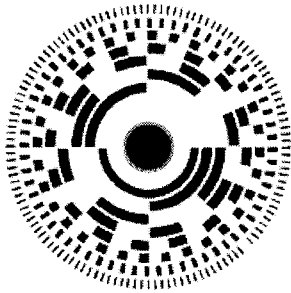
5. นำ Capacitive sensor ตัวหนึ่ง มาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุ โดยรูปร่างของ Capacitive sensor แสดงดังรูปที่ 4 เป็นรูปทรงกระบอก รัศมี 2.5 cm ดังรูป ระหว่าง Plate ทั้งสองก้อนพลาสติก 1 mm ค่าคงที่ dielectric 2.5, ค่า Permittivity 8.85 pF/m (10 คะแนน)
- 5.1 จงหาความจุที่เกิดขึ้นที่ความสูง (h) ใดๆ
- 5.2 จงหาความจุที่เกิดขึ้นที่ความสูง (h) = 1 cm, 1.5 cm และ 2 cm



รูปที่ 4 Capacitive sensor

6. จงตอบคำถามต่อไปนี้

(10คะแนน)



รูปที่ 5 Absolute Encoder

6.1 จากรูปที่ 5 เป็น Encoder ใช้รหัสใดในการออกแบบ ระหว่าง Gray Code หรือ Binary Code

.....

6.2 Encoder ในรูปที่ 3 มีความละเอียด บิต

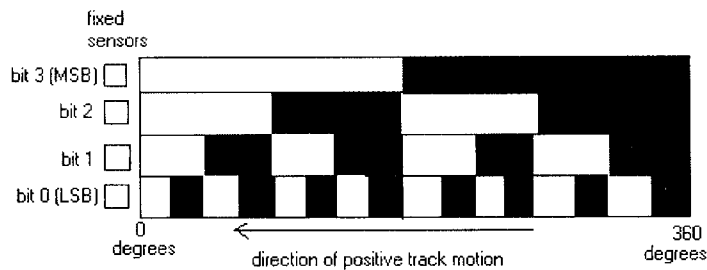
6.3 จากรูปที่ Encoder มี ความละเอียด (Resolution) เป็นเท่าไร (แสดงการคำนวณด้วย)

.....

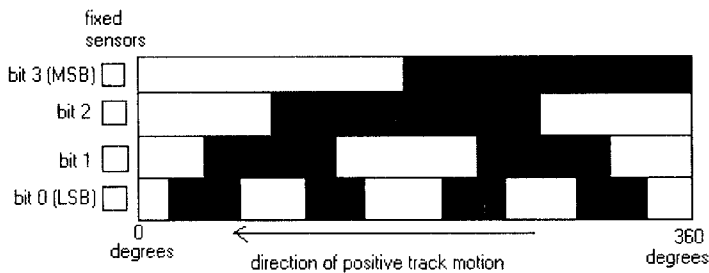
.....

.....

6.4 ปกติรหัสที่นิยมใช้ใน Absolute Encoder คือ Binary code และ Gray Code รหัสทั้ง 2 แบบ ต่างกันอย่างไร และรหัสใดมีข้อดีกว่าเพราะอะไร



รูปที่ 6 Encoder ชนิด Binary code



รูปที่ 7 Encoder ชนิด Gray code

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. จาก Specification ของ Pressure Sensor ตัวหนึ่งมีดังนี้

- **Operation**

Input range 0-1500 cm H₂O

Excitation ± 15 v

Output range 0-10 v

Temperature 0-5 °C

(nominal at 25 °C)

- **Performance**

Linearity error (e_L) $\pm 0.7\%$ FSO

Hysteresis error (e_H) $\pm 0.1\%$ FSO

Sensitivity error (e_S) $\pm 0.20\%$ of reading

Thermal zero drift (e_{ZT}) 0.02%/ °C FSO

Thermal sensitivity error (e_{ST}) 0.02%/ °C of reading

(e_{ZT} และ e_{ST} อ้างอิงจาก 25 °C)

นำ Pressure Sensor ตัวนี้ไปวัดความดันที่ตำแหน่งต่ำกว่าระดับน้ำ 600 cm ซึ่งมีอุณหภูมิระหว่าง 18 – 25 °C

จงหาความคลาดเคลื่อนรวมของ sensor ด้วยวิธีการของ worst case และ Root sum square (10 คะแนน)