

## ร่างขอบเขตของงาน

ชุดฝึกควบคุมพื้นฐานทางวิศวกรรม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 30 ชุด  
สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

### 1. ความเป็นมา

การจัดการเรียนการสอนจึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาการเรียนให้มีความทันสมัย ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเพื่อสร้างบัณฑิตที่มีคุณสมบัติให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรม อีกทั้งยังเป็นการสอนที่ทำให้นักศึกษาได้เตรียมความพร้อมตั้งแต่เริ่มศึกษาเมื่อจบการศึกษาสามารถนำความรู้และทักษะที่มีพร้อมสำหรับการเข้าทำงานจริง ด้วยการสอนโดยใช้เป็นชุดปฏิบัติการและสาธิตทางอุตสาหกรรมที่มีระบบเศรษฐกิจแบบเทคโนโลยีอัตโนมัติ(Cyber-Physical Production) เป็นการผลิตแบบอัตโนมัติผสมผสานกับระบบคอมพิวเตอร์อัจฉริยะทำให้การผลิตก้าวผ่านจากระบบการผลิตประหยัดจากลดต้นทุนสินค้าคงคลังและลดขั้นตอนการผลิตไปสู่ระบบอัตโนมัติล้ำยุค การใช้เทคโนโลยีอัจฉริยะ-เครื่องจักรอัตโนมัติและหุ่นยนต์ฉลาดคิดเข้ามาแทนคนและเชื่อมโยงกับระบบเทคโนโลยีสารสนเทศบนเครือข่ายที่เป็น IOT : INTERNET OF THINGS ซึ่งเครื่องจักรอัจฉริยะจะสั่งงานและรับคำสั่งด้านการผลิต-การจัดซื้อ และการส่งมอบสินค้า-บริการข้ามระหว่างธุรกิจเป็น ซึ่งจะทำให้เกิดการประหยัดต้นทุนทั้งจากการใช้แรงงานจำนวนน้อยและลดความสูญเสียจากความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ นอกเหนือจากนี้ ยังมีการพัฒนาระบบหุ่นยนต์ชาญฉลาดจะมีการพัฒนาหุ่นยนต์เชิงพาณิชย์ตั้งแต่ในภาคอุตสาหกรรมจะมีการผสมผสานการทำงานระหว่างเครื่องจักรและหุ่นยนต์เป็นเครื่องจักรอัจฉริยะที่สามารถทำงานและแก้ไขปัญหาเพื่อให้เกิดความเข้าใจหลักการพื้นฐานหน้าที่ความสำคัญของส่วนต่าง ๆ จนถึงการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์ที่หลากหลายในระบบควบคุมอัตโนมัติ เช่น อุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบนิวเมติกส์ อุปกรณ์ขับเคลื่อนประเภทมอเตอร์ อุปกรณ์เซ็นเซอร์ชนิดต่าง ๆ และอุปกรณ์อื่น ๆ ใช้จริงในอุตสาหกรรมซึ่งเป็นการใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิต เพื่อให้ความผิดพลาดในการผลิตน้อยลง ลดการใช้แรงงาน ความสิ้นเปลืองของพลังงาน และเป็นระบบที่สามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลายในอุตสาหกรรมการผลิตยุคใหม่ ซึ่งเป็นการใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิต เพื่อให้มีความผิดพลาดในการผลิตน้อยลง ลดการใช้แรงงาน ความสิ้นเปลืองของพลังงาน และเป็นระบบที่สามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลายในอุตสาหกรรมการผลิตยุคใหม่ส่งผลอย่างยิ่งต่อองค์ประกอบความสำเร็จของอุตสาหกรรมแห่งอนาคต เพราะการพัฒนาคนที่สัมพันธ์กับเทคโนโลยีขั้นสูงเป็นทุนมนุษย์ที่ต้องยกระดับเป็นมนุษย์อัจฉริยะจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จของการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0

### 2. วัตถุประสงค์

2.1 จัดหาครุภัณฑ์ที่เหมาะสมเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนให้มีความทันสมัยทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติให้สอดคล้องกับความต้องการภาคอุตสาหกรรม

2.2 เพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนานักศึกษาให้สัมพันธ์กับเทคโนโลยีขั้นสูงของการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0

### 3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

3.1 ผู้เสนอราคาต้องมีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

3.2 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการและได้แจ้งเวียนชื่อแล้วหรือไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลหรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทำงานตามระเบียบของทางราชการ

3.3 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่น ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม

3.4 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมรับขึ้นศาลไทย  
เว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

3.5 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกประเมินสิทธิผู้เสนอราคาในสถานะที่ห้ามเข้าเสนอราคาและ  
ห้ามทำสัญญาตามที่ กวพ. กำหนด

4. ระยะเวลาดำเนินการ

90 วัน

5. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

90 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

6. วงเงินในการจัดหา

จำนวนเงิน 2,250,000 บาท (สองล้านสองแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)

โดยวงเงินดังกล่าวรวมภาษีมูลค่าเพิ่มและภาษีอื่น ๆ (ถ้ามี) รวมทั้งค่าใช้จ่ายที่ปวงไว้ด้วยแล้ว

7. แบบรูปรายการและคุณลักษณะเฉพาะ

คุณลักษณะเฉพาะ (ตามเอกสารแนบ)

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- |                                  |             |                          |         |
|----------------------------------|-------------|--------------------------|---------|
| 1. นายเอกชัย                     | พือสันเทียะ | ประธานกรรมการ.....       | 10/1/25 |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรินทร์    | อ่อนน้อม    | กรรมการ.....             | 25/1/25 |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิฑูรย์พงษ์ | วิบูลเจริญ  | กรรมการและเลขานุการ..... | 25/1/25 |

ลงชื่อ.....(ผู้อนุมัติ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ลิ่มไขแสง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

## รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

ชุดฝึกควบคุมพื้นฐานทางวิศวกรรม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 30 ชุด

### คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค

ครุภัณฑ์ทุกรายการต้องมีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ดังนี้

#### 1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดฝึกที่สร้างขึ้นเพื่อการศึกษา โดยอุปกรณ์ควบคุม, อุปกรณ์สั่งงานและแสดงผลทุกชิ้นจะต้องมีมาตรฐาน DIN หรือ UL หรือ JIS หรือ VDE หรือ IEC หรือ TIS หรือ CE อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถนำมาประกอบเข้าด้วยกันได้และสามารถควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าด้วย PLC ได้ โดยมีระบบป้องกันการทดลองผิดพลาดเพื่อป้องกันอันตราย

#### 2. รายละเอียดทางเทคนิค

2.1 ตู้ควบคุมทำด้วยเหล็กแผ่น มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มม. ขนาดไม่น้อยกว่า 450 x 600 x 200 มม. เคลือบสีอุตสาหกรรมผ่านกระบวนการอบด้วยความร้อน

2.2 ฝาตู้เจาะติดตั้งอุปกรณ์และกำหนดอักษรกำกับอุปกรณ์ ให้มีความเป็นระเบียบและสวยงามดังนี้

2.2.1 ส่วนบนสุดเจาะติดตั้งหลอดสัญญาณแสดงเฟส 3 ตัว ( แดง, เหลือง และน้ำเงิน ) พร้อมอักษรกำกับ L1, L2, L3 ตามลำดับ

2.2.2 ส่วนล่างถัดลงมาระดับที่ 2 ติดตั้งโวลต์มิเตอร์อักษรกำกับ (V1) และแอมป์มิเตอร์อักษรกำกับ (A1)

2.2.3 ส่วนล่างถัดลงมาระดับที่ 3 ติดตั้งซีล็คเตอร์โวลต์มิเตอร์และซีล็คเตอร์แอมป์มิเตอร์ โดยมองในแนวตั้งตรงกับโวลท์และแอมป์มิเตอร์ตามลำดับ

2.2.4 ส่วนล่างถัดลงมาระดับที่ 4 ติดตั้งหลอดสัญญาณแสดงการทำงานของอุปกรณ์ 4 หลอด ( เหลือง, เขียว, เหลือง, เขียว ) มีอักษรกำกับด้วย H1, H2, H3 และ H4 ตามลำดับ

2.2.5 ส่วนล่างสุดติดตั้งสวิทช์ปุ่มกด 4 ตัว ( แดง, เขียว, แดง, เขียว ) มีอักษรกำกับด้วย S1, S2, S3 และ S4 ตามลำดับ

#### 2.3 อุปกรณ์ควบคุมประกอบด้วย

2.3.1 MAIN CONTACTOR จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว

2.3.1.1 มี MAIN CONTACT 3 NO ทนกระแสได้ 16A

2.3.1.2 มี AUXILIARY CONTACT 2 NO, 2 NC ทนกระแสไฟฟ้า 10A

2.3.1.3 มี COIL 220VAC

2.3.2 AUXILIARY CONTACTOR จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว

2.3.2.1 มี CONTACT 6 NO และ 2 NC ทนกระแสได้ 10A

2.3.2.2 มี COIL 220VAC

2.3.3 THERMAL OVERLOAD RELAY จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว

2.3.3.1 เป็น THERMAL OVERLOAD RELAY แบบ 3 เฟส

2.3.3.2 สามารถปรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 2.5 แอมป์ หรือดีกว่า และเป็นยี่ห้อเดียวกับ Auxiliary Contactor

#### 2.4 อุปกรณ์สั่งงานและแสดงผลประกอบด้วย

2.4.1 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว

2.4.1.1 ตัวประมวลผลเป็น CPU แบบ AC/DC/RLY

2.4.1.2 จำนวนดิจิตอลอินพุท (Digital Input) 24Vdc : 8 จุด

2.4.1.3 จำนวนดิจิตอลเอาต์พุท Digital Output (Relay; 2A max) : 6 จุด

- 2.4.1.4 จำนวนอนาล็อกอินพุท (Analog Input) (0...10VDC) : 2 จุด
- 2.4.1.5 ขนาดความละเอียดอนาล็อกอินพุท (Resolution of Analog input) ไม่น้อยกว่า 10 บิต
- 2.4.1.6 ความเร็วในการประมวลผล (Execution speed)
  - 2.4.1.6.1 บิต (Bit Operation) : 0.1 ไมโครวินาทีต่อคำสั่ง หรือเร็วกว่า
  - 2.4.1.6.2 การย้าย (Word Operation) : 12 ไมโครวินาทีต่อคำสั่ง หรือเร็วกว่า
  - 2.4.1.6.3 คำนวณ (floating point arithmetic) : 18 ไมโครวินาทีต่อคำสั่ง หรือเร็วกว่า
- 2.4.1.7 ขนาดหน่วยความจำ (User memory<sup>1</sup>)
  - 2.4.1.7.1 Work : 25 Kbytes
  - 2.4.1.7.2 Load : 1 Mbytes
- 2.4.1.8 Counters : 4
- 2.4.1.9 Counter frequency (counter) max. : 100 kHz
- 2.4.1.10 เป็นผลิตภัณฑ์ผ่านการรับรอง Shock test IEC 60068-2-27 หรือมากกว่า
- 2.4.1.11 สามารถเลือกภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมได้ไม่น้อยกว่า 2 ภาษา คือ Function Block Diagram (FBD), Ladder Diagram (LAD)
- 2.4.1.12 มีสายเชื่อมต่อแบบ USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น
- 2.4.1.13 เป็นผลิตภัณฑ์จากทวีปยุโรป อเมริกา หรือประเทศญี่ปุ่น
- 2.4.1.14 ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่ายภายในประเทศ เพื่อประโยชน์ต่อการซ่อมบำรุงพร้อมแนบเอกสารยืนยันในวันยื่นซอง
- 2.4.2 สวิตช์ปุ่มกด (PUSH BUTTON SWITCH) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 2.4.2.1 สวิตช์ปุ่มกดสีแดง จำนวน 2 ตัว, สีเขียว จำนวน 2 ตัว
  - 2.4.2.2 ขนาด 1 NC, 1 NO
  - 2.4.2.3 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 22 มม.
  - 2.4.2.4 เป็นผลิตภัณฑ์จากทวีปยุโรป อเมริกา หรือประเทศญี่ปุ่น เกาหลี
  - 2.4.2.5 ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตเพื่อประโยชน์ต่อการซ่อมบำรุงพร้อมแนบเอกสารยืนยันในวันยื่นซอง
- 2.4.3 ดิจิตอลโวลต์มิเตอร์แบบติดตั้งหน้าตู้ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 2.4.3.1 หน้าจอแสดงผลแบบ LED 4 หลัก
  - 2.4.3.2 แสดงผลได้ในช่วง -1999 ถึง 9999 หรือกว้างกว่า
  - 2.4.3.3 มีย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 0-500 โวลต์
  - 2.4.3.4 ความละเอียดในการแสดงผล  $\pm 0.3\%$  rdg $\pm 3$ -digit หรือดีกว่า
  - 2.4.3.5 ใช้กับไฟฟ้า 100 – 240 VAC
  - 2.4.3.6 เป็นผลิตภัณฑ์จากทวีปยุโรป อเมริกา หรือประเทศญี่ปุ่น เกาหลี
  - 2.4.3.7 ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตเพื่อประโยชน์ต่อการซ่อมพร้อมแนบเอกสารยืนยันในวันยื่นซอง
- 2.4.4 ดิจิตอลแอมป์มิเตอร์แบบติดตั้งหน้าตู้ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
  - 2.4.4.1 หน้าจอแสดงผลแบบ LED 4 หลัก
  - 2.4.4.2 แสดงผลได้ในช่วง -1999 ถึง 9999 หรือกว้างกว่า
  - 2.4.4.3 มีย่านวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ 0-5 แอมป์
  - 2.4.4.4 ความละเอียดในการแสดงผล  $\pm 0.3\%$  rdg $\pm 3$ -digit หรือดีกว่า
  - 2.4.4.5 ใช้กับไฟฟ้า 100 – 240 VAC
  - 2.4.4.6 เป็นผลิตภัณฑ์จากทวีปยุโรป อเมริกา หรือประเทศญี่ปุ่น เกาหลี

- 2.4.4.7 ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตเพื่อประโยชน์ต่อการซ่อมพร้อม  
แบบเอกสารยืนยันในวันยื่นของ
- 2.4.5 CURRENT TRANSFORMER ต่อทำงานร่วมกับแอมป์มิเตอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว
- 2.4.6 SELECTOR VOLT จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 2.4.7 SELECTOR AMP จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 2.4.8 TIMER แบบ ON DELAY จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 2.4.8.1 ช่วงใช้งาน 0-30 วินาที หรือกว้างกว่า
- 2.4.8.2 พร้อม SOCKET
- 2.4.8.3 เป็นผลิตภัณฑ์จากทวีปยุโรป อเมริกา หรือประเทศญี่ปุ่น เกาหลี
- 2.4.8.4 ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตเพื่อประโยชน์ต่อการซ่อมพร้อม  
แบบเอกสารยืนยันในวันยื่นของ
- 2.4.9 TIMER แบบ OFF DELAY จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 2.4.9.1 ช่วงใช้งาน 0-30 วินาที หรือกว้างกว่า
- 2.4.9.2 พร้อม SOCKET
- 2.4.9.3 เป็นผลิตภัณฑ์จากทวีปยุโรป อเมริกา หรือประเทศญี่ปุ่น เกาหลี
- 2.4.9.4 ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตเพื่อประโยชน์ต่อการซ่อมพร้อม  
แบบเอกสารยืนยันในวันยื่นของ
- 2.4.10 PILOT LAMP จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 2.4.10.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 22 มม.
- 2.4.10.2 PILOT LAMP จำนวน 7 หลอด ประกอบด้วย สีแดง 1 หลอด, สีเหลือง 3 หลอด,  
สีน้ำเงิน 1 หลอด, สีเขียว 2 หลอด
- 2.4.10.3 เป็นผลิตภัณฑ์จากทวีปยุโรป อเมริกา หรือประเทศญี่ปุ่น เกาหลี
- 2.4.10.4 ผู้ขายต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตเพื่อประโยชน์ต่อการซ่อมพร้อม  
แบบเอกสารยืนยันในวันยื่นของ
- 2.5 อุปกรณ์ป้องกันประกอบด้วย
- 2.5.1 CIRCUIT BREAKER 10 AT. พร้อม Shunt Trip (แบบ 3P) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 2.5.2 MINIATURE CIRCUIT BREAKER 6AT. (แบบ 1P) จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว
- 2.5.3 Over-Under Voltage Relay จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 2.6 อุปกรณ์อื่นๆ ประกอบด้วย
- 2.6.1 PVC DUCT ขนาด 40 x 25 มม. สำหรับติดตั้งในตู้ยาว 2 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ท่อน
- 2.6.2 TERMINAL ต่อสาย, มี 30 ช่องใช้ต่อเข้าสาย 2.5 มม.<sup>2</sup> จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 2.6.3 รางยึดอุปกรณ์ สำหรับยึดอุปกรณ์ภายในตู้ยาว 1 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ท่อน
- 2.6.4 มอเตอร์ 3 เฟส ขนาด ½ HP 380/660 V 4 POLE จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 2.6.5 สายไฟฟ้าขนาด 5 x 1.5 มม.<sup>2</sup> ยาว 3 เมตร พร้อม PLUG 5 ขั้ว 16A 380V และ SOCKET  
แบบติดลอย จำนวน 1 ชุด
- 2.6.6 โตะทดลอง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 2.6.6.1 พื้นโตะทำด้วยไม้ปาติเกิลเคลือบด้วยเมลามีน
- 2.6.6.2 ตัวพื้นมีขนาด W1500 มม. x D 800 มม. ความหนา 28 มม.
- 2.6.6.3 ปิดขอบโตะโดยรอบด้วย PVC หนา 2 มม.
- 2.6.6.4 พื้นโตะเจาะรูสำหรับร้อยสายจาก Console ลงไปที่พื้นที่ด้านล่างของโตะ
- 2.6.6.5 การยึดพื้นโตะเข้ากับ Console และโครงขาโตะยึดได้อย่างมั่นคง แข็งแรง

- 2.6.6.6 โครงขาโต๊ะเป็นแบบถอดประกอบได้
- 2.6.6.7 ขาทั้ง 4 ด้าน ทำด้วยเหล็กกล่องหนา 2.2 มม. ขนาดกล่อง 38 x 38 มม.
- 2.6.6.8 ตัวคานเป็นเหล็กกล่องขนาด 50 x 25 มม. หนา 2 มม.
- 2.6.6.9 ลักษณะตัวคานเชื่อมยึดติดกันทั้ง 4 ด้าน พร้อมทั้งมีคานรองรับน้ำหนักพื้นโต๊ะ ตามแนวความกว้างของพื้นโต๊ะ
- 2.6.6.10 ชุดตัวคานประกอบเข้ากับตัวขาโต๊ะ โดยใช้สกรูยึดทั้ง 4 ด้าน
- 2.6.6.11 ขาโต๊ะสามารถปรับระดับความสูงได้ 20 มม.
- 2.6.6.12 ความสูงจากพื้นถึงระดับพื้นโต๊ะด้านบน มีความสูง 800 มม.
- 2.6.6.13 ชุดขาโต๊ะทุกชิ้นพ่นสีเป็นแบบสีฝุ่นอุตสาหกรรมชนิดใช้ภายนอกอาคาร และ ผ่านขบวนการอบความร้อน สามารถทนความชื้นได้เป็นอย่างดี
- 2.6.7 มีซอฟต์แวร์เรียนรู้เครื่องจักรกลไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 2.6.7.1 หลักการพื้นฐานมอเตอร์
  - 2.6.7.2 จุดกำหนดการปฏิบัติงานของมอเตอร์
  - 2.6.7.3 ควอดแดรนต์ (Quadrants) ของมอเตอร์
  - 2.6.7.4 การนำไปใช้งานของมอเตอร์แต่ละชนิด
  - 2.6.7.5 ชนิดของมอเตอร์
    - 2.6.7.5.1 มอเตอร์ดีซีใช้แปรงถ่าน (Brush DC Motor)
      - 2.6.7.5.1.1 โครงสร้าง (Constuction)
      - 2.6.7.5.1.2 การนำไปประยุกต์ใช้งาน (Application)
      - 2.6.7.5.1.3 Brush Commutator
      - 2.6.7.5.1.4 Rotor Reaction
      - 2.6.7.5.1.5 Commutation
    - 2.6.7.5.2 ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor)
      - 2.6.7.5.2.1 โครงสร้าง (Constuction)
      - 2.6.7.5.2.2 การนำไปประยุกต์ใช้งาน (Application)
      - 2.6.7.5.2.3 Brush Commutator
    - 2.6.7.5.3 อินดักชั่นมอเตอร์ (Asynchronous Motor)
      - 2.6.7.5.3.1 โครงสร้าง (Constuction)
      - 2.6.7.5.3.2 คำอธิบายหลักการการทำงาน
      - 2.6.7.5.3.3 คุณสมบัติการเริ่มต้นมอเตอร์
      - 2.6.7.5.3.4 การหมุนของมอเตอร์ (Rotating field)
      - 2.6.7.5.3.5 Phase motor rotating field
      - 2.6.7.5.3.6 Single Phase motor rotating field
    - 2.6.7.5.4 ซิงโครนัสมอเตอร์ มอเตอร์/มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไม่มีแปรงถ่าน (Synchronous Motor/BLDC)
      - 2.6.7.5.4.1 โครงสร้าง (Constuction)
      - 2.6.7.5.4.2 คำอธิบายหลักการการทำงาน
      - 2.6.7.5.4.3 Phase motor rotating field
      - 2.6.7.5.4.4 Reducing acoustic noise
      - 2.6.7.5.4.5 การใช้งาน PWM Modulation
      - 2.6.7.5.4.6 Typical Synchronous / Brushless DC motor Control


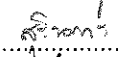
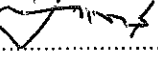
- 2.6.7.5.5 รีลักแตนซ์มอเตอร์ (Switched Reluctance Motor)
  - 2.6.7.5.5.1 โครงสร้าง (Constuction)
  - 2.6.7.5.5.2 คำอธิบายหลักการการทำงาน
  - 2.6.7.5.5.3 การกำเนิดสัญญาณพัลส์
  - 2.6.7.5.5.4 หลักการการทำงานของ Sensorless
  - 2.6.7.5.5.5 Typical Switched reluctance Motor Control
- 2.6.7.5.6 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor)
  - 2.6.7.5.6.1 คำอธิบายหลักการการทำงาน
  - 2.6.7.5.6.2 ประเภทของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ไม่น้อยกว่า 3 แบบ
  - 2.6.7.5.6.3 โครงสร้าง (Constuction)
  - 2.6.7.5.6.4 Bipolar Stepper Motors
  - 2.6.7.5.6.5 การปรับปรุงประสิทธิภาพ (Improving Performance)
- 2.6.7.6 ประวัติผู้ค้นพบหลักการพื้นฐานทางเครื่องกลไฟฟ้า
  - 2.6.7.6.1 OERSTED, Hans Christian
    - 2.6.7.6.1.1 ประวัติ
    - 2.6.7.6.1.2 แสดงการไหลของกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
    - 2.6.7.6.1.3 มีวงจรการทำงานที่สามารถเคลื่อนไหวได้
  - 2.6.7.6.2 FARADAY, Michael
    - 2.6.7.6.2.1 ประวัติ
    - 2.6.7.6.2.2 กฎของ FARADAY
    - 2.6.7.6.2.3 สูตรการคำนวณ
    - 2.6.7.6.2.4 มีวงจรการทำงานที่สามารถเคลื่อนไหวได้
  - 2.6.7.6.3 AMPERE, Andre Marie
    - 2.6.7.6.3.1 ประวัติ
    - 2.6.7.6.3.2 สูตรการคำนวณ
    - 2.6.7.6.3.3 มีวงจรการทำงานที่สามารถเคลื่อนไหวได้
    - 2.6.7.6.3.4 กฎของ Hopkinson
  - 2.6.7.6.4 LORENTZ, Hendrik Antoon
    - 2.6.7.6.4.1 ประวัติ
    - 2.6.7.6.4.2 สูตรการคำนวณ
    - 2.6.7.6.4.3 มีวงจรการทำงานที่สามารถเคลื่อนไหวได้

### 3. รายละเอียดอื่น ๆ

- 3.1 เอกสารสำหรับปฏิบัติงานและใบงานประกอบการทดลองไม่น้อยกว่า 20 ใบงาน จำนวน 2 เล่ม พร้อมไฟล์เอกสารในรูปแบบ Word หรือ PDF โดยบันทึกข้อมูลใน แผ่นซีดี หรือ ดีวีดี หรืออุปกรณ์บันทึกข้อมูลอื่นๆ
- 3.2 เอกสารสำหรับปฏิบัติการพร้อมคำตอบ จำนวน 1 เล่ม พร้อมไฟล์เอกสารในรูปแบบ Word และ PDF โดยบันทึกข้อมูลใน แผ่นซีดี หรือ ดีวีดี หรืออุปกรณ์บันทึกข้อมูลอื่นๆ
- 3.3 ต้องมีการจัดฝึกอบรมการใช้งานจากทางบริษัทที่ชนะการประมูล โดยทำการฝึกอบรมการใช้งานให้กับอาจารย์และบุคลากรไม่น้อยกว่า 2 วัน หลังจากติดตั้งและส่งมอบชุดทดลองแล้วภายใน 30 วัน

- 3.4 บริษัทผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้ผลิตและได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001 : 2008 ทางด้านการออกแบบ, ผลิต, ประกอบและซ่อมบำรุงชุดฝึกด้านการศึกษาในหน่วยงานราชการและสถาบันการศึกษาโดยเฉพาะ พร้อมมีเอกสารรับรองในวันยื่นซอง
- 3.5 มีการรับประกันคุณภาพพร้อมบริการซ่อมฟรี 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้ว และในระยะ รับประกันต้องให้บริการตรวจสอบการใช้งานทุกๆ 6 เดือน
4. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา
5. ส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 90 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา
6. สถานที่ส่งมอบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

- |   |                          |   |
|---|--------------------------|---|
| 1. นายเอกชัย พิ้อสันเทียะ                 | ประธานกรรมการ.....       |  |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรินทร์ อ่อนน้อม    | กรรมการ.....             |  |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิษณุพงษ์ วิบูลเจริญ | กรรมการและเลขานุการ..... |  |



ลงชื่อ.....(ผู้อนุมัติ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ลิ้มไขแสง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน