



รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
ชุดปฏิบัติการเรียนรู้เทคโนโลยีคอนเวอร์เตอร์สำหรับระบบพลังงานหมุนเวียน
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2570
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. รายการจัดซื้อจัดจ้าง ชุดปฏิบัติการเรียนรู้เทคโนโลยีคอนเวอร์เตอร์สำหรับระบบพลังงานหมุนเวียน จำนวน 1 ชุด

2. กำหนดรายละเอียดและคุณลักษณะของพัสดุ

2.1 คุณลักษณะทั่วไป

ชุดปฏิบัติการนี้ประกอบด้วยครุภัณฑ์ 4 รายการ โดยรายการที่ 1 เป็นชุดทดลองคอนเวอร์เตอร์แบบโมดูลาร์หลายระดับ (Modular Multilevel Converter: MMC) สำหรับใช้ในการศึกษา ทดสอบ และพัฒนาระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังในห้องปฏิบัติการ โดยระบบประกอบด้วยชุดควบคุมแบบเวลาจริง โมดูลกำลังสำหรับคอนเวอร์เตอร์แบบหลายระดับ ชุดตัวเหนี่ยวนำ อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันและกระแส ชุดเชื่อมต่อระบบไฟฟ้ากระแสสลับ ชุดโครงติดตั้ง สายสัญญาณ และซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาและสร้างโปรแกรมควบคุม ระบบรองรับการรับส่งสัญญาณควบคุมผ่านใยแก้วนำแสง การรับสัญญาณวัดผ่านสายสัญญาณแอนะล็อก และสามารถใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์สำหรับการสร้างแบบจำลองและพัฒนาลอจิกที่มควบคุมของระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังได้ ทั้งนี้ รายการที่ 2 ถึง 4 เป็นอุปกรณ์ที่จัดหาแยกต่างหากจากรายการที่ 1 สามารถใช้งานได้เป็นอิสระ ไม่ได้ประกอบรวมเป็นชุดเดียวกับชุดทดลองคอนเวอร์เตอร์แบบโมดูลาร์หลายระดับ

ประกอบด้วย

- 1) ชุดทดลองคอนเวอร์เตอร์แบบโมดูลาร์หลายระดับ (Modular Multilevel Converter Experimental System) จำนวน 1 ชุด
- 2) ชุดโพรบวัดสัญญาณและโพรบวัดกระแสไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
- 3) ระบบการจำลองฮาร์ดแวร์แบบเรียลไทม์ออนไลน์ (HIL/RCP) จำนวน 1 ชุด
- 4) ชุดควบคุมการทำงานของระบบแปลงพลังงานไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

2.2 คุณลักษณะเฉพาะ

2.2.1 ชุดทดลองเทคโนโลยีคอนเวอร์เตอร์แบบโมดูลาร์หลายระดับ (Modular Multilevel Converter Experimental System) จำนวน 1 ชุด

1) คุณลักษณะของชุดทดลองคอนเวอร์เตอร์แบบโมดูลาร์หลายระดับ (Modular Multilevel Converter Experimental System)

(1) เป็นชุดทดลองระบบคอนเวอร์เตอร์แบบโมดูลาร์หลายระดับสำหรับการใช้ในการศึกษาและพัฒนาระบบคอนเวอร์เตอร์กำลังในห้องปฏิบัติการ โดยเป็นระบบ Power Conversion ที่สามารถนำไปใช้งานและพัฒนาต่อยอดได้

(2) รองรับการใช้งานกับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 230/400 โวลต์

(3) รองรับกำลังของระบบประมาณ 5 ถึง 8 กิโลวัตต์ ภายใต้รูปแบบการใช้งานที่ระบุโดย

ผู้ผลิต

- (4) รองรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของระบบได้สูงสุดถึง 800 VDC
- (5) รองรับการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของโมดูลกำลังเพื่อใช้งานแบบ Full-Bridge ได้
- (6) ระบบรองรับ Modulation สำหรับ MMC และมีอัลกอริทึมสำหรับการจัดการและปรับสมดุลของระบบใน Firmware ตามที่ผู้ผลิตกำหนด
- (7) มีตัวอย่าง Control Code สำหรับใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบควบคุมระดับสูง

2) ชุดควบคุมแบบเวลาจริงสำหรับระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (Real-Time Rapid Prototyping Controller)

- (1) มีหน่วยประมวลผลแบบหลายแกน โดยมีความถี่ในการประมวลผลไม่น้อยกว่า 1.5 GHz
- (2) มีหน่วยประมวลผลชนิด FPGA สำหรับการประมวลผลและสร้างสัญญาณควบคุมความเร็วสูง
- (3) มีหน่วยความจำหลักชนิด DDR ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- (4) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ Solid State Drive ขนาดไม่น้อยกว่า 500 GB
- (5) มีช่องรับสัญญาณแอนะล็อกความละเอียดไม่น้อยกว่า 16 บิต และมีอัตราการสุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 20 MS/s
- (6) มีแบนด์วิธของช่องรับสัญญาณแอนะล็อกไม่น้อยกว่า 2.5 MHz
- (7) รองรับช่องสัญญาณ PWM สำหรับงานควบคุมระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง และมีความละเอียดเชิงเวลาไม่เกิน 250 ps
- (8) รองรับการสร้างสัญญาณ PWM ผ่านใยแก้วนำแสงที่ความยาวคลื่นประมาณ 650 nm สำหรับเชื่อมต่อกับโมดูลกำลัง
- (9) รองรับการเชื่อมต่อชุดควบคุมหลายชุดผ่านช่องสื่อสารแบบ Optical Link ที่มีอัตราการรับส่งข้อมูลไม่น้อยกว่า 40 Gbps
- (10) รองรับความถี่การควบคุมสูงสุดไม่น้อยกว่า 500 kHz ภายใต้เงื่อนไขที่ผู้ผลิตกำหนด
- (11) มีระบบ Fault Manager สำหรับรวบรวมและจัดการสัญญาณผิดปกติของระบบ
- (12) สามารถติดตั้งใน Rack มาตรฐานขนาด 19 นิ้ว และมีความสูงประมาณ 1U
- (13) รองรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าตั้งแต่ 90 ถึง 240 VAC
- (14) มีกำลังไฟฟ้าที่ใช้สูงสุดไม่เกิน 60 W
- (15) สามารถทำงานในช่วงอุณหภูมิอย่างน้อย 0 ถึง 40 °C
- (16) มีระดับการป้องกันของตัวอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า IP20

3) ชุดโมดูลสวิตซ์กำลังสำหรับคอนเวอร์เตอร์แบบหลายระดับ (Multilevel Power Submodule)

- (1) สามารถกำหนดการเชื่อมต่อให้ใช้งานได้ทั้งแบบ Half-Bridge และ Full-Bridge
- (2) รองรับแรงดัน DC Bus สูงสุดไม่น้อยกว่า 200 V
- (3) รองรับกระแสใช้งานโดยทั่วไปไม่น้อยกว่า 15 A ภายใต้เงื่อนไขการระบายความร้อนที่ผู้ผลิตกำหนด
- (4) ใช้อุปกรณ์สวิตซ์กำลังชนิด IGBT ที่มีพิคต Blocking Voltage ไม่น้อยกว่า 600 V
- (5) อุปกรณ์สวิตซ์กำลังรองรับกระแสแบบ Pulse ไม่น้อยกว่า 230 A ในช่วงเวลาประมาณ 1 ms
- (6) มีตัวเก็บประจุ DC Bus ภายในโมดูล โดยมีค่าความจุรวมไม่น้อยกว่า 5 mF
- (7) ตัวเก็บประจุ DC Bus รองรับแรงดันไม่น้อยกว่า 200 VDC

- (8) รองรับความถี่ Switching ได้ถึงไม่น้อยกว่า 50 kHz
- (9) มีช่องรับสัญญาณ Optical PWM สำหรับควบคุมสวิตช์กำลังภายในโมดูล
- (10) มีวงจรวัดแรงดันและกระแสติดตั้งอยู่ภายในโมดูล
- (11) มีระบบป้องกันแรงดันเกิน กระแสเกิน และอุณหภูมิเกิน
- (12) มี Galvanic Isolation ระหว่างวงจรควบคุมและวงจรกำลัง โดยมีระดับ Isolation สำหรับการทดสอบระยะสั้นไม่น้อยกว่า 1.5 kVpeak

- (13) รองรับ Maximum Working Isolation Voltage ไม่น้อยกว่า 560 Vpeak
- (14) วงจรวัดกระแสภายในมี Linear Range ไม่น้อยกว่า ± 37.5 A
- (15) วงจรวัดกระแสภายในมี Bandwidth ไม่น้อยกว่า 120 kHz
- (16) วงจรวัดแรงดันภายในมีช่วงวัดสูงสุดไม่น้อยกว่า 450 V
- (17) รองรับการจัดตั้งในระบบ Rack มาตรฐานขนาด 19 นิ้ว

4) ชุดตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าแบบแยกทางไฟฟ้า (Isolated Voltage Sensor)

- (1) รองรับช่วงการวัดแรงดันแบบ Linear ไม่น้อยกว่า ± 1000 Vpeak
- (2) สามารถวัดแรงดันสูงสุดก่อนเกิดการอิ่มตัวได้ไม่น้อยกว่า ± 1380 Vpeak
- (3) รองรับ Basic Isolation สำหรับแรงดัน AC ไม่น้อยกว่า 1500 Vrms
- (4) รองรับ Reinforced Isolation สำหรับแรงดัน AC ไม่น้อยกว่า 750 Vrms
- (5) มีค่าความไวในการวัดประมาณ 5 mV/V
- (6) มี Sensitivity Error โดยทั่วไปประมาณ 0.3% และไม่เกิน 0.9% ตามเงื่อนไขในเอกสารผู้ผลิต
- (7) มี Response Time ประมาณ 6.45 μ s
- (8) สามารถเลือก Bandwidth การวัดได้อย่างน้อย 100 kHz และ 10 kHz
- (9) มีสัญญาณ Output แบบ Differential ผ่านหัวต่อ RJ45
- (10) สามารถรับไฟเลี้ยง ± 15 V ผ่านหัวต่อสัญญาณได้
- (11) รองรับการจัดตั้งบนราง DIN ขนาด 35 mm

5) ชุดตรวจวัดกระแสไฟฟ้าแบบแยกทางไฟฟ้า (Isolated Current Sensor)

- (1) รองรับช่วงกระแสใช้งานแบบ RMS ไม่น้อยกว่า ± 25 Arms
- (2) สามารถวัดกระแสสูงสุดก่อนเกิด Clipping ได้ไม่น้อยกว่า ± 50 Apeak
- (3) มีค่าความไวในการวัดประมาณ 200 mV/A
- (4) มี Sensitivity Error โดยทั่วไปไม่เกินประมาณ $\pm 0.6\%$
- (5) มี Response Time โดยทั่วไปประมาณ 260 ns และไม่เกินไปประมาณ 280 ns
- (6) สามารถเลือก Bandwidth การวัดได้ไม่น้อยกว่า 1.5 MHz และ 150 kHz
- (7) มี Maximum Repetitive Peak Isolation Voltage ไม่น้อยกว่า 4.8 kVpeak สำหรับการทดสอบระยะสั้น
- (8) รองรับ Reinforced Isolation Working Voltage ไม่น้อยกว่า 550 Vrms
- (9) มี Output แบบ Differential ผ่านหัวต่อ RJ45
- (10) สามารถรับไฟเลี้ยง ± 15 V จากชุดควบคุมผ่านสายสัญญาณได้
- (11) สามารถใช้งานสำหรับ Monitoring, Scoping, Debug และ System Identification ได้

- (4) รองรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของระบบได้สูงสุดถึง 800 VDC
- (5) รองรับการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของโมดูลกำลังเพื่อใช้งานแบบ Full-Bridge ได้
- (6) ระบบรองรับ Modulation สำหรับ MMC และมีอัลกอริทึมสำหรับการจัดการและปรับสมดุลของระบบใน Firmware ตามที่ผู้ผลิตกำหนด
- (7) มีตัวอย่าง Control Code สำหรับใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบควบคุมระดับสูง

2) ชุดควบคุมแบบเวลาจริงสำหรับระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (Real-Time Rapid Prototyping Controller)

- (1) มีหน่วยประมวลผลแบบหลายแกน โดยมีความถี่ในการประมวลผลไม่น้อยกว่า 1.5 GHz
- (2) มีหน่วยประมวลผลชนิด FPGA สำหรับการประมวลผลและสร้างสัญญาณควบคุมความเร็วสูง
- (3) มีหน่วยความจำหลักชนิด DDR ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- (4) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ Solid State Drive ขนาดไม่น้อยกว่า 500 GB
- (5) มีช่องรับสัญญาณแอนะล็อกความละเอียดไม่น้อยกว่า 16 บิต และมีอัตราการสุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 20 MS/s
- (6) มีแบนด์วิธของช่องรับสัญญาณแอนะล็อกไม่น้อยกว่า 2.5 MHz
- (7) รองรับช่องสัญญาณ PWM สำหรับงานควบคุมระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง และมีความละเอียดเชิงเวลาไม่เกิน 250 ps
- (8) รองรับการสร้างสัญญาณ PWM ผ่านใยแก้วนำแสงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 650 nm สำหรับเชื่อมต่อกับโมดูลกำลัง
- (9) รองรับการเชื่อมต่อชุดควบคุมหลายชุดผ่านช่องสื่อสารแบบ Optical Link ที่มีอัตราการรับส่งข้อมูลไม่น้อยกว่า 40 Gbps
- (10) รองรับความถี่การควบคุมสูงสุดไม่น้อยกว่า 500 kHz ภายใต้เงื่อนไขที่ผู้ผลิตกำหนด
- (11) มีระบบ Fault Manager สำหรับรวบรวมและจัดการสัญญาณผิดปกติของระบบ
- (12) สามารถติดตั้งใน Rack มาตรฐานขนาด 19 นิ้ว และมีความสูงประมาณ 1U
- (13) รองรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าตั้งแต่ 90 ถึง 240 VAC
- (14) มีกำลังไฟฟ้าที่ใช้สูงสุดไม่เกิน 60 W
- (15) สามารถทำงานในช่วงอุณหภูมิอย่างน้อย 0 ถึง 40 °C
- (16) มีระดับการป้องกันของตัวอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า IP20

3) ชุดโมดูลสวิตชิงกำลังสำหรับคอนเวอร์เตอร์แบบหลายระดับ (Multilevel Power Submodule)

- (1) สามารถกำหนดการเชื่อมต่อให้ใช้งานได้ทั้งแบบ Half-Bridge และ Full-Bridge
- (2) รองรับแรงดัน DC Bus สูงสุดไม่น้อยกว่า 200 V
- (3) รองรับกระแสใช้งานโดยทั่วไปไม่น้อยกว่า 15 A ภายใต้เงื่อนไขการระบายความร้อนที่ผู้ผลิตกำหนด
- (4) ใช้อุปกรณ์สวิตชิงกำลังชนิด IGBT ที่มีพิคกิ้ง Blocking Voltage ไม่น้อยกว่า 600 V
- (5) อุปกรณ์สวิตชิงกำลังรองรับกระแสแบบ Pulse ไม่น้อยกว่า 230 A ในช่วงเวลาประมาณ 1 ms
- (6) มีตัวเก็บประจุ DC Bus ภายในโมดูล โดยมีค่าความจุรวมไม่น้อยกว่า 5 mF
- (7) ตัวเก็บประจุ DC Bus รองรับแรงดันไม่น้อยกว่า 200 VDC

- (2) ความต้านทานอินพุต (Input Resistance - R) เท่ากับ 50 M Ω
- (3) ความจุอินพุต (Input Capacitance - C) เท่ากับ 7.5 pF
- (4) แบนด์วิดท์ระบบ (Bandwidth at -3 dB) เท่ากับ 400 MHz
- (5) พิกัดแรงดันไฟฟ้า (Measurement Category II) แบบ rms เท่ากับ 1 kV
- (6) พิกัดแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (No Measurement Category) แบบ peak เท่ากับ 4 kV
- (7) ช่วงการชดเชย (Compensation Range) 10 pF - 25 pF
- (8) การเชื่อมต่ออินพุตของเครื่องมือวัด (Input Coupling of the Measuring Instrument)

เท่ากับ 1 M Ω AC / DC

(9) รองรับระบบ Read-Out เพื่อส่งค่าอัตราส่วนการลดทอนไปยังออสซิลโลสโคปโดยอัตโนมัติ

3) โพรบวัดกระแสไฟฟ้าสูงแบบโรโกวสกีคอยล์ (Rogowski Coil) จำนวน 2 เครื่อง

- (1) พิกัดกระแสสูงสุด (Peak Current) ไม่น้อยกว่า 120 A
- (2) แบนด์วิดท์ความถี่ (-3 dB) สูงสุดถึง 30 MHz
- (3) แรงดันไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Peak Voltage): 1.2 kV peak
- (4) Cut-off frequency (ความถี่คัทออฟ) เท่ากับ 32 Hz
- (5) Noise level (ระดับสัญญาณรบกวน) เท่ากับ 2 mV rms
- (6) di/dt (อัตราการเปลี่ยนแปลงกระแส) เท่ากับ 8 kA/us
- (7) ความไวในการวัด (Sensitivity) เท่ากับ 50 mV/A

2.2.3 ระบบการจำลองฮาร์ดแวร์แบบเรียลไทม์ออนไลน์ (HIL/RCP) จำนวน 1 ชุด

1) รายละเอียดและคุณลักษณะทั่วไป

- (1) เป็นแพลตฟอร์ม (platform) ระบบทดลองควบคุมความเร็วแบบหลายวัตถุประสงค์ (multi-purpose rapid control)
- (2) ที่ออกแบบมาใช้งานโดยเฉพาะสำหรับงานในสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ
- (3) สามารถเข้าถึงซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์ได้อย่างน้อย 1 เครื่องต่อผู้ใช้งาน หรือมากกว่า
- (4) มีระบบไลบรารี (library) สำหรับสร้างและประมวลผล (comply) การเข้ารหัส (coding)
- (5) บนการจำลองแบบเรียลไทม์ (real-time) หรือระบบที่ดีกว่า
- (6) มีระบบฮาร์ดแวร์ที่ใช้ตัวประมวลผลแบบทันเวลา (real-time) แบบสี่แกน (4-core) ที่ความเร็ว 1.5 GHz หรือดีกว่า
- (7) มีช่องต่ออินพุตและช่องต่อเอาต์พุตชนิดอนาล็อก (analog I/O channels) ไม่น้อยกว่า 32 ช่อง หรือมากกว่า
- (8) และช่องต่ออินพุตและช่องต่อเอาต์พุตชนิดดิจิทัล (digital I/O channels) ไม่น้อยกว่า 64 ช่อง หรือมากกว่า
- (9) โดยมีรูปแบบการต่อใช้งานในผ่านแผงตัวเชื่อมต่อ (interfacing panel) ลักษณะเข้าถึงง่าย และปลอดภัย

- (10) สามารถเขียนโปรแกรมการจำลอง (simulation) การทำงานครอบคลุมหัวข้อวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง
- (11) ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ ระบบอัตโนมัติ (automotive system)
- (12) และระบบการกระจายตัวกำลัง (power distribution system)
- (13) สามารถอินเตอร์เฟซ (interface) ได้ทั้ง Ethernet และ CAN bus หรือดีกว่า
- (14) สามารถทดสอบอัลกอริทึมควบคุม (control algorithm) ที่ใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์

2) รายละเอียดและคุณลักษณะทางเทคนิค

- (1) หน่วยประมวลผล : ZU9EG แบบ 4 แกน ความเร็ว 1.5 GHz หรือดีกว่า
- (2) ความเร็ว FPGA Simulation ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 4 ns step sizes
- (3) รองรับจำนวนอนาล็อกอินพุต ไม่น้อยกว่า 32 ช่อง
- (4) ความละเอียด (Resolutions) ของอนาล็อกอินพุต ไม่น้อยกว่า 16 บิต
- (5) รองรับอนาล็อกอินพุต ย่านอินพุต -10 ถึง 10 V และ -5 ถึง 5 V
- (6) รองรับอนาล็อกอินพุตแบบ Differential
- (7) อนาล็อกอินพุต มีความเร็วในการ sample rate สูงสุดที่ 2.5 Msps
- (8) อนาล็อกอินพุต ความต้านทานอินพุต $1\text{ M}\Omega$, 24 pF
- (9) จำนวนอนาล็อกเอาต์พุต ไม่น้อยกว่า 32 ช่อง
- (10) ความละเอียด (Resolutions) ของอนาล็อกเอาต์พุต ไม่น้อยกว่า 16 บิต
- (11) รองรับอนาล็อกเอาต์พุต ย่านอินพุต -10 ถึง 10 V , 0 ถึง 10 V , 0 ถึง 5 V และ -5 ถึง 5 V
- (12) จำนวนดิจิตอลอินพุต ไม่น้อยกว่า 64 ช่อง
- (13) รองรับแรงดันของดิจิตอลอินพุตแบบ Logic levels ที่ 3.3 V (5 V tolerant)
- (14) จำนวนดิจิตอลเอาต์พุต ไม่น้อยกว่า 64 ช่อง
- (15) รองรับแรงดันของดิจิตอลเอาต์พุตแบบ Logic levels ที่ 3.3 V และ 5V
- (16) จำนวน Resolver อินพุต/เอาต์พุต ไม่น้อยกว่า 2/2
- (17) พอร์ตเชื่อมต่อ แบบ Gigabit Ethernet ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- (18) พอร์ตเชื่อมต่อ แบบ CAN ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- (19) พอร์ตเชื่อมต่อ แบบ RS485 ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- (20) พอร์ตเชื่อมต่อ แบบ USB A ไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
- (21) พอร์ตเชื่อมต่อจอแสดงผล ไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต
- (22) มีหน่วยความจำภายใน 400 GB หรือดีกว่า

2.2.4 ชุดควบคุมการทำงานของระบบแปลงพลังงานไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด

1) เครื่องออกแบบระบบควบคุมระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังไฟฟ้า จำนวน 2 เครื่อง

- (1) มีหน่วยประมวลผลแบบ Xilinx Zynq XC7Z030-3FBG676E หรือดีกว่า
- (2) มีหน่วยประมวลผลแบบ Processing System Arm Cortex A9 หรือดีกว่า

- (3) หน่วยประมวลผล FPGA แบบ Kintex 7 125K หรือดีกว่า
- (4) มีหน่วยความจำ Flash 16 MB และ micro SD + eMMC 8 GB หรือมากกว่า
- (5) มีพอร์ตการสื่อสารแบบ Ethernet 1 Gbps หรือดีกว่า
- (6) มีช่องสัญญาณแบบ Analog Input ที่มีความละเอียด 16 bits จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ และมีอัตราการสุ่มตัวอย่างสูงสุด 2 Msps หรือมากกว่า
- (7) มีช่องสัญญาณแบบ PWM Output จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ และมีความเร็วสูงสุด 50Mbps หรือดีกว่า
- (8) มีช่องสัญญาณแบบ User High-speed I/Os FPGA Direct จำนวน 36 ช่องสัญญาณ หรือมากกว่า
- (9) มีพอร์ต GPI หรือ GPO แรงดัน 5 V หรือ 3.3 V จำนวน 8 ช่องสัญญาณหรือดีกว่า
- (10) มี Fault inputs / outputs แรงดัน 5 V จำนวน 1 ช่องสัญญาณหรือดีกว่า

2) ซอฟต์แวร์บล็อกเชนสำหรับเครื่องออกแบบระบบควบคุมระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลังไฟฟ้า จำนวน 2 ลิขสิทธิ์

- (1) มีบล็อก Analog to Digital converter
- (2) มีบล็อก Digital to Analog converter
- (3) มีบล็อก General-Purpose inputs
- (4) มีบล็อก General-Purpose outputs
- (5) มีบล็อก Input from sandbox
- (6) มีบล็อก Incremental Position Decoder
- (7) มีบล็อก Fault Feedback inputs
- (8) มีบล็อก Direct output PWM
- (9) มีบล็อก Space Vector PWM
- (10) มีบล็อก Programmed Patterns PWM

3) อุปกรณ์ประกอบ

- (1) สายเชื่อมต่อ Plastic optical fiber ความยาว 2 เมตร จำนวน 16 เส้น
- (2) สายเชื่อมต่อ RJ45 ความยาว 2 เมตร จำนวน 16 เส้น

3. ข้อกำหนดอื่นๆ

- 3.1 ให้ผู้ขายจัดทำเป็นโต๊ะพร้อมประกอบอุปกรณ์ดังกล่าว สำหรับการศึกษา ทดสอบ เรียนรู้ ชุดปฏิบัติการเรียนรู้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สำหรับระบบพลังงานหมุนเวียน
- 3.2 ติดตั้งเครื่องพร้อมสอนการใช้งานจนสามารถปฏิบัติงานได้
- 3.3 รับประกันคุณภาพเครื่องมือ 1 ปี
- 3.4 ตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องทุก 6 เดือน ในระยะเวลารับประกัน
- 3.5 คู่มือการใช้งานฉบับภาษาอังกฤษเป็นไฟล์ดิจิทัล จำนวน 1 ชุด
- 3.6 ระยะเวลาส่งมอบ 180 วัน
- 3.7 ผู้ที่ได้รับคัดเลือกต้องเป็นผู้ดำเนินการตีหมายเลขครุภัณฑ์ และถ่ายรูปภาพครุภัณฑ์ตามที่สถาบันกำหนด หลังจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ทำการตรวจรับพัสดุเรียบร้อยแล้ว และจัดส่งให้งานพัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ด้วย
- 3.8 การจัดซื้อจัดจ้างครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2570 มีผลใช้บังคับและได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2570 จากสำนักงบประมาณแล้ว และกรณีที่หน่วยงานของรัฐไม่ได้รับจัดสรรงบประมาณเพื่อการจัดซื้อจัดจ้างในครั้งดังกล่าว หน่วยงานของรัฐสามารถยกเลิกการจัดซื้อจัดจ้างได้
- 3.9 วงเงินงบประมาณในการจัดซื้อ 8,900,000.- บาท (แปดล้านเก้าแสนบาทถ้วน)
- 3.10 สาธารณชนที่ต้องการเสนอแนะ วิจารณ์ หรือมีความเห็น ต้องเปิดเผยชื่อและที่อยู่ของผู้ให้ข้อเสนอแนะ วิจารณ์ หรือมีความเห็นด้วย
- 3.11 สถานที่ติดต่อเพื่อขอทราบข้อมูลเพิ่มเติม และส่งข้อเสนอแนะ วิจารณ์ หรือแสดงความคิดเห็น สามารถส่งข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ วิจารณ์เกี่ยวกับร่างขอบเขตของงานนี้ได้ที่ สำนักงานพัสดุ สำนักงานอธิการบดี โทรศัพท์ 0-2329-8124, E-mail : pasadu@kmitl.ac.th, เว็บไซต์ : <https://www.kmitl.ac.th/th/procurement> จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดดำเนินการ

4. สถานที่ติดตั้ง

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ



(ผศ.ดร.ธีรพล โพธิ์พงษ์วัฒน์)

ตำแหน่ง อาจารย์

เห็นชอบรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ



(ผศ.ดร.ธีรพล โพธิ์พงษ์วัฒน์)

ตำแหน่ง อาจารย์

เห็นชอบรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ



(ดร.ปัญญวีร์ ฉายศิริ)

ตำแหน่ง อาจารย์

เห็นชอบรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ



(นายสุวิทย์ ผ่องสวัสดิ์)

ตำแหน่ง นักวิจัย