

**ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและรายละเอียดค่าใช้จ่าย
การจัดซื้อจัดจ้างที่มีช่างานก่อสร้าง**

๑. ชื่อโครงการ ชุดจำลองการขับเคลื่อนแบบควบคุมอัจฉริยะ ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ
จำนวน ๑ ชุด

๒. หน่วยงานเจ้าของโครงการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

๓. วงเงินงบประมาณที่ได้รับสรร ๓,๓๕๙,๙๐๐.- บาท (สามล้านสามแสนห้าหมื่นเก้าพันเก้าร้อยบาทถ้วน)
รูป ม.ท. 2564

๔. วันที่กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) ณ วันที่.....

เป็นเงิน ๓,๓๕๙,๙๐๐.- บาท (สามล้านสามแสนห้าหมื่นเก้าพันเก้าร้อยบาทถ้วน)


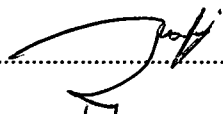

ราคา/หน่วย (ถ้ามี) บาท ดังนี้

๑. ชุดควบคุมและทดสอบมอเตอร์ จำนวน ๑ ชุด เป็นเงิน ๗๙๐,๐๐๐.-บาท
๒. ชุดจำลองมอเตอร์การขับเคลื่อน จำนวน ๑ ชุด เป็นเงิน ๖๒๘,๙๐๐.-บาท
๓. ชุดจำลองแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับต้นกำลัง จำนวน ๑ ชุด เป็นเงิน ๒๓๐,๐๐๐.-บาท
๔. ชุดจำลองและออกแบบระบบควบคุมมอเตอร์ด้วยสมองกลอัจฉริยะ จำนวน ๑ ชุด
เป็นเงิน ๑,๓๘๐,๐๐๐.-บาท
๕. ชุดเครื่องมือวัดและวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าชนิดความแม่นยำสูง จำนวน ๑ ชุด เป็นเงิน ๒๙๐,๐๐๐.-บาท
๖. ครุภัณฑ์ประกอบ
 - ๖.๑ โต๊ะปฏิบัติการทางไฟฟ้า จำนวน ๒ ตัว เป็นเงิน ๓๐,๐๐๐.-บาท
 - ๖.๒ ตู้เหล็กสำหรับเก็บอุปกรณ์ชนิดกระจกบานเลื่อน จำนวน ๒ ตู้ เป็นเงิน ๑๑,๐๐๐.-บาท

๕. แหล่งที่มาของราคากลาง (ราคาอ้างอิง)




- | | |
|--|------------------|
| ๕.๑ บริษัท ไทยเมซูริง อินสตรูमेंท์ จำกัด | โทร. ๐๒-๙๑๑๙๓๐๐ |
| ๕.๒ บริษัท คอนสเน็คซ์ แพลน จำกัด | โทร. ๐๒-๕๐๑๕๓๔๙ |
| ๕.๓ บริษัท โรเยล เวิร์ค เทคโนโลยี จำกัด | โทร. ๐๘๑-๘๐๕๔๘๖๙ |

๖. รายชื่อเจ้าหน้าที่ผู้กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) ทุกคน

- | | | |
|-----------|---|------------------------------------|
| ๖.๑ |  | (นายอักรกิตต์ ไชยธนกุลวัฒน์) |
| ๖.๒ |  | (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณิชูที ถึงสุข) |
| ๖.๓ |  | (ว่าที่ร้อยตรีธีรฤตมิ แสงบุญ) |

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
 ชุดจำลองการขับเคลื่อนแบบควบคุมอัจฉริยะ
 ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 1 ชุด

ตามประกาศเลขที่ B (ช).....21...../2564
 งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2564

		
นายอักรกิตต์ ไชยธนกุลวัฒน์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณิชฐิติ ถึงสุข	ว่าที่ร้อยตรีธีรวุฒิ แสวงบุญ

ชื่อโครงการ

ชุดจำลองการขับเคลื่อนแบบควบคุมอัจฉริยะ ตำบลบางปลา
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 1 ชุด

ความเป็นมาของโครงการ

การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและเป็นช่วงเวลาประเทศไทยต้องเผชิญกับสถานการณ์ทางเศรษฐกิจและสังคมทั้งภายในและภายนอกประเทศที่เปลี่ยนแปลง ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชนอย่างกว้างขวาง การขับเคลื่อนประเทศไทยตามโมเดลการพัฒนาประเทศไทย 4.0 ยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทยในระยะ 20 ปี และแผนที่นำทางการพัฒนาอุตสาหกรรมไทยในระยะ 20 ปีข้างหน้า ได้กำหนดเป้าหมายและแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยในอนาคต ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมไทยในการเพิ่มขีดความสามารถและศักยภาพทางการแข่งขันในระดับนานาชาติ และเป็นการสร้างงานให้แก่ประชาชน รวมถึงเป็นการพัฒนาสังคมของประเทศไทยให้มีความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน บรรลุผลสำเร็จของการพัฒนาประเทศ ดังนั้นระบบการศึกษาจึงเป็นกลไกหนึ่งในการพัฒนาคนเพื่อเตรียมเป็นวิศวกร เพื่อรองรับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จึงได้เล็งเห็นความจำเป็นจึงปรับยุทธศาสตร์การเรียนรู้ของนักศึกษาโดยเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติการให้มีความรู้ความสามารถและเพิ่มศักยภาพให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ครุภัณฑ์และสื่อการเรียนการสอนจึงเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของนักศึกษา และการพัฒนาประเทศ ดังนั้น ชุดจำลองการขับเคลื่อนแบบควบคุมอัจฉริยะจึงมีความสำคัญยิ่งที่จะต้องจัดเตรียมความพร้อมทางด้านสมรรถนะวิชาชีพให้กับนักศึกษา

		
นายอักรกิตต์ ไชยธนกุลวัฒน์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐทิ ถึงสุข	ว่าที่ร้อยตรีธีรวิรุฒิ แสงวงบุญ

<u>วัตถุประสงค์</u>	เพื่อจัดหาครุภัณฑ์ทางการศึกษารายการชุดจำลองการขับเคลื่อนแบบควบคุมอัจฉริยะสำหรับการจัดการเรียนการสอนวิชาการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อเพิ่มขีดความสามารถ และเตรียมความพร้อมทางด้านสมรรถนะและทักษะทางวิศวกรรมให้กับนักศึกษา
<u>ระยะเวลาส่งมอบ</u>	ส่งมอบภายใน 120 วัน ณ อาคาร 7 ชั้น 4 ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ
<u>ยื่นราคา</u>	ยื่นราคาภายใน 120 วัน
<u>การรับประกัน</u>	รับประกันครุภัณฑ์ 1 ปี
<u>วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร</u>	วงเงิน 3,359,900.-บาท (สามล้านสามแสนห้าหมื่นเก้าพันเก้าร้อยบาทถ้วน)
<u>ราคากลาง (ราคาอ้างอิง)</u>	เป็นเงิน 3,359,900.-บาท (สามล้านสามแสนห้าหมื่นเก้าพันเก้าร้อยบาทถ้วน)
<u>เกณฑ์ในการพิจารณา</u>	เกณฑ์ราคา
<u>หน่วยงานที่รับผิดชอบ</u>	1.คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี 2.งานพัสดุ กองคลัง มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
<u>ที่อยู่</u>	172 ถ.อิสรภาพ แขวงวัดกัลยาณ์ เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
<u>เบอร์โทรศัพท์</u>	(02) 890-1801 ต่อ 5023 – 4 หรือ
<u>เบอร์โทรสาร</u>	(02) 890-1810

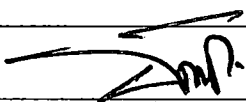

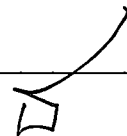
		
นายอักรกิตต์ ไชยธนกุลวัฒน์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ญัฐทิ ถึงสุข	ว่าที่ร้อยตรีธีรภูมิ แสงบุญ

การเสนอแนะ

หากท่านต้องการเสนอแนะ วิจารณ์ หรือมีความเห็นเกี่ยวกับ
คุณลักษณะดังกล่าว โปรดให้ความเห็นเป็นลายลักษณ์อักษร
หรือทางเว็บไซต์ www.dru.ac.th โดยเปิดเผยตัว

คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะ

1. นายอักรกิตต์ ไชยธนกุลวัฒน์ ประธาน
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ญัฐที ถึงสุข กรรมการ
3. ว่าที่ร้อยตรีธีรวุฒิ แสวงบุญ กรรมการและเลขานุการ

		
นายอักรกิตต์ ไชยธนกุลวัฒน์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ญัฐที ถึงสุข	ว่าที่ร้อยตรีธีรวุฒิ แสวงบุญ

ชุดจำลองการขับเคลื่อนแบบควบคุมอัจฉริยะ
ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 1 ชุด
ตามประกาศเลขที่ B (ช).....²¹...../2564

ชุดจำลองการขับเคลื่อนแบบควบคุมอัจฉริยะ ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 1 ชุด
ประกอบด้วย

1. ชุดควบคุมและทดสอบมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด
2. ชุดจำลองมอเตอร์การขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุด
3. ชุดจำลองแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับต้นกำลัง จำนวน 1 ชุด
4. ชุดจำลองและออกแบบระบบควบคุมมอเตอร์ด้วยสมองกลอัจฉริยะ จำนวน 1 ชุด
5. ชุดเครื่องมือวัดและวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าชนิดความแม่นยำสูง จำนวน 1 ชุด
6. ครุภัณฑ์ประกอบ
 - 6.1.1 โต๊ะปฏิบัติการทางไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 800 X 1500 X 750 มม. (กxยxส)
จำนวน 2 ตัว
 - 6.2.2 ตู้เหล็กสำหรับเก็บอุปกรณ์ชนิดกระจกบานเลื่อน ขนาดไม่น้อยกว่า 140 X 40 X 80 ซม. (ยxลxส) จำนวน 2 ตู้

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ ดังต่อไปนี้

1.1 ชุดควบคุมและทดสอบมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด เป็นเงิน 790,000.-บาท

คุณลักษณะทางเทคนิคประกอบด้วย

1.1.1 ชุดควบคุม สำหรับโหลดมอเตอร์ จำนวน 1 ตัว

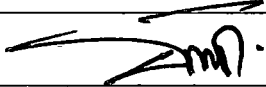
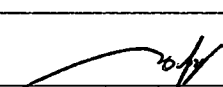

1. เทคโนโลยีควบคุมมอเตอร์ : เวกเตอร์คอนโทรล เป็นอย่างน้อย
2. กำลังไฟฟ้า : ไม่น้อยกว่า 5.5 kW.
3. แรงดันไฟฟ้า : 3-เฟส, V = 380-480 V, ±10%
4. ความถี่ : ไม่ต่ำกว่า 47-63 Hz

1.1.2 มอเตอร์เหนี่ยวนำ สำหรับจำลองโหลด จำนวน 1 ตัว

1. ชนิดมอเตอร์ : มอเตอร์แบบกรงกระรอก
2. กำลังไฟฟ้าเอาต์พุต : ไม่น้อยกว่า 4.9 kW
3. จำนวนขั้ว : ไม่น้อยกว่า 4 ขั้ว
4. การป้องกัน : มีเอนโค้ดเดอร์ หรือดีกว่า
5. ระบบแรงดันไฟฟ้า : 3-เฟส, V = 400 V, 50 Hz
6. ความเร็วรอบ : ความเร็วซิงโครนัส 1500 rpm. หรือความเร็วที่โรเตอร์ ไม่น้อยกว่า 1450 rpm.
7. มาตรฐานการป้องกัน : IP 55 หรือดีกว่า

1.1.3 เครื่องวัดสัญญาณแรงบิดที่เพลลา จำนวน 1 ตัว

1. แรงบิดที่กำหนด : ไม่น้อยกว่า 20 N-m หรือเทียบเท่า

		
นายอักริตต์ ไชยชนกุลวัฒน์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ญัฐทิ ถึงสุข	ว่าที่ร้อยตรีธีรภูมิ แสงบุญ

2. รองรับความเร็วรอบในการหมุน : ไม่น้อยกว่า 3000 rpm
 3. การแสดงผลการวัด : แสดงผลเป็น Digital หรือสัญญาณ Analog

1.2 ชุดจำลองมอเตอร์การขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุด เป็นเงิน 628,900.-บาท

คุณลักษณะทางเทคนิคประกอบด้วย

- 1.2.1 มอเตอร์เหนี่ยวนำความเร็วสูง จำนวน 1 ตัว**
1. ประเภทมอเตอร์ : Induction Motor หรือ Traction Motor
 2. มาตรฐานการประกอบเฟรมมอเตอร์ : IEC Standard เทียบเท่าหรือดีกว่า
 3. ขนาดมอเตอร์ : ไม่น้อยกว่า 3.5 kW
 4. แรงดันไฟฟ้า : 400 Vac, 50/60 Hz
 5. จำนวนขั้วต่อทางไฟฟ้า : ไม่น้อยกว่า 4 ขั้ว
 6. มาตรฐานการป้องกัน : IP 55 หรือดีกว่า
 7. ความเร็วรอบสูงสุดของมอเตอร์ : ไม่ต่ำกว่า 9,000 rpm.

1.2.2 ชุดอิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์ จำนวน 1 ตัว

1.2.2.1 วงจรภาคกำลังในแต่ละชุดประกอบด้วย

1. Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT) Module จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว
2. IGBT แต่ละตัวมีพิกัดแรงดัน Vce สูงสุดไม่น้อยกว่า 1,200 V พิกัดกระแส Collector current สูงสุดไม่น้อยกว่า 50 A
3. IGBT ติดตั้งบนครีบบระบายความร้อนอะลูมิเนียมพร้อมพัดลมระบายอากาศ
4. ตัวเก็บประจุ DC link ประกอบด้วยตัวเก็บประจุอิเล็กโทรไลต์ขนาดไม่น้อยกว่า 3,000 ไมโครฟารัด พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 500 V ต่อนุกรมจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
5. มีตัวต้านทานขนาดไม่น้อยกว่า 47 กิโลโอห์ม ต่อขนานกับตัวเก็บประจุ DC link
6. Laminated bus bar ทำจากทองแดงแผ่นหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม.
7. ฉนวน Bus bar เป็นวัสดุ Epoxy FR-4 หรือดีกว่า

1.2.2.2 วงจรขับเคลื่อนในแต่ละชุดประกอบด้วย

1. ใช้งานร่วมกับแรงดันอินพุตขนาด 5 V หรือ 12 V หรือ 15 V หรือ 24 V
2. สัญญาณลอจิกด้านอินพุตมีขนาด 0 V และ 5 V
3. แรงดันเกต-อิมิตเตอร์ (V_{ge}) มีขนาด -8 V และ 15 V
4. แรงดันทดสอบการแยกกราวด์ (V_{iso}) ไม่ต่ำกว่า 5000 V
5. Propagation delay time ไม่เกิน 110 ns
6. มีระบบป้องกันกระแสเกินโดยใช้การตรวจวัดแรงดัน Vce
7. กระแส drain สูงสุด สำหรับสัญญาณ Fault ($I_{F,max}$) ไม่ต่ำกว่า 5 mA
8. มีสวิตช์สำหรับสัญญาณ Reset เมื่อเกิดเหตุการณ์ Fault ขึ้น

1.2.2.3 อุปกรณ์เซนเซอร์ในการตรวจจับเพื่อทำระบบแบบลูปปิดในแต่ละชุดประกอบด้วย

1. เซนเซอร์วัดกระแสทางด้านเอาต์พุตจากอินเวอร์เตอร์อย่างน้อย 2 เฟส ขนาดสัญญาณ $\pm 10V$ ที่พิกัดกระแส

		
นายอักรกิตต์ ไชยธนกุลวัฒน์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ญัฐที ถึงสุข	ว่าที่ร้อยตรีธีรภูมิ แสงวงบุญ

2. เซนเซอร์วัดแรงดันทางด้านเอาต์พุตจากอินเวอร์เตอร์อย่างน้อย 2 เฟส ขนาดสัญญาณ $\pm 10V$ ที่พิกัดแรงดัน
3. มีเซนเซอร์วัดแรงดัน DC link ทางด้านอินพุตได้อย่างน้อย 1,000V ขนาดสัญญาณ 0-10 V ที่พิกัด DC link

1.3 ชุดจำลองแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับต้นกำลัง จำนวน 1 ชุด เป็นเงิน 230,000.-บาท
คุณลักษณะทางเทคนิคประกอบด้วย

1.3.1 ชุดเรกติไฟร์ (Active front end) จำนวน 1 ตัว



1. กำลังไฟฟ้าเอาต์พุต : ไม่น้อยกว่า 12.0 kW
2. เอาต์พุตดีซี : ไม่ต่ำกว่า 600 VDC
3. แรงดันไฟฟ้า : 3 เฟส, $V = 380-480 V, \pm 10\%$
4. การระบายความร้อน : พัดลมระบายความร้อนภายใน

1.4 ชุดจำลองและออกแบบระบบควบคุมมอเตอร์ด้วยสมองกลอัจฉริยะ จำนวน 1 ชุด เป็นเงิน 1,380,000.-บาท

เป็นชุดเครื่องมือที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย สำหรับระบบควบคุมการออกแบบระบบควบคุมทางด้านรางไฟฟ้า, ระบบควบคุมมอเตอร์, การออกแบบระบบเพาเวอร์อิเล็กทรอนิกส์, การออกแบบระบบควบคุมในรถยนต์ไฟฟ้า, ระบบควบคุมพลังงานทางเลือก, กังหันลมสำหรับผลิตไฟฟ้า, ออกแบบและควบคุมทางด้านระบบโรบอต เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะทางด้าน Hardware และ Software สามารถออกแบบและใช้เทคนิคการควบคุมต่าง ๆ ได้ง่ายมีความยืดหยุ่นสูงด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป สามารถแปลงโค้ดเพื่อสั่งงาน Hardware ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์กำลังในการขับเคลื่อนมอเตอร์ ตลอดจนการควบคุมเพื่อให้ทำงานร่วมกันและสามารถออกแบบโปรแกรมมอนิเตอร์และตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แบบเรียลไทม์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

คุณสมบัติทางด้าน Hardware

- 1.4.1 มีหน่วยประมวลผลแบบ Freescale QorIQ P5020, dual-core, 2 GHz หรือดีกว่า
- 1.4.2 32 KB L1 data cache per core, 32 KB L1 instruction cache per core, 512 KB L2 cache per core, 2 MB L3 cache total หรือดีกว่า
- 1.4.3 สามารถติดต่อกันระหว่าง Hardware และคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านทาง Freescale QorIQ P1011800 MHz
- 1.4.4 มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB DRAM หรือ ไม่น้อยกว่า 128 MB flash memory
- 1.4.5 การ Booting Application ใช้เวลา 5 วินาที หรือน้อยกว่า
- 1.4.6 สามารถเชื่อมต่อผ่าน Gigabit Ethernet host interface หรือ real-time interface ผ่านทาง low-latency Gigabit Ethernet I/O interface ได้
- 1.4.7 รองรับ USB 2.0 หรือดีกว่า ในการเก็บข้อมูลผ่านทาง USB mass storage ได้
- 1.4.8 มี serial interface แบบ UART (RS232/422/485) interface ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

		
นายอักรกิตต์ ไชยธนกุลวัฒน์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ญัฐทิ ถึงสุข	ว่าที่ร้อยตรีธีรวิฑูมิ แสงวงบุญ

- 1.4.9 มี Analog Input รองรับแรงดันได้ -10 ถึง 10 V โดยมีจำนวนช่องไม่น้อยกว่า 8 ช่อง ที่ความเร็วไม่น้อยกว่า 10 Msps หรือ ไม่น้อยกว่า 24 ช่อง ที่ความเร็วไม่น้อยกว่า 1 Msps
- 1.4.10 มี Analog Output รองรับแรงดัน -10 ถึง 10 V และกระแส ± 8 mA โดยมีจำนวนช่องไม่น้อยกว่า 16 ช่อง ที่ความเร็วไม่น้อยกว่า 1 Msps
- 1.4.11 มี Digital I/O 48 bidirectional channels ที่ 2.5, 3.3 และ 5 V (single-ended) หรือ 12 bidirectional channels (RS4 2 2 / 4 8 5) to connect sensors with differential interfaces
- 1.4.12 Digital I/O สามารถรองรับ I/O functionality แบบ Bit I/O หรือ PWM หรือ SPI Master เป็นอย่างน้อย สำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
- 1.4.13 Digital I/O รองรับ 6 ช่อง ของ encoder sensor input, 2 ช่อง resolver interface, 2 ช่อง ของ Hall sensor input, 2 ช่อง of EnDat interface, 2 ช่อง of SSI interface, Synchronous multi-channel PWM และ Block computational PWM เป็นอย่างน้อย
- 1.4.14 สามารถเป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับ sensor ได้ 1 ช่อง ขนาด 12 V กำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่ต่ำกว่า 3 W , 250 mA แบบคงที่ (fixed)
- 1.4.15 สามารถเป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับ sensor ได้ 1 ช่อง ขนาด 2 - 20 V กำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่ต่ำกว่า 1 W, 200 mA แบบปรับค่าได้ (variable)
- 1.4.16 สามารถแสดงสถานะการทำงานผ่านทาง Programmable buzzer และ Programmable status LEDs ได้
- 1.4.17 มีระบบป้องกันการขโมยแบบ Kensington® lock
- 1.4.18 มีระบบระบายความร้อนในตัวแบบ Active cooling (temperature-controlled fan)
- 1.4.19 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ผ่านทางช่องต่อ (Connector) แบบต่าง ๆ ไม่ต่ำกว่าดังนี้
1. 2 ช่อง แบบ Sub-D 50 I/O Connectors
 2. 48 ช่อง แบบ BNC I/O connectors
 3. 4 ช่อง แบบ Sub-D 9 I/O connectors
 4. 3 ช่อง แบบ RJ45 for Ethernet (host and I/O)
 5. USB Type A (for data logging)
 6. 2 x 2 banana connectors for sensor supply

คุณสมบัติทางด้าน Software

- 1.4.20 มี Real-Time Interface (RTI) เพื่อใช้งานร่วมกับโปรแกรม MATLAB และ Simulink
- 1.4.21 มีโปรแกรมสำหรับออกแบบระบบควบคุม มอเตอร์ (RTI Electric Motor Control Blockset)
- 1.4.22 มีโปรแกรมสำหรับ ติดต่อผ่านทาง Ethernet ได้ (RTI Ethernet Blockset)

1.5 ชุดเครื่องมือวัดและวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าชนิดความแม่นยำสูง จำนวน 1 ชุด เป็นเงิน 290,000.-บาท รายละเอียดทั่วไป

- 1.5.1 เป็นเครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าทั้งไฟฟ้า AC (1 เฟส และ 3 เฟส) และ DC

		
นายอักริตต์ ไชยชนกุลวัฒน์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ญัฐทิ ถึงสุข	ว่าที่ร้อยตรีธีรภูมิ แสงวงบุญ

1.5.2 สามารถวัดค่า แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า และฮาร์โมนิกส์ ได้

1.5.3 แสดงผลด้วย 7-segment LED

รายละเอียดทางเทคนิค

1.5.4 มีย่านวัดค่าแรงดันไฟฟ้าอย่างน้อยดังนี้

Crest factor 3: 15 V, 30 V, 60 V, 150 V, 300 V, 600 V

Crest factor 6: 7.5 V, 15 V, 30 V, 75 V, 150 V, 300 V

1.5.5 มีย่านวัดค่ากระแสไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อโดยตรงอย่างน้อยดังนี้

Crest factor 3: 0.5 A, 1 A, 2 A, 5 A, 10 A, 20 A

Crest factor 6: 0.25 A, 0.5 A, 1 A, 2.5 A, 5 A, 10 A

1.5.6 มีย่านวัดค่ากระแสไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ภายนอกอย่างน้อยดังนี้

Crest factor 3: 50 mV, 100 mV, 200 mV, 500 mV, 1 V, 2 V

Crest factor 6: 25 mV, 50 mV, 100 mV, 250 mV, 500 mV, 1 V

1.5.7 ค่าทางไฟฟ้าที่วัดได้ Voltage, Current, Active Power, Reactive Power, Apparent Power, Power, Harmonic เป็นอย่างน้อย

1.5.8 แสดง Total Harmonic Distortion (THD) ได้ไม่ต่ำกว่า 50 อันดับ

1.5.9 มีช่องสัญญาณในวัดไม่น้อยกว่า 3 ช่อง โดยที่ในหนึ่งช่องสัญญาณสามารถรับสัญญาณจาก Sensor ได้

1.5.10 มีฟังก์ชัน Integration สามารถเลือกโหมด Manual integration mode, Standard integration mode และ repetitive integration mode ได้ เป็นอย่างน้อย

1.5.11 สามารถตั้งเวลาหยุดอัตโนมัติ 0 ชั่วโมง 00 นาที 00 วินาที ถึง 10,000 ชั่วโมง 00 นาที 00 วินาที หรือมากกว่า

1.5.12 สามารถแสดงค่าที่วัดได้เป็นตัวเลข ไม่น้อยกว่า 5 หลัก หรือมากกว่า

1.5.13 ค่าความถูกต้องในการวัดแรงดันและกระแสสำหรับช่วงความถี่ที่ 45 Hz - 1 kHz เป็น $\pm 0.1\%$ of reading หรือดีกว่า

1.5.14 อัตราสุ่มตัวอย่าง 100 ks/s หรือดีกว่า

1.5.15 A/D Converter มีความละเอียดขนาด 16 บิต หรือดีกว่า

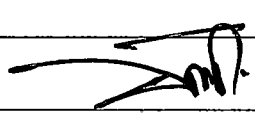
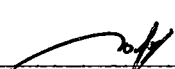

1.5.16 การวัดฟังก์ชันฮาร์โมนิกส์ใช้วิธีการ PLL synchronization method หรือดีกว่า โดยความถี่พื้นฐาน (Fundamental frequency) อยู่ในช่วง 10 Hz ถึง 1.2 kHz หรือดีกว่า

1.5.17 ค่าความถูกต้องในการวัดแรงดัน กระแสและกำลังไฟฟ้าของการวัดฮาร์โมนิกส์สำหรับช่วงความถี่ที่ 45-440 Hz เป็น $\pm 0.15\%$ of reading หรือดีกว่า

1.5.18 Frequency bandwidth เป็น DC และ 0.1 Hz ถึง 100 KHz หรือดีกว่า

1.5.19 ค่าความถูกต้องของกำลังไฟฟ้าจริง (Active power หรือ Real power) สำหรับช่วงความถี่ที่ 45 Hz - 66 Hz เป็น $\pm 0.1\%$ of reading หรือดีกว่า

1.5.20 สามารถเชื่อมต่อเพื่อถ่ายโอนข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่าน Interface แบบ RS-232 หรือ USB เป็นอย่างน้อย

		
นายอักริตต์ ไชยธนกุลวัฒน์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ญัฐทิ ถึงสุข	ว่าที่ร้อยตรีธีรวิภา แสงบุญ

1.6 ครุภัณฑ์ประกอบ

1.6.1 โต๊ะปฏิบัติการทางไฟฟ้า จำนวน 2 ตัว เป็นเงิน 30,000.-บาท

ต้องมีรายละเอียดประกอบด้วย

- 1) ขนาดไม่น้อยกว่า 800 X 1500 X 750 มม. (กxยxส)
- 2) พื้นโต๊ะ (Work Top) ทำด้วย Particle Board of Melamine surface on both sides ความหนาไม่น้อยกว่า 28 มม.
- 3) ปิดขอบด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ด้วยกาวกันน้ำ (Hot Melt Glue)
- 4) ติดตั้งปลั๊กไฟแบบ universal จำนวนไม่น้อยกว่า 1 จุด

1.6.2 ตู้เหล็กสำหรับเก็บอุปกรณ์ชนิดกระจกabanเลื่อน ขนาดไม่น้อยกว่า 140 X 40 X 80 ซม. (ยxลxส) จำนวน 2 ตู้ เป็นเงิน 11,000.-บาท

เงื่อนไขทั่วไป

1. มีการอบรมการใช้งานไม่น้อยกว่า 1 วัน
2. รับประกันความชำรุดบกพร่องไม่น้อยกว่า 1 ปี
3. ส่งมอบไม่เกิน 120 วัน
4. ยื่นราคาไม่น้อยกว่า 120 วัน

		
นายอักรกิตต์ ไชยชนกุลวัฒน์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ญัฐที ถึงสุข	ว่าที่ร้อยตรีธีรวิฑูมิ แสงบุญ