

## ขอบเขตของงาน หรือ รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

(Terms of Reference : TOR)

ชื่อรายการ ชุดปฏิบัติการเรียนรู้และพัฒนาระบบขับเคลื่อนมอเตอร์รถยนต์สมัยใหม่ ตำบลคลองหนึ่ง  
อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 1 ชุด

### 1. ความเป็นมา

การพัฒนาทักษะนักศึกษาและสนับสนุนการวิจัยของคณาจารย์ โดยเฉพาะในด้านระบบขับเคลื่อนรถยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ Thailand 4.0 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาอุตสาหกรรมด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมขั้นสูง นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมวิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ในการเป็นผู้นำด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมและการพัฒนาที่ยั่งยืนเพื่อเตรียมบุคลากรที่มีศักยภาพเข้าสู่อุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมพลังงาน และอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ฉะนั้นแล้วจึงมีความจำเป็นในการจัดซื้อครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการเรียนรู้และวิจัยพัฒนาระบบขับเคลื่อนมอเตอร์รถยนต์สมัยใหม่ ทำให้นักศึกษามีโอกาสเรียนรู้ผ่านการใช้งานเครื่องมือจริงในการออกแบบและเชื่อมต่อระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าที่สามารถเห็นกระบวนการจริง ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและมีประสิทธิภาพมากขึ้น นักศึกษาจะได้รับทักษะการออกแบบและสร้างใช้งานระบบขับเคลื่อนรถยนต์ไฟฟ้าที่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่ ซึ่งจะช่วยเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ตลาดแรงงานที่มีการแข่งขันสูง

### 2. วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะการขับเคลื่อนมอเตอร์รถยนต์สมัยใหม่ เช่น รถยนต์ไฟฟ้า (EV) เป็นต้น ได้นำทฤษฎีที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ออกแบบระบบควบคุม และทดสอบกับการทำงานที่ใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์จริง นอกจากนี้เสริมสร้างความรู้และประสบการณ์ด้านการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการส่งกำลังไฟฟ้าของรถยนต์สมัยใหม่ 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 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ณ วันยื่นข้อเสนอ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการยื่นข้อเสนอครั้งนี้
9. ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
10. อื่น ๆ .....



#### 4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะดำเนินการจัดซื้อ

(ตามเอกสารแนบท้าย)

#### 5. กำหนดเวลาส่งมอบและสถานที่ส่งมอบพัสดุ

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

#### 6. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

( ✓ ) หลักเกณฑ์ราคา

( ) หลักเกณฑ์ราคาประกอบเกณฑ์อื่น

#### 7. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับจัดสรร

วงเงินงบประมาณ .....3,144,400.00..... บาท (.....สามล้านหนึ่งแสนสี่พันสี่ร้อยบาทถ้วน.....)

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

#### 8. งานงานและการจ่ายเงิน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จะจ่ายค่าสิ่งของซึ่งได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม (ถ้ามี) ให้แก่ผู้ขาย เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบสิ่งของครบถ้วนตามสัญญาหรือข้อตกลงและคณะกรรมการได้ทำการตรวจรับมอบสิ่งของไว้เรียบร้อยแล้ว

#### 9. ค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งของภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญาผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นรายวันอัตราร้อยละ .....0.20..... (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้ส่งมอบ

#### 10. การกำหนดระยะเวลาการรับประกันความชำรุดบกพร่อง (ถ้ามี)

ผู้เสนอราคาจะต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องของสิ่งของที่เกิดขึ้นภายในระยะเวลา.....1.....ปี นับถัดจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ตรวจรับพัสดุได้ทำการตรวจรับพัสดุเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และหากมีเหตุชำรุดบกพร่องหรือเสียหายเกิดขึ้นภายในกำหนดระยะเวลาการรับประกัน ผู้ขายต้องรีบทำการแก้ไขให้เป็นที่เรียบร้อยแล้วโดยไม่ชักช้า หากสิ่งของตามสัญญาหรือข้อตกลงนี้เกิดชำรุดบกพร่องหรือขัดข้องอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติ ผู้ขายจะต้องจัดการซ่อมแซมหรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีดังเดิม ภายใน ...7... (เจ็ด) วันทำการ นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งจากผู้ซื้อ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น หากผู้ขายไม่จัดการซ่อมแซมหรือแก้ไขภายในกำหนดเวลาดังกล่าว ผู้ซื้อจะมีสิทธิที่จะทำการนั้นเองหรือจ้างผู้อื่นให้ทำการนั้นแทนผู้ขาย โดยผู้ขายต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น

(ลงชื่อ)..........ผู้จัดทำร่างฯ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา เปรมปราณีรัชต์)



(เอกสารแนบท้าย ข้อ 4)

### รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

ชุดปฏิบัติการเรียนรู้และพัฒนาระบบขับเคลื่อนมอเตอร์รถยนต์สมัยใหม่ ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 1 ชุด ประกอบด้วย

#### 1. ชุดมอเตอร์และอินเวอร์เตอร์สำหรับเรียนรู้ระบบควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

สำหรับใช้ในการทดสอบ Rotating Machine โดยสามารถทำหน้าที่เป็น Programmable Mechanical Load ที่ผู้ใช้งานสามารถควบคุม Speed, Torque และ Mechanical Power ได้ทั้ง 4 Quadrant ที่เหมาะสำหรับการทดสอบในห้องปฏิบัติการทดสอบยานยนต์ และมีคุณลักษณะทั่วไป

สามารถคืนกลับไปสู่แหล่งจ่ายไฟได้ (Regenerative Capability) ขณะเบรก สามารถเบรกได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องกังวลเรื่องความร้อน ใช้ Motor ในการสร้าง Load ทางกล โดยสามารถควบคุมให้เพลารอบของระบบหมุนได้ตามความเร็วที่ต้องการ เพื่อใช้ในการทดสอบคุณลักษณะในการสร้างแรงดันทาง Stator ของ Permanent Magnet Motor (เช่น EV Motor) เพื่อหาจำนวน Poles และ Back EMP Waveform ของ Motor ได้ สามารถสั่งให้เพลารอบของระบบหมุนที่ความเร็วสูงกว่า Motor under test เพื่อสร้างสภาวะ Regenerative ที่ตัว Motor under test ได้ และมีชุดอินเวอร์ตที่มีฟังก์ชันที่ครอบคลุมการทดสอบได้ทั้งหมดที่ต้องการ

##### 1.1 โต๊ะวางเครื่องมือปฏิบัติการ

จำนวน 1 ชุด

สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ Rotating machine, Torque sensor และ Motor สำหรับสร้าง Load ทางกล โดยมีลักษณะเป็นโต๊ะ Aluminum Profile ที่แข็งแรง และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย

มีรายละเอียดคุณสมบัติดังนี้

1.1.1 โครงสร้างทำจาก Aluminum Profile โดยโต๊ะมีขนาดอย่างน้อย 600 x 1500 x 750mm (กว้าง x ยาว x สูง) หรือแข็งแรงกว่า

1.1.2 มีลูกกลิ้งที่สามารถ Lock ได้ 4 ล้อ รับน้ำหนักได้ล้อละ 50 kg หรือดีกว่า

1.1.3 แผ่น Top ของโต๊ะ ทำจาก Aluminum Profile หรือดีกว่า ที่มีจำนวนร่อง Slot ขนาด 8mm จำนวน 20 Slot สำหรับใช้ยึดอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ง่าย โดยใช้ร่วมกับ T-nut

1.1.4 มี Linear guide rod สำหรับเป็น Alignment guide ในการติดตั้ง Motor และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในแนวเดียวกัน

##### 1.2 Motor สำหรับสร้าง Load ทางกล

จำนวน 1 ชุด

ใช้ Induction motor ที่ติดตั้ง Encoder สำหรับวัดความเร็วรอบ เพื่อใช้งานร่วมกับชุดควบคุม Load ทางกล โดยมีคุณสมบัติดังนี้

มีรายละเอียดคุณสมบัติดังนี้

1.2.1 Motor มีขนาดอย่างน้อย 4 kw โดยใช้กับแรงดันพิกัด 3 phase 400V AC

1.2.2 ความเร็วรอบสูงสุดไม่น้อยกว่า 5,000 RPM

1.2.3 ค่าแรงบิดพิกัด (Rated Torque) 13.0 Nm หรือมากกว่า

1.2.4 ค่าแรงบิดสูงสุด (Breakdown Torque) 4.2 เท่าของค่าแรงบิดพิกัด หรือมากกว่า

1.2.5 มี Motor Support (ฐานรองมอเตอร์) สำหรับติดตั้ง Motor เข้ากับชุดโต๊ะทดสอบได้

1.2.6 ชิ้นงาน Motor support มีร่องที่ฐาน เพื่อสามารถติดตั้งร่วมกับ Linear guide rod บนโต๊ะทดสอบได้

1.2.7 มีการติดตั้ง Encoder ที่ Motor เพื่อทำการวัดความเร็วรอบของ Motor โดย Encoder สามารถเชื่อมต่อกับชุดควบคุม Load ทางกลได้



### 1.3 เซ็นเซอร์วัดแรงบิด (Torque sensor) จำนวน 1 ชุด

ใช้ Torque sensor สำหรับวัดแรงบิดที่เพลลาของ Motor under test โดยมีคุณสมบัติดังนี้  
มีรายละเอียดคุณสมบัติดังนี้

- 1.3.1 เป็น Torque sensor ชนิด Contact free Signal Transmission
- 1.3.2 สามารถวัดแรงบิดพิกัดได้อย่างน้อย 100 Nm
- 1.3.3 สามารถรับแรงบิดสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่า ของแรงบิดพิกัด
- 1.3.4 สามารถทำงานได้ที่ความเร็วพิกัด ไม่ต่ำกว่า 8,000 RPM
- 1.3.5 Accuracy class = 0.5 หรือดีกว่า
- 1.3.6 Linearity error < +/- 0.5%FSO
- 1.3.7 แรงดัน Output ของการวัด อยู่ในช่วง +/- 0-10Vdc
- 1.3.8 ใช้กับแหล่งจ่ายแรงดัน ที่มีระดับแรงดันในช่วง 18-26 Vdc ได้
- 1.3.9 มี Torque sensor support สำหรับติดตั้ง Torque sensor เข้ากับชุดโต๊ะทดสอบได้
- 1.3.10 ชิ้นงาน Torque sensor support มีร่องที่ฐาน เพื่อสามารถติดตั้งร่วมกับ Linear guide

rod บนโต๊ะทดสอบได้

### 1.4 Flexible Coupling จำนวน 2 ชุด

ใช้สำหรับ Coupling เพลลาของ Torque sensor กับเพลลาของ Motor โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- 1.4.1 สามารถรับแรงบิดสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 100 Nm
- 1.4.2 สามารถทำงานที่ความเร็วสูงสุดได้ ไม่ต่ำกว่า 5,000 RPM

### 1.5 ชุดควบคุม Load ทางกล จำนวน 1 ชุด

มีหน้าที่ควบคุม Motor สำหรับสร้าง Load ทางกลในข้อ 2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1.5.1 ใช้กับแหล่งจ่ายไฟ 3Ph 5wire (L1, L2, L3, N และ PE) 380-400Vrms
- 1.5.2 สามารถเชื่อมต่อกับ Motor สำหรับสร้าง Load ทางกล ได้ โดยทำหน้าที่จ่ายไฟ 3phase

ให้กับ Motor และสามารถเชื่อมต่อและอ่านค่าจาก Encoder ที่ติดตั้งอยู่ที่ตัว Motor ได้

- 1.5.3 ในขณะทำงานเป็น Load สามารถคืนพลังงานกลับสู่ Power grid ได้ (Regenerative

braking)

- 1.5.4 มี Ethernet Port สำหรับเชื่อมต่อกับ Computer PC ที่ติดตั้ง Application software

สำหรับควบคุมระบบได้

- 1.5.5 มี Connector ที่สามารถเชื่อมต่อกับ Torque sensor เพื่ออ่านค่าแรงบิดได้
- 1.5.6 มี Connector ที่สามารถต่อกับปุ่ม Emergency stop ภายนอก เพื่อสั่งหยุดระบบฉุกเฉินได้
- 1.5.7 มีปุ่ม Emergency stop พร้อมสายยาว 3 เมตร ที่สามารถต่อกับ Connector ได้
- 1.5.8 มาพร้อมกับสายไฟ 3phase 5wire ยาวไม่ต่ำกว่า 5 เมตร พร้อมหัว Power Plug 3phase

5 wire 16A หรือ 32A สำหรับเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของอาคาร

- 1.5.9 สามารถทำงานโดยการรับคำสั่งจาก Application software ผ่านทาง Ethernet Port

### 1.6 หน่วยประมวลผลสำหรับโปรแกรมการควบคุม จำนวน 1 ชุด

- 1.6.1 CPU i5 ความเร็ว 2.6 GHz, Ram 8GB, SSD 256GB หรือดีกว่า
- 1.6.2 มี Ethernet port ความเร็ว 10/100 Mbps อย่างน้อย 1 port
- 1.6.3 มี USB Port อย่างน้อย 4 port
- 1.6.4 สามารถต่อจอ Monitor ผ่านทาง VGA port และ HDMI Port ได้



- 1.6.5 มี จอ Monitor ขนาด 23.8" หรือดีกว่า
- 1.6.6 มี USB Keyboard และ Mouse
- 1.6.7 มีระบบปฏิบัติการ Windows 10 Home หรือดีกว่า
- 1.6.8 ติดตั้ง Application Software สำหรับควบคุมระบบ จำนวน 1 License ไว้เรียบร้อยแล้ว
- 1.7 หน่วยซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมการทำงานของชุดทดสอบ จำนวน 1 License
  - 1.7.1 ซอฟต์แวร์สามารถติดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Windows 10 หรือ Windows 11 ได้
  - 1.7.2 สามารถสั่งงาน ชุดควบคุม Load ทางกล ให้ทำงานได้ใน 3 Mode การทำงานหลัก คือ Speed control mode, Torque control mode และ Power control mode
  - 1.7.3 สามารถตั้งค่า Parameter ต่าง ๆ ของระบบทดสอบได้
  - 1.7.4 สามารถแสดงผลค่า Speed, Torque และ Power ในรูปแบบ Graph และตัวเลขได้
  - 1.7.5 สามารถบันทึกผลการทดสอบ เป็น File ได้
- 1.8 PMSM Motor สำหรับการทดสอบ พร้อม Motor Support จำนวน 1 ชุด
 

มอเตอร์ เป็นชนิด Mid Drive Permanent Magnet (PMSM - BLDC) ขนาดกำลังพิกัด ไม่น้อยกว่า 2,000 Watts มีคุณสมบัติดังนี้

  - 1.8.1 แรงดันพิกัด 72V DC
  - 1.8.2 ความเร็วรอบพิกัด ในสภาวะ No load มีค่าไม่ต่ำกว่า 2,500 RPM
  - 1.8.3 ขั้วของ Motor มีจำนวน 5 Pole pairs
  - 1.8.4 มี Hall sensor ติดตั้งไว้ภายใน Motor
  - 1.8.5 มี Motor Support สำหรับติดตั้ง Motor เข้ากับชุดโต๊ะทดสอบ ได้
  - 1.8.6 ชิ้นงาน Motor support มีร่องที่ฐาน เพื่อสามารถติดตั้งร่วมกับ Linear guide rod บนโต๊ะทดสอบได้
- 1.9 Motor Driver สำหรับงานวิจัยและพัฒนา จำนวน 1 ชุด
 

สำหรับ Motor Driver นี้ จะมี Inverter ที่มีวงจร Gate Drive, มีภาค Protection และมี Current, Voltage & Temperature Sensor ในตัว โดยมีการออกแบบมาสำหรับงานวิจัยและพัฒนา EV Motor Drive โดยเฉพาะ และสามารถใช้ Controller ที่มีอยู่ในการสั่งงาน Motor Driver และทำ Close loop control ในการพัฒนา Control Algorithm ขึ้นเองได้

มีคุณสมบัติดังนี้

  - 1.9.1 แรงดันพิกัด 96V, กระแสพิกัด 220 A, Max current อย่างน้อย 600A
  - 1.9.2 ภาค Power เป็น MOSFET และมี Gate Drive ในตัว
  - 1.9.3 รับสัญญาณ 6 PWM จาก Controller และส่งสัญญาณ 3 Motor Current, 3 Motor Voltage, 1 DC Bus Voltage และ 2 Temperature กลับไปให้ Controller
  - 1.9.4 มีภาค Protection ในตัว
  - 1.9.5 Compact Size สามารถพัฒนาเป็นต้นแบบ เพื่อติดตั้งในยานยนต์ไฟฟ้าได้
- 1.10 Bidirectional Programmable DC Power Supply 300V 75A จำนวน 1 ชุด
 

สำหรับทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟ DC Bus ให้กับ Motor Driver โดยมีขีดความสามารถในการทำงานแบบ Bidirectional เพื่อจำลองการทำงาน ในลักษณะของ Battery Simulation Function ได้
- 1.11 Power Analyzer & Add-on Software จำนวน 1 ชุด





สำหรับใช้วัดค่าทางไฟฟ้าของ Motor และ Motor Driver (Inverter) และสามารถใช้ร่วมกับ Software ของ DynoTest เพื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพ ของ Motor และ Motor Driver (Inverter) ได้ มีคุณสมบัติดังนี้

1.11.1 วัดกระแสได้ 3 Channel, อย่างน้อย 65A AC/DC direct connect หรือจะใช้ CT ภายนอกก็ได้

1.11.2 วัดแรงดันได้ 3 Channel, Max 1,000 V AC/DC หรือดีกว่า

1.11.3 Bandwidth 100 kHz หรือดีกว่า

1.11.4 มี Ethernet port และ RS232 port

1.11.5 Add-on Software เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของ Software หลัก ให้สามารถสื่อสารกับ Power Analyzer หรือรุ่นใกล้เคียง ในการอ่านค่าทางไฟฟ้าต่าง ๆ เพื่อนำมาแสดงผลและบันทึกค่าได้ และสามารถ นำมาคำนวณค่า ประสิทธิภาพของ Motor & Inverter under test ได้

1.11.6 Ethernet switch สำหรับเชื่อมต่อการสื่อสารของระบบ ความเร็วในการสื่อสาร 10/100 Mbps หรือดีกว่า และมีจำนวน Ethernet port ไม่ต่ำกว่า 5 Port จำนวน 1 ตัว

## 2. ชุดออกแบบระบบควบคุม

จำนวน 1 ชุด

ชุดออกแบบระบบควบคุมจะเครื่องมือที่ระบบห้องปฏิบัติการที่มีขนาดขนาดกะทัดรัดสำหรับการสร้าง ต้นแบบการควบคุมอย่างรวดเร็วและการใช้งานฮาร์ดแวร์อินเตอละกูป (HIL) ที่มีประสิทธิภาพและความคล่องตัวสูง โดยสามารถใช้งานกับโปรแกรมควบคุมแบบกราฟฟิโกอย่างเช่น MATLAB/Simulink เป็นต้น ได้อย่างง่ายดาย เช่น สำหรับการจำลองมอเตอร์ไฟฟ้า มีชุดอินเทอร์เฟซ I/O ที่ครอบคลุมทุกความต้องการสำหรับวิศวกรควบคุมหรือการ ทดสอบที่ต้องการสร้างต้นแบบอัลกอริธึมของผู้ใช้งาน นอกจากนี้ระบบควบคุมควรมี FPGA ที่ผู้ใช้ตั้งโปรแกรมได้ สำหรับรูปควบคุมที่รวดเร็วยิ่งขึ้น หรือแบบจำลองการจำลองที่มีความต้องการและแม่นยำที่สุด มีซอฟต์แวร์สามารถ เข้าถึงสัญญาณโมเดลเพื่อจุดประสงค์ด้านการแสดงผลและการวัดผล

ชุดออกแบบระบบควบคุม จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนทำการตั้งค่าการควบคุม การทดสอบ หรือการวัดผลได้ อย่างรวดเร็วและง่ายดาย มีช่อง I/O มากกว่า 100 ช่องในประเภทต่างๆ ทำให้ระบบควบคุมจะเป็นระบบ อเนกประสงค์ที่ไม่เพียงแต่สามารถใช้ได้ในด้านการวิจัยและพัฒนาเมคาทรอนิกส์เท่านั้น แต่ยังมีวัตถุประสงค์ในการ ทดสอบทุกได้ประเภท เช่น การพัฒนาระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า, การพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง, พลังงานทดแทน, การบินและอวกาศ, วิทยาการหุ่นยนต์, วิศวกรรมการแพทย์ เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) และ ซอฟต์แวร์ (Software) ดังต่อไปนี้

### 2.1 คุณลักษณะทางเทคนิคด้านฮาร์ดแวร์

2.1.1 มีโปรเซสเซอร์แบบเรียลไทม์ Intel Core i3 เจนเนอเรชั่น 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 ประกอบติดตั้งภายใน ฮาร์ดแวร์ 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 มีพอร์ต USB 2.0 interface หรือดีกว่า สำหรับการบันทึกข้อมูลและเป็นที่จัดเก็บข้อมูล สำหรับแอปพลิเคชันแบบเรียลไทม์ จำนวนอย่างน้อย 1 พอร์ต

2.1.7 มีพอร์ต CAN interface: CANFD Signal Improvement Capability (SIC) หรือดีกว่า จำนวนอย่างน้อย 4 พอร์ต

2.1.8 มีพอร์ต LIN interface หรือดีกว่า จำนวนอย่างน้อย 4 พอร์ต

2.1.9 มีพอร์ต Serial interface : UART interfaces supporting RS232, RS422, หรือ RS485 หรือดีกว่า จำนวนอย่างน้อย 2 พอร์ต

2.1.10 มีพอร์ต IOCNet interface หรือดีกว่า จำนวนอย่างน้อย 1 พอร์ต

2.1.11 มีพอร์ต High-speed serial: อินเทอร์เฟซ Multi-Gigabit- Transceiver (MGT) เชื่อมต่อกับ GTY-Transceivers ของ FPGA หรือดีกว่า จำนวนอย่างน้อย 1 พอร์ต

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 มีนาฬิกาเอาต์พุตขนาด 16-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 14 channels, 2.5 MS/s, ground-based, รองรับแรงดันคร่อมช่วง -10 ถึง 10 V หรือดีกว่า

2.1.16 มีนาฬิกาเอาต์พุตขนาด 16-bit จำนวนไม่น้อยกว่า 2 channels, 5 MS/s, ground-based, รองรับแรงดันคร่อมช่วง -10 ถึง 10 V หรือดีกว่า

2.1.17 มีดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต 48 bidirectional

1) คุณสมบัติอินพุต: ช่วงแรงดันไฟฟ้า 0 - 35V, configurable threshold, ความถี่อินพุต 20 MHz, ความกว้างพัลส์ขั้นต่ำ 25ns หรือดีกว่า

2) คุณสมบัติเอาต์พุต: แรงดันไฟฟ้า 3.3/5V, ความถี่เอาต์พุต 20 MHz, ความกว้างพัลส์ขั้นต่ำ 25ns, ชีตจำกัดกระแสเอาต์พุต 40mA หรือดีกว่า

2.1.18 มีดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต 12 bidirectional

1) คุณสมบัติอินพุต: ช่วงแรงดันไฟฟ้า -5V ถึง +5V, ความถี่อินพุต 20 MHz, ความกว้างพัลส์ขั้นต่ำ 25ns หรือดีกว่า

2) คุณสมบัติเอาต์พุต: 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 คุณสมบัติทางด้านการกราฟฟิกรูปภาพในการกำหนดค่า Input/Output (I/O) ในการเชื่อมต่อมีกราฟฟิกในการกำหนดค่า I/O และเชื่อมต่อของฟังก์ชันของ I/O เข้ากับโมเดล โดยสามารถจัดการเส้นทางสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ภายนอก (เช่น ECU หรือโหนด) กับ I/O หรือโมเดล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1.1 มีฟังก์ชันการกำหนดค่าแบบกราฟฟิก 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 มีซอฟต์แวร์เสริมที่เชื่อมต่อกับพ็อต CAN Module สำหรับกำหนดค่าการจำลอง บัส CAN และ CAN FD

2.2.1.7 มีซอฟต์แวร์เสริม ที่สามารถแบ่งโมเดลออกจากกัน เพื่อแยกไปทำงานบนแต่ละ core ของโปรเซสเซอร์ และสามารถกำหนดค่าการสื่อสารระหว่างโมเดลเหล่านั้นได้



2.2.1.8 มีซอฟต์แวร์เสริม ที่มีเครื่องมือในการแยกแบบจำลองสำหรับใช้ในกรณีที่มีโมเดลเดียวสำหรับแอปพลิเคชันทั้งหมด 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 คุณสมบัติทางด้านซอฟต์แวร์สำหรับจัดการโมดูล

โมดูลส่วนประกอบที่ช่วยจัดการกับประเภทต่าง ๆ ของข้อมูลสำหรับทุกแพลตฟอร์มในโปรเจกต์: 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

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

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, บันทึกและอ่านค่า

### 2.2.3.7 สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลระหว่างข้อมูลฐานสิบกับฐานสิบหก

### 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)

## 2.2.4 คุณสมบัติทางด้านซอฟต์แวร์สำหรับจัดการบัส



สำหรับตั้งค่าการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ เพื่อทดสอบการทำงานของ การสื่อสารแบบบัส (Bus Communication)

2.2.4.1 โปรแกรมจะต้องรองรับการตั้งค่าการสื่อสารโดยใช้ CAN/CAN FD/ LIN

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

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

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

2.2.4.6 รองรับมาตรฐาน J1939 สำหรับการสื่อสารผ่านทาง CAN Bus

2.2.4.7 สามารถเข้าถึงค่าการสื่อสารแบบเดี่ยว (Single Value) จาก Isignal ได้

2.2.4.8 สามารถอนุญาตให้ ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขค่า ข้อมูลของการสื่อสารได้

2.2.4.9 สามารถเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ใน PDU ได้

2.2.4.10 สามารถดูค่าขนาดของ Payload ของ CAN frame ได้

2.2.4.11 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 และโหนดการคำนวณ (CN)① ชุดบล็อกสามารถใช้กับแพลตฟอร์ม dSPACE FPGA ต่อไปนี้ ซึ่งมี FPGA ที่ผู้ใช้ตั้งโปรแกรมได้ เช่น DS2655 FPGA Base Board และโมดูล I/O และบอร์ด 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 สามารถจำลองออฟไลน์โปรแกรม Simulink ได้หรือดีกว่า

2.2.5.6 การเชื่อมต่อรุ่น FPGA กับสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตแบบอะนาล็อกและดิจิทัลด้วย FPGA Blockset ได้หรือดีกว่า

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



2.2.5.8 การสื่อสารระหว่าง FPGA ระหว่างบอร์ดที่ใช้ SCALEXIO FPGA ผ่านโมดูล I/O สล็อตมีความหน่วงต่ำที่สุด,หรือผ่านโมดูล MGT ให้แบนด์วิธสูงสุดและผ่าน IOCNET ให้ความยืดหยุ่นสูงสุด หรือดีกว่า

2.2.5.9 การทำงานแบบอะซิงโครนัส ทำงานขับเคลื่อนด้วยอินเทอร์รัปต์ในโมเดล โปรเซสเซอร์ที่ทริกเกอร์จากโมเดล FPGA หรือดีกว่า

2.2.5.10 การเข้าถึงตัวแปรสามารถโดยการติดตามค่ารีจิสเตอร์ โดยตรงไม่ต้องเปลี่ยนโมเดล และสามารถเปลี่ยนค่าคงที่ระหว่างรันไทม์ของแอปพลิเคชัน FPGA โดยไม่มีการสร้างแบบจำลอง หรือดีกว่า

2.2.5.11 การรีโมท FPGA ระยะไกล รองรับพีซีที่แยกจากกันสำหรับการดำเนินการสร้าง FPGA เพื่อไม่ให้พีซีที่ใช้สำหรับการสร้างแบบจำลองถูกล็อก โดยที่กระบวนการสร้างด้วยใช้เครื่องมือพิเศษ หรือดีกว่า

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

2.2.6 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานร่วมกับ FPGA Base Board

2.2.6.1 มีโปรแกรมชุดเครื่องมือเฉพาะสำหรับการพัฒนาอัลกอริทึมที่สามารถรองรับอุปกรณ์สำหรับบอร์ด FPGA หรือดีกว่า ใช้สำหรับออกแบบสถาปัตยกรรมของ FPGA หรือดีกว่า

2.2.6.2 มีโปรแกรมสำหรับออกแบบ จำลอง และสร้างโค้ด ที่สามารถทำให้บอร์ดประมวลผลลอจิกแบบโปรแกรมได้และโปรแกรม Matlab/Simulink สามารถทำงานร่วมกันได้

2.2.6.3 ใช้งานร่วมกับโปรแกรม Xilinx Vivado ML ได้หรือดีกว่า

2.2.6.4 สามารถ Analysis, Debugging และ Visualization ได้หรือดีกว่า

2.2.6.5 สามารถ Co-Simulation of AI Engines and Adaptable Engines ได้หรือดีกว่า

2.2.6.6 สามารถ Code Generation ได้หรือดีกว่า

2.2.6.7 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

