

**ขอบเขตงาน (Terms of Reference : TOR)**  
**งานจัดซื้อครุภัณฑ์โครงการชุดฝึกปฏิบัติระบบไฟฟ้ากำลัง**  
**จำนวน 3 ชุด**  
**คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา**

**1.ความเป็นมา**

ตามที่กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ได้กำหนดให้มีการจัดสถาบันอุดมศึกษาเป็นกลุ่มโดยคำนึงถึงจุดมุ่งหมาย พันธกิจ ยุทธศาสตร์ ศักยภาพ และผลการดำเนินการของแต่ละสถาบันอุดมศึกษา ซึ่งกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมได้กำหนดให้มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาเป็นสถาบันอุดมศึกษากลุ่มผลิตและพัฒนาบุคลากรวิชาชีพและสาขาจำเพาะ เพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย พันธกิจ และยุทธศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาจึงมีความประสงค์ที่จะดำเนินการจัดซื้อครุภัณฑ์ชุดฝึกปฏิบัติระบบไฟฟ้ากำลัง เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนักศึกษาในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า และสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ให้มีความรู้และความสามารถทางการปฏิบัติงานด้านระบบไฟฟ้ากำลัง อันจะส่งผลให้ผู้สำเร็จการศึกษาได้รับการยอมรับจากตลาดแรงงาน และยังเป็นวิชาบังคับของสภาวิศวกรสำหรับสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าอีกด้วย

**2. วัตถุประสงค์**

เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า หรือหลักสูตรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สำหรับให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติเพื่อพัฒนาทักษะในการเรียนภาคปฏิบัติ

**3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา**

- 3.1 เป็นนิติบุคคล/บุคคล ผู้ประสงค์เสนอราคาต้องเป็นผู้มีอาชีพรับจำหน่าย
- 3.2 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราวเนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- 3.3 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 3.4 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 3.5 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e – GP) ของกรมบัญชีกลาง
- 3.6 ผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e – GP) ของกรมบัญชีกลาง ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

1 

2 

3 

3.7 ผู้ยื่นข้อเสนอซึ่งได้รับคัดเลือกเป็นคู่สัญญาต้องรับและจ่ายเงินผ่านบัญชีธนาคาร เว้นแต่การจ่ายเงินแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกินสามหมื่นบาทคู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดก็ได้ ตามที่คณะกรรมการ ป.ป.ช. กำหนด

3.8 ใช้รายละเอียดขอบเขตงาน (Terms of Reference : TOR) ประกอบการพิจารณาผลการเสนอราคา

3.9 ผู้เสนอราคาต้องมีเอกสารยืนยันเรื่องศูนย์บริการหลังการขายของรูปแบบและรายการครุภัณฑ์ประกอบจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากผู้ผลิต พร้อมทั้งระบุการรับประกันอย่างน้อย 2 ปี พร้อมทั้งระบุให้การสนับสนุนด้านเทคนิคกับทางมหาวิทยาลัยฯ เพื่อความสะดวกในการบริการหลังการขายหากมหาวิทยาลัยฯ กรณีไม่สามารถติดต่อผู้รับจำหน่ายได้หรือผู้รับจำหน่ายยกเลิกกิจการหรือสิ้นสุดการค้าประกันสินค้ากับทางมหาวิทยาลัยฯ

3.10 ผู้เสนอราคาต้องยื่นเอกสารแคตตาล็อกหรือคุณสมบัติทางเทคนิคของวัสดุอุปกรณ์หลักที่นำเสนอตามที่กำหนดในเอกสารแบบรูปและรายการที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

3.11 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

#### 4. เอกสารประกอบที่ต้องยื่นข้อเสนอประกอบการพิจารณา

ผู้ยื่นข้อเสนอต้องเสนอเอกสารเปรียบเทียบคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุ - อุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ติดตั้งกับคุณสมบัติของวัสดุ - อุปกรณ์ตามข้อกำหนด โดยให้ระบุเอกสารอ้างอิงและทำเครื่องหมายขีดเส้นใต้หรือไฮไลต์หรือใส่หมายเลขกำกับในเอกสารแคตตาล็อกในส่วนของรายการครุภัณฑ์ประกอบให้ชัดเจนเพื่อความสะดวกต่อการตรวจสอบ โดยให้แนบมาพร้อมกับเอกสารยื่นข้อเสนอเพื่อประกอบการพิจารณา หลักฐานดังกล่าวนี้มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาจะยึดไว้เป็นเอกสารของทางราชการ สำหรับเอกสารที่แนบให้พิจารณาหากเป็นสำเนารูปถ่ายจะต้องรับรองสำเนาถูกต้องโดยมีผู้มีอำนาจทำนิติกรรมแทนนิติบุคคล จะไม่รับพิจารณาผู้เสนอที่ยื่นรายการประกอบไม่ครบดังกล่าว

#### 5. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

ครุภัณฑ์โครงการชุดฝึกปฏิบัติระบบไฟฟ้ากำลัง จำนวน 3 ชุด มีรายละเอียด ดังนี้

##### 5.1 รายละเอียดทั่วไป




5.1.1 ชุดอุปกรณ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด 3 เฟสแบบต่างๆ	จำนวน 3 ชุด
5.1.2 ชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง	จำนวน 3 ชุด
5.1.3 เครื่องมือวัดแรงดัน กระแสและ กำลังไฟฟ้าขนาดต่างๆ	จำนวน 3 ชุด
5.1.4 ตู้เก็บอุปกรณ์	จำนวน 2 ใบ

##### 5.2 รายละเอียดทางเทคนิค

5.2.1 ชุดอุปกรณ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด 3 เฟสแบบต่างๆ จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียด

ดังนี้

5.2.1.1 เป็นเครื่องมือสำหรับกำเนิดไฟฟ้าชนิด 3 เฟสโดยมีคุณลักษณะทั่วไปดังนี้

- 1 
- 2 
- 3 

1. เป็นแบบ Three-phase
2. มีค่า Maximum output power ไม่น้อยกว่า 500 VA
3. มีค่า AC output mode ไม่น้อยกว่าดังนี้
  - Voltage ranges (low/high range) 155 Vrms/310 Vrms
  - Maximum rms current (low/high range) 5 A/2.5 A
  - Frequency 40 to 500 Hz
4. มีค่า DC output mode ไม่น้อยกว่าดังนี้
  - Voltage ranges (low/high range) 219 V/438 V
  - Maximum current (low/high range) 4 A/2 A
  - Power capacity 400 W
5. มีค่า Measurements & I/O ไม่น้อยกว่าดังนี้
  - Measurements Voltage, current, power, AC, DC and AC+DC
  - Transients Basic transient capability via optional analog card

(Option: AC68BALGU)

- I/O : LAN/LXI Core with remote Web interface/ USB
6. มีค่า Isolation to ground ไม่น้อยกว่า 310 Vrms หรือ 438 VDC
  7. มีค่า Insulation resistance (Between input and chassis, output and chassis, input and output) ไม่น้อยกว่า 500 Vdc, 30 M $\Omega$  or more
  8. มีค่า Withstand voltage (Between input and chassis, output and chassis, input and output) ไม่น้อยกว่า 1.5 kV AC for 1 minute
  9. มีค่า Earth continuity ไม่น้อยกว่า 25 A AC, 0.1  $\Omega$
  10. ได้รับมาตรฐาน EN 61010-1 / Class I / Pollution Degree 2 หรือดีกว่า
  11. มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด / เครื่อง
  12. ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากบริษัทที่เป็นตัวแทนจำหน่าย

ภายในประเทศไทยโดยแนบมาพร้อมกับการยื่นเสนอราคา เพื่อการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ

### 5.2.2 ชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้

#### 5.2.2.1 ชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

1. ใช้กับระบบไฟฟ้า ขนาด 220/380 Vac ความถี่ 50 Hz
2. เป็นชุดทดลองที่ออกแบบเพื่อการศึกษาทฤษฎีและภาคปฏิบัติที่ครอบคลุมเนื้อหาการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์กำลัง
3. ใช้อุปกรณ์หลักทางอิเล็กทรอนิกส์กำลังต่างๆประกอบด้วย DIODE, SCR, TRIAC, TRANSISTOR, MOSFET และ IGBT
4. สามารถทำการทดลองที่ครอบคลุมการแปรผันแบบต่าง ๆ ประกอบด้วย

1 

2 

3 

4.1 AC-DC Conversion การ Rectifier แบบ Uncontrol ด้วย Diode และ Control ด้วย SCR ทั้งในระบบไฟฟ้าแบบเฟสเดียวและแบบสามเฟส

4.2 AC-AC Conversion การควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับด้วย TRIAC, SCR และ CYCLOCONVERTER

4.3 DC-DC Conversion การเพิ่มลดแรงดัน BUCK, BOOST, BUCK-BOOST และ CUK

4.4 DC-AC Conversion อินเวอร์เตอร์แบบ H-Bridge

5. ขั้วต่อใช้งานหลักเป็นแบบ 4 มม. Safety Socket ขั้วต่อสัญญาณเป็นแบบ 2 มม. พร้อมชุดสายเสียบทดลอง

6. ชุดทดลองเป็นแบบ Panel System ความสูงมาตรฐานขนาด A4 ทำด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนปิดผิวทั้ง 2 ด้านเป็นเนื้อเดียวกันทั้ง 2 ด้านมีการพิมพ์สัญลักษณ์หรืออักษรกำกับไว้อย่างชัดเจนด้วยเทคนิคการพิมพ์แบบกัดเซาะร่องลงบนผิวหน้า เพื่อความคงทนถาวรตลอดอายุการใช้งาน

7. สามารถทำการทดลองในหัวข้อต่างๆ ได้ดังนี้

7.1 AC-DC Conversion

Diode and Uncontrolled Rectifier Circuit

- Single Phase Half Wave Rectifier Circuit
- Full Wave Rectifier Circuit with Center Tap Transformer
- Single Phase Full Wave Bridge Rectifier Circuit
- Three Phase Half Wave Rectifier Circuit
- Three Phase Full Wave with Center Tap Transformer

Rectifier Circuit

- Three Phase Full Wave Bridge Rectifier Circuit SCR and

Controlled Rectifier Circuit

- Single Phase Half Wave Controlled Rectifier Circuit
- Single Phase Full Wave Controlled Rectifier with Center

Tap Transformer Circuit

- Single Phase Bridge Full Wave Controlled Rectifier

Circuit

- Single Phase Full Wave Half Controlled Rectifier Circuit
- Three Phase Half Wave Controlled Rectifier Circuit
- Three Phase Full Wave Controlled Rectifier with Center

Tap Transformer Circuit

1 

2 

3 

Circuit

- Three Phase Bridge Full Wave Controlled Rectifier

## 7.2 AC-AC Conversion

- Single Phase AC Voltage Control Circuit (By Triac)
- Single Phase AC Voltage Control Circuit (By SCR)
- Single Phase AC Voltage and Frequency Control by

Cycloconverter

## 7.3 DC-AC Conversion

- Single Phase Voltage and Frequency Control by H-

Bridge Inverter

## 7.4 DC-DC Conversion

- DC Chopper
- Step Down Voltage with Buck Converter
- Step Up Voltage with Boost Converter
- Step Down/Step Up Voltage with Buck-Boost Converter
- CUK Converter

### 5.2.2.2 ชุดทดลองบอร์ดต่างๆของชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง มีรายละเอียดดังนี้

#### 1. ชุดไดโอดกำลัง POWER DIODE

- พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 1,200V
- พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 15A
- มีวงจร RC-Snubber ป้องกัน
- มี Fuse ป้องกัน

#### 2. ชุดไดโอดหมุนอิสระ FREE WHEELING DIODE

- ไดโอดชนิด Fast Recovery
- พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 1,200V
- พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 15A
- มี Fuse ป้องกัน

#### 3. ชุดกลุ่มไดโอดกำลัง GROUP OF DIODE

- ประกอบไปด้วย Diode จำนวน 6 ตัว
- พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 1,200V
- พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 15A
- มีวงจร RC-Snubber ป้องกัน
- มี Fuse ป้องกัน

1 

2 

3 

4. ชุดไทรสเตอร์ SCR

- พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 1,200V
- พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 25A
- มีวงจร RCD-Snubber ป้องกัน
- มี Fuse ป้องกัน

5. ชุดกลุ่มไทรสเตอร์ GROUP OF SCR

- ประกอบไปด้วย SCR จำนวน 6 ตัว
- พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 1,200V
- พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 25A
- มีวงจร RC-Snubber ป้องกัน
- มี Fuse ป้องกัน

6. ชุดไตรแอค TRIAC

- ประกอบไปด้วย TRIAC จำนวน 3 ตัว
- ขนาดพิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า : 800V
- ขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า : 16A
- มีวงจร RC-Snubber ป้องกัน
- มี Fuse ป้องกัน

7. ชุด SCR/DIODE HALF BRIDGE SCR

- SCR พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 500V
- SCR พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 12A
- Diode พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 500V
- Diode พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 12A
- มีวงจร RC-Snubber ป้องกัน
- มี Fuse ป้องกัน

8. ชุดมอสเฟสกำลัง POWER MOSFET

- ขนาดพิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า : 500VDC
- ขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า : 8ADC
- มีวงจร RCD-Snubber ป้องกัน
- มี Fuse ป้องกัน

9. ชุดดาร์ลิ่งตันทรานซิสเตอร์ DARLINGTON TRANSISTOR

- ขนาดพิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า : 500VDC
- ขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า : 10ADC
- มีวงจร RCD-Snubber ป้องกัน

1 5-

2 ON

3 1000 1000

- มี Fuse ป้องกัน

#### 10. ชุดไอจีบีที IGBT

- ขนาดพิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า : 400VDC
- ขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า : 10ADC
- มีวงจร RCD-Snubber ป้องกัน
- มี Fuse ป้องกัน

#### 11. ชุดกลุ่มไอจีบีที GROUP OF IGBT

- ประกอบไปด้วยชุด IGBT จำนวน 4 ตัว
- ขนาดพิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า : 400VDC
- ขนาดพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า : 10ADC
- มีวงจร RCD-Snubber ป้องกัน
- มี Fuse ป้องกัน

#### 12. แรงดันอ้างอิง COMMAND UNIT

-10V ถึง +10V

- สามารถกำเนิดสัญญาณแรงดันที่จะนำไปใช้งานครอบคลุมช่วง 0-10V และ
- สามารถกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นที่จะนำไปใช้ ได้แก่ Sine Wave,
- Triangle Wave, Ramp, Step
- สามารถปรับความถี่ได้ตั้งแต่ 1Hz-50Hz
- สามารถปรับขนาดสัญญาณในช่วง 0-10Vp
- สามารถกำเนิดสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 Bits
- มีหน่วยความจำที่สามารถ Save/Recall ค่าได้ไม่น้อยกว่า 8 ค่า

#### 13. แผงชุดทดลอง BUCK CONVERTER

ครอบคลุมช่วง 5kHz-20kHz

90%

• สามารถปรับค่า Duty Cycle (Ton/T) ไม่น้อยกว่าครอบคลุมช่วง 10%-  
• สามารถรองรับสัญญาณคำสั่ง (Set Point) เพื่อควบคุมค่า Duty Cycle โดยใช้ขนาดแรงดันครอบคลุมช่วง 0-10VDC โดยสามารถต่อใช้งานเป็นแบบที่รับค่าสัญญาณคำสั่งจากบอร์ดการทดลองโดยตรงหรือแบบรับสัญญาณคำสั่งจากภายนอก

การปรับ DUTY Cycle ของชุด PWM

- มีจุดวัดกระแสแบบไอโซเลทจำนวนไม่น้อยกว่า 3 จุด
- อินพุตสามารถรับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 30 VDC
- เอาต์พุตสามารถจ่ายแรงดันได้อยู่ในช่วงไม่เกินแรงดันอินพุต โดยขึ้นอยู่กับ

1 

2 

3 

#### 14. แผงชุดทดลอง BOOST CONVERTER

- ชุดกำเนิดสัญญาณแบบ PWM สามารถกำเนิดสัญญาณได้ ไม่น้อยกว่า ครอบคลุมช่วง 5kHz-20kHz
- สามารถปรับค่า Duty Cycle (Ton/T) ไม่น้อยกว่าครอบคลุมช่วง 10%-90%
- สามารถรองรับสัญญาณคำสั่ง (Set Point) เพื่อควบคุมค่า Duty Cycle โดยใช้ขนาดแรงดันครอบคลุมช่วง 0-10VDC โดยสามารถต่อใช้งานเป็นแบบที่รับคำสั่งสัญญาณคำสั่งจากบอร์ดการทดลองโดยตรงหรือแบบรับสัญญาณคำสั่งจากภายนอก
- มีจุดวัดกระแสแบบไอโซเลทจำนวนไม่น้อยกว่า 3 จุด
- อินพุตสามารถรับแรงดันไฟฟ้า สูงสุดไม่น้อยกว่า 30 VDC
- เอาต์พุตสามารถจ่ายแรงดันได้อยู่ในช่วงไม่น้อยกว่า 2 เท่าของแรงดันอินพุตโดยขึ้นอยู่กับ การปรับ DUTY Cycle ของชุด PWM


#### 15. แผงชุดทดลอง BUCK-BOOST CONVERTER


- ชุดกำเนิดสัญญาณแบบ PWM สามารถกำเนิดสัญญาณได้ ไม่น้อยกว่า ครอบคลุมช่วง 5kHz-20kHz
- สามารถปรับค่า Duty Cycle (Ton/T) ไม่น้อยกว่าครอบคลุมช่วง 10%-90%
- สามารถรองรับสัญญาณคำสั่ง (Set Point) เพื่อควบคุมค่า Duty Cycle โดยใช้ขนาดแรงดันครอบคลุมช่วง 0-10VDC โดยสามารถต่อใช้งานเป็นแบบที่รับคำสั่งสัญญาณคำสั่งจากบอร์ดการทดลองโดยตรงหรือแบบรับสัญญาณคำสั่งจากภายนอก
- มีจุดวัดกระแสแบบไอโซเลทจำนวนไม่น้อยกว่า 3 จุด
- อินพุตสามารถรับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 30 VDC


#### 16. แผงชุดทดลอง CUK CONVERTER

- ชุดกำเนิดสัญญาณแบบ PWM สามารถกำเนิดสัญญาณได้ ไม่น้อยกว่า ครอบคลุมช่วง 5kHz-20kHz
- สามารถปรับค่า Duty Cycle (Ton/T) ไม่น้อยกว่าครอบคลุมช่วง 10%-90%
- สามารถรองรับสัญญาณคำสั่ง (Set Point) เพื่อควบคุมค่า Duty Cycle โดยใช้ขนาดแรงดันครอบคลุมช่วง 0-10VDC โดยสามารถต่อใช้งานเป็นแบบที่รับคำสั่งสัญญาณคำสั่งจากบอร์ดการทดลองโดยตรงหรือแบบรับสัญญาณคำสั่งจากภายนอก
- มีจุดวัดกระแสแบบไอโซเลทจำนวนไม่น้อยกว่า 3 จุด
- อินพุตสามารถรับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 30 VDC

#### 17. แผงชุดทดลอง CYCLOCONVERTER

1 

2 

3 

- สามารถทำการ Sync กับแรงดันที่ใช้ในการทดลองได้
- รองรับแรงดันแบบแอนาล็อก 0-10VDC เพื่อใช้ควบคุมการกำเนิดสัญญาณ

มุมจุดชนวน

- มีชุดเอาต์พุตแบบไอโซเลทที่สามารถกำเนิดมุมจุดชนวนที่มุม 0°-180°

จำนวน 4 ชุด และมุม 180°- 360° จำนวน 4 ชุด

#### 18. แผงชุดทดลอง TWO PULSE CONTROL UNIT

- สามารถทำการ Sync กับแรงดันที่ใช้ในการทดลองได้
- รองรับแรงดันแบบแอนาล็อก 0-10VDC เพื่อใช้ควบคุมการกำเนิดสัญญาณ

มุมจุดชนวน

- มีชุดเอาต์พุตแบบไอโซเลทที่สามารถกำเนิดมุมจุดชนวนที่มุม 0°-180°

จำนวน 2 ชุด และมุม 180°- 360° จำนวน 2 ชุด

- สามารถเลือกกำเนิดสัญญาณมุมจุดชนวนแบบ Single Pulse หรือ Pulse

Train ได้

- สามารถเลือกกำเนิดสัญญาณมุมจุดชนวนให้เริ่มต้นที่มุม 0°, 30°, 60° ได้

#### 19. แผงชุดทดลอง SIX PULSE CONTROL UNIT

- สามารถทำการ Sync กับแรงดันที่ใช้ในการทดลองได้
- รองรับแรงดันแบบแอนาล็อก 0-10VDC เพื่อใช้ควบคุมการกำเนิดสัญญาณ

มุมจุดชนวน

- มีชุดเอาต์พุตแบบไอโซเลทที่สามารถกำเนิดมุมจุดชนวนที่มุม 0°-180°

จำนวน 3 ชุด และมุม 180°- 360° จำนวน 3 ชุด

- สามารถเลือกกำเนิดสัญญาณมุมจุดชนวนแบบ Single Pulse หรือ Pulse

Train ได้

- สามารถเลือกกำเนิดสัญญาณจุดชนวนให้เริ่มต้นที่มุม 0°, 30°, 60° ได้

#### 20. แผงชุดทดลอง PULSE WIDTH MODULATION CONTROL

- มีชุดกำเนิดสัญญาณแบบ PWM สามารถกำเนิดสัญญาณครอบคลุมช่วง 20Hz - 20kHz แบบปรับย่านความถี่ได้ x1, x10, x100
- สามารถปรับค่า Duty Cycle (Ton/T) ครอบคลุมช่วง 0-100%
- มีชุดกำเนิดแรงดันอ้างอิงแบบปรับค่าได้ 0-10VDC
- รองรับสัญญาณคำสั่ง (Set Point) เพื่อควบคุมค่า Duty Cycle โดยใช้

ขนาดแรงดันครอบคลุมช่วง 0-10VDC โดยสามารถต่อใช้งานเป็นแบบที่รับคำสั่งสัญญาณคำสั่งจากบอร์ดการทดลอง โดยตรงหรือแบบรับสัญญาณคำสั่งจากภายนอก

- มีชุดเอาต์พุตแบบไอโซเลทที่สามารถกำเนิดสัญญาณชับเกต จำนวน 2 ชุด

และแบบอินเวอร์ จำนวน 2 ชุด

1 

2 

3 

จำนวน 3 ตัว

21. แผงชุดทดลอง RESISTIVE LOAD

- แผงชุดทดลอง จำนวน 1 แผง ประกอบไปด้วยชุดโหลดความต้านทาน
- ค่าความต้านทานขนาด 100 โอห์ม มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน  $\pm 10\%$
- พิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 150 วัตต์

22. แผงชุดทดลอง INDUCTIVE LOAD

- เป็นชุดโหลดตัวเหนี่ยวนำ ขนาด 50 mH
- พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 2A
- มี Fuse ป้องกัน

23. แผงชุดทดลอง ชุดคาปาซิเตอร์และอินดักเตอร์ฟิลเตอร์ (LC Filter)

- อินดักเตอร์ฟิลเตอร์ ขนาดกระแสไม่น้อยกว่า 1A
- คาปาซิเตอร์พิกัดแรงดัน ไม่น้อยกว่า 250 โวลต์

24. แผงชุดทดลอง CAPACITOR FILTER

- ประกอบไปด้วย CAPACITOR แบบอิเล็กโทรไลต์ จำนวน 2 ตัว
- ค่าตัวเก็บประจุขนาดไม่น้อยกว่า 560uF
- พิกัดแรงดันไม่น้อยกว่า 400 โวลต์
- ใช้สำหรับกรองแรงดันบน DC BUS

25. แผงชุดทดลอง ชุดวัดสัญญาณแรงดันและกระแสแบบแยกกราวด์

- มีชุดวัดแรงดันไฟฟ้าแบบ 4 ช่องสัญญาณ
- สามารถปรับอัตราลดทอนแรงดัน 1:1, 1:10 และ 1:100
- มีชุดวัดกระแสไฟฟ้าแบบ 4 ช่องสัญญาณ
- สายวัดสัญญาณหัวท้าย BNC จำนวน 4 เส้น

26. ดิจิตอลออสซิลโลสโคป 4 ช่องสัญญาณ (Oscilloscope) จำนวน 1 เครื่อง

- ความถี่ (Bandwidth) ไม่น้อยกว่า 100MHz
- อัตราการสุ่มสัญญาณ 1Gsa/s
- วัดสัญญาณไฟฟ้าได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ
- โพรบ x1 และ x10 ความถี่ไม่น้อยกว่า 100 MHz จำนวน 4 เส้น
- จอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว (ความละเอียดไม่น้อยกว่า WVGA)

27. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง

- จอแสดงผลแบบ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 3 ½ หลัก
- ย่านการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับย่านอัตโนมัติ
- ย่านการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบปรับย่านอัตโนมัติ
- ย่านการวัดความถี่ปรับย่านอัตโนมัติ

1 *Handwritten mark*

2 *Handwritten mark*

3 *Handwritten mark*

- ย่านการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับย่านอัตโนมัติ
- ย่านการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับแบบปรับย่านอัตโนมัติ
- ย่านการวัดความต้านทานแบบปรับย่านอัตโนมัติ
- ย่านการวัดตัวเก็บประจุแบบปรับย่านอัตโนมัติ
- มีฟังก์ชันในการทดสอบไดโอด

## 28. แผงชุดทดลอง AC POWER SUPPLY

- เป็นชุดจ่ายแรงดันไฟกระแสสลับแบบสามเฟสแรงดันต่ำสำหรับใช้ในการ

ทดลอง

- พิกัดแรงดันเอาต์พุต 3 x 45V-0-45V
- พิกัดกระแสเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 3A
- มีชุดหลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของแรงดันไฟฟ้าในแต่ละเฟส
- มีชุดอุปกรณ์ป้องกัน Circuit Breaker, E.L.C.B
- ใช้กับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า แบบสามเฟส 220/380V, 50Hz

## 29. แผงชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบอัตราส่วนแรงดันต่อความถี่

(V/F Concept Inverter ) มีรายละเอียดดังนี้

### 29.1 ชุดควบคุม (Control Unit) มีรายละเอียดดังนี้ หรือดีกว่า

- ใช้ตัวประมวลผลสัญญาณแบบดิจิตอลเป็นตัวประมวลผล
- ใช้หลักการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำสามเฟส แบบอัตราส่วน

แรงดันต่อความถี่ (V/F)

- ใช้เทคนิคการกำเนิดสัญญาณชั้บเกตแบบ Sine PWM หรือ Space

Vector PWM

- สามารถขับมอเตอร์แบบเดลต้า ที่กำลังสูงสุด 0.5HP
- ชุดทดลองสามารถรับสัญญาณควบคุมจากภายนอกโดยใช้สัญญาณแอนา

ล็อกครอบคลุมช่วง 0 ถึง 5 โวลต์ได้

- สามารถแสดงสัญญาณการควบคุมตามทฤษฎี โดยผ่านชุดแปลงสัญญาณ

ดิจิตอลเป็น แอนาลอก ประกอบด้วยสัญญาณ

- สามารถแสดงสัญญาณ PWM และสัญญาณพาหะ
- ใช้กับไฟเลี้ยง 220V/50Hz

### 29.2 ชุดภาคกำลัง (POWER Unit) มีรายละเอียดดังนี้ หรือดีกว่า

- มีชุดเรียงกระแสแบบฟูลบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Full Bridge Rectifier)
- ใช้ไอจีบีทีเป็นอุปกรณ์ในการสวิตช์
- มีคาปาซิเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 560 ไมโครฟารัด 450 โวลต์ เป็นตัว

กรองแรงดัน

1 *su*

2 *OW*

3 *สมชาย*

ออสซิสโลสโคป

- สัญญาณซับซ้อนผ่านการไอโซเลท (Isolate) สามารถวัดสัญญาณได้โดยใช้
- สามารถวัดแรงดันที่ตีซีบัส
- มีชุดป้องกันทางด้านกระแสเพื่อป้องกันความเสียหาย

29.3 Squirrel Cage Three-Phase Motor มีคุณลักษณะดังนี้

- ขนาดกำลังของมอเตอร์ไม่น้อยกว่า 370W
- ขนาดแรงดันอินพุต 220/380V (Delta/Star)
- ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 1,300 rpm
- ความถี่ 50Hz

30. แผงชุดทดลอง DC POWER SUPPLY

- พิกัดแรงดันเอาต์พุต +15V/0/-15V
- พิกัดกระแสเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 2A
- พร้อมอุปกรณ์ป้องกันการ Short Circuit
- ใช้กับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 220V, 50Hz

31. DC POWER SUPPLY 30V/2A

- สามารถปรับแรงดัน 0-30VDC/2A
- ใช้กับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 220V , 50Hz

32. ชุดติดตั้งแผงทดลอง มี 2 ชั้น เป็นแบบ รางอลูมิเนียม หรือดีกว่า

5.2.2.3 สายต่อวงจรขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร

1. ความยาวไม่น้อยกว่า 40 ซม. จำนวนไม่น้อยกว่า 20 เส้น
2. ความยาวไม่น้อยกว่า 90 ซม. จำนวนไม่น้อยกว่า 20 เส้น

5.2.2.4 สายประกอบวงจรขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหัว 2 มิลลิเมตร

1. ความยาวไม่น้อยกว่า 20 ซม. จำนวนไม่น้อยกว่า 30 เส้น

5.2.2.5 บริดจ์คอนเนคเตอร์ 4 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 40 ตัว

5.2.2.6 โต๊ะปฏิบัติการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้หรือดีกว่า

1. เป็นโต๊ะทดลองทางไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า (กว้างxยาวxสูง) 1,500 x 800 x

800 มม.

2. พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิลเคลือบด้วยเมลามีนตัวพื้นมีขนาดความหนา 28 มม.

ปิดขอบโต๊ะโดยรอบด้วย PVC หนา 2 มม.

3. โครงขาโต๊ะ มีคุณลักษณะดังนี้

- โครงขาโต๊ะเป็นแบบถอดประกอบได้
- ขาทั้ง 4 ด้าน ทำด้วยเหล็กกล่องหนา 2 มม. ขนาดกล่อง 48 x 48 มม.
- ตัวคานเป็นเหล็กกล่องขนาด 48 x 48 มม. หนา 2 มม.

1 *su*

2 *AN*

3 *ศร 24 กิ่ง*

ตามแนวความกว้างของพื้นโต๊ะ

- ลักษณะตัวคานเชื่อมยึดติดกันทั้ง 4 ด้าน พร้อมทั้งมีคานรองรับน้ำหนักพื้นโต๊ะ

- ชุดตัวคานประกอบเข้ากับตัวขาโต๊ะ โดยใช้สกรูยึดทั้ง 4 ด้าน
- ขาโต๊ะสามารถปรับระดับความสูงได้ไม่น้อยกว่า 10 มม.
- ความสูงจากพื้นถึงระดับพื้นโต๊ะด้านบน มีความสูงไม่น้อยกว่า 800 มม

5.2.2.7 มีหนังสือตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตภายในประเทศไทย แนบมาพร้อมกับการยื่นขอเพื่อการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ

### 5.3 รายละเอียดอื่นๆ

1. บริษัทผู้นำเสนอต้องดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้า สำหรับใช้งานกับชุดฝึกปฏิบัติการภายในห้องปฏิบัติการตามที่ทางมหาวิทยาลัยฯ กำหนดให้เรียบร้อย

2. บริษัทผู้นำเสนอต้องมีการจัดฝึกอบรมการใช้งานให้กับผู้รับผิดชอบของทางมหาวิทยาลัยฯ

3. บริษัทผู้นำเสนอมีการรับประกันการใช้งานเป็นระยะเวลา 2 ปี

4. ทางคณะกรรมการคงไว้ซึ่งสิทธิที่จะขอเรียกดูครุภัณฑ์บางส่วนหรือทั้งหมด เพื่อให้เป็นไปตามความถูกต้องของรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของชุดฝึกปฏิบัติการ

5. บริษัทผู้นำเสนอต้องเป็นบริษัทที่มีความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบและติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติที่นำเสนอโดยต้องมีเอกสารรับรองที่ออกโดยหน่วยงานภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงอุตสาหกรรม เพื่อการจัดหลักสูตรการอบรม และ รวมถึงการรับประกันซ่อม บำรุงดูแล รักษาการใช้งานครุภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ผู้ขายต้องส่งมอบอุปกรณ์ภายในระยะเวลา 150 วัน ภายหลังจากวันที่ทำสัญญา

6. ข้อกำหนดคุณสมบัติด้านการวางแผนงานและการเข้าใจลักษณะงานของผู้ต้องยื่นข้อเสนอประกอบการพิจารณา

6.1 ผู้ยื่นข้อเสนอที่ขาดคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่ง ทางมหาวิทยาลัยฯ จะถือว่าเป็นผู้ขาดคุณสมบัติตามข้อกำหนด และเงื่อนไขการจัดซื้อในครั้งนี้และจะไม่รับพิจารณาแม้ว่าเสนอราคาต่ำสุดก็ตาม

7. ระยะเวลาดำเนินการ

ไม่เกิน 150 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

8. กำหนดการส่งมอบ


ผู้ชนะการเสนอราคาจะต้องส่งมอบและติดตั้งครุภัณฑ์โครงการชุดฝึกปฏิบัติการระบบไฟฟ้ากำลัง จำนวน 3 ชุด ให้แล้วเสร็จภายใน 150 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย


9. วงเงินในการจัดหา ราคากลาง เป็นเงิน 3,616,500 บาท (สามล้านหกแสนหนึ่งหมื่นหกพันห้าร้อยบาทถ้วน)


1 

2 

3 

ลงชื่อ..........ประธานคณะกรรมการ  
( ผศ.ดร.ชนมภัทร ไตรระสะ )

ลงชื่อ..........กรรมการ  
( ผศ.ดร.พรภวิชัย บุญศรีเมือง )

ลงชื่อ..........กรรมการและเลขานุการ  
( อาจารย์ธัชชนนท์ ชุ่มแอน )