



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ข้อสอบกลางภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2557

วิชา INC 232 Test and Measurement Systems
สอบวันศุกร์ที่ 27 กุมภาพันธ์ 2558

นศ.วศ.ระบบควบคุมและเครื่องมือวัดชั้นปีที่ 2
เวลา 13.00 ถึง 16.00 น.

คำเตือน

1. ข้อสอบมี 6 ข้อ 12 หน้า (รวมใบปะหน้า)
2. ข้อสอบมีคะแนนรวมทั้งหมด 126 คะแนน

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

คำสั่ง

1. ให้เขียนคำตอบในข้อสอบได้ทั้งสองหน้าของกระดาษ
2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณ
3. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารใดๆเข้าห้องสอบ

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ

เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ

ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

อ.วุฒิชัย พลวิเศษ

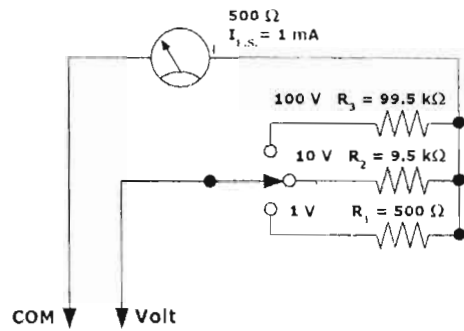
ผู้ออกข้อสอบ

โทร 02 470 9095

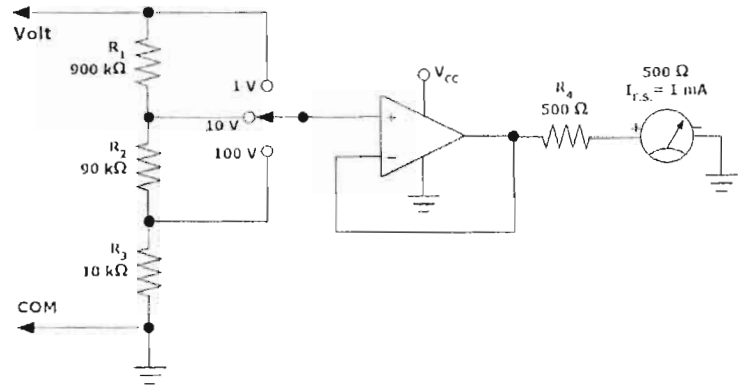
ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุมและเครื่องมือวัด

(ผศ.ดร.เด็ญ กุลพิริกษ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุมและเครื่องมือวัด



รูปที่ 1 วงจรของเครื่องมือวัด ก



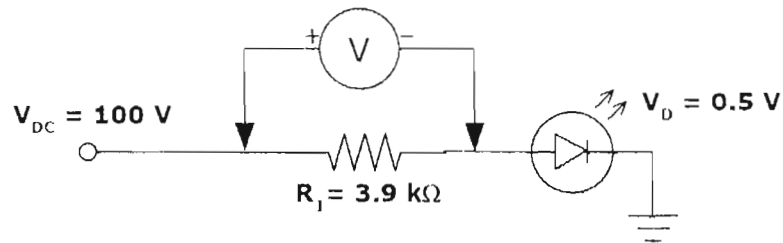
รูปที่ 2 วงจรของเครื่องมือวัด ข

1. จากวงจรในรูปที่ 1 และ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.1. Input impedance ของเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงหมายถึงอะไร มีความสำคัญเกี่ยวกับการวัดอย่างไร (2 คะแนน)

1.2. จงแสดงวิธีการคำนวณเพื่อหาค่า Input impedance ของเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงทั้ง 2 เครื่อง (8 คะแนน)

1.3. Loading effect ของเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงคืออะไร (2 คะแนน)



รูปที่ 3 วงจรไฟแสดงผล

1.4. จงแสดงวิธีการคำนวณเพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าเครื่องมือวัด ข มีความผิดพลาดในการวัดค่าน้อยกว่าเครื่องมือวัด ก เมื่อนำไปวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมค่า R_1 ในรูปที่ 3 (8 คะแนน)

ชื่อ-สกุล รหัสนักศึกษา เลขที่นั่งสอบ

1.5. Sensitivity ของเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงคืออะไร คำนับอกอะไรแก่ผู้ใช้ (2 คะแนน)

1.6. เครื่องมือวัด ก หรือเครื่องมือวัด ข เครื่องมือวัดเครื่องใดมี sensitivity ดีกว่า เมื่อตั้งย่านการวัดของเครื่องมือวัดทั้ง 2 เครื่องที่ย่าน 1 V จงพิสูจน์ด้วยการคำนวณอย่างง่าย (8 คะแนน)

1.7. เครื่องมือวัด ก มีจุดอ่อนอะไรบ้างเมื่อเทียบกับเครื่องมือวัด ข (2 คะแนน)

1.8. เครื่องมือวัด ข มีจุดอ่อนอะไรบ้างเมื่อเทียบกับเครื่องมือวัด ก (2 คะแนน)

ชื่อ-สกุล รหัสนักศึกษา เลขที่นั่งสอบ

2. จากคุณลักษณะที่กำหนดให้จงตอบคำถามต่อไปนี้

Specifications	
Display	Digital: 4,000 counts, updates 2 per second
Operating Temperature	-10 °C to + 50 °C
Accuracy Specifications	
DC millivolts	Range: 400.0 mV Resolution: 0.1 mV Accuracy: $\pm ([\% \text{ of reading}] + [\text{counts of resolution}]): 0.5\% + 2$
AC volts' true-rms	Range/Resolution: 4.000 V / 0.001 V Range/Resolution: 40.00 V / 0.01 V Range/Resolution: 400.0 V / 0.1 V Accuracy: 1.0 % + 3 (dc, 45 Hz to 500 Hz) 2.0 % + 3 (500 Hz to 1 kHz)

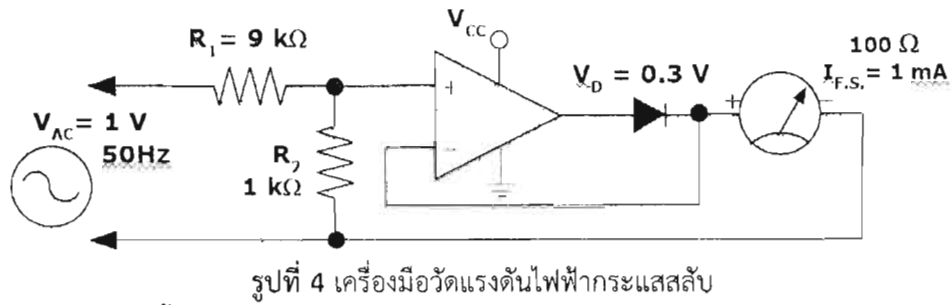
2.1 เครื่องมือวัดเครื่องนี้สามารถวัดแรงดันที่มีค่า 100 μV ได้หรือไม่ ทราบได้อย่างไร (2 คะแนน)

2.2 เพื่อนของท่านนำเครื่องมือวัดนี้ไปวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแล้วบันทึกค่าแรงดันที่อ่านได้เท่ากับ 400.1 V เมื่อนำไปวัดแรงดันที่เกิดขึ้นจริง 400 V ท่านคิดว่าการวัดครั้งนี้มีความถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด (4 คะแนน)

2.3 ถ้าเครื่องมือวัดแรงดันไฟกระแสตรงได้ 10 mV จะมีค่าความผิดพลาดเท่าไร เมื่อใช้ย่านวัด 400 mV (4 คะแนน)

ชื่อ-สกุล รหัสนักศึกษา เลขที่นั่งสอบ.....

- 2.4 เมื่อนำเครื่องมือวัดเครื่องนี้ไปวัดไฟกระแสสลับรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่มีค่า duty cycle เท่ากับ 50% มีแรงดัน 5 โวลต์ ท่านคิดว่าท่านจะตั้งย่านการวัดของเครื่องมือเครื่องนี้ที่ย่านใด ค่าที่แสดงบนหน้าจอของเครื่องมือวัดนี้จะแสดงเป็นตัวเลข “5.00” หรือ “7.07” เพราะเหตุใด (4 คะแนน)
- 2.5 เมื่อนำเครื่องวัดนี้ไปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันเพิ่มขึ้นทีละ 0.1 V ทุกๆ 250 ms ค่าที่เครื่องวัดนี้อ่านได้จะมีลักษณะเป็นอย่างไร (2 คะแนน)
- 2.6 ท่านคิดว่าเครื่องมือวัดเครื่องนี้ใช้ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลชนิดใด จงอธิบายเหตุผลประกอบ (3 คะแนน)

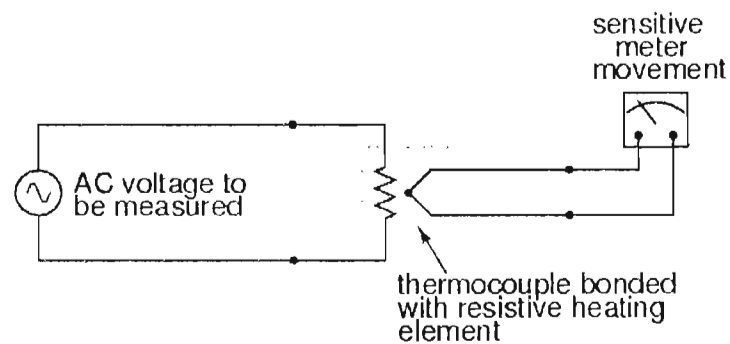


3. จงตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 เมื่อป้อนสัญญาณ VAC ขนาด 1 V 50 Hz ให้วงจรเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (รูปที่ 4) เข็มชี้ของเครื่องมือวัดนี้จะชี้ที่กี่เปอร์เซ็นต์ของค่าเต็มสเกล (4 คะแนน)

3.2 เมื่อเปลี่ยนสัญญาณอินพุตจากสัญญาณที่มีรูปคลื่น sine เป็นสัญญาณสี่เหลี่ยมที่มีค่า duty cycle = 50% แรงดันและความถี่เท่าเดิม (รูปที่ 4) เข็มชี้ของเครื่องมือวัดนี้จะชี้ที่กี่เปอร์เซ็นต์ของค่าเต็มสเกล (4 คะแนน)

3.3 เพราะเหตุใด เมื่อใช้เครื่องมือวัด (รูปที่ 4) เครื่องเดียวกันวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่มีค่าแรงดันเท่ากัน แต่มีรูปคลื่นต่างกันจึงแสดงค่าแรงดันไม่เท่ากัน (2 คะแนน)



รูปที่ 5 เครื่องมือวัดแบบ True RMS

3.4 จงอธิบายหลักการทำงานของเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้าแบบ True RMS ที่แสดงในรูปที่ 5 (4 คะแนน)

ชื่อ-สกุล รหัสนักศึกษา เลขที่นั่งสอบ

4. จงใช้ความรู้เรื่องตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลตอบคำถามต่อไปนี้

4.1 จงแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลขนาด 4 บิตจะทำให้ค่าความละเอียดในการวัด (resolution) ที่ดีกว่าการใช้ตัวแปลงสัญญาณขนาด 3 บิต เมื่อแรงดันอินพุตสูงสุดที่ตัวแปลงสัญญาณทั้ง 2 ตัวมีค่าเท่ากับ 5 V (5 คะแนน)

4.2 จงอธิบายสาเหตุหลักของความผิดพลาดในการวัดอย่างน้อย $\pm 1/2$ LSB ที่เกิดในเครื่องมือวัดแบบดิจิทัล (5 คะแนน)

4.3 จงอธิบายผลที่เกิดจาก offset error ของตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลเมื่อนำตัวแปลงสัญญาณนี้มาทำเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้า และให้อธิบายแนวทางแก้ปัญหาเมื่อตรวจพบว่าเครื่องวัดดังกล่าวมีอาการ offset error (5 คะแนน)

5. ต่อไปนี้เป็นข้อมูลของออสซิลโลสโคปแบบดิจิทัลยี่ห้อหนึ่ง ให้นักศึกษาอ่านรายละเอียดและตอบคำถาม

Vertical System

Bandwidth	40 MHz
Input Channels	2
Bandwidth Limiters	20 MHz
Input Impedance	1 M Ω \pm 2% 17 pF \pm 3 pF
Input Coupling	AC, DC, GND
Maximum Input Voltage	\pm 400 V _{pk}
Vertical Resolution	8 bits
Sensitivity	2 mV/div - 5 V/div

Horizontal System

Time/Division Range	10 ns/div - 50 s/div
---------------------	----------------------

Acquisition System

Single-Shot Sample Rate/Ch	500 MS/s on 1 Ch 250 MS/s on 2 Ch
Equivalent Sample Rate	25 GS/s
Memory	4 kpts/ch

Acquisition Processing

Averaging	Selectable Number of Sweeps : 4, 16, 32, 64, 128, 256
Interpolation	Linear, Sin x/x

5.1 ออสซิลโลสโคปเครื่องนี้เหมาะที่จะใช้วัดสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่มีความถี่ 40 MHz และมีแรงดันยอด (V_{peak}) 20 โวลต์หรือไม่ เพราะเหตุใด (5 คะแนน)

5.2 ภาพบนหน้าจอแสดงค่าสัญญาณรูปสามเหลี่ยมแรงดัน peak-to-peak เท่ากับ 1 โวลต์ ปรับค่า volt/div เท่ากับ 0.1 volt/div จำนวนช่องในแนวแกนตั้งมีทั้งหมด 10 ช่อง เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม STOP เพื่อหยุดการวัดค่า ความละเอียดของแรงดันในแนวแกนตั้งเมื่อคิดเป็นค่า bit resolution ได้ละเอียดที่สุดมีค่ากี่โวลต์ จงแสดงวิธีทำ (5 คะแนน)

5.3 จงอธิบายความสำคัญของข้อมูลเกี่ยวกับ Acquisition System ทุกตัวที่ให้มา (6 คะแนน)

5.4 จงอธิบายความสำคัญของข้อมูลเกี่ยวกับ Acquisition Processing ทุกตัวที่ให้มา (4 คะแนน)

5.5 เมื่อเทียบกับออสซิลโลสโคปธรรมดา ออสซิลโลสโคปเครื่องนี้สามารถตั้งค่า time/div และ volt/div ได้เท่าไร (4 คะแนน)

ชื่อ-สกุล รหัสนักศึกษา เลขที่นั่งสอบ

6. จงเขียนบล็อกไดอะแกรมและอธิบายหลักทำงานของออสซิลโลสโคปแบบดิจิทัลมา โดยให้แต่ละบล็อกใช้ 1 หลักการ (10 คะแนน)