

เงื่อนไขการส่งมอบและรายชื่อคณะกรรมการ

(รายการ) ชุดปฏิบัติการควบคุมความเร็วมอเตอร์ลากจูงไฟฟ้ากระแสตรงและมอเตอร์ลากจูงไฟฟ้ากระแสสลับของรถไฟ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น (หน่วยงานเจ้าของครุภัณฑ์) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น งบประมาณ งบลงทุนเบื้องต้น งบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 โครงการพัฒนา และผลิตกำลังคนด้านระบบขนส่งทางราง วิทยาเขตขอนแก่น

- กำหนดระยะเวลาส่งมอบ 120 วัน นับจากวันลงนามทำสัญญา
- หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือก
 - (/) ราคารวม () ราคาต่อรายการ () ราคาต่อหน่วย
 - *คำอธิบายหลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือก
 - ราคารวม หมายถึง พิจารณาราคารวมทั้งหมดของชุดครุภัณฑ์นั้นๆ
 - ราคาต่อรายการ หมายถึง พิจารณาราคาต่อรายการ กรณีที่ครุภัณฑ์ชุดนั้นๆ มีหลายรายการ และคาดว่าครุภัณฑ์ชุดนั้นต้องสั่งซื้อจากหลายบริษัท
 - ราคาต่อหน่วย หมายถึง พิจารณาราคารายการย่อย

3. รายชื่อคณะกรรมการ

คณะกรรมการร่างขอบเขตงาน (TOR) (กรณีงบประมาณเกิน 5 ล้านบาท)

- | | |
|---------|---------------|
| 1. | ประธานกรรมการ |
| 2. | กรรมการ |
| 3. | กรรมการ |

คณะกรรมการพิจารณาผลประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์

- | | |
|-----------------------------|---------------|
| 1. ผศ.ดร.ศักดิ์ระวี ระวีกุล | ประธานกรรมการ |
| 2. ดร.เกษม เนื้อแก้ว | กรรมการ |
| 3. ดร.กัญจนา ชัยอมฤต | กรรมการ |

คณะกรรมการการตรวจรับพัสดุ

- | | |
|-------------------------|---------------|
| 1. นายรัชชัย สิมมา | ประธานกรรมการ |
| 2. นายขุนแผน ปฎิมาประกร | กรรมการ |
| 3. ดร.ไพวรรณ เกิดตรวจ | กรรมการ |

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์งบประมาณรายจ่าย ประจำปี พ.ศ. 2562

(ชื่อรายการ) ชุดปฏิบัติการควบคุมความเร็วมอเตอร์ลากจูงไฟฟ้ากระแสตรงและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ
ของรถไฟ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น จำนวน 1 ชุด(หน่วยงาน) สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตขอนแก่น

รายการ	จำนวน/หน่วย	ราคาต่อ หน่วย	ราคารวม
ครุภัณฑ์ ชุดปฏิบัติการควบคุมความเร็วมอเตอร์ลากจูง ไฟฟ้ากระแสตรงและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับของ รถไฟ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น	1 ชุด		1,900,000
ครุภัณฑ์ 1 ชุดประกอบด้วยรายการย่อย 18 รายการ ดังนี้			
1. ชุดประมวลผลของระบบควบคุมความเร็ว มอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟ (Control Unit)	2 ชุด	25,000	50,000
2. ชุดเชื่อมต่อสัญญาณ (Basic Input/Output Interfacing)	2 ชุด	11,600	23,200
3. ชุดวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูง (POWER INVERTER)	4 ชุด	40,000	160,000
4. ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับ ขับเคลื่อนรถไฟ (AC POWER SUPPLY)	4 ชุด	20,000	80,000
5. ชุดวัดความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟ (Rotary Encoder)	4 ชุด	20,000	80,000
6. ชุดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับลากจูงรถไฟ (Three Phase Squirrel Motor)	4 ชุด	15,000	60,000
7. ชุดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงลากจูงรถไฟ (DC Shunt Would Machine)	4 ชุด	75,000	300,000
8. ชุดจำลองเบรกของมอเตอร์ลากจูงรถไฟ (Electromagnetic Brake)	4 ชุด	100,000	400,000
9. ชุดวัดแรงบิด-ความเร็วของมอเตอร์ลากจูง รถไฟ (Torque-Speed Measuring Instrument)	4 ชุด	20,000	80,000
10. ชุดวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าลาก จูงรถไฟ (Voltage Isolated Measuring)	4 ชุด	5,000	20,000
11. ชุดวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าลาก จูงรถไฟ (Current Isolated Measuring)	4 ชุด	5,000	20,000

(ดร.ไพวรรณ เกิดตรวจ)
ผู้กำหนดรายละเอียด

(ดร.เกษม เนื้อแก้ว)
ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

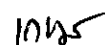
12. ชุดมิเตอร์วัดและแสดงผลกำลังไฟฟ้า กระแสสลับสำหรับมอเตอร์ลากจูงรถไฟ (AC Touch Multimeter)	4 ชุด	40,000	160,000
13. ชุดมิเตอร์วัดและแสดงผลกำลังไฟฟ้า กระแสตรงสำหรับมอเตอร์ลากจูงรถไฟ (DC Touch Screen Multimeter)	4 ชุด	40,000	160,000
14. โต๊ะปฏิบัติการทดลองพร้อม RACK	4 ชุด	10,000	40,000
15. ชุดคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะสำหรับควบคุม ความเร็วมอเตอร์ลากจูงของรถไฟ	2 ชุด	30,000	60,000
16. เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS)	2 ชุด	5,900	11,800
17. ชุดสายเสียบทดลอง	2 ชุด	7,500	15,000
18. ชุดออสซิลโลสโคป 200 MHz ดิจิตอลสโตเรจ ออสซิลโลสโคป	2 ชุด	90,000	180,000
รวมทั้งสิ้น			1,900,000

1. คุณสมบัติทั่วไป (ถ้ามี)

- 1.1 เป็นชุดทดลองที่ออกแบบสำหรับการเรียนการสอนทางด้านการขับเคลื่อนรถไฟฟ้าและการควบคุม (Railway Transit Electric Drive and Control)
- 1.2 ชุดทดลองใช้การประมวลผลเชิงเลข ด้วยตัวประมวลผล DSP (Digital Signal Processing) ใช้ CPU ตระกูล C2000 เบอร์ TMS320F28335 ของบริษัท Texas Instrument เป็นตัวประมวลผลควบคุมหลัก
- 1.3 สามารถทำการทดลองเพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบ Open Loop และ Closed Loop ได้
- 1.4 สามารถทำการทดลองโดยใช้เทคนิคการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ด้วยวิธีการ เช่น 1Q-2Q-4Q Control, Cascade Control, V/F Control, Space Vector Control, FOC แบบควบคุมกระแส - แรงดัน, Direct Torque Control
- 1.5 ชุดทดลองสามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม Matlab/Simulink เพื่อเขียนโปรแกรมสั่งงานควบคุม (Option) ชุดทางด้านเครื่องกลไฟฟ้าประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ สามเฟส, อิเล็กโตรแมนตรีกเบรค, Encoder และตัวแสดงผลค่าแรงบิดและความเร็วรอบ
- 1.6 ชุดทางด้านเครื่องมือวัดประกอบด้วย 4 CH Digital Oscilloscope, Voltage-Current Isolated Measuring
- 1.7 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าของชุดทดลองเป็น Isolated Transformer
- 1.8 พร้อมชุดโต๊ะทดลองและสายต่อวงจร
- 1.9 ชุดทดลองเป็นแบบ Panel System ความสูงของแต่ละโมดูลมีขนาดมาตรฐาน A4 มีการพิมพ์สัญลักษณ์ และอักษรกำกับไว้อย่างชัดเจน ด้วยเทคนิคการพิมพ์แบบกัดเซาะร่องลงบนผิวหน้าแผงโมดูล เพื่อความคงทนถาวรตลอดอายุการใช้งานขั้วต่อและสายเสียบทดลองเป็นแบบ 4 mm. Safety Socket
- 1.10 รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 1.11 มีคู่มือการใช้งาน ใบประกอบหรือใบงาน
- 1.12 บริษัทจัดอบรมการใช้งานฟรี



(ดร.ไพวรรณ เกิดตรวจ)
ผู้กำหนดรายละเอียด



(ดร.เกษม เนื้อแก้ว)
ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

2. สามารถทำการทดลองในหัวข้อดังนี้

- 2.1 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟกระแสตรงแบบ Open loop 1 Quadrant
- 2.2 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟกระแสตรงแบบ Open loop 2 Quadrant
- 2.3 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟกระแสตรงแบบ Open loop 4 Quadrant
- 2.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟกระแสตรงแบบ Closed loop PI 1 Quadrant
- 2.5 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟกระแสตรงแบบ Closed loop PI 2 Quadrant
- 2.6 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟกระแสตรงแบบ Closed loop PI 4 Quadrant
- 2.7 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟกระแสตรงแบบ Closed loop PI Cascade 1 Quadrant
- 2.8 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟกระแสตรงแบบ Closed loop PI Cascade 2 Quadrant
- 2.9 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟกระแสตรงแบบ Closed loop PI Cascade 4 Quadrant
- 2.10 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟกระแสสลับด้วยวิธี Space Vector Control
- 2.11 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟกระแสสลับด้วยวิธี V-F Control Closed loop
- 2.12 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟกระแสสลับแบบเวกเตอร์ Direct Torque
- 2.13 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟกระแสสลับแบบ FOC แบบควบคุมกระแส
- 2.14 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟกระแสสลับแบบ FOC แบบควบคุมแรงดัน

3. คุณสมบัติเฉพาะ (Specification)

- 3.1 ชุดประมวลผลของระบบควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟ (Control Unit) จำนวน 2 ชุด
 - 3.1.1 ตัวประมวลผลเป็นแบบ 32Bits, ความถี่ไม่น้อยกว่า 150MHz
 - 3.1.2 หน่วยความจำแบบ Flash ไม่น้อยกว่า 256K, แบบ RAM ไม่น้อยกว่า 34K
 - 3.1.3 มีจุดต่ออินพุต/เอาต์พุต ที่สามารถต่อใช้งานโดยผ่าน socket ขนาด 2mm. สำหรับใช้งานต่างๆ ดังนี้
 - 3.1.3.1 Digital Input จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง ใช้กับระดับแรงดันที่ +5V
 - 3.1.3.2 Digital Output จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง ใช้กับระดับแรงดันที่ +5V
 - 3.1.3.3 Analog Input จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง ใช้กับระดับแรงดันในช่วง -10V ถึง +10V
 - 3.1.3.4 Analog Output จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง ใช้กับระดับแรงดันในช่วง -10V ถึง +10V
 - 3.1.3.5 PWM Output จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด ชุดละ 2 ช่อง ใช้กับระดับแรงดันที่ +5V
 - 3.1.3.6 Encoder Sensor Input จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด สามารถรับสัญญาณแบบ A, B, Z ใช้กับระดับแรงดันที่ +5V
 - 3.1.3.7 Hall sensor Input จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด ใช้กับระดับแรงดันที่ +5V
 - 3.1.4 ชุดพอร์ตสำหรับโปรแกรมเป็นแบบ USB
 - 3.1.5 สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม Matlab/Simulink ได้
- 3.2 ชุดเชื่อมต่อสัญญาณ (Basic Input/Output Interfacing) จำนวน 2 ชุด
 - 3.2.1 เป็นบอร์ดอินเตอร์เฟซแบบพื้นฐานที่ออกแบบเพื่อการทดลองร่วมกับชุด DSP Control Unit
 - 3.2.2 สามารถต่อใช้งานโดยผ่าน Socket ขนาด 2mm.
 - 3.2.3 ชุดอุปกรณ์อินเตอร์เฟซประกอบด้วยส่วนต่างๆ สำหรับใช้งานดังนี้
 - ชุด Toggle Switch จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว ใช้กับระดับแรงดันคงที่ +5V
 - ชุดแสดงผลแบบ LED จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว ใช้กับระดับแรงดันคงที่ +5V
 - ชุดตัวต้านทานปรับค่าได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
 - ชุด Voltmeter แบบเข็มชี้ตรงกลาง ย่านการวัดอยู่ในช่วง -10V ถึง 10V
 - Function Generator ย่านความถี่ใช้งานไม่น้อยกว่า 100kHz

(ดร.ไพวรรณ เกิดตรวจ)
ผู้กำหนดรายละเอียด

(ดร.เกษม เนื้อแก้ว)
ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

- 3.3 ชุดวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูง (POWER INVERTER) จำนวน 4 ชุด
- 3.3.1 มีวงจรเรียงกระแส 3 เฟส อยู่ในบอร์ดทดลอง
 - 3.3.2 มีวงจรสวิตช์กำลังอินเวอร์เตอร์แบบ 3 เฟส
 - 3.3.3 ใช้ IPM (INTELLIGENT POWER MODULES : IGBT) เป็นอุปกรณ์ชุดสวิตช์กำลัง
 - 3.3.4 สามารถใช้งานร่วมกับชุดประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (DSP Control Unit) ได้อย่างไม่มีปัญหาสามารถทนแรงดันและกระแสได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 380V, 5A
 - 3.3.5 มีชุดกำเนิดสัญญาณ +10 ~ -10 V
 - 3.3.6 สามารถใช้งานร่วมกับชุด DSP CONTROL UNIT ได้
- 3.4 ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับขับเคลื่อนรถไฟ (AC POWER SUPPLY) จำนวน 4 ชุด
- 3.4.1 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับปรับค่าได้ เพื่อทำหน้าที่จ่ายแรงดันให้กับบอร์ดทดลองต่างๆ
 - 3.4.2 พิกัดแรงดันเอาต์พุตสามารถปรับได้สูงสุด 380V
 - 3.4.3 พิกัดกระแสเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 5 A
- 3.5 ชุดวัดความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟ (Rotary Encoder) จำนวน 4 ชุด
- 3.5.1 สามารถคลี่ปลีงเข้ากับตัวมอเตอร์และตัวเบรคที่จะทำการทดสอบได้โดยตรง
 - 3.5.2 สัญญาณ Output แบบ Two – Phase A, B + Phase Z
 - 3.5.3 ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1024 P/R
 - 3.5.4 สามารถรองรับความเร็วสูงสุดได้ถึง 6000 rpm
- 3.6 ชุดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับลากจูงรถไฟ (Three Phase Squirrel Motor) จำนวน 4 ชุด
- 3.6.1 ขนาดพิกัดกำลัง 0.37 kW หรือมากกว่า
 - 3.6.2 ขนาดพิกัดแรงดัน 380V
 - 3.6.3 ขนาดพิกัดความเร็วรอบ 1370 rpm โดยประมาณ
 - 3.6.4 ขนาดพิกัดความถี่ 50 Hz
- 3.7 ชุดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงลากจูงรถไฟ (DC Shunt Would Machine) จำนวน 4 ชุด
- 3.7.1 ขนาดพิกัดกำลัง 250 W หรือมากกว่า
 - 3.7.2 ขนาดพิกัดแรงดันที่ขดลวดอาเมเจอร์ 220 V
 - 3.7.3 ขนาดพิกัดกระแสที่ขดลวดอาเมเจอร์ 1.5 A
 - 3.7.4 ขนาดพิกัดความเร็วรอบ 1500 rpm
 - 3.7.5 ขนาดพิกัดแรงดันที่ขดลวดกระตุ้น 200 V
 - 3.7.6 ขนาดพิกัดกระแสที่ขดลวดกระตุ้น 0.35 A
- 3.8 ชุดจำลองเบรคของมอเตอร์ลากจูงรถไฟ (Electromagnetic Brake) จำนวน 4 ชุด
- 3.8.1 ขนาดพิกัดกำลัง (ทำงานแบบต่อเนื่อง) 400 W หรือมากกว่า
 - 3.8.2 ขนาดพิกัดกำลัง (ทำงานแบบไม่ต่อเนื่อง) 600 W หรือมากกว่า
 - 3.8.3 ขนาดพิกัดความเร็วรอบ 1500 rpm
 - 3.8.4 ใช้กับแรงดันไฟตรงไม่เกิน 220 V
 - 3.8.5 ติดตั้งตัวตรวจจับค่าแรงบิดแบบ Load Cell
 - 3.8.6 ติดตั้งตัวตรวจจับค่าความเร็วรอบแบบ Proximity
 - 3.8.7 สามารถต่อใช้งานร่วมกับตัวเครื่องวัด Torque - Speed Measuring Instrument เพื่อแสดงผลค่าแรงบิดและความเร็วรอบได้



(ดร.ไพชรณ เกิดตรวจ)
ผู้กำหนดรายละเอียด




(ดร.เกษม เนื้อแก้ว)
ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

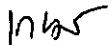
- 3.9 ชุดวัดแรงบิด-ความเร็วของมอเตอร์ลากจูงรถไฟ (Torque-Speed Measuring Instrument) จำนวน 4 ชุด
- 3.9.1 ใช้สำหรับแสดงผลค่าของแรงบิดและค่าความเร็วรอบที่วัดได้จากตัวอุปกรณ์ ตรวจจับแบบ Load Cell และ Proximity ที่ติดตั้งอยู่บนตัว Electromagnetic Brake
- 3.9.2 ตัวแสดงผลเป็นแบบดิจิตอล LED
- 3.9.3 พิกัดสูงสุดค่าแรงบิดที่วัดได้ : 1.999 Nm
- 3.9.4 พิกัดสูงสุดค่าความเร็วรอบที่วัดได้ : 6000 rpm
- 3.9.5 มีปุ่ม Zero Setting สำหรับตัวแสดงผลค่าแรงบิด
- 3.9.6 ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 V, 50 Hz
- 3.10 ชุดวัดแรงดันไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟ (Voltage Isolated Measuring) จำนวน 4 ชุด
- 3.10.1 จุดวัดแรงดันไฟฟ้าแบบอิสระจำนวน 4 ช่อง หรือมากกว่า
- 3.10.2 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าสูงสุดได้ ± 600 V
- 3.10.3 มีสัญญาณทางด้านเอาต์พุตเป็นแบบอัตราส่วน 10:1 หรือ 100:1
- 3.10.4 ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 V, 50 Hz
- 3.11 ชุดวัดกระแสไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าลากจูงรถไฟ (Current Isolated Measuring) จำนวน 4 ชุด
- 3.11.1 จุดวัดกระแสไฟฟ้าแบบอิสระจำนวน 4 ช่อง หรือมากกว่า
- 3.11.2 สามารถวัดกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด ± 20 A หรือมากกว่า
- 3.11.3 สัญญาณทางด้านเอาต์พุตเป็นแบบอัตราส่วน 1:1 หรือ 10:1
- 3.11.4 ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 V, 50 Hz
- 3.12 ชุดมิเตอร์วัดและแสดงผลกำลังไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับมอเตอร์ลากจูงรถไฟ (AC Touch Screen Multimeter) จำนวน 4 ชุด
- 3.12.1 เป็นจอแสดงผลแบบสัมผัส ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว แบบ TFT LCD ความละเอียด 800x400
- 3.12.2 ใช้ตัวประมวลผลแบบ RISC ARM11 800MHz
- 3.12.3 ตัวจอแสดงผลมีหน่วยความจำ Backup SRAM ขนาด 1,024 KB, Working Memory 256 MB และมี Real - Time Clock
- 3.12.4 มีเมนูที่สามารถเลือกการวัดค่าหรือแสดงค่าต่างๆได้
- 3.12.5 สามารถใช้ในการวัดกับระบบไฟฟ้าแบบ 1 เฟส 2 สาย, 3 เฟส 3 สาย, 3 เฟส 4 สาย
- 3.12.6 สามารถแสดงผลค่า แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า (W, VA, VAR) ความถี่ Power Factor
- 3.12.7 สามารถแสดงผลค่า แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า แบบกราฟโดยเลือกการแสดงผลที่ต้องการหรือแสดงผลพร้อมกันได้ และสามารถกำหนดสเกลการแสดงผลที่เหมาะสมได้
- 3.12.8 วัดแรงดันและกระแสได้ 500V, 5 A หรือดีกว่า
- 3.12.9 สามารถบันทึกค่า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าในรูปแบบไฟล์ Excel ได้
- 3.12.10 สามารถทำการ Capture หน้าจอให้อยู่ในรูปแบบไฟล์รูปภาพได้
- 3.12.11 สามารถโปรแกรมเพื่อปรับเปลี่ยนการแสดงผลของหน้าจอ หรือเงื่อนไขการวัดค่าและการแสดงผลตามเงื่อนไขเพิ่มเติมได้
- 3.13 ชุดมิเตอร์วัดและแสดงผลกำลังไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับมอเตอร์ลากจูงรถไฟ (DC Touch Screen Multimeter) จำนวน 4 ชุด
- 3.13.1 เป็นจอแสดงผลแบบสัมผัส ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว แบบ TFT LCD ความละเอียด 800x400
- 3.13.2 ใช้ตัวประมวลผลแบบ RISC ARM11 800MHz
- 3.13.3 ตัวจอแสดงผลมีหน่วยความจำ Backup SRAM ขนาด 1,024 KB, Working Memory 256
- 3.13.4 สามารถแสดงผลค่า แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า แบบตัวเลขด้วยทศนิยมสองตำแหน่ง

(ดร.ไพวรรณ เกิดตรวจ)
ผู้กำหนดรายละเอียด

(ดร.เกษม นื้อแก้ว)
ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

- 3.13.5 สามารถแสดงผลค่า แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า แบบกราฟโดยเลือกการแสดงผลค่าที่ต้องการหรือแสดงผลพร้อมกันได้ และสามารถกำหนดสเกลการแสดงผลที่เหมาะสมได้
- 3.13.6 วัดแรงดันและกระแสได้ 300V, 5 A หรือดีกว่า
- 3.13.7 สามารถบันทึกค่า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าในรูปแบบไฟล์ Excel ได้
- 3.13.8 สามารถทำการ Capture หน้าจอให้อยู่ในรูปแบบไฟล์รูปภาพได้
- 3.13.9 สามารถโปรแกรมเพื่อปรับเปลี่ยนการแสดงผลของหน้าจอ หรือเงื่อนไขการวัดค่าและการแสดงผลตามเงื่อนไขเพิ่มเติมได้
- 3.13.10 มี USB Port สำหรับบันทึกข้อมูล
- 3.14 โตะปฏิบัติการทดลองพร้อม RACK จำนวน 4 ชุด
- 3.14.1 พื้นโตะทำด้วยไม้ปาติเกิ้ล มีความหนาไม่น้อยกว่า 28 มม. ปิดทับด้วยเมลามีนทั้งสองด้าน ปิดขอบโตะทั้ง 4 ด้าน ด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 2 มม.
- 3.14.2 พื้นโตะมีขนาด 1500 มม. x 800 มม. ความหนาไม่น้อยกว่า 28 มม.
- 3.14.3 โครงสร้างขาโตะเป็นเหล็กกล่องขนาด 50x50 มม. หนาไม่น้อยกว่า 2.2 มม. เคลือบสีอีพ็อกซี่ ผ่านขบวนการอบความร้อน
- 3.14.4 ขาโตะสามารถปรับระดับความสูงได้ไม่น้อยกว่า 20 มม.
- 3.14.5 ความสูงจากพื้นถึงระดับพื้นโตะด้านบน มีความสูงไม่น้อยกว่า 800 มม.
- 3.14.6 พร้อม Rack ที่สามารถใส่แผงโมดูลมาตรฐาน A4 ได้ จำนวน 2 ชั้น ความกว้าง 1,420 mm.
- 3.14.7 มีชุด Outlet ทำด้วยโลหะพับขึ้นรูป ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220V, 50Hz จำนวนไม่น้อยกว่า 8 จุด และมี Circuit Breaker ขนาดไม่น้อยกว่า 10A เป็นตัวควบคุม ติดตั้งบนโตะปฏิบัติการ
- 3.15 ชุดคอมพิวเตอร์ตั้งโตะสำหรับควบคุมความเร็วมอเตอร์ลากจูงของรถไฟ จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
- 3.15.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) จำนวน 1 หน่วย มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.2GHz
- 3.15.2 จอภาพแสดงผลแบบ LED หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 600:1 และมีขนาดไม่น้อยกว่า 21 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย
- 3.15.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
- 1). เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 2). มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 3). มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 3.15.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 3.15.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือชนิด Solid State Drive หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 3.15.6 มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 3.15.7 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 3.15.8 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 3.15.9 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 3.15.10 รับประกันการใช้งาน 1 ปี


(ดร.ไพวรรณ เกียรติจรจ)
ผู้กำหนดรายละเอียด


(ดร.เกษม เนื้อแก้ว)
ผู้ตรวจสอบรายละเอียด

- 3.16 เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) จำนวน 2 ชุด
- 3.16.1 พิกัดกำลังไฟฟ้าด้านนอกไม่น้อยกว่า : 1kVA (600 Watts)
 - 3.16.2 สามารถสำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที
- 3.17 ชุดสายเสียบทดลอง จำนวน 2 ชุด
- ชุดสายเสียบทดลองแบบ 4 mm. Safety ขนาดต่างๆ ดังนี้
- 3.17.1 ขนาด 20 เซนติเมตร หรือยาวกว่า จำนวน 20 เส้น
 - 3.17.2 ขนาด 1 เมตร หรือยาวกว่า จำนวน 20 เส้น
 - 3.17.3 ขนาด 2 เมตร หรือยาวกว่า จำนวน 20 เส้น
- 3.18 ชุดออสซิลโลสโคป 200 MHz ดิจิตอลสตอเรจออสซิลโลสโคป จำนวน 2 ชุด
- 3.18.1 ความถี่ใช้งานไม่น้อยกว่า 200MHz แบบ 4 ช่องสัญญาณ
 - 3.18.2 จอแสดงผลเป็นแบบสีขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว แบบ TFT Color LCD SVGA ความละเอียดไม่น้อยกว่า 800x600 จุด
 - 3.18.3 จำนวนจุดในการเก็บบันทึกรูปคลื่นของแต่ละช่องไม่น้อยกว่า 200,000 จุด
 - 3.18.4 มีฟังก์ชันที่สามารถทำการแยกส่วนของหน่วยความจำได้สูงถึง 2048 ส่วน
 - 3.18.5 สามารถแสดงการขยายภาพสัญญาณรูปคลื่นได้ (Zoom Window)
 - 3.18.6 สามารถทำการแสดงการเล่นสัญญาณรูปคลื่นในรูปแบบ PLAY/PAUSE ได้
 - 3.18.7 วัดและแสดงค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณแบบอัตโนมัติได้ไม่น้อยกว่า 36 ค่า
 - 3.18.8 Save และ Recall ค่า Setup ได้ไม่น้อยกว่า 20 ค่า, และรูปคลื่นไม่น้อยกว่า 24 รูปคลื่น
 - 3.18.9 สามารถเก็บข้อมูลและรูปคลื่นสัญญาณผ่าน USB Flash Drive
 - 3.18.10 อัตราการสุ่มสัญญาณแบบ Real Time ไม่น้อยกว่า 2GSa/s. คุณสมบัติทางด้านแนวแกนตั้ง ช่วงเวลาขอบขาขึ้นไม่เกิน 1.75ns โดยประมาณ ความไวในการแสดงผล 1mV/div~10V/div
 - 3.18.11 คุณสมบัติทางด้านแนวแกนนอน ขอบเขตอยู่ระหว่าง 1ns/div ~ 100s/div (แบบ Step 1-2-5)
 - 3.18.12 สามารถสนับสนุนการใช้งานฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ +, -, x, ÷, FFT, FFTrms, d/dt, fdt, v
 - 3.18.13 สามารถต่อกับ PictBridge Compatible Printer ได้โดยตรงทาง USB Port
 - 3.18.14 สาย PROBE วัดสัญญาณแบบ 10:1 จำนวน 4 เส้น
 - 3.18.15 สาย AC POWER CORE จำนวน 1 เส้น
 - 3.18.16 บริษัทที่เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้าโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต โดยมีเอกสารประกอบการยืนยันโดยระบุชื่อหน่วยงานที่ขายสินค้าให้และวันที่สอบราคาด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นการสนับสนุนบริการหลังการขาย เช่น การซ่อมบำรุง, การ upgrade software หรือ firmware

4. รายละเอียดอื่นๆ

- 4.1 ฟรีติดตั้งระบบไฟฟ้าจากตู้ควบคุมในห้องปฏิบัติการมายังโต๊ะปฏิบัติการ



(ดร.ไพวรรณ เกิดตรวจ)
ผู้กำหนดรายละเอียด



(ดร.เกษม เนื้อแก้ว)
ผู้ตรวจสอบรายละเอียด