

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Terms of Reference : TOR)
ชุดปฏิบัติการเรียนรู้ขั้นสูงการกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้พลังงานธรรมชาติแบบสมาร์ทกริด
แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ชุด

1. ความเป็นมา

ระบบสมาร์ทกริด (Smart Grid) คือ ระบบโครงข่ายไฟฟ้าที่ได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนในการควบคุม เป็นระบบไฟฟ้าที่มีความอัจฉริยะในการผลิต ส่งออก จ่ายพลังงานไฟฟ้า ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรน้อยลงแต่กลับมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย ยั่งยืน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Doing more with Less)

ด้วยความอัจฉริยะของ Smart Grid จะเปลี่ยนรูปแบบโครงข่ายไฟฟ้าไปอย่างสิ้นเชิง เพราะเป็นการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาประยุกต์ใช้เข้าด้วยกัน ทำให้มีระบบบริหารการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ทันสมัยรองรับทุกความต้องการทั้งภาคครัวเรือน หรือภาคอุตสาหกรรม มีไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนแก้ปัญหาไฟดับได้เร็วขึ้น พร้อมเป็นพื้นฐานในการทำให้เมืองก้าวเข้าสู่ smart city หรือเมืองอัจฉริยะในอนาคต จึงทำให้ประโยชน์ของ Smart Grid นั้นครอบคลุมหลายด้าน จึงเป็นทักษะที่วิศวกรที่กำลังจะออกสู่สถานประกอบการ และภาคอุตสาหกรรมควรมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องนี้ ซึ่งได้แก่

1. ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม :

- ระบบโครงข่ายไฟฟ้า Smart Grid รองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาเมื่อแหล่งพลังงานกำลังจะหมดไป โดยพลังงานหมุนเวียนจะถูกนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนได้อย่างยั่งยืน
- Smart Grid สนับสนุนการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า เพราะมีระบบการตรวจวัดหรือเซนเซอร์ตรวจจับพฤติกรรมการใช้พลังงาน ทำให้ระบบสามารถจัดการการจ่ายไฟฟ้าในปริมาณที่เหมาะสม
- ทำให้เกิดความปลอดภัยขึ้นในชุมชนที่ไฟฟ้าสามารถเข้าถึงได้อย่างครอบคลุมทุกครัวเรือน โดยโครงข่ายที่ส่งและรับไฟฟ้าได้ จะช่วยให้ผู้คนใช้ไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัยและเข้าถึงไฟฟ้าได้ตลอดเวลาแม้ว่าจะอยู่ในพื้นที่ห่างไกล
- ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมไปพร้อมกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน การใช้พลังงานหมุนเวียนจะช่วยให้รักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน นอกจากนี้เทคโนโลยีที่จะใช้ในระบบ Smart Grid จะช่วยทำให้ใช้ไฟฟ้าได้ประหยัดขึ้น



- ช่วยพัฒนาสังคม สนับสนุนการนำเทคโนโลยีไปใช้ในสถานที่ต่างๆ เช่น Smart School หรือ Smart Living ที่จำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อน

2. ด้านระบบไฟฟ้า

- ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน การบริการระบบไฟฟ้า สามารถมองเห็นปัญหาและแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว ด้วยการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยกันอย่างผสมผสาน
- Smart Grid รองรับระบบแบบกระจายศูนย์ โดยไม่ต้องพึ่งพาการจ่ายไฟฟ้าจากส่วนกลางเพียงอย่างเดียว ทำให้มีความสะดวกรวดเร็วในการแก้ปัญหามากขึ้น
- มีระบบที่บริหารจัดการพลังงานทั้งการผลิต การส่งออก การใช้พลังงานที่เหมาะสม ด้วยเทคโนโลยีเซนเซอร์ตรวจวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าร่วมกับเทคโนโลยีอื่นๆ ทำให้จัดการการจ่ายไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น
- หากเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับ ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถกลับมาใช้พลังงานได้ใหม่ภายในเวลาอันรวดเร็ว ไม่ต้องพึ่งพาไฟฟ้าจากส่วนกลาง เมื่อเกิดไฟฟ้าดับก็สามารถนำไฟฟ้าสำรองในบริเวณใกล้เคียงมาทดแทนได้
- มีระบบที่ช่วยกักเก็บพลังงาน ทำให้ระบบโครงข่ายไฟฟ้ามีเสถียรภาพ ระบบ smart grid จะทำให้มีการไหลของกระแสไฟฟ้ามากกว่า 1 ทิศทาง เมื่อผลิตไฟฟ้าได้เกินความจำเป็นก็จะสามารถกักเก็บไว้ใช้ยามฉุกเฉินได้

3. ด้านเศรษฐกิจ

- ช่วยลดการสูญเสียค่าใช้จ่าย ความเสียหายทางเศรษฐกิจเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับ เมื่อมีไฟฟ้าที่กักเก็บไว้ สามารถนำออกมาใช้ได้ในยามเกิดเหตุไฟฟ้าดับ โดยไม่ต้องรอการแก้ไขจากส่วนกลาง
- ช่วยให้การทำงานของภาคอุตสาหกรรมเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น การใช้เทคโนโลยีคำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้า จะช่วยให้ระบบการจ่ายไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น ภาคอุตสาหกรรมที่ใช้ไฟฟ้าปริมาณมากก็จะมีพลังงานไฟฟ้าที่เพียงพอต่อความต้องการ

จากข้อมูลข้างต้นทางสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้เล็งเห็นความสำคัญของระบบสมาร์ทกริด (Smart Grid) ว่าควรจะต้องจัดหาชุดฝึกทดลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอนในหลักสูตรด้านวิศวกรรมไฟฟ้า โดยเฉพาะด้านการวิเคราะห์การกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้พลังงานธรรมชาติ Smart Grid (Solar/Wind/Fuel Cell) และในงานวิจัย ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญที่ต้องเรียนรู้เพื่อให้นักศึกษาและบุคลากรทั้งภายในและภายนอก ได้เรียนรู้ทั้งทฤษฎีและปฏิบัติซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์



ข้อบังคับของสภาวิศวกร และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนในรูปแบบที่ทันสมัยขึ้นรวมถึง ส่งเสริมการแข่งขันทักษะอาชีพด้านการวิเคราะห์การกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้พลังงานธรรมชาติ Smart Grid (Solar/Wind/Fuel Cell) ในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

- 2.1. เพื่อเป็นศูนย์การเรียนรู้ส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและการวิเคราะห์การกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้พลังงานธรรมชาติ Smart Grid (Solar/Wind/Fuel Cell) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถทางความรู้ด้านเทคโนโลยี ให้รู้จักคิดวางแผน ทำงานเชิงปฏิบัติมากขึ้นและเน้นการประยุกต์ใช้งานรวมถึงให้มีการบูรณาการตั้งแต่ ผู้ใช้งาน นักวิจัย และผู้ผลิต สำหรับท้องถิ่นชุมชน
- 2.2. เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถเป็นนักปฏิบัติในระบบเทคโนโลยีการวิเคราะห์การกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้พลังงานธรรมชาติ Smart Grid (Solar/Wind/Fuel Cell) ในสาขาต่างๆที่เกี่ยวข้อง
- 2.3. เพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงการถ่ายทอดองค์ความรู้การวิเคราะห์การกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้พลังงานธรรมชาติ Smart Grid (Solar/Wind/Fuel Cell) จากภาคการศึกษาสู่ภาคอุตสาหกรรมและ เกษตรกรรมระดับท้องถิ่นชุมชนเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมในการนำผลงานวิจัยและพัฒนานวัตกรรมให้ สามารถผลิตสู่เชิงพาณิชย์อย่างมีมาตรฐานในระดับที่เชื่อถือได้ในท้องถิ่นชุมชนจนไปถึงระดับประเทศ และระดับโลก

3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

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



3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการจนเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมใน การประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิหรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิความคุ้มกันเช่นนั้น

3.10 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e - GP) ของกรมบัญชีกลาง

4. รายละเอียดทางเทคนิค

ชุดปฏิบัติการเรียนรู้ขั้นสูงการกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้พลังงานธรรมชาติแบบสมาร์ทกริด แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

1. ชุดเรียนรู้ขั้นสูงการกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้พลังงานธรรมชาติแบบสมาร์ทกริด จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองที่สามารถทำการทดลองเกี่ยวกับพลังทดแทนต่างๆได้ เช่นพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม สะดวกต่อการทดลอง

รายละเอียดทางเทคนิค

1.1. แผงแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 2 ชุด

1.1.1. มีขนาดไม่น้อยกว่า 250 x 300 x 120 มิลลิเมตร

1.1.2. มีชุดอุปกรณ์ป้องกันไฟดูด ELCB ขนาด AC220 50หรือ60Hz 15A/15mA หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

1.1.3. มีชุดป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรขนาดไม่น้อยกว่า 5 แอมป์

1.1.4. มีชุดไฟแสดงสถานะการทำงานจำนวน 1 หลอด

1.1.5. มีช่องปลั๊กเสียบไฟ AC 220 โวลต์ จำนวน 1 ชุด

1.2. ชุดแผงแหล่งกำเนิดแสง จำนวน 2 ชุด

1.2.1. ให้กำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 300 วัตต์

1.2.2. มีหลอดไฮโดรเจนในการกำเนิดแสง

1.2.3. มีชุดกระจกทนความร้อน Heat-resisting

1.2.4. มีชุดอุปกรณ์ควบคุมการหรี่ไฟ สามารถปรับได้ตั้งแต่ 0 – 100%

1.2.5. สามารถควบคุมการปรับมุมในลักษณะต่างๆได้

- 1.3. ชุดแผงโซลาร์เซลล์ 5 วัตต์ จำนวน 2 ชุด
- 1.3.1. สามารถสร้างกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 5 วัตต์หรือมากกว่านี้
 - 1.3.2. สามารถสร้างแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ 17.5 โวลต์หรือมากกว่านี้
 - 1.3.3. สามารถสร้างกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ 200 มิลลิแอมป์หรือมากกว่านี้
 - 1.3.4. มีช่องต่อสำหรับเชื่อมต่อ PV output terminal ขนาด 4 มม. จำนวน 1 ชุด
 - 1.3.5. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร
- 1.4. ชุดแผงโซลาร์เซลล์ 0.5 วัตต์ จำนวน 2 ชุด
- 1.4.1. สามารถสร้างกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 0.5 วัตต์หรือมากกว่านี้
 - 1.4.2. สามารถสร้างแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ 6 โวลต์หรือมากกว่านี้
 - 1.4.3. สามารถสร้างกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ 85 มิลลิแอมป์หรือมากกว่านี้
 - 1.4.4. มีช่องต่อสำหรับเชื่อมต่อ PV output terminal อาทิเช่น PV1, PV2, PV3, PV4, PV5, PV6
 - 1.4.5. มีมิเตอร์แบบดิจิตอลสำหรับวัดค่าต่างๆติดตั้งอยู่
 - 1.4.6. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร
- 1.5. ชุดแผงควบคุมไฮบริด จำนวน 1 ชุด
- 1.5.1. มีชุดควบคุมการชาร์จ
 - 1.5.2. มีค่า Load re-connection voltage ที่ 12.8 โวลต์ หรือมากกว่านี้
 - 1.5.3. มีมิเตอร์แบบดิจิตอลสำหรับวัดค่าต่างๆติดตั้งอยู่
 - 1.5.4. มีช่องต่อสำหรับเชื่อมต่อ PV input terminal ขนาด 4 มม. จำนวน 1 ชุด
 - 1.5.5. มีช่องต่อสำหรับเชื่อมต่อ Battery input terminal ขนาด 4 มม. จำนวน 1 ชุด
 - 1.5.6. มีช่องต่อสำหรับเชื่อมต่อ Output terminal อาทิเช่น DC load, inverter
 - 1.5.7. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร
- 1.6. ชุดแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด
- 1.6.1. มีแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 7 แอมป์ต่อชั่วโมง จำนวน 2 ชุด
 - 1.6.2. มีช่องต่อสำหรับเชื่อมต่อ Battery output terminal ขนาด 4 มม. จำนวน 1 ชุด
 - 1.6.3. มีชุดมิเตอร์สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ที่วัดค่าได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 500 โวลต์
 - 1.6.4. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร
- 1.7. ชุดอินเวอร์เตอร์ จำนวน 1 ชุด
- 1.7.1. มีเครื่องอินเวอร์เตอร์
 - 1.7.2. สามารถสร้างแรงดันขาออกแบบกระแสสลับได้ไม่น้อยกว่า 300 วัตต์



- 1.7.3. รองรับแรงดันขาเข้าได้ไม่เกินกว่า 16.5 โวลต์
 - 1.7.4. มีช่องสำหรับต่อปลั๊ก AC outlet จำนวน 1 ชุด
 - 1.7.5. มีชุดสวิตช์สำหรับควบคุมอินเวอร์เตอร์ พร้อมทั้งไฟแสดงสถานะเตือนการทำงานผิดปกติ
 - 1.7.6. มีระบบป้องกันโหลดเกิน ความร้อนเกิน และการช็อตวงจร
 - 1.7.7. มีช่องสำหรับป้องกันแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ระหว่าง 10.5 – 16.5 โวลต์ จำนวน 1 ชุด
 - 1.7.8. มีช่องต่อสำหรับเชื่อมต่อ AC output terminal ขนาด 4 มม. จำนวน 1 ชุด
 - 1.7.9. มีชุดมิเตอร์แบบดิจิตอลที่สามารถวัดค่าต่างๆได้ติดตั้งอยู่
 - 1.7.10. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร
- 1.8. ชุดอุปกรณ์โหลดสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 2 ชุด
- 1.8.1. มีชุดหลอดไฟ ที่สามารถใช้ได้กับไฟฟ้า 12 โวลต์กระแสตรง และช่องต่อ จำนวน 2 ชุด
 - 1.8.2. มีชุดออกไฟฟ้า ที่สามารถใช้ได้กับไฟฟ้า 12 โวลต์กระแสตรง จำนวน 1 ชุด
 - 1.8.3. มีชุดพัดลม ที่สามารถใช้ได้กับไฟฟ้า 12 โวลต์กระแสตรง จำนวน 1 ชุด
 - 1.8.4. มีชุดอุปกรณ์ความต้านทานที่สามารถปรับค่าได้ อาทิเช่น 12 , 15 , 20 , 30 และ 60 โอห์ม
 - 1.8.5. มีช่องสำหรับป้องกันแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 ชุด
 - 1.8.6. มีสวิตซ์ในการเลือกการทำงานของโหลด จำนวน 1 ชุด
 - 1.8.7. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร
- 1.9. ชุดอุปกรณ์โหลดสำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 1 ชุด
- 1.9.1. มีชุดหลอดไฟ และช่องต่อ outlet จำนวน 2 ชุด
 - 1.9.2. มีชุดออกไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
 - 1.9.3. มีชุดมอเตอร์ พร้อมชุดควบคุม จำนวน 1 ชุด
 - 1.9.4. มีช่องสำหรับป้องกันแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 1 ชุด
 - 1.9.5. มีสวิตซ์ในการเลือกการทำงานของโหลด จำนวน 1 ชุด
 - 1.9.6. มีชุดมิเตอร์แบบดิจิตอลที่สามารถวัดค่าต่างๆได้ติดตั้งอยู่
 - 1.9.7. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร
- 1.10. แผง AUTOMATIC CHARGER จำนวน 2 แผง
- 1.10.1. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร
 - 1.10.2. มีหลอดแสดงสถานะของแบตเตอรี่ ชาร์จเต็มและกำลังชาร์จ
 - 1.10.3. สามารถเลือกแรงดันไฟได้สองระดับคือ 13.4V, 14.4V
 - 1.10.4. มีระดับกระแสไฟฟ้าในการชาร์จสูงสุดไม่น้อยกว่า 10A



- 1.10.5. มีชุดป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรของเอาต์พุท
 - 1.10.6. มีช่องต่ออินพุท AC พร้อม FUSE
 - 1.10.7. มีช่องต่อเอาต์พุท DC ขนาด 4 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชุด
 - 1.10.8. มีชุดมิเตอร์แบบดิจิตอลที่สามารถวัดค่าต่างๆได้ติดตั้งอยู่
- 1.11. แผง WIND GENERATOR MODULE จำนวน 1 แผง**
- 1.11.1. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร
 - 1.11.2. มีกำลังไฟฟ้าของเอาต์พุท 1 วัตต์ หรือมากกว่านี้
 - 1.11.3. มีช่องเสียบเอาต์พุท
 - 1.11.4. มีชุดมิเตอร์แบบดิจิตอลที่สามารถวัดค่าต่างๆได้ติดตั้งอยู่
- 1.12. แผง PHOTOVOLTAIC CELL CONNECTION จำนวน 2 แผง**
- 1.12.1. มีขนาด 380 x 309 x 120 มม.
 - 1.12.2. มีชุดป้องกันการต่อสลับขั้ว Reverses current Protection Scotty Diodes จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ชุด
 - 1.12.3. มีอุปกรณ์ป้องกัน (Bypass Scotty Diodes) จำนวน 6 ชุด
 - 1.12.4. มีพอร์ทอินพุทและเอาต์พุท จำนวน 24 ชุด
 - 1.12.5. มี DC โวลต์มิเตอร์ และ DC แอมป์มิเตอร์ ติดตั้งอยู่จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 1.13. แผง HYDROGEN LOAD & DC/DC CONVERTER จำนวน 1 แผง**
- 1.13.1. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร
 - 1.13.2. มี DC โวลต์มิเตอร์ ที่สามารถวัดค่าได้ไม่น้อยกว่า 500 โวลต์ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
 - 1.13.3. หน้าจอแสดงได้ตั้งแต่ -1999 ถึง 9999
 - 1.13.4. มีโพลความต้านทานขนาด 0.3, 0.5,1,2,3,5,10,20,50,100 โอห์ม
 - 1.13.5. มีชุดแปลงแรงดัน อินพุท DC 1.2 ถึง 2 โวลต์, เอาต์พุท DC 12 โวลต์ หรือดีกว่า
- 1.14. แผง HYDROGEN Generator จำนวน 1 แผง**
- 1.14.1. มีชุดผลิตพลังงานไฮโดรเจนจากน้ำ (Electrolyzer) จำนวน 1 ชุด
 - มีแรงดันไฟฟ้าขณะทำงานต่อเนื่องในช่วง 1.4 – 1.8 โวลต์หรือกว้างกว่านี้
 - 1.14.2. มีชุดผลิตเซลล์เชื้อเพลิงชนิด 2PEM Fuel Cell จำนวน 1 ชุด
 - มีกระแสไฟฟ้าในการเชื่อมต่อแบบขนานได้สูงสุด ไม่น้อยกว่า 4,000 มิลลิแอมป์
 - 1.14.3. มีชุดแหล่งจ่ายไฟชนิดปรับค่าไม่ได้ ขนาด 1.8 โวลต์ 2 แอมป์
 - 1.14.4. มีชุดท่อสำหรับเชื่อมต่อ จำนวน 1 ชุด
 - 1.14.5. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร



1.15. ชุดหน้าจอบ่งแสดงผล SMART Grid จำนวน 2 ชุด

- 1.15.1. มีชุดประมวลผล พร้อมจอบ่งแสดงผลแบบสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว
- 1.15.2. มีระบบปฏิบัติการเป็นแบบ windows
- 1.15.3. สามารถเชื่อมต่อหรือดาวน์โหลดผ่านทาง USB Port ได้
- 1.15.4. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร

1.16. ชุดโซล่าเซลล์แบบปรับมุมได้ จำนวน 2 ชุด

- 1.16.1. มีชุด PV Cell จำนวน 1 ชุด ที่สามารถปรับมุมขึ้น ลง ซ้าย ขวา ได้
- 1.16.2. มีชุดอุปกรณ์หลอดไฮโดรเจน ขนาดไม่น้อยกว่า 20 วัตต์ จำนวน 1 ชุด ที่สามารถปรับขึ้น ลง ได้

1.17. ชุดอุปกรณ์มิเตอร์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

- 1.17.1. สามารถใช้ได้กับไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย จำนวน 1 ชุด
- 1.17.2. สามารถรองรับโหลดได้ที่ 220 โวลต์ 6600 วัตต์ หรือมากกว่านี้
- 1.17.3. สามารถรองรับกระแสได้สูงสุด 20 แอมป์หรือดีกว่านี้
- 1.17.4. มีขนาดไม่น้อยกว่า 250 x 300 x 120 มิลลิเมตร

1.18. ชุดแผง MPPT จำนวน 2 ชุด

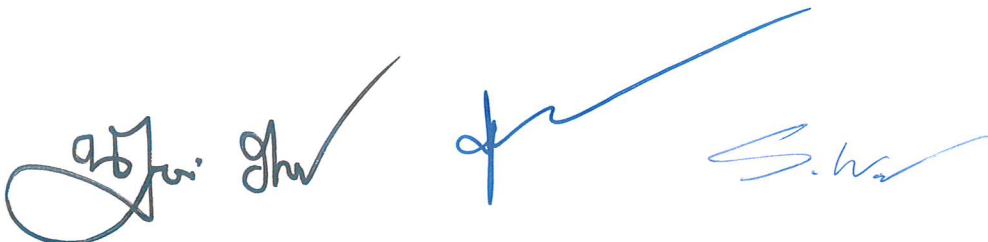
- 1.18.1. มีชุดแอมป์มิเตอร์ใช้วัดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 2 ชุด
- 1.18.2. มีชุดโวลต์มิเตอร์ใช้วัดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 2 ชุด
- 1.18.3. มีชุดวัตต์มิเตอร์ใช้วัดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 2 ชุด
- 1.18.4. มีชุดโหลดไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 2 ชุด ขนาดไม่น้อยกว่า 25 วัตต์
- 1.18.5. มีกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V-P
- 1.18.6. มีกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V-I
- 1.18.7. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร

1.19. ชุดอุปกรณ์มิเตอร์วัดค่ากำลังงานไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

- 1.19.1. สามารถวัดค่าได้ ณ เวลาจริง จำนวน 1 ชุด
- 1.19.2. มีชุดแหล่งจ่ายไฟ (Power source) แบบ 1 เฟส 2 สาย
- 1.19.3. มีสวิตช์พร้อมช่องต่อทางด้านอินพุทและเอาต์พุท ขนาด 4 มม. จำนวน 2 ชุด
- 1.19.4. มีช่องสำหรับต่อสำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ ทางด้านอินพุทและเอาต์พุท จำนวน 1 ชุด
- 1.19.5. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร

1.20. ชุดอุปกรณ์ Inverter Grid connected ขนาด 300 วัตต์ จำนวน 1 ชุด

- 1.20.1. รองรับแรงดันไฟฟ้าด้านอินพุทระหว่าง 10.8 – 30 โวลต์หรือกว้างกว่านี้



- 1.20.2. สามารถสร้างกำลังไฟฟ้าขาออกได้สูงสุดที่ 300 วัตต์หรือมากกว่านี้
 - 1.20.3. มีชุดแสดงผลกำลังไฟฟ้าของอินเวอร์เตอร์แบบ 4 ระดับ
 - 1.20.4. สามารถเชื่อมต่อระหว่าง Watt-Hour Meter ได้
 - 1.20.5. มีชุดอุปกรณ์ AC Power Line เพื่อป้องกันไฟดูด ELCB ขนาด 220 โวลต์ 50หรือ60 Hz, 15A หรือดีกว่านี้ จำนวน 1 ชุด
 - 1.20.6. มีชุดอุปกรณ์ AC Load Circuit เพื่อป้องกันไฟดูด ELCB ขนาด 220 โวลต์ 50หรือ60 Hz, 15A หรือดีกว่านี้จำนวน 1 ชุด
- 1.21. โมดูลอินเวอร์เตอร์ที่เชื่อมต่อกับกริดหลายประเภท จำนวน 1 ชุด
- 1.21.1. มีชุดอินเวอร์เตอร์สำหรับเชื่อมต่อกับระบบกริดไม่น้อยกว่า 3 ชุด
 - มีค่าพลังงานขาออกไม่น้อยกว่า 270 วัตต์
 - รองรับแรงดันขาเข้าแบบกระแสตรงได้ในช่วง 11 – 30 โวลต์หรือกว้างกว่านี้
 - มีพลังงานขาออกแบบกระแสสลับที่ 220 โวลต์ หรือมากกว่านี้
 - 1.21.2. มีช่องเชื่อมต่อสายแบบ terminal ขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร และสวิตช์เปิด-ปิด ไม่น้อยกว่า 3 ชุด
 - 1.21.3. มีช่องเชื่อมต่อแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบขาออก ขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด
 - 1.21.4. มีขนาดไม่น้อยกว่า 380 x 300 x 120 มิลลิเมตร
- 1.22. โมดูลควบคุมพลังงานแบบกระจาย จำนวน 1 ชุด
- 1.22.1. มีชุดมิเตอร์แบบดิจิตอลวัดค่าพลังงานของไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว ติดตั้งอยู่
 - 1.22.2. มีชุดมอเตอร์แบบดิจิตอลวัดค่า watt-hour จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุดติดตั้งอยู่
 - 1.22.3. มีช่องเชื่อมต่อขาเข้าของ AC input ขนาด 4 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 3 จุด
- 1.23. โมดูลโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านแบบอัจฉริยะ จำนวน 1 ชุด
- 1.23.1. มีโหลดแบบ หลอดไฟ พัดลม และมอเตอร์ ติดตั้งอยู่
 - 1.23.2. มีมิเตอร์แบบดิจิตอลที่สามารถวัดค่าพลังงานของไฟฟ้ากระแสสลับได้ จำนวน 1 ชุด
 - 1.23.3. มีสวิตช์เปิด-ปิด ควบคุมการทำงานไม่น้อยกว่า 4 ชุดติดตั้งอยู่
- 1.24. โมดูลมิเตอร์วัดไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 1 ชุด
- 1.24.1. มีมิเตอร์แบบดิจิตอล ที่สามารถวัดค่าต่างๆของไฟฟ้ากระแสสลับได้
- 1.25. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ จำนวน 2 ชุด
- 1.25.1. หน้าจอแสดงผลของตัวเครื่องสามารถแสดงค่าได้พร้อมกันไม่น้อยกว่าดังนี้



- ค่าที่วัดอยู่ปัจจุบัน (Measured value display)
- ตำแหน่งค่าที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำ (Data memory address)
- วิธีการต่อสายไฟ (Lead wire connect method)
- วันที่ เดือน และเวลาปัจจุบัน
- สถานะแบตเตอรี่ รวมถึงการแจ้งเตือนแบตเตอรี่ต่ำ

1.25.2. ตัวเครื่องสามารถวัดค่าต่างๆได้ดังนี้

- มีค่าความแม่นยำที่ $\pm 0.2\%$ หรือดีกว่า
- วัด AC Voltage ได้ 0 – 750 โวลต์หรือดีกว่า
- วัด DC Voltage ได้ 0 – 999.9 โวลต์หรือดีกว่า
- วัด AC current 0 – 999 แอมป์ หรือดีกว่า
- รองรับวัด Earth resistance ได้ 0 – 2000 โอห์ม หรือดีกว่า
- รองรับการวัด Earth voltage ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 750 โวลต์แบบ True RMS

1.25.3. หน้าจอแสดงผลเป็นแบบ LCD หรือดีกว่า

1.25.4. สามารถวัดค่าแบบ RMS values ได้

1.25.5. มีระบบเลือกช่วงวัดแบบอัตโนมัติได้

1.25.6. มีฟังก์ชันการปิดเครื่องอัตโนมัติเมื่อไม่ได้ใช้งาน

1.25.7. รองรับการเชื่อมต่อแบบ IrDA ได้ไม่น้อยกว่า 110,000 bps

1.25.8. มีช่องสำหรับเชื่อมต่อหัววัดจำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่องติดตั้งอยู่

1.25.9. สามารถกดหยุดค่าที่อ่านได้ (Hold) ไว้ได้

1.25.10. สามารถทำได้ตามมาตรฐาน EN61010 หรือดีกว่า

1.25.11. สามารถใช้ได้ในการด้านสนามบิน แพทย์ การรถไฟ หรือมากกว่านี้ได้

1.25.12. มีค่าความแม่นยำที่ $\pm 0.2\%$ หรือดีกว่า

1.26. โตะสำหรับวางและติดตั้งอุปกรณ์ จำนวน 2 ชุด

1.26.1. มีโครงหลักทำจากอลูมิเนียมโพรไฟล์

1.26.2. มีขนาดไม่น้อยกว่า 1600x800x800 มิลลิเมตร

1.26.3. มีช่องเชื่อมต่อขาออกของไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 โวลต์ติดตั้งอยู่บนโตะ ไม่น้อยกว่า 2 ชุด

1.26.4. มีโครงสำหรับติดตั้งแผงทดลอง ทำจากอลูมิเนียมโพรไฟล์ ติดอยู่ที่ด้านหลังของโตะ

1.26.5. มีล้อติดตั้งอยู่ทั้ง 4 มุม โดยสามารถล็อคไม่ให้เคลื่อนที่ได้

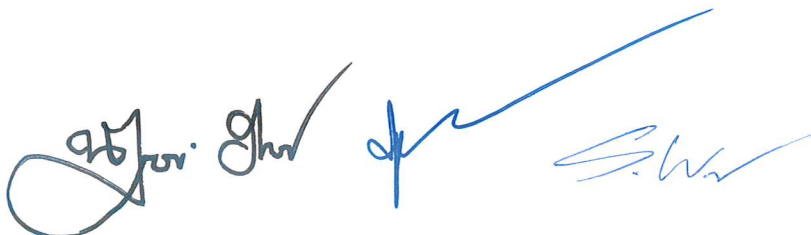
1.27. รายละเอียดอื่นๆ

- 1.27.1. บริษัทผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 1.27.2. เป็นชุดทดลองที่ผลิตจากบริษัทฯ ที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001 โดยแนบเอกสารหลักฐานขณะเข้าเสนอราคา
- 1.27.3. บริษัทผู้เสนอราคาต้องแนบแคตตาล็อก ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลทางเทคนิค มาพร้อมกับใบเสนอราคาเพื่อใช้ประกอบการพิจารณา
- 1.27.4. บริษัทผู้เสนอราคาต้องจัดฝึกอบรมการใช้งานชุดฝึกให้กับอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลังการส่งมอบเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 วัน
- 1.27.5. มีคู่มือใช้ในการทดลองเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 1.27.6. ครุภัณฑ์ที่เสนอในรายการที่ 1.1 – 1.24 ต้องเป็นสินค้าที่ผลิตจากผู้ผลิตเดียวกัน มิใช่ดัดแปลงขึ้นมาเฉพาะกิจ เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งสามารถตรวจสอบสินค้าที่เสนอได้จากหน้าเว็บไซต์ของผู้ผลิตได้โดยตรง เพื่อการให้บริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ

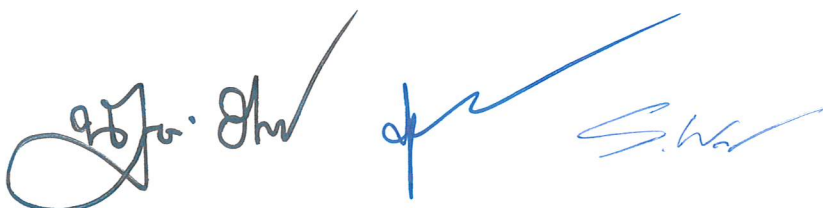
2. จอภาพระบบสัมผัสเชิงตอบโต้ จำนวน 2 ชุด

รายละเอียดทางเทคนิค

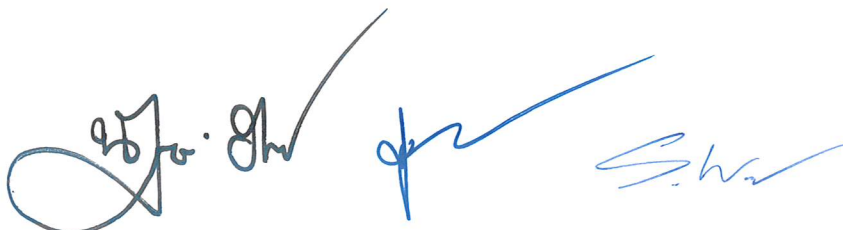
- 2.1. ชนิดของจอภาพ ADS (DLED Backlight) แสดงอัตราส่วนแบบ 16:9 มีขนาดไม่น้อยกว่า 65 นิ้ว
- 2.2. จอแสดงผลที่สกรีนใช้เทคโนโลยีระบบสัมผัสชนิด Infrared Recognition
- 2.3. หน้าจอของเครื่องต้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 3840 x 2160 (4K) ที่ 1.07 พันล้านสี (10 bit)
- 2.4. มีโหมด Eye Care เพื่อถนอมสายตาผู้ใช้และหน้าจอสามารถปรับลดแสงจอได้เองอัตโนมัติจากการวัดแสงด้วยเซนเซอร์บนตัวเครื่องในโหมด Auto Light โดยทั้งสองโหมดนี้ต้องตั้งค่าเปิดปิดได้
- 2.5. หน้าจอมี Contrast Ratio อย่างน้อย 1,200:1 และมีความสว่างไม่น้อยกว่า 350 cd/m²
- 2.6. สามารถใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 30,000 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย
- 2.7. หน้าจอต้องมี Pixel Pitch ไม่เกิน 0.372 x 0.372 mm เพื่อให้ได้ภาพที่คมชัดและมีรายละเอียดที่ครบถ้วน
- 2.8. ชนิดกระจกหน้าจอ Tempered Glass ความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และมีระดับความแข็งของแร่ตามมาตราโมห์สเกลไม่ต่ำกว่า 7 หรือดีกว่า



- 2.9. จอแสดงผลมีระบบป้องกันการกระพริบของภาพ (flicker free) และมีกระจกป้องกันการสะท้อนของแสงได้ (Anti-glare glass)
- 2.10. หน้าจอต้องมีมุมในการมองภาพไม่น้อยกว่า 178/178 เพื่อการมองภาพที่ชัดเจนจากมุมมองด้านข้าง
- 2.11. มีการตอบสนองต่อการสัมผัสไม่เกินกว่า 10 มิลลิวินาที และรองรับจุดสัมผัสได้เล็กสุดถึง 3 มิลลิเมตร
- 2.12. มีระยะห่างตรงจุดศูนย์กลางระหว่างจอภาพและกระจก เป็นศูนย์ (Zero Air Gap) เพื่อความแม่นยำในการเขียนและสัมผัส
- 2.13. สามารถสัมผัสจอยโดยใช้มือ ปากกาหรือวัสดุที่บดแสง ช่วยในการเขียนได้โดยเขียนพร้อมกันได้อย่างน้อย 20 จุดและรองรับการสัมผัสพร้อมกันได้อย่างน้อย 40 จุด
- 2.14. ตัวเครื่องมาพร้อมระบบปฏิบัติการ Android 11 , RAM 8G/ ROM64G , CPU 4x ARM Cortex-A55 @ 1.92 GHz และมีหน่วยประมวลผลกราฟฟิก (GPU) เป็น Mali G52MP2
- 2.15. มีปากกาที่มาพร้อมกับตัวเครื่อง 2 ด้าม โดยปากกา 1 แท่งสามารถใช้ได้ 2 สีพร้อมกัน โดยใช้ขนาดของหัวปากกาเป็นตัวกำหนดสีที่ใช้เขียนบนการทำงานจากระบบปฏิบัติการAndroid เป็นอย่างน้อย
- 2.16. ตัวเครื่องรองรับการเชื่อมต่อผ่าน USB Touch ร่วมกับ HDMI เพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ภายนอก ให้สามารถส่งภาพ เสียง และสามารถสัมผัสหน้าจอที่แสดงผลจากคอมพิวเตอร์ภายนอกได้
- 2.17. ตัวเครื่องรองรับการใช้งาน USB Type C กับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ภายนอก,มือถือ,แท็บเล็ต ที่รองรับการส่งสัญญาณภาพผ่าน USB Type C เพื่อส่งภาพ,เสียง และสามารถสัมผัสหน้าจอที่แสดงผลจากแหล่งสัญญาณที่มาต่อได้
- 2.18. มีช่องต่อสัญญาณอยู่ด้านหน้าและด้านหลังเพื่อสะดวกแก่การใช้งานและการติดตั้ง โดยมีช่องต่อสัญญาณได้แก่
 - 2.18.1. มีช่องต่อสัญญาณคอมพิวเตอร์ VGA Input ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 2.18.2. มีช่องต่อสัญญาณ HDMI Input ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
 - 2.18.3. มีช่องต่อสัญญาณ USB Type C ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 2.18.4. มีช่องต่อสัญญาณ USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 2.18.5. มีช่องต่อสัญญาณ USB 3.0 ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง โดยสามารถสลับการใช้งานอัตโนมัติตามระบบปฏิบัติการที่ใช้อยู่แบบ Android หรือ Window ได้
 - 2.18.6. มีช่องต่อสัญญาณ TOUCH 2.0 อย่างละ 2 ช่อง
 - 2.18.7. มีช่องต่อสัญญาณเสียง AUDIO IN ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง



- 2.18.8. มีช่องต่อสัญญาณเสียง AUDIO OUT ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 2.18.9. มีช่องต่อสัญญาณ RS232 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 2.18.10. มีช่องต่อสัญญาณ RJ45 IN ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 2.18.11. มีช่องต่อสัญญาณ RJ45 OUT จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 2.18.12. ช่องต่อสัญญาณ HDMI Output (4k@60hz) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 2.18.13. มีตัวรับสัญญาณ WIFI และตัวส่งสัญญาณ Hotspot อยู่ในตัวเดียวกันแบบไม่มีเสาสัญญาณและสามารถถอดแยกออกจากตัวเครื่องได้เพื่อซ่อมบำรุงได้
- 2.19. มีซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนที่มาพร้อมกับตัวเครื่อง ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้
- 2.19.1. ในการเขียนต้องสามารถเลือกสี ขนาด และชนิดของปากกาได้
 - 2.19.2. สามารถใช้ฝ่ามือทำหน้าที่เสมือนแปรงลบกระดานได้อัตโนมัติโดยไม่ต้องเลือกเมนูอย่างลบบ
 - 2.19.3. สามารถแปลงตัวหนังสือภาษาอังกฤษจากลายมือเป็นตัวพิมพ์ได้และต้องสามารถกดคำสั่งเพื่อนำคำที่แปลงนั้นค้นหาผ่าน Google ได้ทันที
 - 2.19.4. สามารถนำรูปที่ค้นหาผ่าน Google เข้ามายังพื้นที่การเขียนได้
 - 2.19.5. มีฟังก์ชัน Post it เพื่อสำหรับโน้ตบนพื้นที่เขียนในซอฟต์แวร์
 - 2.19.6. สามารถสร้างตารางและเขียนสิ่งต่างๆไปในช่องตารางโดยขนาดช่องจะต้องปรับขนาดได้เองโดยอัตโนมัติ
 - 2.19.7. สามารถแชร์สิ่งที่เขียนบนกระดานทำเป็น QR Code เพื่อส่งต่อได้
 - 2.19.8. โปรแกรมสำหรับการเรียนรู้มีเนื้อหาเรียนในรูปแบบกิจกรรม และสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมในส่วนของเนื้อหาได้
 - 2.19.9. สามารถนำข้อมูลภาพ และไฟล์วิดีโอ เพื่อทำสไลด์ช่วยในการเตรียมการสอนได้
 - 2.19.10. มีซอฟต์แวร์เสริมที่สามารถสร้างรูปทรงเรขาคณิตแบบ 3 มิติ และสามารถใส่สีลงบนพื้นวัตถุ และสามารถคลิกวัตถุออกเพื่อแสดงส่วนประกอบในแต่ละด้านของวัตถุนั้นได้
 - 2.19.11. มีซอฟต์แวร์เสริมที่มีฟังก์ชันการเขียนรูปทรงแบบเส้นตรง โดยมีจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดมาบรรจบกันและยังสามารถแสดงองศาของมุมแต่ละมุมในรูปทรงนั้นได้ และสามารถ zoomองศามุมได้
- 2.20. ต้องมี Software ที่ติดมากับตัวเครื่อง โดยใช้งานได้บนอุปกรณ์ทั้งในระบบ Android และ Windows (Option) เพื่อใช้โต้ตอบระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



- 2.20.1. ผู้เรียนสามารถเข้าใช้งานซอฟต์แวร์โดยการสแกน QR Codeหรือเข้าผ่าน Linkได้ และสามารถส่งข้อความต่างๆ เช่นคำถาม ได้ทั้งข้อความภาษาอังกฤษ ภาษาไทย และตัวอีโมจิ โดยข้อความจะเป็นตัววิ่งให้ผู้สอนได้เห็นบนหน้าจอ
- 2.20.2. ผู้สอนสามารถเขียนคำถาม หรือทำแบบทดสอบก่อนเรียนหรือหลังเรียน เป็นไฟล์ในรูปแบบตัวเลือก (Choice) ได้ทั้งแบบเลือกคำตอบเดียวหรือเลือกแบบหลายคำตอบได้ โดยที่ผู้เรียนสามารถส่งคำตอบผ่านอุปกรณ์ได้เลยทั้งระบบ Android และ iOS และสามารถ Export File เป็น EXCEL ออกมารายงานเป็นคะแนนของนักเรียนแต่ละคนเก็บไว้ได้เลย
- 2.20.3. มีระบบสุ่มเลือกชื่อผู้เรียนในการร่วมทำกิจกรรมได้ เป็นชื่อนักเรียนที่กำหนดไว้แล้ว
- 2.20.4. มีระบบที่ผู้เรียนสามารถขอตอบคำถาม แทนการยกมือตอบโดยที่ชื่อของนักเรียนคนแรก จะไปขึ้นบนกระดาน
- 2.21. ในระบบ Android ต้องรองรับการทำงานแบบ Multi-Windows ซึ่งสามารถเปิดแอปพลิเคชันได้พร้อมกันบนกระดานได้ไม่น้อยกว่า 4 แอปพลิเคชัน และปรับขนาดของหน้าต่างแอปพลิเคชันได้
- 2.22. มีระบบ Auto Shutdown / Auto Start ที่สามารถตั้งเวลาเปิด-ปิดเครื่องได้ แยกในแต่ละวันและเวลา ได้
- 2.23. สามารถจัดทำตราสัญลักษณ์ (Logo) ให้เป็นของหน่วยงานได้โดยจะแสดงภาพเวลาเปิดเครื่อง
- 2.24. มีลำโพงขนาดไม่น้อยกว่า 16 วัตต์ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 2.25. สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตโดยต่อสาย Lan (RJ45) เพียงเส้นเดียว ก็สามารถใช้งานได้ทั้ง Android และ Windows(Optional)
- 2.26. ใช้กระแสไฟฟ้า 100-240V AC 50/60Hz และมีอัตราการใช้ไฟสถานะสแตนด์บาย 0.5 วัตต์หรือดีกว่า
- 2.27. ตัวเครื่องสามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นอย่างน้อย 10% RH จนถึง 90% RH
- 2.28. ตัวเครื่องสามารถเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมตั้งแต่อุณหภูมิ -20 C จนถึง 60 C
- 2.29. รองรับคอมพิวเตอร์ที่สามารถถอดออกจากตัวเครื่องหรือประกอบเข้าไปแบบ Built-in ได้ (Detachable) แบบไม่มีสายพ่วงต่อ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 2.30. มีซอฟต์แวร์รองรับการส่งสัญญาณจากอุปกรณ์มือถือ แท็บเล็ต แบบไร้สายได้ทั้งภาพและเสียง และสามารถควบคุมหน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์, โน้ตบุ๊ก และแท็บเล็ตที่รองรับการต่อ WIFI ได้บนหน้าจอกระดาน โดยสามารถใช้อุปกรณ์ขึ้นไปบนหน้าจอได้ถึง 9 หน้าจอ
- 2.31. ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ (Detachable) ต้องมีคุณลักษณะดังนี้
 - 2.31.1. หน่วยประมวลผล Intel Core i5 (GEN 11) หรือดีกว่า



- 2.31.2. ฮาร์ดดิสก์ 512GB แบบ SSD หรือดีกว่า
- 2.31.3. หน่วยความจำ 16 GB DDR4 หรือดีกว่า
- 2.31.4. มี WIFI ที่รองรับ (2.4GHz / 5GHz) โดยมีเสาสัญญาณ 2 เสาแบบถอดออกได้
- 2.31.5. มีช่องต่อสัญญาณอย่างน้อยดังนี้
 - ช่องสัญญาณ USB 3.0 ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
 - ช่องสัญญาณ RJ 45 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - ช่องสัญญาณ MIC-in ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - ช่องสัญญาณ HDMI Out ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - ช่องสัญญาณ USB Type-C ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - ช่องสัญญาณ line out ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 2.31.6. มีปุ่ม Power เปิด/ปิด ที่ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ (Detachable)
- 2.32. ผลิตภัณฑ์ที่เสนอจะต้องได้รับการจดทะเบียนเครื่องหมายการค้าในประเทศไทย โดยแนบเอกสารขณะเข้าเสนอราคา
- 2.33. เจ้าของผลิตภัณฑ์ต้องมีสำนักงานใหญ่อยู่ในประเทศไทยและมีศูนย์บริการของเจ้าของผลิตภัณฑ์อยู่ในประเทศไทยไม่น้อยกว่า 4 สาขา เพื่อให้บริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ
- 2.34. ผู้เสนอราคาจะต้องรับประกันคุณภาพสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปีแบบ Onsite-Service (หากกรณีเกิดปัญหากับตัวสินค้า ต้องมีบริการตรวจเช็คสินค้าหน้างาน ตลอดอายุการใช้งานและมีบริการให้คำแนะนำการใช้งานได้ตลอด 24 ชั่วโมง) โดยมีหนังสือรับรองจากบริษัทผู้นำเข้าหรือเจ้าของผลิตภัณฑ์ที่มีสำนักงานภายในประเทศไทย โดยระบุชื่อหน่วยงานและเลขที่ประกาศ เพื่อการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ โดยแนบเอกสารขณะเข้าเสนอราคา

เงื่อนไขอื่นๆ

ผู้เสนอราคาจะต้องทำตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของครุภัณฑ์ โดยเปรียบเทียบระหว่างคุณสมบัติของครุภัณฑ์ที่มหาวิทยาลัยกำหนดเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของครุภัณฑ์ที่ผู้เสนอราคานำเสนอ พร้อมทั้งแนบแคตตาล็อกประกอบครุภัณฑ์ทุกรายการ โดยทำการเขียนหมายเลขข้อและใช้ปากกาไฮไลท์ข้อความ ระบุหน้า ให้ตรงกับคุณสมบัติที่ผู้เสนอราคานำเสนอ หากครุภัณฑ์รายการใดไม่มีข้อความหรือรายละเอียดตรงตามที่มหาวิทยาลัยกำหนดอยู่ภายในแคตตาล็อกที่นำเสนอ ให้ผู้เสนอราคานำใบรับรองคุณสมบัติของครุภัณฑ์ที่นำเสนอจากเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือบริษัทสาขาของผู้ผลิตในประเทศไทย โดยแนบเอกสารใบรับรองคุณสมบัติของครุภัณฑ์ที่นำเสนอ ยืนยันมาในวันยื่นข้อเสนอในระบบอิเล็กทรอนิกส์



5. กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุ

ภายใน 120 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย

6. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

6.1 ขั้นตอนที่ 1 คณะกรรมการฯ จะพิจารณาเอกสารที่ยื่นข้อเสนอได้เสนอมาโดยพิจารณาคูณสมบัติความถูกต้องครบถ้วนตามเงื่อนไข

6.2 ขั้นตอนที่ 2 คณะกรรมการฯ จะพิจารณาโดยใช้เกณฑ์ราคา พิจารณาจากราคารวม

7. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร

วงเงิน 7,000,000 บาท (เจ็ดล้านบาทถ้วน)

8. กำหนดการจ่ายเงิน

กำหนดจ่ายเงินเพียง 1 งวด เบิกจ่ายเมื่อผู้ขายดำเนินงานทั้งหมดเสร็จสิ้นเป็นไปตามสัญญา และคณะกรรมการตรวจรับพัสดูลงนามตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

9. อัตราค่าปรับ

ร้อยละ 0.20

10. กำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง

ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

