

## รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรงขั้นสูงเพื่อยานยนต์ไฟฟ้า
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. รายละเอียดทั่วไป

ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรงขั้นสูงเพื่อยานยนต์ไฟฟ้าเป็นชุดฝึกสอนสำหรับระบบขับเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรงที่มีระบบควบคุมแบบเรียลไทม์ โดยระบบนี้ 1 ชุด ประกอบด้วย

- 3.1 ชุดการขับเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 ชุด
- 3.2 ชุดมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด
- 3.3 โปรแกรมประกอบการเรียนรู้ชุดทดสอบเครื่องกลไฟฟ้า จำนวน 1 โปรแกรม

#### 4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

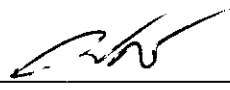
- 4.1 ชุดการขับเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 ชุด
  - 4.1.1 เป็นชุดฝึกสอนสำหรับระบบขับเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรง (Motion Control for DC)
  - 4.1.2 เป็นระบบควบคุมแบบเรียลไทม์ โดยมีหน่วยประมวลผลแบบมีสมองกลฝังตัว และสามารถประมวลผลแบบ FPGA ได้
  - 4.1.3 ใช้ FPGA ชนิด Xilinx Kintex-7 7K70T
  - 4.1.4 จำนวน Flip-flops : 82,000
  - 4.1.5 จำนวนของ 6 input LUTs : 41,000
  - 4.1.6 จำนวน DMA channels. 16
  - 4.1.7 ใช้หน่วยประมวลผลแบบ Intel Atom E3930, 2 core ความถี่ 1.3 GHz (Base), 1.8 GHz (burst) L2 cache 2MB
  - 4.1.8 มีพอร์ต ETHERNET PORT จำนวน 2 port 10Base-T, 100Base-TX, and 1000Base-T Ethernet
  - 4.1.9 อัตราการสื่อสาร 10 Mb/s, 100 Mb/s, 1000 Mb/s auto-negotiated
  - 4.1.10 ใช้โปรโตคอล แบบ IEEE 802.1AS-2011
  - 4.1.11 ค่าความถูกต้อง ของ Network synchronization :  $<1 \mu\text{s}$
  - 4.1.12 มีพอร์ต RS232 , RS-485, USB ,display port, SD Card slot
  - 4.1.13 เขียนโปรแกรมด้วยกราฟฟิคอลโปรแกรมมิ่ง
- 4.2 ชุดมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด
  - 4.2.1 มอเตอร์กระแสตรงแบบ Stepper จำนวน 1 ตัว โดยมอเตอร์มีค่าแรงบิดไม่น้อยกว่า 1600 ออนซ์แรงนิ้ว (oz-in) ขนาดเฟรมไม่น้อยกว่า 34 มม. และมี Encoder ในตัว และ Stepper drive กระแสตรง 1 ชุด สำหรับขับเคลื่อนพร้อมสาย
  - 4.2.2 Step Angle (deg) : 1.8
  - 4.2.3 Rotor Inertia (oz-in-sec<sup>2</sup>): 6.80E-02
  - 4.2.4 Bipolar Holding Torque (oz-in) 1694
  - 4.2.5 Unipolar Holding Torque : 1198

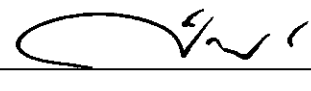
- 4.2.6 มีมอเตอร์แบบ Stepper พร้อม Encoder (Integrated Steppers) ขนาดเฟรม ไม่น้อยกว่า 23 มม. และ Torque อย่างน้อย 210 ออนซ์แรงนิ้ว (oz-in) จำนวน 1 ตัว
- 4.2.7 Amplifier type: Dual H-bridge, 4 quadrant
- 4.2.8 Current control: 4 state PWM @ 20 kHz
- 4.2.9 Supply voltage : 12 VDC to 70 VDC
- 4.2.10 Motor current: 2.5 to 5.0 A/phase peak of sine
- 4.2.11 สายต่อต่างๆ
- 4.3 โปรแกรมประกอบการเรียนรู้ชุดทดสอบเครื่องกลไฟฟ้า จำนวน 1 โปรแกรม
  - 4.3.1 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าได้ ด้วยสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน IEC และ JIC
  - 4.3.2 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้า AC และ DC เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยสัญลักษณ์ตามมาตรฐาน IEC และ NEMA ได้
  - 4.3.3 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ One-line ได้
  - 4.3.4 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของโปรแกรมพีแอลซีตามมาตรฐาน IEC เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าได้
  - 4.3.5 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของโปรแกรมพีแอลซี เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าได้
  - 4.3.6 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของวงจรดิจิทัลเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าได้โดยต้องมี Library ของสัญลักษณ์เพื่อช่วยในการออกแบบไม่น้อยกว่าดังนี้ Inverters, Logic Gates, Flip-Flops, Counters, Shift Registers, Comparators, Switches, LEDs, 7-bar Display, Decoders, Multiplexers
  - 4.3.7 สามารถเขียนและจำลองการทำงานของโปรแกรม SFC หรือ GRAFCET เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าได้
  - 4.3.8 สามารถสร้างและจำลองการทำงานของ HMI ในรูปแบบ 2D และ 3D เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าได้
  - 4.3.9 สามารถสร้างและจำลองการทำงานของ Control Panels เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าได้
  - 4.3.10 สามารถปรับค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์เพื่อใช้จำลองการทำงานได้
  - 4.3.11 มี Virtual Systems ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้สำหรับประกอบการเรียนรู้
  - 4.3.12 ภายในโปรแกรมต้องมี Troubleshooting Module เพื่อใช้ในการกำหนดบกพร่องของตัวอุปกรณ์
  - 4.3.13 ภายในโปรแกรมต้องมี Diagnostic Tools เพื่อช่วยในการเรียนรู้
  - 4.3.14 ภายในโปรแกรมประกอบด้วย Libraries และ Modules ต่าง ดังนี้ Electrotechnical ( AC/DC), Hydraulics / Proportional Hydraulics, Pneumatics / Proportional Pneumatics, Electrical Controls, PLC Ladder Logic, Allen Bradley, Siemens & IEC, Sequential Function Chart (SFC/GRAFCET) , Digital Electronics,

Electrotechnical One-line, Control Panels & 2D-3D HMI, Mechanical Links, Fluid Power Component Sizing, Electrical Component Sizing, Catalogue Manager, Manufacturers' Catalogues, Bill of Material & Report, OPC Client & OPC Server (CAN Bus), APIs / Script Language, Didactic Support, Teachware

- 4.3.15 เป็นโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมายมี Hard lock จากโรงงานผู้ผลิต
- 4.3.16 ชุดโปรแกรมที่นำเสนอจะต้องถูกผลิตจากบริษัทที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO พร้อมแนบเอกสารมาประกอบการยื่นซอง
- 4.3.17 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้ผลิตหรือได้รับแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ พร้อมแนบเอกสารมาประกอบการยื่นซอง

- 5. ผู้เสนอราคาต้องแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยกำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่าทั้งนี้จะต้องทำเครื่องหมายหรือส่วนข้อกำหนดในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน
- 6. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 60 วัน
- 7. ระยะเวลารับประกัน 1 ปี
- 8. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ลงชื่อ  ผู้กำหนดรายละเอียด  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภัทร พันธุ์คง)  
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ลงชื่อ   
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวกร อ่างทอง)  
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์