

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Terms of Reference : TOR)

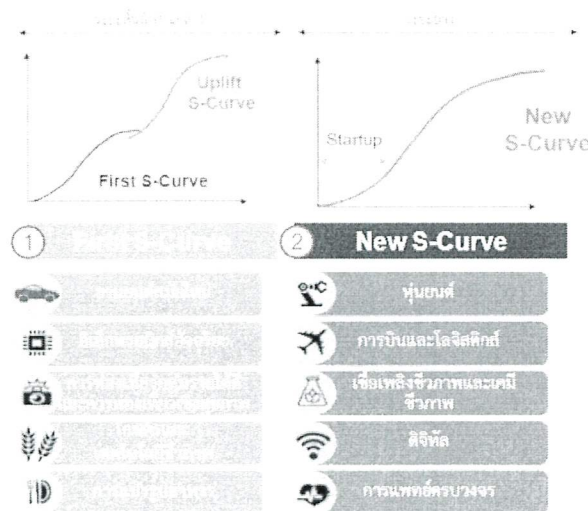
ชุดฝึกปฏิบัติการสถานีชาร์จสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ชุด

(ราคาต่อหน่วย 8,456,500 บาท)

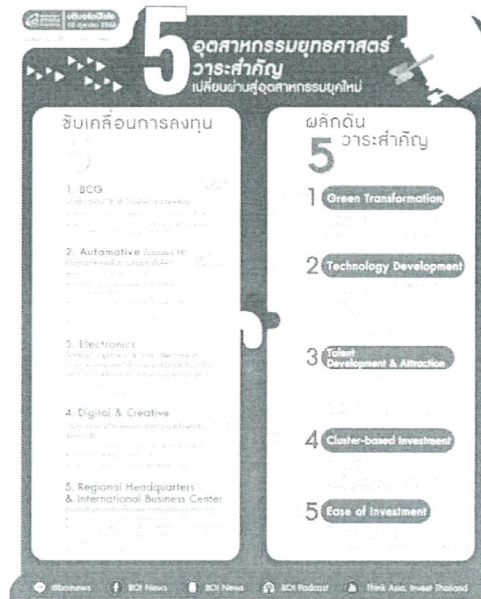
1. ความเป็นมา

การพัฒนาของเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมในระดับโลกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจาก ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การติดต่อสื่อสาร และการคมนาคมขนส่งที่พัฒนาอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดการ ขยายตัวทางเศรษฐกิจ การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร การแลกเปลี่ยนสินค้า และการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรม ระหว่างประเทศต่างๆ ทั่วโลก กระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกและพฤติกรรมผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปเป็น ปัจจัยสำคัญในการกำหนดวิสัยทัศน์และยุทธศาสตร์ในการพัฒนาประเทศ ซึ่งแต่ละประเทศต่างก็มีการ เตรียมพร้อมในการปรับวิสัยทัศน์และยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมให้สอดคล้องกับบริบทต่าง ๆ ที่ เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นประเทศไทย การกำหนดวิสัยทัศน์และยุทธศาสตร์ในการพัฒนาประเทศด้วย โมเดลประเทศไทย 4.0 โดยกำหนดให้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจจากเดิมที่ขับเคลื่อนด้วยการพัฒนา ประสิทธิภาพในการผลิตภาคอุตสาหกรรม ไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม (Innovation Drive Economy) โดยต้องขับเคลื่อนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใน 3 มิติที่สำคัญ ได้แก่ 1) เปลี่ยนจากการผลิตสินค้าโภคภัณฑ์ ไปสู่สินค้าเชิงนวัตกรรม 2) เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรม ไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม 3) เปลี่ยนจากการเน้นภาคการผลิตสินค้า ไปสู่การเน้นภาคบริการมากขึ้น โดยเน้นที่ 10 กลุ่มอุตสาหกรรมดังรูปที่ 1 และ 2



รูปที่ 1 กลุ่มอุตสาหกรรม ใน First S-Curve และ New S-Curve 10 กลุ่มอุตสาหกรรม



รูปที่ 2 กลุ่มอุตสาหกรรม

ด้วยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ต้งยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ในการพัฒนาประเทศคือ การมุ่งเข้าสู่การเป็น มหาวิทยาลัยนักปฏิบัติมืออาชีพ (Professional University) โดยส่งเสริมการผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติมืออาชีพ (Hands-on) ที่คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ดังนั้นคณะวิศวกรรมศาสตร์ได้ทำการปรับปรุง/พัฒนาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาของมหาวิทยาลัย สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ได้เปิดการเรียนการสอนในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อพัฒนาประเทศโมเดลประเทศไทย 4.0

ปัจจุบันครุภัณฑ์สำหรับการเรียนการสอนด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีความจำเป็นต้องปรับตัวให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ และ 5 กลุ่มอุตสาหกรรมในอนาคต (New S-Curve) ซึ่งประกอบด้วย

1. หุ่นยนต์เพื่ออุตสาหกรรม (Robotics)
2. อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ (Aviation and Logistics)
3. อุตสาหกรรมดิจิทัล (Digital)
4. อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ (Biofuels and Biochemicals)
5. อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร (Medical Hub)

และ 5 อุตสาหกรรมยุทธศาสตร์เพื่อเปลี่ยนผ่านสู่อุตสาหกรรมยุคใหม่ประกอบด้วย

1. BCG
2. Automotive
3. Electronics
4. Digital & Creative
5. Regional Headquarters

[Signature]

[Signature]

[Signature]

โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มอุตสาหกรรมของ หุ่นยนต์เพื่ออุตสาหกรรม อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ และ อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร และยานยนต์สมัยใหม่ อุตสาหกรรมดังกล่าวล้วนแล้วแต่ต้องอาศัยทักษะทางด้าน ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เป็นพื้นฐานในการพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ต่าง ๆ ซึ่งในเชิงอุตสาหกรรมทักษะทางด้าน ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่จะขาดไม่ได้เลยคือ ทักษะทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ซึ่งนักศึกษาหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จะต้องได้รับการจัดการเรียนการสอนผ่านการเรียนรู้และปฏิบัติ ก่อนออกสู่สถานประกอบการอย่างไรก็ตาม สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเล็งเห็นถึงความสำคัญที่จะต้องปรับเปลี่ยน ครุภัณฑ์เพื่อฝึกปฏิบัตินักศึกษาทางด้านไฟฟ้า จึงขอจัดซื้อครุภัณฑ์เพื่อเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า เพื่อให้นักศึกษาได้ลงมือฝึกปฏิบัติในเทคโนโลยีที่เป็นปัจจุบัน โดยครบถ้วนทุกคน ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผลิตวิศวกรนักปฏิบัติมืออาชีพ

2. วัตถุประสงค์

- 2.1. เพื่อพัฒนาทักษะการผลิตวิศวกรนักปฏิบัติมืออาชีพด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังขั้นสูงและเครื่องจักรกล ไฟฟ้าในระบบยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อเพิ่มขีดความสามารถทางความรู้ด้านเทคโนโลยีให้รู้จักคิดวางแผน ทำงานเชิงปฏิบัติมากขึ้นและเน้นการประยุกต์ใช้งานรวมถึงให้มีการบูรณาการตั้งแต่ผู้ใช้งาน นักวิจัย และผู้ผลิต สำหรับท้องถิ่นชุมชน
- 2.2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังขั้นสูงและ เครื่องจักรกลไฟฟ้าในระบบยานยนต์ไฟฟ้า จากภาคการศึกษาสู่ภาคอุตสาหกรรมเพื่อสนับสนุนและ ส่งเสริมในการนำผลงานวิจัยและพัฒนานวัตกรรมให้สามารถผลิตสู่เชิงพาณิชย์อย่างมีมาตรฐานใน ระดับที่เชื่อถือได้จนไปถึงระดับประเทศและระดับโลก

3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

- 3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย
- 3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- 3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- 3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการ กระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- 3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงาน ของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้ จัดการ ผู้บริหาร ผู้มี อำ นาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหาร พัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 3.7 เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคล ผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีประกวดราคา อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว



3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิหรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอนี้ได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิความคุ้มกันเช่นนั้น

4. รายละเอียดทางเทคนิค

1. ชุดปฏิบัติการวิเคราะห์ด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังขั้นสูง จำนวน 1 ชุด
2. ชุดปฏิบัติการเครื่องจักรกลไฟฟ้าในระบบยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

1.1 รายละเอียดทั่วไป

1.1.1 ชุดควบคุมเครื่องแปลงผันเอซี-ดีซี และ เอซี-เอซี
(AC - DC and AC - AC Converter Control Unit) จำนวน 1 ชุด

1.1.2 ชุดควบคุมเครื่องแปลงผันดีซี-ดีซี และ ดีซี-เอซี
(DC - DC and DC - AC Converter Control Unit) จำนวน 1 ชุด

1.1.3 เครื่องแปลงผันเอช-ดีซี และ เอช-เอช
(AC - DC and AC - AC Converter) จำนวน 1 ชุด

1.1.4 เครื่องแปลงผันเอซี-เอซี (AC - AC Converter) จำนวน 1 ชุด

1.1.5 เครื่องแปลงผันดีซี-ดีซี (DC - DC Converter) จำนวน 1 ชุด

1.1.6 เครื่องแปลงผันตีสี่-เอชี่ (DC - AC Converter) จำนวน 1 ชุด

1.1.7 เครื่องปรับอากาศความเร็วรอบมอเตอร์ (Variable Speed Drive) จำนวน 1 ชุด

1.2 รายละเอียดทางเทคนิค

1.2.1 ชุดควบคุมเครื่องแปลงผันเอชอี-ดีซี และ เอชอี-เอชอี
(AC - DC and AC - AC Converter Control Unit) จำนวน 1 ชุด

มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.2.1.1 เป็นชุดกำเนิดสัญญาณเกิดสำหรับสวิตช์สารกึ่งตัวนำในงานอิเล็กทรอนิกส์กำลัง สามารถเลือก

Str ✓ 95 Ju. Str ✓ Str ✓

กำหนดสัญญาณขับเคลื่อนเพื่อขับเคลื่อนอาร์ได้ อย่างน้อย 12 สัญญาณ หรือเลือกกำหนดสัญญาณ

ขับเคลื่อนไอจีบีทีหรือมอสเฟต อย่างน้อย 6 สัญญาณ

1.2.1.2 สัญญาณขับเคลื่อนอาร์หรือไทรแอก มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1.2.1.2.1 ขับเคลื่อนอาร์ได้ 4 ตัว แบบเฟสเดียว

1.2.1.2.2 ขับเคลื่อนอาร์ได้ 6 ตัว แบบสามเฟส

1.2.1.2.3 ขับเคลื่อนอาร์ได้ 8 ตัว แบบเฟสเดียว แบบคอนเวอร์เตอร์คู่

1.2.1.2.4 ขับเคลื่อนอาร์ได้ 12 ตัว แบบสามเฟส แบบคอนเวอร์เตอร์คู่

1.2.1.2.5 ขับเคลื่อนไทรแอก ได้ 1 ตัว แบบเฟสเดียว

1.2.1.2.6 ขับเคลื่อนไทรแอก ได้ 3 ตัว แบบสามเฟส

1.2.1.3 การควบคุมสัญญาณขับเคลื่อนอาร์

1.2.1.3.1 สัญญาณเกิดแบบเฟสเดียว ปรับแบบพัลส์เดียว และพัลส์ความถี่สูง

1.2.1.3.2 สัญญาณเกิดแบบเฟสเดียว ปรับมุมได้ 5 – 175 องศา หรือกว้างกว่า

1.2.1.3.3 สัญญาณเกิดแบบสามเฟส ปรับแบบพัลส์เดียว และพัลส์คู่

1.2.1.3.4 สัญญาณเกิดแบบสามเฟส ปรับมุมได้ 5 – 115 องศา หรือกว้างกว่า

1.2.1.4 ฟังก์ชันการใช้งานสัญญาณขับเคลื่อนอาร์ สำหรับวงจรอย่างน้อยดังต่อไปนี้

1.2.1.4.1 วงจรเรียงกระแสควบคุมได้เฟสเดียว

1.2.1.4.2 วงจรเรียงกระแสควบคุมได้สามเฟส

1.2.1.4.3 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงแบบสี่ควอดรนต์

1.2.1.4.4 วงจรเรียงกระแสควบคุมได้สามเฟสแบบ 12 พัลส์

1.2.1.4.5 วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว

1.2.1.4.6 วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟส

1.2.1.4.7 ไซโคลคอนเวอร์เตอร์

1.2.1.5 สัญญาณขับเคลื่อนไอจีบีทีหรือมอสเฟต มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1.2.1.5.1 ขับเคลื่อนไอจีบีทีหรือมอสเฟต ได้ 4 ตัว แบบวงจรอินเวอร์เตอร์เฟสเดียว

1.2.1.5.2 ขับเคลื่อนไอจีบีทีหรือมอสเฟต ได้ 6 ตัว แบบวงจรอินเวอร์เตอร์สามเฟส

1.2.1.5.3 ขับเคลื่อนไอจีบีทีหรือมอสเฟต ได้ 1 ตัว แบบดีซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์

1.2.1.6 การควบคุมสัญญาณขับเคลื่อนไอจีบีที

1.2.1.6.1 ปรับค่าดีวีดีไซเคิล : 5 – 95 % หรือกว้างกว่า (สำหรับ chopper)

1.2.1.6.2 ปรับค่าความถี่สวิตช์ : 20 – 40 กิโลเฮิร์ตซ์ หรือกว้างกว่า (สำหรับ chopper)

1.2.1.6.3 ปรับค่าความถี่สวิตช์ : 50 – 60 กิโลเฮิร์ตซ์ หรือกว้างกว่า (สำหรับ boost)

1.2.1.6.4 ปรับค่าความถี่สวิตช์ : 1.5 – 10 กิโลเฮิร์ตซ์ หรือกว้างกว่า (สำหรับ sine PWM

inverter)

1.2.1.6.5 ปรับค่าความถี่เอาต์พุต : 5 – 95 เฮิร์ตซ์ หรือกว้างกว่า (สำหรับ inverter-Sine PWM)

1.2.1.7 ฟังก์ชันการใช้งานสัญญาณขับเคลื่อนไอจีบีทีหรือมอสเฟต สำหรับวงจรอย่างน้อยดังต่อไปนี้

1.2.1.7.1 บั๊กคอนเวอร์เตอร์ , วงจรตีช็อกอัพเปอร์

1.2.1.7.2 บูล , ซีพิก คอนเวอร์เตอร์

1.2.1.7.3 อินเวอร์เตอร์เฟสเดียว ชนิดรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

1.2.1.7.4 อินเวอร์เตอร์เฟสเดียว ชนิดรูปคลื่นไซน์พีดับเบิลยูเอ็ม

1.2.1.7.5 อินเวอร์เตอร์สามเฟส ชนิดรูปคลื่นหกขั้น

1.2.1.7.6 อินเวอร์เตอร์สามเฟส ชนิดไซน์พีดับเบิลยูเอ็ม

1.2.1.7.7 อินเวอร์เตอร์สามเฟส ชนิดไซน์พีดับเบิลยูเอ็ม - V/F

1.2.1.7.8 อินเวอร์เตอร์สามเฟส ชนิด Space Vector

1.2.1.8 การแสดงผล

1.2.1.8.1 จอแอลซีดี ขนาด 4x20 อักขร จำนวนอย่างน้อย 2 จอ หรือดีกว่า

1.2.1.8.2 แสดงผลอย่างน้อยดังต่อไปนี้ ชนิดวงจรหรือคอนเวอร์เตอร์ที่ทดลอง, ความถี่

สวิตช์, ความถี่เอาต์พุต, ค่าตัวแก้ไขเคลือบไอจีบีที, มุมจุดชนวนเกตเอสซีอาร์, ความเร็วรอบ

มอเตอร์, ค่า Kp, Ki, Kd

1.2.1.9 การเชื่อมต่อภายนอก

1.2.1.9.1 การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ : USB port สำหรับแสดงสัญญาณ set value (setpoint)

1.2.1.9.2 Process value (motor speed) , manipulate value

1.2.1.9.3 ขั้วรับเซนเซอร์วัดความเร็วรอบมอเตอร์

1.2.1.9.4 ขั้วรับสัญญาณแรงดัน Synchronize

1.2.1.10 การควบคุมแบบพีไอดี

1.2.1.10.1 ปรับค่า Kp (proportional) : 1 - 1000 หรือกว้างกว่า

1.2.1.10.2 ปรับค่า Ki (integral) : 1 - 1000 หรือกว้างกว่า

1.2.1.10.3 ปรับค่า Kd (derivative) : 1 - 1000 หรือกว้างกว่า

1.2.1.10.4 ฟังก์ชันควบคุม : PID control , open loop control (manual)

1.2.1.11 อุปกรณ์เครื่องมือวัด ประกอบด้วย

1.2.1.11.1 ดิจิทัลมัลติมิเตอร์ (Digital multimeter) จำนวน 1 ตัว

1.2.1.11.2 เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) จำนวน 1 ตัว

1.2.1.11.3 โพรบวัดรูปคลื่นกระแส (AC-DC Current clamp probe) จำนวน 1 ตัว

1.2.2 ชุดควบคุมเครื่องแปลงผันดีซี-ดีซี และ ดีซี-เอซี

(DC - DC and DC - AC Converter Control Unit)

จำนวน 1 ชุด

มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.2.2.1 เป็นชุดกำเนิดสัญญาณเกิดสำหรับสวิตซ์สารกึ่งตัวนำในงานอิเล็กทรอนิกส์กำลัง
สามารถเลือก

กำเนิดสัญญาณขับเคลื่อนไอจีบีทีหรือมอสเฟต อย่างน้อย 6 สัญญาณ หรือเลือกกำเนิด
สัญญาณ

ขับเคลื่อนเพื่อขับเคลื่อนอาร์ได้ อย่างน้อย 12 สัญญาณ

1.2.2.2 สัญญาณขับเคลื่อนไอจีบีทีหรือมอสเฟต มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1.2.2.2.1 ขับเคลื่อนไอจีบีทีหรือมอสเฟต ได้ 4 ตัว แบบวงจรมอเตอร์เฟสเดียว

1.2.2.2.2 ขับเคลื่อนไอจีบีทีหรือมอสเฟต ได้ 6 ตัว แบบวงจรมอเตอร์สามเฟส

1.2.2.2.3 ขับเคลื่อนไอจีบีทีหรือมอสเฟต ได้ 1 ตัว แบบดีซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์

1.2.2.3 การควบคุมสัญญาณขับเคลื่อนไอจีบีที

1.2.2.3.1 ปรับค่าดีดตีไซเคิล : 5 – 95 % หรือกว้างกว่า (สำหรับ chopper)

1.2.2.3.2 ปรับค่าความถี่สวิตซ์ : 20 – 40 กิโลเฮิร์ตซ์ หรือกว้างกว่า (สำหรับ chopper)

1.2.2.3.3 ปรับค่าความถี่สวิตซ์ : 50 – 60 กิโลเฮิร์ตซ์ หรือกว้างกว่า (สำหรับ boost)

1.2.2.3.4 ปรับค่าความถี่สวิตซ์ : 1.5 – 10 กิโลเฮิร์ตซ์ หรือกว้างกว่า (สำหรับ sine

PWM

inverter)

1.2.2.3.5 ปรับค่าความถี่เอาต์พุต : 5 – 95 เฮิร์ตซ์ หรือกว้างกว่า (สำหรับ inverter-Sine

PWM)

1.2.2.4 ฟังก์ชันการใช้งานสัญญาณขับเคลื่อนไอจีบีทีหรือมอสเฟต สำหรับวงจรอย่างน้อยดังต่อไปนี้

1.2.2.4.1 บั๊กคอนเวอร์เตอร์, วงจรดีซีชอปเปอร์

1.2.2.4.2 บูล, ซีฟีก คอนเวอร์เตอร์

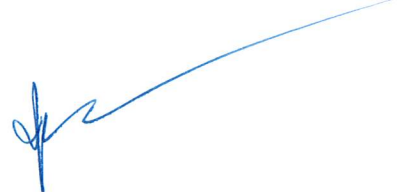
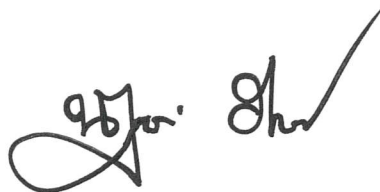
1.2.2.4.3 อินเวอร์เตอร์เฟสเดียว ชนิดรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

1.2.2.4.4 อินเวอร์เตอร์เฟสเดียว ชนิดรูปคลื่นไซน์พีดับเบิลยูเอ็ม

1.2.2.4.5 อินเวอร์เตอร์สามเฟส ชนิดรูปคลื่นหกขั้น

1.2.2.4.6 อินเวอร์เตอร์สามเฟส ชนิดไซน์พีดับเบิลยูเอ็ม

- 1.2.2.4.7 อินเวอร์เตอร์สามเฟส ชนิดไชน์ฟิต์ดับเบิลยูเอ็ม - V/F
- 1.2.2.4.8 อินเวอร์เตอร์สามเฟส ชนิด Space Vector
- 1.2.2.5 สัญญาณขั้วเกตเอสซีอาร์หรือไทรแอก มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - 1.2.2.5.1 ขั้วเกตเอสซีอาร์ ได้ 4 ตัว แบบเฟสเดียว
 - 1.2.2.5.2 ขั้วเกตเอสซีอาร์ ได้ 6 ตัว แบบสามเฟส
 - 1.2.2.5.3 ขั้วเกตเอสซีอาร์ ได้ 8 ตัว แบบเฟสเดียว แบบคอนเวอร์เตอร์คู่
 - 1.2.2.5.4 ขั้วเกตเอสซีอาร์ ได้ 12 ตัว แบบสามเฟส แบบคอนเวอร์เตอร์คู่
 - 1.2.2.5.5 ขั้วเกตไทรแอก ได้ 1 ตัว แบบเฟสเดียว
 - 1.2.2.5.6 ขั้วเกตไทรแอก ได้ 3 ตัว แบบสามเฟส
- 1.2.2.6 การควบคุมสัญญาณขั้วเกตเอสซีอาร์
 - 1.2.2.6.1 สัญญาณเกตแบบเฟสเดียว ปรับแบบพัลส์เดียว และพัลส์ความถี่สูง
 - 1.2.2.6.2 สัญญาณเกตแบบเฟสเดียว ปรับมุมได้ 5 – 175 องศา หรือกว้างกว่า
 - 1.2.2.6.3 สัญญาณเกตแบบสามเฟส ปรับแบบพัลส์เดียว และพัลส์คู่
 - 1.2.2.6.4 สัญญาณเกตแบบสามเฟส ปรับมุมได้ 5 – 115 องศา หรือกว้างกว่า
- 1.2.2.7 ฟังก์ชันการใช้งานสัญญาณขั้วเกตเอสซีอาร์ สำหรับวงจรอย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - 1.2.2.7.1 วงจรเรียงกระแสควบคุมได้เฟสเดียว
 - 1.2.2.7.2 วงจรเรียงกระแสควบคุมได้สามเฟส
 - 1.2.2.7.3 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงแบบสี่ควอดรนต์
 - 1.2.2.7.4 วงจรเรียงกระแสควบคุมได้สามเฟสแบบ 12 พัลส์
 - 1.2.2.7.5 วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว
 - 1.2.2.7.6 วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟส
 - 1.2.2.7.7 ไซโคลคอนเวอร์เตอร์
- 1.2.2.8 การแสดงผล
 - 1.2.2.8.1 จอแอลซีดี ขนาด 4x20 อักขร จำนวนอย่างน้อย 2 จอ หรือดีกว่า
 - 1.2.2.8.2 แสดงผลอย่างน้อยดังต่อไปนี้ ชนิดวงจรหรือคอนเวอร์เตอร์ที่ทดลอง, ความถี่
สวิตซ์,
ความถี่เอาต์พุต, ค่าดีวดีไซเคิลขั้วเกตไอจีบีที, มุมจุดชนวนเกตเอสซีอาร์,
ความเร็วรอบ
มอเตอร์, ค่า K_p , K_i , K_d
- 1.2.2.9 การเชื่อมต่อภายนอก
 - 1.2.2.9.1 การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ : USB port สำหรับแสดงสัญญาณ set value
(setpoint)



Process value (motor speed), manipulate value

1.2.2.9.2 ขั้วรับเซนเซอร์วัดความเร็วรอบมอเตอร์

1.2.2.9.3 ขั้วรับสัญญาณแรงดัน Synchronize

1.2.2.10 การควบคุมแบบพีไอดี

1.2.2.10.1 ปรับค่า Kp (proportional) : 1 - 1000 หรือกว้างกว่า

1.2.2.10.2 ปรับค่า Ki (integral) : 1 - 1000 หรือกว้างกว่า

1.2.2.10.3 ปรับค่า Kd (derivative) : 1 - 1000 หรือกว้างกว่า

1.2.2.10.4 ฟังก์ชันควบคุม : PID control , open loop control (manual)

1.2.2.11 อุปกรณ์เครื่องมือวัด ประกอบด้วย

1.2.2.11.1 ดิจิทัลมัลติมิเตอร์ (Digital multimeter) จำนวน 1 ตัว

- เป็นเครื่องวัดไฟฟ้าชนิดดิจิทัลแบบพกพา
- มีหน้าจอ LCD พร้อมแสดงผลไม่น้อยกว่า 6,000 counts
- แรงดัน DC: สูงสุดไม่ต่ำกว่า 600V
- แรงดัน AC: สูงสุดไม่ต่ำกว่า 600V
- กระแส DC/AC: สูงสุดไม่ต่ำกว่า 10A
- ความต้านทาน: ไม่ต่ำกว่า 60 M Ω
- ความจุ: สูงสุดไม่ต่ำกว่า 10 mF
- ความถี่: สูงสุดไม่ต่ำกว่า 10 MHz

1.2.2.11.2 เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) จำนวน 1 ตัว

- ย่านวัด 10 ถึง 99,999 RPM หรือดีกว่า
- ความแม่นยำ $\pm(0.04\%)$ หรือดีกว่า
- ระยะวัด 50-200 มม. หรือดีกว่า
- หน้าจอ LCD มี Backlight หรือดีกว่า
- บันทึกค่า Max, Min ได้

1.2.2.11.3 โพรบวัดรูปคลื่นกระแส (AC-DC Current clamp probe) จำนวน 1 ตัว

- เป็น Clamp วัดกระแสไฟฟ้าที่สามารถต่อเข้ากับ Oscilloscope ผ่านทาง

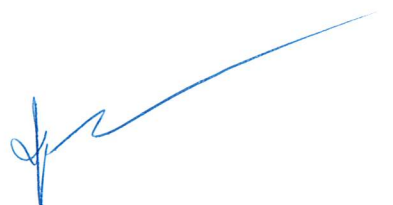
BNC

Connector เพื่อวัด Current Waveforms

- สามารถวัดกระแสได้ทั้ง AC และ DC ที่ Bandwidth สูงสุดไม่น้อยกว่า

20kHz

- อัตราส่วนการวัด 1mV/10mA และ 1mV/100mA หรือดีกว่า



- สามารถวัดกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 20mA ถึง 65A หรือดีกว่า

1.2.3 เครื่องแปลงผัน เอช-ดีซี และ เอช-เอช

1.2.3.1 เครื่องแปลงผันเอช-ดีซี และ เอช-เอช ใช้ระบบไฟฟ้าเฟสเดียวและสามเฟส สามารถทดลอง

วงจรเรียงกระแสด้วยไดโอด วงจรเรียงกระแสควบคุมได้ วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

1.2.3.2 แหล่งจ่ายแรงดันสามเฟส แรงดันไม่ต่ำกว่า 19 โวลต์ กระแสไม่ต่ำกว่า 4 แอมแปร์

1.2.3.3 แหล่งจ่ายแรงดันสามเฟส แรงดันไม่ต่ำกว่า 9 โวลต์ กระแสไม่ต่ำกว่า 4 แอมแปร์

1.2.3.4 เอสซีอาร์ : พิกัดไม่ต่ำกว่า 400 โวลต์ ไม่ต่ำกว่า 12 แอมป์ จำนวน 6 ตัว

1.2.3.5 ไทแรค : พิกัดไม่ต่ำกว่า 400 โวลต์ ไม่ต่ำกว่า 12 แอมป์ จำนวน 3 ตัว

1.2.3.6 ไดโอด : พิกัดไม่ต่ำกว่า 400 โวลต์ ไม่ต่ำกว่า 5 แอมป์ จำนวน 7 ตัว

1.2.3.7 โหลดตัวต้านทาน : พิกัดไม่ต่ำกว่า 18 โอห์ม 100 วัตต์ จำนวน 3 ตัว

1.2.3.8 โหลดตัวเหนี่ยวนำ : พิกัดไม่ต่ำกว่า 15 มิลลิเฮนรี่ 2 แอมแปร์ จำนวน 1 ตัว

1.2.3.9 โหลดตัวเก็บประจุ : พิกัดไม่ต่ำกว่า 160 ไมโครฟารัด 100 โวลต์ จำนวน 1 ตัว

1.2.3.10 โหลดมอเตอร์กระแสตรง : มอเตอร์กระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร

1.2.3.10.1 พิกัดแรงดันไม่ต่ำกว่า 24 โวลต์ดีซี

1.2.3.10.2 ความเร็วรอบไม่ต่ำกว่า 2000 รอบต่อนาที

1.2.3.10.3 มีเซนเซอร์วัดความเร็วรอบ

1.2.3.10.4 มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงจำลองเป็นโหลดของมอเตอร์กระแสตรง

1.2.3.11 ใบงานการทดลอง หัวข้ออย่างน้อยดังต่อไปนี้

1.2.3.11.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียว

1.2.3.11.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นกับหม้อแปลงมีจุดต่อกลางเฟสเดียว

1.2.3.11.3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เฟสเดียว

1.2.3.11.4 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นสามเฟส

1.2.3.11.5 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์สามเฟส

1.2.3.11.6 วงจรเรียงกระแสควบคุมได้แบบครึ่งคลื่นเฟสเดียว

1.2.3.11.7 วงจรเรียงกระแสควบคุมได้แบบเต็มคลื่นกับหม้อแปลงมีจุดต่อกลางเฟสเดียว

1.2.3.11.8 วงจรเรียงกระแสควบคุมได้แบบบริดจ์เฟสเดียว

1.2.3.11.9 วงจรเรียงกระแสควบคุมได้แบบครึ่งคลื่นสามเฟส

1.2.3.11.10 วงจรเรียงกระแสควบคุมได้แบบบริดจ์สามเฟส

1.2.3.11.11 วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวด้วยเอสซีอาร์

1.2.3.11.12 วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวด้วยไทแรค

สตาร์

1.2.3.11.13 วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟสด้วยเอสซีอาร์ โหลดต่อแบบ

เดลต้า

1.2.3.11.14 วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟสด้วยไทรแอก โหลดต่อแบบ

1.2.3.11.15 การขับมอเตอร์กระแสตรงด้วยวงจรเรียงกระแสควบคุมได้เฟสเดียวด้วย
PID control

1.2.3.11.16 การขับมอเตอร์กระแสตรงด้วยวงจรเรียงกระแสควบคุมได้สามเฟสด้วย
PID control

1.2.4 เครื่องแปลงผัน เอซี-เอซี

1.2.4.1 เครื่องแปลงผัน เอซี-เอซี (AC - AC Converter) ใช้ระบบไฟฟ้าสามเฟส สามารถทดลอง
แปลง

ผันเอซี เป็นเอซี ได้ เช่น ไซโคลคอนเวอร์เตอร์ สามารถทดลองแบบคอนเวอร์เตอร์คู่ใน
วงจรเรียง

กระแสควบคุมได้ และการขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงแบบสี่ควอดรันต์

1.2.4.2 แหล่งจ่ายแรงดัน : สามเฟสแบบเดลต้าแรงดันไม่ต่ำกว่า 15 โวลต์ กระแสไม่ต่ำกว่า 2
แอมแปร์

1.2.4.3 แหล่งจ่ายแรงดัน : สามเฟสแบบสตาร์แรงดันไม่ต่ำกว่า 15 โวลต์ กระแสไม่ต่ำกว่า 2
แอมแปร์

1.2.4.4 แหล่งจ่ายแรงดัน : เฟสเดียว แรงดันไม่ต่ำกว่า 18 โวลต์ กระแสไม่ต่ำกว่า 4 แอมแปร์

1.2.4.5 เอสซีอาร์ : พิกัดไม่ต่ำกว่า 400 โวลต์ ไม่ต่ำกว่า 15 แอมแปร์ จำนวน 18 ตัว

1.2.4.6 ไดโอด : พิกัดไม่ต่ำกว่า 400 โวลต์ ไม่ต่ำกว่า 5 แอมแปร์ จำนวน 1 ตัว

1.2.4.7 โหลดตัวต้านทาน : พิกัดไม่ต่ำกว่า 18 โอห์ม 60 วัตต์ จำนวน 2 ตัว

1.2.4.8 โหลดตัวเหนี่ยวนำ : พิกัดไม่ต่ำกว่า 10 มิลลิเฮนรี่ จำนวน 1 ตัว

1.2.4.9 แสดงผลควอดรันต์ : แอลอีดี 4 ตัว หรือดีกว่า แสดงชั่วหรือทิศทาง แรงดัน – กระแส

1.2.4.10 มอเตอร์กระแสตรง : แบบแม่เหล็กถาวร พิกัดแรงดันไม่ต่ำกว่า 24 โวลต์ดีซี ความเร็ว

รอบ

ไม่ต่ำกว่า 2000 รอบต่อนาที, flywheel

1.2.4.11 ใบงานการทดลอง อย่างน้อยดังต่อไปนี้

1.2.4.11.1 ไซโคลคอนเวอร์เตอร์ เฟสเดียว-เฟสเดียว

1.2.4.11.2 ไซโคลคอนเวอร์เตอร์ สามเฟส-เฟสเดียว

- 1.2.4.11.3 วงจรเรียงกระแสควบคุมได้เฟสเดียว
- 1.2.4.11.4 วงจรเรียงกระแสควบคุมได้สามเฟส
- 1.2.4.11.5 วงจรเรียงกระแสควบคุมได้สามเฟสแบบ 12 พัลส์
- 1.2.4.11.6 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงแบบพีไอดี ด้วยวงจรเรียงกระแสควบคุมได้เฟสเดียว
- 1.2.4.11.7 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงแบบพีไอดี ด้วยวงจรเรียงกระแสควบคุมได้สามเฟส
- 1.2.4.11.8 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงแบบสีกวอดรนต์ ด้วยวงจรเรียงกระแสควบคุมได้เฟสเดียว
- 1.2.4.11.9 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงแบบสีกวอดรนต์ ด้วยวงจรเรียงกระแสควบคุมได้สามเฟส

1.2.5 เครื่องแปลงผัน ดีซี-ดีซี

- 1.2.5.1 เครื่องแปลงผัน ดีซี-ดีซี ประกอบด้วยวงจรบัคคอนเวอร์เตอร์ วงจรดีซีชอปเปอร์ และวงจรอินเวอร์เตอร์สามเฟส
- 1.2.5.2 แหล่งจ่าย : พิกัดแรงดันไม่ต่ำกว่า 24 โวลต์ดีซี, ไม่ต่ำกว่า 240 วัตต์ จำนวน 2 ชุด
- 1.2.5.3 ไอจีบีที : พิกัดแรงดันไม่ต่ำกว่า 400 โวลต์ 10 แอมป์ จำนวน 7 ตัว
- 1.2.5.4 มอสเฟต : พิกัดแรงดันไม่ต่ำกว่า 400 โวลต์ 10 แอมป์ จำนวน 1 ตัว
- 1.2.5.5 ไดโอด : พิกัดแรงดันไม่ต่ำกว่า 400 โวลต์ 5 แอมป์ จำนวน 2 ตัว
- 1.2.5.6 ตัวเก็บประจุ : พิกัดไม่ต่ำกว่า 160 ไมโครฟารัด 100 โวลต์ จำนวน 1 ตัว
- 1.2.5.7 โหลดตัวต้านทาน : ขนาดไม่ต่ำกว่า 8 โอห์ม 20 วัตต์ จำนวน 1 ตัว
- 1.2.5.8 โหลดตัวต้านทาน : ขนาดไม่ต่ำกว่า 20 โอห์ม 20 วัตต์ จำนวน 1 ตัว
- 1.2.5.9 โหลดตัวต้านทาน : ขนาดไม่ต่ำกว่า 28 โอห์ม 20 วัตต์ จำนวน 4 ตัว
- 1.2.5.10 โหลดตัวเหนี่ยวนำ : ขนาดไม่ต่ำกว่า 10 มิลลิเฮนรี่ จำนวน 4 ตัว
- 1.2.5.11 โหลดมอเตอร์กระแสตรง : มอเตอร์กระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร
- 1.2.5.11.1 พิกัดแรงดันไม่ต่ำกว่า 24 โวลต์ดีซี
- 1.2.5.11.2 ความเร็วรอบไม่ต่ำกว่า 2000 รอบต่อนาที
- 1.2.5.11.3 มีเซนเซอร์วัดความเร็วรอบ
- 1.2.5.11.4 มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงจำลองเป็นโหลดของมอเตอร์กระแสตรง
- 1.2.5.12 ใบงานการทดลอง อย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 1.2.5.12.1 วงจรตีชีชอปเปอร์
- 1.2.5.12.2 บั๊กคอนเวอร์เตอร์
- 1.2.5.12.3 การขับมอเตอร์กระแสตรงด้วยวงจรชอปเปอร์ด้วย PID control
- 1.2.5.12.4 อินเวอร์เตอร์สามเฟส ชนิดรูปคลื่นหกขั้น
- 1.2.5.12.5 อินเวอร์เตอร์สามเฟส ชนิดไซน์พีดับเบิลยูเอ็ม
- 1.2.5.12.6 อินเวอร์เตอร์สามเฟส ชนิดไซน์พีดับเบิลยูเอ็ม - V/F
- 1.2.5.12.7 อินเวอร์เตอร์สามเฟส ชนิด Space Vector

1.2.6 เครื่องแปลงผัน ดีซี-เอซี

1.2.6.1 เครื่องแปลงผัน ดีซี-เอซี สามารถทดลองวงจร อินเวอร์เตอร์เฟสเดียว และวงจรบัสคอนเวอร์เตอร์,

วงจรซีพิกคอนเวอร์เตอร์

- 1.2.6.2 แหล่งจ่าย : พิกัดแรงดันไม่ต่ำกว่า 12 โวลต์ดีซี, ไม่ต่ำกว่า 240 วัตต์ จำนวน 1 ชุด
- 1.2.6.3 แหล่งจ่าย : พิกัดแรงดันไม่ต่ำกว่า 24 โวลต์ดีซี, ไม่ต่ำกว่า 240 วัตต์ จำนวน 1 ชุด
- 1.2.6.4 ไอจีบีที : พิกัดแรงดันไม่ต่ำ 400 โวลต์ 10 แอมป์ จำนวน 2 ตัว
- 1.2.6.5 มอสเฟต : พิกัดแรงดันไม่ต่ำกว่า 400 โวลต์ 10 แอมป์ จำนวน 4 ตัว
- 1.2.6.6 ไดโอด : พิกัดแรงดันไม่ต่ำ 400 โวลต์ 5 แอมป์ จำนวน 2 ตัว
- 1.2.6.7 ตัวเก็บประจุ : พิกัดไม่ต่ำกว่า 160 ไมโครฟารัด 100 โวลต์ จำนวน 2 ตัว
- 1.2.6.8 โหลดตัวต้านทาน : ขนาดไม่ต่ำกว่า 40 โอห์ม 20 วัตต์ จำนวน 2 ตัว
- 1.2.6.9 โหลดตัวต้านทาน : ขนาดไม่ต่ำกว่า 80 โอห์ม 20 วัตต์ จำนวน 1 ตัว
- 1.2.6.10 โหลดตัวเหนี่ยวนำ : ขนาดไม่ต่ำกว่า 8 มิลลิเฮนรี่ จำนวน 1 ตัว
- 1.2.6.11 ใบงานการทดลอง อย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - 1.2.6.11.1 อินเวอร์เตอร์เฟสเดียว ชนิดรูปคลื่นสี่เหลี่ยม
 - 1.2.6.11.2 อินเวอร์เตอร์เฟสเดียว ชนิดรูปคลื่นไซน์พีดับเบิลยูเอ็ม
 - 1.2.6.11.3 ซีพิกคอนเวอร์เตอร์
 - 1.2.6.11.4 บัสคอนเวอร์เตอร์

1.2.7 เครื่องปรับความเร็วรอบมอเตอร์

- 1.2.7.1 พิกัดกำลังไม่ต่ำกว่า 700 วัตต์ หรือ ไม่ต่ำกว่า 0.9 แรงม้า
- 1.2.7.2 แรงดันอินพุต : ชนิดหนึ่งเฟสความถี่ 50 หรือ 60 เฮิร์ตซ์ แรงดัน 220 โวลต์ หรือกว้างกว่า
- 1.2.7.3 แรงดันเอาต์พุต : ชนิดสามเฟส ไม่ต่ำกว่า 200 โวลต์
- 1.2.7.4 ความถี่เอาต์พุต : 5 – 90 เฮิร์ตซ์ หรือกว้างกว่า
- 1.2.7.5 ความถี่สวิตช์ : 4 – 12 กิโลเฮิร์ตซ์ หรือกว้างกว่า

- 1.2.7.6 ชนิดการควบคุมมอเตอร์ : Flux vector control without sensor, Energy saving, Voltage/frequency ratio หรือเทียบเท่าหรือดีกว่า
- 1.2.7.7 แอนะล็อกอินพุต : potentiometer ย่านแรงดัน 1-9 โวลต์ หรือกว้างกว่า
- 1.2.7.8 ดิจิทัลอินพุต : สวิตช์ 6 ลอจิก หรือมากกว่า
- 1.2.7.9 Close loop Control type : PI Control หรือดีกว่า
- 1.2.7.10 การป้องกัน : Line supply over voltage and under voltage , Over current between output phases
- 1.2.7.11 จอแสดงผล : Remote Graphic Display Terminal 8 line , 240 x 160 pixels หรือเทียบเท่าหรือดีกว่า
- 1.2.7.12 มอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
 - 1.2.7.12.1 พิกัดแรงดันมอเตอร์ 220/380 โวลต์ หรือกว้างกว่า
 - 1.2.7.12.2 พิกัดกำลังมอเตอร์ไม่ต่ำกว่า 600 วัตต์ หรือไม่ต่ำกว่า 0.9 แรงม้า
 - 1.2.7.12.3 พิกัดความถี่ 50 หรือ 60 เฮิร์ตซ์
 - 1.2.7.12.4 จำนวนขั้วแม่เหล็ก 4 ขั้ว
 - 1.2.7.12.5 มีเซ็นเซอร์วัดความเร็วรอบ แบบ Proximity
 - 1.2.7.12.6 แกนเพลลามอเตอร์ มี flywheel
- 1.2.7.13 ใบงานการทดลอง อย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - 1.2.7.13.1 การปรับตั้งค่าเครื่องปรับความถี่
 - 1.2.7.13.2 การขับมอเตอร์กระแสสลับควบคุมชนิด Standard
 - 1.2.7.13.3 การขับมอเตอร์กระแสสลับควบคุมชนิด Energy saving
 - 1.2.7.13.4 การขับมอเตอร์กระแสสลับควบคุมชนิด V/F ratio 2 points
 - 1.2.7.13.5 การขับมอเตอร์กระแสสลับควบคุมชนิด V/F ratio 5 points
 - 1.2.7.13.6 การขับมอเตอร์กระแสสลับด้วย PI control

รายละเอียดที่ 2 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้ระบบสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 2 ชุด

2.1 รายละเอียดทั่วไป

2.1.1 เป็นชุดทดลองสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าประกอบด้วยการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบและมาตรฐานการชาร์จ

รถยนต์ไฟฟ้า การทดลองเครื่องชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า การทดสอบจำลองชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า

2.1.2 ชุดทดลองสามารถวางบนโต๊ะปฏิบัติการได้

2.1.3 รองรับการใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 220/380 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์

2.1.4 มีใบงานการทดลองสำหรับนักศึกษาและคู่มือผู้สอน

2.2 รายละเอียดทางเทคนิค



2.2.1 มีชุดควบคุมการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Charge Controller) จำนวน 1 ชุด

2.2.1.1 รองรับระบบไฟฟ้าอินพุต สามเฟส 220/380 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ หรือเทียบเท่า

2.2.1.2 มี Circuit Breaker, Residual-Current Device (RCD) , Pilot Lamp และ
Emergency switch

2.2.1.3 มีฟิวส์กำลังไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 10 กิโลวัตต์

2.2.1.4 รองรับการใช้งานร่วมกับหัวชาร์จ ชนิด IEC 62196-2 type 2

2.2.1.5 มีฟิวส์กระแสที่สามารถปรับค่าได้ 8 , 10 , 13 , 16 แอมแปร์ หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

2.2.1.6 การระบบป้องกันแรงดันสูงเกิน, แรงดันต่ำเกิน, กระแสสูงเกิน, อุณหภูมิสูงเกิน, RCD

2.2.1.7 มีฟังก์ชันการใช้งาน RFID

2.2.1.8 มีฟังก์ชันการเชื่อมต่อ WiFi และ mobile application

2.2.1.9 มีหน้าจอแสดงผลแอลซีดี (LCD) หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า ซึ่งสามารถแสดงค่า
แรงดันไฟฟ้า,

กระแสไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า, พลังงานไฟฟ้า, อุณหภูมิได้

2.2.2 ชุดทดสอบจำลองการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Simulator) จำนวน 1 ชุด

2.2.2.1 รองรับระบบไฟฟ้าอินพุตสามเฟส 220/380 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ หรือเทียบเท่า

2.2.2.2 มีฟังก์ชัน PP state simulation, Proximity Pilot, CP state simulation

2.2.2.3 มีขั้ววัดไฟฟ้า L1 , L2 , L3 , N (ขั้วขนาด 4 มิลลิเมตร) หรือดีกว่า

2.2.2.4 มีขั้ววัดสัญญาณ CP , PP , PE (ขั้วขนาด 2 มิลลิเมตร) หรือดีกว่า

2.2.2.5 มีไฟแสดงเฟสเป็นแบบไฟหลอดแอลบีทั้ง 3 เฟส

2.2.2.6 มีโหลดจำลองตัวต้านทาน ฟิวส์ไม่ต่ำกว่า 1,000 วัตต์ จำนวนอย่างน้อย 3 ตัว

2.2.2.7 ชุดควบคุมการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าและชุดทดสอบจำลองการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า ติดตั้งอยู่บน

แผง

(Panel) เดียวกัน

2.2.3 มีเครื่องมือวัดและทดสอบสำหรับใช้งานร่วมกับชุดทดลองสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า

2.2.3.1 เครื่องทดสอบเครื่องชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ตัว

2.2.3.1.1 มี PE test หรือ pre-test Earth fault หรือ error

2.2.3.1.2 มีฟังก์ชัน PP simulation 13 A, 20 A, 32 A, 63 A หรือมากกว่า

2.2.3.1.3 มีฟังก์ชัน CP simulation A, B, C, D หรือมากกว่า

2.2.3.1.4 มีฟังก์ชัน Outputs Measuring terminal L1, L2, L3, N, PE (240/400 VAC,
10A หรือสูงกว่า)



2.2.3.1.5 CP signal output ประมาณ 12V หรือ $\pm 12V$ หรือ PWM หรือเทียบเท่า

2.2.3.1.6 รองรับ Charging cable connector Type 2 AC charging mode 3, IEC62196

2

หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

2.2.3.1.7 มี Measurement category CAT II , 250 V หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

2.2.3.1.8 มีมาตรฐานการปกป้อง (IP Rating) ไม่น้อยกว่า IP44 หรือเทียบเท่า หรือ

ดีกว่า

2.2.3.2 ดิจิทัลมัลติมิเตอร์ จำนวน 1 ตัว

2.2.3.2.1 วัดแรงดันไฟฟ้า กระแสสลับไม่ต่ำกว่า 600 โวลต์

2.2.3.2.2 วัดกระแสไฟฟ้า กระแสสลับไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์

2.2.3.2.3 วัดแรงดันไฟฟ้า กระแสตรงไม่ต่ำกว่า 600 โวลต์

2.2.3.2.4 วัดกระแสไฟฟ้า กระแสตรงไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์

2.2.3.2.5 วัดค่าตัวเก็บประจุ ไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิฟารัด

2.2.3.2.6 วัดค่าตัวต้านทาน ไม่ต่ำกว่า 10 เมกกะโอห์ม

2.2.3.2.7 วัดค่าความถี่ ไม่ต่ำกว่า 1 เมกกะเฮิรตซ์

2.2.3.2.8 วัดค่าความถี่ไซเคิล 1 – 98 % หรือกว้างกว่า

2.2.3.3 แคลมป์วัดกระแสไฟฟ้า จำนวน 1 ตัว

2.2.3.3.1 วัดกระแสไฟฟ้า กระแสสลับไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์

2.2.3.3.2 วัดกระแสไฟฟ้า กระแสตรงไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์

2.2.3.3.3 วัดแรงดันไฟฟ้า กระแสสลับไม่ต่ำกว่า 600 โวลต์

2.2.3.3.4 วัดแรงดันไฟฟ้า กระแสตรงไม่ต่ำกว่า 600 โวลต์

2.2.3.3.5 วัดค่าตัวต้านทาน ไม่ต่ำกว่า 10 เมกกะโอห์ม

2.2.3.3.6 วัดค่าตัวเก็บประจุ ไม่ต่ำกว่า 10 มิลลิฟารัด

2.2.3.4 ออสซิลโลสโคป จำนวน 1 ตัว

2.2.3.4.1 เป็นออสซิลโลสโคปแบบมือถือ ใช้งานร่วมกับแบตเตอรี่

2.2.3.4.2 มีแบนด์วิธไม่ต่ำกว่า 20 เมกกะเฮิรตซ์ หรือดีกว่า

2.2.3.4.3 มีช่องวัดสัญญาณอินพุต จำนวน 2 ช่อง หรือดีกว่า

2.2.3.4.4 มีฟังก์ชันมัลติมิเตอร์ หรือมากกว่า

2.2.3.5 เครื่องวัดฉนวน จำนวน 1 ตัว

2.2.3.5.1 มีพิกัดแรงดันทดสอบไม่ต่ำกว่า 200, 400, 800, 2,000 โวลต์

2.2.3.5.2 สามารถวัดค่าฉนวนได้ไม่ต่ำกว่า 5 กิกะโอห์ม หรือดีกว่า

2.2.3.5.3 มีจอแสดงผล จอแอลซีดี หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

2.2.3.6 อุปกรณ์วัดลำดับเฟส จำนวน 1 ตัว

2.2.3.6.1 มีพิกัดแรงดัน 100 – 500 โวลต์ หรือกว้างกว่า

2.2.3.6.2 แสดงผลการวัดผ่านจอ LED หรือดีกว่า

2.2.3.6.3 มีพิกัดความถี่ 40 – 60 เฮิร์ตซ์ หรือกว้างกว่า

2.3.4 มีใบงานการทดลองนักศึกษา และคู่มือผู้สอน จำนวน 1 ชุดมีหัวข้อการเรียนรู้ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.3.4.1 มาตรฐานเครื่องชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า

2.3.4.2 การทดสอบเครื่องชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า

2.3.4.2.1 PP state simulation (open, 13 , 20 , 32 , 63A) : Proximity Pilot

2.3.4.2.2 CP state simulation (A, B, C, E) : Control Pilot

2.3.4.2.3 การจำลองชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า

2.3.4.2.4 การทดสอบความผิดพลาดต่าง ๆ

2.3.4.3 การใช้งานเครื่องชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า

2.3.4.3.1 การติดตั้งเครื่องชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า

2.3.4.3.2 การใช้งาน RFID

2.3.4.3.3 การปรับค่ากระแสชาร์จ

2.3.4.3.3 การตั้งเวลาชาร์จ

2.3.4.3.4 การใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือ

รายละเอียดที่ 3 ชุดปฏิบัติการเรียนรู้พื้นฐานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 10 ชุด

3.1 รายละเอียดทั่วไป

3.1.1 เป็นปฏิบัติการทดลองที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนพื้นฐานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

3.1.2 มีเอกสารประกอบการเรียนรู้ จำนวน 2 หลักสูตร โดยแต่ละหลักสูตรประกอบไปด้วยใบงาน หรือกิจกรรมการเรียนรู้

3.1.3 มีศูนย์การเรียนรู้ออนไลน์โดยสามารถคู่มือหรือใบงานสำหรับการทดลองร่วมกับชุดฝึกปฏิบัติการได้ โดยผู้ขายจะต้องแนบเอกสารแสดงแหล่งที่มาของศูนย์การเรียนรู้ออนไลน์เพื่อประกอบการพิจารณาด้วย

3.2 รายละเอียดทางเทคนิค

3.2.1 มีฐานสำหรับต่อวงจร (baseboard) ติดตั้งเสาโลหะสำหรับรองรับการต่อวงจร ขนาด 7 x 5 (35 เสา) จำนวน 1 แผ่น

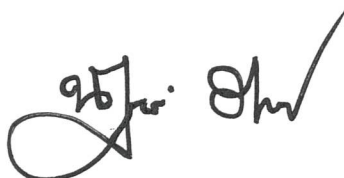
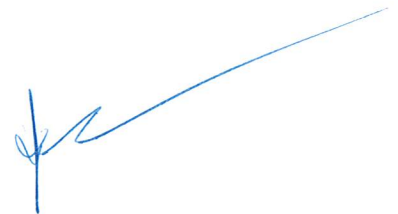
3.2.2 มีไมดูลวดนิโครมขนาดไม่น้อยกว่า 0.075 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 3 ไมดูล

- 3.2.3 มีโมดูลตัวเก็บประจุ ขนาด 1 ไมโครฟารัด จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.4 มีโมดูลตัวเก็บประจุ ขนาด 1,000 ไมโครฟารัด จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.5 มีโมดูลตัวเก็บประจุ ขนาด 2,200 ไมโครฟารัด จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.6 มีโมดูลตัวเก็บประจุ ขนาด 22,000 ไมโครฟารัด จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.7. มีโมดูลตัวต้านทาน ขนาด 10 โอห์ม จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.8 มีโมดูลตัวต้านทาน ขนาด 47 โอห์ม จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.9 มีโมดูลตัวต้านทาน ขนาด 68 โอห์ม จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.10 มีโมดูลตัวต้านทาน ขนาด 100 โอห์ม จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.11 มีโมดูลตัวต้านทาน ขนาด 270 โอห์ม จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.12 มีโมดูลตัวต้านทาน ขนาด 1 กิโลโอห์ม จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.13 มีโมดูลตัวต้านทาน ขนาด 2.2 กิโลโอห์ม จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.14 มีโมดูลตัวต้านทาน ขนาด 5.6 กิโลโอห์ม จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.15 มีโมดูลตัวต้านทาน ขนาด 10 กิโลโอห์ม จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.16 มีโมดูลตัวต้านทาน ขนาด 22 กิโลโอห์ม จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.17 มีแหล่งจ่ายไฟแบบปรับค่าได้ จำนวน 1 ชิ้น
- 3.2.18 มีโมดูลเทอร์มิสเตอร์ ขนาด 4.7 กิโลโอห์ม จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.19 มีโมดูลสวิตช์ เปิด-ปิด จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.20 มีโมดูลไดโอดเปล่งแสง สีแดง จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.21 มีโมดูลโฟโตทรานซิสเตอร์ จำนวน 1 โมดูล
- 3.2.22 มีโมดูลรางถ่านขนาด AA จำนวน 3 โมดูล
- 3.2.23 มีกล่องสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์พร้อมฝาปิด จำนวน 1 ชุด
- 3.2.24 มีโมดูลหลอดไฟขนาดเล็ก จำนวน 3 โมดูล
- 3.2.25 มีขดลวดเหนี่ยวนำ 400 turn จำนวน 1 ชิ้น

รายละเอียดที่ 4 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 10 ชุด

รายละเอียดทางเทคนิค

- 4.1.1 เป็นแหล่งจ่ายไฟแบบ DC ที่มีหน้าจอบแสดงผลแบบ 4 digit LED
- 4.1.2 มีกำลังไฟฟ้าขาออกขนาดไม่น้อยกว่า 150 วัตต์
- 4.1.3 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 30 โวลต์
- 4.1.4 สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดไม่ต่ำกว่า 5 แอมแปร์
- 4.1.5 Load Regulation Voltage <0.01% +5V หรือดีกว่า
- 4.1.6 Load Regulation Current <0.1% +10mA หรือดีกว่า
- 4.1.7 Line Regulation Voltage <0.01% +3V หรือดีกว่า

- 4.1.8 Line Regulation Current $<0.1\% + 3\text{mA}$ หรือดีกว่า
- 4.1.9 Ripple noise Voltage $\leq 2\text{mVrms}$ หรือดีกว่า
- 4.1.10 Ripple noise Current $\leq 3\text{mA}_{\text{rms}}$ หรือดีกว่า
- 4.1.11 Display 4-digit voltage & current display หรือดีกว่า
- 4.1.12 Power voltage AC 220V หรือดีกว่า
- 4.1.13 Frequency 50Hz/60Hz หรือดีกว่า
- 4.1.14 หน้าจอ FT LCD ขนาดไม่ต่ำกว่า 4.3 นิ้ว
- 4.1.15 ผู้เสนอราคาจะต้องมีเอกสารยืนยันการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ โดยให้ยื่นเอกสารขณะเข้าเสนอราคา

รายละเอียดที่ 5 เครื่องกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าความถี่ 20MHz จำนวน 10 ชุด

5.1 รายละเอียดทางเทคนิค

5.1.1 เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นทางไฟฟ้าแบบ 2 ช่องสัญญาณ สามารถผลิตสัญญาณความถี่ได้สูงสุด

ไม่ต่ำกว่า 20MHz

5.1.2 มีอัตราสุ่มสัญญาณสูงสุดไม่ต่ำกว่า 200 MSa/s หน้าจอแนวตั้งขนาด 16 bit (Vertical resolution)

5.1.3 มีการมอดูเลตสัญญาณที่หลากหลาย เช่น AM, FM, PM, ASK, FSK, PSK และ PWM

5.1.4 หน้าจอขนาดไม่ต่ำกว่า 4 นิ้ว TFT LCD, WVGA ความละเอียด 480 x 272

5.1.5 รองรับการสร้างสัญญาณ Sine, Square, Ramp, Pulse, Noise, DC, Arb, AM, FM, PM, ASK, FSK,

PSK, PWM, frequency sweep, burst หรือดีกว่า

5.1.6. มีโหมดการทำงานไม่น้อยกว่าดังนี้ ประกอบด้วย Output gating, continuous, modulation, frequency sweep

5.1.7 Frequency Characteristics

5.1.7.1 Sine 1 μ Hz – 20MHz

5.1.7.2 Square / Pulse 1 μ Hz – 10MHz

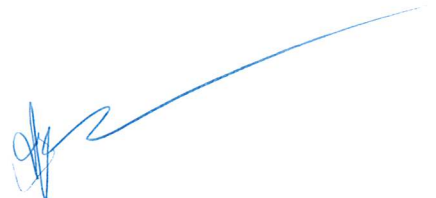
5.1.7.3 Ramp 1 μ Hz – 400kHz

5.1.8 Gauss noise 40MHz

5.1.9 Resolution 1 μ Hz

5.1.10 Initial accuracy $<30\text{ppm}$

5.1.11 Temperature stability $\pm 2\text{ppm}$



5.2.12 Aging rate $\pm 50\text{ppm}$

5.2.13. ผู้เสนอราคาจะต้องมีเอกสารยืนยันการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ โดยให้ยื่นเอกสารขณะเข้าเสนอราคา

รายละเอียดที่ 6 ดิจิตอลออสซิลโลสโคปขนาด 70MHz 2 ช่องสัญญาณ จำนวน 10 ชุด

6.1 รายละเอียดทางเทคนิค

6.1.1 เป็นเครื่องมือวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบ ดิจิตอลออสซิลโลสโคป ที่มีช่วงความถี่การทำงานตั้งแต่ DC

ถึง 70 MHz

6.1.2 สามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 2 ช่องสัญญาณเป็นอย่างน้อย

6.1.3 อัตราการสุ่มข้อมูลสูงสุด (SAMPLING RATE) 500MSa/s

6.1.4 จอภาพสามารถแสดงรายละเอียดได้อย่างชัดเจน เป็น LCD ขนาด 7 นิ้ว ความละเอียด 800 x 480

pixel หรือดีกว่า

6.1.5 สามารถวัดสัญญาณความถี่ได้ไม่น้อยกว่า 30 รูปแบบ

6.1.6 ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V, 50 Hz

6.1.7 Vertical system

6.1.7.1 Coupling AC, DC, GND

6.1.7.2 Max input voltage 400V Max

6.1.7.3 Vertical resolution 8 bit

6.1.7.4 V/div 1mV/div – 20V/div

6.1.8 Horizontal system

6.1.8.1 Time base scale 2ns/div to 50 s/div

6.1.8.2 Input Impedance $1\text{M}\Omega$

6.1.8.3 Sampling rate $\pm 50\text{ppm}$

6.1.9 Trigger

6.1.9.1 Trigger sensitivity $\leq 1\text{div}$

6.1.9.2 Trigger mode Auto, Normal, Single

6.1.9.3 Holdoff Range 80ns – 1.5s

6.1.9.4 Edge Trigger

6.1.9.5 Slope Rise, Fall

6.1.10 Math

6.1.10.1 Math operation + , - , x , ÷



6.1.10.2 Vertical Scale Vrms ,dBVrms

6.1.11. ผู้เสนอราคาจะต้องมีเอกสารยืนยันการแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ โดยให้ยื่นเอกสารขณะเข้าเสนอราคา

รายละเอียดที่ 7 ดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบพกพา จำนวน 10 ชุด

7.1 รายละเอียดทางเทคนิค

- 7.1.1 เป็นดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบ True RMS ขนาด Display Count ไม่น้อยกว่า 20,000 Count
- 7.1.2 มีหน้าจอแสดงผลตัวเลข และ Analog bar graph พร้อมไฟ backlight หรือดีกว่า
- 7.1.3 มีปุ่ม Hold
- 7.1.4 มีปุ่มสำหรับดูค่า Peak Max Min
- 7.1.5 รองรับการเชื่อมต่อ USB
- 7.1.6 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้สูงสุด 1,000 โวลต์
- 7.1.7 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้สูงสุด 1,000 โวลต์
- 7.1.8 สามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงได้สูงสุด 20 แอมป์
- 7.1.9 สามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับได้สูงสุด 20 แอมป์
- 7.1.10 สามารถวัดค่าความต้านทานได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 200 เมกะโอห์ม
- 7.1.11 สามารถวัดค่าตัวเก็บประจุได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 200 มิลลิฟารัด
- 7.1.12 สามารถวัดความถี่ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 200 เมกะเฮิรตซ์
- 7.1.13 สามารถวัดค่าดีวีดีไซเคิลได้ 0.1% ~ 99.9% หรือดีกว่า
- 7.1.14 รองรับการวัดไดโอด และความต่อเนื่องทางไฟฟ้า

รายละเอียดที่ 8 ชุดประมวลผลและวิเคราะห์ด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังขั้นสูง จำนวน 10 ชุด

8.1 รายละเอียดทางเทคนิค

8.1.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 14 แกนหลัก (14 core) และ 18 แกนเสมือน (18 Thread)

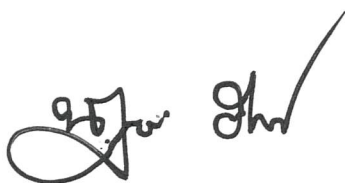
และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo

Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.5 GHz จำนวน 1 หน่วย

8.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน

ขนาดไม่น้อยกว่า 18 MB

8.1.3 ระบบ Bios ของเครื่องคอมพิวเตอร์ต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ที่เสนอ ต้องสามารถ



แสดงหมายเลขเครื่อง (Serial Number) ที่ตรงกับหมายเลขที่ติดมากับตัวเครื่องได้

8.1.4 มีหน่วยความจำหลักแบบ (RAM) ชนิด DDR5 หรือดีกว่าที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB และตัวเครื่อง

สามารถเพิ่มขยายหน่วยความจำได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 64 GB

8.1.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล/อ่านข้อมูล (Hard Disk Drive) ชนิด Solid State Drive มีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 512 GB จำนวน 1 หน่วย

8.1.6 มีส่วนควบคุมการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย (Network Controller) เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บน Mainboard (Built-in on Board) ซึ่งสนับสนุนความเร็ว 10/100/1000 Mbps โดยมี Interface เป็นแบบ RJ-45 หรือแบบเชื่อมต่อภายนอก (External)

8.1.7 มี Hardware หรือ Firmware ทำหน้าที่เข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลโดยเฉพาะตามมาตรฐาน TPM 2.0

หรือดีกว่า เพื่อใช้ในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

8.1.8 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB A (USB 5Gbps) หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

8.1.9 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB C (USB 10Gbps) หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

8.1.10 มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 16 นิ้ว มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า 1,920 x 1,200 pixels จำนวน 1 หน่วย

8.1.11 มีกล้องเว็บแคม ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,280 x 720 Pixel (HD 720p)

8.1.12 มีเมาส์ จำนวน 1 ชุด

8.1.13 มีคีย์บอร์ดภาษาไทยพร้อมปุ่ม Numpad ติดตั้งมาอยู่บนแผงเดียวกัน

8.1.14 มีซอฟต์แวร์ที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกับตัวเครื่อง หรือระบบเพื่อวินิจฉัยการทำงานของฮาร์ดแวร์

(Hardware Diagnostics) ซึ่งสร้างขึ้นโดยใช้อินเตอร์เฟซเฟิร์มแวร์ Unified Extensible (UEFI) สามารถตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ (Component test) ได้ไม่ต่ำกว่า 10 รายการ เช่น Processors, Memory, Hard Drive, System Board, Optical Drive, Video Component และ I/O Devices เป็นต้น โดยซอฟต์แวร์ดังกล่าวสามารถ Download ได้จากเว็บไซต์ของบริษัท

เจ้าของผลิตภัณฑ์คอมพิวเตอร์ที่เสนอ

8.1.15 มีซอฟต์แวร์ที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกับตัวเครื่องที่เสนอ ที่สามารถแสดงรายละเอียดของ Hardware ต่าง ๆ ภายในตัวเครื่อง (System Information) ได้ และสามารถบอกรายละเอียดเวอร์ชันของ Software และ Drivers ที่ติดตั้งภายในตัวเครื่องได้ และสามารถทำเป็นรายงาน (Report) ออกมาในรูปแบบ HTML ได้ โดยซอฟต์แวร์ดังกล่าวสามารถ Download ได้จากเว็บไซต์



ของบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์คอมพิวเตอร์ที่เสนอ

8.1.16 บริษัทผู้ผลิตได้รับการรับรองมาตรฐานระบบคุณภาพ ISO 9001-2015 และ ISO 14001-2015 Series

8.1.15 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองจากผู้ผลิต หรือเจ้าของผลิตภัณฑ์ ว่าเป็นตัวแทนจำหน่าย โดยตรง

ณ วันที่เสนอราคา

รายละเอียดที่ 9 โต้ะปฏิบัติการและเก้าอี้สำหรับผู้เรียน จำนวน 10 ชุด

9.1 รายละเอียดทางเทคนิค

9.1.1 โต๊ะมีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตร ลึกไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร สูงไม่น้อยกว่า 750 มิลลิเมตร

9.1.2 หน้าที่อปโต๊ะผลิตจากไม้ปาร์ติเกิลบอร์ดเคลือบผิวด้วยเมลามีน หนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

9.1.3 โครงขาโต๊ะผลิตจากโลหะ

9.1.4 มีแผ่นบังตา ผลิตจากไม้ปาร์ติเกิลเคลือบผิวด้วยเมลามีน ยึดติดกับใต้แผ่นที่อป

9.1.5 มีปุ่มหมุนสำหรับปรับระดับที่ปลายขาโต๊ะ

9.1.6 มีลิ้นชักติดตั้งมากับตัวโต๊ะ จำนวน 3 ชั้น หรือดีกว่า

9.1.7 มีเก้าอี้สำหรับผู้เรียน

9.1.7.1 ขนาดไม่น้อยกว่า 60 x 55 x 90 เซนติเมตร (กว้างxลึกxสูง)

9.1.7.2 มีที่เท้าแขนและพนักพิง สามารถปรับระดับสูงต่ำได้

9.1.7.3 โครงขาเก้าอี้ผลิตจากโลหะ

เงื่อนไขอื่น ๆ

ผู้เสนอราคาจะต้องทำตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของครุภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบระหว่างคุณสมบัติของครุภัณฑ์ที่มหาวิทยาลัยกำหนดเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของครุภัณฑ์ที่ผู้เสนอราคานำเสนอ พร้อมทั้งแนบแคตตาล็อกประกอบครุภัณฑ์ทุกรายการ โดยทำการเขียนหมายเลขข้อและใช้ปากกาไฮไลต์ข้อความ ระบุหน้าให้ตรงกับคุณสมบัติที่ผู้เสนอราคานำเสนอ หากครุภัณฑ์รายการใดไม่มีข้อความหรือรายละเอียดตรงตาม ที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดอยู่ภายในแคตตาล็อกที่นำเสนอ ให้ผู้เสนอราคานำใบรับรองคุณสมบัติของครุภัณฑ์ ที่นำเสนอจากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือบริษัทสาขาของผู้ผลิตในประเทศไทย โดยแนบเอกสารใบรับรองคุณสมบัติของครุภัณฑ์ที่นำเสนอ ยืนยันมาในวันยื่นข้อเสนอในระบบอิเล็กทรอนิกส์

5. กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุ

ภายใน 150 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย

6. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

6.1 ขั้นตอนที่ 1 คณะกรรมการฯ จะพิจารณาเอกสารที่ยื่นข้อเสนอได้เสนอมาโดยพิจารณาคุณสมบัติ ความถูกต้องครบถ้วนตามเงื่อนไข

6.2 ขั้นตอนที่ 2 คณะกรรมการฯ จะพิจารณาโดยใช้เกณฑ์ราคา พิจารณาจากราคารวม

7. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร

วงเงิน 8,456,500 บาท (แปดล้านสี่แสนห้าหมื่นหกพันห้าร้อยบาทถ้วน)

8. กำหนดการจ่ายเงิน

กำหนดจ่ายเงินเพียง 1 งวด เบิกจ่ายเมื่อผู้ขายดำเนินงานทั้งหมดเสร็จสิ้นเป็นไปตามสัญญา และคณะกรรมการ ตรวจรับพัสดุลงนามตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

9. อัตราค่าปรับ

ร้อยละ 0.20

10. กำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง

ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

