

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ครุภัณฑ์ ชุดอิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ตำบลนอกเมือง อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์

2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด

3. รายละเอียดครุภัณฑ์ประกอบด้วย

รายละเอียดทั่วไป

ชุดทดลองที่ออกแบบเพื่อการศึกษาทดลองในภาคปฏิบัติที่ครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังใช้อุปกรณ์หลักทางอิเล็กทรอนิกส์กำลังต่าง ๆ เช่น DIODE, SCR และ อุปกรณ์สวิตช์กำลัง เช่น MOSFET เป็นอุปกรณ์พื้นฐานประกอบการทดลองเรียนรู้ประกอบด้วยชุดโมดูล ที่สามารถทำการทดลองที่ครอบคลุมการแปลงผันแบบต่างๆ เช่น

- AC-DC Conversion การแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง (Rectifier) แบบ Uncontrol ด้วย Diode, แบบ Control ด้วย SCR ทั้งในระบบไฟฟ้าแบบเฟสเดียวและแบบสามเฟส
- AC-AC Conversion การควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับด้วย SCR
- DC-DC Conversion การควบคุมเพิ่มหรือลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง BUCK, BOOST, BUCK-BOOST
- DC-AC Conversion อินเวอร์เตอร์แบบเฟสเดียว Half Bridge, Full Bridge และ แบบสามเฟส Square Mode Inverter, Pure Sine Mode Inverter with LC Filter

บอร์ดทดลองใช้งานกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ สำหรับเลี้ยงวงจรการทำงานบอร์ดทดลองควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ พร้อมจอแสดงผล และใช้วงจรขับเคลื่อนแบบแยกกราวด์พร้อมจุดวัดสัญญาณ ชุดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าประกอบด้วย แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 50Hz ระดับแรงดัน 220 – 0 – 220 โวลต์ และ 45 – 0 – 45 โวลต์ แหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรง 30 โวลต์ แบบ 2 ช่องชุดโหลดประกอบการทดลองแบบ Resistive Load, Inductive Load และ Lamp Load มีขนาดเหมาะสมในการทดลองชุดเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าประกอบด้วย 4CH Digital Oscilloscope, Voltage-Current Isolated Measuring, True RMS Digital Multimeter ชุดทดลองออกแบบเป็นแบบอุปกรณ์ติดตั้งอยู่ในตู้มาตรฐาน เพื่อสะดวกแก่การใช้งานมีชุดตัวอย่างไฟล์การทดลองที่ใช้งานร่วมกับโปรแกรมจำลองการทำงาน PSIM (Version DEMO)

บริษัทที่เสนอราคาเป็นบริษัทที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 และ ISO 14001:2015 ภายใต้อุปขาย Design and Manufacture, Sale, After Sale Service of Education Training Set โดยระบุในเอกสารอย่างชัดเจนโดยเฉพาะเพื่อเป็นประโยชน์ด้านการบริการหลังการขาย พร้อมทั้งแนบเอกสารประกอบการยืนยัน

- สามารถทำการทดลองในหัวข้อต่างได้ดังนี้
- ไดโอดกำลัง
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่น
- วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแทปกลาง
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่น
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแทปกลาง
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

- ไทริสเตอร์ (SCR)
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่นควบคุมได้
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นที่ควบคุมได้ที่ใช้หม้อแปลงแบบมีแทป
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นที่ควบคุมได้แบบเต็มบริดจ์
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นควบคุมได้แบบกึ่งบริดจ์
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นควบคุมได้
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นควบคุมได้เต็มบริดจ์
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นที่ควบคุมได้แบบครึ่งบริดจ์
- วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวโดยการควบคุมมุมเฟส
- วงจรควบคุมเฟสแบบสตาร์-เดลตา
- DC Chopper
- BUCK CONVERTER
- BOOST CONVERTER
- BUCK-BOOST CONVERTER
- ฮัลฟบริดจ์อินเวอร์เตอร์
- ฟูลบริดจ์อินเวอร์เตอร์
- อินเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสรูปคลื่นไซน์
- อินเวอร์เตอร์สามเฟสรูปคลื่นสี่เหลี่ยม
- อินเวอร์เตอร์สามเฟสรูปคลื่นไซน์

รายละเอียดทางเทคนิค

3.1 บอร์ดทดลองควบคุมการทำงานของไดโอดและไทริสเตอร์ จำนวน 7 บอร์ด ราคาต่อหน่วย 35,800 รวมเป็นเงิน 250,600 บาท

- 3.1.1 มีอุปกรณ์ไดโอดและไทริสเตอร์อย่างละหกตัว
- 3.1.2 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของวงจรขับเคลื่อนสำหรับอุปกรณ์ไทริสเตอร์
- 3.1.3 มีจอ LCD ขนาด 4 แถว 20 ตัวอักษรแสดงผลการทำงาน
- 3.1.4 ชุดทดลองใช้วงจรขับเคลื่อนแบบแยกกราวด์
- 3.1.5 มีจุดวัดสัญญาณขับเคลื่อน
- 3.1.6 มีปุ่มกดสำหรับควบคุม เปิด – ปิด การทำงานของสัญญาณขับเคลื่อน
- 3.1.7 สามารถใช้งานได้กับระบบไฟฟ้าสามเฟสแรงดัน 380/220V, 50Hz
- 3.1.8 สามารถซิงค์กับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับตั้งแต่แรงดัน 45~230 V
- 3.1.9 สามารถปรับมุมจุดชนวนได้ในช่วง 0~175 องศา
- 3.1.10 มีโหมดการทำงานแบบหนึ่งเฟสและสามเฟส
- 3.1.11 สามารถใช้ทำการทดลองในเรื่องการเรียงกระแสและควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

(AC-DC Conversion และ AC-AC Conversion)

**3.2 บอร์ดทดลองการลดหรือเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 7 บอร์ด ราคาต่อหน่วย 22,800
รวมเป็นเงิน 159,600 บาท**

- 3.2.1 ใช้มอสเฟตเป็นอุปกรณ์สวิตช์กำลัง
- 3.2.2 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของวงจรขับเคลื่อนสำหรับอุปกรณ์สวิตช์กำลัง
- 3.2.3 มีจอ LCD ขนาด 4 แถว 20 ตัวอักษรแสดงผลการทำงาน
- 3.2.4 ชุดทดลองใช้วงจรขับเคลื่อนแบบแยกกราวด์
- 3.2.5 มีจุดวัดสัญญาณขับเคลื่อน
- 3.2.6 มีปุ่มกดสำหรับควบคุม เปิด – ปิด การทำงานของสัญญาณขับเคลื่อน
- 3.2.7 มีตัวเหนี่ยวนำขนาดไม่ต่ำกว่า 400 μH
- 3.2.8 สามารถปรับความถี่สำหรับการสวิตช์ได้ที่ 5, 10, 20, 30, 40 kHz
- 3.2.9 สามารถปรับ Duty Cycle 10 ~ 90 เปอร์เซ็นต์
- 3.2.10 สามารถรับแรงดันอินพุตสูงสุดไม่เกิน 100 V
- 3.2.11 สามารถจ่ายแรงดันเอาต์พุตสูงสุดไม่เกิน 100 V
- 3.2.12 ใช้ทำการทดลองในเรื่องการแปลงผันแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC-DC Conversion)

**3.3 บอร์ดทดลองแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 7 บอร์ด ราคาต่อหน่วย 20,700
รวมเป็นเงิน 144,900 บาท**

- 3.3.1 ใช้มอสเฟตเป็นอุปกรณ์สวิตช์กำลังมีจำนวนทั้งหมด 6 ตัว
- 3.3.2 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของวงจรขับเคลื่อนสำหรับอุปกรณ์สวิตช์กำลัง
- 3.3.3 มีจอ LCD ขนาด 4 แถว 20 ตัวอักษรแสดงผลการทำงาน
- 3.3.4 ชุดทดลองใช้วงจรขับเคลื่อนแบบแยกกราวด์
- 3.3.5 มีจุดวัดสัญญาณขับเคลื่อน
- 3.3.6 มีปุ่มกดสำหรับควบคุม เปิด – ปิด การทำงานของสัญญาณขับเคลื่อน
- 3.3.7 โหมดการทำงานที่ครอบคลุมการทดลองอินเวอร์เตอร์
- 3.3.8 มีจุดวัดสัญญาณขับเคลื่อนส่วน High Side ผ่านตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน (DAC)
- 3.3.9 ความถี่ในการสวิตช์อยู่ที่ไม่ต่ำกว่า 20 kHz
- 3.3.10 สามารถปรับความถี่มูลฐานในช่วง 10 ~ 60 Hz และ ค่ามอดดูเลชันอินเด็กซ์ 0 ~ 120 %
- 3.3.11 สามารถรับแรงดันอินพุตสูงสุดไม่เกิน 100 V
- 3.3.12 ใช้ทำการทดลองในเรื่องอินเวอร์เตอร์ (DC-AC Conversion)

**3.4 บอร์ดตัวกรองสัญญาณแบบตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุ จำนวน 7 บอร์ด ราคาต่อหน่วย 17,700 รวม
เป็นเงิน 123,900 บาท**

- 3.4.1 ออกแบบสำหรับใช้งานร่วมกับอินเวอร์เตอร์แบบสามเฟส
- 3.4.2 ชนิดตัวกรองเป็นแบบกรองความถี่ต่ำผ่าน
- 3.4.3 ใช้ค่าความเหนี่ยวนำโดยไม่ต่ำกว่า 600 μH
- 3.4.4 ใช้ค่าตัวเก็บประจุโดยที่ไม่ต่ำกว่า 9.4 μF
- 3.4.5 มีค่าความถี่ตัดที่ไม่ต่ำกว่า 2 kHz

3.5 ชุดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง-กระแสสลับ จำนวน 7 โมดูล ราคาต่อหน่วย 65,000 รวมเป็นเงิน 455,000 บาท

3.5.1 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

- เป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับผ่านหม้อแปลงสำหรับระบบสามเฟส
- มีแรงดันเอาต์พุตสองระดับ 220V – 0 – 220V และ 45V – 0 – 45V พิกัด 90VA ต่อเฟส
- มีสวิตช์เปิด-ปิดและมีหลอดไฟสำหรับแสดงสถานะการทำงาน
- ใช้กับระบบไฟฟ้าสามเฟสแรงดัน 380/220V, 50Hz

3.5.2 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

- สามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงได้ 2 ช่องเอาต์พุต โดยเป็นช่องจ่ายไฟตรงที่ปรับค่าได้ไม่ต่ำกว่า 30V เป็นเอาต์พุตที่อิสระต่อกัน โดยแต่ละช่องเอาต์พุตสามารถให้กระแสได้ถึง 3A
- มีจอแสดงผลเป็นแบบ LCD Display ขนาดไม่น้อยกว่า 4.3 นิ้ว
- แหล่งจ่ายทั้งสองช่องสามารถทำงานเป็นแหล่งจ่ายแบบอนุกรมหรือแบบขนานได้และมีปุ่มสำหรับเปิด – ปิด การทำงานเอาต์พุต

3.5.2.1 การทำงานในโหมดแรงดันคงที่สำหรับช่องเอาต์พุตที่ปรับค่าได้

- Line Regulation $\leq 0.01\% + 3\text{mV}$
- Load Regulation $\leq 0.01\% + 3\text{mV}$ เมื่อกระแสพิกัดไม่เกิน 3A
- Ripple & Noise $\leq 1\text{mVrms}$ สำหรับความถี่ 5Hz ~1MHz

3.5.2.2 การทำงานในโหมดกระแสคงที่สำหรับช่องเอาต์พุตที่ปรับค่าได้

- Line Regulation $\leq 0.2\% + 3\text{mA}$
- Load Regulation $\leq 0.2\% + 3\text{mA}$
- Ripple & Noise $\leq 3\text{mArms}$

3.5.2.3 มี Tracking Error ไม่เกิน 0.1%+10mV สำหรับช่องเอาต์พุตที่ปรับค่าได้

3.5.2.4 มีการป้องกันกระแสไหลเกินและการต่อกลับขั้ว

3.5.2.5 ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 220V, 50Hz

3.5.2.6 มีสายสำหรับใช้ต่อทดลอง จำนวน 4 เส้น

3.5.2.7 มีสาย AC Power cord จำนวน 1 เส้น

3.6 โหลดตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ จำนวน 7 โมดูล ราคาต่อหน่วย 27,500 รวมเป็นเงิน 192,500 บาท

3.6.1 มีโหลดตัวต้านทานสำหรับต่อทดลองขนาด 100 โอห์ม 100 วัตต์ จำนวนสามตัว

3.6.2 มีโหลดตัวเหนี่ยวนำจำนวนหนึ่งตัว

3.6.3 ใช้ฟิวส์เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

3.7 โหลดหลอดไฟแบบสามเฟส จำนวน 7 โมดูล ราคาต่อหน่วย 22,600 รวมเป็นเงิน 158,200 บาท

3.7.1 มีคอมพร้อมติดตั้งหลอดไฟจำนวนสามชุด

3.7.2 มีสวิตช์เปิด – ปิด

3.7.3 ใช้ฟิวส์เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

3.8 ตู้มาตรฐานสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบและเครื่องมือวัด จำนวน 7 ตู้ ราคาต่อหน่วย 55,870 รวมเป็นเงิน 391,090 บาท

3.8.1 ขนาดไม่น้อยกว่า 600 x 1,200 x 750 มิลลิเมตร

3.8.2 โครงสร้างทำจากเหล็ก ฝ้าด้านข้างทึบ

3.8.3 ด้านหน้ามีถาดลิ้นชักรางเลื่อนสำหรับวางบอร์ดทดลองในขณะทดลองสามารถดึงเลื่อนออกมา หรือ เลื่อนเก็บเข้าไปข้างในได้

3.8.4 ด้านหลังมีลิ้นชัก 1 ช่อง สำหรับเก็บอุปกรณ์เสริมหรือเครื่องมือวัด

3.8.5 ใต้ตู้ใส่ล้อยูริเทนและมีขาตั้งสแตนเลส

3.8.6 สามารถติดตั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง - กระแสสลับ, โหลดตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ, โหลดหลอดไฟแบบสามเฟส, ดิจิตอลออสซิลโลสโคป

3.9 ชุดสายเสียบทดลองแบบเชฟตีหัวเสียบขนาด 4 มิลลิเมตร จำนวน 5 ชุด ราคาต่อหน่วย 5,382 รวมเป็นเงิน 26,910 บาท

3.9.1 ชุดสายเสียบทดลองสีแดง ความยาว 1 เมตร 10 เส้น

3.9.2 ชุดสายเสียบทดลองสีดำ ความยาว 1 เมตร 10 เส้น

3.9.3 ชุดสายเสียบทดลองสีน้ำเงิน ความยาว 1 เมตร 5 เส้น

3.9.4 ชุดสายเสียบทดลองสีแดง ความยาว 0.5 เมตร 5 เส้น

3.9.5 ชุดสายเสียบทดลองสีดำ ความยาว 0.5 เมตร 5 เส้น

3.9.6 ชุดสายเสียบทดลองสีน้ำเงิน ความยาว 0.5 เมตร 5 เส้น

3.9.7 ชุดสายเสียบทดลองสีแดง ความยาว 0.2 เมตร 5 เส้น

3.9.8 ชุดสายเสียบทดลองสีดำ ความยาว 0.2 เมตร 5 เส้น

3.9.9 ชุดสายเสียบทดลองสีน้ำเงิน ความยาว 0.2 เมตร 5 เส้น

3.10 Digital Oscilloscope จำนวน 7 เครื่อง ราคาต่อหน่วย 36,000 รวมเป็นเงิน 252,000 บาท

3.10.1 ความถี่ใช้งาน 100 MHz แบบ 4 ช่องสัญญาณ

3.10.2 จอภาพสีขนาด 7 นิ้ว TFT LCD WVGA color display ความละเอียด 800x480 pixels

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

3.10.4 วัดและแสดงค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณแบบอัตโนมัติได้ 36 ค่า

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

3.10.6 มีฟังก์ชันในการจับค่าสัญญาณรูปคลื่นแบบอัตโนมัติ

3.10.7 คุณสมบัติทางด้านแนวแกนตั้ง ช่วงเวลาขอบขาขึ้นไม่เกิน 3.5 ns โดยประมาณ ความ

ไวในการแสดงผลทางแนวแกนตั้งอยู่ระหว่าง 1mV ~ 10V/div

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

3.10.9 สนับสนุนฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ +, -, x, ÷, FFT

3.10.10 สนับสนุนการอินเทอร์เฟซมาตรฐานแบบ USB Port, Go/No Go BNC

3.11 True RMS Digital Multimeter จำนวน 7 เครื่อง ราคาต่อหน่วย 8,900 รวมเป็นเงิน 62,300 บาท

- 3.11.1 เป็นดิจิตอลมัลติมิเตอร์มือถือแบบ True RMS ที่สามารถแสดงผลแบบ Auto/Manual Ranging ได้
- 3.11.2 สามารถวัด แรงดัน, กระแส, ความต้านทาน, ความจุ, ความถี่, และการทดสอบไดโอด ได้เป็นอย่างดี
- 3.11.3 แสดงผลเป็นตัวเลขไม่น้อยกว่า 22,000 Counts
- 3.11.4 มีตัวแสดงแบบ Analogue Bar ขนาดไม่น้อยกว่า 46 Segment
- 3.11.5 ย่านการวัด DC VOLTAGE อยู่ในช่วง 220 mV ถึง 1000V
- 3.11.6 ย่านการวัด AC VOLTAGE อยู่ในช่วง 220mV ถึง 1000V
- 3.11.7 ย่านการวัด DC CURRENT อยู่ในช่วง 220 μ A ถึง 20A
- 3.11.8 ย่านการวัด AC CURRENT อยู่ในช่วง 220 μ A ถึง 20A
- 3.11.9 ย่านการวัดค่าความต้านทาน อยู่ในช่วง 220 Ω ถึง 220M Ω
- 3.11.10 ย่านการวัดค่าความจุ อยู่ในช่วง 22 nF ถึง 220 mF
- 3.11.11 ย่านการวัดความถี่อยู่ในช่วง 10 Hz ถึง 220 MHz
- 3.11.12 มีพอร์ตอินเตอร์เฟซแบบ USB
- 3.11.13 สายวัด จำนวน 1 คู่

3.12 Isolated Voltage & Current Sensor Module จำนวน 7 บอร์ด ราคาต่อหน่วย 49,000 รวมเป็นเงิน 343,000 บาท

- 3.12.1 3 Channels Voltage Probe & 3 Channels Current Probe
- 3.12.2 Voltage Attenuation: x10, x100
- 3.12.3 Voltage Probe
 - 3.12.3.1 Frequency Bandwidth: DC ~ 100 kHz
 - 3.12.3.2 Accuracy: 1%
 - 3.12.3.3 Offset: 50 mV
 - 3.12.3.4 Rise Time: 3.5 μ S
 - 3.12.3.5 System Voltage (OV CAT III 600Vac / CAT II 1000 Vac)
- 3.12.4 Current Probe
 - 3.12.4.1 Frequency Bandwidth: DC ~ 200 kHz
 - 3.12.4.2 Accuracy: 1%
 - 3.12.4.3 Offset: 25 mV
 - 3.12.4.4 Rise Time: 1.75 μ S
 - 3.12.4.5 System Voltage (OV CAT III 600Vac / CAT II 1000 Vac)

3.13 Current Probe จำนวน 7 ตัว ราคาต่อหน่วย 13,500 รวมเป็นเงิน 94,500 บาท

- 3.13.1 Probe Bandwidth: DC~300 kHz
- 3.13.2 Maximum Peak Current Value: DC: 200A; AC: 140Arms
- 3.13.3 Output Voltage Rate: 100mV/A; 10mV/A

- 3.13.4 DC Amplitude Accuracy: $\pm 3\%$ $\pm 50\text{mA}$ at 100mV/A ($50\text{mA}\sim 20\text{A}$ peak range),
 $\pm 4\%$ $\pm 50\text{mA}$ at 10mV/A ($500\text{mA}\sim 70\text{A}$ peak range),
 $\pm 15\%$ max. at 10mV/A (70A peak $\sim 150\text{A}$ peak range)
 $\pm 25\%$ max. at 10mV/A (150A peak $\sim 200\text{A}$ peak range)
- 3.13.5 Maximum Rated Voltage: CAT III 300V / CAT II 600V

3.14 Voltage Differential Probe จำนวน 7 ตัว ราคาต่อหน่วย 21,500 รวมเป็นเงิน 150,500 บาท

- 3.14.1 Probe Bandwidth: DC ~ 25 MHz (attenuation $\times 50$, $\times 200$); DC ~ 15 MHz
(attenuation $\times 20$)
- 3.14.2 Attenuation : $\times 20$, $\times 50$, $\times 200$
- 3.14.3 Accuracy : $\pm 2\%$
- 3.14.4 Voltage Input Range (DC+AC peak to peak) : $\leq 140\text{Vp-p}$ for $\times 20$, $\leq 350\text{Vp-p}$
for $\times 50$, $\leq 1400\text{Vp-p}$ for $\times 200$
- 3.14.5 Permitted Max Input Voltage : Maximum differential voltage: Max voltage
between input terminal and ground: 600Vrms
- 3.14.6 Input Impedance: Differential: $4\text{M}\Omega / 1.2\text{pF}$; Between terminal and ground
 $2\text{M}\Omega / 2.3\text{pF}$
- 3.14.7 Output: $\leq \pm 7.0\text{V}$
- 3.14.8 Output impedance: 50Ω
- 3.14.9 Rise Time: 14ns ($\times 50$, $\times 200$ attenuation): 23.4ns ($\times 20$ attenuation)
- 3.14.10 Rejection Rate on Common Mode (CMRR): $60\text{Hz} > 80\text{dB}$, $100\text{Hz} > 60\text{dB}$,
 $1\text{MHz} > 50\text{dB}$
- 3.14.11 power Supply: External: 9VDC power Supply
- 3.14.12 Consumption: Maximum 35mA (0.4Watt)

3.15 เครื่องประมวลผล จำนวน 5 เครื่อง ราคาต่อหน่วย 32,000 รวมเป็นเงิน 160,000 บาท

- 3.15.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน
(16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถใน
การประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกา
สูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.4GHz
- 3.15.2 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ
(Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 8MB
- 3.15.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics
Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2GB
- 3.15.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8GB
- 3.15.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2TB หรือ ชนิด Solid
State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500GB

- 3.15.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 3.15.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 3.15.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 3.15.9 มีจอแสดงผลภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว

3.16 โต๊ะวางเครื่องประมวลผล จำนวน 5 ชุด ราคาต่อหน่วย 7,000 รวมเป็นเงิน 35,000 บาท

- 3.16.1 โครงสร้างทำด้วยไม้ปาติเกิ้ล
- 3.16.2 ขนาด กว้าง x ยาว x สูง ไม่น้อยกว่า 600 x 800 x 750 มิลลิเมตร
- 3.16.3 มีถาดวางเลื่อนสำหรับวางคีย์บอร์ด
- 3.16.4 พร้อมเก้าอี้ขามีล้อเลื่อน 5 แฉก มีพนักพิง จำนวน 1 ตัว

4. ผู้กำหนดรายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

- 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญยัง สิงห์เจริญ

โทรศัพท์ 095-4247455