

ร่างขอบเขตของงาน (Term of Reference : TOR)

โครงการซื้อ ชุดเครื่องมือวัดและออกแบบระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่

1. ความเป็นมา

ปัจจุบันยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle, EV) เริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้นและมีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทยเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก ด้วยเหตุผลทางด้านการใช้พลังงานสะอาดและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องพัฒนาก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทำให้ยานยนต์ไฟฟ้ามีประสิทธิภาพและสมรรถนะที่สูงขึ้นทั้งในด้านความเร็วและระยะทางในการขับขี่เพื่อรองรับอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ พลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าได้มาจากพลังงานที่สะสมในแบตเตอรี่ผ่านการประจุจากเครื่องชาร์จประจุ หรือสถานีชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า (EV Charging Station) ผลจากการอัดประจุในเวลาเดียวกันนั้นส่งผลกระทบต่อการทำงานของความถี่ต่ำในระบบไฟฟ้ากำลัง โดยรูปแบบของการอัดประจุและแบตเตอรี่สามารถนำเสนอได้หลายรูปแบบ โดยยานยนต์ไฟฟ้าต้องการแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ หรือไฟกระแสตรง เพื่อชาร์จแบตเตอรี่ ซึ่งโดยทั่วไปจะจ่ายจากกริด ซึ่งสถานีชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า หรือที่เรียกว่าสถานีชาร์จ EV จุดชาร์จไฟฟ้า สถานีชาร์จอิเล็กทรอนิกส์ (ECS) และอุปกรณ์แหล่งจ่ายยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) เป็นเครื่องที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าสำหรับการยานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอิน (Plug-in EV) รวมถึงยานยนต์ไฟฟ้าในระแวกใกล้เคียง และยานยนต์ไฟฟ้าแบบปลั๊กอินไฮบริด

ยานยนต์ไฟฟ้าบางรุ่นมีตัวแปลงที่เสียบเข้ากับตัวรับไฟฟ้ามาตรฐาน หรือตัวรับเครื่องใช้ไฟฟ้าความสูงการใช้สถานีชาร์จอื่น ๆ ที่มีฟังก์ชันการแปลงไฟฟ้าการตรวจสอบ หรือความปลอดภัย สถานีเหล่านี้สามารถรองรับการชาร์จได้เร็วขึ้นด้วยแรงดันและกระแสที่สูงกว่า EVSE ที่อยู่อาศัย สถานีชาร์จจัดเตรียมสำหรับย่านอัดประจุหลักย่านหนึ่ง หรือมีหัวเชื่อมต่อแบบพิเศษหลายชนิดที่สอดคล้องกับมาตรฐานที่หลากหลาย สำหรับการชาร์จแบบเร็วด้วยไฟกระแสตรงทั่วไป เครื่องชาร์จแบบหลายมาตรฐานที่ติดตั้งอุปกรณ์ไว้สองหรือสามของระบบการชาร์จแบบรวม (CCS) CHAdeMO และการชาร์จแบบเร็วด้วยไฟกระแสสลับได้กลายเป็นมาตรฐานของตลาดโดยพฤตินัยในหลายภูมิภาค

ดังนั้นการศึกษาเรียนรู้ การวิจัย และการทดสอบการอัดประจุแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้าจึงเป็น ซึ่งต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพพลังงานและความสัมพันธ์ระหว่างการเข้ากันได้ของการอัดประจุกับยานยนต์ไฟฟ้า ให้เป็นไปตามมาตรฐานของสถานีชาร์จสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

ทั้งนี้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีได้มีการกำหนดนโยบายในการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าโดยได้ตระหนักถึงความสำคัญในการบริหารจัดการและได้เล็งเห็นถึงความจำเป็น

เหล่านี้ จึงพิจารณาจัดทำแผนการจัดซื้อครุภัณฑ์เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนและงานวิจัยให้สอดคล้องกับการผลิตบุคลากรที่มีคุณภาพด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อช่วยพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ ดังนั้นการเรียนการสอนและงานวิจัยสำหรับนักศึกษาในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเกี่ยวกับระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ระบบขับเคลื่อนทางไฟฟ้า และการทดสอบประสิทธิภาพพลังงานและความสัมพันธ์ระหว่างการเข้ากันได้ของการอัดประจุกับยานยนต์ไฟฟ้า จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีทักษะเกี่ยวกับการสร้าง และวิเคราะห์สัญญาณเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในงานทางด้านระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังและระบบขับเคลื่อนทางไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ ได้เล็งเห็นถึงความจำเป็นเหล่านี้ จึงพิจารณาจัดทำแผนการจัดซื้อครุภัณฑ์เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการผลิตบุคลากรที่มีคุณภาพด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อช่วยพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพิ่มปริมาณเป้าหมายผลผลิต
- 2.2 เพิ่มประสิทธิภาพ/คุณภาพผลผลิต

3. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

- 3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย
- 3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- 3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- 3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- 3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้าง และการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 3.7 เป็นผู้มิอาชัพที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวนิติบุคคล ชายพัสดุ

3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวาง การมหาวิทยาลัยแข่งขันอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาล ของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

3.10 ผู้ยื่นข้อเสนอยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค่างำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของ หรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค่างำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค่างำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

3.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

3.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ เป็นไปตามหนังสือคณะกรรมการวินิจฉัยปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ ด่วนที่สุด ที่ กค(กวจ) 0405.2/ว 124 ลงวันที่ 1 มีนาคม 2566 ข้อ 1.1 และข้อ 1.2

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ครุภัณฑ์ชุดเครื่องมือวัดและออกแบบระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

| | | | | |
|--|---|---------|------------------|---------------------|
| ชุดเครื่องมือวัดและออกแบบระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ | 1 | | 4,975,000 | 4,975,000.00 |
| ประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้ | | | | |
| 1.ชุดออกแบบระบบควบคุมในรถยนต์ไฟฟ้า | 1 | ชุด | 1,600,000 | 1,600,000.00 |
| 2.เครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้ากระแสตรง ขนาดกำลัง 10 กิโลวัตต์ | 1 | เครื่อง | 900,000 | 900,000.00 |
| 3.เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า ขนาด 100MHz 4 ช่องสัญญาณ | 1 | เครื่อง | 315,000 | 315,000.00 |
| 4.โหลดอิเล็กทรอนิกส์ ขนาด 600 โวลต์ 3 กิโลวัตต์ | 1 | เครื่อง | 800,000 | 800,000.00 |
| 5.เครื่องวัดค่าอิมพีแดนซ์ ขนาด 20Hz-300kHz | 2 | เครื่อง | 450,000 | 900,000.00 |
| 6.กล้องถ่ายภาพความร้อน | 2 | เครื่อง | 30,000 | 60,000.00 |
| 7.จอแสดงผลที่ใช้แสดงการออกแบบระบบ ขนาด 75 นิ้ว | 2 | จอ | 200,000 | 400,000.00 |
| รวม | | | 4,975,000 | 4,975,000.00 |

4.1 ชุดออกแบบระบบควบคุมในรถไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

4.1.1 เป็นชุดเครื่องมือที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายสาขางาน สำหรับออกแบบระบบควบคุมต่าง ๆ สามารถใช้งานได้โบด้านการวิจัยและพัฒนาเมคคาทรอนิกส์ เช่น หุ่นยนต์ วิศวกรรมการแพทย์ ระบบควบคุมการขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า พลังงานหมุนเวียน วิศวกรรมยานยนต์ หรือการบินและอวกาศ เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ดังต่อไปนี้

คุณลักษณะทางเทคนิคด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware)

- 4.1.2 มีหน่วยประมวลผล (CPU) ชนิด dual-core โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.0 GHz หรือดีกว่า มีหน่วยความจำอย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - 4.1.2.1. 32 KB L1 data cache per core หรือดีกว่า
 - 4.1.2.2. 32 KB L1 instruction cache per core หรือดีกว่า
 - 4.1.2.3. 512 KB L2 cache per core หรือดีกว่า
 - 4.1.2.4. 2 MB L3 cache total หรือดีกว่า
- 4.1.3 มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB DRAM และมี flash memory ไม่น้อยกว่า 128 MB
- 4.1.4 สามารถเชื่อมต่อ ผ่าน Gigabit Ethernet host interface และ real-time interface ผ่านทาง low-latency Gigabit Ethernet I/O interface ได้
- 4.1.5 รองรับ USB 2.0 ในการเก็บข้อมูลผ่านทาง USB mass storage ได้หรือดีกว่า
- 4.1.6 รองรับติดต่อสื่อสารโดยใช้ CAN
- 4.1.7 มี port ชนิด serial interface อย่างน้อย 2 port แบบ UART (RS232/422/485) interface
- 4.1.8 มีชุด FPGA Xilinx® Kintex®-7XC7K325T ประกอบติดตั้งภายในฮาร์ดแวร์
- 4.1.9 มีอนาล็อกอินพุตขนาด 14-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 8 channels, Sampling rate 10 MSps, differential และมีอนาล็อกอินพุตขนาด 16-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 24 channels, Sampling rate 1 MSps, รองรับแรงดันคร่อมขั้วช่วง -10 ถึง 10 V
- 4.1.10 มีอนาล็อกเอาต์พุตขนาด 16-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 16 channels, Sampling rate 1 MSps รองรับแรงดันคร่อมขั้วช่วง -10 ถึง 10 V และกระแสคร่อมขั้วช่วง ± 8 mA
- 4.1.11 มีดิจิทัลอินพุต/เอาต์พุต 48 bidirectional channels, 2.5/3.3/5V (single-ended); functionality: bit I/O, PWM generation and measurement (10 ns resolution), 12 bidirectional channels (RS422/485 type) to connect sensors with differential interfaces
- 4.1.12 รองรับอินพุต/เอาต์พุต สำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าดังนี้
 - 4.1.12.1 Resolver interface รองรับอย่างน้อย 2 Channel
 - 4.1.12.2 Encoder interface รองรับอย่างน้อย 6 Channel
 - 4.1.12.3 Hall sensor input รองรับอย่างน้อย 2 Channel
 - 4.1.12.4 EnDat interface รองรับอย่างน้อย 2 Channel
 - 4.1.12.5 SSI interface รองรับอย่างน้อย 2 Channel
 - 4.1.12.6 รองรับ Synchronous Multi-channel PWM

- 4.1.12.7 รองรับ Block computational PWM
- 4.1.13 สามารถเป็นแหล่งจ่ายไฟคงที่ให้กับ sensor ได้อย่างน้อย 1 channel ขนาดแรงดัน 12 VDC ที่กำลังสูงสุด 3 W/250 mA
- 4.1.14 สามารถเป็นแหล่งจ่ายไฟแบบปรับค่าได้ ให้กับ sensor ได้อย่างน้อย 1 channel ขนาดแรงดัน 2 ถึง 20 VDC ที่กำลังสูงสุด 1 W/200 mA
- 4.1.15 สามารถแสดงสถานะการทำงาน ผ่านทาง Programmable buzzer และ Programmable status LEDs ได้หรือดีกว่า
- 4.1.16 มีระบบระบายความร้อนในตัวแบบ Active cooling (temperature-controlled fan) หรือดีกว่า
- 4.1.17 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในผ่านทาง Connector แบบต่าง ๆ ได้อย่างน้อยดังนี้
 - 4.1.17.1. Sub-D 50 Input/Output connectors อย่างน้อย 2 ช่อง
 - 4.1.17.2. BNC Input/Output connectors อย่างน้อย 48 ช่อง
 - 4.1.17.3. Sub-D 9 Input/Output connectors อย่างน้อย 4 ช่อง
 - 4.1.17.4. RJ45 for Ethernet (host and Input/Output) อย่างน้อย 3 ช่อง
 - 4.1.17.5. USB Type A (for data logging) อย่างน้อย 1 ช่อง
 - 4.1.17.6. banana connectors for sensor supply อย่างน้อย 2 ช่อง
 - 4.1.17.7. Power supply อย่างน้อย 1 ช่อง
- 4.1.18 คุณสมบัติเทคนิคทางด้านแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ (Software)
 - 4.1.18.1. มี Real-Time Interface (RTI) เพื่อใช้งานร่วมกับโปรแกรม MATLAB และ Simulink หรือดีกว่า
 - 4.1.18.2. มีโปรแกรม RTI Electric Motor Control Block set เพื่อรองรับการพัฒนาการเขียนโปรแกรม ออกแบบระบบควบคุมมอเตอร์ หรือดีกว่า
 - 4.1.18.3. มีโปรแกรม RTI Ethernet Block set เพื่อรองรับการพัฒนาการเขียนโปรแกรมออกแบบระบบ เชื่อมต่อผ่านทาง Ethernet หรือดีกว่า
 - 4.1.18.4. มีโปรแกรม RTI CAN Block set เพื่อรองรับการพัฒนาการเขียนโปรแกรมออกแบบการเชื่อมต่อ ผ่านทาง Can Bus หรือดีกว่า
 - 4.1.18.5. มีโปรแกรม CAN Multi-Message Block set เพื่อรองรับการพัฒนาการเขียนโปรแกรม ออกแบบการเชื่อมต่อผ่านทาง CAN Multi หรือดีกว่า
 - 4.1.18.6. มีโปรแกรม RTI USB Flight Recorder Block set เพื่อรองรับการพัฒนาการเขียนโปรแกรม ออกแบบสำหรับ เก็บข้อมูลแบบ Real-Time ผ่านทาง USB Data Logger หรือดีกว่า

4.1.18.7. มีโปรแกรม RTI FPGA Programming Block set เพื่อรองรับการพัฒนาการเขียนโปรแกรม ออกแบบบน FPGA Hardware หรือดีกว่า

4.2 ชุดกำเนิดกำลังไฟฟ้ากระแสตรง ขนาดกำลัง 10 กิโลวัตต์ (Programmable DC Power Supply 10KW) จำนวน 1 เครื่อง

คุณสมบัติโดยทั่วไป

4.2.1. เป็นชุดจ่ายแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงขั้นสูงแบบสามารถโปรแกรมสภาวะทางไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อใช้ทดสอบ ที่มีขนาดกำลังไม่เกิน 10kW ได้

รายละเอียดทางเทคนิค

4.2.2. ชุดอุปกรณ์ ประกอบด้วยเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

4.2.3. มีหน้าจอแสดงการปรับตั้งค่า(Setting) และอ่านค่า(Reading)ได้ทั้งแรงดันและกระแสได้

4.2.4. สามารถจ่ายโวลต์ได้สูงสุด (Output Voltage) ตั้งแต่ 0-450 V

4.2.5. สามารถจ่ายกระแสได้สูงสุด (Output Current) ตั้งแต่ 0-23 A

4.2.6. สามารถจ่ายกำลังได้สูงสุด (Output Power) 10,000 W

4.2.7. Line Regulation Voltage ที่แม่นยำถึง 0.01% FS

4.2.8. Line Regulation Current ที่แม่นยำถึง 0.05% FS

4.2.9. Load Regulation Voltage ที่แม่นยำถึง 0.02% FS

4.2.10. Load Regulation Current ที่แม่นยำถึง 0.1% FS

4.2.11. มีค่าการวัดของแรงดัน Voltage measurement ในย่าน (Range) 90V และ 450V โดยมีความแม่นยำ (Accuracy) 0.05% + 0.05% F.S.

4.2.12. มีค่าการวัดของกระแส Current measurement ในย่าน (Range) 4.6A / 23A โดยมีความแม่นยำ (Accuracy) 0.1% + 0.1% F.S.

4.2.13. มีความสามารถในการต่อพ่วงชนิดอนุกรมเพื่อเพิ่มกำลัง (Output) ได้ : Master/Slave control

4.2.14. ระบบไฟฟ้าขาเข้า (Input Rating)สามารถทำงานกับระบบไฟฟ้าในประเทศไทยได้ ชนิด 3 เฟสโดยมีแรงดัน 380 ถึง 400V , 47-63 Hz

4.2.15. มีพอร์ตเชื่อมต่ออย่างน้อยดังต่อไปนี้ RS-232 หรือ USB หรือ RS485

4.2.16. สามารถทำ LIST และ STEP Mode ได้สูงสุดถึง 100 ลำดับ

คุณสมบัติอื่นๆ

4.2.17. ผู้ขายจะต้องแสดงหนังสือแต่งตั้ง เป็นตัวแทนจำหน่ายอย่างเป็นทางการในประเทศไทย

4.2.18. ผู้ขายจะต้องจัดการอบรมการใช้งานเครื่องมืออย่างน้อย 1 ครั้ง หรือจนกว่าผู้ใช้งานจะสามารถใช้งานได้

4.2.19. ตัวเครื่องจะต้องมาพร้อมกับคู่มือการใช้งานเครื่อง หรือ ซีดี อย่างน้อย 1 ชุด

4.3 เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า ขนาด 100MHz 4 ช่องสัญญาณ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะเฉพาะ ดังนี้

รายละเอียดทั่วไป

4.3.1. เป็นเครื่องมือวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบ ดิจิตอลออสซิลโลสโคป ที่สามารถวัดสัญญาณได้ถึง 100 MHz หรือมากกว่า

4.3.2. สามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 4 ช่องสัญญาณ หรือมากกว่า

4.3.3. อัตราการสุ่มข้อมูล (SAMPLING RATE) 1.2 GSa/S หรือมากกว่า

4.3.4. จอแสดงผลเป็นจอสี 10 นิ้ว ชนิด WXGA แบบสัมผัส มีความละเอียด 1280 x 800 Pixel หรือ ดีกว่า

4.3.5. มีช่องต่อสัญญาณ External Trigger , LAN, USB หรือ ดีกว่า

4.3.6. มี Memory depth upgrade 10MSa per channel หรือ ดีกว่า

4.3.7. Safety : IEC 61010-1, EN 61010-1,CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04,UL 61010-1

4.3.8. AC Supply: 100 V to 240 V at 50 Hz to 60 Hz and 400 Hz, max. 0.95 A to 0.5 A หรือ ดีกว่า

4.3.9. RF Emission : CISPR 11/EN 55011 Group 1 Class A หรือ ดีกว่า

4.3.10.ผู้เสนอราคาเป็นตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิต โดยมีเอกสารรับรองระบุ ชื่อ คุรุภัณฑ์วันที่และเลขที่การประกวดราคา

รายละเอียดทางเทคนิค

4.3.11. Vertical System

| | |
|--|---------------------|
| 4.3.11.1. Bandwidth | 100 MHz หรือ ดีกว่า |
| 4.3.11.2. Input impedance | 1Mohm หรือ ดีกว่า |
| 4.3.11.3. Rise time | 5 ns หรือ ดีกว่า |
| 4.3.11.4. Input sensitivity | 1 mV/div to 5 V/div |
| 4.3.11.5. Position range | ± 5 div |
| 4.3.11.6. Channel to Channel isolation | >50dB |

4.3.12. Acquisition System

| | |
|--|--------------------------------|
| 4.3.12.1. Max. sampling rate (real time) | 1.25 G sample/s หรือ ดีกว่า |
| 4.3.12.2. Memory depth | 10 Msample / channel |
| 4.3.12.3. Max. acquisition rate | 50,000 waveforms/s หรือมากกว่า |

4.3.13. Horizontal System

| | |
|------------------------------|------------------------------------|
| 4.3.13.1. Time base range | 1 ns/div and 500 s/div หรือ ดีกว่า |
| 4.3.13.2. Time base accuracy | ± 2.5 ppm หรือ ดีกว่า |

4.3.14. Trigger System

| | |
|----------------------------|--|
| 4.3.14.1. | Trigger types edge, width, video, pattern, serial bus, timeout, line หรือ ดีกว่า |
| 4.3.14.2. Min. pulse width | 6.4 ns หรือ ดีกว่า |

4.3.15. Display characteristics

| | |
|-------------------------|---|
| 4.3.15.1. Zoom | horizontal zoom with fast navigation, split screen with overview signal and zoomed signal |
| 4.3.15.2. Persistence | 50 ms to 12.8 s, or infinite |
| 4.3.15.3. FFT mode | split screen with Yt diagrams and dedicated frequency diagram |
| 4.3.15.4. Interpolation | sin(x)/x, linear, sample & hold |

4.3.16. อุปกรณ์ประกอบ

| | |
|--|--------------|
| 4.3.16.1. สาย AC Power cord | จำนวน 1 เส้น |
| 4.3.16.2. สายวัดสัญญาณ 100 MHz | จำนวน 4 เส้น |
| 4.3.16.3. Current Probe | จำนวน 1 เส้น |
| 4.3.16.4. Differential Voltage Probe 1000 V. | จำนวน 1 เส้น |

4.4 โหลดอิเล็กทรอนิกส์ ขนาด ไม่น้อยกว่า 600 วัตต์ 3 กิโลวัตต์ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะเฉพาะ ดังนี้

คุณสมบัติโดยทั่วไป

เป็นชุดโหลดไฟฟ้ากระแสตรงขั้นสูงแบบสามารถโปรแกรมทางไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อใช้ทดสอบ ที่มีขนาดกำลังไม่เกิน 3kW ได้

รายละเอียดทางเทคนิค

ชุดอุปกรณ์ ประกอบด้วยเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

4.4.1. มีหน้าจอบนจอแสดงการปรับตั้งค่า(Setting) และอ่านค่า(Reading)ได้ทั้งแรงดันและกระแสได้

4.4.2. สามารถรับโวลต์ได้สูงสุด (Output Voltage) ตั้งแต่ 0-600 V

4.4.3. สามารถรับกระแสได้สูงสุด (Current) ตั้งแต่ 0-210 A

4.4.4 สามารถรับกำลังได้สูงสุด (Power) 3,000 W

4.4.5. มี Constant Current Mode ที่แม่นยำถึง 0.05%+0.05% FS

4.4.6. มี Constant Resistance Mode V_{in}/R_{set} ที่แม่นยำถึง (0.2%) + 0.2% I.F.S.

4.4.7. มี Constant Voltage Mode ที่แม่นยำถึง 0.025% + 0.025% FS

4.4.8. มี Constant Power Mode ที่แม่นยำถึง 0.2% + 0.2% FS

4.4.9. มี Dynamic Mode

4.4.10. มี CC,CR,CV และ CP mode สำหรับการจำลองต่างๆ

4.4.11. มีโหมดพิเศษ CR+CC , CV+CR , CV+CC mode

4.4.12. มีโหมดการจำลอง ค่าคงที่อิมพีแดนซ์ (CZ mode)

4.4.13. มีความสามารถในการต่อพ่วงชนิดอนุกรมได้: Master/Slave control

4.4.14. ระบบไฟฟ้าขาเข้า (Input Rating)สามารถทำงานกับระบบไฟฟ้าในประเทศไทยได้ ชนิด 1 เฟส โดยมีแรงดัน 230V , 47-63 Hz

4.4.15. มีพอร์ตเชื่อมต่อ USB

คุณสมบัติอื่นๆ

4.4.16. ผู้ขายจะต้องแสดงหนังสือแต่งตั้ง เป็นตัวแทนจำหน่ายอย่างเป็นทางการในประเทศไทย

4.4.17. ผู้ขายจะต้องจัด การอบรมการใช้งานเครื่องมืออย่างน้อย 1 ครั้ง หรือจนกว่าผู้ใช้งานจะสามารถใช้งานได้

4.4.18. ตัวเครื่องจะต้องมาพร้อมกับคู่มือการใช้งานเครื่อง หรือ ซีดี อย่างน้อย 1 ชุด

4.5 เครื่องวัดอิมพีแดนซ์ ขนาด 20Hz -300 kHz จำนวน 2 เครื่อง มีคุณลักษณะเฉพาะ ดังนี้

4.5.1 คุณลักษณะทั่วไป

4.5.1.1. เป็นเครื่องมือตรวจวัดค่าความต้านทาน, ความเหนียวนำ และค่าตัวเก็บประจุ

4.5.1.2. สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ไม่น้อยกว่า 20 ค่า หรือมากกว่า เช่น Cp-D, Cp-Q, Cp-G, Cp-Rp,Cs-D, Cs-Q, Cs-Rs, Lp-D, Lp-Q, Lp-G, Lp-Rp, Ls-D, Ls-Q, Ls-Rs, R-X, Z- θ d, Z- θ r, G-B, Y- θ d, Y- θ r, Vdc เป็นต้น

4.5.1.3. จอแสดงผลสีแบบ LCD ความละเอียด 320 x 240 Pixels โดยสามารถแสดงข้อมูล Measurement value, Measurement conditions, Limit value and judgment result of comparator, List sweep ได้เป็นอย่างน้อย

4.5.1.4. สามารถวัดค่าได้ในช่วงความถี่ ตั้งแต่ 20 Hz ถึง 300 kHz หรือดีกว่า

4.5.1.5. สามารถ SAVE/RECALL ค่าการตั้งค่าได้ไม่น้อยกว่า 10 ค่า ในตัวเครื่อง หรือมากกว่า

4.5.1.6. สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านพอร์ต USB, LAN หรือมากกว่า

4.5.1.7. บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยมีหนังสือรับรองยืนยันจากผู้ผลิต เพื่อรองรับบริการหลังการขาย

4.5.2 รายละเอียดทางด้านเทคนิค

4.5.2.1. ย่าน Trigger Delay Time : 0 S ถึง 999 S หรือดีกว่า

4.5.2.2. ความละเอียดสูงสุด Trigger Delay Time : 100 μ s หรือดีกว่า

- 4.5.2.3. หมวดของช่วงเวลาที่ทำการวัด : Short, Medium, Long
- 4.5.2.4. ย่าน Averaging : 1 ถึง 256 measurements หรือกว้างกว่า
- 4.5.2.5. ย่านความถี่ทดสอบ : 20 Hz ถึง 300 kHz หรือกว้างกว่า
- 4.5.2.6. ความถูกต้องในการวัด (Basic Accuracy) : $\pm 0.01\%$ หรือดีกว่า
- 4.5.2.7. ความละเอียดสูงสุดของความถี่ทดสอบ : 0.01 Hz หรือดีกว่า
- 4.5.2.8. ย่านวัดค่าพารามิเตอร์ (Measurement Range) ดังต่อไปนี้ หรือดีกว่า
 - Cs, Cp : ± 1.000 aF to 999.999 EF
 - Ls, Lp : ± 1.000 aH to 999.999 EH
 - D : ± 0.0001 to 9.9999
 - Q : ± 0.01 to 99999.9
 - R, Rs, Rp, X, Z, Rdc : ± 1.000 a Ω to 999.999 E Ω
 - G, B, Y : ± 1.0000 aS to 999.999 ES
 - Vdc : ± 1.0000 aV to 999.999 EV
 - Idc : ± 1.0000 aA to 999.999 EA
 - θ_r : ± 1.0000 arad to 3.140 rad
 - θ_d : ± 0.0001 deg to 180.000 deg
 - $\Delta\%$: $\pm 0.0001\%$ to 999.999%

เมื่อ a คือ 1×10^{-18} , E คือ 1×10^{18}

- 4.5.2.9. ย่านแรงดันไบแอสกระแสตรง : 0 ถึง 2 V หรือดีกว่า
- 4.5.2.10. ความแม่นยำแรงดันไบแอสกระแสตรงสูงสุด : $0.1\% + 2$ mV หรือดีกว่า
- 4.5.2.11. มีจำนวนจุดในการกวาดสัญญาณ : 200 จุดหรือมากกว่า

4.5.3 อุปกรณ์ประกอบ

- 4.5.3.1. ชุด Test Fixture, Axial and Radial จำนวน 1 ชุด
- 4.5.3.2. สายวัดแบบ Kevin Clip ขนาด 5 Hz - 100 kHz จำนวน 1 ชุด

4.5.3.3. สายไฟฟ้า (AC Power Cord)

จำนวน 1 เส้น

4.6 กล้องถ่ายภาพความร้อน จำนวน 2 ตัว

- 4.6.1. เป็นกล้องสำหรับถ่ายภาพความร้อนโดยมีค่าความละเอียดที่ 256x192 หรือดีกว่า
- 4.6.2. มีหน้าจอขนาด 2.4 นิ้ว แบบ LCD ความละเอียด 240x320 หรือดีกว่า
- 4.6.3. สามารถอ่านค่าอุณหภูมิได้ในช่วง -20°C ถึง 150°C , 100°C ถึง 550°C แบบ auto switching หรือดีกว่า
- 4.6.4. มีขอบเขตการมองเห็น $56^{\circ}\times 48^{\circ}$ หรือดีกว่า
- 4.6.5. ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 2^{\circ}\text{C}$ หรือ หรือดีกว่า
- 4.6.6. มีโหมดถ่ายภาพ IR , Visible , Picture-in-Picture และ MIF หรือดีกว่าสามารถระบุจุดที่อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดในภาพได้
- 4.6.7. มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 16GB
- 4.6.8. ได้รับมาตรฐานการกันน้ำกันฝุ่นในระดับ IP54 หรือดีกว่า
- 4.6.9. ผู้ยื่นเสนอราคาต้องมีหนังสือได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

4.7 จอแสดงผลสัญญาณการทดสอบ ขนาด 75 นิ้ว จำนวน 2 จอ

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- 4.7.1. เป็นจอแสดงผลสัญญาณการทดสอบ แบบจอ LED ขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 75 นิ้ว มีอัตราส่วนหน้าจอ 16:9
- 4.7.2. ความละเอียดหน้าจออย่างน้อย 3840 X 2160 pixel (4K Ultra HD)
- 4.7.3. มีกล้องแบบ built-in เพื่อให้สะดวกในการสัมภาษณ์ Online ความละเอียดไม่ต่ำกว่า 13MP
- 4.7.4. อัตราส่วนความแตกต่างของสีขาว กับสีดำ (Contrast Ratio) อย่างน้อย 1200:1
- 4.7.5. มีระบบปฏิบัติการ android 10.0 หรือดีกว่า
- 4.7.6. มีระบบประมวลผลแบบ A55 หรือดีกว่า
- 4.7.7. หน่วยประมวลผลภาพ (GPU) G52 หรือดีกว่า
- 4.7.8. หน้าจอร์บบสัมผัสแบบ infrared ความไวในการตอบสนองหน้าจอ 10 ms หรือไวกว่า

- 4.7.9. หน้าจอรองรับการเขียนด้วยปากกาแบบ Passive infrared pen
- 4.7.10. รองรับการเชื่อมต่อไร้สายแบบ Dual band 2.4 และ 5 GHz
- 4.7.11. มีพอร์ตเชื่อมต่อไม่น้อยกว่า RS232 , HDMI , USB 3.0 , RJ45 หรือดีกว่า
- 4.7.12. มีพอร์ตเชื่อมต่อ USB ไม่น้อยกว่า 4 port
- 4.7.13. มีลำโพงในตัว ขนาดไม่น้อยกว่า 8 Watt
- 4.7.14. มีไมโครโฟนไม่น้อยกว่า 5 ตำแหน่ง เพื่อให้สามารถรับเสียงรอบทิศทาง
- 4.7.15. มีฟังก์ชันในการโชว์หน้าจอเมื่อถือหรือคอมพิวเตอร์มาแสดงยังหน้ากระดานได้
- 4.7.16. มีโหมดไวท์บอร์ดที่สามารถใช้เขียน หรือนำไฟล์ภาพหรือเอกสารมาแสดงยังโหมดไวท์บอร์ดได้เพื่อให้
ง่ายต่อการปรับเขียนงานหรือการเรียนการสอน
- 4.7.17. มีสมุดที่เป็นกระดาษ สามารถเขียนบันทึกในกระดาษได้แล้วไปแสดงที่หน้าจอแสดงผลแบบ real time
- 4.7.18. มีขาตั้งแบบล้อเพื่อให้ผู้ใช้งานง่ายต่อการเคลื่อนย้าย
- 4.7.19. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง เพื่อการบริการหลังการขาย

5. เงื่อนไขอื่น ๆ

1. ครุภัณฑ์และอุปกรณ์ทุกชิ้น ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อนและเป็นของแท้จากผู้ผลิต ไม่ได้มีการถอดหรือใส่ชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่งเข้าไป
2. ในการส่งมอบครุภัณฑ์ หากมีการชำรุดบกพร่องเสียหายหรือมีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามที่ได้ระบุไว้ให้ผู้ขายเปลี่ยนเครื่องใหม่ให้กับมหาวิทยาลัยโดยไม่มีข้อโต้แย้งใด ๆ
3. ผู้ขายต้องจัดให้มีการสาธิตและสอนการใช้งานพร้อมทั้งการบำรุงรักษาที่ถูกต้องให้แก่พนักงานอาจารย์มหาวิทยาลัยหรือผู้ที่เกี่ยวข้องจนสามารถใช้งานได้
4. ระบบไฟฟ้าของครุภัณฑ์ใช้ได้กับไฟฟ้า 240/400V พร้อมมีระบบสายกราวด์เพื่อป้องกันไฟฟ้ารั่วโดยใช้วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ได้รับมาตรฐาน มอก. หรือเทียบเท่าสากล และระบบไฟฟ้าเป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

6. กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุ

ผู้เสนอราคาจะต้องส่งมอบพัสดุทั้งหมดภายในระยะเวลา 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

7. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาคัดสินโดยในเกณฑ์ราคา

8. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับจัดสรร

งบประมาณในการจัดซื้อ ชุดเครื่องมือวัดและออกแบบระบบควบคุมยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ จำนวน 1 ชุด จำนวนเงิน 4,975,000 บาท (สี่ล้านเก้าแสนเจ็ดหมื่นห้าพันบาทถ้วน) รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

9. งานและค่าใช้จ่าย (ให้คณะกรรมการแบ่งงวดการจ่ายเงิน)

มหาวิทยาลัยจะชำระเงินค่าสิ่งของให้แก่ผู้ขาย เมื่อมหาวิทยาลัยได้รับมอบสิ่งของไว้โดยครบถ้วนแล้ว

10. อัตราค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งของภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญา ผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่มหาวิทยาลัย เป็นรายวันอัตราร้อยละ 0.20 (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้ส่งมอบ

11. การกำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง

ผู้เสนอราคาต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องหรือขัดข้องของสิ่งของเป็นเวลา 1 ปี นับแต่วันที่มหาวิทยาลัยได้รับมอบ โดยภายในกำหนดเวลาดังกล่าว หากสิ่งของเกิดชำรุดบกพร่องหรือขัดข้อง ผู้เสนอราคาจะต้องซ่อมแซม หรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ติดตั้งเดิม ภายใน 14 วัน นับแต่วันที่ได้รับแจ้งจากมหาวิทยาลัย โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของหลักสูตร

ลงชื่อ อ. นลิน ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนนท์ นลิน)

ลงชื่อ อัทธ์ ชนที กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกชัย ชัยดี)

ลงชื่อ สุวิภา ธรรมวรรณ กรรมการ
(นายสุวิภา ธรรมวรรณ)