

## ร่างขอบเขตของงาน (Terms of Reference : TOR)

### รายการ ขุดควบคุมการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์เชื้อเพลิงความแม่นยำสูงในงานยานยนต์ไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด

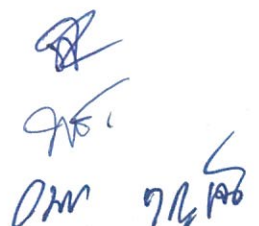
#### 1. รายละเอียดทั่วไป

สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส (เดิมชื่อ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส) เป็นโครงการความร่วมมือระหว่างรัฐบาลไทยและรัฐบาลฝรั่งเศสเพื่อเป็นหน่วยงานที่ช่วยสนับสนุนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือในการพัฒนาเทคโนโลยี ในกระบวนการผลิตและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้กับวงการอุตสาหกรรมของประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ซึ่งประเทศฝรั่งเศสจะได้รับผลตอบแทนในการลงทุนระยะยาวในด้านการเผยแพร่เทคโนโลยีสมัยใหม่สู่สถานศึกษาและสถานประกอบการในประเทศที่กำลังพัฒนา และเป็นการกระชับความสัมพันธ์ระหว่างสองประเทศเกี่ยวกับความร่วมมือด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภายใต้ข้อตกลงความร่วมมือและความช่วยเหลือที่ผู้แทนของรัฐบาลทั้งสองประเทศได้ลงนามในข้อตกลงไว้

สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส มีการแบ่งฝ่ายงานภายในเพื่อตอบสนองต่อภารกิจของสถาบัน ในด้านการบริการวิชาการ โดยแบ่งออกเป็นสาขาเทคโนโลยีต่างๆ จำนวน 6 ฝ่าย คือ ฝ่ายเทคโนโลยีงานเชื่อม ฝ่ายเทคโนโลยีการกัดกร่อน ฝ่ายเทคโนโลยีการผลิตอัดโนมิติ ฝ่ายเทคโนโลยีไฟฟ้าและพลังงาน ฝ่ายคอมพิวเตอร์เพื่องานอุตสาหกรรม และฝ่ายวิจัย พัฒนา และถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งมีการให้บริการทางวิชาการไม่ว่าจะเป็นงานวิจัย อบรม ผลิตชิ้นงานต้นแบบ ทดสอบชิ้นงาน ตรวจสอบ สอบเทียบ ทดสอบฝีมือแรงงาน และให้คำปรึกษาด้านวิชาการ

ฝ่ายวิจัย พัฒนา และถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส มีความต้องการใช้ชุดควบคุมการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์เชื้อเพลิงความแม่นยำสูงในงานยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อใช้ในงานวิจัยระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ และการเรียนการสอนระดับปริญญาตรี และปริญญาโท ให้กับนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 25 คนต่อเทอม โดยมีเป้าหมายเพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถให้กับอุตสาหกรรมเกี่ยวกับยานยนต์สมัยใหม่ที่เป็นระบบไฟฟ้า โดยบัณฑิตจะมีความสามารถในด้านวิเคราะห์ ออกแบบ และควบคุมการทำงานของระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้า การควบคุมการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์เชื้อเพลิงเป็นแหล่งพลังงานหลักสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่

ด้วยคุณลักษณะของเซลล์เชื้อเพลิงที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่มีระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำแต่มีความสามารถในการจ่ายกระแสได้สูง ดังนั้นวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังจึงมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับแปลงระดับแรงดันจากแรงดันต่ำให้มีระดับแรงดันสูงขึ้น เพื่อจ่ายไฟให้กับระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งการแปลงไฟนี้จำเป็นต้องมีระบบควบคุมการทำงานให้สามารถจ่ายไฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบควบคุมการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์เชื้อเพลิงสำหรับใช้งานในยานยนต์ไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำไปสู่การนำไปใช้งานในเชิงพาณิชย์ได้ ซึ่งจะสอดคล้องสอดคล้องไปกับทิศทางการพัฒนาประเทศในด้านการตอบสนอง

  
Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large signature and several smaller initials.

ต่อ 10 อุตสาหกรรมเป้าหมาย S-curve ซึ่งตอบสนองเป้าขับเคลื่อนเศรษฐกิจ EEC First S-Curve อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ หรือ Next-Generation Automotive


### วัตถุประสงค์

1. เพื่อใช้ในงานวิจัยการควบคุมการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง
2. เพื่อใช้งานงานควบคุมการทำงานของวงจรถออิเล็กทรอนิกส์กำลังในงานยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่
3. เพื่อใช้ควบคุมการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์เชื้อเพลิงเป็นแหล่งพลังงานหลักสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่
4. เพื่อใช้ในงานบริการวิชาการ การเรียนการสอนระดับปริญญาตรี
5. เพื่อใช้ในงานบริการวิชาการ การเรียนการสอนระดับปริญญาโท
6. เพื่อใช้ในงานบริการวิชาการ การเรียนการสอนระดับปริญญาเอก

### 2. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

- 2.1 มีความสามารถตามกฎหมาย
- 2.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- 2.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- 2.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- 2.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 2.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 2.7 เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- 2.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- 2.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งสละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
- 2.10 ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้
 

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค่างำหนดให้ผู้เข้าร่วมรายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมรายอื่นทุกราย

  
 ท.ค.  
 Cam ๗๘๖๕

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำกำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมคำหลัก  
กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมคำหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมคำที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดเป็นผู้เข้าร่วมคำหลัก  
ผู้เข้าร่วมคำทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำกำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่ง  
เป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมคำ การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอผู้เข้าร่วมคำ  
ทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ  
ในนามกิจการร่วมคำ

2.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วย  
อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

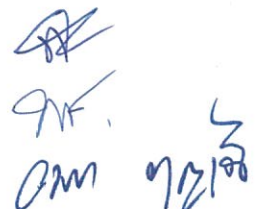
2.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า 1 ปี ต้องมี  
มูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิ ที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงิน  
ที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีงบแสดงฐานะ  
การเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุน  
จดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า 1 ล้านบาท

(3) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000.00 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็น  
บุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝาก  
คงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอ  
ในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชี  
เงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(4) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่น  
ข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่า งบประมาณที่ยื่น  
ข้อเสนอในครั้งนั้น (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุน หลักทรัพย์ที่ได้รับ  
อนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคาร  
แห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงิน  
รวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจ  
จากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน 90 วัน)



(5) กรณีตาม (1) - (4) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้

(5.1) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติ

ล้มละลาย (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

### 3. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)

รายการ ชุดควบคุมการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์เชื้อเพลิงความแม่นยำสูงในงานยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดตามเอกสารแนบ

### 4. ระยะเวลาส่งมอบพัสดุ

ภายใน 120 วันนับถัดจากวันลงนามในสัญญา

### 5. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอครั้งนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาตัดสินโดยใช้เกณฑ์ราคา

### 6. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร

ภายในวงเงินงบประมาณ 2,350,000.00 บาท (สองล้านสามแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)

### 7. เงื่อนไขงานและการจ่ายเงิน

การจ่ายเงินเป็นไปตามเงื่อนไขที่มหาวิทยาลัยกำหนด

### 8. อัตราค่าปรับ

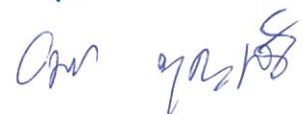
อัตราร้อยละ 0.20 ของราคาส่งของที่ยังมิได้รับมอบ

### 9. การกำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง (ถ้ามี)

ระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่องไม่น้อยกว่า 1 ปี







## ข้อกำหนดคุณสมบัติครุภัณฑ์

รายการ ชุดควบคุมการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์เชื้อเพลิงความแม่นยำสูงในงานยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

### 1. คุณสมบัติทั่วไป

เป็นครุภัณฑ์การศึกษาเพื่อใช้ในการเรียนการสอน ศึกษา วิจัยและพัฒนา ด้านการส่งเสริม และบริการงานวิจัยเพื่อพัฒนาต่อยอดและนำผลงานวิจัยไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ก่อให้เกิดการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย

ระบบควบคุมเฉพาะทางฮาร์ดแวร์ภายในรูป (HIL) เป็นระบบเรียลไทม์ขนาดกะทัดรัดเหมาะสำหรับการพัฒนาฟังก์ชันและการทดสอบ สามารถเพิ่มจำนวนของบอร์ด เพื่อให้เหมาะสมกับการจำลองระบบ และทำให้การทดลองนั้นครอบคลุมกับสถานการณ์การทดสอบ ระบบควบคุมเฉพาะทางฮาร์ดแวร์ภายในรูป (HIL) เหมาะสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ

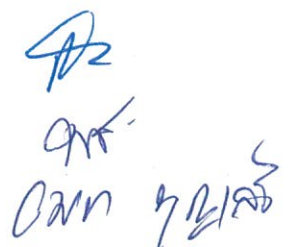
### 2. คุณสมบัติทางเทคนิค

2.1. ระบบควบคุมเฉพาะทางฮาร์ดแวร์ภายในรูป (Hardware in Loop) จำนวน 1 เครื่อง

- 2.1.1. ตัวเครื่องมีจำนวนช่องไม่น้อยกว่า 19 ช่องสำหรับใช้งาน และสำหรับบอร์ด I/O สามารถเชื่อมต่อได้ไม่น้อยกว่า 18 ช่อง
- 2.1.2. สามารถเลือกการเชื่อมต่อกับหน่วยประมวลผลประกอบภายใน Rack หรือภายนอก Rack ได้
- 2.1.3. ระบบสามารถติดตั้งระบบการถ่ายเทความร้อนได้
- 2.1.4. สามารถถอดประกอบอุปกรณ์การเชื่อมต่อทางด้านฮาร์ดแวร์ได้
- 2.1.5. มีไฟ LED แสดงสถานะ
- 2.1.6. รองรับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 V AC ความถี่ 50 Hz

2.2. หน่วยประมวลผลของระบบควบคุม (Processing Unit) จำนวน 1 บอร์ด

- 2.2.1. มีหน่วยประมวลผลไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก ไม่น้อยกว่า 1 หน่วย มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory หรือ Smart Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB ความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.8 GHz
- 2.2.2. มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 ขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB และหน่วยความจำชั่วคราว (Flash) ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 2.2.3. หน่วยประมวลผลเชิงมุม (APU) จำนวน 6 APU's หรือดีกว่า
- 2.2.4. ความละเอียดของหน่วยประมวลผลเชิงมุม  $0.011^\circ$  หรือดีกว่า
- 2.2.5. ย่านความเร็วในการประมวลผลเชิงมุมอยู่ระหว่าง -28,610 rpm ถึง +28,610 rpm หรือดีกว่า
- 2.2.6. ความละเอียดของความเร็วในการประมวลผลเชิงมุมผลไม่น้อยกว่า 0.109 rpm
- 2.2.7. มี Connector ที่สามารถเชื่อมต่อกับบอร์ดอินพุตและเอาต์พุตได้ ความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลไม่น้อยกว่า 2.5 Gb/s
- 2.2.8. มีระบบระบายความร้อน
- 2.2.9. กำลังไฟฟ้าที่ใช้งานไม่เกิน 75 W



2.3. บอร์ดประมวลผลลอจิกแบบโปรแกรมได้ (FPGA Base Board) จำนวน 1 บอร์ด

2.3.1. ใช้บอร์ด Field Programmable Gate Array (FPGA)

- 2.3.1.1. System Logic cells ไม่น้อยกว่า 1,143,000 (DSP slices: 1968)
- 2.3.1.2. Distributed RAM ไม่น้อยกว่า 9,800 kbit
- 2.3.1.3. Block RAM ไม่น้อยกว่า 34,600 kbit
- 2.3.1.4. Ultra RAM ไม่น้อยกว่า 3600 kbit
- 2.3.1.5. มีโมดูลการเชื่อมต่อสามารถเลือกใช้งานเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตจำนวนไม่น้อยกว่า 5 ช่องสัญญาณ
- 2.3.1.6. สามารถทำการควบคุมจังหวะการทำงานที่ความถี่ 125 MHz หรือดีกว่า
- 2.3.1.7. สามารถเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดประมวลผลลอจิกแบบโปรแกรมได้กับหน่วยประมวลผลของระบบควบคุมได้
- 2.3.1.8. กำลังไฟฟ้าที่ใช้งานไม่เกิน 80 W

2.4. ฮาร์ดแวร์สำหรับการเชื่อมต่อแบบหลายช่องสัญญาณ จำนวน 1 บอร์ด

- 2.4.1. มีช่องอนาล็อกอินพุตไม่น้อยกว่า 6 ช่อง
- 2.4.2. เลือกช่วงแรงดันไฟฟ้าอินพุตได้สำหรับแต่ละช่องสัญญาณ +1V ถึง -1V, +5V ถึง -5V, +10V ถึง -10V หรือ 60V หรือดีกว่า
- 2.4.3. มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 16 bit
- 2.4.4. อัตราการสุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 5 MS/s
- 2.4.5. ตัวต้านทานโหลดที่เลือกได้ขนาด 220  $\Omega$  ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 2.4.6. ช่องอนาล็อกเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 6 ช่อง
  - 2.4.6.1. ช่วงแรงดันไฟขาออกอยู่ระหว่าง +10 V ถึง - 10 V หรือดีกว่า
  - 2.4.6.2. ความละเอียดของ DAC ไม่น้อยกว่า 16 บิต
  - 2.4.6.3. อัตราการอัปเดตสัญญาณ 10 MS/s หรือดีกว่า
- 2.4.7. มีดิจิทัลอินพุตและเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 16 ช่อง
  - 2.4.7.1. ช่วงแรงดันไฟฟ้าอินพุตสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 30 V หรือดีกว่า
  - 2.4.7.2. แรงดัน Threshold 0 ถึง 12 V หรือดีกว่า
  - 2.4.7.3. ความถี่อินพุตสูงสุด 20 MHz หรือดีกว่า
  - 2.4.7.4. ช่วงแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต 3.3 V TTL/CMOS, 5 V TTL หรือดีกว่า
  - 2.4.7.5. ความถี่เอาต์พุต 20 MHz หรือดีกว่า
  - 2.4.7.6. มีดิจิทัล อินพุตและเอาต์พุต RS485 หรือดีกว่า
  - 2.4.7.7. มี Sensor supply 5V หรือดีกว่า
  - 2.4.7.8. การใช้พลังงานไม่เกิน 10W

  
Cam 4/2/57

2.4.7.9. รองรับพอร์ตในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกแบบได้

2.5. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับชุดการศึกษาการควบคุมขั้นสูงสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง  
จำนวน 1 เครื่อง

- 2.5.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก จำนวน 1 หน่วย มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory หรือ Smart Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB ความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.10 GHz
- 2.5.2. มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่ามีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 16 GB
- 2.5.3. มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงผลภาพ หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 4 GB
- 2.5.4. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ชนิด Solid State Drive หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 512 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
- 2.5.5. สามารถเชื่อมต่อ Wi-Fi (IEEE 802.11ax) หรือดีกว่า
- 2.5.6. มีพอร์ตเชื่อมต่อ HDMI หรือ VGA หรือ Display port ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง และพอร์ต USB ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.5.7. สามารถใช้งานกับแรงดันไฟฟ้า 220 V, 50Hz พร้อมสาย AC จำนวน 1 ชุด
- 2.5.8. ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows 11 ลิขสิทธิ์แท้หรือที่รองรับกับโปรแกรมของระบบควบคุมเฉพาะทางฮาร์ดแวร์ภายในรูป
- 2.5.9. มีจอภาพขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 27 นิ้ว รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1920 x 1080 พิกเซลหรือดีกว่า

2.6. ซอฟต์แวร์สำหรับกำหนดค่าและใช้งานกับอุปกรณ์สำหรับระบบเรียลไทม์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์จำนวน  
ไม่น้อยกว่า 1 License

- 2.6.1. สามารถกำหนดค่ากราฟฟิกของแอปพลิเคชันตามเวลาจริงได้
- 2.6.2. สามารถกำหนดค่า I/O แบบแยกส่วนขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของโมเดลที่ใช้งานได้
- 2.6.3. มีเครื่องมือต่างๆที่สามารถรวบรวมและประสานการทำงานของแบบจำลองให้ใช้งานรวมกันได้
- 2.6.4. รองรับการสร้างโปรเจกต์ กำหนดค่าและใช้งานกับอุปกรณ์สำหรับระบบเรียลไทม์ผ่านหน้าจคอมพิวเตอร์ได้โดยตรงจาก Simulink model ได้
- 2.6.5. สามารถสลับการใช้งานจาก Simulink เป็นการกำหนดค่าแบบเรียลไทม์ผ่านหน้าจคอมพิวเตอร์ได้
- 2.6.6. ฟังก์ชัน I/O กำหนดค่าฟังก์ชันการทำงานของฮาร์ดแวร์ตามเวลาจริงที่กำหนดได้
- 2.6.7. สามารถแมปพอร์ตแบบจำลองที่สร้างขึ้น (การเชื่อมต่อพอร์ต I/O กับพอร์ตโมเดล) ได้
- 2.6.8. รองรับการส่งออกและนำเข้าเป็นไฟล์นามสกุล .xls, .xlsx, .csv ได้ พร้อมข้อมูลสำหรับเชื่อมต่อสายไฟภายนอกได้
- 2.6.9. สามารถกำหนดค่า I/O ได้ไม่น้อยกว่า 80 ฟังก์ชัน



2.7. ซอฟต์แวร์หน้าต่างควบคุม จำนวนไม่น้อยกว่า 1 License

- 2.7.1. Quick Access toolbar แถบเครื่องมือ Quick Access เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียกคำสั่งต่างๆ และการปรับตั้งค่าการทำงานของซอฟต์แวร์ เช่น การสั่งรันโปรแกรม การสั่งหยุดโปรแกรมการบันทึกโปรเจคต่างๆ ของผู้ใช้งาน
- 2.7.2. Working area พื้นที่ในการออกแบบรูปร่างหน้าต่างการแสดงผลสัญญาณ, กราฟ, เครื่องมือในการควบคุมต่างๆ
- 2.7.3. Status bar แถบสถานะแสดงสถานะการทำงานของโปรแกรมสร้างหน้าต่างควบคุม
- 2.7.4. Instrument Selector แถบควบคุมที่ให้การเข้าถึงเครื่องมือ โปรแกรมสร้างหน้าต่างควบคุมสามารถวางเครื่องมือบนเลย์เอาต์ผ่านการดับเบิลคลิกหรือลากและวาง
- 2.7.5. Project Manager แสดงส่วนประกอบของซอฟต์แวร์ที่แสดงโดยแถบควบคุมการทดลองและไฟล์ทั้งหมดที่สร้างขึ้นในโปรเจคนั้นๆ
- 2.7.6. Layout Navigator แถบควบคุมที่แสดงเลย์เอาต์ที่ใช้งานที่เปิดทั้งหมด สามารถสลับระหว่างเลย์เอาต์ได้
- 2.7.7. Variable Browser เป็นแถบควบคุมที่เข้าถึงตัวแปรของการทดลองที่กำลังทดสอบ ณ ปัจจุบัน
- 2.7.8. Measurement Data Pool แถบควบคุมที่ให้การเข้าถึงข้อมูลการวัดที่บันทึกในไฟล์ข้อมูลการวัด
- 2.7.9. Platform/Device Manager ตัวจัดการแพลตฟอร์ม / อุปกรณ์หลัก ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่แสดงโดยแถบควบคุมมีฟังก์ชันในการจัดการอุปกรณ์แพลตฟอร์ม และแอปพลิเคชันที่กำหนดให้กับแพลตฟอร์ม
- 2.7.10. Interpreter แถบควบคุมที่สามารถใช้คำสั่งตามบรรทัด เพื่อพิมพ์ข้อความแสดงข้อผิดพลาดมาตรฐานและเอาต์พุตมาตรฐานระหว่างการดำเนินการหรือนำเข้าสคริปต์ไพทอน
- 2.7.11. Message Viewer ตัวแสดงข้อความแถบควบคุม แสดงประวัติข้อผิดพลาดและข้อความเตือนทั้งหมดที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานกับส่วนควบคุม

2.8. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจำลองระบบไฟฟ้ากำลัง สำหรับใช้งานบน CPU สำหรับ FPGA-based approach จำนวนไม่น้อยกว่า 1 License

- 2.8.1. รองรับอุปกรณ์มาตรฐานที่อยู่ในโปรแกรมจำลองระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง
- 2.8.2. มีแอปพลิเคชัน FPGA ที่สามารถกำหนดค่าไว้ล่วงหน้าสำหรับการคำนวณแบบจำลองระบบไฟฟ้าเฉพาะทาง
- 2.8.3. รองรับการแบ่ง โมเดลได้ (model splitting)
- 2.8.4. อินเทอร์เฟซผู้ใช้สำหรับการวิเคราะห์แบบออฟไลน์เพื่อกำหนดชุดสวิตช์ที่เกิดขึ้นในแบบจำลองที่สร้างหรือกำหนดขึ้นเองได้

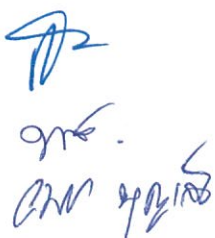




- 2.8.5. รองรับฟังก์ชันตรวจจับความถี่สูงในตัวที่ส่งสัญญาณด้วยอัตรานาฬิกา FPGA และส่งข้อมูลที่จับได้ไปยังโปรเซสเซอร์แบบซิงโครนัส ซึ่งสามารถแสดงและจัดเก็บไว้ในเครื่องมือต่างๆ เช่น พล็อตเตอร์ Control Desk XY ได้
- 2.8.6. รองรับการสื่อสารระหว่าง FPGA ระหว่าง FPGA หลายตัว (แอปพลิเคชันที่ใช้ EPSS หรือ XSG) ผ่านช่องเสียบโมดูล I/O หรือตัวรับส่งสัญญาณหลายกิกะบิต (MGT) ได้
- 2.9. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจำลองระบบไฟฟ้ากำลัง สำหรับใช้งานบน CPU สำหรับ processor-based approach จำนวนไม่น้อยกว่า 1 License
  - 3.2.1 รองรับอุปกรณ์มาตรฐานที่อยู่ในโปรแกรมจำลองระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง
  - 2.9.1. รองรับโมเดล Mean value models สำหรับใช้งาน fast-switching semiconductors และสามารถเชื่อมต่อกับ PWM Input / Output กับ I/O channels ได้
  - 2.9.2. รองรับการแบ่ง โมเดลได้ (model splitting)
  - 2.9.3. รองรับการสร้าง Source Code สำหรับใช้ร่วมกับ Hardware ได้
- 2.10. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานร่วมกับ FPGA Base Board ดังนี้
  - 2.10.1. มีโปรแกรมชุดเครื่องมือเฉพาะสำหรับการพัฒนาอัลกอริทึมที่สามารถรองรับรองรับอุปกรณ์สำหรับบอร์ด FPGA หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 License สำหรับการออกแบบสถาปัตยกรรมของ FPGA พร้อม Incremental Compile Flow
  - 2.10.2. มีโปรแกรมสำหรับออกแบบ จำลอง และสร้างโค้ด ที่สามารถทำให้บอร์ดประมวลผลลอจิกแบบโปรแกรมได้และโปรแกรม Matlab/ Simulink สามารถทำงานร่วมกันได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 License
    - 2.10.2.1. ใช้งานร่วมกับโปรแกรม Xilinx Vivado ML ได้ หรือดีกว่า
    - 2.10.2.2. สามารถ Analysis, Debugging & Visualization ได้ หรือดีกว่า
    - 2.10.2.3. สามารถ Co-Simulation of AI Engines and Adaptable Engines ได้ หรือดีกว่า
    - 2.10.2.4. สามารถ Code Generation ได้ หรือดีกว่า
    - 2.10.2.5. สามารถ Validation of Design in Hardware ได้ หรือดีกว่า

### 3. เงื่อนไขทั่วไป

- 3.1. เงินค่าพัสดุสำหรับการซื้อครั้งนี้ได้มาจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 การจัดซื้อครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 มีผลใช้บังคับ และได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 จากสำนักงานงบประมาณแล้ว สำหรับกรณีที่ไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณรายจ่ายเพื่อการจัดหาในครั้งดังกล่าว ส่วนราชการสามารถยกเลิกการจัดหาได้



- 3.2. ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารข้อกำหนดคุณลักษณะของครุภัณฑ์ ซึ่งตรงหรือดีกว่าที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้ โดยต้องแนบแคตตาล็อกซึ่งเป็นเอกสารจากผู้ผลิต โดยระบุยี่ห้อ และรุ่นที่เสนอราคาอย่างชัดเจนประกอบการเสนอราคา
- 3.3. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดตามรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์ของมหาวิทยาลัยกับครุภัณฑ์ที่เสนอ โดยอ้างอิงหัวข้อและหน้าของเอกสาร หากผู้เสนอราคาไม่จัดทำเอกสารเปรียบเทียบตามข้อความข้างต้นมาให้คณะกรรมการพิจารณาผลในวันเสนอราคา มหาวิทยาลัยขอสงวนสิทธิ์ไม่รับพิจารณา
- 3.4. มีการรับประกันสินค้าเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี นับถัดจากวันที่ตรวจรับมอบแล้วเสร็จ
- 3.5. มีการสาธิตการใช้งาน จนสามารถใช้งานได้ถูกต้อง
- 3.6. มีคู่มือประกอบการใช้งาน ภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษอย่างน้อย 1 ชุด
- 3.7. ผู้ขายจะต้องชี้แจงการนำเข้าของครุภัณฑ์ที่ขนส่งเข้ามาทางใด โดยนำเอกสารมาในวันส่งมอบครุภัณฑ์ และให้ปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการพาณิชย์ กรณีนำเข้าทางเรือ
- 3.8. เป็นสินค้าใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และเคยผลิตขึ้นมาแล้วตามสายงานการผลิตของบริษัทผู้ผลิต โดยมิได้ดัดแปลงแก้ไขเฉพาะกิจ
- 3.9. โปรแกรมใช้งานทุกรายการต้องเป็นลิขสิทธิ์แท้ และสามารถอัปเดตและอัปเดตเวอร์ชันใหม่ได้

SR  
OK  
Bun 7/2/17