

ขอบเขตของงาน หรือ รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

(Terms of Reference : TOR)

ชื่อรายการ ชุดเรียนรู้ระบบจัดการพลังงานจากแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 1 ชุด

1. ความเป็นมา

ในการพัฒนาทักษะนักศึกษาและสนับสนุนการวิจัยของคณาจารย์ โดยเฉพาะในด้านระบบการจัดการพลังงานจากแบตเตอรี่ที่ใช้ขับเคลื่อนรถยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ Thailand 4.0 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาอุตสาหกรรมด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมขั้นสูง นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมวิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ในการเป็นผู้นำด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมและการพัฒนาที่ยั่งยืนเพื่อเตรียมบุคลากรที่มีศักยภาพเข้าสู่อุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า อุตสาหกรรมการจัดการพลังงาน และอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และการควบคุม ฉะนั้นแล้วจึงมีความจำเป็นในการจัดซื้อครุภัณฑ์ชุดเรียนรู้ระบบจัดการพลังงานจากแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อให้นักศึกษามีโอกาสเรียนรู้ผ่านการใช้งานเครื่องมือจริงในการออกแบบอุปกรณ์ การควบคุม และ การเชื่อมต่อระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้า ที่สามารถเห็นกระบวนการทำงานจริงของระบบที่บูรณาการเข้าด้วยกัน ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและมีประสิทธิภาพมากขึ้น นักศึกษาจะได้รับทักษะการออกแบบ การควบคุมผ่านการเขียนโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ และการบูรณาการระบบขับเคลื่อนเข้ากับระบบจัดการพลังงานในรถยนต์ไฟฟ้า ที่สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ซึ่งจะช่วยเตรียมความพร้อมให้แก่นักศึกษาในการเข้าสู่ตลาดแรงงานที่มีการแข่งขันสูง

2. วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะการขับเคลื่อนมอเตอร์และทักษะด้านระบบจัดการพลังงานจากแบตเตอรี่ สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ เช่น รถยนต์ไฟฟ้า (EV) เป็นต้น ได้นำทฤษฎีที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ออกแบบระบบควบคุมในการจัดการพลังงานสำหรับแบตเตอรี่ รวมถึงการต่อวงจรแบตเตอรี่ ระบบการชาร์จ (charge) และการป้องกัน (protection) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง และทดสอบกับการทำงานที่ใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์จริง นอกจากนี้เสริมสร้างความรู้และประสบการณ์ด้านการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการจัดการแหล่งพลังงานไฟฟ้าและการเขียนโปรแกรมพื้นฐานสำหรับการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์กับเพื่อใช้ในการควบคุมยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ ซึ่งจะช่วยเตรียมความพร้อมให้นักศึกษาเข้าสู่ตลาดแรงงานที่ต้องการบุคลากรที่มีทักษะด้านเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ พร้อมทั้ง เพื่อสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาของคณาจารย์ในด้านการสร้างสรรค์เทคโนโลยีและนวัตกรรมยานยนต์สมัยใหม่ และสนับสนุนการทำงานร่วมกันระหว่างมหาวิทยาลัยและภาคอุตสาหกรรมในการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่สอดคล้องกับความต้องการของประเทศ

3. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

1. มีความสามารถตามกฎหมาย
2. ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
3. ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
4. ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
5. ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหารผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
6. มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
7. เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุ ดังกล่าว

8. ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอ ให้แก่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ธรรมศาสตร์ ณ วันยื่นข้อเสนอ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการยื่นข้อเสนอครั้งนี้
9. ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่ง
ให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
10. อื่น ๆ

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะดำเนินการจัดซื้อ
(ตามเอกสารแนบท้าย)

5. กำหนดเวลาส่งมอบและสถานที่ส่งมอบพัสดุ

ผู้ขายจะต้องเสนอกำหนดเวลาส่งมอบพัสดุไม่เกิน.....180.....วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาหรือข้อตกลง ณ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และการส่งมอบสิ่งของตามสัญญาหรือข้อตกลงนี้ ไม่ว่าจะเป็นการส่งมอบ
เพียงครั้งเดียว หรือส่งมอบหลายครั้ง ผู้ขายจะต้องแจ้งกำหนดเวลาส่งมอบแต่ละครั้งโดยทำเป็นหนังสือนำไปยื่นต่อผู้ซื้อ ณ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ในวันและเวลาทำการของผู้ซื้อ ก่อนวันส่งมอบไม่น้อยกว่า.....3.....(สาม) วันทำการ ของผู้ซื้อ

6. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

- (✓) หลักเกณฑ์ราคา
() หลักเกณฑ์ราคาประกอบเกณฑ์อื่น

7. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับจัดสรร

วงเงินงบประมาณ.....2,057,500.00.....บาท (.....สองล้านห้าหมื่นเจ็ดพันห้าร้อยบาทถ้วน.....)

แหล่งเงินงบประมาณ (✓) งบคลัง () กองทุนค่าธรรมเนียมฯ () รายได้คณะฯ ประจำปี 2569

8. งานดูงานและการจ่ายเงิน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จะจ่ายค่าสิ่งของซึ่งได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม (ถ้ามี) ให้แก่ผู้ขาย เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบสิ่งของ
ครบถ้วนตามสัญญาหรือข้อตกลงและคณะกรรมการได้ทำการตรวจรับมอบสิ่งของไว้เรียบร้อยแล้ว

9. ค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งของภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญาผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ เป็นรายวันอัตราร้อยละ0.20..... (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้ส่งมอบ

10. การกำหนดระยะเวลาการรับประกันความชำรุดบกพร่อง (ถ้ามี)

ผู้เสนอราคาจะต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องของสิ่งของที่เกิดขึ้นภายในระยะเวลา.....1.....ปี นับถัดจากวันที่
คณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ตรวจรับพัสดุได้ทำการตรวจรับพัสดุเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และหากมีเหตุชำรุดบกพร่องหรือ
เสียหายเกิดขึ้นภายในกำหนดระยะเวลาการรับประกัน ผู้ขายต้องรีบทำการแก้ไขให้เป็นที่เรียบร้อยแล้วโดยไม่ชักช้า หากสิ่งของ
ตามสัญญาหรือข้อตกลงนี้เกิดชำรุดบกพร่องหรือขัดข้องอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติ ผู้ขายจะต้องจัดการซ่อมแซมหรือ
แก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดังเดิม ภายใน ...7... (เจ็ด) วันทำการ นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งจากผู้ซื้อ โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย
ใด ๆ ทั้งสิ้น หากผู้ขายไม่จัดการซ่อมแซมหรือแก้ไขภายในกำหนดเวลาดังกล่าว ผู้ซื้อจะมีสิทธิที่จะทำการนั้นเองหรือจ้างผู้อื่นให้
ทำการนั้นแทนผู้ขาย โดยผู้ขายต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

(ลงชื่อ).....ผู้จัดทำร่างฯ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา เปรมปราณีรัชต์)

(เอกสารแนบท้าย ข้อ 4)

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

1. ชุดเรียนรู้ระบบจัดการพลังงานจากแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 1 ชุด ประกอบด้วย

1.1 ชุดทดสอบระบบการจัดการแบตเตอรี่ Master Control Unit (MCU) จำนวน 1 ตัว รายละเอียดดังนี้

- 1.1.1 สามารถรองรับแรงดันเพาเวอร์ซัพพลาย ได้ 6 ถึง 35 โวลต์ หรือดีกว่า
- 1.1.2 สามารถเชื่อมต่อ ชุด Cell Monitoring Unit (CMU) ได้ 1 ถึง 32 ตัว หรือมากกว่า
- 1.1.3 สามารถเชื่อมต่อแบตเตอรี่จำนวนเซลล์แบบอนุกรมสำหรับระบบทั้งหมด ได้ 384 Cell หรือมากกว่า
- 1.1.4 รองรับแรงดันสูงในการวัดได้ 0 ถึง 1000 VDC หรือดีกว่า
- 1.1.5 ความแม่นยำการวัดแรงดันสูง ± 1 VDC หรือดีกว่า
- 1.1.6 ช่วงการวัดกระแสอินพุต Shunt ± 150 mV หรือดีกว่า
- 1.1.7 ความแม่นยำช่วงการวัดกระแสอินพุต Shunt ± 1.0 mV -40 - 85°C
- 1.1.8 ช่วงการวัดกระแสอินพุต (เซ็นเซอร์ Hall effect) 0.0 – 5.0 V, 0.0 -2.5 V current in, 2.5 V ถึง 5.0 V current out หรือดีกว่า

- 1.1.9 ความแม่นยำช่วงการวัดกระแสอินพุต (เซ็นเซอร์ Hall effect) ± 1.5 mV ในช่วง -40 - 85°C

หรือดีกว่า

- 1.1.10 ความแม่นยำของอุณหภูมิ $\pm 1^\circ\text{C}$ ในช่วง -40 - 85°C หรือดีกว่า

- 1.1.11 ระดับการตรวจจับสนิมการรั่วไหล (การรั่วไหล) ของกราวด์ 250/500/1000 Ω/V ระหว่างกราวด์

และ HV+/- หรือดีกว่า

- 1.1.12 รองรับอินเทอร์เฟซการสื่อสาร master-slave แบบ isoSPI หรือดีกว่า

- 1.1.13 รองรับการสื่อสารประเภท CAN 2.0A/B 11 bit and 29 bit Ids หรือดีกว่า

- 1.1.14 รองรับความเร็ว CAN 125, 250, 500, 1k kbit/sec หรือดีกว่า

- 1.1.15 มีจำนวนพอร์ต CAN 2 ช่อง โดย 1 ช่อง isolated CAN, 1 ช่อง non-isolated CAN หรือดีกว่า

- 1.1.16 มี GPIO ภายนอก 16 (Active Low) หรือดีกว่า

- 1.1.17 มีอินเทอร์เฟซควบคุมเครื่องชาร์จ แบบ CAN หรือดีกว่า

1.2 ชุด Cell Monitoring Unit (CMU) จำนวน 2 ชุด รายละเอียดดังนี้

1.2.1 ชุด Cell Monitoring Unit (CMU) รองรับจำนวนเซลล์ต่อหน่วยได้ 4-12 เซลล์ (ขั้นต่ำ 12 V เพื่อจ่ายพลังงานให้กับ CMU) หรือมากกว่า

- 1.2.2 แรงดันเซลล์ที่ตรวจจับสนิมได้ในช่วง 0 - 5 VDC หรือดีกว่า

- 1.2.3 มีจำนวนเซ็นเซอร์อุณหภูมิต่อหน่วยอย่างน้อย 4 ตัว

- 1.2.4 กระแสสมมูลของเซลล์อย่างน้อย 200 mA ที่แรงดันไฟฟ้าแต่ละเซลล์ 4.2 V

- 1.2.5 เวลาสุ่มตัวอย่างแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ไม่เกิน 100 ms

- 1.2.6 ความแม่นยำของแรงดันไฟฟ้าเซลล์เดี่ยว ± 1.6 mV at 25°C หรือดีกว่า

- 1.2.7 ช่วงการวัดอุณหภูมิ -40 ถึง +85°C หรือดีกว่า

- 1.2.8 ความแม่นยำของอุณหภูมิเซลล์ $\pm 2^\circ\text{C}$ ในช่วง -40-0°C และ $\pm 1^\circ\text{C}$ ในช่วง 0 - 40°C และ $\pm 2^\circ\text{C}$

ในช่วง 40 - 85°C

1.3 ชุดแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 48 โวลต์ จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้

- 1.3.1 มีขนาดความจุต่อก้อนไม่น้อยกว่า 4000mAh หรือสูงกว่า

- 1.3.2 แรงดันต่อก้อน 3.2 โวลต์หรือสูงกว่า



- 1.3.3 เป็นชนิด Lithium LiFePO4 หรือ Lithium ion หรือดีกว่า

1.4 ชุดชาร์จแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้

- 1.4.1 มีพอร์ตเชื่อมต่อสื่อสาร แบบ CAN หรือดีกว่า
1.4.2 มีไฟ LED แสดงสถานะสำหรับการชาร์จและข้อผิดพลาด หรือ ระบบเทียบเท่า
1.4.3 มีระบบระบายความร้อน
1.4.4 มีระบบป้องกันระดับ IP67
1.4.5 สามารถใช้แรงดันอินพุต 220 VAC
1.4.6 สามารถใช้ความถี่ในการใช้งาน 50 Hz

1.5 ชุดโหลดการทดสอบอุปกรณ์ทางด้านยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด รายละเอียดดังนี้

- 1.5.1 มอเตอร์ไฟฟ้าแบบดีซีบัสเลส ขนาดแรงดันไม่น้อยกว่า 48 V กระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 10 A กำลังไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 1.5 kW
1.5.2 กล่องควบคุมบัสเลสไม่น้อยกว่า 10 A
1.5.3 มีคันเร่งเท้า จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
1.5.4 มีคันเร่งมือ จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
1.5.5 มีชุดเบรกเท้า จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด

2. ชุดออกแบบระบบควบคุม

จำนวน 1 ชุด

ชุดออกแบบระบบควบคุมจะเครื่องมือที่ระบบห้องปฏิบัติการที่มีขนาดขนาดกะทัดรัดสำหรับการสร้างต้นแบบการควบคุมอย่างรวดเร็วและการใช้งานฮาร์ดแวร์อินเดอะลูป (HIL) ที่มีประสิทธิภาพและความคล่องตัวสูง โดยสามารถใช้งานกับโปรแกรมควบคุมแบบกราฟฟิกลักษณะเช่น MATLAB/Simulink เป็นต้น ได้อย่างง่ายดาย เช่น สำหรับการจำลองมอเตอร์ไฟฟ้า มีชุดอินเทอร์เฟซ I/O ที่ครอบคลุมทุกความต้องการสำหรับวิศวกรควบคุมหรือการทดสอบที่ต้องการสร้างต้นแบบอัลกอริทึมของผู้ใช้งาน นอกจากนี้ระบบควบคุมควรมี FPGA ที่ผู้ใช้ตั้งโปรแกรมได้สำหรับลูปควบคุมที่รวดเร็วยิ่งขึ้น หรือแบบจำลองการจำลองที่มีความต้องการและแม่นยำที่สุด มีซอฟต์แวร์สามารถเข้าถึงสัญญาณโมเดลเพื่อจุดประสงค์ด้านการแสดงผลและการวัดผล

ชุดออกแบบระบบควบคุม จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนทำการตั้งค่าการควบคุม การทดสอบ หรือการวัดผลได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย มีช่อง I/O มากกว่า 100 ช่องในประเภทต่าง ๆ ทำให้ระบบควบคุมจะเป็นระบบบนเนกประสงค์ที่ไม่เพียงแต่สามารถใช้ได้ในด้านการวิจัยและพัฒนาเมคคาทรอนิกส์เท่านั้น แต่ยังมีวัตถุประสงค์ในการทดสอบทุกได้ประเภท เช่น การพัฒนาระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า, การพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง, พลังงานทดแทน, การบินและอวกาศ, วิทยาการหุ่นยนต์, วิศวกรรมการแพทย์ เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) และ ซอฟต์แวร์ (Software) ดังต่อไปนี้

2.1 คุณลักษณะทางเทคนิคด้านฮาร์ดแวร์

- 2.1.1 มีโปรเซสเซอร์แบบเรียลไทม์ Intel Core i3 เจนเนอเรชัน 9, RAM 8 GB DDR4 โปรเซสเซอร์การสื่อสารโฮสต์ ARM® Cortex®-A9, 2x 1.2 GHz, 512MB DDR4 RAM หรือดีกว่า
2.1.2 มีชุด AMD® Kintex® UltraScale+ XCKU15P, 125 MHz ประกอบติดตั้งภายในฮาร์ดแวร์ หรือดีกว่า
2.1.3 สามารถเชื่อมต่อ Communication interfaces ได้หลายรูปแบบ ดังนี้
2.1.4 มีพ็อตอินเทอร์เฟซโฮสต์ Host interface: Integrated 1 Gb Ethernet host interface หรือดีกว่า
2.1.5 มีพ็อตอินเทอร์เฟซ I/O แบบเรียลไทม์ของอีเทอร์เน็ต : low-latency 10 Gb Ethernet interfaces หรือดีกว่า จำนวนอย่างน้อย 2 พ็อต
2.1.6 มีพ็อต USB 2.0 interface หรือดีกว่า สำหรับการบันทึกข้อมูลและเป็นที่จัดเก็บข้อมูลสำหรับแอปพลิเคชันแบบเรียลไทม์ จำนวนอย่างน้อย 1 พ็อต

- 2.1.7 มีพ็อต CAN interface: CANFD Signal Improvement Capability (SIC) หรือดีกว่า จำนวนอย่างน้อย 4 พ็อต
- 2.1.8 มีพ็อต LIN interface หรือดีกว่า จำนวนอย่างน้อย 4 พ็อต
- 2.1.9 มีพ็อต Serial interface : UART interfaces supporting RS232, RS422, หรือ RS485 หรือดีกว่า จำนวนอย่างน้อย 2 พ็อต
- 2.1.10 มีพ็อต IOCNet interface หรือดีกว่า จำนวนอย่างน้อย 1 พ็อต
- 2.1.11 มีพ็อต High-speed serial: อินเทอร์เฟซ Multi-Gigabit- Transceiver (MGT) เชื่อมต่อกับ GTY-Transceivers ของ FPGA หรือดีกว่า จำนวนอย่างน้อย 1 พ็อต
- 2.1.12 มีนาฬิกาอินพุต ขนาด 16-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 24 channels, 2 MS/s, รองรับแรงดัน -10 ถึง 10V, differential หรือดีกว่า
- 2.1.13 มีนาฬิกาอินพุต ขนาด 16-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 6 channels, 5 MS/s, รองรับแรงดัน -10 ถึง 10V, differential หรือดีกว่า
- 2.1.14 มีนาฬิกาอินพุต ขนาด 16-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 2 channels, 5 MS/s, รองรับแรงดัน -10 ถึง 10V, differential สำหรับโหลด load resistor หรือดีกว่า
- 2.1.15 มีนาฬิกาเอาต์พุตขนาด16-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 14 channels, 2.5 MS/s, ground-based, รองรับแรงดันครอบคลุมช่วง -10 ถึง 10 V หรือดีกว่า
- 2.1.16 มีนาฬิกาเอาต์พุตขนาด16-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 2 channels, 5 MS/s, ground-based, รองรับแรงดันครอบคลุมช่วง -10 ถึง 10 V หรือดีกว่า
- 2.1.17 มีดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต 48 bidirectional
- 1) คุณลักษณะอินพุต: ช่วงแรงดันไฟฟ้า 0 - 35V, configurable threshold, ความถี่อินพุต 20 MHz, ความกว้างพัลส์ขั้นต่ำ 25ns หรือดีกว่า
 - 2) คุณลักษณะเอาต์พุตเอาต์พุต: แรงดันไฟฟ้า 3.3/5V, ความถี่เอาต์พุต 20 MHz, ความกว้างพัลส์ขั้นต่ำ 25ns, ซิดจัมกักระแสเอาต์พุต 40mA หรือดีกว่า
- 2.1.18 มีดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต 12 bidirectional
- 1) คุณลักษณะอินพุต: ช่วงแรงดันไฟฟ้า -5V ถึง +5V, ความถี่อินพุต 20 MHz, ความกว้างพัลส์ขั้นต่ำ 25ns หรือดีกว่า
 - 2) คุณลักษณะเอาต์พุต: ช่วงแรงดันไฟฟ้า 1.5V ถึง 3.3V, ความถี่เอาต์พุต 20MHz, ความกว้างพัลส์ขั้นต่ำ 25ns หรือดีกว่า
- 2.1.19 รองรับอินพุต/เอาต์พุต สำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้างานนี้
- PWM/PFM In/Out รองรับอย่างน้อย 48 Channels หรือดีกว่า
 - Block-Commutated PWM Out รองรับอย่างน้อย 2 Channel หรือดีกว่า
 - Space Vector PWM In/Out รองรับอย่างน้อย 2 Channel หรือดีกว่า
 - Hall Encoder In รองรับอย่างน้อย 2 Channel หรือดีกว่า
 - Digital Incremental Encoder In/Out รองรับอย่างน้อย 2 Channel หรือดีกว่า
 - Sine Encoder In รองรับอย่างน้อย 2 Channel หรือดีกว่า
 - Resolver In รองรับอย่างน้อย 2 Channel หรือดีกว่า
 - SSI Master / BISS รองรับอย่างน้อย 2 Channel หรือดีกว่า
 - EnDat Master รองรับอย่างน้อย 2 Channel หรือดีกว่า
 - Digital Pulse Capture รองรับอย่างน้อย 2 Channel หรือดีกว่า
 - Digital Pulse Out รองรับอย่างน้อย 48 Channel หรือดีกว่า
 - SENT In/Out รองรับอย่างน้อย 2 Channel หรือดีกว่า



- SPI Master รองรับอย่างน้อย 2 Channel หรือดีกว่า
- 2.1.20 มีแหล่งจ่ายไฟ Sensor supply ได้อย่างน้อย 1 channel ขนาดแรงดัน 5 V รองรับกระแส 500 mA หรือดีกว่า
- 2.1.21 มีแหล่งจ่ายไฟ Sensor supply ได้อย่างน้อย 1 channel ขนาดแรงดัน 12 V รองรับกระแส 500 mA หรือดีกว่า
- 2.1.22 สามารถแสดงสถานะการทำงาน ผ่านทาง Programmable status LEDs ได้หรือดีกว่า
- 2.1.23 ลักษณะเครื่องแบบ Top Panel สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในผ่านทาง Connector แบบต่าง ๆ ได้อย่างน้อยดังนี้

- Sub-D 50 Input/Output connectors อย่างน้อย 2 ช่อง
- BNC Input/Output connectors อย่างน้อย 48 ช่อง
- Sub-D 9 Input/Output connectors อย่างน้อย 4 ช่อง
- RJ45 Ethernet connectors อย่างน้อย 3 ช่อง
- USB Type A อย่างน้อย 1 ช่อง
- banana connectors for sensor supply อย่างน้อย 2 ช่อง
- SFP (IOCNet, optical) อย่างน้อย 1 ช่อง
- QSFP (MGT, optical) อย่างน้อย 1 ช่อง

2.2 คุณลักษณะเฉพาะด้านซอฟต์แวร์ ใช้งานร่วมกับชุดออกแบบระบบควบคุม จำนวน 1 license

2.2.1 คุณสมบัติทางด้านซอฟต์แวร์กราฟฟิกในการกำหนดค่า Input/ Output (I/O) ในการเชื่อมต่อ มีกราฟฟิกในการกำหนดค่า I/O และเชื่อมต่อของฟังก์ชันของ I/O เข้ากับโมเดล โดยสามารถจัดการ เส้นทางสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ภายนอก (เช่น ECU หรือโหนด) กับ I/O หรือโมเดล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1.1 มีฟังก์ชันการกำหนดค่าแบบกราฟิก สามารถเชื่อมต่อฟังก์ชันของ I/O เข้ากับพอร์ตของโมเดล

2.2.1.2 สามารถกำหนดค่า I/O ได้ 100 ฟังก์ชันหรือมากกว่า

2.2.1.3 มีโทโพโลยีโมเดล สำหรับอธิบายพอร์ตของโมเดลที่นำเข้ามาทั้งหมด

2.2.1.4 สามารถกำหนดทรัพยากรฮาร์ดแวร์ โดยเชื่อมต่อกับแต่ละฟังก์ชัน I/O

2.2.1.5 รองรับใช้งานกับโปรแกรมระบบควบคุมได้ เช่น MATLAB/Simulink/Stateflow เป็นต้น มีหน่วยจำลองการทำงาน (FMUs) และ virtual ECU หรือดีกว่า

2.2.1.6 รองรับซอฟต์แวร์เสริมที่เชื่อมต่อกับพ็อต CAN Module สำหรับกำหนดค่าการจำลอง บัส CAN และ CAN FD หรือมากกว่า

2.2.1.7 มีซอฟต์แวร์เสริม ที่สามารถแบ่งโมเดลออกจากกัน เพื่อแยกไปทำงานบนแต่ละ core ของโปรเซสเซอร์ และสามารถกำหนดค่าการสื่อสารระหว่างโมเดลเหล่านั้นได้

2.2.1.8 มีซอฟต์แวร์เสริม ที่มีเครื่องมือในการแยกแบบจำลองสำหรับใช้ในกรณีที่มีโมเดลเดียว สำหรับแอปพลิเคชันทั้งหมด โดยเครื่องมือในการแยกแบบจำลอง ใช้เพื่อระบุ Subsystem ใดที่จะคำนวณร่วมกันบน core ใดของโปรเซสเซอร์ จากนั้นโมเดลจะถูกแบ่งออกเป็นไฟล์โมเดลที่แยกจากกันโดยอัตโนมัติ โดยการสื่อสารระหว่างโมเดลจะถูกโอนโดยอัตโนมัติด้วยซอฟต์แวร์เสริมนี้

2.2.2 คุณสมบัติทางด้านซอฟต์แวร์สำหรับอินเทอร์เฟซ

เป็นซอฟต์แวร์ที่รวมฟังก์ชันการทำงานที่มักต้องการเครื่องมือพิเศษหลายอย่าง ให้การเข้าถึงแพลตฟอร์ม สามารถทำการวัดสอบเทียบและวินิจฉัยใน ECU ได้เช่นผ่านอินเทอร์เฟซ ASAM มาตรฐาน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.2.1 มีแถบจัดการโปรเจกต์และการทดลอง

- 2.2.2.2 สามารถวัดสัญญาณและแสดงผลของการทดลอง
- 2.2.2.3 สามารถวัดสัญญาณตามเวลาได้
- 2.2.2.4 สามารถแสดงกราฟแบบสองแกนได้
- 2.2.2.5 รองรับการทำการแสดงผลจาก VEOS หรือ SCALEXIO
- 2.2.2.6 สามารถแสดงแผนที่เพื่อแสดงค่าจาก GPS ได้
- 2.2.2.7 มี Measurement Data Pool

2.2.3 คุณสมบัติทางด้านซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการโมดูล

โมดูลส่วนประกอบที่ช่วยจัดการกับประเภทต่าง ๆ ของข้อมูลสำหรับทุกแพลตฟอร์มในโปรเจค: CAN และ CAN FD messages (รวมถึง J1939), LIN ,เฟรมอีเธอร์เน็ตและ FlexRay PDUs ที่กำหนดค่าด้วย Bus Manager, RTI CAN MultiMessage Blockset, RTI LIN MultiMessage Blockset หรือ dSPACE FlexRay Configuration Package

2.2.3.1 รองรับ CAN , CAN FD, LIN, FlexRay และ Ethernet หรือดีกว่า

2.2.3.2 รองรับฮาร์ดแวร์ dSPACE, dSPACE VEOS, PC bus interfaces (โดย dSPACE, Vector และ Kvaser), และ Ethernet interfaces of PCs หรือดีกว่า

2.2.3.3 สามารถใช้ดู RX messages, เฟรมและ PDUs ตลอดจนกำหนดค่าและทริกเกอร์ TX messages, เฟรมและ PDU (สำหรับ CAN, CAN FD, LIN, FlexRay และอีเธอร์เน็ต)

2.2.3.4 สามารถแสดงและบันทึกข้อมูลบัส (CAN, LIN และอีเธอร์เน็ต)

2.2.3.5 สามารถเล่นซ้ำการติดต่อสื่อสารของ CAN/CAN FD bus ที่ถูกทำการบันทึกไว้

2.2.3.6 ช่วยในการสร้างเครื่องมือและควบคุมแบบอัตโนมัติสำหรับการแสดงผล, บันทึก และ

อ่านค่า

2.2.3.7 สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลระหว่างข้อมูลฐานสลิปกับฐานสลิปหก

2.2.3.8 สามารถกำหนดช่วงเวลาในการแสดงผล

2.2.3.9 สามารถวิเคราะห์บัสได้อย่างครอบคลุม (bus load, frame count) และการบันทึกข้อมูลทางสถิติของค่าบัสสำหรับ CAN, CAN FD และ LIN บน SCALEXIO และ VEOS

2.2.3.10 สามารถแสดงค่าบัสผ่านเครื่องมือ: Wireshark decoder support

2.2.3.11 สามารถเล่นซ้ำการติดต่อสื่อสารของอีเธอร์เน็ต (รองรับ SCALEXIO, MicroAutoBox III, VEOS, and PC based interfaces หรือดีกว่า)

2.2.4 คุณสมบัติทางด้านซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการบัส

สำหรับตั้งค่าการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ เพื่อทดสอบการทำงานของการทำงานของการสื่อสารแบบบัส(Bus Communication)

2.2.4.1 โปรแกรมจะต้องรองรับการตั้งค่าการสื่อสารโดยใช้ CAN/CAN FD/ LIN หรือดีกว่า

2.2.4.2 สามารถใช้งานร่วมกับ dSPACE SCALEXIO , MicroAutoBox III หรือ ใช้งานบนคอมพิวเตอร์ PC ผ่านทาง โปรแกรม VEOS ได้ หรือดีกว่า

2.2.4.3 สามารถการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ โดยวิธีการ drag & drop ได้

2.2.4.4 รองรับ Metrics ของการสื่อสารโดยใช้ AUTOSAR system description files, FIBEX, DBC, and LDF files ได้ หรือดีกว่า

2.2.4.5 รองรับการสื่อสารแบบ end-to-end protection, PDU containers, secure onboard communication, หรือดีกว่า

2.2.4.6 รองรับมาตรฐาน J1939 สำหรับการสื่อสารผ่านทาง CAN Bus หรือดีกว่า

2.2.4.7 สามารถเข้าถึงค่าการสื่อสารแบบเดี่ยว (Single Value) จาก Isignal ได้ หรือดีกว่า

2.2.4.8 สามารถอนุญาตให้ ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขค่า ข้อมูลของการสื่อสารได้

2.2.4.9 สามารถเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ใน PDU ได้ หรือดีกว่า

2.2.4.10 สามารถดูค่าของ PDU ฝั่งรับข้อมูลได้ หรือดีกว่า

2.2.4.11 สามารถดูค่าขนาดของ Payload ของ CAN frame ได้ หรือดีกว่า

2.2.4.12 สามารถยกเลิกการส่งข้อมูลในแต่ละ frame ได้

2.2.5 บล็อกการเขียนโปรแกรม FPGA

FPGA Programming Blockset เป็นชุดบล็อก Simulink สำหรับการใช้โมเดล FPGA ที่สร้างด้วยระบบ dSPACE โดยใช้ Xilinx Vitis™ Model Composer HDL Library ซึ่งเป็น Xilinx System Generator Block set เดิม มีบล็อกสำหรับการใช้อินเทอร์เฟซระหว่าง FPGA ที่ติดตั้งบนบอร์ด dSPACE และ I/O และอินเทอร์เฟซระหว่างบอร์ด dSPACE FPGA และโหมดการคำนวณ (CN)® ชุดบล็อกสามารถใช้กับแพลตฟอร์ม dSPACE FPGA ต่อไปนี้ ซึ่งมี FPGA ที่ผู้ใช้ตั้งโปรแกรมได้ เช่น DS2655 FPGA Base Board และโมดูล I/O และ บอร์ด FPGA DS6601/DS6602 และโมดูล I/O และ MicroAutoBox II 1401/1511/1514 และ 1401/1513/1514 ขยายด้วยโมดูล I/O เป็นต้น และรองรับสำหรับการสร้างต้นแบบการควบคุมอย่างรวดเร็ว (RCP) และการจำลองฮาร์ดแวร์ในลูป (HIL) ในงานอุตสาหกรรมยานยนต์ ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม วิศวกรรมการแพทย์ และการบินและอวกาศ

2.2.5.1 มีโมเดล FPGA บนแพลตฟอร์ม dSPACE FPGA

2.2.5.2 สามารถกำหนดค่าผ่าน I/O

2.2.5.3 การสร้างเทมเพลตโมเดลโปรเซสเซอร์โดยอัตโนมัติบนพื้นฐานของแอปพลิเคชัน FPGA

หรือดีกว่า

2.2.5.4 รองรับการเขียนโปรแกรม FPGA ด้วย AMD Vitis™ Model Composer HDL Library

หรือดีกว่า

2.2.5.5 สามารถจำลองออฟไลน์ในโปรแกรม Simulink หรือดีกว่า

2.2.5.6 การเชื่อมต่อรุ่น FPGA กับสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตแบบอะนาล็อกและดิจิทัลด้วย FPGA Blockset ได้หรือดีกว่า

2.2.5.7 การเชื่อมต่อรุ่น FPGA กับรุ่นโปรเซสเซอร์ที่ทำงานบนโหมดการคำนวณ (ฮาร์ดแวร์การประมวลผล SCALEXIO, MicroLabBox หรือ MicroAutoBox หรือดีกว่า)

2.2.5.8 การสื่อสารระหว่าง FPGA ระหว่างบอร์ดที่ใช้ SCALEXIO FPGA ผ่านโมดูล I/O สล็อตมีความหน่วงต่ำที่สุด และ ผ่านโมดูล MGT ให้แบนด์วิดท์สูงสุดและผ่าน IOCNET ให้ความยืดหยุ่นสูงสุด หรือดีกว่า

2.2.5.9 การทำงานแบบอะซิงโครนัส ทำงานขับเคลื่อนด้วยอินเตอร์พรีตในโมเดลโปรเซสเซอร์ที่ทริกเกอร์ จากโมเดล FPGA หรือดีกว่า

2.2.5.10 การเข้าถึงตัวแปรสามารถโดยการติดตามคำรีจิสเตอร์ โดยตรงไม่ต้องเปลี่ยนโมเดล และ สามารถเปลี่ยนค่าคงที่ระหว่างรันไทม์ของแอปพลิเคชัน FPGA โดยไม่มีการสร้างแบบจำลอง หรือดีกว่า

2.2.5.11 การรีโมท FPGA ระยะไกล รองรับพีซีที่แยกจากกันสำหรับดำเนินการสร้าง FPGA เพื่อไม่ให้พีซีที่ใช้สำหรับการสร้างแบบจำลองถูกล็อก โดยที่กระบวนการสร้างด้วยใช้เครื่องมือพิเศษ หรือดีกว่า

2.2.5.12 รองรับ MathWorks® HDL Coder สำหรับการสร้างแบบจำลองชิ้นส่วนของโมเดล FPGA ด้วยบล็อก Simulink โดยใช้โมเดล Simulink ที่มีอยู่โดยตรงเป็นส่วนหนึ่งของแอปพลิเคชัน FPGA และ รองรับการจำลองออฟไลน์และการสร้าง FPGA หรือดีกว่า

2.2.6 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานร่วมกับ FPGA Base Board

2.2.6.1 มีโปรแกรมชุดเครื่องมือเฉพาะสำหรับการพัฒนาอัลกอริธึมที่สามารถรองรับอุปกรณ์สำหรับบอร์ด FPGA หรือดีกว่า ใช้สำหรับออกแบบสถาปัตยกรรมของ FPGA หรือดีกว่า

2.2.6.2 มีโปรแกรมสำหรับออกแบบ จำลอง และสร้างโค้ด ด้วยโปรแกรม Matlab/Simulink สามารถทำงานร่วมกันได้ หรือดีกว่า

2.2.6.2.1 ใช้งานร่วมกับโปรแกรม Xilinx Vivado ML ได้หรือดีกว่า

2.2.6.2.2 สามารถ Analysis, Debugging และ Visualization ได้หรือดีกว่า

2.2.6.2.3 สามารถ Co-Simulation of AI Engines and Adaptable Engines ได้

หรือดีกว่า

2.2.6.2.4 สามารถ Code Generation ได้หรือดีกว่า

2.2.6.2.5 สามารถ Validation if design in Hardware ได้หรือดีกว่า

3. คุณสมบัติอื่น ๆ

3.1 มีการรับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.2 มีคู่มือปฏิบัติการภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

3.3 มีการจัดฝึกอบรมวิธีการใช้งาน จำนวนไม่น้อยกว่า 2 วัน

3.4 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย

โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

