

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี  
โครงการจัดซื้อชุดทดลองระบบผลิตแบบขนาน ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า  
พร้อมระบบสกาตา ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ  
จำนวน ๑ ชุด

ตามประกาศเลขที่ B (ช).....๑๕...../๒๕๖๔  
งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.๒๕๖๔

<u>ชื่อโครงการ</u>	จัดซื้อชุดทดลองระบบผลิตแบบขนาน ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า พร้อมระบบสกาตา ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน ๑ ชุด
<u>ความเป็นมาของโครงการ/เหตุผล</u>	เป็นชุดทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อการศึกษาเกี่ยวกับระบบผลิตแบบขนาน ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า และระบบสกาตา ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม ซึ่งในปัจจุบันมีความจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจ
<u>วัตถุประสงค์</u>	๑. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบผลิตแบบขนาน ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ได้อย่างถูกต้อง ๒. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบสกาตาที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง
<u>ระยะเวลาส่งมอบ</u>	ส่งมอบภายใน ๑๒๐ วัน ณ อาคาร ๑๔ ชั้น ๔ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี สมุทรปราการ
<u>ยื่นราคา</u>	ยื่นราคาภายใน ๑๒๐ วัน
<u>การรับประกัน</u>	รับประกันครุภัณฑ์ ๑ ปี
<u>วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร</u>	วงเงิน ๒,๑๐๐,๐๐๐.-บาท (สองล้านหนึ่งแสนบาทถ้วน)
<u>ราคากลาง (ราคาอ้างอิง)</u>	เป็นเงิน ๒,๑๐๐,๐๐๐.-บาท (สองล้านหนึ่งแสนบาทถ้วน)
<u>เกณฑ์ในการพิจารณา</u>	เกณฑ์ราคา
<u>หน่วยงานที่รับผิดชอบ</u>	๑. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ๒. งานพัสดุ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

		
นายประยุทธ นิสกุล	นายธนากร เมืองอารมณ์	นายชาญจิต วรรณฤทธิ์

ที่อยู่

๑๗๒ ถ.อิสรภาพ แขวงวัดกัลยาณ์ เขตธนบุรี กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐

เบอร์โทรศัพท์

(๐๒) ๘๙๐-๑๘๐๑ ต่อ ๕๐๒๓ - ๔ หรือ

เบอร์โทรสาร

(๐๒) ๘๙๐-๑๘๑๐

การเสนอแนะ

หากท่านต้องการเสนอแนะ วิจัย หรือมีความเห็นเกี่ยวกับ  
คุณลักษณะดังกล่าว โปรดให้ความเห็นเป็นลายลักษณ์อักษร  
หรือทางเว็บไซต์ [www.dru.ac.th](http://www.dru.ac.th) โดยเปิดเผยตัว

คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะ

- |                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| ๑. นายประยุทธ์ นิสกุล     | ประธาน              |
| ๒. นายธนากร เมืองอารมณ์   | กรรมการ             |
| ๓. นายชาญฉจิต วรรณนุรักษ์ | กรรมการและเลขานุการ |

		
นายประยุทธ์ นิสกุล	นายธนากร เมืองอารมณ์	นายชาญฉจิต วรรณนุรักษ์

## จัดซื้อชุดทดลองระบบผลิตแบบขนาน ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าพร้อมระบบสกาตา

ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน ๑ ชุด

ตามประกาศเลขที่ B (ช).....๑๕...../๒๕๖๔

### ๑. รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้ากำลังขั้นสูงที่ออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการศึกษา โดยเฉพาะ เน้นศึกษาเกี่ยวกับระบบการผลิตไฟฟ้า การขนานเจนเนอเรเตอร์ ระบบป้องกันในระบบผลิต โดยผลิตกำลังไฟฟ้าจริงไม่น้อยกว่า ๑๐๐๐ VA แบ่งแยกระบบออกเป็นแต่ละสถานี พร้อมทั้งมีระบบสกาตา สำหรับแสดงผลในเครือข่ายการผลิต ชุดทดลองนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาเชิงลึกจากการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองร่วมกับทฤษฎี ทั้งยังมีความสะดวกและความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อทั้งผู้เรียนและผู้สอน

#### ๑.๑ ทดลองมีหัวข้อการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าดังนี้หรือดีกว่า

๑.๑.๑ การผลิตไฟฟ้าและเครื่องกลไฟฟ้าแบบซิงโครนัส

๑.๑.๒ การตั้งค่าและการทำงานของรีเลย์ป้องกัน (Protection relays), Sequence/phase symmetry, Min-max voltage, Min-max frequency, Overload/short-circuit

๑.๑.๓ การใช้เครื่องมือวัดแบบต่าง ๆ

๑.๑.๔ สภาวะ No load หรือ ลักษณะเฉพาะการกระตุ้นแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสสลับ

#### ๑.๒ ชุดครุภัณฑ์ ประกอบด้วยดังนี้

๑.๒.๑ ชุดทดลองกำเนิดไฟฟ้าทางกล มอเตอร์-เจนเนอเรเตอร์	จำนวน ๒ ชุด
๑.๒.๒ ชุดทดลองระบบควบคุมและป้องกันมอเตอร์-เจนเนอเรเตอร์	จำนวน ๒ ชุด
๑.๒.๓ ชุดทดลองควบคุมแรงดันไฟฟ้าเจนเนอเรเตอร์แบบอัตโนมัติ	จำนวน ๒ ชุด
๑.๒.๔ ชุดทดลองการขนานเจนเนอเรเตอร์ ๒ แหล่ง	จำนวน ๑ ชุด
๑.๒.๕ ชุดทดลองการแก้เฟสเวอร์แฟคเตอร์แบบอัตโนมัติ	จำนวน ๑ ชุด
๑.๒.๖ ระบบสกาตา	จำนวน ๑ ระบบ
๑.๒.๗ ชุดอุปกรณ์ประกอบ	
๑.๒.๗.๑ มัลติมิเตอร์สำหรับตรวจวัด	จำนวน ๒ เครื่อง
๑.๒.๗.๒ โต้ะปฏิบัติการ	จำนวน ๒ ตัว
๑.๒.๗.๓ คอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล	จำนวน ๕ เครื่อง

		
นายประยุทธ นิสภกุล	นายธนากร เมียงอารมณ์	นายชาญจิต วรรณฤทธิ์

## ๒. รายละเอียดทางเทคนิค

### ๒.๑ ชุดทดลองกำเนิดไฟฟ้าทางกล มอเตอร์-เจนเนอเรเตอร์

จำนวน ๒ ชุด

โดยแต่ละชุดประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

๒.๑.๑ สามารถจำลองการกำเนิดไฟฟ้าจริงโดยใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนเจนเนอเรเตอร์เพื่อให้เห็นพฤติกรรมทางกลที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะต่าง ๆ

๒.๑.๒ มอเตอร์-เจนเนอเรเตอร์ติดตั้งอยู่บนฐานเดียวกัน สามารถใช้งานได้สะดวก

๒.๑.๓ มีจุดต่อสายเสียบสายทดลองและสัญลักษณ์

๒.๑.๔ มีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๒๐๐ x ๒๖๐ x ๓๐๐ มม.

๒.๑.๕ ฐานของมอเตอร์-เจนเนอเรเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้ หรือดีกว่า

๒.๑.๕.๑ มีความแข็งแรงมั่นคง ทำจากแผ่นโลหะที่ผ่านการชุบด้วยเคมี

๒.๑.๕.๒ ทำสีอุตสาหกรรมแบบ epoxy paint

๒.๑.๕.๓ มียางรองที่ฐาน

๒.๑.๕.๔ มีแผ่นปิดคัปปลิงเพลามอเตอร์-เจนเนอเรเตอร์ ๓ จุด เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

๒.๑.๕.๕ มีร่องสำหรับจับยึดและปรับตั้งระยะมอเตอร์-เจนเนอเรเตอร์

๒.๑.๖ มอเตอร์ ๓ เฟส แบบโรเตอร์กรงกระรอก จำนวน ๑ ชุด

๒.๑.๖.๑ กำลังไฟฟ้าพิกัดไม่น้อยกว่า ๑๕๐๐ วัตต์

๒.๑.๖.๒ แรงดันพิกัด ๒๓๐/๔๐๐ V

๒.๑.๖.๓ รองรับการต่อใช้งานแบบ Star-Delta

๒.๑.๖.๔ ความเร็วพิกัดไม่น้อยกว่า ๓๐๐๐ rev/min (๒ poles)

๒.๑.๖.๕ มีการป้องกันอุณหภูมิของขดลวด

๒.๑.๗ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส ๓ เฟส จำนวน ๑ ชุด

๒.๑.๗.๑ พิกัดกำลังไม่น้อยกว่า ๑๐๐๐ VA

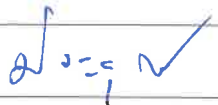

๒.๑.๗.๒ แรงดันอาเมเจอร์ ๓ x ๒๓๐/๔๐๐ V

๒.๑.๗.๓ รองรับการต่อใช้งานแบบ Star-Delta

๒.๑.๗.๔ รองรับความเร็ว ๓๐๐๐ rev/min

๒.๑.๗.๕ แรงดันกระตุ้นแยก ๒๒๐ V

๒.๑.๗.๖ มีการป้องกันอุณหภูมิของขดลวด

		
นายประยุทธ นิสกุล	นายธนกร เมืองอารมณ์	นายชาญจิต วรณรักษ์

## ๒.๒ ชุดทดลองระบบควบคุมและป้องกันมอเตอร์-เจนเนอเรเตอร์

จำนวน ๒ ชุด

โดยแต่ละชุดประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

๒.๒.๑ เป็นชุดควบคุมการทำงานของมอเตอร์-เจนเนอเรเตอร์ ที่ออกแบบมาใช้ในการเรียนการสอน โดยเฉพาะ

๒.๒.๒ อุปกรณ์วัดและควบคุมที่ติดตั้งในชุดทดลองเป็นอุปกรณ์จริงเกรดอุตสาหกรรม

๒.๒.๓ ใช้แรงดันไฟฟ้า ๒๓๐ Vac ๕๐ Hz single-phase ได้

๒.๒.๔ โครงสร้างของชุดทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

๒.๒.๔.๑ มีขนาดไม่น้อยกว่า ๘๔๐x๕๕๐x๖๘๐ mm. น้ำหนักไม่เกิน ๕๐ กก.

๒.๒.๔.๒ เป็นลักษณะกล่องไฟฟ้าขาตั้งและกรอบทำจากแผ่นโลหะที่ผ่านการชุบด้วยเคมี มีความแข็งแรงมั่นคง

๒.๒.๔.๓ ทำสีอุตสาหกรรมแบบ epoxy paint

๒.๒.๔.๔ มียางรองที่ฐาน

๒.๒.๕ แผง Panel ทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

๒.๒.๕.๑ ทำจากวัสดุ aluminum alloy

๒.๒.๕.๒ ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์ป้องกัน อุปกรณ์ควบคุม เครื่องมิ้ววัด

๒.๒.๕.๓ มีจุดต่อทดลองที่ป้องกันการสัมผัสโดยไม่ตั้งใจ

๒.๒.๕.๔ มีไดอะแกรมของระบบและสัญลักษณ์ สามารถสังเกตการได้โดยง่าย

๒.๒.๖ อุปกรณ์ป้องกันแบบ E.L.C.B. จำนวน ๑ ชุด

๒.๒.๖.๑  $I_n = 10\text{ A}$ ,  $I_{dn} = 30\text{ mA}$

๒.๒.๖.๒ สามารถป้องกันแรงดันต่ำได้

๒.๒.๖.๓ มีปุ่ม stop emergency พร้อมระบบล๊อคทางกล

๒.๒.๗ ส่วนของระบบควบคุม มอเตอร์-เจนเนอเรเตอร์ มีรายละเอียด ดังนี้

๒.๒.๗.๑ มีสวิตช์ on-off

๒.๒.๗.๒ มีอุปกรณ์ป้องกันแบบฟิวส์

๒.๒.๗.๓ มีปุ่มสั่งงานมอเตอร์ Run-Standby

๒.๒.๗.๔ มีปุ่มปรับความเร็วรอบมอเตอร์

๒.๒.๗.๕ มีปุ่มปรับแรงดันกระตุ้นเครื่องกลไฟฟ้าซิงโครนัส

๒.๒.๗.๖ อุปกรณ์ขับและควบคุมมอเตอร์ ๓ เฟส จำนวน ๑ ชุด

๒.๒.๗.๖.๑ เป็นแบบ microprocessor-controlled มีโหมดการทำงานแบบ V/F และ Vector

๒.๒.๗.๖.๒ พิกัดกำลังไม่น้อยกว่า ๑.๕ kW

		
นายประยุทธ์ นิสกุล	นายชนกร เมียงอารมณ์	นายชาญจิต วรรณรักษ์

๒.๒.๗.๗ ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับกระตุ้น เครื่องกลไฟฟ้าซิงโครนัส จำนวน ๑ ชุด

๒.๒.๗.๗.๑ สามารถปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงช่วง ๐-๒๒๐ Vdc ได้

๒.๒.๗.๗.๒ กระแสฟัดไม่น้อยกว่า ๒ A

๒.๒.๗.๘ ส่วนของอุปกรณ์วัดและแสดงผล รายละเอียดดังนี้

๒.๒.๗.๘.๑ มีอนาล็อกแอมมิเตอร์ จำนวน ๑ หน่วย

๒.๒.๗.๘.๒ หน้าปัดแบบ Wide-scale

๒.๒.๗.๘.๓ ฟัด ๕ Aac

๒.๒.๗.๘.๔ มีสวิตช์สำหรับเลือกวัดกระแสแบบแยกเฟส

๒.๒.๗.๙ มีอนาล็อกโวลล์มิเตอร์ จำนวน ๑ หน่วย

๒.๒.๗.๙.๑ หน้าปัดแบบ Wide-scale

๒.๒.๗.๙.๒ ฟัด ๕๐๐ Vac

๒.๒.๗.๙.๓ มีสวิตช์สำหรับเลือกวัดแรงดันแบบ U-V, V-W, U-W, U-N, V-N, W-N

๒.๒.๗.๑๐ มีมิเตอร์วัดความถี่แบบอนาล็อก

๒.๒.๗.๑๐.๑ หน้าปัดแบบ Wide-scale

๒.๒.๗.๑๐.๒ ย่านการวัด ๓๕-๗๐ Hz

๒.๒.๘ เครื่องมือวัดและวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าแบบดิจิตอล จำนวน ๑ หน่วย

๒.๒.๘.๑ สามารถทำงานได้ในย่านแรงดัน ๑๐๐-๔๔๐ VAC / ๑๑๐-๒๕๐ VDC

๒.๒.๘.๒ วัดค่าแรงดัน (Voltage)

๒.๒.๘.๒.๑ ย่านการวัดแรงดัน ๒๐ - ๘๓๐ VAC แบบ L-L

๒.๒.๘.๒.๒ สามารถใช้งานร่วมกับ Voltage transformers ได้ เพื่อใช้กับระบบ

High Voltage

๒.๒.๘.๒.๓ วัดค่ากระแส (Current), ค่ากระแสต่อ Phase

๒.๒.๘.๒.๔ สามารถใช้ร่วมกับ CT ขนาด ๕ A หรือ ๑ A ได้

๒.๒.๘.๓ สามารถวัดค่าแบบ True RMS สำหรับ แรงดันและกระแสได้

๒.๒.๘.๔ วัดค่ากำลังไฟฟ้า (Power)

๒.๒.๘.๔.๑ วัดค่ากำลังงานไฟฟ้าจริง (Active Power , [kW] )

๒.๒.๘.๔.๒ วัดค่ากำลังงานไฟฟ้ารีแอคทีฟ (Reactive Power , [ kvar] )

๒.๒.๘.๔.๓ วัดค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power , [ kva] )

๒.๒.๘.๔.๔ วัดค่ากำลังไฟฟ้าต่อเฟสและกำลังไฟฟ้าทั้งระบบ

๒.๒.๘.๕ วัดค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ต่อเฟสและทั้งระบบ

๒.๒.๘.๖ วัดค่าความถี่ไฟฟ้า (Frequency) ย่าน ๔๕-๖๖ Hz

		
นายประยุทธ์ นิสกุล	นายธนากร เมืองอารมณ์	นายชาญจิต วรรณรักษ์

๒.๒.๘.๗ สามารถแสดงผล HIGH-LOW-AVERAGE ของค่าต่าง ๆ ที่วัดได้

๒.๒.๘.๘ สามารถแสดงผลค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าและกระแสสูงสุด (Maximum demand)

๒.๒.๘.๙ สามารถวัดค่าฮาร์โมนิก โดยสามารถแสดงได้ทั้งค่าฮาร์โมนิครวม และค่าฮาร์โมนิกแบบแยกลำดับได้ถึง ๓๑ ลำดับ

๒.๒.๘.๑๐ สามารถวัดค่าพลังงานแบบ active, reactive, apparent, partial และทั้งหมด

๒.๒.๘.๑๑ มีฟังก์ชันนับชั่วโมงการทำงาน (Hour Counter)

๒.๒.๘.๑๒ มีหน้าจอแสดงผลแบบ LCD

๒.๒.๘.๑๓ ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๑๒๘x๘๐ pixel

๒.๒.๘.๑๓.๑ สามารถแสดงผลได้ ๑ ช่อง แยกกันได้

๒.๒.๘.๑๔ มี Relays สำหรับตั้งค่า Alarm จำนวน ๒ ชุด

๒.๒.๘.๑๕ มีพอร์ต RS-๔๘๕ สำหรับส่งข้อมูล

๒.๒.๙ ฟิวส์สำหรับสำหรับป้องกันเครื่องกลไฟฟ้าเชิงโครนัส จำนวน ๕ ช่อง

๒.๒.๑๐ ส่วนของระบบป้องกัน (Protection relays) มีรายละเอียดดังนี้

๒.๒.๑๐.๑ อุปกรณ์ป้องกันการลำดับเฟสและแรงดันไม่สมดุล (Phase sequence and voltage asymmetry) จำนวน ๑ หน่วย

๒.๒.๑๐.๑.๑ รองรับเครือข่ายไฟฟ้า ๔๐๐ V

๒.๒.๑๐.๑.๒ ย่านการตรวจจับแรงดันไม่สมดุลช่วง ๕-๑๕ %

๒.๒.๑๐.๒ อุปกรณ์ป้องกันแรงดันต่ำ-แรงดันสูง (Maximum and minimum voltage) แบบ ๓ เฟส จำนวน ๑ หน่วย

๒.๒.๑๐.๒.๑ ย่านในการควบคุม +๑๐ % / -๑๕ %

๒.๒.๑๐.๒.๒ ย่านในการตรวจวัดแรงดัน Ue ๓๘๐-๔๐๐-๔๑๕ Vac

๒.๒.๑๐.๓ อุปกรณ์ป้องกันความถี่ต่ำ-ความถี่สูง (Maximum and minimum frequency) จำนวน ๑ หน่วย

๒.๒.๑๐.๓.๑ ย่านในการควบคุม  $\pm 10$  %

๒.๒.๑๐.๓.๒ ย่านในการตรวจวัด ๕๐-๖๐ Hz

๒.๒.๑๐.๔ อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินและการลัดวงจร (Maximum current and short-circuit) จำนวน ๑ หน่วย

๒.๒.๑๐.๔.๑ ย่านในการควบคุม ๐-๕ A / ๕-๒๕ A

๒.๒.๑๐.๔.๒ มีช่อง auxiliary power ใช้กำลังไฟฟ้า ๒๓๐V ๕๐-๖๐ Hz

		
นายประยุทธ์ นิสกุล	นายธนกร เมียงอารมณ์	นายชาญจิต วรรณุรักษ์



## ๒.๒.๑๑ อุปกรณ์ประกอบชุดทดลอง

๒.๒.๑๑.๑ ปลั๊กไฟตามมาตรฐาน IEC ๓๐๘

๒.๒.๑๑.๒ สายต่อทดลองไม่น้อยกว่า ๖๐ เส้น

## ๒.๓ ชุดทดลองควบคุมแรงดันไฟฟ้าเจนเนอเรเตอร์แบบอัตโนมัติ

จำนวน ๒ ชุด

โดยแต่ละชุดประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

๒.๓.๑ อุปกรณ์ควบคุมแรงดันไฟฟ้าเจนเนอเรเตอร์แบบอัตโนมัติ (Automatic Voltage Control) หรือ AVR เป็นอุปกรณ์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า DC excitation ที่แม่นยำ เพื่อรักษาระดับแรงดันที่จ่ายออกมาจากเจนเนอเรเตอร์ให้มีความคงที่ ตามสภาวะไม่มีโหลดและสภาวะมีโหลด

๒.๓.๒ จุดเชื่อมต่อสายทั้งหมดเป็นแบบป้องกันการสัมผัสโดยไม่ตั้งใจ มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน

๒.๓.๓ ด้านหน้าของ AVR เป็นวัสดุโปร่งแสงสามารถมองเห็นส่วนประกอบภายในและสัญญาณไฟ

๒.๓.๔ รับแรงดันขาเข้าช่วง ๑๐๐-๔๘๐ VAC-๕๐/๖๐ Hz จากเจนเนอเรเตอร์ ๓ เฟสได้

๒.๓.๕ จ่ายแรงดันออกกระแสตรงถึง ๑๐๐ VDC กระแสสูงสุด ๑๐ A

๒.๓.๖ ฟังก์ชันการควบคุมภายใน (Internal controls)

๒.๓.๗ ทรिमเมอร์ปรับแรงดันไฟฟ้า (Voltage adjustment trimmer)

๒.๓.๗.๑ ทรिमเมอร์ควบคุมความเสถียร (Stability control trimmer)

๒.๓.๗.๒ ทรिमเมอร์ควบคุมความถี่ (Frequency regulation trimmer)

๒.๓.๗.๓ ทรिमเมอร์ควบคุมกระแส (Current regulation trimmer)

๒.๓.๘ ฟังก์ชันการควบคุมภายนอก (External controls)

๒.๓.๘.๑ การควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่แม่นยำ ปรับโดยใช้ potentiometer

๒.๓.๙ ฟังก์ชันการป้องกัน (Protections)

๒.๓.๙.๑ ป้องกันการกระตุ้นเกินในสภาวะความถี่ต่ำ

๒.๓.๙.๒ มีฟิวส์ความเร็วสูง (ultrafast fuse)

๒.๓.๑๐ ไฟแสดงสัญญาณการทำงานแบบ LED

๒.๓.๑๑ ไฟแสดงสัญญาณการป้องกันแรงดันสูง (overvoltage protection)

๒.๓.๑๑.๑ ไฟแสดงสัญญาณความถี่ต่ำ (under frequency)

๒.๓.๑๑.๒ ไฟแสดงสัญญาณกระแสสูง (Imax)

๒.๓.๑๑.๓ ไฟแสดงสัญญาณความร้อนสูง (overtemperature)

๒.๓.๑๒ คู่มือการใช้งานและตัวอย่างการทดลอง ๑ ชุด

		
นายประยุทธ นิสกุล	นายธนากร เมืองอารมณ์	นายชาญจิต วรรณฤทธิ์

## ๒.๔ ชุดทดลองการขนานเจนเนอเรเตอร์ ๒ แหล่ง

จำนวน ๑ ชุด

๒.๔.๑ เป็นชุดทดลองการขนานเจนเนอเรเตอร์จาก ๒ แหล่ง ที่ออกแบบมาใช้ในการเรียนการสอน โดยเฉพาะ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึง หลักการ ขั้นตอน วิธีการ ของการขนานเจนเนอเรเตอร์รวมถึงข้อควรระวัง และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ

๒.๔.๒ อุปกรณ์วัดและควบคุมที่ติดตั้งในชุดทดลองเป็นอุปกรณ์จริงเกรดอุตสาหกรรม

๒.๔.๓ ลำดับขั้นตอนปฏิบัติการเสมือนระบบจริง

๒.๔.๔ สามารถเลือกลำดับการปฏิบัติการขั้นตอนแบบ MANUALLY และ AUTOMATICALLY

๒.๔.๕ ใช้แรงดันไฟฟ้า ๒๓๐ Vac ๕๐ Hz single-phase ได้

๒.๔.๖ โครงสร้างของชุดทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

๒.๔.๖.๑ มีขนาดไม่น้อยกว่า ๘๔๐x๔๕๐x๖๘๐ mm. น้ำหนักไม่เกิน ๔๐ กก.

๒.๔.๖.๒ เป็นลักษณะกล่องไฟฟ้าชาตังและกรอบทำจากแผ่นโลหะที่ผ่านการชุบด้วยเคมี มีความแข็งแรงมั่นคง

๒.๔.๖.๓ ทำสีอุตสาหกรรมแบบ epoxy paint

๒.๔.๖.๔ มียางรองที่ฐาน

๒.๔.๗ แผง Panel ทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

๒.๔.๗.๑ ทำจากวัสดุ aluminum alloy

๒.๔.๗.๒ ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์ป้องกัน อุปกรณ์ควบคุม เครื่องมือวัด

๒.๔.๗.๓ มีจุดต่อทดลองที่ป้องกันการสัมผัสโดยไม่ตั้งใจ

๒.๔.๗.๔ มีไดอะแกรมของระบบ busbar system สามารถสังเกตการได้โดยง่าย

๒.๔.๘ อุปกรณ์ป้องกันแบบ E.L.C.B. จำนวน ๑ ชุด

๒.๔.๘.๑  $I_n = 16\text{ A}$ ,  $I_{dn} = 30\text{ mA}$

๒.๔.๘.๒ สามารถป้องกันแรงดันต่ำได้

๒.๔.๘.๓ มีปุ่ม stop emergency พร้อมระบบล๊อคทางกล

๒.๔.๙ โวลต์มิเตอร์แบบจอคู่ จำนวน ๑ ชุด

๒.๔.๙.๑ สเกลเป็นแนวตั้งขนานกันสำหรับเปรียบเทียบแรงดันจาก ๑ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

๒.๔.๙.๒ แรงดันสูงสุด ๕๐๐ Vac

๒.๔.๑๐ มิเตอร์วัดความถี่แบบจอคู่ จำนวน ๑ ชุด

๒.๔.๑๐.๑ สเกลเป็นแนวตั้งขนานกันสำหรับเปรียบเทียบความถี่จาก ๑ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

๒.๔.๑๐.๒ ช่วงการวัดความถี่ ๔๕-๕๕-๖๕ Hz, แรงดันสูงสุด ๕๐๐ Vac

๒.๔.๑๑ ชุดซิงโครสโคป (Synchroscope) สำหรับวัดค่ามุมเฟสเพื่อขนานเจนเนอเรเตอร์  
จำนวน ๑ ชุด

		
นายประยุทธ์ นิสกุล	นายธนากร เมียงอารมณ์	นายชาญจิต วรรณรักษ์

๒.๔.๑๑.๑ เป็นแบบ microprocessor controlled หรือดีกว่า

๒.๔.๑๑.๒ มี synchronizing relay

๒.๔.๑๑.๓ มี LED แบบสองสี จำนวนไม่น้อยกว่า ๑๘ ดวง สำหรับแสดงผลความเร็วของ Synchronization speeds

๒.๔.๑๑.๔ สามารถใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้า ๓ x ๔๐๐ V-๕๐/๖๐ Hz

๒.๔.๑๑.๕ สามารถตั้งค่าความต่างของแรงดัน ช่วง ๑-๑๐ % ได้

๒.๔.๑๑.๖ สามารถตั้งค่าความต่างของความถี่ช่วง ๒-๒๐ องศาทางไฟฟ้าได้

๒.๔.๑๑.๗ สามารถตั้งค่าหน่วงเวลา ๐.๑-๑ วินาที สำหรับ synchronizing

๒.๔.๑๒ หลอดไฟสำหรับแสดงการลำดับเฟส ช่วงแรงดัน ๔๐๐ V จำนวน ๓ หลอด

๒.๔.๑๓ มีคอนแทคเตอร์ ๓ เฟส สำหรับจ่ายไฟ จำนวน ๒ ชุด

๒.๔.๑๓.๑ กระแสฟักัด ๒๕ A

๒.๔.๑๓.๒ มีปุ่ม stop และ run สำหรับควบคุมการทำงาน

๒.๔.๑๔ เบรกเกอร์แบบ T.M.C.B. แบบ ๓ โพล สามารถปรับค่า In ในช่วง ๒.๔ – ๔ A จำนวน ๑ ชุด

๒.๔.๑๕ เบรกเกอร์แบบ E.L.C.B. แบบ ๔ โพล In ๒๕ A, I<sub>dn</sub> ๓๐ mA. จำนวน ๑ ชุด

๒.๔.๑๖ เครื่องมือวัดและวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าแบบดิจิตอล จำนวน ๑ หน่วย

๒.๔.๑๖.๑ สามารถทำงานได้ในย่านแรงดัน ๑๐๐-๔๔๐ VAC / ๑๑๐-๒๕๐ VDC

๒.๔.๑๖.๒ วัดค่าแรงดัน (Voltage)

๒.๔.๑๖.๒.๑ ย่านการวัดแรงดัน ๒๐-๘๓๐ VAC แบบ L-L

๒.๔.๑๖.๒.๒ สามารถใช้งานร่วมกับ Voltage transformers ได้ เพื่อใช้กับระบบ

## High Voltage

๒.๔.๑๖.๓ วัดค่ากระแส (Current), ค่ากระแสต่อ Phase

๒.๔.๑๖.๓.๑ สามารถใช้ร่วมกับ CT ขนาด ๕ A หรือ ๑ A ได้

๒.๔.๑๖.๔ สามารถวัดค่าแบบ True RMS สำหรับ แรงดันและกระแสได้

๒.๔.๑๖.๕ วัดค่ากำลังไฟฟ้า (Power)

๒.๔.๑๖.๕.๑ วัดค่ากำลังงานไฟฟ้าจริง (Active Power , [kW] )

๒.๔.๑๖.๕.๒ วัดค่ากำลังงานไฟฟ้ารีแอคทีฟ (Reactive Power , [ kvar] )

๒.๔.๑๖.๕.๓ วัดค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power , [ kva] )

๒.๔.๑๖.๕.๔ วัดค่ากำลังไฟฟ้าต่อเฟสและกำลังไฟฟ้าทั้งระบบ

๒.๔.๑๖.๖ วัดค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ต่อเฟสและทั้งระบบ

๒.๔.๑๖.๗ วัดค่าความถี่ไฟฟ้า (Frequency) ย่าน ๔๕-๖๖ Hz

๒.๔.๑๖.๘ สามารถแสดงผล HIGH-LOW-AVERAGE ของค่าต่าง ๆ ที่วัดได้

		
นายประยุทธ นิสกุล	นายธนกร เมียงอารมณ์	นายชาญฉัตร วรณฤทธิ์

๒.๔.๑๖.๙ สามารถแสดงผลค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าและกระแสสูงสุด (Maximum demand)

๒.๔.๑๖.๑๐ สามารถวัดค่าฮาร์โมนิก โดยสามารถแสดงได้ทั้งค่าฮาร์โมนิกรวม และค่าฮาร์โมนิกแบบแยกลำดับได้ถึง ๓๑ ลำดับ

๒.๔.๑๖.๑๑ สามารถวัดค่าพลังงานแบบ active, reactive, apparent, partial และทั้งหมด

๒.๔.๑๖.๑๒ มีฟังก์ชันนับชั่วโมงการทำงาน (Hour Counter)

๒.๔.๑๖.๑๓ มีหน้าจอแสดงผลแบบ LCD

๒.๔.๑๖.๑๓.๑ ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๑๒๘ x ๘๐ pixel

๒.๔.๑๖.๑๓.๒ สามารถแสดงผลได้ ๔ ช่อง แยกกันได้

๒.๔.๑๖.๑๔ มี Relays สำหรับตั้งค่า Alarm จำนวน ๒ ชุด

๒.๔.๑๖.๑๕ มีพอร์ต RS-๔๘๕ สำหรับส่งข้อมูล

๒.๔.๑๗ อุปกรณ์แปลงสัญญาณ RS๔๘๕/USB สำหรับแสดงผลในซอฟต์แวร์ จำนวน ๑ ชุด

๒.๔.๑๘ อุปกรณ์ประกอบชุดทดลอง

๒.๔.๑๘.๑ ปลั๊กไฟตามมาตรฐาน IEC ๓๐๙

๒.๔.๑๘.๒ สายต่อทดลองไม่น้อยกว่า ๖๕ เส้น

๒.๔.๑๙ คู่มือการใช้งานและตัวอย่างการทดลอง ๑ ชุด

## ๒.๕ ชุดทดลองการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์แบบอัตโนมัติ

จำนวน ๑ ชุด

๒.๕.๑ เป็นชุดทดลองที่สามารถจำลองระบบการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์ในระบบไฟฟ้ากำลัง ที่มีแรงดันต่ำกว่า ๔๐๐ V

๒.๕.๒ รองรับหัวข้อการเรียนรู้ไม่น้อยกว่า ดังนี้

๒.๕.๒.๑ วัดและศึกษาความสัมพันธ์ของค่า กำลังไฟฟ้าปรากฏ กำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ

๒.๕.๒.๒ อุปกรณ์และการเดินระบบการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์ไฟฟ้า ๑ เฟส และ ๓ เฟส

๒.๕.๒.๓ การดิสซาร์จพลังงานที่เก็บไว้ในคาปาซิเตอร์

๒.๕.๒.๔ รูปแบบขั้นตอนในการควบคุมการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์แบบอัตโนมัติ

๒.๕.๒.๕ การกรองกระแสฮาร์โมนิกในคาปาซิเตอร์

๒.๕.๓ โครงสร้างชุดทดลองทำจากวัสดุโลหะ ด้านหน้ามีความเป็นฉนวนไฟฟ้า

๒.๕.๔ จุดเชื่อมต่อสายขนาด ๔ มม. เป็นแบบป้องกันการสัมผัสโดยไม่ตั้งใจ มีความปลอดภัยต่อการใช้งาน

		
นายประยุทธ์ นิสกุล	นายชนกร เมียงอารมณ์	นายชาญจิต วรณฤทธิ์

- ๒.๕.๕ อุปกรณ์ควบคุมการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์แบบอัตโนมัติ จำนวน ๑ ชุด
- ๒.๕.๕.๑ รองรับแรงดันย่าน ๓๘๐-๔๑๕ V ๕๐-๖๐ Hz
- ๒.๕.๕.๒ ช่องต่อแอมมิเตอร์รองรับกระแสสูงสุด ๕ A
- ๒.๕.๕.๓ ช่วงการตั้งค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ๐.๘ ind ถึง ๐.๘ cap ช่วงเวลาเชื่อมต่อใหม่ (reconnection time) ๕ s ถึง ๖๐๐ s
- ๒.๕.๕.๔ ระดับความไวในช่วง ๕ ถึง ๖๐๐ s/step
- ๒.๕.๕.๕ รีเลย์เอาต์พุต ๕ A ๒๕๐ Vac จำนวน ๕ ช่อง
- ๒.๕.๕.๖ มีจอแสดงผลและปุ่มกดสั่งงาน
- ๒.๕.๖ เครื่องมือวัดแบบมัลติฟังก์ชัน จำนวน ๒ หน่วย
- ๒.๕.๖.๑ สามารถทำงานได้ในย่านแรงดัน ๑๑๕-๒๓๐ V
- ๒.๕.๖.๒ สามารถวัดค่า แรงดัน กระแส กำลังไฟฟ้าปรากฏ กำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้า รีแอกทีฟ เพาเวอร์แฟคเตอร์ ทั้งในระบบไฟฟ้า ๑ เฟส และ ๓ เฟส
- ๒.๕.๖.๓ ความถูกต้องในการวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า  $\pm 1\%$
- ๒.๕.๗ ฐานพิวส์ ๓ แถวพร้อมพิวส์แบบ gl-type ขนาด ๑๐.๓ x ๓๘ มม. พิกัด ๖A จำนวน ๑ หน่วย
- ๒.๕.๘ ฐานพิวส์ ๒ แถวพร้อมพิวส์แบบ gl-type ขนาด ๑๐.๓ x ๓๘ มม. พิกัด ๒A จำนวน ๑ หน่วย
- ๒.๕.๙ ฐานพิวส์ ๑ แถวพร้อมพิวส์แบบ gl-type ขนาด ๑๐.๓ x ๓๘ มม. พิกัด ๔A จำนวน ๑ หน่วย
- ๒.๕.๑๐ ชุด RFI Filter สำหรับระบบไฟฟ้า ๓Ph+N จำนวน ๑ ชุด
- ๒.๕.๑๐.๑ แรงดันพิกัด Un ๔๔๐ V
- ๒.๕.๑๐.๒ กระแสพิกัด In ๑๐ A
- ๒.๕.๑๐.๓ ค่าอินดักแตนซ์ ๐.๔ mH
- ๒.๕.๑๐.๔ ค่าคาปาซิแตนซ์ ๐.๑ uF
- ๒.๕.๑๑ คอนแทคเตอร์แบบ ๓ ขั้ว สำหรับแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์ จำนวน ๓ ชุด
- ๒.๕.๑๑.๑ พิกัดกระแสป้องกัน Ith ๒๕ A (๗.๕ kvar ที่ ๔๐๐ V)
- ๒.๕.๑๑.๒ มีอุปกรณ์จำกัด transient
- ๒.๕.๑๑.๓ แรงดันสั่งการ ๒๔ Vac ๕๐-๖๐ Hz
- ๒.๕.๑๒ หม้อแปลงไฟฟ้า ๒๓๐-๔๐๐/๒๔ V กำลัง ๗๒ VA จำนวน ๑ ชุด
- ๒.๕.๑๓ ชุดคาปาซิเตอร์ ๓ เฟส แรงดันไฟฟ้า ๔๕๐V ขนาด ๒ และ ๔  $\mu F$  จำนวน ๑ ชุด
- ๒.๕.๑๓.๑ ตัวต้านทานดิสชาร์จ ขนาด ๑๐๐  $\Omega$  - ๕ W
- ๒.๕.๑๔ ชุดคาปาซิเตอร์ ๓ เฟส แรงดันไฟฟ้า ๔๕๐ V ขนาด ๔ และ ๘  $\mu F$  จำนวน ๑ ชุด
- ๒.๕.๑๔.๑ ตัวต้านทานดิสชาร์จ ขนาด ๕๐  $\Omega$  - ๑๐ W

		
นายประยุทธ์ นิสกุล	นายธนากร เมืองอารมณ์	นายชาญจิต วรรณรักษ์

๒.๕.๑๕ ชุดคาปาซิเตอร์ ๓ เฟส แรงดันไฟฟ้า ๔๕๐ V ขนาด ๔.๘ และ ๑๖  $\mu\text{F}$  จำนวน ๑ ชุด

๒.๕.๑๕.๑ ตัวต้านทานดิสชาร์จ ขนาด ๕๐  $\Omega$  – ๑๐ W

๒.๕.๑๖ สายทดลองแบบเซฟตี้ ๔ มม. จำนวน ๖๕ เส้น จัมเปอร์ ๒๐ อัน

## ๒.๖ ระบบสกาตา

จำนวน ๑ ระบบ

๒.๖.๑ ใช้สำหรับแสดงผลในเครือข่ายการผลิต

๒.๖.๒ เชื่อมต่อผ่านการสื่อสาร RS๔๘๕

๒.๖.๓ ออกแบบมาเพื่อการศึกษาาระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้เข้าใจการควบคุมระบบต่าง ๆ

## ๒.๗ ชุดอุปกรณ์ประกอบ

จำนวน ๑ ชุด

๒.๗.๑ มัลติมิเตอร์สำหรับตรวจวัด จำนวน ๒ เครื่อง

๒.๗.๑.๑ เครื่องดิจิตอลมัลติมิเตอร์ คำนวณค่าแบบ True RMS

๒.๗.๑.๒ มีฟังก์ชันวัด แรงดัน AC, แรงดัน DC, แรงดัน AC+DC, กระแส AC, กระแส DC, กระแส ๔-๒๐ mA, Resistance, Capacitance, Conductance, Frequency, วัดความถี่, ไดโอด, อุณหภูมิ (เซ็นเซอร์อุณหภูมิซื้อเพิ่มเติม), และแปลงค่าเดซิเบล

๒.๗.๑.๓ ตัวเครื่องมีระบบแมคคานิคชัตเตอร์ เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่องจากการเสียบสายโพรบไม่ตรงกับประเภทการใช้งาน

๒.๗.๑.๔ ตัวเครื่องรองรับมาตรฐานความปลอดภัย CAT III ๑,๐๐๐ โวลต์ CAT IV ๖๐๐ โวลต์

๒.๗.๑.๕ หน้าจอของตัวเครื่องจะมีการเตือนโดยเปลี่ยนเป็นสีแดงเมื่อมีการวัดแรงดันเกิน ๑,๐๐๐ โวลต์

๒.๗.๑.๖ ตัวเครื่องมีฟังก์ชัน Low pass filter เพื่อตัดสัญญาณรบกวนที่ cut off frequency ๖๓๐ Hz

๒.๗.๑.๗ ตัวเครื่องมีฟังก์ชัน DC+AC Volt เพื่อดูค่าแรงดัน ripple ในระบบ DC Charging ได้

๒.๗.๑.๘ ตัวเครื่องมีฟังก์ชันสำหรับวัดกระแส ๔-๒๐ mA และแปลงค่า ๔-๒๐ mA ในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ได้

๒.๗.๑.๙ ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศเพื่อบริการหลังการขาย

๒.๗.๑.๑๐ ยาววัด DC Voltage ๖๐.๐๐๐ m/๖๐๐.๐๐m/๖.๐๐๐๐/๖๐.๐๐๐/๖๐๐.๐๐/๑๐๐๐.๐ V  $\pm 0.025\%$  rdg.  $\pm 2$  dgt. หรือดีกว่า

๒.๗.๑.๑๑ ยาววัด AC Voltage ๖๐.๐๐๐ m/๖๐๐.๐๐m/๖.๐๐๐๐/๖๐.๐๐๐/๖๐๐.๐๐/๑๐๐๐.๐ V  $\pm 0.2\%$  rdg.  $\pm 25$  dgt. หรือดีกว่า

		
นายประยุทธ์ นิสกุล	นายธนากร เมืองอารมณ์	นายชาญจิต วรรณรักษ์



๒.๗.๑.๑๒ ย่านวัด AC+DC Voltage ๖.๐๐๐๐/๖๐.๐๐๐/๖๐๐.๐๐/๑๐๐๐.๐ V  $\pm 0.3\%$  rdg.  $\pm 30$  dgt. หรือดีกว่า

๒.๗.๑.๑๓ ย่านวัด DC Current ๖๐๐.๐๐  $\mu$ /๖๐๐๐.๐  $\mu$ /๖๐.๐๐๐ m /๖๐๐.๐๐ m/๖.๐๐๐๐ / ๑๐.๐๐๐ A  $\pm 0.05\%$  rdg.  $\pm 5$  dgt. หรือดีกว่า

๒.๗.๑.๑๔ ย่านวัด AC current ๖๐๐.๐๐  $\mu$ /๖๐๐๐.๐  $\mu$ /๖๐.๐๐๐ m /๖๐๐.๐๐ m/๖.๐๐๐๐ / ๑๐.๐๐๐ A  $\pm 0.6\%$  rdg.  $\pm 5$  dgt. หรือดีกว่า

๒.๗.๑.๑๕ ย่านวัด Resistance ๖๐.๐๐๐/๖๐๐.๐๐/๖.๐๐๐๐ k/๖๐.๐๐๐k/๖๐๐.๐๐ k / ๖.๐๐๐๐ M /๖๐.๐๐ M/๖๐๐.๐ M  $\Omega \pm 0.03\%$  rdg.  $\pm 2$  dgt. หรือดีกว่า

๒.๗.๑.๑๖ ย่านวัด Capacitance ๑.๐๐๐ n/๑๐.๐๐ n/ ๑๐๐.๐ n/๑.๐๐๐  $\mu$ /๑๐.๐๐  $\mu$ / ๑๐๐.๐  $\mu$  /๑.๐๐๐ m/๑๐.๐๐ m /๑๐๐.๐ mF  $\pm 1.0\%$  rdg.  $\pm 5$  dgt. หรือดีกว่า

๒.๗.๑.๑๗ ย่านวัด Frequency ๙๙.๙๙๙ Hz/๙๙๙.๙๙ Hz/๙,๙๙๙๙ kHz/๙๙.๙๙๙/kHz/ ๕๐๐.๐๐ kHz  $\pm 0.005\%$  rdg.  $\pm 3$  dgt. หรือดีกว่า

๒.๗.๑.๑๘ ย่านวัด Conductance ๖๐๐.๐๐ nS  $\pm 0.5\%$  rdg.  $\pm 10$  dgt. หรือดีกว่า

๒.๗.๑.๑๙ สามารถบันทึกค่าที่วัดได้ลงตัวเครื่องสูงสุด ๔๐๐ ค่า

๒.๗.๑.๒๐ ตัวเครื่องสามารถแสดงค่าการวัด max, min ได้

๒.๗.๑.๒๑ ตัวเครื่องมีฟังก์ชัน Decibel conversion (dBm/dBV) ในโหมด AC volt

๒.๗.๒ โตะปฏิบัติการ

จำนวน ๒ ตัว

๒.๗.๒.๑ พื้นโตะทำด้วยไม้ปาติเกิลเคลือบด้วยเมลามีน

๒.๗.๒.๒ พื้นโตะมีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง ๘๐๐ มม. ยาว ๑,๕๐๐ มม.หนา ๒๕ มม.

๒.๗.๒.๓ ปิดขอบโตะด้วยพีวีซี หนาไม่น้อยกว่า ๒.๕ มม. หรือดีกว่า

๒.๗.๒.๔ โครงขาโตะเป็นแบบถอดประกอบได้

๒.๗.๒.๕ ขาโตะและตัวคานทำจากเหล็กกล่อง ขนาดไม่น้อยกว่า ๓๘ มม. X ๓๘ มม.และหนาไม่น้อยกว่า ๒ มม.

๒.๗.๒.๖ มีความสูงจากระดับพื้นถึงระดับพื้นโตะมีความสูงไม่น้อยกว่า ๘๐๐ มม.

๒.๗.๒.๗ ขาโตะมีตัวปรับระดับความสูงได้ไม่น้อยกว่า ๒๐ มม.

๒.๗.๒.๘ ขาโตะและคานพ่นสีฝุ่นอุตสาหกรรม

๒.๗.๓ คอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล




จำนวน ๕ เครื่อง

๒.๗.๓.๑ เป็นคอมพิวเตอร์แบบพกพา

๒.๗.๓.๒ มีหน่วยประมวลไม่น้อยกว่า core i๕ หรือสูงกว่า

๒.๗.๓.๓ หน้าจอขนาดไม่น้อยกว่า ๑๕ นิ้ว

๒.๗.๓.๔ มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๘ GB

		
นายประยุทธ นิสกุล	นายธนากร เมืองอารมณ์	นายชาญจิต วรรณรักษ์

๒.๗.๓.๕ มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ชนิด SATA หรือ ดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๒ TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๒๔๐ GB จำนวน ๑ หน่วย

### ๓. รายละเอียดอื่น ๆ

๓.๑ ผู้ขายต้องมีหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนชุดฝึกและชุดสาธิตจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงหรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ เพื่อประโยชน์ทางด้านการจัดฝึกอบรม, การบริการหลังการขายและการซ่อมบำรุง พร้อมแนบเอกสารมาในวันยื่นข้อเสนอ

๓.๒ มีการรับประกันสินค้า ๑ ปี พร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่สนับสนุนนับถัดจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้วและในระหว่างรับประกันต้องให้บริการตรวจสอบการใช้งานทุก ๖ เดือน

๓.๓ ผู้ขายต้องส่งมอบครุภัณฑ์และทำการทดสอบเครื่องให้เป็นไปตามข้อกำหนดในคุณสมบัติต่างๆ ที่กล่าวถึงข้างต้นและอบรมแนะนำผู้ใช้ให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

๓.๔ ผู้เสนอราคาเป็นบริษัทที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO ๙๐๐๑ : ๒๐๑๕ ทางด้านการออกแบบ, ผลิต, ประกอบ และซ่อมบำรุงชุดฝึกด้านการศึกษาในหน่วยงานราชการและสถาบันการศึกษาโดยเฉพาะ พร้อมมีเอกสารรับรองในวันยื่นข้อเสนอ

		
นายประยุทธ์ นิสภกุล	นายธนากร เมียงอารมณ์	นายชาญจิต วรณนุรักษ์



**ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและรายละเอียดค่าใช้จ่าย**  
**การจัดซื้อจัดจ้างที่มีชิ้นงานก่อสร้าง**

๑. ชื่อโครงการ จัดซื้อชุดทดลองระบบผลิตแบบขนาน ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าพร้อมระบบสกาดา ตำบลบางปลา  
 อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน ๑ ชุด

๒. หน่วยงานเจ้าของโครงการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

๓. วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร ๒,๑๐๐,๐๐๐.-บาท (สองล้านหนึ่งแสนบาทถ้วน)




๔. วันที่กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) ณ วันที่ 18 มี.ค. 2564

๔.๑ ชุดทดลองกำเนิดไฟฟ้าทางกล มอเตอร์-เจนเนอเรเตอร์	จำนวน ๒ ชุด	เป็นเงิน ๕๐๐,๐๐๐.-บาท
๔.๒ ชุดทดลองระบบควบคุมและป้องกันมอเตอร์-เจนเนอเรเตอร์	จำนวน ๒ ชุด	เป็นเงิน ๖๔๐,๐๐๐.-บาท
๔.๓ ชุดทดลองควบคุมแรงดันไฟฟ้าเจนเนอเรเตอร์แบบอัตโนมัติ	จำนวน ๒ ชุด	เป็นเงิน ๓๐๐,๐๐๐.-บาท
๔.๔ ชุดทดลองการขนานเจนเนอเรเตอร์ ๒ แหล่ง	จำนวน ๑ ชุด	เป็นเงิน ๓๑๐,๐๐๐.-บาท
๔.๕ ชุดทดลองการแก้เฟาเวอร์แฟคเตอร์แบบอัตโนมัติ	จำนวน ๑ ชุด	เป็นเงิน ๑๘๐,๐๐๐.-บาท
๔.๖ ระบบสกาดา	จำนวน ๑ ระบบ	เป็นเงิน ๓๐,๐๐๐.-บาท
๔.๗ ชุดอุปกรณ์ประกอบ		
๔.๗.๑ มัลติมิเตอร์สำหรับตรวจวัด	จำนวน ๒ เครื่อง	เป็นเงิน ๓๐,๐๐๐.-บาท
๔.๗.๒ โต๊ะปฏิบัติการ	จำนวน ๒ ตัว	เป็นเงิน ๑๐,๐๐๐.-บาท
๔.๗.๓ คอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล	จำนวน ๕ เครื่อง	เป็นเงิน ๑๐๐,๐๐๐.-บาท
เป็นเงิน ๒,๑๐๐,๐๐๐.-บาท (สองล้านหนึ่งแสนบาทถ้วน)		

๕. แหล่งที่มาของราคากลาง (ราคาอ้างอิง) จากการสืบราคาผู้มีอาชีพขาย

๕.๑ บริษัท เยนเนอรัลอินสทรุเม้นท์ จำกัด	๐๒-๖๑๕-๔๕๗๗
๕.๒ บริษัท เพคซ่า กรุป จำกัด	๐๘๑-๙๑๙-๓๙๐๘
๕.๓ บริษัท เอ็นโค้ด โซลูชั่น จำกัด	๐๘๑-๖๒๒-๙๔๑๙

๖. รายชื่อเจ้าหน้าที่ผู้กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) ทุกคน

๖.๑		(นายประยุทธ นิสกุล)
๖.๒		(นายธนากร เมียงอารมณ)
๖.๓		(นายชาญจิต วรรณนุรักษ์)