



คณบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ข้อสอบกลางภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556

วิชา INC 232 Test and Measurement Systems
สอบวันศุกร์ที่ 28 กุมภาพันธ์ 2557

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

คำเตือน

1. ข้อสอบมี 7 ข้อ 10 หน้า (รวมใบปะหน้า)
2. ข้อสอบมีคะแนนรวมทั้งหมด 122 คะแนน

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

คำสั่ง

1. ให้เขียนคำตอบในข้อสอบด้วยปากกาหรือดินสอสีดำเข้ม
2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณตามระเบียบของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. ไม่อนุญาตให้นำเฉพาะเอกสารเข้าห้องสอบ

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ
เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ
ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

อ.วุฒิชัย พลวิเศษ
ผู้ออกข้อสอบ
โทร 02 470 9095

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุมและเครื่องมือวัด

(ผศ.ดร.เตี๋ย กุลพิทักษ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุมและเครื่องมือวัด

1. จงกากบาทในช่อง “ถูก” หรือ “ผิด” สำหรับข้อความต่อไปนี้

(ทำถูกได้ข้อละ 2 คะแนน, ทำผิดได้คะแนนลบข้อละ 1 คะแนน)

สำนักหอสมุด

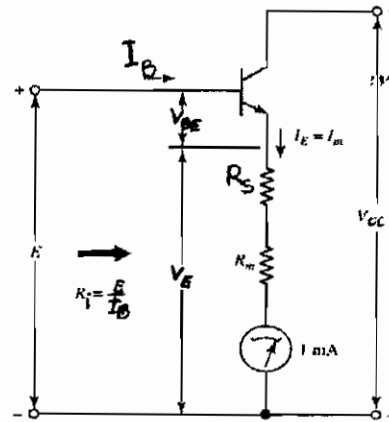
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

| ข้อความ | ถูก | ผิด |
|---|-----|-----|
| 1. โดยทั่วไปเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบดิจิตอลจะต้องมีค่าความต้านทานอินพุตต่ำกว่าเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบเข็มที่ไม่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ | | |
| 2. การเพิ่มวงจร attenuator เข้าไปในเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้าเต็มที่มีย่านวัดสูงสุด 1 โวลต์ จะทำให้เครื่องมือวัดเครื่องนั้นสามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้มากกว่าย่านวัดสูงสุดเดิม | | |
| 3. Attenuator มีผลโดยตรงต่อค่า input impedance ของเครื่องมือวัด | | |
| 4. ความถูกต้องของการวัดในเครื่องมือวัดแบบอิเล็กทรอนิกส์จะเพิ่มขึ้นเมื่อแรงดันแบตเตอรี่ของเครื่องมือวัดมีค่าน้อยลง | | |
| 5. ท่านนำเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เครื่องหนึ่งไปวัดแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานตัวหนึ่ง ซึ่งตัวต้านทานนี้มีค่าความต้านทานมากกว่าความต้านทานอินพุตของเครื่องมือวัดจึงทำให้ค่าที่แรงดันน้อยกว่าค่าแรงดันจริง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า loading effect | | |
| 6. เครื่องมือวัดแบบดิจิตอลไม่จำเป็นต้องแสดงผลเป็นตัวเลขสามารถแสดงเป็นแถบหลอดไฟ (bar) ได้ โดยจำเป็นต้องมีส่วนประมวลผลที่ได้รับข้อมูลมาจากตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล | | |
| 7. เครื่องมือวัดที่ผ่านขั้นตอนสอบเทียบแบบ report calibration จะสามารถนำกลับมาใช้ได้ปกติ ถ้าค่าความถูกต้องของเครื่องมือวัดยังอยู่ในช่วงคุณลักษณะ (specification) ของเครื่องมือวัดที่กำหนดมาจากโรงงาน | | |
| 8. เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่มี sensitivity ที่ดีจะสามารถวัดค่าแรงดันต่ำได้ดีกว่าเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้าแบบที่ไม่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ | | |
| 9. เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบ True RMS ใช้วัดแรงดันไฟฟ้าที่มีรูปคลื่นสัญญาณ sinusoidal เท่านั้น หากนำไปวัดสัญญาณรูปคลื่นอื่นเช่น สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม จะทำให้วัดค่าผิดจากค่าจริง | | |
| 10. เราสามารถดัดแปลงเครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบอิเล็กทรอนิกส์ให้เป็นเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงแบบอิเล็กทรอนิกส์ได้โดยการต่อตัวต้านทานเพียง 1 ตัวที่อนุกรมเข้ากับวงจร attenuator ของเครื่องมือวัดนั้น | | |
| 11. ปัญหาหนึ่งของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาใช้กับเครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์คือ ค่า offset voltage ที่เกิดจากแรงดันอ้างอิงภายในของเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์บางตัวภายในเครื่องมือวัด | | |
| 12. เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้าที่ดีจะต้องมีคุณลักษณะความเป็นเชิงเส้น (linearity) ที่ดี โดยความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันอินพุตและค่าที่แสดงผลควรจะมีสัมพันธ์กันในรูปสมการ $y = ax + b$ เมื่อ y คือค่าแรงดันที่แสดงผลของเครื่องมือวัด ส่วน x คือแรงดันเครื่องมือวัดนั้นวัดค่า | | |
| 13. เมื่อสัญลักษณ์แบตเตอรี่บนจอแสดงผลของเครื่องมือวัดแบบดิจิตอลแสดง ควรปรับเปลี่ยนแบตเตอรี่เนื่องจากค่าแรงดันแบตเตอรี่ที่น้อยลงอาจทำให้ค่าแรงดันอ้างอิงของตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลเปลี่ยน มีผลทำให้เครื่องมือวัดทำงานผิดพลาดมากขึ้น | | |

| ข้อความ | ถูก | ผิด |
|--|-----|-----|
| 14. เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิเล็กทรอนิกส์แบบ True RMS จะใช้วงจรเรียงกระแส (rectifier) เป็นวงจรเงื่อนไขสัญญาณ (signal conditioning) ทำให้การวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับมีความถูกต้องสูง | | |
| 15. ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (ADC) ที่ใช้ในเครื่องมือวัดไฟฟ้าแบบอิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องมีแรงดันอ้างอิง (reference voltage) เสมอ | | |
| 16. เครื่องมือวัดแบบดิจิตอลที่ง่ายที่สุดสามารถทำได้ด้วยวงจรเปรียบเทียบ (comparator) เพียงตัวเดียวโดยมีการแสดงผลด้วยหลอดไฟที่มีสถานะติดหรือดับ | | |
| 17. เครื่องมือวัดแบบดิจิตอลที่มี bandwidth สูงมากๆ จะใช้ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (ADC) ที่ใช้หลักการ dual-slope | | |
| 18. $\pm 1/2$ LSB เป็นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในเครื่องมือวัดแบบดิจิตอลที่สามารถแก้ไขได้ด้วยการเปลี่ยนแรงดันอ้างอิงของตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (ADC) | | |
| 19. ค่าความละเอียดในการวัดค่าแรงดันที่ต่ำที่สุดของเครื่องมือวัดแบบดิจิตอลคือจะมีค่าที่ความละเอียดอย่างน้อยเท่ากับแรงดัน 1 ขั้น (step) ของตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (ADC) ที่ใช้ในเครื่องมือวัดนั้นเมื่อสัญญาณผ่านวงจรเงื่อนไขสัญญาณมาแล้ว | | |
| 20. เนื่องจากหลักการของตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (ADC) จะใช้หลักการเปรียบเทียบแรงดันอินพุตกับแรงดันอ้างอิงภายในเครื่องมือวัดซึ่งส่วนมากจะเป็นแรงดันที่เป็นลักษณะของสัญญาณ Ramp หรือสัญญาณแบบขั้นบันได ซึ่งต้องใช้เวลาในการเปรียบเทียบ ด้วยลักษณะการทำงานแบบนี้ทำให้เกิดข้อจำกัดด้าน bandwidth ของเครื่องมือวัดแบบดิจิตอล | | |
| 21. เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบดิจิตอลเครื่องหนึ่งมีคุณลักษณะกำหนดว่า "Display : 6,000 counts" แสดงว่าเครื่องมือวัดเครื่องนี้แสดงตัวเลขได้มากที่สุดคือ 6000 | | |
| 22. เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบดิจิตอลเครื่องหนึ่งมีคุณลักษณะกำหนดค่า "Resolution : 0.1 mV" ที่ "Range : 600.0 mV" แสดงว่าเมื่อผู้ใช้นำเครื่องมือวัดนี้ไปวัดค่าแรงดัน 1.25 mV เครื่องมือวัดนี้จะแสดงว่าบนหน้าจอในรูปแบบ XXX.X เมื่อกำหนดให้การปรับย่านวัดเป็นแบบปรับด้วยมือ (manual) | | |
| 23. เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบดิจิตอลเครื่องหนึ่งมีคุณลักษณะกำหนดค่า "Resolution : 0.1 mV" ที่ "Range : 600.0 mV" แสดงว่าเมื่อผู้ใช้นำเครื่องมือวัดนี้ไปวัดค่าแรงดัน 1.000 V เครื่องมือวัดนี้จะไม่แสดงค่า เมื่อกำหนดให้การปรับย่านวัดเป็นแบบปรับด้วยมือ (manual) | | |
| 24. เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบดิจิตอลเครื่องหนึ่งมีคุณลักษณะกำหนดค่า "Accuracy : $\pm ([\% \text{ of reading}] + [\text{counts}]) : 0.5\% + 2$ " ถ้าค่าที่แสดงบนหน้าจอมีค่าเท่ากับ 1.234 V เมื่อปรับย่านวัดที่ 6.000 V แสดงว่าค่าจริงจะอยู่ในช่วง 1.2335 ถึง 1.2345 V | | |
| 25. จำนวนจุด (dot) ที่แสดงในแนวตั้ง (vertical) ของออสซิลโลสโคปแบบดิจิตอลจะมีความสัมพันธ์กับความละเอียดของตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลเสมอ (ADC) | | |
| 26. หากนักศึกษาต้องการเลือกใช้ออสซิลโลสโคปสำหรับการวัดสัญญาณสี่เหลี่ยมที่มีความถี่ 20 MHz นักศึกษาควรเลือกใช้ออสซิลโลสโคปที่มี bandwidth 25 MHz เป็นอย่างน้อย | | |
| 27. การเพิ่ม bandwidth ของออสซิลโลสโคปแบบดิจิตอลสามารถทำได้โดยการเปลี่ยน Sampling technique จากแบบ real-time sampling มาเป็น equivalent time sampling | | |

ชื่อ-สกุล รหัสนักศึกษา เลขที่นั่งสอบ

2. จงอธิบายหลักการทำงานของ Attenuator ในเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ พร้อมอธิบายให้เห็นว่าค่า input impedance ของเครื่องวัดจะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการปรับย่านการวัดและไม่ส่งผลให้เกิด loading effect (อธิบายหลักการ : 3 คะแนน, อธิบายความเกี่ยวข้อง : 4 คะแนน, มีวงจร/การคำนวณ : 3 คะแนน)

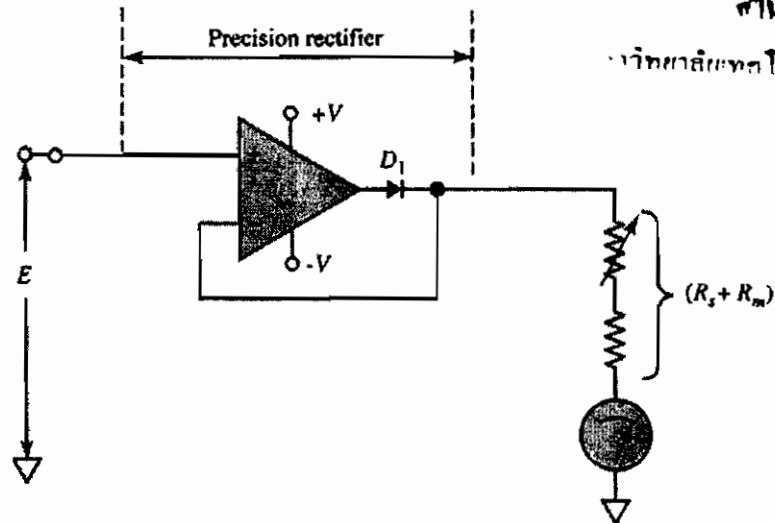


สำนักหอสมุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

3. จากรูปด้านบนเป็นวงจรของเครื่องมือนัดแรงดันไฟกระแสตรงแบบอิล็กทรอนิกส์ที่มีการแสดงผลแบบเข็มชี้ กำหนดให้ ค่า h_{FE} ของทรานซิสเตอร์ = 100, ค่า $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$, แรงดัน V_{CC} ของวงจรเท่ากับ 20 V, กระแสสูงสุดที่ทำให้เข็มของเครื่องมือนัดแสดงค่าเต็มสเกล $I_m = 1 \text{ mA}$, $R_m = 200 \Omega$ และค่า R_S ที่ทำให้เครื่องมือนัดนี้ทั้งเครื่องแสดงผลเต็มสเกลที่ย่านการวัด 10 V เท่ากับ 9.1 k Ω เมื่อป้อนแรงดัน $E = 0.5 \text{ V}$ เข็มของเครื่องมือนัดนี้ต้องชี้ที่ตำแหน่ง 5% ของตำแหน่งเต็มสเกลที่ย่านการวัด 10 V แต่ปรากฏว่าเข็มชี้แสดงแรงดันเท่ากับ 0 V เพราะเหตุใด จงพิสูจน์ด้วยการคำนวณ

(อธิบายหลักการ : 4 คะแนน, อธิบายความเกี่ยวข้อง : 4 คะแนน)



4. จากรูปด้านบน จงแสดงการคำนวณพร้อมเขียนอธิบายเหตุผลที่เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวไม่สามารถแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าที่ถูกต้องได้ เมื่อนำไปวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ $E = 1 \text{ V}_{\text{RMS}}$ 50 Hz ของสัญญาณรูปคลื่น sinusoidal และ square ที่มีลักษณะรูปคลื่นสมมาตรได้ กำหนดให้ $R_s + R_m = 100 \Omega$, กระแสเต็มสเกลของเข็มชี้ $I_m = 1 \text{ mA}$ และค่า $V_D = 0.3 \text{ V}$
(อธิบายหลักการ : 4 คะแนน, การคำนวณ : 6 คะแนน)

| Bandwidth | | | |
|--------------|---|-------------------|---------|
| DS1102E | DS1052E | DS1102D | DS1052D |
| 100MHz | 50MHz | 100MHz | 50MHz |
| Acquisition | | | |
| Sample Modes | Real-Time Sample | Equivalent Sample | |
| Sample Rate | 1GSa/s ^[1] , 500MSa/s | DS1102X | DS1052X |
| | | 25GSa/s | 10GSa/s |
| Averages | The waveform will be displayed one time while all the channels finish N times Sample, N could be selectable from 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 and 256 | | |

5. จากตารางด้านบนเป็นส่วนหนึ่งของคุณลักษณะของออสซิลโลสโคปแบบดิจิทัล 4 รุ่น (DS1102E, DS1052E, DS1102D และ DS1052D) จงตอบคำถามต่อไปนี้

5.1 ถ้าลูกน้องของท่านเสนอให้ท่านซื้อออสซิลโลสโคปรุ่น DS1052E เพื่อใช้สำหรับการวัดสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมความถี่ 1 MHz ได้ ท่านควรอนุมัติหรือไม่ เพราะเหตุใด (อธิบาย : 3 คะแนน)

5.2 ในขณะที่ตัวแทนบริษัทขายออสซิลโลสโคปมือใหม่คนหนึ่งนำเครื่องมาสาธิตการทำงานให้ท่านดูทั้ง 4 รุ่น ปรากฏว่าเมื่อนำเครื่องทั้งหมดไปวัดสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยมความถี่ 100 kHz ที่มีสัญญาณรบกวนทุกความถี่ทำให้ดูเหมือนเส้นของรูปคลื่นหนาผิดปกติ แต่ตัวแทนบริษัทไม่สามารถปรับให้ภาพมีความคมได้และบอกท่านว่าเครื่องน่าจะมีปัญหาทั้ง 4 เครื่อง แต่ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญการใช้ออสซิลโลสโคป ท่านทดสอบเครื่องนี้อย่างไรเพื่อพิสูจน์ว่าเครื่องไม่มีปัญหาอะไร (อธิบาย : 3 คะแนน)

5.3 ลูกน้องถามท่านว่า “ค่า Sample Rate ของออสซิลโลสโคปรุ่น DS1102X และ DS1052X ที่ต่างกันมีผลต่อการวัดอย่างไร” ท่านจะอธิบายลูกน้องอย่างไร (อธิบาย : 3 คะแนน)

ชื่อ-สกุล รหัสนักศึกษา เลขที่นั่งสอบ

5.4 ลูกน้องถามท่านต่อว่า “ทำไมต้องมีโหมด Real-Time Sample กับ Equivalent Sample ด้วย ผมจะเลือกใช้โหมดไหนดี มันต่างกันอย่างไร” ท่านจะอธิบายลูกน้องท่านอย่างไร (อธิบาย : 6 คะแนน)

5.5 ลูกน้องอีกคนหนึ่งเดินมาถามท่านต่อว่า “ทำไมเวลาผมเลือกค่า Average เท่ากับ 128 ภาพบนหน้าจอเปลี่ยนแปลงช้ากว่าเมื่อปรับค่าเท่ากับ 8” ท่านจะอธิบายลูกน้องอย่างไร (อธิบาย : 2 คะแนน)

5.6 ก่อนท่านจะเดินออกจากห้องทำงานลูกน้องอีกคนถามว่า “พี่ครับทำไมเวลาผมกดปุ่ม STOP แล้วปรับปุ่ม VERTICAL เพื่อขยายรูปภาพ แล้วภาพกลายเป็นจุดๆ จากเดิมที่เป็นรูปกราฟปกติ” ท่านจะอธิบายให้ลูกน้องท่านฟังอย่างไรและจะช่วยปรับให้รูปภาพดูง่ายขึ้นด้วยวิธีใด (อธิบาย : 3 คะแนน)

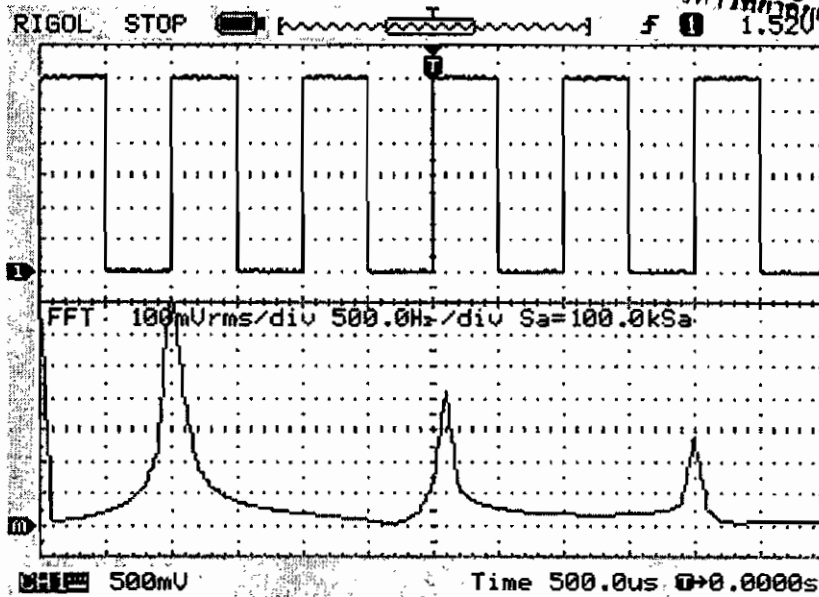
ชื่อ-สกุล

รหัสนักศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สำนักหอสมุด

6. จงพิสูจน์ด้วยการคำนวณ พร้อมเขียนอธิบายเหตุผลเพื่อแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวัดแบบดิจิตอลที่ใช้ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (ADC) ขนาด 10 บิตจะให้ความถูกต้องและความละเอียดสำหรับการวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่มีค่า 1.234 V ดีกว่าเครื่องมือวัดแบบดิจิตอลที่ใช้ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิต เมื่อตัวแปลงสัญญาณมีอินพุตสูงสุด 5 V (การคำนวณ : 6 คะแนน, อธิบาย : 4 คะแนน)



7. จากรูปด้านบน จงจับคู่โดยเลือกอักษรของข้อความในคอลัมน์ตัวเลือกที่เหมาะสมมาใส่ในช่องคำตอบของคำถามต่อไปนี้ (ข้อละ 1 คะแนน)

| คำตอบ | คำถาม | ตัวเลือก |
|-------|--|---------------------------------|
| 7.1 | ความถี่ของรูปคลื่นสี่เหลี่ยม | A. โหมดวัดเป็นไฟกระแสดตรง |
| 7.2 | แรงดันยอดถึงยอด (peak-to-peak) ขนาดของรูปคลื่นสี่เหลี่ยม | B. ความถี่มูลฐานที่ 1 kHz |
| 7.3 | 500mV | C. แรงดันค่ายอด (peak) |
| 7.4 | f | D. แถบความถี่ |
| 7.5 | | E. 3.04 V |
| 7.6 | Time 500.0us | F. 500 Hz |
| 7.7 | คาบของรูปคลื่นสี่เหลี่ยม | G. กดปุ่ม STOP |
| 7.8 | 1.52V | H. เปลี่ยนได้โดยปรับที่ Trigger |
| 7.9 | ถ้ากราฟรูปบนคือสัญญาณที่วัดได้ แล้วกราฟรูปล่างคืออะไร | I. Record length |
| 7.10 | | J. 1.52 V |
| | | K. TIME/DIV |
| | | L. 3 kHz |
| | | M. Display area |
| | | N. 1 ms |