รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชุดพัฒนากำลังคน Up-skill , Re-skill ในด้านระบบขับเคลื่อนมอเตอร์สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
2. **จำนวนที่ต้องการ** 1 ชุด
3. **รายละเอียดทั่วไป**

ชุดพัฒนากำลังคน Up-skill , Re-skill ในด้านระบบขับเคลื่อนมอเตอร์สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วยดังนี้

1.1 ชุดทดลองขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวน 6 ชุด

1.2 ชุดทดลองออกแบบและพัฒนาสถานีอัดประจุแบตเตอรี่แบบ AC สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ จำนวน 1 ชุด

1.3 ชุดการเรียนรู้สถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงแบบ CCS Type 2 จำนวน 1 ชุด

1.4 ชุดปฏิบัติการทดลองทางอิเล็กทรอนิกส์กำลัง จำนวน 4 ชุด

1.5 ชุดควบคุมแบบเวลาจริงทางอิเล็กทรอนิกส์กำลังขั้นสูง จำนวน 1 ชุด

1.6 เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล จำนวน 12 เครื่อง

1.7 โปรแกรมจำลองสำหรับงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลัง จำนวน 3 ลิขสิทธิ์

1.8 ตู้มาตรฐานสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องมือวัด จำนวน 6 ตู้

1.9 โต๊ะวางเครื่องประมวลผลสำหรับสร้างสัญญาณทดสอบมอเตอร์ จำนวน 6 ชุด

1.10 ตู้มาตรฐานสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบและเครื่องมือวัด จำนวน 1 ตู้

1.11 โต๊ะวางเครื่องประมวลผลสำหรับงานทดสอบสถานีอัดประจุ จำนวน 1 ชุด

1.12 ตู้มาตรฐานสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบทางอิเล็กทรอนิกส์กำลังและเครื่องมือวัด จำนวน 4 ตู้

1.13 โต๊ะวางเครื่องประมวลผลสำหรับสร้างสัญญานคอนเวอร์เตอร์ จำนวน 4 ชุด

1.14 โต๊ะวางเครื่องประมวลผลสัญญานเวลาจริง จำนวน 1 ชุด

4. **รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ**

ชุดพัฒนากำลังคน Up-skill , Re-skill ในด้านระบบขับเคลื่อนมอเตอร์สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วยดังนี้

4.1 ชุดทดลองขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวน 6 ชุด โดยมีรายละเอียดในแต่ละชุด ดังนี้

เป็นชุดทดลองที่ออกแบบสำหรับการทดลองเรียนรู้หรือพัฒนาทางด้านการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้การประมวลผลเชิงตัวเลข ด้วยตัวประมวลผลแบบ DSP: Digital Signal Processing ตัวประมวลผลใช้ CPU ตระกูล C2000 เบอร์ TMS320F28335 ของบริษัท Texas Instrument เป็นตัวประมวลผลควบคุมหลัก รองรับการใช้งานร่วมกับโปรแกรม Matlab/Simulink หรือ PSIM เพื่อการพัฒนาโปรแกรมสั่งงานควบคุม

สามารถทำการทดลองควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบต่างๆ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน (BLDC) มอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวร (PMSM) พร้อมโหลดทางกลแบบ Electromagnetic Brake และตัวแสดงผลแรงบิด-ความเร็วรอบ สำหรับการทดสอบมอเตอร์

พร้อมชุดเครื่องมือวัดและทดสอบต่างๆ ติดตั้งอยู่ในตู้มาตรฐานเพื่อสะดวกต่อการใช้งานพร้อมชุดตัวอย่างโปรแกรมที่พัฒนาบนโปรแกรม PSIM
พร้อมชุดประมวลผลคอมพิวเตอร์เพื่อใช้งานการพัฒนาโปรแกรมและเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์ต่างๆ

บริษัทที่เสนอราคาเป็นบริษัทได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 และ ISO 14001:2015 ภายใต้ขอบข่าย Design and Manufacture , Sale , After Sale Service of Education Training Set โดยระบุในเอกสารอย่างชัดเจน โดยเฉพาะเพื่อเป็นประโยชน์ด้านการบริการหลังการขาย พร้อมทั้งแนบเอกสารประกอบการยืนยัน

โดยแต่ละชุดสามารถทำการทดลองในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- การรับส่งสัญญาณดิจิตอล
- การรับส่งสัญญาณอนาล็อก
- การสร้างสัญญาณ PWM
- การควบคุมความเร็วของ BRUSHLESS DC MOTOR (BLDC) Open Loop Control
- การควบคุมความเร็วของ BRUSHLESS DC MOTOR (BLDC) Close Loop Control by Encoder
- การควบคุมความเร็วของ BRUSHLESS DC MOTOR (BLDC) Close Loop Control by Hall Effect Decoder
- การควบคุมความเร็วของ PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR (PMSM) by FOC Algorithm

4.1.1 ชุดพัฒนาระบบขับเคลื่อนมอเตอร์กำลังขั้นสูงพร้อมไมโครโพรเซสเซอร์แบบเรียลไทม์จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1.1 ตัวประมวลผลที่ติดตั้งลงในบอร์ดเป็นแบบ 32 บิต ความถี่ไม่น้อยกว่า 150 MHz, หน่วยความจำ แบบ Flash ไม่น้อยกว่า 256 kB แบบ RAM ไม่น้อยกว่า 34 kB

4.1.1.2 มีอินพุต เอาต์พุต อนาล็อกอินพุต และอนาล็อกเอาต์พุต สำหรับใช้งานต่าง ๆ ดังนี้

4.1.1.2.1 ดิจิตอลอินพุตแบบสวิตช์ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

4.1.1.2.2 ดิจิตอลเอาต์พุตแบบ LED จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

4.1.1.2.3 อนาล็อกอินพุตแบบ Potentiometer จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.1.1.2.4 อนาล็อกเอาต์พุตแบบ DAC จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.1.1.2.5 เอาต์พุตแบบ PWM จำนวน 3 ชุด ชุดละ 2 ช่อง ใช้สำหรับ การควบคุมอุปกรณ์ สวิตช์กำลัง

4.1.1.2.6 Enhanced Quadrature Encoder Pulse (eQEP) จำนวน 1 ชุด สามารถรับสัญญาณ แบบ A, B, Z ใช้กับระดับแรงดันที่ +5V

4.1.1.2.7 Enhanced Capture (eCAP) จำนวน 1 ชุดใช้กับระดับแรงดันที่ +5V

4.1.1.3 มีระบบอินเวอร์เตอร์กำลังแบบ 3 เฟส โดยจะมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1.3.1 เอาต์พุตเป็นระบบแรงดันไฟฟ้าแบบสามเฟส

4.1.1.3.2 ใช้ IGBT หรือ MOSFET เป็นอุปกรณ์สวิตช์กำลัง

4.1.1.3.3 มีพิกัดกำลังเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 300W

4.1.1.3.4 มีวงจรขับเกตอุปกรณ์สวิตช์กำลังแบบ Isolated กับวงจรควบคุมใช้งานได้กับ ความถี่สูงสุดไม่น้อยกว่า 20kHz

4.1.1.3.5 มีระบบป้องกันแบบการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของสวิตช์กำลังที่ผิดพลาด

4.1.1.3.6 มีฟิวส์ป้องกันกระแสเกิน

4.1.1.3.7 มีเซนเซอร์กระแสสำหรับป้อนกลับ 3 จุด ได้แก่ ia, ib, ic

4.1.1.4 มีจุดทดสอบสำหรับวัดสัญญาณที่เกี่ยวข้องในการควบคุมมอเตอร์ดังนี้

4.1.1.4.1 สัญญาณอนาล็อกเอาต์พุต

4.1.1.4.2 สัญญาณ Encoder

4.1.1.4.3 สัญญาณ Hall Sensor

4.1.1.4.4 สัญญาณกระแส 3 จุด ได้แก่ ia, ib, ic

4.1.1.5 ชุดระบบสื่อสารสำหรับใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1.5.1 มีพอร์ต JTAG สำหรับลงโปรแกรม

4.1.1.5.2 มีพอร์ต RS-232 Isolated สำหรับรับและส่งข้อมูลแบบ Real-Time จากคอมพิวเตอร์

4.1.2 ดิจิตอลออสซิลโลสโคปสำหรับงานทดสอบมอเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.2.3 ความถี่ใช้งาน 100 MHz แบบ 4 ช่องสัญญาณ

4.1.2.4 จอภาพสีขนาด 8 นิ้ว TFT LCD WVGA color display ความละเอียด 800x480 pixels

4.1.2.5 อัตราการสุ่มสัญญาณแบบ Real Time ที่ Max. : 1 GSa/s.

4.1.2.6 วัดและแสดงค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณแบบอัตโนมัติได้ 36 ค่า

4.1.2.7 Save Setup ได้ 20 ค่า และ Save Waveform ได้ 24 รูป

4.1.2.8 คุณสมบัติทางด้านแนวแกนตั้ง ช่วงเวลาขอบขาขึ้นไม่เกิน 3.5 ns โดยประมาณความไวในการแสดงผล

4.1.2.9 ทางแนวแกนตั้งอยู่ระหว่าง 1mV ~ 10V/div

4.1.2.10 คุณสมบัติทางด้านแนวแกนนอน ขอบเขตอยู่ระหว่าง 1ns/div ~ 100s/div (แบบ step 1-2-5)

4.1.2.11 สนับสนุนฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ +, -, x, ÷, FFT

4.1.2.12 สนับสนุนการอินเตอร์เฟสมาตรฐานแบบ USB Port, Go/No Go BNC

4.1.3 เครื่องแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.3.3 ขนาดพิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 160 V

4.1.3.4 ขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 4 A

4.1.4 ชุดคอนโทรลเบรก จำนวน 1 ชุด

4.1.4.3 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ เพื่อทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับตัวโหลดทางกล

4.1.4.4 พิกัดแรงดันเอาต์พุตสามารถปรับได้ไม่น้อยกว่า 200 Vdc

4.1.4.5 พิกัดกระแสเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 2 A

4.1.4.6 มีตัวแสดงผลแรงบิด-ความเร็วรอบ

4.1.4.7 ใช้สำหรับแสดงผลค่าของแรงบิดและค่าความเร็วรอบที่วัดได้จากตัวอุปกรณ์ตรวจจับแบบ Load Cell และ Proximity ที่ติดตั้งอยู่บนตัวโหลดทางกล

4.1.4.8 ตัวแสดงผลเป็นแบบดิจิตอล LED

4.1.4.9 พิกัดสูงสุดค่าแรงบิดที่วัดได้ไม่น้อยกว่า : 2.50 Nm

4.1.4.10 พิกัดสูงสุดค่าความเร็วรอบที่วัดได้ไม่น้อยกว่า : 3000 rpm

4.1.4.11 มีปุ่ม Zero Setting สำหรับตัวแสดงผลค่าแรงบิด

4.1.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน (BLDC) จำนวน 1 ตัว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.5.3 เป็นมอเตอร์แบบขดลวดสามเฟสต่อแบบสตาร์พร้อม Hall Sensor

4.1.5.4 ขนาดพิกัดแรงดัน 160 Vdc หรือสูงกว่า

4.1.5.5 ขนาดพิกัดกำลัง 200W หรือสูงกว่า

4.1.5.6 ขนาดพิกัดความเร็วรอบ 3000 rpm

4.1.5.7 มีสัญญาณ Hall Output

4.1.6 มอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวร (PMSM) จำนวน 1 ตัว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.6.3 ขนาดพิกัดแรงดัน 110 VAC หรือสูงกว่า

4.1.6.4 ขนาดพิกัดกำลัง 400W หรือสูงกว่า

4.1.6.5 ขนาดพิกัดความเร็วรอบ 3000 rpm

4.1.6.6 ติดตั้ง Incremental Encoder มีค่าความละเอียด ไม่น้อยกว่า 2500 ppr

4.1.7 เอ็นโค้ดเดอร์แบบแกนหมุน จำนวน 1 ตัว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.7.3 Incremental Rotary Encoder เอาต์พุตชนิด Line Driver

4.1.7.4 สัญญาณเอาต์พุต A, B, Z หรือดีกว่า

4.1.7.5 จำนวนพัลส์ต่อรอบอยู่ที่ 1024 ppr

4.1.7.6 พร้อมขั้วต่อใช้งานแบบ DB9 และ 2 มม. Socket

4.1.7.7 ใช้งานแบบคัปปลิ้งสองด้านได้

4.1.8 โหลดทางกล จำนวน 1 ตัว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.8.3 ขนาดพิกัดกำลัง 400 W หรือสูงกว่าขนาดพิกัดความเร็วรอบ 1500 rpm ค่าความคลาดเคลื่อน ± 20 %

4.1.8.4 ใช้กับแรงดันไฟตรงไม่เกิน 220 V

4.1.8.5 ติดตั้งตัวตรวจจับค่าแรงบิดแบบ Load Cell

4.1.8.6 ติดตั้งตัวตรวจจับค่าความเร็วรอบแบบ Proximity

4.1.8.7 สามารถต่อใช้งานร่วมกับชุดคอนโทรลเบรคเพื่อแสดงค่าแรงบิด และความเร็วรอบได้

4.2 ชุดทดลองออกแบบและพัฒนาสถานีอัดประจุแบตเตอรี่แบบ AC สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดในแต่ชุด ดังนี้

เป็นชุดทดลองสำหรับการออกแบบ-พัฒนา-การเรียนรู้ การชาร์จประจุแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ สามารถทำการออกแบบ-พัฒนา-เรียนรู้ในส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบและหลักการทำงานของบริภัณฑ์จ่ายกำลังไฟให้กับยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) ตั้งแต่ระดับพื้นฐานไปจนถึงระดับการสร้างสถานีชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า ชุดทดลองต้องได้รับการออกแบบและพัฒนาภายใต้มาตรฐาน IEC 61851-1 ซึ่งว่าด้วยเรื่องข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับบริภัณฑ์จ่ายกำลังไฟให้กับยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) สามารถทำการทดลองและออกแบบในหัวข้อของสถานีอัดประจุเพื่อความถูกต้องในการทำงานของบริภัณฑ์ เช่น มาตรฐานต่าง ๆ ของสถานีชาร์จประจุแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เช่น IEC 62196-2 , IEC 61851-1 ทำงานด้วยโปรแกรม (PSIM) ในการออกแบบ-พัฒนาสถานีชาร์จ เช่น

- จำลองรถยนต์ไฟฟ้าเข้ามาใช้งานกับบริภัณฑ์จ่ายกำลังไฟให้กับยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE)
- จำลองสั่งให้บริภัณฑ์จ่ายกำลังไฟให้กับยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) เริ่มทำการชาร์จประจุแบตเตอรี่ภายในตัวรถยนต์ไฟฟ้า
- จำลองการดึงสายชาร์จออกจากรถยนต์ไฟฟ้าขณะทำการชาร์จประจุให้กับแบตเตอรี่อยู่
- จำลองการเกิดไฟฟ้ารั่วลงดินหรือรั่วลงตัวถังรถยนต์ไฟฟ้า

บริษัทที่เสนอราคาเป็นบริษัทที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 และ ISO 14001:2015 ภายใต้ขอบข่าย Design and Manufacture , Sale , After Sale Service of Education Training Set โดยระบุในเอกสารอย่างชัดเจนโดยเฉพาะเพื่อเป็นประโยชน์ด้านการบริการหลังการขาย พร้อมทั้งแนบเอกสารประกอบการยืนยัน

4.2.1 EVSE Developer Unit จำนวน 1 บอร์ด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1.1 หน่วยประมวลผลของบริภัณฑ์จ่ายกำลังไฟให้กับยานยนต์ไฟฟ้า (EVSE) ใช้ตัวประมวลผลเชิงดิจิตอล (Digital Signal Processing : DSP) เบอร์ TMS320F28335

4.2.1.2 รองรับการใช้งานกับหัวชาร์จประเภท TPYE-2 หรือ IEC 62196-2 ระบบไฟฟ้า 1 เฟส

4.2.1.3 สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับยานยนต์ไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 3.6 kW ที่แรงดันไฟฟ้า 230 VAC

4.2.1.4 พร้อมติดตั้งโมดูลตัว Residual Current Device (RCD) และ CT เพื่อให้สามารถตรวจจับกระแสที่รั่วไหลได้

4.2.1.5 มีตัวแสดงผล LED สำหรับแสดงสถานะ การทำงานต่างๆ เช่น ระบบสื่อสาร เกิดข้อผิดพลาด, กำลังทำการชาร์จ, มีการเชื่อมต่อของรถยนต์ไฟฟ้าเกิดขึ้น

4.2.1.6 รองรับการเขียนโปรแกรมเพื่อพัฒนาด้วยภาษา C-Code ด้วยซอฟต์แวร์ Code Composer Studio, MATLAB, PSIM

4.2.1.7 มีพอร์ต RS-232 สำหรับรับ-ส่งข้อมูลแบบ Real-Time กับตัวประมวลผล

4.2.1.8 มีจุดวัด (Test Point) สำหรับใช้วัดสัญญาณสื่อสาร

4.2.2 EV Charging System Emulator and EVSE Tester Unit จำนวน 1 โมดูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.2.1 สามารถทดสอบกับเครื่องชาร์จโหมด 3 เคส C (Mode 3 case C)

4.2.2.2 รองรับการใช้งานหัวชาร์จประเภท TYPE-2 หรือ IEC 62196-2 ระบบไฟฟ้า 1 เฟส

4.2.2.3 มี Socket สำหรับต่อไปยังโหลดภายนอก รองรับกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 3.6 kW ที่แรงดันไฟฟ้า 230 VAC

4.2.2.4 มีจอแสดงผลแบบสัมผัส (Touch Screen) เพื่อใช้ควบคุมสั่งการ, ตั้งค่าการทำงาน, แสดงผลการทำงานในระบบ

4.2.2.5 สามารถทำงานได้ 2 โหมดหลัก คือ ตัวจำลองระบบการชาร์จของยานยนต์ไฟฟ้าและตัวทดสอบของบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า

4.2.2.6 สามารถจำลองการเกิดความผิดพลาดในระบบสื่อสารเพื่อทำการทดสอบบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้าได้ 2 แบบ ได้แก่ Diode Short และ CP to PE Short

4.2.2.7 สามารถจำลองการเกิดไฟฟ้ารั่วลงดินหรือรั่วลงตัวถังรถยนต์ไฟฟ้า

4.2.3 Power Resistive Bank Load Unit จำนวน 1 โมดูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.3.1 เป็นโหลดชนิดความต้านทานกำลัง

4.2.3.2 ใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 230 VAC, 50 Hz

4.2.3.3 รองรับกำลังไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 2 kW ที่แรงดันไฟฟ้า 230 VAC

4.2.3.4 ค่า PF อยู่ที่ประมาณ 1.0

4.2.3.5 มีการระบายความร้อนด้วยพัดลมเพื่อป้องกันอุณหภูมิสูงเกินพิกัด

4.2.4 ดิจิตอลออสซิลโลสโคปสำหรับทดสอบสถานีอัดประจุ จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.4.1 ความถี่ใช้งานไม่น้อยกว่า 100 MHz แบบ 2 ช่องสัญญาณ

4.2.4.2 จอแสดงภาพเป็นแบบสีขนาด 7 นิ้ว TFT WVGA Color Display ความละเอียด 800x480 จุด

4.2.4.3 อัตราการสุ่มสัญญาณแบบ Real Time ที่ 1GSa/s หรือดีกว่า

4.2.4.4 ความยาวของการบันทึกข้อมูลรูปคลื่น 10 Mpts หรือดีกว่า

4.2.4.5 วัดและแสดงค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณแบบอัตโนมัติได้ถึง 36 ค่า

4.2.4.6 Save Setup ได้ 20 ค่า และ Save Waveform ได้ 24 รูป

4.2.4.7 มีฟังก์ชันในการจับสัญญาณรูปคลื่นที่สามารถปรับแนวแกนนอน, แนวแกนตั้ง, และระดับของสัญญาณทริกเกอร์แบบอัตโนมัติ

4.2.4.8 มี Cursor ที่สามารถทำการวัดค่า ΔV, ΔT ได้

4.2.4.9 สามารถสนับสนุนฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ +, -, x, ÷, FFT, FFTrms ได้เป็นอย่างน้อย

4.2.4.10 มี Waveform Update Rate ไม่น้อยกว่า 50,000 waveform

4.2.5 Type2 AC Charging Cable จำนวน 1 เส้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.5.1 สายชาร์จสำหรับเชื่อมต่อระหว่างบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้ากับตัวรถยนต์ไฟฟ้า

4.2.5.2 ผลิตตามมาตรฐาน IEC 62196-2

4.2.5.3 หัวชาร์จเป็นแบบ Type 2 รองรับระบบไฟฟ้า 1 เฟส (L1, N, PE)

4.2.5.4 รองรับกระแสชาร์จได้สูงสุดถึง 16 A

4.2.5.5 ระดับการป้องกันน้ำและฝุ่นตามมาตรฐานไม่น้อยกว่า IP44

4.3 ชุดการเรียนรู้สถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงแบบ CCS Type 2 จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดต่อชุดดังนี้

เป็นชุดประกอบการเรียนรู้ในเรื่องของระบบอัดประจุแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ สามารถเรียนรู้ในส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวของกับระบบและหลักการทำงานของบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้าแบบกระแสตรง (DC Charger) เช่น SECC, EVSE Controller, IMD และ Relay เป็นต้น สามารถเรียนรู้ในส่วนของมาตรฐานการสื่อสารระหว่างบริภัณฑ์จ่ายไฟกับยานยนต์ไฟฟ้าผ่านหน้าจอแสดงผลที่ตัวชุดการเรียนรู้หรือคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์เพื่อดูข้อมูลการชาร์จ ได้รับการออกแบบและพัฒนาภายใต้มาตรฐาน IEC 61851, DIN SPEC 70121 และ ISO 15118 ซึ่งว่าด้วยเรื่องข้อกำหนดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบริภัณฑ์จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า บริษัทที่เสนอราคาเป็นบริษัทที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 และ ISO 14001:2015 ภายใต้ขอบข่าย Design and Manufacture , Sale , After Sale Service of Education Training Set โดยระบุในเอกสารอย่างชัดเจนโดยเฉพาะเพื่อเป็นประโยชน์ด้านการบริการหลังการขาย พร้อมทั้งแนบเอกสารประกอบการยืนยัน

4.3.1 รองรับการใช้งานหัวชาร์จประเภท Combined Charging System Type 2 (CCS Type 2)

4.3.2 ได้รับการออกแบบและพัฒนาภายใต้มาตรฐาน ISO 15118 ซึ่งว่าด้วยเรื่องระบบสื่อสารแบบดิจิตอลที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างสถานีอัดประจุไฟฟ้ากระแสตรงและยานยนต์ไฟฟ้า

4.3.3 รับกำลังไฟฟ้าด้านเข้าแบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 230 Vac, 50 Hz

4.3.4 สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับยานยนต์ไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 20 kW

4.3.5 รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ไม่น้อยกว่า 500 Vdc, 40 Adc

4.3.6 ภายในติดตั้งอุปกรณ์ Insulation Monitoring Device (IMD) สำหรับตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนของสายชาร์จ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.6.1 อุปกรณ์ออกแบบมาสำหรับใช้งานกับระบบ Unearthed DC System

4.3.6.2 สามารถตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนได้ในย่านตั้งแต่ 1k - 2M Ohm

4.3.6.3 สามารถใช้งานตรวจสอบในระบบชาร์จที่มีแรงดันสูงสุด 1000 Vdc

4.3.6.4 ภายในติดตั้งอุปกรณ์ Energy Meter แบบกระแสตรงสำหรับวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้ากระแสตรง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.6.4.1 สามารถใช้งานวัดแรงดันในระบบชาร์จที่มีแรงดันสูงสุด 1000 Vdc

4.3.6.4.2 สามารถใช้งานวัดกระแสในระบบชาร์จได้ไม่น้อยกว่า 100A ผ่านตัวต้านทาน R-shunt

4.3.6.5 มีจอแสดงผลและควบคุมแบบสัมผัส (Touch Screen HMI) ขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว เพื่อใช้ควบคุมสั่งการ, ตั้งค่าการทำงาน และ แสดงผลการทำงานของระบบชาร์จ

4.3.6.6 จอแสดงผลสามารถใช้งานแบบรีโหมดหน้าจอขึ้นไปบนคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการควบคุมตัวเครื่องจากระยะไกล

4.3.6.7 ชุดการเรียนรู้สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ซอฟแวร์เพื่อดูข้อมูลการชาร์จในขณะนั้น หรือ แบบย้อนหลัง (V2G Communication Tracking and Recording)

4.3.6.8 อุปกรณ์ทั้งหมดถูกติดตั้งอยู่บนตู้แร็คมาตรฐานหน้ากว้างไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว

4.3.6.9 มีจุดวัดทดสอบสัญญาณ CP และ PP เป็นอย่างน้อย

4.4 ชุดปฏิบัติการทดลองทางอิเล็กทรอนิกส์กำลัง จำนวน 4 ชุด โดยมีรายละเอียดในแต่ละชุด ดังนี้

ชุดทดลองนี้ออกแบบเพื่อการศึกษาทดลองในภาคปฏิบัติที่ครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังใช้อุปกรณ์หลักทางอิเล็กทรอนิกส์กำลังต่างๆ ได้แก่ Diode SCR และอุปกรณ์สวิตช์กำลัง ได้แก่ MOSFET เป็นต้น เป็นอุปกรณ์พื้นฐานประกอบการทดลองเรียนรู้ประกอบด้วยชุดโมดูลที่สามารถทำการทดลองที่ครอบคลุมการแปลงผันแบบต่างๆ เช่น

- AC-DC Conversion การแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง แบบ Uncontrol ด้วย Diode, แบบ Control ด้วย SCR ทั้งในระบบไฟฟ้าแบบเฟสเดียวและแบบสามเฟส
- AC-AC Conversion การควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับด้วย SCR
- DC-DC Conversion การควบคุมเพิ่มหรือลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง BUCK, BOOST, BUCK-BOOST
- DC-AC Conversion อินเวอร์เตอร์แบบเฟสเดียว Half Bridge, Full Bridge และ แบบสามเฟส Square Mode Inverter, Pure Sine Mode Inverter with LC Filter

บอร์ดทดลองใช้งานกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ สำหรับเลี้ยงวงจรการทำงาน บอร์ดทดลองควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ พร้อมจอแสดงผล และใช้วงจรขับเกตแบบแยกกราวด์พร้อมจุดวัดสัญญาณ

ชุดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าประกอบด้วย

- แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 50Hz ระดับแรงดัน 220 – 0 – 220 โวลต์ และ 45 - 0 - 45 โวลต์
- แหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรง 30 โวลต์ แบบ 2 ช่อง
- ชุดโหลดประกอบการทดลองแบบ Resistive Load, Inductive Load และ Lamp Load มีขนาดเหมาะสม ในการทดลอง

- ชุดเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าประกอบด้วย 4CH Digital Oscilloscope, Voltage-Current Isolated Measuring, True RMS Digital Multimeter
- ชุดทดลองออกแบบเป็นแบบอุปกรณ์ติดตั้งอยู่ในตู้มาตรฐาน เพื่อสะดวกแก่การใช้งาน

มีชุดตัวอย่างไฟล์การทดลองที่ใช้งานร่วมกับโปรแกรมจำลองการทำงาน PSIM (Version DEMO) ซึ่งบริษัทที่เสนอราคาเป็นบริษัทที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 และ ISO 14001:2015 ภายใต้ขอบข่าย Design and Manufacture , Sale , After Sale Service of Education Training Set โดยระบุในเอกสารอย่างชัดเจน โดยเฉพาะเพื่อเป็นประโยชน์ด้านการบริการหลังการขาย พร้อมทั้งแนบเอกสารประกอบการยืนยันและสามารถทำการทดลองในหัวข้อต่างได้ดังนี้

- ไดโอดกำลัง
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่น
- วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแทปกลาง
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่น
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแทปกลาง
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นแบบบริดจ์
- ไทริสเตอร์ (SCR)
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่นควบคุมได้
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นที่ควบคุมได้ที่ใช้หม้อแปลงแบบมีแทป
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นที่ควบคุมได้แบบเต็มบริดจ์
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นควบคุมได้แบบกึ่งบริดจ์
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นควบคุมได้
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นควบคุมได้เต็มบริดจ์
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นที่ควบคุมได้แบบครึ่งบริดจ์
- วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวโดยการควบคุมมุมเฟส
- วงจรควบคุมเฟสแบบสตาร์-เดลตา
- DC Chopper
- BUCK CONVERTER
- BOOST CONVERTER
- BUCK-BOOST CONVERTER
- ฮาล์ฟบริดจ์อินเวอร์เตอร์
- ฟูลบริดจ์อินเวอร์เตอร์
- อินเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสรูปคลื่นไซน์
- อินเวอร์เตอร์สามเฟสรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

- อินเวอร์เตอร์สามเฟสรูปคลื่นไซน์

4.4.1 บอร์ดทดลองควบคุมการทำงานของไดโอดและไทริสเตอร์ จำนวน 1 บอร์ด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.1.1 มีอุปกรณ์ไดโอดและไทริสเตอร์อย่างละหกตัว

4.4.1.2 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของวงจรขับเกตสำหรับอุปกรณ์ไทริสเตอร์

4.4.1.3 มีจอ LCD ขนาด 4 แถว 20 ตัวอักษรแสดงผลการทำงาน

4.4.1.4 ชุดทดลองใช้วงจรขับเกตแบบแยกกราวด์

4.4.1.5 มีจุดวัดสัญญาณขับเกต

4.4.1.6 มีปุ่มกดสำหรับควบคุม เปิด – ปิด การทำงานของสัญญาณขับเกต

4.4.1.7 สามารถใช้งานได้กับระบบไฟฟ้าสามเฟสแรงดัน 380/220V, 50Hz

4.4.1.8 สามารถซิงค์กับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับตั้งแต่แรงดัน 45~230 V

4.4.1.9 สามารถปรับมุมจุดชนวนได้ในช่วง 0~175 องศา

4.4.1.10 มีโหมดการทำงานแบบหนึ่งเฟสและสามเฟส

4.4.1.11 สามารถใช้ทำการทดลองในเรื่องการเรียงกระแสและควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC-DC Conversion และ AC-AC Conversion)

4.4.2 บอร์ดทดลองการลดหรือเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 บอร์ด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.2.1 ใช้มอสเฟตเป็นอุปกรณ์สวิตช์กำลัง

4.4.2.2 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของวงจรขับเกตสำหรับอุปกรณ์สวิตช์กำลัง

4.4.2.3 มีจอ LCD ขนาด 4 แถว 20 ตัวอักษรแสดงผลการทำงาน

4.4.2.4 ชุดทดลองใช้วงจรขับเกตแบบแยกกราวด์

4.4.2.5 มีจุดวัดสัญญาณขับเกต

4.4.2.6 มีปุ่มกดสำหรับควบคุม เปิด – ปิด การทำงานของสัญญาณขับเกต

4.4.2.7 มีตัวเหนี่ยวนำขนาด 400 μH ค่าความคลาดเคลื่อน ± 20 %

4.4.2.8 สามารถปรับความถี่สำหรับการสวิตช์ได้ที่ 5, 10, 20, 30, 40 kHz

4.4.2.9 สามารถปรับ Duty Cycle 10 ~ 90 เปอร์เซ็นต์

4.4.2.10 สามารถรับแรงดันอินพุตสูงสุดไม่เกิน 100 V

4.4.2.11 สามารถจ่ายแรงดันเอาต์พุตสูงสุดไม่เกิน 100 V

4.4.2.12 ใช้ทำการทดลองในเรื่องการแปลงผันแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC-DC Conversion)

4.4.3 บอร์ดทดลองแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 1 บอร์ด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.3.1 ใช้มอสเฟตเป็นอุปกรณ์สวิตช์กำลังมีจำนวนทั้งหมด 6 ตัว

4.4.3.2 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของวงจรขับเกตสำหรับอุปกรณ์สวิตช์กำลัง

4.4.3.3 มีจอ LCD ขนาด 4 แถว 20 ตัวอักษรแสดงผลการทำงาน

4.4.3.4 ชุดทดลองใช้วงจรขับเกตแบบแยกกราวด์

4.4.3.5 มีจุดวัดสัญญาณขับเกต

4.4.3.6 มีปุ่มกดสำหรับควบคุม เปิด – ปิด การทำงานของสัญญาณขับเกต

4.4.3.7 โหมดการทำงานที่ครอบคลุมการทดลองอินเวอร์เตอร์

4.4.3.8 มีจุดวัดสัญญาณขับเกตส่วน High Side ผ่านตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน (DAC)

4.4.3.9 ความถี่ในการสวิตช์อยู่ที่ประมาณ 20 kHz

4.4.3.10 สามารถปรับความถี่มูลฐานในช่วง 10 ~ 60 Hz และ ค่ามอดดูเลชันอินเด็กซ์ 0 ~ 120%

4.4.3.11 สามารถรับแรงดันอินพุตสูงสุดไม่เกิน 100 V

4.4.3.12 ใช้ทำการทดลองในเรื่องอินเวอร์เตอร์ (DC-AC Conversion)

4.4.4 บอร์ดตัวกรองสัญญาณแบบตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุ จำนวน 1 บอร์ด

4.4.4.1 ออกแบบสำหรับใช้งานร่วมกับอินเวอร์เตอร์แบบสามเฟส

4.4.4.2 ชนิดตัวกรองเป็นแบบกรองความถี่ต่ำผ่าน

4.4.4.3 ใช้ค่าความเหนี่ยวนำโดยประมาณ 600 μH

4.4.4.4 ใช้ค่าตัวเก็บประจุโดยประมาณที่ 9.4 μF

4.4.4.5 มีค่าความถี่ตัดที่ 2 kHz ค่าความคลาดเคลื่อน ± 20 %

4.4.5 ชุดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง-กระแสสลับ จำนวน 1 โมดูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.5.1 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

4.4.5.1.1 เป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับผ่านหม้อแปลงสำหรับระบบสามเฟส

4.4.5.1.2 มีแรงดันเอาต์พุตสองระดับ 220V – 0 – 220V และ 45V – 0 – 45V พิกัด 90VA ต่อเฟส

4.4.5.1.3 มีสวิตช์เปิด-ปิดและมีหลอดไฟสำหรับแสดงสภาวะการทำงาน

4.4.5.1.4 ใช้กับระบบไฟฟ้าสามเฟสแรงดัน 380/220V, 50Hz

4.4.5.2 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.5.2.1 สามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงได้ 2 ช่องเอาต์พุต โดยเป็นช่องจ่ายไฟตรงที่ปรับค่าได้ไม่ต่ำกว่า 30V เป็นเอาต์พุตที่อิสระต่อกัน โดยแต่ละช่องเอาต์พุตสามารถให้กระแสได้ถึง 3A

4.4.5.2.2 มีจอแสดงผลเป็นแบบ LCD Display ขนาดไม่น้อยกว่า 4.3 นิ้ว

4.4.5.2.3 แหล่งจ่ายทั้งสองช่องสามารถทำงานเป็นแหล่งจ่ายแบบอนุกรมหรือแบบขนานได้ และมีปุ่มสำหรับเปิด-ปิดการทำงานเอาต์พุต

4.4.5.2.4 การทำงานในโหมดแรงดันคงที่สำหรับช่องเอาต์พุตที่ปรับค่าได้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.5.2.4.1 Line Regulation ≤ 0.01% + 3mV

4.4.5.2.4.2 Load Regulation ≤ 0.01% + 3mV เมื่อกระแสพิกัดไม่เกิน3A

4.4.5.2.4.3 Ripple & Noise ≤ 1 mVrms สำหรับความถี่ 5 Hz ~1MHz

4.4.5.2.5 การทำงานในโหมดกระแสคงที่สำหรับช่องเอาต์พุตที่ปรับค่าได้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.5.2.5.1 Line Regulation ≤ 0.2% + 3mA

4.4.5.2.5.2 Load Regulation ≤ 0.2% + 3mA

4.4.5.2.5.3 Ripple & Noise ≤ 3mArms

4.4.5.2.6 มี Tracking Error ไม่เกิน 0.1%+10mV สำหรับช่องเอาต์พุตที่ปรับค่าได้

4.4.5.2.7 มีการป้องกันกระแสโหลดเกินและการต่อกลับขั้ว

4.4.5.2.8 ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 220V, 50Hz

4.4.5.2.9 มีสายสำหรับใช้ต่อทดลอง จำนวน 4 เส้น

4.4.5.2.10 มีสาย AC Power cord จำนวน 1 เส้น

4.4.6 โหลดตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ จำนวน 1 โมดูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.6.1 มีโหลดตัวต้านทานสำหรับต่อทดลองขนาด 100 โอห์ม 100 วัตต์ จำนวน 3 ตัว

4.4.6.2 มีโหลดตัวเหนี่ยวนำ จำนวนหนึ่งตัว

4.4.6.3 ใช้ฟิวส์เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

4.4.7 โหลดหลอดไฟแบบสามเฟส จำนวน 1 โมดูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.7.1 มีโคมพร้อมติดตั้งหลอดไฟจำนวน 3 ชุด

4.4.7.2 มีสวิตช์เปิด – ปิด

4.4.7.3 ใช้ฟิวส์เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

4.4.8 ดิจิตอลออสซิโลสโคปสำหรับวิเคราะห์สัญญานความเร็วสูง จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.8.1 ความถี่ใช้งาน 100 MHz แบบ 4 ช่องสัญญาณ

4.4.8.2 จอภาพสีขนาด 8 นิ้ว TFT LCD WVGA color display ความละเอียด 800x480 pixels

4.4.8.3 อัตราการสุ่มสัญญาณแบบ Real Time ที่ Max. : 1 GSa/s.

4.4.8.4 วัดและแสดงค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณแบบอัตโนมัติได้ 36 ค่า

4.4.8.5 Save Setup ได้ 20 ค่า และ Save Waveform ได้ 24 รูป

4.4.8.6 มีฟังก์ชันในการจับค่าสัญญาณรูปคลื่นแบบอัตโนมัติ

4.4.8.7 คุณสมบัติทางด้านแนวแกนตั้ง ช่วงเวลาขอบขาขึ้นไม่เกิน 3.5 ns โดยประมาณ ความไวในการแสดงผล

4.4.8.8 ทางแนวแกนตั้งอยู่ระหว่าง 1mV ~ 10V/div

4.4.8.9 คุณสมบัติทางด้านแนวแกนนอน ขอบเขตอยู่ระหว่าง 1ns/div ~ 100s/div (แบบ step 1-2-5)

4.4.8.10 สนับสนุนฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ +, -, x, ÷, FFT

4.4.8.11 สนับสนุนการอินเตอร์เฟสมาตรฐานแบบ USB Port, Go/No Go BNC

4.4.9 True RMS Digital Multimeter จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.9.1 เป็นดิจิตอลมัลติมิเตอร์มือถือแบบ True RMS ที่สามารถแสดงผลแบบ Auto/Manual Ranging ได้

4.4.9.2 สามารถวัด แรงดัน, กระแส, ความต้านทาน, ความจุ, ความถี่,และการทดสอบไดโอด ได้เป็นอย่างน้อย

4.4.9.3 แสดงผลเป็นตัวเลขไม่น้อยกว่า 22,000 Counts

4.4.9.4 มีตัวแสดงแบบ Analogue Bar ขนาดไม่น้อยกว่า 46 Segment

4.4.9.5 ย่านการวัด DC VOLTAGE อยู่ในช่วง 220 mV ถึง 1000V

4.4.9.6 ย่านการวัด AC VOLTAGE อยู่ในช่วง 220mV ถึง 1000V

4.4.9.7 ย่านการวัด DC CURRENT อยู่ในช่วง 220µA ถึง 20A

4.4.9.8 ย่านการวัด AC CURRENT อยู่ในช่วง 220µA ถึง 20A

4.4.9.9 ย่านการวัดค่าความต้านทาน อยู่ในช่วง 220Ω ถึง 220MΩ

4.4.9.10 ย่านการวัดค่าความจุ อยู่ในช่วง 22 nF ถึง 220 mF

4.4.9.11 ย่านการวัดความถี่อยู่ในช่วง 10 Hz ถึง 220 MHz

4.4.9.12 มีพอร์ตอินเตอร์ฟสแบบ USB

4.4.9.13 สายวัด จำนวน 1 คู่

4.4.10 Isolated Voltage & Current Sensor Module จำนวน 1 บอร์ด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.10.1 Channels Voltage Probe & 3 Channels Current Probe

4.4.10.2 Voltage Attenuation: x10, x100

4.4.10.3 Voltage Probe โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.10.3.1 Frequency Bandwidth: DC ~ 100 kHz

4.4.10.3.2 Accuracy: 1%

4.4.10.3.3 Offset: 50 mV

4.4.10.3.4 Rise Time: 3.5 µS

4.4.10.3.5 System Voltage (OV CAT III 600Vac / CAT II 1000 Vac)

4.4.10.4 Current Probe โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.10.4.1 Frequency Bandwidth: DC ~ 200 kHz

4.4.10.4.2 Accuracy: 1%

4.4.10.4.3 Offset: 25 mV

4.4.10.4.4 Rise Time: 1.75 µS

4.4.10.4.5 System Voltage (OV CAT III 600Vac / CAT II 1000 Vac)

4.4.11 Current Probe จำนวน 1 ตัว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.11.1 Probe Bandwidth: DC~300 kHz

4.4.11.2 Maximum Peak Current Value: DC: 200A; AC: 140Arms

4.4.11.3 Output Voltage Rate: 100mV/A; 10mV/A

4.4.11.4 DC Amplitude Accuracy: ± 3% ±50mA at 100mV/A (50mA~20A peak range), โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

± 4% ±50mA at 10mV/A (500mA~70A peak range),

±15% max. at 10mV/A (70A peak~150A peak range)

±25% max. at 10mV/A (150A peak~200A peak range)

4.4.11.5 Maximum Rated Voltage: CAT III 300V / CAT II 600V

4.4.12 Voltage Differential Probe จำนวน 1 ตัว

4.4.12.1 Probe Bandwidth: DC~25 MHz (attenuation x 50, x 200); DC~15 MHz (attenuation x 20)

4.4.12.2 Attenuation : x20, x50, x200

4.4.12.3 Accuracy : ±2%

4.4.12.4 Voltage Input Range (DC+AC peak to peak)

: ≤ 140Vp-p for x20, ≤ 350Vp-p for x50, ≤ 1400Vp-p for x200

4.4.12.5 Permitted Max Input Voltage

: Maximum differential voltage: Max voltage between input terminal and ground: 600Vrms

4.4.12.6 Input Impedance: Differential: 4MΩ /1.2pF; Between terminal and ground 2MΩ /2.3pF

4.4.12.7 Output: ≤ ±7.0V

4.4.12.8 Output impedance: 50Ω

4.4.12.9 Rise Time: 14ns (x50, x200 attenuation): 23.4ns (x20 attenuation)

4.4.12.10 Rejection Rate on Common Mode (CMRR): 60Hz>80dB, 100Hz > 60dB, 1MHz > 50dB

4.4.12.11 power Supply: External 9VDC power Supply

4.4.12.12 Consumption: Maximum 35mA (0.4Watt)

4.5 ชุดควบคุมแบบเวลาจริงทางอิเล็กทรอนิกส์กำลังขั้นสูง จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดต่อชุดดังนี้

เป็นชุดทดลองที่ออกแบบให้สามารถทำการเรียนรู้และพัฒนา-วิจัย ทางด้าน Power Electronic ในหัวข้อต่างๆ เช่น Single-Three Phase Inverter, PV-Wind Turbine Grid Connect, Power Condition System, Micro Grid System ประกอบด้วยชุดเครื่องมือวัดทดสอบและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ที่จำเป็นในการใช้งาน เช่น Digital Oscilloscope, Power Meter, DC Power Source, AC Power Supply, AC Passive load, DC Electronic load ประกอบด้วยชุดโมดูลการทดลองเรียนรู้ต่างๆ เช่น Single Phase PV Inverter, Wind Power Inverter, Micro Grid Inverter, Power Condition System, Three Phase PV Inverter ชุดเครื่องมือวัดทดสอบต่างๆ ติดตั้งอยู่ในตู้ Rack มาตรฐาน เพื่อสะดวกแก่การใช้งาน ชุดโมดูลใช้บอร์ดประมวลผล DSP : Digital Signal Processing เบอร์ F28335 ของ Texas Instrument เป็นตัวประมวลผลหลักและใช้ MOSFET เป็นอุปกรณ์สวิตช์กำลัง และมีจุด Test Point แรงดัน-กระแส ที่สามารถใช้งานกับออสซิลโลสโคปได้อย่างสะดวก การทดลองของโมดูลต่างๆ ใช้งานร่วมกับโปรแกรม PSIM สร้างกระบวนการเรียนรู้-ทดลองแบบ Digital Control, จำลองการทำงาน และ Download โปรแกรมลงบนตัวประมวลผล พร้อมชุดประมวลผลคอมพิวเตอร์เพื่อใช้งานการพัฒนาโปรแกรมและเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ เครื่องมือวัดทดสอบและโมดูลประกอบการทดลองต่างๆ เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทผู้ผลิตเดียวกันทั้งหมดที่ได้รับมาตรฐาน ISO14001:2015

บริษัทที่เสนอราคาเป็นบริษัทที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 และ ISO 14001:2015 ภายใต้ขอบข่าย Design and Manufacture, Sale, After Sale Service of Education Training Set โดยระบุในเอกสารอย่างชัดเจนโดยเฉพาะเพื่อเป็นประโยชน์ด้านการบริการหลังการขาย พร้อมทั้งแนบเอกสารประกอบ การยืนยัน

4.5.1 Single-Phase Inverter จำนวน 1 บอร์ด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.1.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 70-80 V, กระแส 1.5 A

4.5.1.2 AC Output แรงดัน 40 V, กระแส 3 A พิกัดกำลังไฟฟ้า 120 W

4.5.1.3 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ

4.5.1.3.1 Unipolar SPWM Inverter

4.5.1.3.2 Stand Alone Inverter with Dual Loop Inductor Current Control

4.5.1.3.3 Grid Connected Single Phase Inverter

4.5.1.3.4 Bridgeless PFC AC/DC Converter

4.5.2 Buck Converter จำนวน 1 บอร์ด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.2.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 30-70 V, กระแส 3 A

4.5.2.2 DC Output แรงดัน 24 V, กระแส 5 A พิกัดกำลังไฟฟ้า 120 W

4.5.2.3 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ

4.5.2.3.1 Pulse Width Modulation Buck Converter

4.5.2.3.2 Voltage Mode Control Buck Converter

4.5.2.3.3 Average Current Mode Control Buck Converter

4.5.2.3.4 MPPT Converter for PV System

4.5.2.3.5 PV Battery Charger

4.5.3 Three-Phase Inverter จำนวน 1 บอร์ด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.3.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 90-110 V, กระแส 3 A

4.5.3.2 AC Output แรงดัน 50 V, กระแส 2.9 A พิกัดกำลังไฟฟ้า 250 W

4.5.3.3 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ

4.5.3.3.1 Three Phase SPWM Inverter

4.5.3.3.2 Three Phase Stand-alone Inverter

4.5.3.3.3 Grid Connected Three Phase Inverter

4.5.3.3.4 Single-phase Three-arm Rectifier-Inverter

4.5.4 Single Phase PV Inverter จำนวน 1 บอร์ด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

<u>Boost Converter</u>

4.5.4.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 40-60V, กระแส 5A

4.5.4.2 DC Output แรงดันอยู่ในช่วง 70-90V, กระแส 2A กำลังไฟฟ้า 140W

<u>Single Phase Inverter</u>

4.5.4.3 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 70-90V, กระแส 2A

4.5.4.4 AC Output แรงดัน 40 V, กระแส 3A กำลังไฟฟ้า 120W

4.5.4.5 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ

4.5.4.5.1 Boost Converter

4.5.4.5.2 Input Voltage Control of Boost Converter

4.5.4.5.3 MPPT Control of Boost Converter

4.5.4.5.4 Single Phase Boost Stand-alone Inverter

4.5.4.5.5 Single Phase Grid-connected Inverter

4.5.4.5.6 Single Phase PV Grid-connected Inverter

4.5.4.5.7 PQ Control of Single-phase PV Grid-connected Inverter

4.5.4.5.8 Single Phase Islanding Protection Inverter

4.5.5 Permanent Magnet Synchronous Generator Wind Inverter จำนวน 1 บอร์ด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

PMSM Inverter

4.5.5.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 130-150V, กระแส 2.6A

4.5.5.2 AC Output แรงดันอยู่ในช่วง 45-65V, กระแส 3A กำลังไฟฟ้า 300W

PMSG Converter

4.5.5.3 AC Input แรงดันอยู่ในช่วง 45-65V, กระแส 3A

4.5.5.4 DC Output แรงดันอยู่ในช่วง 90-110 V, กระแส 3A กำลังไฟฟ้า 270W

4.5.5.5 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ

4.5.5.5.1 Three Phase Stand-alone inverter

4.5.5.5.2 Three Phase Grid-connected Inverter

4.5.5.5.3 Speed and Torque Control of PMSM

4.5.5.5.4 Speed Control of PMSG

4.5.5.5.5 Wind Turbine Generator (WTG) Emulation

4.5.5.5.6 Maximum Power Point Tracking of WTG

4.5.5.5.7 Grid-connected PMSG Wind Power Generation System

4.5.5.5.8 Low Voltage Ride Through (LVRT) of PMSG WTG System

4.5.6 Micro-Grid Inverter จำนวน 1 บอร์ด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1st Three Phase Inverter

4.5.6.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 90-110V, กระแส 1.5A

4.5.6.2 AC Output แรงดัน 50V, กระแส 1.25A กำลังไฟฟ้า 125W

2nd Three Phase Inverter

4.5.6.3 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 90-110V, กระแส 1.5A

4.5.6.4 AC Output แรงดัน 50V, กระแส 1.45A กำลังไฟฟ้า 125W

4.5.6.5 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ

4.5.6.5.1 Three Phase SVPWM Inverter

4.5.6.5.2 Three Phase Stand -alone Inverter

4.5.6.5.3 Three Phase Grid-connected Inverter

4.5.6.5.4 PQ Control of Three-phase Grid-connected Inverter

4.5.6.5.5 P-ω and Q-V Droop control of Three Phase Stand-alone Inverter

4.5.6.5.6 Parallel Operation of Multiple Stand-alone Inverters with Virtual Impedance and Droop Control Method

4.5.7 Power Conditioning System จำนวน 1 บอร์ด

Bi-direction DC/DC Converter

4.5.7.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 50-80V, กระแส 6A

4.5.7.2 DC Output แรงดันอยู่ในช่วง 90-110V, กระแส 2.8A กำลังไฟฟ้า 250W

Three Phase Inverter

4.5.7.3 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 90-110V, กระแส 3A

4.5.7.4 AC Output แรงดัน 50V, กระแส 2.9A กำลังไฟฟ้า 250W

4.5.7.5 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ

4.5.7.5.1 Interleaved Buck Converter

4.5.7.5.2 Interleaved Boost Converter

4.5.7.5.3 Bi-directional DC-DC Converter

4.5.7.5.4 Three phase Four Wire Boost Stand-alone Inverter

4.5.7.5.5 Three phase Four Wire PV Grid-connected Inverter

4.5.7.5.6 Three phase Four Wire Battery Energy Storage System

4.5.7.5.7 Three phase Four Wire Hybrid System

4.5.8 Three Phase PV Inverter จำนวน 1 บอร์ด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Boost Converter

4.5.8.1 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 70-90V, กระแส 4A

4.5.8.2 DC Output แรงดันอยู่ในช่วง 90-110V, กระแส 2.8A กำลังไฟฟ้า 250W

Three Phase Inverter

4.5.8.3 DC Input แรงดันอยู่ในช่วง 90-110V, กระแส 3A

4.5.8.4 AC Output แรงดัน 50V, กระแส 2.9 A กำลังไฟฟ้า 250W

4.5.8.5 สามารถทำการทดลองในหัวข้อ

4.5.8.5.1 Three Phase SVPWM Inverter

4.5.8.5.2 Three Phase Boost Stand-alone Inverter

4.5.8.5.3 Three Phase Grid-connected Inverter

4.5.8.5.4 PV Boost Converter

4.5.8.5.5 Three Phase Islanding Protection Inverter

4.5.8.5.6 Three Phase PV Grid-Connected Inverter

4.5.9 ดิจิตอลออสซิลโลสโคปสำหรับประมวลผลสัญญาณเวลาจริง จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.9.1 ความถี่ใช้งาน 200 MHz แบบ 4 ช่องสัญญาณ

4.5.9.2 จอภาพสีขนาด 8 นิ้ว TFT LCD WVGA color display ความละเอียด 800x480 พิกเซล

4.5.9.3 มี Waveform Update Rate อยู่ที่ 120,000 waveforms per second, maximum

4.5.9.4 อัตราการสุ่มสัญญาณแบบ Real Time อยู่ที่ 1 GSa/s.

4.5.9.5 มีฟังก์ชันในการ Search สัญญาณได้

4.5.9.6 สามารถแสดงการขยายภาพสัญญาณรูปคลื่นได้ (Screen Zoom-In)

4.5.9.7 สามารถทำการแสดงการแล่นสัญญาณรูปคลื่นในรูปแบบ PLAY/PAUSE ได้

4.5.9.8 วัดและแสดงค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณแบบอัตโนมัติได้ 36 ค่า

4.5.9.9 Save Setup ได้ 20 ค่า และ Save Waveform ได้ 24 รูป

4.5.9.10 สนับสนุนฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ +, -, x, ÷, FFT

4.5.9.11 สนับสนุนการอินเตอร์เฟสมาตรฐานแบบ USB Port, Go/No Go BNC

4.5.10 Multi-Range DC Power Supply จำนวน 2 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.10.1 สามารถจ่ายแรงดันอยู่ในช่วงประมาณ 0 ~ 160V

4.5.10.2 สามารถจ่ายกระแสอยู่ในช่วงประมาณ 0 ~ 7.2A

4.5.10.3 พิกัดกำลังโดยประมาณ 360W

4.5.10.4 สนับสนุนการอินเตอร์เฟสมาตรฐานแบบ USB, LAN

4.5.11 Programmable DC Electronic Load จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.11.1 สามารถรับแรงดันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 150V

4.5.11.2 สามารถทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 60A

4.5.11.3 พิกัดกำลังโดยประมาณ 300W

4.5.11.4 มีโหมดการทำงานอย่างน้อย 7 โหมดคือ CC, CV, CR, CP, CC + CV, CR+ CV, CP + CV

4.5.11.5 มีระบบป้องกัน OVP, OCP, OPP, OTP, RVP, UVP

4.5.11.6 สามารถทำ Analog External Control ได้

4.5.11.7 สนับสนุนการอินเตอร์เฟสมาตรฐานแบบ USB

4.5.12 Digital Power Meter จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.12.1 จอแสดงผลเป็นแบบ TFT LCD ขนาด 4 นิ้ว

4.5.12.2 สามารถวัดแรงดันได้ 600 Vrms กระแสได้ 20 Arms

4.5.12.3 มีโหมดการแสดงผล 2 โหมด, Standard สามารถวัดได้ 8 ค่า, Simple Mode 4 ค่า

4.5.12.4 แรงดันสามารถวัดค่า Vdc, Vrms, V+pk, V-pk

4.5.12.5 กระแสสามารถวัดค่า Idc, Irms, I+pk, I-pk

4.5.12.6 กำลังสามารถวัดค่า P, P+pk, P-pk, VA, Var

4.5.12.7 สามารถวัดค่า PF, ความถี่, มุมต่างเฟส

4.5.12.8 มีพอร์ตอินเตอร์เฟสมาตรฐาน RS-232C, USB, LAN

4.5.13 Programmable AC Power Supply จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.13.1 สามารถเลือกจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่เอาต์พุตเป็นแบบ 1 Phase-2 wire,1 Phase-3 wire, 3 Phase-4 wire

4.5.13.2 สามารถใช้กับระบบไฟฟ้าที่มีความถี่ 50Hz ได้

4.5.13.3 สามารถจ่ายแรงดันได้ต่ำสุด 0 Vrms และสูงสุดไม่น้อยกว่า 60 Vrms

4.5.13.4 สามารถปรับความถี่ใช้งานอยู่ในช่วงประมาณ 45~500 Hz

4.5.13.5 กระแสใช้งานสูงสุด 48 Apk (1 Phase-2 wire), 32 Apk (1 Phase-3 wire), 16 Apk ต่อเฟส (3 Phase-4 wire)

4.5.14 Multi-Function Passive Load จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.14.1 เป็นชุดภาระทางไฟฟ้าสำหรับทดสอบ

4.5.14.2 รองรับการใช้งานแบบ Single หรือ Three Phase ได้

4.5.14.3 สามารถเลือกสภาวะการใช้งานให้เป็นภาระแบบ Pure Resistive Mode หรือ Rectified Load Mode ได้

4.5.14.4 ขนาดพิกัดกำลังไม่น้อยกว่า 150 W สำหรับ DC และ AC Single Phase

4.5.14.5 ขนาดพิกัดกำลังไม่น้อยกว่า 300 W สำหรับ AC Three Phase

4.5.15 Three Phase L-C Load จำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.15.1 เป็นชุดภาระทางไฟฟ้า L-C สำหรับทดสอบ

4.5.15.2 รองรับการใช้งานแบบ Three Phase Delta

4.5.15.3 สามารถปรับเปลี่ยนค่า C เพื่อทดสอบได้ 5 ระดับ

4.5.15.4 ค่า L แต่ละเฟสมีค่า 70-90 mH โดยประมาณ

4.6 เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล จำนวน 12 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.6.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่มีแกนหลักรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และแกนเสมือนรวมกันไม่น้อยกว่า 8 แกนเสมือน (8 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.6 GHz จำนวน 1 หน่วย

4.6.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 16 MB

4.6.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงผลภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายดังนี้

4.6.3.1 เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกแสงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ

4.6.3.2 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ

4.6.3.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีขนาดหน่วยความจำสำหรับการทำงานของการ์ดจอในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

4.6.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB

4.6.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย

4.6.6 มีช่องเชื่อมต่อเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T จำนวน 1 ช่อง

4.6.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

4.6.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์

4.6.9 มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

4.7 โปรแกรมจำลองสำหรับงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลัง จำนวน 3 ลิขสิทธิ์

โปรแกรมจำลองการทำงาน PSIM สามารถใช้งานร่วมกับตัวประมวลผลในระบบอินเวอร์เตอร์กำลัง พร้อมตัวอย่างการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง BLDC และ PMSM

4.8 ตู้มาตรฐานสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องมือวัด จำนวน 6 ตู้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.8.1 ขนาดไม่น้อยกว่า 600 x 1,200 x 750 มิลลิเมตร (กว้างxลึกxสูง)

4.8.2 โครงสร้างทำจากเหล็ก ฝาด้านข้างทึบ

4.8.3 ด้านหน้ามีถาดลิ้นชักรางเลื่อนสำหรับวางบอร์ดทดลองในขณะทดลองสามารถดึงเลื่อนออกมาหรือเลื่อนเก็บเข้าไปข้างในได้

4.8.4 ด้านหลังมีลิ้นชัก 1 ช่อง สำหรับเก็บอุปกรณ์เสริมหรือเครื่องมือวัด

4.8.5 ใต้ตู้ใส่ล้อยูริเทนและมีขาฉิ่งสแตนเลส

4.8.6 สามารถติดตั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง, ชุดคอนโทรลเบรค, ดิจิตอลออสซิลโลสโคป เป็นต้น

4.9 โต๊ะวางเครื่องประมวลผลสำหรับสร้างสัญญาณทดสอบมอเตอร์ จำนวน 6 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.9.1 โครงสร้างทำด้วยไม้ปาติเกิ้ล

4.9.2 ขนาด กว้าง x ยาว x สูง ไม่น้อยกว่า 600 x 800 x 750 มิลลิเมตร

4.9.3 มีถาดรางเลื่อนสำหรับวางคีย์บอร์ด

4.9.4 มีเก้าอี้ขาแบบมีล้อเลื่อน และพนักพิง

4.9.5 ชุดสายเสียบทดลองหัวเสียบแบบ 4 มม.Connecting Safety Lead จำนวน 20 เส้น

4.10 ตู้มาตรฐานสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบและเครื่องมือวัด จำนวน 1 ตู้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.10.1 ขนาดไม่น้อยกว่า 600 x 750 x 1,200 มิลลิเมตร (กว้างxลึกxสูง)

4.10.2 โครงสร้างทำจากเหล็ก ฝาด้านข้างทึบมีที่เก็บหัวชาร์จ

4.10.3 ด้านหน้ามีถาดลิ้นชักรางเลื่อนสำหรับวางอุปกรณ์หรือเครื่องมือวัดในขณะทดลองสามารถดึงเลื่อนออกมาหรือเลื่อนเก็บเข้าไปข้างในได้

4.10.4 ด้านหลังมีลิ้นชัก 1 ช่อง สำหรับเก็บอุปกรณ์เสริมหรือเครื่องมือวัด

4.10.5 ด้านหลังมีฝาปิดที่ออกแบบให้มีช่องระบายความร้อน สามารถเปิด/ปิดได้พร้อมมีกุญแจล็อค

4.10.6 ใต้ตู้ใส่ล้อยูริเทนและมีขาฉิ่งสแตนเลส

4.10.7 สามารถติดตั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น EVSE Developer Unit, EV Charging System Emulator and EVSE Tester Unit, Power Resistive Bank Load Unit, Digital Oscilloscope, Type2 AC Charging Cable

4.11 โต๊ะวางเครื่องประมวลผลสำหรับงานทดสอบสถานีอัดประจุ จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.11.1 โครงสร้างทำด้วยไม้ปาติเกิ้ล

4.11.2 ขนาด กว้าง x ยาว x สูง ไม่น้อยกว่า 600 x 800 x 750 มิลลิเมตร

4.11.3 มีถาดรางเลื่อนสำหรับวางคีย์บอร์ด

4.11.4 มีเก้าอี้ ขามีล้อเลื่อน 5 แฉก และมีพนักพิง

4.12 ตู้มาตรฐานสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบทางอิเล็กทรอนิกส์กำลังและเครื่องมือวัด จำนวน 4 ตู้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.12.1 ขนาดไม่น้อยกว่า 600 x 750 x 1,200 มิลลิเมตร (กว้างxลึกxสูง)

4.12.2 โครงสร้างทำจากเหล็ก ฝาด้านข้างทึบ

4.12.3 ด้านหน้ามีถาดลิ้นชักรางเลื่อนสำหรับวางบอร์ดทดลองในขณะทดลองสามารถดึงเลื่อนออกมาหรือเลื่อนเก็บเข้าไปข้างในได้

4.12.4 ด้านหลังมีลิ้นชัก 1 ช่อง สำหรับเก็บอุปกรณ์เสริมหรือเครื่องมือวัด

4.12.5 ใต้ตู้ใส่ล้อยูริเทนและมีขาฉิ่งสแตนเลส

4.12.6 สามารถติดตั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง-กระแสสลับ, โหลดตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ, โหลดหลอดไฟแบบสามเฟส, ดิจิตอลออสซิลโลสโคป

4.12.7 ชุดสายเสียบทดลองแบบเซฟตี้หัวเสียบขนาด 4 มม. จำนวน 1 ชุด

4.13 โต๊ะวางเครื่องประมวลผลสำหรับสร้างสัญญานคอนเวอร์เตอร์ จำนวน 4 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.13.1 โครงสร้างทำด้วยไม้ปาติเกิ้ล

4.13.2 ขนาด กว้าง x ยาว x สูง ไม่น้อยกว่า 600 x 800 x 750 มิลลิเมตร

4.13.3 มีถาดรางเลื่อนสำหรับวางคีย์บอร์ด

4.13.4 มีเก้าอี้ ขามีล้อเลื่อน 5 แฉก และมีพนักพิง

4.14 โต๊ะวางเครื่องประมวลผลสัญญานเวลาจริง จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.14.1 โครงสร้างทำด้วยไม้ปาติเกิ้ล

4.14.2 ขนาด กว้าง x ยาว x สูง ไม่น้อยกว่า 600 x 800 x 750 มิลลิเมตร

4.14.3 มีถาดรางเลื่อนสำหรับวางคีย์บอร์ด

4.14.4 มีเก้าอี้ ขามีล้อเลื่อน 5 แฉก และพนักพิง

5. ข้อกำหนดอื่นๆ

ผู้รับจ้างต้องมีการจัดอบรมการใช้งานไม่น้อยกว่า 2 วัน

6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย

7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 180 วัน

8. ระยะเวลาการรับประกัน 1 ปี

9. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย แดงเอม)
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ ชูพงษ์)
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ กิจวัฒนา)
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ลงชื่อ.....หัวหน้าหน่วยงาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ต่อสกุล)

ตำแหน่ง คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์