

ขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ครุภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับให้บริการวิชาการและทดสอบยานยนต์สมัยใหม่จำนวน

แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ชุด

จำนวนเงิน 4,000,000.00 บาท

1. ความเป็นมา

ในงานวิศวกรรมไฟฟ้าสมัยใหม่เช่น ด้านพลังงานทดแทน ยานยนต์สมัยใหม่ เป็นต้น ต้องใช้การควบคุมวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังในระบบยานยนต์สมัยใหม่ที่มีความซับซ้อนในการคำนวณและสื่อสารมากขึ้น จำเป็นต้องใช้ตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (DSP) ในระบบแปลงผันพลังงานไฟฟ้า การโปรแกรมตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัลสามารถใช้โปรแกรมแบบกราฟฟิกเพื่อลดเวลาในการพัฒนาวิจัยและทำงานต้นแบบ ดังนั้นการเรียนการสอนและปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังจึงมีความจำเป็นต้องมีครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังเพื่อรองรับเทคโนโลยีที่พัฒนาเปลี่ยนแปลงไปค่อนข้างมาก ซึ่งครุภัณฑ์ที่ของบประมาณสามารถรองรับการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังในระดับปริญญาตรี และเพื่อให้บริการวิชาการ ห้องทดสอบด้านยานยนต์สมัยใหม่ของอาจารย์ในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 ได้ครุภัณฑ์สำหรับสอนปฏิบัติการและวิจัยด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลัง การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า
- 2.2 ได้ส่งเสริมการวิจัยของอาจารย์ในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าให้มีความเชี่ยวชาญในด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลัง การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า
- 2.3 สามารถให้บริการทางวิชาการแก่บุคคลทั่วไปและงานทดสอบยานยนต์ไฟฟ้าได้

3. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอราคา

- ผู้เสนอราคาต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- 3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย
 - 3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
 - 3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
 - 3.4 ผู้เสนอราคาต้องเป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุดังกล่าว
 - 3.5 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่นที่เข้าเสนอราคาให้แก่มหาวิทยาลัยหรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรม
 - 3.6 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการและได้แจ้งเวียนชื่อแล้วหรือไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลหรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทำงานตามระเบียบของทางราชการ
 - 3.7 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น
 - 3.8 ผู้เสนอราคาต้องมีคุณสมบัติ และไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้าง และการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
 - 3.9 ผู้เสนอราคาต้องลงในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) กรณีการจัดซื้อด้วยเงินงบประมาณแผ่นดิน

3.10 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางหรือขนาดย่อม (SME) พร้อมทั้งแนบสำเนาหนังสือรับรองการขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการ SME เพื่อการจัดซื้อ/จัดจ้างภาครัฐ (Thai SME-GP) (ถ้ามี)

4. ขอบเขตของงาน

4.1 การยื่นเอกสารเสนอราคา ผู้เสนอราคาจะต้องทำตารางเปรียบเทียบรายละเอียดข้อกำหนดการจัดซื้อครุภัณฑ์ โดยใช้ตัวอย่างแบบฟอร์มการเปรียบเทียบตามตารางที่ 1 ในกรณีมีการอ้างอิงถึงข้อความอื่นในเอกสารที่เสนอมา ผู้เสนอราคาจะต้องระบุให้ชัดเจนพร้อมทั้งให้หมายเหตุ หรือขีดเส้นใต้หรือระบายสี พร้อมเขียนข้อกำหนดกำกับไว้ให้ตรงกัน เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบกับเอกสารเปรียบเทียบ

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของครุภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับให้บริการวิชาการและทดสอบยานยนต์สมัยใหม่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ชุด

อ้างอิงข้อ	ข้อกำหนด	ข้อกำหนดที่นำเสนอ บริษัท...	คุณสมบัติ	หน้า
1			ตามข้อกำหนด	
2			ตามข้อกำหนด	
3			ตามข้อกำหนด	

4.2 ผู้เสนอราคาต้องส่งแคตตาล็อกและ/หรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของทุกรายการที่เสนอเพื่อใช้ประกอบการพิจารณา โดยทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จะเก็บไว้เป็นเอกสารของทางราชการ เอกสารที่ยื่นเสนอมามากเป็นสำเนารูปถ่ายจะต้องรับรองสำเนาถูกต้อง โดยผู้มีอำนาจทำนิติกรรมแทนนิติบุคคล ทั้งนี้ ขอสงวนสิทธิ์ที่จะตรวจสอบโดยตรงตามขั้นตอนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

4.3 ราคาที่เสนอจะต้องเสนอกำหนดยื่นราคาไม่น้อยกว่า 120 วัน ตั้งแต่วันเสนอราคาโดยภายในกำหนดยื่นราคา ผู้ยื่นข้อเสนอต้องรับผิดชอบราคาที่ตนเสนอไว้ และจะถอนการเสนอราคาไม่ได้

4.4 พัสดุทุกรายการของครุภัณฑ์ต้องเป็นของแท้ ของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน

5. รายละเอียดคุณลักษณะของพัสดุที่จะซื้อ

5.1 ชุดทดลองวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบหนึ่งและสามเฟส

จำนวน 2 ชุด

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1 เป็นชุดทดลองวงจรคอนเวอร์เตอร์กำลังชนิดสามเฟส ทำหน้าที่แปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับหนึ่งเฟสและสามเฟส

1.2 ออกแบบมาให้ใช้งานสนับสนุนงานวิจัยและพัฒนาทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังสมัยใหม่ เช่น ยานยนต์ไฟฟ้าและระบบพลังงานสะอาด

1.3 ชุดทดลองสามารถใช้งานร่วมกับระบบส่งกำลังไฟฟ้าจริงที่แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 110 หรือ 220 Vac ที่ความถี่ 50-60 Hz

1.4 ชุดทดลองออกแบบช่องสัญญาณสำหรับใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล C2000 ของบริษัท Texas Instruments หรือ MicroLabBox ของบริษัท dSPACE เป็นตัวประมวลผลควบคุมหลัก

1.5 ติดตั้งมาพร้อมกับเซ็นเซอร์วัดแรงดันและกระแสในตำแหน่งที่จำเป็นกับการตรวจวัดการทำงานของชุดทดลองพร้อมบ่อนกลับไปยังตัวประมวลผลควบคุมหลัก

1.6 ชุดทดลองรองรับการใช้งานร่วมกับโปรแกรม Matlab/Simulink หรือ PSIM เพื่อใช้ในการพัฒนาอัลกอริทึมด้วยโปรแกรมสั่งงานควบคุมวงจรถูกกำลัง

2. รายละเอียดทางด้านเทคนิค

2.1 ชุดทดลองวงจรคอนเวอร์เตอร์กำลังชนิดสามเฟสโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ชุดทดลองเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังแบบ Three-Phase Four-Leg Inverter เป็นวงจรถูกกำลังหลัก

2.1.2 ออกแบบมาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล C2000 ของบริษัท Texas Instruments หรือพอร์ตของตัวควบคุม MicroLabBox บริษัท dSPACE

2.1.3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังใช้ Silicon Carbide (SiC) MOSFET เป็นอุปกรณ์สวิตช์กำลังในวงจรถูกกำลังหลัก

2.1.4 ใช้งานความถี่สวิตช์สูงสุดที่ 50 kHz

2.1.5 รองรับแรงดันอินพุตแบบ 1 เฟส 2 สาย และ 3 เฟส 4 สาย ทั้งระบบไฟฟ้า 220 VAC, 50 Hz และ 110 VAC, 60 Hz

2.1.6 พิกัดกำลังสูงสุด 5 kW เมื่อใช้งานกับระบบไฟฟ้า 220 VAC 50 Hz

2.1.7 พิกัดแรงดันสูงสุด 900 Vdc เมื่อต่อใช้งานกับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย

2.1.8 อุปกรณ์สวิตช์กำลังในวงจรจะมี 4 เฟส โดยแต่ละเฟสจะมี 2 ตัว ที่ต่อกันแบบ Half-Bridge

2.1.9 วงจรกรองเป็นแบบ LCL Filter

2.1.10 จุดนิวตรอนของวงจรกรองสามารถเลือกการเชื่อมต่อได้หลากหลายรูปแบบตามการใช้งาน

2.1.11 มีวงจรหรืออุปกรณ์ป้องกันแรงดันและกระแสเกินติดตั้งอยู่ภายในชุดทดลอง

2.1.12 มีเซ็นเซอร์วัดแรงดันและกระแสติดตั้งอยู่ภายในชุดทดลอง เพื่อนำไปแสดงผลและส่งสัญญาณไปยังตัวประมวลผลควบคุมหลัก โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.12.1 เซ็นเซอร์วัดแรงดันแบบไลน์เทียบนิวตรอนที่อินพุตของวงจรทั้ง 3 เฟส

2.1.12.2 เซ็นเซอร์วัดกระแสที่ไหลผ่านด้านอินพุตของวงจรทั้งหมด 4 จุด ได้แก่ L1, L2, L3 และ นิวตรอน

2.1.12.3 เซ็นเซอร์วัดกระแสที่ไหลผ่านจุดนิวตรอนของวงจรกรอง

2.1.12.4 เซ็นเซอร์วัดแรงดันและกระแสที่ไหลผ่านด้านเอาต์พุตของวงจร

2.1.13 ภายในชุดทดลอง วงจรภาคกำลังและวงจรภาคควบคุมแยกโดดทางไฟฟ้า (GND Isolated)

2.1.14 ตัวขับเคลื่อนของอุปกรณ์สวิตช์กำลังในวงจร มีระบบป้องกันการชนกันของสัญญาณขับ ในกรณีที่ตัวควบคุมหลักไม่ได้ป้อน Dead Time เข้ามา เพื่อป้องกันการลัดวงจรของวงจรภาคกำลัง

2.1.15 ภายในติดตั้งตัวควบคุมวงจรพรีชาร์จสำหรับป้องกันกระแสกระชากขณะทำการจ่ายแรงดันอินพุตแบบ 3 เฟส

5.2 ดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคป ขนาด 100 MHz

จำนวน ๑๐ เครื่อง

1. รายละเอียดทั่วไป

1.1 เป็นดิจิตอลสโตเรจอสซิลโลสโคปที่ใช้วัดสัญญาณขนาด 100 MHz หรือดีกว่า

1.2 มีความสามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกันอย่างน้อย 4 ช่องสัญญาณ

1.3 มี Sampling rate สูงสุดไม่น้อยกว่า 1.25 GS/s และมีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 25 Mpts

- 1.4 มีจอแสดงผลเป็นแบบ multi-touch ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1024 x 600 (Screen Region) 16:9
- 1.5 มี Interface ได้แก่ USB2.0 Host, USB2.0 Device, LAN และ HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- 1.6 มีความสามารถ Decoding ได้แก่ Parallel, RS232/UART, I2C และ SPI หรือมากกว่า
- 1.7 มีฟังก์ชัน Math และ FFT ในตัวเครื่อง
- 1.8 มีฟังก์ชัน Digital Voltmeter ภายในตัวเครื่อง
- 1.9 มีฟังก์ชัน auto measurement ที่สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่า 41 ค่า
- 1.10 มีมาตรฐานความปลอดภัย EN 61010-1:2019, EN 61010-031:2015, IEC 61010-1:2016, IEC 61010-2-030:2017, UL 61010-1:2012 R7, UL 61010-2-31:2017 R2 เป็นอย่างน้อย
- 1.11 มีมาตรฐาน Compliant with EMC DIRECTIVE 2014/30/EU, compliant with or higher than the standards specified in IEC 61326-1:2013/EN 61326-1:2013 Group 1 Class A
- 1.12 สามารถควบคุมการใช้งานผ่าน Web control ได้

2. รายละเอียดทางเทคนิค

2.1 General

- 2.1.1 Analog Bandwidth (-3 dB) : 100 MHz
- 2.1.2 No. of Analog Channels : 4
- 2.1.3 Vertical Resolution : 12 bits

2.2 รายละเอียด Vertical System Analog Channel

- 2.2.1 Input Coupling : DC, AC, or GND
- 2.2.2 Probe Attenuation Coefficient : 0.001X to 50000X
- 2.2.3 Maximum Input Voltage : CAT I 300 Vrms, 400 Vpk (DC + Vpeak)

2.3 รายละเอียด Horizontal System--Analog Channel

- 2.3.1 Range of Time Base : 5 ns/div to 500 s/div
- 2.3.2 Time Base Resolution : 100 ps
- 2.3.3 Time Base Accuracy : ± 25 ppm ± 5 ppm/year

2.4 รายละเอียด Acquisition System

- 2.4.1 Max. Sample Rate of Analog Channel : 1.25 GSa/s (single-channel), 625 MSa/s (dual-channel), 312.5 MSa/s (full-channel)
- 2.4.2 Max. Memory Depth of Analog Channel : 25 Mpts (single-channel), 10 Mpts (dual-channel), 5 Mpts (full-channel)

2.5 รายละเอียด Processor System

- 2.5.1 Processor : Cortex-A72 up to 1.8 GHz, 6-core processor
- 2.5.2 System Memory : 4 GB RAM
- 2.5.3 Operating System : Android
- 2.5.4 Internal Non-volatile Memory : 8 GB

2.6 รายละเอียด Power Supply

- 2.6.1 Power Supply Interface : Type-C
- 2.6.2 Power Voltage : DC 15 V, 3 A



3. อุปกรณ์ประกอบเครื่อง

- | | |
|-------------------------------------|--------------|
| 3.1 ชุด Power adaptor พร้อมสายไฟ | จำนวน 1 ชุด |
| 3.2 Passive Probe (150 MHz) | จำนวน 4 เส้น |
| 3.3 สายเชื่อมต่อ Banana plug ground | จำนวน 1 เส้น |

4. รายละเอียดอื่น ๆ

- 4.1 สินค้าเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 4.2 ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนโดยตรงจากผู้ผลิตโดยมีหนังสือรับรองเพื่อยืนยันบริการหลังการขาย
- 4.3 เครื่องมือต้องผลิตจากโรงงานที่ผ่านมาตรฐาน ISO 9001 หรือ ISO14001 หรือเทียบเท่า

5.3 แหล่งจ่ายไฟฟ้ารีเจนเนอเรทีฟแบบ AC/DC พร้อมจำลองกริด (Grid Simulator) ขนาด 21 kVA จำนวน ๑ เครื่อง

1. รายละเอียดแหล่งจ่ายไฟฟ้ารีเจนเนอเรทีฟแบบ AC/DC พร้อมจำลองกริด (Grid Simulator)

- 1.1. เป็นเครื่องจำลองกริดพร้อมโพลดิอิเล็กทรอนิกส์ AC/DC ที่สามารถตั้งโปรแกรมได้ พร้อมหน้าจอแสดงผลแบบสัมผัส
- 1.2. สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ของ AC Source mode ได้แก่ Voltage RMS, Current RMS, Peak current, Output power และ Harmonic เป็นอย่างน้อย
- 1.3. สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ของ AC Load mode ได้แก่ Voltage RMS, Current RMS, Peak current, Active power, Reactive power, Apparent power, CF, PF และ Harmonic เป็นอย่างน้อย
- 1.4. มีฟังก์ชัน Power Amplifier สำหรับแอมพลิเคชัน PHIL ใน Source mode
- 1.5. รายละเอียดโหมด AC แบบ Source มีดังนี้
 - 1.5.1. ช่วง Output voltage แบบ V_{LN} ตั้งแต่ 0 ถึง 350 V
 - 1.5.2. ค่า Output current แบบ Peak (3phase/reverse) 105 A
 - 1.5.3. ค่า Output power แบบ Max. Power (1phase/3phase) 21 kVA
 - 1.5.4. ช่วง Frequency ตั้งแต่ 16 ถึง 2.4 kHz
 - 1.5.5. ช่วง Phase ตั้งแต่ 0 ถึง 360°
- 1.6. รายละเอียดโหมด DC แบบ Source มีดังนี้
 - 1.6.1. ช่วง Voltage (1phase) ตั้งแต่ -499 ถึง 499 Vdc
 - 1.6.2. ช่วง Current (1phase) ตั้งแต่ -105 ถึง 105 Adc
 - 1.6.3. ค่า Total power แบบ Max. Power (1phase) 21 kW
- 1.7. รายละเอียด Islanding RLC แบบ Source มีดังนี้
 - 1.7.1. ช่วง R ตั้งแต่ 1 ถึง 1000 Ω แบบ 3phase และ ตั้งแต่ 0.333 ถึง 333.333 Ω แบบ 1 phase
 - 1.7.2. ช่วง L ตั้งแต่ 1 ถึง 5000 mH แบบ 3phase และ ตั้งแต่ 0.333 ถึง 1666.667 mH แบบ 1 phase
 - 1.7.3. ช่วง C ตั้งแต่ 0.001 ถึง 5 mF แบบ 3phase และ ตั้งแต่ 0.003 ถึง 15 mF แบบ 1 phase
- 1.8. รายละเอียดโหมด AC แบบ Load มีดังนี้
 - 1.8.1. ช่วง Input voltage แบบ V_{LN} ตั้งแต่ 30 ถึง 350 V
 - 1.8.2. ช่วง Input frequency แบบ 16 ถึง 500 Hz
 - 1.8.3. ค่า Input current แบบ Peak (3phase/reverse) 105 A
 - 1.8.4. ค่า Input power แบบ Max. Power (1phase/3phase) 21 kVA



- 1.8.5. ช่วง CF ตั้งแต่ 1.414 ถึง 5.0
- 1.8.6. ช่วง PF ตั้งแต่ 0 ถึง 1
- 1.8.7. มีโหมดการทำงานแบบ CC, CP, CS, CR และ CE เป็นอย่างน้อย
- 1.9. รายละเอียดโหมด DC แบบ Load มีดังนี้
 - 1.9.1. ช่วง Voltage (1 phase) ตั้งแต่ 30 ถึง 499 V
 - 1.9.2. ช่วง Current (1 phase) ตั้งแต่ 0 ถึง 105 A
 - 1.9.3. มีโหมดการทำงานแบบ CC, CV, CR และ CP เป็นอย่างน้อย
- 1.10. มีค่า Regenerative power สูงสุดที่ 21 kVA
- 1.11. มี Interface การเชื่อมต่อแบบ USB/CAN/LAN/Digital IO อย่างละ 1 ช่อง
- 1.12. สามารถใช้งานกับระบบไฟ AC 3 เฟส 380 ถึง 480 V

2. รายละเอียดอื่น ๆ

- 2.1. สินค้าเป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 2.2. ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนโดยตรงจากผู้ผลิตโดยมีหนังสือรับรองเพื่อยืนยันบริการหลังการขาย

5.4 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบสองทิศทาง

จำนวน ๑ เครื่อง

1. รายละเอียดทั่วไป

- 1.1. เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบสองทิศทางที่สามารถรับค่าได้
- 1.2. มีหน้าจอบ่งชี้ผลแบบ VFD
- 1.3. สามารถจ่ายค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltage) สูงสุดที่ 800 V DC หรือดีกว่า
- 1.4. สามารถจ่ายค่ากระแสไฟฟ้า (Current) สูงสุดที่ 48 A DC หรือดีกว่า
- 1.5. สามารถจ่ายค่ากำลังไฟฟ้า (Power) สูงสุดที่ 12 kW หรือดีกว่า
- 1.6. มี Interface การเชื่อมต่อ ได้แก่ : USB, LAN, CAN และ IO อย่างละไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ
- 1.7. สามารถใช้งานกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขาเข้าด้วยระบบไฟฟ้า 3phase 200V ถึง 480V (50/60Hz)

- 1.8. มีฟังก์ชันป้องกัน OVP, OCP, OPP, UCP และ UVP เป็นอย่างน้อย
- 1.9. มีฟังก์ชันการทดสอบแบบ List
- 1.10. มีโหมดฟังก์ชันการทดสอบการชาร์จและดิสชาร์จแบตเตอรี่
- 1.11. มีมาตรฐานเส้นกราฟแรงดันไฟฟ้า DIN40839 ภายในตัว
- 1.12. ตัวเครื่องมีขนาดไม่มากกว่าขนาด 2U

2. รายละเอียดทางเทคนิค

- 2.1. Voltage ripple : $V_{p-p} \leq 1000mV_{pp}$ และ $V_{rms} \leq 160mV$
- 2.2. Line Regulation : Voltage $\leq 0.01\% + 0.01\% FS$ และ Current $\leq 0.03\% + 0.03\% FS$
- 2.3. Load Regulation : Voltage $\leq 0.01\% + 0.01\% FS$ และ Current $\leq 0.05\% + 0.05\% FS$
- 2.4. Rise Time (no load) : Voltage $\leq 30ms$
- 2.5. Rise Time (full load) : Voltage $\leq 60ms$
- 2.6. Fall Time (no load) : Voltage $\leq 30ms$
- 2.7. Fall Time (full load) : Voltage $\leq 15ms$



3. อุปกรณ์ประกอบเครื่อง

- 3.1. สาย AC power cord จำนวน 1 เส้น
- 3.2. สาย USB จำนวน 1 เส้น

4. รายละเอียดอื่น ๆ

- 4.1. สินค้าเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 4.2. ผู้ขายรับประกันคุณภาพสินค้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับตั้งแต่วันที่ส่งสินค้า
- 4.3. ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนโดยตรงจากผู้ผลิตโดยมีหนังสือรับรองเพื่อยืนยันบริการหลังการขาย

5.5 เครื่องควบคุมและจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังแบบเรียลไทม์ (RCP/HIL) จำนวน ๑ เครื่อง

1. คุณสมบัติทั่วไป

1.1 ใช้ซอฟต์แวร์จำลองการทำงานวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังใช้ไลเซนส์ (license) สำหรับการศึกษาศึกษา (Academic) จำนวน 1 ไลเซนส์ แบบ Dongle

1.2 ซอฟต์แวร์จำลองสามารถติดตั้งเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Windows และติดตั้งเพิ่มไลบรารีบนโปรแกรม SIMULINK

1.3 ซอฟต์แวร์สามารถเขียนโปรแกรมการจำลอง (simulation) การทำงานครอบคลุมหัวข้อด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

1.4 ซอฟต์แวร์สามารถสร้างรหัส (coder) จากไลบรารีสำหรับตัวประมวลผลดิจิทัลรุ่น TIC2000 และ STM32 เพื่อใช้งานควบคุมแบบเรียลไทม์ (real-time) และเครื่องจำลองแบบเรียลไทม์

1.5 เครื่องฮาร์ดแวร์ใช้ตัวประมวลผลแบบเรียลไทม์ (real-time) แบบสี่แกน (4-core) ที่ความเร็ว 1.5 GHz หรือดีกว่า

1.6 มีช่องต่ออินพุตและช่องต่อเอาต์พุตชนิดแอนะล็อก (analog I/O channels) จำนวน 16 ช่อง หรือมากกว่า และช่องต่ออินพุตและช่องต่อเอาต์พุตชนิดดิจิทัล (digital I/O channels) จำนวน 16 ช่อง หรือมากกว่า โดยมีรูปแบบการต่อใช้งานผ่านแผงบอร์ดเชื่อมลักษณะเข้าถึงได้ง่าย

1.7 สามารถใช้การสื่อสารได้ทั้ง Ethernet และ CAN bus หรือดีกว่า

2. รายละเอียดและคุณสมบัติทางเทคนิคเครื่องฮาร์ดแวร์

2.1 หน่วยประมวลผล : ZU9EG แบบ 4 แกน ความเร็ว 1.5 GHz

2.2 ความเร็ว FPGA Simulation ต่ำกว่า $1\mu\text{s}$ step sizes

2.3 ช่องแอนะล็อกอินพุต ไม่น้อยกว่า 16 ช่อง

- ความละเอียด (Resolutions) ไม่น้อยกว่า 16 บิต
- ย่านแรงดันอินพุต -10 to 10 V หรือ -5 to 5 V
- อิมพีแดนซ์อินพุต $1\text{ M}\Omega$, 24 pF
- คอนเนคเตอร์แบบ D-sub 37 pin

2.4 ช่องแอนะล็อกเอาต์พุต ไม่น้อยกว่า 16 ช่อง

- ความละเอียด (Resolutions) ไม่น้อยกว่า 16 บิต
- ย่านแรงดันอินพุต -10 ถึง 10 V, 0 ถึง 10, -5 ถึง 5 V, 0 ถึง 5 V
- คอนเนคเตอร์แบบ D-sub 37 pin

2.5 จำนวนดิจิทัลอินพุต ระดับแรงดัน 3.3 V ไม่น้อยกว่า 32 ช่อง

2.6 จำนวนดิจิทัลเอาต์พุต ระดับแรงดัน 3.3, 5 V ไม่น้อยกว่า 32 ช่อง

- 2.7 จำนวน Resolver อินพุท/เอาพุท ไม่น้อยกว่า 1/1
- 2.8 พอร์ตเชื่อมต่อ แบบ Gigabit Ethernet ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- 2.9 พอร์ตเชื่อมต่อ แบบ CAN ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- 2.10 พอร์ตเชื่อมต่อ แบบ RS232/422/485 ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- 2.11 พอร์ตเชื่อมต่อ แบบ USB ไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
- 2.12 พอร์ตเชื่อมต่อจอแสดงผล ไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
- 2.13 มีหน่วยความจำภายในแบบ SSD ขนาด 400 GB หรือดีกว่า

3. รายละเอียดทางเทคนิคแผงบอร์ดเชื่อมต่อสัญญาณ (interface card)

- 3.1 แผงบอร์ดเชื่อมต่อสัญญาณแอนาล็อกแบบ BNC จำนวน 1 บอร์ด
- 3.2 แผงบอร์ดเชื่อมต่อสัญญาณดิจิทัลจำนวน 1 บอร์ด
- 3.3 แผงบอร์ดเชื่อมต่อสัญญาณจากตัวประมวลผลดิจิทัลแบบ LaunchPad, Nucleo 1 บอร์ด
- 3.4 แผงบอร์ดเชื่อมต่อสัญญาณจากตัวประมวลผลดิจิทัลแบบ ControlCARD 1 บอร์ด

5.6 เครื่องมือวัดแอลซีอาร์ (LCR METER) จำนวน ๑ เครื่อง

1. รายละเอียดทั่วไป

- 1.1 เป็นเครื่อง LCR METER สำหรับวัดค่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- 1.2 สามารถปรับความถี่และ measurement level ได้
- 1.3 มีฟังก์ชันการวัดแบบต่อเนื่อง (continuous measurement)
- 1.4 สามารถปรับความเร็วในการวัดค่าได้
- 1.5 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกผ่าน EXT I/O และ USB
- 1.6 สามารถเปลี่ยนโพรบสำหรับวัดชิ้นงานแบบต่างๆได้

2. คุณลักษณะทางเทคนิค

- 2.1 สามารถวัดค่า parameters: Z, Y, θ , Rs (ESR), Rp, Rdc (DC resistance), X, G, B, Cs, Cp, Ls, Lp, D (tan δ), Q ได้ หรือดีกว่า
- 2.2 มีย่านในการวัดค่า Z อยู่ที่ 100m Ω ถึง 100M Ω หรือดีกว่า และสามารถเลือกได้ 10 ย่านวัด หรือดีกว่า
- 2.3 มีค่าความแม่นยำในการวัดค่า Z: ± 0.05 %rdg. และ θ : $\pm 0.03^\circ$ หรือดีกว่า
- 2.4 มีช่วงความถี่ในการวัด อยู่ที่ 40Hz ถึง 200kHz หรือดีกว่า
- 2.5 สามารถปรับตั้งค่า Measurement Signal Level
 - V mode, CV mode: 5 mV ถึง 5 Vrms
 - CC mode 10 μ A to 50 mArms
- 2.6 สามารถปรับความเร็วในการวัด เป็น FAST/MED/SLOW/SLOW2 ได้
- 2.7 มีฟังก์ชันในการเปรียบเทียบค่า Comparator ได้
- 2.8 มีฟังก์ชัน Contact check เพื่อตรวจสอบว่าจุดวัดสัมผัสกับโพรบวัดหรือไม่
- 2.9 มีหน้าจแสดงผลเป็น LCD หรือดีกว่า
- 2.10 ตัวเครื่องสามารถใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 VAC, 50/60 Hz ได้

3. อุปกรณ์ประกอบด้วย

- | | |
|--|-----------------|
| 3.1. ตัวเครื่อง LCR Meter | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3.2. สายโพรบ | จำนวน 1 เส้น |
| 3.3. Power cord | จำนวน 1 เส้น |
| 3.4. Instruction manual | จำนวน 1 เล่ม |
| 3.5. CD Communication Instruction Manual | จำนวน 1 แผ่น |

6. สถานที่ส่งมอบ/ สถานที่ดำเนินการ/วิธีการส่งมอบ

6.1 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

6.2 ผู้รับจ้างจะต้องระบุหมายเลขประจำครุภัณฑ์ให้กับครุภัณฑ์ทุกรายการภายหลังส่งมอบ/เจ้าหน้าที่ออกหมายเลขให้ ตามที่กำหนดอย่างชัดเจนด้วยการเขียน หรือวิธีการใดที่เป็นการถาวรไม่เกิดการลบเลือนไม่น้อยกว่า 3 ปี ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน โดยอยู่ในดุลยพินิจของเจ้าหน้าที่พัสดุประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

6.3 ผู้รับจ้างจะต้องส่งมอบรายงานครุภัณฑ์ทุกรายการให้กับเจ้าหน้าที่พัสดุประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ประกอบด้วย ชื่อครุภัณฑ์ หมายเลขประจำครุภัณฑ์ ยี่ห้อ รุ่น หมายเลขประจำเครื่อง จำนวน ตำแหน่งหรือสถานที่ติดตั้ง/ใช้งาน และ ภาพถ่ายครุภัณฑ์ในมุมมองต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 4-5 ภาพต่อครุภัณฑ์มีรายละเอียดดังนี้

- ภาพที่แสดงให้เห็นครุภัณฑ์ด้านหน้าและด้านข้าง
- ภาพที่แสดงให้เห็นครุภัณฑ์ด้านหลังและด้านข้าง
- ภาพที่แสดงให้เห็นครุภัณฑ์พร้อมเลขหมายครุภัณฑ์
- ภาพที่แสดงให้เห็นครุภัณฑ์ที่มองเห็น ยี่ห้อ รุ่น หมายเลขประจำเครื่อง ฯลฯ
- ในรูปแบบแฟ้มเอกสารที่เป็นกระดาษขนาด A4 สีขาว จำนวน 1 ชุด และในรูปแบบไฟล์

WORD และ ไฟล์ PDF ที่มีข้อมูลเดียวกันกับเอกสาร ในสื่อบันทึกข้อมูลชนิดแฟลชไดรฟ์ (Flash Drive) จำนวน 1 ชุด โดยที่ไฟล์ข้อมูลเอกสารดังกล่าวจะต้องสามารถปรับแต่งแก้ไขได้

7. กำหนดการส่งมอบพัสดุ

ภายใน 150 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญา

8. อัตราค่าปรับ

สงวนสิทธิ์ค่าปรับกรณีส่งมอบเกินกำหนด โดยคิดค่าปรับเป็นรายวันในอัตราร้อยละ 0.20 ของราคาพัสดุที่ยังไม่ได้รับมอบ หรือส่งมอบถูกต้อง

9. การรับประกัน

1 ปี นับตั้งแต่วันที่ส่งมอบสินค้า




10. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

10.1 การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอโดยใช้เกณฑ์ราคา

10.2 สำเนาใบขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) (ถ้ามี)

10.3 สำหรับการพิจารณาผลกรณีการกำหนดเงื่อนไขให้ผู้ยื่นข้อเสนอยื่นสำเนาใบขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) มีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาตรวจสอบคุณสมบัติในการให้แต้มต่อแก่ผู้ประกอบการ SMEs กรณีเสนอราคาสูงกว่าราคาต่ำสุดของผู้เสนอราคารายอื่นไม่เกินร้อยละ 10 หากผู้ประกอบการ SMEs ไม่ยื่นสำเนาใบขึ้นทะเบียนฯ ผู้ประกอบการ SMEs รายนั้นจะไม่ได้รับสิทธิการให้แต้มต่อในการเสนอราคาดังกล่าว ดังนั้น กรณีที่ผู้ประกอบการ SMEs ไม่ยื่นสำเนาขึ้นทะเบียนฯ ไม่ถือว่าผู้ยื่นข้อเสนอรายนั้นเป็นผู้ไม่ผ่านคุณสมบัติแต่อย่างใด

10.4 หากผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งเป็นผู้ประกอบการ SMEs เสนอราคาสูงกว่าราคาต่ำสุดของผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นไม่เกินร้อยละ 10 ให้หน่วยงานของรัฐจัดซื้อจัดจ้างจากผู้ประกอบการ SMEs ดังกล่าว โดยจัดเรียงลำดับผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งเป็นผู้ประกอบการ SMEs ซึ่งเป็นผู้เสนอราคาสูงกว่าราคาต่ำสุดของผู้ยื่นเสนอราคารายอื่นไม่เกินร้อยละ 10 ที่จะเรียกมาทำสัญญาไม่เกิน 3 ราย

ผู้ยื่นข้อเสนอที่เป็นกิจการร่วมค้าที่ได้รับสิทธิตามวรรคหนึ่ง ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องเป็นผู้ประกอบการ SMEs

ทั้งนี้ ผู้ประกอบการ SMEs ที่จะได้แต้มต่อด้านราคาตามวรรคหนึ่ง จะต้องมิวงเงินสัญญาสะสมตามปีปฏิทินรวมกับราคาที่เสนอในครั้งแล้ว มิมูลค่ารวมกันไม่เกินมูลค่าของรายได้ตามขนาดที่ขึ้นทะเบียนไว้กับสสว.

10.5 หากผู้ยื่นข้อเสนอได้เสนอพัสดุที่ได้รับการรับรองและออกเครื่องหมายสินค้าที่ผลิตภายในประเทศไทย (Made in Thailand) จากสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เสนอราคาสูงกว่าราคาต่ำสุดของผู้เสนอราคารายอื่น ไม่เกินร้อยละ ๕ ให้จัดซื้อจัดจ้างจากผู้ยื่นข้อเสนอที่เสนอพัสดุที่ได้รับการรับรองและออกเครื่องหมายสินค้าที่ผลิต ภายในประเทศ (Made in Thailand) จากสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

10.6 หากผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งมิใช่ผู้ประกอบการ SMEs แต่เป็นบุคคลธรรมดาที่ถือสัญชาติไทยหรือนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยเสนอราคาสูงกว่าราคาต่ำสุดของผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งเป็นผู้ประกอบการที่มีได้ถือสัญชาติไทยหรือนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายของต่างประเทศไม่เกินร้อยละ 3 ให้หน่วยงานของรัฐจัดซื้อหรือจัดจ้างจากผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งเป็นผู้ประกอบการที่ถือสัญชาติไทยหรือนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยดังกล่าว

ผู้ยื่นข้อเสนอที่เป็นกิจการร่วมค้าที่จะได้สิทธิตามวรรคหนึ่ง ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องเป็นผู้ประกอบการที่เป็นบุคคลธรรมดาที่ถือสัญชาติไทยหรือนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย

11. วงเงินงบประมาณ/ วงเงินที่ได้รับจัดสรร

11.1 งบประมาณที่ได้รับ	4,000,000.00 บาท
11.2 วงเงินงบประมาณที่จะจัดซื้อ	4,000,000.00 บาท
11.3 ราคากลาง	4,025,000.00 บาท



ขอรับรองว่าการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุข้างต้น เป็นไปตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 มาตรา 9 และระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 ข้อ 21

คณะกรรมการจัดทำรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะซื้อและคณะกรรมการกำหนดราคากลาง

ลงชื่อ..........ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ชัยณรงค์ วิเศษศักดิ์วิชัย)

ลงชื่อ..........กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกพล อนุสุเรนทร์)

ลงชื่อ..........กรรมการและเลขานุการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาญฤทธิ์ ธาราสันติสุข)