

## รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ครุภัณฑ์ ชุดปฏิบัติการทดลองขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ตำบลนอกเมือง อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์

2. จำนวนที่ต้องการ ...1... ชุด

3. รายละเอียดครุภัณฑ์ประกอบด้วย  
รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองที่ออกแบบสำหรับการทดลองเรียนรู้หรือพัฒนาทางด้านการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้การประมวลผลเชิงตัวเลข ด้วยตัวประมวลผลแบบ DSP : Digital Signal Processing ตัวประมวลผลใช้ CPU เป็นตัวประมวลผลควบคุมหลัก รองรับการใช้งานร่วมกับโปรแกรม Matlab/Simulink หรือ PSIM เพื่อการพัฒนา-โปรแกรมสั่งงานควบคุม สามารถทำการทดลองควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบต่าง ๆ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน (BLDC), มอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวร (PMSM) พร้อมโหลดทางกลแบบ Electromagnetic Brake และตัวแสดงผลแรงบิด-ความเร็วรอบสำหรับการทดสอบมอเตอร์ พร้อมชุดเครื่องมือวัดและทดสอบต่าง ๆ ติดตั้งอยู่บนตู้ Rack มาตรฐานเพื่อสะดวกต่อการใช้งาน พร้อมชุดตัวอย่างโปรแกรมทดลองที่พัฒนาบน PSIM พร้อมชุดประมวลผลคอมพิวเตอร์เพื่อใช้งานการพัฒนาโปรแกรมและเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ

บริษัทที่เสนอราคาเป็นบริษัทได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 และ ISO 14001:2015 ภายใต้ขอบข่าย Design and Manufacture , Sale , After Sale Service of Education Training Set โดยระบุในเอกสารอย่างชัดเจน โดยเฉพาะเพื่อเป็นประโยชน์ด้านการบริการหลังการขาย พร้อมทั้งแนบเอกสารประกอบการยืนยัน

สามารถทำการทดลองในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- การรับส่งสัญญาณดิจิทัล
- การรับส่งสัญญาณอนาล็อก
- การสร้างสัญญาณ PWM
- การควบคุมความเร็ว DC MOTOR แบบ Open loop 1 Direction
- การควบคุมความเร็ว DC MOTOR แบบ Open loop 2 Direction
- การควบคุมความเร็ว DC MOTOR แบบ Close loop control by PI controller 1 Direction
- การควบคุมความเร็ว DC MOTOR แบบ Close loop control by PI controller 2 Direction
- การสร้างสัญญาณ SPWM และ SVPWM
- การควบคุมความเร็ว INDUCTION MOTOR ด้วยวิธี V/F Control Open Loop
- การควบคุมความเร็ว INDUCTION MOTOR ด้วยวิธี V/F Control Closed Loop
- การควบคุมความเร็วของ BRUSHLESS DC MOTOR (BLDC) Open Loop Control
- การควบคุมความเร็วของ BRUSHLESS DC MOTOR (BLDC) Close Loop Control by Encoder

- การควบคุมความเร็วของ BRUSHLESS DC MOTOR (BLDC) Close Loop Control by Hall Effect Decoder
- การควบคุมความเร็วของ PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR (PMSM) by FOC Algorithm

### 3.1 ชุดพัฒนาระบบขับเคลื่อนมอเตอร์กำลังขั้นสูงพร้อมไมโครโพรเซสเซอร์แบบเรียลไทม์ จำนวน 6 บอร์ด

ราคาต่อหน่วย 55,000 บาท รวมจำนวนเงิน 330,000 บาท

- 3.1.1 ตัวประมวลผลที่ติดตั้งลงในบอร์ดเป็นแบบ 32 Bits, ความถี่ไม่น้อยกว่า 150MHz, หน่วยความจำแบบ Flash ไม่น้อยกว่า 256KB, แบบ RAM ไม่น้อยกว่า 34 KB
- 3.1.2 มีอินพุต, เอาต์พุต, อนาล็อกอินพุต และ อนาล็อกเอาต์พุต สำหรับใช้งานต่าง ๆ ดังนี้
  - 3.1.2.1 ดิจิตอลอินพุตแบบสวิตช์ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
  - 3.1.2.2 ดิจิตอลเอาต์พุตแบบ LED จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
  - 3.1.2.3 อนาล็อกอินพุต จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 3.1.2.4 อนาล็อกเอาต์พุต จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 3.1.2.5 PWM เอาต์พุต จำนวน 3 ชุด ชุดละ 2 ช่อง ใช้สำหรับการควบคุมอุปกรณ์สวิตช์กำลัง
  - 3.1.2.6 Enhanced Quadrature Encoder Pulse (eQEP) จำนวน 1 ชุด สามารถรับสัญญาณแบบ A, B, Z ใช้กับระดับแรงดันที่ +5V
  - 3.1.2.7 Enhanced Capture (eCAP) จำนวน 1 ชุด ใช้กับระดับแรงดันที่ +5V
- 3.1.3 มีระบบอินเวอร์เตอร์กำลังแบบ 3 เฟส โดยจะมีรายละเอียดดังนี้
  - 3.1.3.1 เอาต์พุตเป็นระบบแรงดันไฟฟ้าแบบสามเฟส
  - 3.1.3.2 ใช้ IGBT หรือ MOSFET เป็นอุปกรณ์สวิตช์กำลัง
  - 3.1.3.3 มีพิกัดกำลังเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 300W
  - 3.1.3.4 มีวงจรขับเคลื่อนอุปกรณ์สวิตช์กำลังแบบ Isolated กับวงจรควบคุม ใช้งานได้กับความถี่สูงสุดไม่น้อยกว่า 20kHz
  - 3.1.3.5 มีระบบป้องกันแบบการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของสวิตช์กำลังที่ผิดพลาด
  - 3.1.3.6 มีฟิวส์ป้องกันกระแสเกิน
  - 3.1.3.7 มีเซนเซอร์กระแสสำหรับป้อนกลับ 3 จุด ได้แก่ ia, ib, ic
- 3.1.4 มีจุดทดสอบสำหรับวัดสัญญาณที่เกี่ยวข้องในการควบคุมมอเตอร์ดังนี้
  - 3.1.4.1 สัญญาณอนาล็อกเอาต์พุต
  - 3.1.4.2 สัญญาณ Encoder
  - 3.1.4.3 สัญญาณ Hall Sensor
  - 3.1.4.4 สัญญาณกระแส 3 จุด ได้แก่ ia, ib, ic

3.1.5 ชุดระบบสื่อสารสำหรับใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์มีรายละเอียดดังนี้

3.1.5.1 มีพอร์ต JTAG สำหรับลงโปรแกรม

3.1.5.2 มีพอร์ต RS-232 Isolated สำหรับรับและส่งข้อมูลแบบ Real-Time จากคอมพิวเตอร์

3.2 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 6 เครื่อง ราคาต่อหน่วย 124,900 บาท รวมจำนวนเงิน 749,400 บาท

3.2.1 ขนาดพิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 160V

3.2.2 ขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 4 A

3.2.3 ขนาดพิกัดกำลังไม่น้อยกว่า 360W

3.2.4 Load Regulation(CV) 130mV

3.2.5 Line Regulation(CV) 128mV

3.2.6 Load Regulation(CC) 9.5mA

3.2.7 Line Regulation(CC) 9.5mA

3.2.8 Measurement Accuracy Voltage 0.1%+200mV

3.2.9 Measurement Accuracy Current 0.1%+5mA

3.2.10 Protection Function OVP, OCP, OHP

3.2.11 สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบ USB, LAN

3.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 6 ตัว ราคาต่อหน่วย 26,200 บาท รวมจำนวนเงิน 157,200 บาท

3.3.1 ขนาดพิกัดกำลัง 300 W หรือ สูงกว่า

3.3.2 ขนาดพิกัดแรงดัน 230/400 V (Delta/Star)

3.3.3 ขนาดพิกัดความเร็วรอบ 1350 rpm โดยประมาณ

3.3.4 ขนาดพิกัดความถี่ 50 Hz

3.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 6 ตัว ราคาต่อหน่วย 73,000 บาท รวมจำนวนเงิน 438,000 บาท

3.4.1 ขนาดพิกัดกำลัง 200 W หรือสูงกว่า

3.4.2 ขนาดพิกัดแรงดันที่ขดลวดอาเมเจอร์ 220 V

3.4.3 ขนาดพิกัดความเร็วรอบ 1500 rpm โดยประมาณ หรือสูงกว่า

3.4.4 ขนาดพิกัดแรงดันที่ขดลวดกระตุ้น 220 V

3.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน (BLDC) จำนวน 6 ตัวราคาต่อหน่วย 33,000 บาท

รวมจำนวนเงิน 198,000 บาท

3.5.1 เป็นมอเตอร์แบบขดลวดสามเฟสต่อแบบสตาร์พร้อม Hall Sensor

3.5.2 ขนาดพิกัดแรงดัน 160 Vdc หรือสูงกว่า

3.5.3 ขนาดพิกัดกำลัง 150W หรือสูงกว่า

3.5.4 ขนาดพิกัดความเร็วรอบ 3000 rpm

3.5.5 มีสัญญาณ Hall Output

**3.6 มอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวร (PMSM) จำนวน 6 ตัว ราคาต่อหน่วย 34,800 บาท**

รวมจำนวนเงิน 208,800 บาท

3.6.1 ขนาดพิกัดแรงดัน 110 VAC หรือสูงกว่า

3.6.2 ขนาดพิกัดกำลัง 400 W หรือสูงกว่า

3.6.3 ขนาดพิกัดความเร็วรอบ 3000 rpm

3.6.4 ติดตั้ง Incremental Encoder มีค่าความละเอียด ไม่น้อยกว่า 2500 ppr

**3.7 เอ็นโค้ดเดอร์แบบแกนหมุน จำนวน 6 ตัว ราคาต่อหน่วย 39,900 บาท รวมจำนวนเงิน 239,400 บาท**

3.7.1 Incremental Rotary Encoder เอาต์พุตชนิด Line Driver

3.7.2 สัญญาณเอาต์พุต A, B, Z หรือดีกว่า

3.7.3 จำนวนพัลส์ต่อรอบอยู่ที่ 1024

3.7.4 พร้อมขั้วต่อใช้งานแบบ DB9 และ 2 มม. Socket

3.7.5 ใช้งานแบบคัปปลิงสองด้าน

**3.8 โหลดทางกล จำนวน 2 ตัว ราคาต่อหน่วย 134,400 บาท รวมจำนวนเงิน 268,800 บาท**

3.8.1 ขนาดพิกัดกำลัง 400 W หรือสูงกว่า

3.8.2 ขนาดพิกัดความเร็วรอบ 1500 rpm โดยประมาณ

3.8.3 ใช้กับแรงดันไฟตรงไม่เกิน 220 V

3.8.4 ติดตั้งตัวตรวจจับค่าแรงบิดแบบ Load Cell

3.8.5 ติดตั้งตัวตรวจจับค่าความเร็วรอบแบบ Proximity

3.8.6 สามารถต่อใช้งานร่วมกับชุด BRAKE CONTROL UNIT เพื่อแสดงค่าแรงบิดและความเร็วรอบได้

**3.9 BRAKE CONTROL UNIT จำนวน 1 ตัว ราคาต่อหน่วย 40,100 บาท รวมจำนวนเงิน 40,100 บาท**

3.9.1 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ เพื่อทำหน้าที่จ่ายแรงดันให้กับตัวโหลดทางกล

3.9.2 พิกัดแรงดันเอาต์พุตสามารถปรับได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 200 Vdc

3.9.3 พิกัดกระแสเอาต์พุตสูงสุดไม่น้อยกว่า 2 A

3.9.4 มีตัวแสดงผลแรงบิด-ความเร็วรอบ ใช้สำหรับแสดงผลค่าของแรงบิดและค่าความเร็วรอบที่วัดได้จากตัวอุปกรณ์ตรวจจับแบบ Load Cell และ Proximity ที่ติดตั้งอยู่บนตัวโหลดทางกล ตัวแสดงผลเป็นแบบดิจิตอล LED พิกัดสูงสุดค่าแรงบิดที่วัดได้ไม่น้อยกว่า 2.50 Nm พิกัดสูงสุดค่าความเร็วรอบที่วัดได้ ไม่น้อยกว่า 3000 rpm มีปุ่ม Zero Setting สำหรับตัวแสดงผลค่าแรงบิด

**3.10 ตู้ติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง จำนวน 1 ตู้ ราคาต่อหน่วย 48,400 บาท รวมจำนวนเงิน 48,400 บาท**

3.10.1 ขนาดไม่น้อยกว่า 600 x 1200 x 700 มม.

3.10.2 โครงสร้างทำจากเหล็ก

3.10.3 ฝ้าด้านข้างทึบ

3.10.4 มีลิ้นชัก 1 ช่อง สำหรับเก็บอุปกรณ์เสริมหรือเครื่องมือวัด

3.10.5 ใต้ตู้ใส่ล้อยูรีเทน

3.10.6 ใต้ตู้มีขาฉิ่งสแตนเลส

3.10.7 พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องพร้อมใช้งาน

### 3.11 ดิจิตอลออสซิลโลสโคป จำนวน 1 เครื่อง ราคาต่อหน่วย 79,500 บาท รวมจำนวนเงิน 79,500 บาท

3.11.1 ความถี่ใช้งาน 100 MHz แบบ 4 ช่องสัญญาณ

3.11.2 จอภาพสีขนาด 8 นิ้ว TFT LCD WVGA color display ความละเอียด 800x480 pixels

3.11.3 อัตราการสุ่มสัญญาณแบบ Real Time ที่ Max. : 1 GSa/s.

3.11.4 วัดและแสดงค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณแบบอัตโนมัติได้ 36 ค่า

3.11.5 Save Setup ได้ 20 ค่า และ Save Waveform ได้ 24 รูป

3.11.6 มีฟังก์ชันในการจับค่าสัญญาณรูปคลื่นแบบอัตโนมัติ

3.11.7 คุณสมบัติทางด้านแนวแกนตั้ง ช่วงเวลาขอบขาขึ้นไม่เกิน 3.5 ns โดยประมาณ ความไวในการแสดงผลทาง

3.11.8 แนวแกนตั้งอยู่ระหว่าง 1mV ~ 10V/div

3.11.9 คุณสมบัติทางด้านแนวแกนนอน ขอบเขตอยู่ระหว่าง 1ns/div ~ 100s/div (แบบ step 1-2-5)

3.11.10 สนับสนุนฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ +, -, x, ÷, FFT

3.11.11 สนับสนุนการอินเทอร์เฟซมาตรฐานแบบ USB Port, Go/No Go BNC

### 3.12 ตัวประมวลผล จำนวน 6 เครื่อง ราคาต่อหน่วย 24,000 บาท รวมจำนวนเงิน 144,000 บาท

3.12.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6core) และ 12 แกนเสมือน (12 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ MaxBoost)โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุดไม่น้อยกว่า 3.6 GHz จำนวน 1 หน่วย

3.12.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB

3.12.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพโดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่าดังนี้

4.12.3.1 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่บนแผงวงจรหลัก ที่มีความสามารถในการใช้

หน่วยความจำแยกจากหน่วยความจำหลัก ไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ

4.12.3.2 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB

3.12.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

3.12.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 240 GB จำนวน 1 หน่วย

3.12.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base -T หรือดีกว่าจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

3.12.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

3.12.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์

3.12.9 มีจอแสดงภาพในตัวและมีขนาดไม่น้อยกว่า 21 นิ้ว ความละเอียดแบบ FHD (1920x1080)

3.12.10 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi ( IEEE 802.11ac ) และ Bluetooth

### 3.13 โต๊ะวางตัวประมวลผล จำนวน 6 ชุด ราคาต่อหน่วย 7,900 บาท รวมจำนวนเงิน 47,400 บาท

3.13.1 โครงสร้างทำด้วยไม้ปาติเกิ้ล

3.13.2 ขนาด กว้าง x ยาว x สูง ไม่น้อยกว่า 600 x 800 x 750 มิลลิเมตร

3.13.3 มีถาดวางเลื่อนสำหรับวางคีย์บอร์ด

3.13.4 มีเก้าอี้ขาแบบมีล้อเลื่อน 5 ล้อ มีพนักพิง ที่วางแขนและสามารถปรับระดับสูงต่ำได้

### 3.14 Connecting Safety Lead จำนวน 6 ชุด ราคาต่อหน่วย 8,500 บาท รวมจำนวนเงิน 51,000 บาท

3.14.1 ชุดสายเสียบทดลองหัวเสียบแบบ 4 มิลลิเมตร Safety จำนวน 20 เส้น

### 3.15 รายละเอียดอื่น ๆ

3.15.1 มีคู่มือครู และนักเรียนประกอบใบงานทดลอง พร้อมมีการจัดอบรมการใช้งานอุปกรณ์จนสามารถใช้งานได้ หลังการส่งมอบครุภัณฑ์

3.15.2 รับประกันสินค้าจากการใช้งานปกติระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.15.3 บริษัททำการติดตั้งครุภัณฑ์ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.15.4 บริษัทที่เสนอราคาเป็นบริษัทได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 และ ISO 14001:2015 ภายใต้ออกแบบ Design and Manufacture , Sale , After Sale Service of Education Training Set โดยระบุในเอกสารอย่างชัดเจนโดยเฉพาะเพื่อเป็นประโยชน์ด้านการบริการหลังการขาย พร้อมทั้งแนบเอกสารประกอบการยืนยันโดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

## 4. ผู้กำหนดรายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญยัง สิงห์เจริญ

เบอร์โทรติดต่อ 095-4247455

## 5. คณะกรรมการพิจารณาผลประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์

1.ผู้ช่วยศาสตราจารย์สันติ สาแก้ว

ประธานกรรมการ

2.อาจารย์ ดร.อดิสร นวลอ่อน

กรรมการ

3.อาจารย์พัทธนันท์ บุญสดวก


กรรมการและเลขานุการ


6. คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ/ครุภัณฑ์

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1.ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญยัง สิงห์เจริญ   | ประธานกรรมการ       |
| 2.ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญทัน สนั่นน้ำหนัก | กรรมการ             |
| 3.อาจารย์วันทนา สุขมณี                  | กรรมการและเลขานุการ |


7. บริษัท,ห้างฯ,ร้าน (ที่จำหน่าย) โปรดระบุเป็นเบื้องต้น

- |   |                      |
|---|----------------------|
| 1.บริษัท เค.บี.เอ็ม. เทคโนโลยี จำกัด          | โทรศัพท์ 081-8046650 |
| 2.ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ.ที.ซิสเต็มส์           | โทรศัพท์ 02-5899400  |
| 3.บริษัท โนว์เลตจ์ อินโฟ ซิสเต็ม (2005) จำกัด | โทรศัพท์ 081-4387588 |
- และราคาโดยประมาณ....3,000,000.....บาท (สามล้านบาทถ้วน)


(ลงชื่อ)..........ผู้กำหนดรายละเอียดฯ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญยัง สิงห์เจริญ)  
ตำแหน่ง หัวหน้าสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า

(ลงชื่อ)..........หัวหน้าสาขา/งาน  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญยัง สิงห์เจริญ)

(ลงชื่อ)..........หัวหน้าเจ้าหน้าที่ (คณะ)  
(นายธรรมรงค์ เขียวดี)

(ลงชื่อ)..........คนบตีคณะ  
(อาจารย์ทรงยศ กิตติชนม์ธวัช)

อนุมัติ  ไม่อนุมัติ

(ลงชื่อ)..........ผู้อนุมัติ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สำเนาวิ เสาวกุล)  
รองอธิการบดีประจำวิทยาเขตสุรินทร์