ชื่อครุภัณฑ์ **ชุดปฏิบัติการเทคโนโลยีพลังงานสมัยใหม่ที่ยั่งยืน จำนวน 1 ชุด**

หน่วยงาน **สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี**

ชุดปฏิบัติการเทคโนโลยีพลังงานสมัยใหม่ที่ยั่งยืน จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1.	ชุดฝึกปฏิบัติการจักรกลและยานยนต์ไฟฟ้า	จำนวน 1 ชุด
2.	ชุดปฏิบัติการจัดการพลังงานและประยุกต์ทางความร้อน	จำนวน 1 ชุด
3.	ชุดเครื่องมือวัดทางพลังงาน	จำนวน 1 ชุด
4.	ชุดจัดทำสื่อทางพลังงานในรูปแบบดิจิทัล	จำนวน 1 ชุด
5.	ชุดเครื่องมือปฏิบัติการวิชาชีพพื้นฐานทางวิศวกรรมพลังงาน	จำนวน 1 ชุด
6.	ห้องปฏิบัติการเรียนรู้พร้อมระบบผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์	จำนวน 1 ชุด
7.	ชุดบริหารจัดการครุภัณฑ์	จำนวน 1 ชุด

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

1 ชุดฝึกปฏิบัติการจักรกลและยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1.1 ชุดทดลองเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 รายละเอียดทั่วไป

ชุดทดลองเครื่องจักรกลไฟฟ้า ใช้เป็นโหลดสำหรับทดสอบเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงและเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่างๆ ขนาดไม่น้อยกว่า 250 วัตต์ ชุดโหลดสามารถแสดงผลความเร็วรอบของเครื่องกลไฟฟ้าที่ นำมาทดสอบและชุดโหลดสามารถปรับค่าพร้อมควบคุมโหลด - ทอร์กให้คงที่ สำหรับการเพิ่ม โหลดเพื่อทดสอบเครื่องกลไฟฟ้าตามพิกัด ชุดหน่วยควบคุมและการแสดงผล สามารถใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 VAC 50 Hz ได้

1.1.2 รายละเอียดทางเทคนิค

เป็นชุดฝึกติดตั้งอยู่บนแผง สามารถใช้ฝึกขยายย่านวัดและต่อวงจรเครื่องวัด โดยให้ผู้เรียนเห็นได้อย่างชัดเจน มีรายละเอียดดังนี้

1.1.2.1. ชุดควบคุมเครื่องจักรกลไฟฟ้าและโหลดเบรกแบบเซอร์โวมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด

1.1.2.1.1. หน่วยควบคุมและการแสดงผล (Control Unit) มีรายละเอียดดังนี้

1) ใช้ควบคุมโหลดในโหมดการทำงานต่างๆ และแสดงค่าความเร็วรอบกับแรงบิด
2) มีโหมดควบคุมการทำงานแบบต้นกำลังสำหรับขับเครื่องกลไฟฟ้า
3) มีโหมดควบคุมการทำงานแบบโหลดสำหรับสร้างภาระแรงบิดให้กับเครื่องกลไฟฟ้า
4) สามารถปรับและควบคุมความเร็วคงที่ 0-3,500 rpm ในโหมดควบคุมการทำงานแบบต้นกำลัง
5) สามารถปรับและควบคุมแรงบิดคงที่ 0-4.2 N-m ในโหมดควบคุมการทำงานแบบโหลด
6) มีเอาท์พุทอนาล็อกแบบแรงดันไฟฟ้าสำหรับความเร็วรอบ
7) มีเอาท์พุทอนาล็อกแบบแรงดันไฟฟ้าสำหรับแรงบิด
8) มีชุด Four quadrant แสดงผลการควบคุมทิศทางเครื่องกลไฟฟ้าแบบ LED
9) มีชุด Status display สำหรับแสดงการทำงานของหน่วยควบคุมแบบ LED

10) สามารถควบคุมทิศทางในโหมดต้นกำลังแบบตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาได้
11) สามารถควบคุมทิศทางในโหมดโหลดแบบตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาได้
12) มีจุดวัดเซนเซอร์อุณหภูมิจากเครื่องกลไฟฟ้าเพื่อป้องกันเครื่องกลไฟฟ้าเสียหาย
13) มีฟังก์ชันป้องกันแรงบิดเกิน (ที่ 4.2 Nm) ถ้าแรงบิดเกินจะทำงานแบบ FREE-RUN สำหรับป้องกันชุด CONTROL BRAKE UNIT เสียหาย
14) มีฟังก์ชันป้องกันอุณหภูมิเกิน ถ้าอุณหภูมิเกิน จะทำงานแบบ FREE-RUN
15) มีฟังก์ชันป้องกันการต่อเซนเซอร์อุณหภูมิ ถ้าไม่ต่อเซนเซอร์อุณหภูมิกับเครื่องกลไฟฟ้าจะทำงานแบบ FREE-RUN
16) มีปุ่มปรับค่าความเร็วรอบและแรงบิดแบบต่อเนื่อง
17) มีแอลอีดีแสดงสภาวะการทำงานของชุดควบคุมดังนี้ Alarm, ready, Torque limit, Servo stop, O/P complete และ Brake operate
18) ขั้วต่อจ่ายไฟแบบสามเฟสให้กับเซอร์โวมอเตอร์
19) จุดต่อรับค่าเอนโค้ดเดอร์ (Encoder)
20) มีจุดต่อเอาท์พุทค่าความเร็วรอบและแรงบิด 0-5 VDC แบบ safety Socket ขนาด 4 มิลลิเมตร
21) สวิตช์ปิดเปิดเครื่องพร้อมฟิวส์แบบอัตโนมัติขนาด 6 แอมป์
22) มีปุ่มรีเซตค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับเครื่องควบคุม
23) การแสดงผลความเร็วรอบและแรงบิดแบบ 4 digit
24) ลักษณะแผงออกแบบใช้งานกับเฟรมความสูงมาตรฐาน A4
25) ใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220VAC 50Hz

1.1.2.1.2. โหลดเบรกเป็นแบบเซอร์โวมอเตอร์หรือดีกว่า มีรายละเอียดดังนี้

1) มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 3,500 รอบ/นาที
2) ขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 กิโลวัตต์
3) มีแรงบิดไม่น้อยกว่า 4 นิวตันเมตร

4) ติดตั้งเอนโคดเดอร์หรืออุปกรณ์อื่นที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า สำหรับวัดความเร็วรอบของมอเตอร์

5) อุปกรณ์ครอบส่วนหมุนของมอเตอร์ เพื่อป้องกันอันตรายขณะทดลอง

1.1.2.2. ชุดเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1.1.2.2.1. เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง (DC Multifunction machine) สามารถทำงานเป็น Motor และ Generator แบบ Shunt, Series และ Compound จำนวน 1 ตัว หรือมากกว่า

1) ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 V
2) อัตราการกินกระแสไม่เกิน 3 A
3) มีกำลังไฟฟ้า 300 W หรือมากกว่า
4) แรงดันกระตุ้น 200 V หรือมากกว่า
5) กระแสกระตุ้น 0.5 A หรือดีกว่า
6) ความเร็วรอบ 2000 รอบ/นาที หรือมากกว่า
7) อุปกรณ์ครอบส่วนหมุนของมอเตอร์ เพื่อป้องกันอันตรายขณะทดลอง

1.1.2.2.2. เครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ชนิด Capacitor Motor จำนวน 1 ตัว หรือมากกว่า

1) มีพิกัดกำลังไฟฟ้า 300 วัตต์
2) ความเร็วรอบ 1,400 รอบ/นาที
3) สามารถใช้ทดลองกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ 220 โวลต์

1.1.2.2.3. เครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 3 เฟส ชนิดขดลวดเหนี่ยวนำ (Induction Motor) จำนวน 1 ตัว หรือมากกว่า

1) เป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสแบบ Squirrel-cage rotor
2) มีพิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 300 วัตต์
3) ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 1,300 รอบ/นาที
4) เพาเวอร์แฟคเตอร์, Cosϕ 0.72 หรือดีกว่า
5) สามารถใช้ทดลองกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อต่อแบบสตาร์ (Y)
6) สามารถใช้ทดลองกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อต่อแบบเดลต้า (Δ)

1.1.2.2.4. เครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ชนิดมัลติฟังก์ชั่น จำนวน 1 ตัวหรือมากกว่า

1) เป็นเครื่องกลไฟฟ้าสามเฟสที่สามารถต่อทดลองให้เครื่องกลไฟฟ้ามีลักษณะเป็น
2) สลิปริงมอเตอร์, ซิงโครนัสมอเตอร์หรือซิงโครนัสเจนเนอเรเตอร์ได้
3) มีพิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 250 วัตต์
4) ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 1,300 รอบ/นาที

1.1.2.3 ชุดอุปกรณ์ทดลองที่ใช้ร่วมกับเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1.1.2.3.1 แผงสตาร์ทเตอร์ จำนวน 1 แผง

1) เป็นตัวต้านทานสำหรับสตาร์ตมอเตอร์ไฟตรง
2) มีลักษณะเป็นไวร์วาวนด์รีโอสตัต
3) ค่าความต้านทานไม่เกิน 50 โอห์ม ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมกับมอเตอร์
4) ทนกระแสได้ 2 แอมแปร์

1.1.2.3.2 แผงฟิลด์เรกูเลเตอร์สำหรับมอเตอร์ จำนวน 1 แผง

1) เป็นตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ใช้ประกอบกับดีซีซันต์และคอมปาวด์มอเตอร์
2) มีลักษณะเป็นไวร์วาวนด์รีโอสตัต
3) ค่าความต้านทานสูงสุดไม่น้อยกว่า 820 โอห์ม ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมกับมอเตอร์
4) ทนกระแสได้ 0.3 แอมแปร์

1.1.2.3.3 แผงฟิลด์เรกูเลเตอร์สำหรับเจนเนอเรเตอร์ จำนวน 1 แผง

1) เป็นตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ใช้ประกอบกับดีซีซันต์และคอมปาวด์เจนเนอเรเตอร์มอเตอร์
2) มีลักษณะเป็นไวร์วาวนด์รีโอสตัต
3) ค่าความต้านทานสูงสุดไม่น้อยกว่า 820 โอห์ม ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมกับ
4) เจนเนอเรเตอร์มอเตอร์
5) ทนกระแสได้ 0.3 แอมแปร์

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

1.1.2.3.4 แผงโหลดหลอดไฟ (Lamp Load) จำนวน 1 แผง

1) เป็นโหลดหลอดไฟขนาด 100 W จำนวน 3 ดวง

2) มีสวิทซ์สำหรับ ON-OFF หลอดไฟแต่ละดวง

3) สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 200 V ได้

1.1.2.3.5 แผงแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จำนวน 1 แผง

1) แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบรักษาระดับแรงดันสามารถจ่ายไฟกระแสตรง 0-220 V ปรับค่าได้ หรือมากกว่า

2) สามารถจ่ายกระแสแบบปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 6 A พร้อมวงจรป้องกันการลัดวงจร

3) มีมิเตอร์วัดแสดงแรงดันและกระแสไฟฟ้า

4) มี LED แสดงการทำงานของวงจรจำกัดกระแส

5) มีแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบคงที่ขนาด 200 V หรือมากกว่า

1.1.2.4 ชุดอุปกรณ์ทดลองที่ใช้ร่วมกับเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1.1.2.4.1 แผงโหลดเหนี่ยวนำ (Inductive Load) จำนวน 1 แผง

1) เป็นโหลดตัวเหนี่ยวนำชนิดปรับค่าได้ 3 ตัว พร้อมฟิวส์

2) สามารถต่อแบบสตาร์และเดลต้าได้

1.1.2.4.2 แผงโหลดคาปาซิตีฟ (Capacitive Load) จำนวน 1 แผง

1) เป็นโหลดตัวคาปาซิตีฟชนิดปรับค่าได้ 3 ตัว พร้อมฟิวส์

2) สามารถต่อแบบสตาร์และเดลต้าได้

1.1.2.4.3 แผง Parallel Board จำนวน 1 แผง

1) ใช้สำหรับแสดงความพร้อมที่จะทำการขนานหรือ Synchronism ระหว่างเครื่องกำเนิดทั้งสองเครื่อง หรือเครื่องกำเนิดกับระบบไฟฟ้าหลัก

2) Synchronism Lamp ใช้กับระบบไฟฟ้า 380 VAC 1 ชุด

3) Dual frequency Meter 1 ชุด

4) Dual Volts Meter 1 ชุด

1.1.2.5 โต๊ะทดลองพร้อมคอนโซล จำนวน 1 ตัว ประกอบด้วย

1.1.2.5.1 เป็นโต๊ะทดลองทางไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า (WxHxD) 1500 x 800 x 800 มม.

1.1.2.5.2 พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิลเคลือบด้วยเมลามีนตัวพื้นมีขนาดความหนา 28 มม. ปิดขอบโต๊ะโดยรอบด้วย PVC หนา 2 มม. พร้อมปรับระดับความสูงได้ 20 มม.

1.1.2.5.3 มี CONSOLE ติดตั้งระบบไฟฟ้าขนาด (WxHxD) 1500 มม.x216 มม.x220 มม.ทำจากไม้ปาติเกิ้ลเคลือบผิวด้วยเมลามีน มีความหนารวม 19 มม. ปิดขอบโดยรอบด้วย PVC หนา 2 มม. มีตะแกรงช่องลมระบายอากาศ 2 ช่อง

1.1.2.5.4 แผงโมดูลอุปกรณ์ไฟฟ้าทำจากแผ่นแบกกาไลท์หนา 5 มม พิมพ์สัญลักษณ์ด้วยการซิลสกรีน

1.1.2.5.5 ใช้กับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส 220/380V 50 Hz หรือมากกว่า

1.1.2.5.6 มีแผง RCCB หรือ ELCB 4 Pole 20 A IF 30 mA แบบติดบนรางมีหลอดไฟสัญญาณขนาด 16 มม. แสดงสถานะ พร้อม Safety Socket 4 มม. L1, L2, L3, N, PE พร้อม Emergency Stop แบบล๊อคได้ จำนวน 1 ชุด

1.1.2.5.7 อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินและลัดวงจรแหล่งจ่ายสามารถทนกระแสลัดวงจร จำนวน 1 ชุด

1.1.2.5.8 มีแผงจ่ายไฟ Universal Outlet แบบ 2P+PE 220 โวลท์ ใช้กับกระแสไฟฟ้า 16 แอมป์ จำนวน 1 แผง

1.1.2.5.9 มีสายไฟขนาด 5x1.5 มม. 2 ยาว 5 เมตร พร้อม Power Plug จำนวน 1 ชุด

1.1.2.7 อุปกรณ์ประกอบห้องปฏิบัติการ จำนวน 1 ชุด

1.1.2.7.1 เฟรมสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ทดลองขนาด 2 ช่องใช้งาน จำนวน 1 ชุด หรือ ดีกว่า

1) สำหรับติดตั้งแผงทดลองแบบ Panel ขนาด A 4
2) ตัวแผงเฟรมทำด้วยอลูมิเนียมโปรไฟล์
3) ขาตั้งทำด้วยเหล็กพ่นสี หรือดีกว่า

1.1.2.7.2 สายต่อทดลองหัวเสียบนิรภัย จำนวน 1 ชุด

1) มีจำนวนไม่น้อยกว่า 30 เส้น
2) หัวเสียบขนาดมาตรฐาน 4 ม.ม.

1.2. ชุดฝึกเพาว์เวอร์แฟคเตอร์จำนวน 2 ชุดมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 รายละเอียดทั่วไป

1.2.1.1 ออกแบบสำหรับการศึกษาโดยเฉพาะ ลักษณะชุดฝึกแบบแผงฝึกปฏิบัติ (PANEL SYSTEM)

1.2.1.2 แผงฝึกทำจากแผ่นแบกกาไลท์หนาไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร มีสัญลักษณ์แสดงชัดเจน

1.2.1.3 ตัวควบคุมการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์เป็นผลิตภัณฑ์ทำจากประเทศยุโรป

1.2.1.4 จุดต่อแบบขั้วต่อนิรภัย (SAFETY SOCKET) เส้นผ่านศูนย์กลางขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร

1.2.1.5 งานกับระบบไฟฟ้า 380VAC 50Hz

1.2.2 รายละเอียดทางเทคนิค

1.2.2.1 โต๊ะทดลอง ขนาดไม่น้อยกว่า 1,500 x 800 x 800 มิลลิเมตร (WxHxD) พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิลเคลือบด้วยเมลามีน หนาไม่น้อยกว่า 28 มิลลิเมตร ปิดขอบโต๊ะด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ขาโต๊ะทำจากเหล็ก พ่นสีฝุ่นอุตสาหกรรม ผ่าน การอบความร้อน

1.2.2.2 ตัวควบคุมการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์ จำนวน 1 แผง มีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.2.1 ขดลวดกระแสใช้กับ C.T./5A ขดลวดแรงดัน ใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 380/220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์

1.2.2.2.2 สามารถติดตั้งโหมดการทำงานได้ทั้ง AUTO และ MANUAL ในโหมด MANUAL สามารถ OPERATE ได้ที่ตัวเครื่องและสั่งทำงานได้ด้วยสวิทช์ปุ่มกดภายนอกตามจำนวน STEP ของ CAP BANK โดยผ่านคอนแทกเตอร์ทั้ง 2 โหมด

1.2.2.2.3 มีจำนวน OUTPUT 6 STEP แสดงผลของ OUTPUT STEP ด้วยจอ LED

1.2.2.2.4 แสดงการตั้งค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ด้วยระบบตัวเลข

1.2.2.2.5 แสดงการตั้งค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ได้ทั้ง CAPACITIVE และ INDUCTIVE ขนาด 0.7-1-0.7

1.2.2.2.6 มีลำดับการสั่งเข้าของ OUTPUT 2 แบบ เช่น 1:1:1:1:1:1 LINEAR และ 1:1:1:1:1:1 CIRCULAR

1.2.2.3 เพาเวอร์แฟคเตอร์มิเตอร์ชนิดเข็มชี้ จำนวน 1 แผง มีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.3.1 ใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 380/220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์

1.2.2.3.2 เป็นมิเตอร์แบบติดแผงมีขนาดไม่น้อยกว่า 96 x 96 มิลลิเมตร

1.2.2.3.3 มีสเกลแสดงค่าได้ทั้ง CAPACITIVE และ INDUCTIVE POWER FACTOR

1.2.2.3.4 แผงมีขนาดไม่น้อยกว่า (WxH) 200x298 มิลลิเมตร

1.2.2.4 แอมมิเตอร์ จำนวน 3 แผง แต่ละตัวมีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.4.1 มิเตอร์วัดกระแสแบบติดแผง ขนาดไม่น้อยกว่า 96 x 96 มิลลิเมตร

1.2.2.4.2 มี CLASS 1.5

1.2.2.4.3 แผงมีขนาดไม่น้อยกว่า (WxH) 200x298 มิลลิเมตร

1.2.2.5 โวลท์มิเตอร์ จำนวน 3 แผง แต่ละตัวมีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.5.1 มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าแบบติดแผง ขนาดไม่น้อยกว่า 96 x 96 มิลลิเมตร

1.2.2.5.2 มี CLASS 1.5

1.2.2.5.3 สามารถวัดแรงดันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 500 โวลต์

1.2.2.5.4 แผงมีขนาดไม่น้อยกว่า (WxH) 200x298 มิลลิเมตร

1.2.2.6 ชุดโหลดชนิด RESISTIVE จำนวน 3 แผง มีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.6.1 ใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส และ 1 เฟส สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 400 โวลต์ มีกำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 200 วัตต์ จำนวน 4 ค่า พร้อมอุปกรณ์ป้องกันโดยใช้ SELECTOR เลือกค่า

1.2.2.6.2 แผงมีขนาดไม่น้อยกว่า (WxH) 200x298 มิลลิเมตร

1.2.2.7 ชุดโหลดชนิด CAPACITIVE จำนวน 3 แผง มีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.7.1 ใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส และ 1 เฟส สามารถทนแรงดันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 400 โวลต์ จำนวน 4 ค่า พร้อมอุปกรณ์ป้องกันโดยใช้ SELECTOR เลือกค่า

1.2.2.7.2 แผงมีขนาดไม่น้อยกว่า (WxH) 200x298 มิลลิเมตร

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

1.2.2.8 ชุดโหลดชนิด INDUCTIVE จำนวน 3 แผง มีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.8.1 ใช้กับระบบไฟฟ้า 3 เฟส และ 1 เฟส สามารถทนแรงดันสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 400 โวลต์ จำนวน 4 ค่า พร้อมอุปกรณ์ป้องกันโดยใช้ SELECTOR เลือกค่า

1.2.2.8.2 แผงมีขนาดไม่น้อยกว่า (WxH) 200x298 มิลลิเมตร

1.2.2.9 ชุด CAPACITOR BANK จำนวน 1 แผง มีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.9.1 สามารถต่อรวมกับแผงตัวควบคุมการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์ได้

1.2.2.9.2 CAPACITOR BANK 6 STEP

1.2.2.9.3 มีสวิทช์ RESET

1.2.2.9.4 แผงมีขนาดไม่น้อยกว่า (WxH) 200x298 มิลลิเมตร

1.2.2.10 3 เฟส วัตต์มิเตอร์ จำนวน 1 แผง มีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.10.1 เป็นมิเตอร์แบบติดแผง ขนาดไม่น้อยกว่า 96 x 96 มิลลิเมตร

1.2.2.10.2 มี CLASS 1.5

1.2.2.10.3 สามารถวัดค่ากำลังวัตต์ของระบบได้เหมาะสม

1.2.2.10.4 แผงมีขนาดไม่น้อยกว่า (WxH) 200x298 มิลลิเมตร

1.2.2.11 ชุดโหลดหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ จำนวน 1 แผง มีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.11.1 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ขนาดไม่น้อยกว่า 11 วัตต์ จำนวน 3 หลอด ต่อแบบสตาร์อย่างถาวร

1.2.2.11.2 แผงมีขนาดไม่น้อยกว่า (WxH) 300x298 มิลลิเมตร

1.2.2.12 ชุดเต้ารับ 1 เฟส SOCKET OUTLET จำนวน 1 แผง มีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.12.1 ชุดเต้ารับชนิด 2P+E จำนวน 3 ชุด

1.2.2.12.2 อุปกรณ์ตัดตอน 1P จำนวน 3 ชุด

1.2.2.12.3 แผงมีขนาดไม่น้อยกว่า (WxH) 200x298 มิลลิเมตร

1.2.2.13 ชุดเต้ารับ 3 เฟส SOCKET OUTLET จำนวน 1 แผง มีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.13.1 ชุดเต้ารับชนิด 3P+N+E มีขนาดพิกัด 380V, 16A

1.2.2.13.2 อุปกรณ์ตัดตอน 3P จำนวน 1 ชุด

1.2.2.13.3 แผงมีขนาดไม่น้อยกว่า (WxH) 200x298 มิลลิเมตร

1.2.2.14 ชุดโหลดมอเตอร์ INDUCTION MOTOR 3 เฟส จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.14.1 มีขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้า 220/380V และขนาดพิกัดกำลัง ไม่น้อยกว่า 0.5 แรงม้า

1.2.2.14.2 มีขั้วต่อไปยังแผงหน้าปัทม์

1.2.2.15 ชุด POWER SUPPLY จำนวน 1 แผง มีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.15.1 มีสวิทช์ตัดตอนอัตโนมัติพร้อมชุดป้องกันไฟรั่ว

1.2.2.15.2 มีหลอดสัญญาณแสดงการทำงาน

1.2.2.15.3 สายต่อเข้าชุดฝึกใช้ชุดเต้ารับชนิด 4P+1E

1.2.2.15.4 มี EMERGENCY SWITCH จำนวน 1 ตัว

1.2.2.15.5 ชุดต่อไฟฟ้าระบบ 3 เฟส 4 สาย แบบ SAFETY SOCKET

1.2.2.16 ชุดสายทดลอง SAFETY CONNECTING CABLE จำนวน 90 เส้น มีรายละเอียด ดังนี้

1.2.2.16.1 สายทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 1 sqmm.

1.2.2.16.2 มีความยาวสายไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตร

1.2.2.16.3 ขั้วเสียบสายทดลองเป็นแบบนิรภัย 2 ชั้น

1.2.2.17 เฟรม 2 ชั้น EXPERIMENTAL FRAME จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.17.1 เป็นเฟรมอลูมิเนียมหรือดีกว่า สำหรับใส่แผงทดลอง

1.2.2.17.2 มีจำนวนชั้นสำหรับใส่แผงทำลองจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชั้น

1.2.2.17.3 มีขนาดไม่น้อยกว่า (WxH) 1,450x730 มิลลิเมตร

1.2.2.18.1 รายละเอียดอื่น ๆ

1) มีกระเป๋าใส่เครื่อง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น
2) มี Test Lead, Type K Probe, batteries จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
3) คู่มือการใช้งาน จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เล่ม

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

1.2.3 รายละเอียดอื่น ๆ

1.2.3.1 มีเอกสารประกอบการทดลองของผู้สอนและผู้เรียนและแผ่นดีวีดี(PDF Manual) จำนวน 1 ชุด

1.2.3.2 มีผ้าคลุมชุดฝึกทำจากผ้าร่มอย่างดี จำนวน 1 ชุด

1.2.3.3 บริษัทผู้เสนอราคาต้องให้บริการหลังการขาย ให้การอบรมการใช้งานชุดฝึก/ทดลอง พร้อมให้คำปรึกษาด้านการใช้งาน และแก้ปัญหาชุดฝึก/ชุดทดลอง เป็นเวลา 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

1.2.3.4 มีการรับประกันคุณภาพพร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่ 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

1.3 ชุดทดลองระบบควบคุมมอเตอร์ยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 รายละเอียดทั่วไป

ชุดฝึกออกแบบเพื่อการศึกษาโดยเฉพาะ เป็นชุดฝึกปฏิบัติการเพื่อการเรียนรู้ระบบขับเคลื่อนที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า เป็นระบบเทคโนโลยีที่มีใช้ในปัจจุบัน ใช้กล่องควบคุมระบบขับเคลื่อนยานยนต์จริงในการควบคุมระบบ ติดตั้งอุปกรณ์บนแผงแบกกาไลท์ ขนาด W100xH70 cm. ชุดฝึกใช้งานกับระบบไฟฟ้า 220VAC, 50Hz ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO9001

1.3.2 รายละเอียดทางเทคนิค

1.3.2.1 เป็นชุดทดลองที่ออกแบบมาเพื่อการศึกษาเกี่ยวระบบการทำงานของยานยนต์ไฟฟ้าที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันโดยเฉพาะ

1.3.2.2 โครงทำจากโลหะพ่นหรือเคลือบสีเพื่อป้องกันการเกิดสนิม

1.3.2.3 โครงขาโต๊ะ เป็นโลหะมั่นคงแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักชุดทดลองได้เป็นอย่างดี

1.3.2.4 มีล้อ 4 ล้อ สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวกและล็อกล้อได้ไม่น้อยกว่า 2 ล้อ

1.3.2.5 ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ และสามารถทำงานได้เสมือนยานยนต์ไฟฟ้าจริง

1.3.2.6 แผงทดลองแนวตั้งมีสัญลักษณ์ต่างๆ ใช้วิธีการทำสัญลักษณ์บนพื้นผิวแผงทดลอง

1.3.2.7 ชุดทดลองมีขนาด (กว้างxสูงxลึก) ไม่น้อยกว่า 1000 x 1590 x 590 มิลลิเมตร

1.3.2.8 ชุดทดลองมีเนื้อหาการเรียนรู้ไม่น้อยกว่านี้

1.3.2.8.1 แบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.8.2 การประจุไฟในยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.8.3 อุปกรณ์การวัดในยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.8.4 DC to DC Converter

1.3.2.8.5 การควบคุมมอเตอร์แบบ High Voltage

1.3.2.8.6 อุปกรณ์ป้องกัน

1.3.2.9 ชุดทดลองสามารถรองรับการเรียนรู้ได้ไม่น้อยกว่านี้

1.3.2.9.1 การวัดค่าความต้านทานของมอเตอร์ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.9.2 การวัดความจุของแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.9.3 การวัดแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.9.4 กราฟการใช้กำลังไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.9.5 การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

1.3.2.9.6 การทดลองการจ่ายไฟฟ้าของแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.9.7 การทดลองอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์แรงดันสูงในยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.9.8 การทดลองอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์แรงดันสูงในยานยนต์ไฟฟ้าพร้อมการวัดค่าต่างๆ

1.3.2.9.9 การทดลองอุปกรณ์การวัดและแสดงผลในยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.9.10 การถอดประกอบเซลล์แบตเตอรี่และการวัดค่า

1.3.2.9.11 การทดลองการปรับแต่งแรงดันการประจุไฟ

1.3.2.9.12 การวัดค่าสัญญาณจากคันเกียร์ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.9.13 การวัดค่าสัญญาณจากคันเร่งในยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.9.14 การวัดค่าสัญญาณอุปกรณ์ควบคุมความเร็วในยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.9.15 การทำงานของ Key Switch ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.9.16 วงจรการแปลงไฟ DC to DC ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.10 ชุดทดลองสามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ พร้อมระบบป้องกัน

1.3.2.11 ชุดแบตเตอรี่ มีรายละเอียดไม่ได้น้อยกว่านี้

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

1.3.2.12 เป็นแบตเตอรี่ชนิด LiFePO4 (Lithium iron phosphate) หรือชนิด LTO (Lithium titanium oxide) หรือดีกว่า

1.3.2.13 เซลล์แบตเตอรี่ แรงดันไม่น้อยกว่า 3 โวลต์ และกระแสไม่น้อยกว่า 8 แอมป์ จำนวน 16 เซลล์ หรือมากกว่า

1.3.2.14 ฝาครอบชุดแบตเตอรี่ทำจากวัสดุโปร่งใสสามมารถมองเห็นส่วนประกอบภายในได้เป็นอย่างดี

1.3.2.15 มีชุดประจุไฟแรงดันไม่น้อยกว่า 48 โวลต์ หรือดีกว่า

1.3.2.16 ชุดประจุไฟมีฟังก์ชั่นการเรียนรู้การประจุไฟอัตโนมัติหรือดีกว่า

1.3.2.17 มีหลอดไฟแสดงสถานการณ์ทำงาน หรือดีกว่า

1.3.2.18 สามารถประจุไฟให้กับแบตเตอรี่ของชุดทดลองได้

1.3.2.19 มีคันเร่งของยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.20 มีคันเกียร์ของยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.21 มีอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้า

1.3.2.22 มีตัวแสดงผลของยานยนต์ไฟฟ้า

1.3.2.23 มี Key switch

1.3.3 รายละเอียดอื่น ๆ

1.3.3.1 มีสายสำหรับต่อทดลองเพียงพอต่อการใช้งาน

1.3.3.2 มีเอกสารประกอบการทดลองภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 2 ชุด

1.3.3.3 มีผ้าคลุมชุดทดลองจำนวน 1 ผืน

1.3.3.4 รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี

1.3.3.5 ชุดทดลองดังกล่าวเป็นสินค้าที่ผลิตในประเทศไทย

1.4 ชุดทดลองระบบจัดการแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้รายละเอียดทั่วไป

ชุดฝึกออกแบบเพื่อการศึกษาโดยเฉพาะ เป็นชุดฝึกปฏิบัติการเพื่อการเรียนรู้ระบบจัดการแบตเตอรี่ที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า เป็นระบบเทคโนโลยีที่มีใช้ในปัจจุบัน ใช้กล่องควบคุมระบบจัดการแบตเตอรี่จริง

ในการควบคุมระบบจัดการแบตเตอรี่ ติดตั้งอุปกรณ์บนแผงแบกกาไลท์ ขนาด W100xH70 cm. ชุดฝึกใช้งานกับระบบไฟฟ้า 220VAC, 50Hz ผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO9001

1.4.2 รายละเอียดทางเทคนิค

1.4.2.1 เป็นชุดทดลองประกอบด้วยระบบจัดการแบตเตอรี่ที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าชุดแบตเตอรี่มีจำนวนไม่น้อยกว่า 14 เซลล์

1.4.2.2 เป็นแบตเตอรี่ชนิด LiFePO4 (Lithium iron phosphate) หรือชนิด LTO (Lithium titanium oxide) หรือดีกว่า

1.4.2.3 ฝาครอบชุดแบตเตอรี่ทำจากวัสดุโปร่งใสสามมารถมองเห็นส่วนประกอบภายในได้เป็นอย่างดี

1.4.2.4 ออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถทดลองเชื่อมต่อได้ โดยมีอุปกรณ์ป้องกันเพื่อความปลอดภัย

1.4.2.5 มีสวิตซ์หยุดการทำงานฉุกเฉิน เมื่อเกิดความผิดพลาดในการทดลอง

1.4.2.6 มีชุดประจุไฟแรงดันไม่น้อยกว่า 46 โวลต์ หรือดีกว่า

1.4.2.7 ชุดประจุไฟมีฟังก์ชั่นการเรียนรู้การประจุไฟอัตโนมัติ หรือดีกว่า

1.4.2.8 มีหน้าจอแสดงผลขณะทำการประจุไฟ

1.4.2.9 สามารถประจุไฟให้กับแบตเตอรี่ของชุดทดลองได้

1.4.2.10 มีเซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่แบตเตอรี่ หรือดีกว่า

1.4.2.11 มีอุปกรณ์ในการจัดการแบตเตอรี่แบบ BMS หรือดีกว่า

1.4.2.12 อุปกรณ์ควบคุมการประจุไฟ มีแรงดันไม่น้อยกว่า 40 โวลต์ และกระแสไม่น้อยกว่า 20 แอมป์

1.4.2.13 มีระบบควบคุมการประจุและการปล่อยประจุ หรือดีกว่า

1.4.2.14 มีอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าแรงดันสูง หรือดีกว่า

1.4.2.15 ชุดประจุไฟมีฟังก์ชั่นการเรียนรู้การประจุไฟอัตโนมัติ หรือดีกว่า

1.4.2.16 มีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหรือกระแสสลับแบบไร้แปลงถ่าน หรือดีกว่า

1.4.2.17 มอเตอร์ไฟฟ้ามีแรงดันสูงสุดไม่น้อยกว่า 42 โวลต์ กำลังไม่น้อยกว่า 380 วัตต์ ความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 2,000 รอบต่อนาที หรือดีกว่า

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 มี.ค. 2565

1.4.2.18 มีแป้นคันเร่งสำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า หรือดีกว่า

1.4.2.19 มีสวิตซ์กุญแจสำหรับเปิดการทำงาน หรือดีกว่า

1.4.2.20 พื้นของโต๊ะทดลองทำจากวัสดุที่เป็นฉนวนทางไฟฟ้าเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน

1.4.2.21 ชุดทดลองสามารถใช้กับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ พร้อมระบบป้องกัน หรือดีกว่า

1.4.2.22 มีหน้าจอแสดงค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้า ขนาดจอไม่น้อยกว่า 10นิ้ว หรือดีกว่า

1.4.2.23 มีจุดต่อหรือเทอร์มินอลสำหรับใช้ในการวัดหรือทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ หรือดีกว่า

1.4.2.24 มีชุดจำลองข้อบกพร่องการทำงานของระบบ แบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตั้งค่าได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 10 สถานการณ์

1.4.2.25 ชุดฝึกทดลองมีโครงสร้างมีรายละเอียดดังนี้

1.4.2.25.1 โครงทำจากโลหะพ่นหรือเคลือบสีเพื่อป้องกันการเกิดสนิม

1.4.2.25.2 โครงขาโต๊ะเป็นแบบ 4 ขา เป็นโลหะมั่นคงแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักชุดทดลองได้เป็นอย่างดี

1.4.2.25.3 มีล้อ 4 ล้อ สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวกและล็อกล้อได้ไม่น้อยกว่า 2 ล้อ หรือดีกว่า

1.4.2.25.4 ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ และสามารถทำงานได้เสมือนจริง

1.4.2.25.5 แผงทดลองแนวตั้ง มีสัญลักษณ์ต่างๆ ใช้วิธีการทำสัญลักษณ์บนพื้นผิวแผงทดลอง

1.4.2.25.6 ชุดทดลองมีขนาด (กว้างxสูงxลึก) ไม่น้อยกว่า 1000 x1590 x 590 มิลลิเมตร

1.4.2.25.7 ชุดซอฟต์แวร์ E-Learning ทางด้านยานยนต์ไฮบริดจ์และยานยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี

(1) เป็นระบบการเรียนการสอนแบบโครงข่ายเทคโนโลยียานยนต์ เป็นสื่อการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตสามารถเข้าถึงหน่วยการเรียนการสอนได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ผู้สอนสามารถจัดทำหลักสูตร และจัดทำแบบฝึกหัด ที่เหมาะสมกับรายวิชาได้

(2) มีการประเมินและติดตามผลการศึกษาของผู้เรียนผ่านระบบ ชุดคอร์สแวร์มีเนื้อหาคลอบคลุมรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยียานยนต์

ไฮบริดจ์, ทฤษฎีพื้นฐานด้านฟิสิกส์, การใช้งานเครื่องมือ, ทฤษฎีพื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้ายานยนต์, ระบบเครือข่ายและการส่งข้อมูล รวมถึงระบบการจำลองงานซ่อมบำรุง โดยผู้เรียนสามารถเลือกใช้เครื่องมือในการซ่อมบำรุงได้อย่างอิสระ

(3) หน่วยการเรียนรู้ทั่วไปประกอบด้วยหัวข้อการเรียนรู้ไม่น้อยกว่า 5 หัวข้อ ประกอบด้วย

- การใช้งานเครื่องมือพื้นฐาน
- การซ่อมบำรุง
- ทฤษฎีพื้นฐานด้านฟิสิกส์
- พัฒนาการเชิงอนุรักษ์
- สิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย

(4) หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยียานยนต์ ไม่น้อยกว่า 6 หัวข้อ ประกอบด้วย

- ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องยนต์
- ทฤษฎีการส่งกำลัง
- ทฤษฎีระบบระบายความร้อน
- ทฤษฎีระบบการหล่อลื่นงานเครื่องกล
- ทฤษฎีระบบควบคุมเครื่องยนต์แก๊สโซลีน
- ทฤษฎีระบบควบคุมเครื่องยนต์ดีเซล

(5) หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีช่วงล่างรถยนต์ ไม่น้อยกว่า 3 หัวข้อ ประกอบด้วย

- ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับล้อและยาง
- ทฤษฎีระบบเบรกรถยนต์
- ทฤษฎีระบบรองรับน้ำหนักและระบบกันสะเทือน

(6) หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในรถยนต์ ไม่น้อยกว่า 3 หัวข้อประกอบด้วย

- ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโยลียานยนต์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยภายในรถยนต์
- ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบส่องสว่างและไฟสัญญาณในรถยนต์

(7) หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้ายานยนต์ ไม่น้อยกว่า 4 หัวข้อประกอบด้วย

- ความรู้พื้นฐานเกี่ยวทฤษฎีวิศวกรรมไฟฟ้า
- ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบสตาร์ทและระบบชาร์จไฟในรถยนต์
- ความรู้พื้นฐานเกี่ยวทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์
- ระบบเครือข่ายและการส่งข้อมูล

(8) หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับทฤษฎีขับเคลื่อนยานยนต์ด้วยระบบไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 8 หัวข้อประกอบด้วย

- ความรู้พื้นฐานเรื่องทฤษฎีขับเคลื่อนยานยนต์ด้วยระบบไฟฟ้า
- ส่วนประกอบและการทำงานของระบบไฮบริด
- รูปแบบการทำงานระบบไฮบริด
- อุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบไฮบริด
- ส่วนประกอบและการทำงานขอมมอเตอร์ไฟฟ้า
- ระบบการชาร์จแบตเตอรี่ระบบไฮบริด
- ระบบความปลอดภัยเทคโนโลยีไฮบริด
- การจัดการระบบแบตเตอรี่

1.4.2.26 ชุดทดลองสามารถรองรับการเรียนรู้ได้ไม่น้อยกว่านี้

1.4.2.26.1 การวัดค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.4.2.26.2 การวัดความจุของแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.4.2.26.3 กราฟการจ่ายพลังงานไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.4.2.26.4 การวิเคราะห์การจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

1.4.2.26.5 การจ่ายพลังงานของแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.4.2.26.6 การจ่ายไฟฟ้าคงที่ของแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.4.2.26.7 การตั้งค่าระบบจัดการแบตเตอรี่ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.4.2.26.8 การวัดแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.4.2.26.9 การวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.4.2.26.10 การตั้งค่าอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.4.2.26.11 การวัดคลื่นการทำงานของมอเตอร์ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.4.2.26.12 การวัดแบบไดนามิกและแบบคงที่ของคันเร่งในยานยนต์ไฟฟ้า

1.4.2.26.13 การประจุไฟแบบแรงดันคงที่ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.4.2.26.14 การประจุไฟแบบกระแสคงที่ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.4.2.26.15 การประจุไฟแบบแรงดันคงและกระแสคงที่ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.4.3 รายละเอียดอื่น ๆ

1.4.3.1 มีเอกสารประกอบการทดลองภาษาไทยพร้อมไฟล์ PDF จำนวน 1 ชุด

1.4.3.2 มีผ้าคลุมชุดทดลองจำนวน 1 ผืน

1.4.3.3 รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี

1.4.3.4 ชุดทดลองดังกล่าวเป็นสินค้าที่ผลิตในประเทศไทย

1.5 ชุดปฏิบัติการควบคุมเชิงลึกบนระบบฝังตัว จำนวน 3 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

1.5.1 คุณลักษณะทั่วไป

ชุดฝึกปฏิบัติการระบบควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์กระแสตรง สำหรับใช้ฝึกปฏิบัติการทางด้านระบบควบคุมแบบวงเปิด(Open loop control) และ ระบบควบคุมแบบวงปิด (Close loop control) ที่ใช้ตัวควบคุมแบบ PID(Proportional, Integra and Derivation) เพื่อศึกษาการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสตรง (DC motor) ผ่านบอร์ดที่สามารถเชื่อมต่อ MATLAB / Simulink

1.5.2 คุณลักษณะทางเทคนิค

1.5.3.1 มอเตอร์กระแสตรงกำลังไม่น้อยกว่า 300 W

1.5.3.2 ชุดควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์แบบ PWM

1.5.3.3 เอ็นโคดเดอร์ (Encoder) แบบโรตารี่ ขนาดไม่น้อยกว่า 200 พัลล์ ต่อ รอบ หรือดีกว่า

1.5.3.4 ชุดเชื่อมต่อ บอร์ดเชื่อมต่อ MATLAB/Simulink ขนาดอินพุทไม่น้อยกว่า 12 bit และ มีช่องสัญญาณขาออกแบบแอนาล็อค ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง ช่องสัญญาณดิจิตอลเอาพุทไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ

1.5.3.5 ชุดสร้างภาระ(Load) ที่สามารถปรับค่าได้

1.5.3.6 ฐานวางอุปกรณ์ทำจากวัสดุที่มีความแข็งแรง สามารถติดตั้งอุปกรณ์ได้มั่นคง

1.5.3.7 คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊คสำหรับใช้ร่วมกับซอฟต์แวร์แสดงผลกราฟ มีหน่วยประ มวลผลกลาง (CPU) แบบ Intel Core i5 หรือดีกว่า มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 240 GB พร้อมเครื่องพิมพ์ Injet จำนวน 1 ชุด

1.5.3 รายละเอียดอื่น ๆ

1.5.3.1 ผู้เสนอราคาต้องเสนอแคตาล็อคพร้อมรายละเอียดให้ตรงกับรายละเอียดการจัดซื้อมาพร้อมกับเอกสารการยื่นซองเพื่อให้คณะกรรมการใช้ประกอบการพิจารณา

1.5.3.2 ผู้เสนอราคาต้องการติดตั้งพร้อมสาธิตการทำงานชุดทดลองให้กับบุคลากรจนใช้งานได้เป็นอย่างดี

1.5.3.3 ผู้เสนอราคาจะต้องมีการตรวจเช็ดซ่อมบำรุงและบริการหลังการขายตามอายุการใช้งาน

1.5.3.4 มีคู่มือการทดลองภาษาไทยและใบงาน จำนวน 1 ชุด

1.5.3.5 ผู้ขายจะต้องส่งมอบงานในพื้นที่ที่ผู้ว่าจ้างกำหนด

1.5.3.6 รับประกัน การชำรุดเสียหาย ไม่น้อยกว่า 1 ปี

1.6 ชุดทดลองมอเตอร์แบบผ่าโครงสร้าง จำนวน 1 ชุดมีรายละเอียดดังนี้

1.6.1. รายละเอียดทั่วไป

เป็นการเรียนการสอนการใช้มอเตอร์ทั้ง 5 ชนิด เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในโครงสร้างและหลักการของมอเตอร์มอเตอร์ หมุนได้ 360° เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างภายในของมอเตอร์

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

และการเรียนรู้การเรียนการสอนของระบบขับเคลื่อนยานยนต์ไฟฟ้าและการฝึกอบรมการบำรุงรักษา

1.6.2. รายละเอียดทางเทคนิค

1.6.2.1 ขนาดไม่น้อยกว่า 1340mm × 550mm × 1800mm (l × w × h)

1.6.2.2 อุณหภูมิในการทำงาน: -40 ° C ~ +50 ° C;

1.6.2.3 น้ำหนักโดยประมาณ 150 กก.

1.6.2.4 มอเตอร์ประกอบด้วย

- มอเตอร์สวิทช์รีแอลแลนซ์ (Switch reluctance motor cutaway)
- ฮับมอเตอร์ (Wheel hub motor cutaway)
- อะซิงโครนัสมอเตอร์ (Asynchronous motor cutaway)
- มอเตอร์ ซิ ง โค ร นั ส ชนิด แม่เหล็ก ถาวร (Permanent magnet synchronous motor cutaway)
- มอเตอร์กระแสตรงแบบแปลงถ่าน (Brush DC motor cutaway)

1.6.2.5 วัตถุประสงค์ของการชุดทดลอง

1.6.2.5.1 เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างและหลักการของมอเตอร์สวิทช์รีแอลแลนซ์ (Switch reluctance motor cutaway)

1.6.2.5.2 เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างและหลักการของ ฮับมอเตอร์ (Wheel hub motor cutaway)

1.6.2.5.3 เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างและหลักการของมอเตอร์แบบ อะซิงโครนัส มอเตอร์ (Asynchronous motor cutaway)

1.6.2.5.4 เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างและหลักการของ มอเตอร์ ซิ ง โค ร นั ส ชนิด แม่เหล็กถาวร (Permanent magnet synchronous motor cutaway)

1.6.2.5.5 เพื่อให้เข้าใจหลักการโครงสร้างของ มอเตอร์กระแสตรงแบบแปลงถ่าน (Brush DC motor cutaway)

1.6.3 รายละเอียดอื่น ๆ

1.6.1.1 มีใบงานหรือคู่มือการใช้งานฉบับภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษที่สามารถเรียนรู้เข้าใจโครงสร้างและหลักการของมอเตอร์ในข้อ 1.6.3 ได้ จำนวน 5 ชุด

1.6.1.2 รับประกัน การชำรุดเสียหาย ไม่น้อยกว่า 1 ปี

1.6.1.3 มีการสาธิตการใช้งานให้กับผู้ใช้

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

2 ชุดปฏิบัติการจัดการพลังงานและประยุกต์ทางความร้อน จำนวน 1 ชุด

2.1 ชุดระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกจำนวน 1 ชุดมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นการเรียนรู้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และเรียนรู้การประหยัดพลังงาน ประหยัดต้นทุนในงานเกษตรกร นำไปอบแห้งผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ผลไม้ พริก สมุนไพร เมล็ดกาแฟ เป็นต้น

2.2.2 โครงสร้างมีคุณลักษณะดังนี้

2.1.2.1 รับแผ่นหลังคาโพลีคาร์บอเนต

2.1.2.2 โครงสร้างมีขนาดไม่น้อยกว่า 6x8.20 m

2.1.2.3 วัสดุหลังคาโพลีคาร์บอเนต มีคุณลักษณะดังนี้

2.1.2.3.1 เป็นแผ่นโพลีคาร์บอเนตเป็นชนิดผนังสองชั้น หรือแบบลูกฟูกมีความหนาไม่น้อยกว่า 6 ± โดยไม่มีรอยต่อในด้านความยาว และเป็นชนิดเกรด A

2.1.2.3.2 มีสีใส (clear)

2.1.2.3.3 มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 1.3 kg/m^2

2.1.2.3.4 การรส่งผ่านของแสง (Light Transmission) มีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 7

2.1.2.3.5 แผ่นโพลีคาร์บอเนตต้องสามมารถดัดโค้งได้ตามแบบระบบ อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบเรือนกระจกโดยต้องไม่เกิดการแตกหรือร้าว

2.1.2.3.6 ผิวด้านบนหรือด้านรับแสงของแผ่นต้องเคลือบสารป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) มี ความหนาไม่น้อยกว่า 30 μm

2.1.2.3.7 ปลายแผ่นโพลีคาร์บอเนตต้องอัดด้วยซิลิโคน

2.1.2.3.8 ซิลิโคนที่ใช้สำหรับยาแนว เป็นประเภทไร้กรด

2.1.2.4 ชุดอลูมิเนียมจับยึดแผ่น (Clamping) และยางรีดน้ำ มีคุณลักษณะดังนี้

2.1.2.4.1 รอยต่อของแผ่นมีชุดอลูมิเนียมประกอบไม่น้อยกว่า 3 ชั้น

2.1.2.4.2 อุปกรณ์อลูมิเนียมมีความหนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ยกเว้นฝาปิด (Top Clamping)

2.1.2.4.3 ยางรีดน้ำต้องเป็นชนิดยางบริสุทธิ์หรือดีกว่า

2.1.2.4.4 เซลล์แสงอาทิตย์และพัดลมระบายอากาศชนิดแรงดัน DC 12v ขนาด 6 in จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด

2.1.2.4.5 มีประตูให้เป็นชนิดบานเลื่อน และมีมุ้งลวดชนิดถอดทำความสะอาดได้

2.1.2.4.6 มีช่องระบายอากาศ และมีมุ้งลวดชนิดถอดทำความสะอาดได้

2.1.2.4.7 โครงสร้างเหล็ก ชั้นวางผลิตภัณฑ์ มีการชุบกันสนิม และติดตั้งล้อเลื่อนตามมาตรฐาน

2.1.2.4.8 ตะแกรงวางผลิตภัณฑ์เป็น อลูมิเนียม HDPE หรือ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ที่อบแห้ง

2.1.2.4.9 มีเครื่องวัดอุณหภูมิ และเครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์

2.1.2.5 ระบบ Gas Burner System พร้อมห้องระบบ Gas

2.1.2.5.1 หัว Gas Burner ขนาดไม่น้อยกว่า 50x50x70 cm

2.1.2.5.2 ท่อลมร้อนมีขนาดไม่น้อยกว่า 30x30x750 cm

2.1.2.5.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาดไม่น้อยกว่า 1 HP ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 1430 rpm

2.1.2.5.4 มีเบรกเกอร์ไฟฟ้า และหัวเร่งลมแรงดันแก๊ส

2.1.2.5.5 มีชุดตัดแก๊สอัตโนมัติ โซลนอยวาวล์ Air 1 Mpa. ใช้กับแรงดัน 220V 50 Hz ได้

2.1.2.5.6 มีชุดกล่องควบคุมการจุดแก๊ส

2.1.2.5.7 มีระบบควบคุมอุณภูมิอัตโนมัติ

2.1.2.5.8 มีท่อลมร้อน และห้องระบบแก๊ส

2.1.2.6 การเดินระบบไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าของสถานที่เดิมไปยังโรงเรือนอบแห้ง ให้เป็นไปตาม มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 (มาตรฐาน ว.ส.ท. ;EIT Standard 2001-56)

2.1.2.7 อุปกรณ์ประกอบที่ใช้สำหรับระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ได้แก่ ระบบความร้อนเสริม ระบบส่งกระจายความร้อนภายในระบบอบแห้ง อุปกรณ์กระจายความร้อน และอุปกรณ์ ตรวจวัดอื่น ๆ ให้เป็นไปตามแบบมาตรฐาน

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ (ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)	ลงชื่อ.....กรรมการ (อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)	ลงชื่อ.....กรรมการ (อาจารย์ปองพล รักการงาน)
ลงชื่อ.....กรรมการ (อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)	ลงชื่อ.....กรรมการ (อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)	

25 ม.ค. 2565

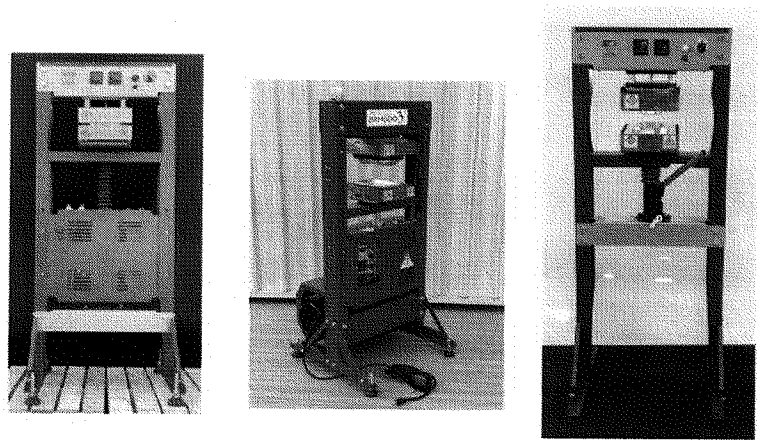
2.2.3 รายละเอียดอื่น ๆ

2.1.3.1 รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

2.1.3.2 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องส่งมอบครุภัณฑ์และทำการทดสอบเครื่องให้เป็นไปตามข้อกำหนดในคุณสมบัติต่าง ๆ ที่กล่าวถึงข้างต้น และสาธิตแนะนำผู้ใช้ให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานหรือผ่านการสาธิตมาก่อน

2.1.3.3 มีการรับประกันคุณภาพพร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่ 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

2.2 เครื่องอัดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติจำนวน 1 ชุดมีรายละเอียดดังนี้



รูปตัวอย่าง

2.2.1 เครื่องปั๊มจานวัสดุธรรมชาติแบบที่ 1 จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1.1 เครื่องปั๊มจานวัสดุธรรมชาติ แบบโยกอัดด้วยมือ

2.2.1.2 แม่พิมพ์จานขนาด 4x6 in

2.2.1.3 ขนาดซุ้มฮีทเตอรสแตนเลสไม่น้อยกว่า 190 X 270 mm

2.2.1.4 ขนาดแม่พิมพ์อลูมิเนียมไม่น้อยกว่า 170 X 250 mm

2.2.1.5 ขนาดของตัวเครื่องโครงสร้างเหล็กไม่น้อยกว่า 550 X 590 x 1,290 mm

2.2.1.6 น้ำหนักของตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 40 kg

2.2.1.7 สามารถตั้งอุณหูมิได้ไม่น้อยกว่าตั้งแต่ 0-190 °C

2.2.1.8 กำลังอัดของตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 3.5 ton

2.2.1.9 ตัวเครื่องใช้พิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1,000W และใช้กับระบบไฟฟ้า 220V 50Hz ได้

2.2.1.10 มีระบบเสียงเตือนเมื่อครบเวลาปั๊ม

2.2.1.11 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

มีรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

2.2.2 เครื่องปั๊มจานวัสดุธรรมชาติแบบที่ 2 จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.2.2.1 เครื่องปั๊มจานวัสดุธรรมชาติ แบบกึ่งอัตโนมัติ

2.2.2.2 แม่พิมพ์จานขนาด 4x6 in

2.2.2.3 ขนาดซุ้มฮีทเตอรสแตนเลสไม่น้อยกว่า190 X 270 mm

2.2.2.4 ขนาดแม่พิมพ์อลูมิเนียมไม่น้อยกว่า170 X 250 mm

2.2.2.5 ขนาดของตัวเครื่องโครงสร้างเหล็กไม่น้อยกว่า550 X 590 x 1,290 mm

2.2.2.6 น้ำหนักของตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 50 Kg

2.2.2.7 สามารถตั้งอุณหูมิได้ไม่น้อยกว่าตั้งแต่ 0-190 °C

2.2.2.8 กำลังอัดของตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 3.5 ton

2.2.2.9 ตัวเครื่องใช้กำลังไฟไม่น้อยกว่า 1,400W ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V 50Hz ได้

2.2.2.10 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

2.2.2.11 มีรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

2.2.3 เครื่องปั๊มจานวัสดุธรรมชาติแบบที่ 3 จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.2.3.1 เครื่องปั๊มจานวัสดุธรรมชาติ แบบกึ่งอัตโนมัติ

2.2.3.2 แม่พิมพ์กระถางขนาด 4 in

2.2.3.3 ขนาดซุ้มฮีทเตอรสแตนเลสไม่น้อยกว่า190 X 270 mm

2.2.3.4 ขนาดแม่พิมพ์อลูมิเนียมไม่น้อยกว่า170 X 250 mm

2.2.3.5 ขนาดของตัวเครื่องโครงสร้างเหล็กไม่น้อยกว่า 550 X 590 x 1,490 mm

2.2.3.6 น้ำหนักของตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 55 kg

2.2.3.7 สามารถตั้งอุณหูมิได้ไม่น้อยกว่าตั้งแต่ 0-190 °C

2.2.3.8 กำลังอัดของตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 3.5 ton

2.2.3.9 ตัวเครื่องใช้พิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1,400W ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V 50Hz ได้

2.2.3.10 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

2.2.3.11 มีรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

2.2.4 เครื่องปั๊มจานวัสดุธรรมชาติแบบที่ 4 จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.2.4.1 เครื่องปั๊มจานวัสดุธรรมชาติ แบบกึ่งอัตโนมัติแม่พิมพ์แบบตัดขอบ

2.2.4.2 แม่พิมพ์จานแบบตัดขอบ 5x8 in

2.2.4.3 ขนาดซุ้มฮีทเตอร์สแตนเลสมีขนาดไม่น้อยกว่า 190 X 270 mm

2.2.4.4 ขนาดแม่พิมพ์อลูมิเนียมไม่น้อยกว่า 170 X 250 mm

2.2.4.5 ขนาดของตัวเครื่องโครงสร้างเหล็กไม่น้อยกว่า 580 X 590 x 1,300 mm

2.2.4.6 น้ำหนักของตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 85 kg

2.2.4.7 สามารถตั้งอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่าตั้งแต่ 0-190 °C

2.2.4.8 กำลังอัดของตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 3.5 ton (ไฮโดรลิคแบบไฟฟ้า)

2.2.4.9 ตัวเครื่องใช้พิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1,750W ใช้กับระบบไฟฟ้า 220V 50Hz ได้

2.2.4.10 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

2.2.4.11 มีรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

2.2.5 อุปกรณ์สำหรับใช้งานร่วมจำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.2.5.1 แม่พิมพ์จาน 4x6 in	จำนวน 1 ชุด
2.2.5.2 แม่พิมพ์จาน 5x8 in	จำนวน 1 ชุด
2.2.5.3 แม่พิมพ์จาน 6x9 in	จำนวน 1 ชุด
2.2.5.4 แม่พิมพ์จาน 4x8 in	จำนวน 1 ชุด
2.2.5.5 แม่พิมพ์จานกลม 6 in	จำนวน 1 ชุด
2.2.5.6 แม่พิมพ์จานหัวใจ 5 in	จำนวน 1 ชุด
2.2.5.7 แม่พิมพ์ถาดหลุม 6x9 in (2 ช่อง)	จำนวน 1 ชุด
2.2.5.8 แม่พิมพ์ถาดหลุม 6x9 in (3 ช่อง)	จำนวน 1 ชุด
2.2.5.9 แม่พิมพ์จานข้าว 4.5x6 in (ฝาล่าง)	จำนวน 1 ชุด

2.2.5.10 แม่พิมพ์จานข้าว 4.5x6 in (ฝาบน) จำนวน 1 ชุด

2.2.5.11 แม่พิมพ์ถ้วยน้ำจิ้ม 3.5x4 in (2 ขนาดใหญ่หนึ่งพิมพ์) จำนวน 1 ชุด

2.2.5.12 แม่พิมพ์ถ้วยขนมขนาด 60x80x30 mm /80x100x30 จำนวน 1 ชุด

2.3 ชุดทดลองพลังงานโซล่าเซลล์ จำนวน 3 ชุดมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 รายละเอียดทั่วไป

การศึกษาการใช้โปรแกรมทดลองพลังงานโซล่าเซลล์ ผู้เรียนได้เรียนรู้ลักษณะสำคัญของการแผ่รังสีแสงอาทิตย์และกระบวนการแปลงเซลล์แสงอาทิตย์ ชุดฝึกบรรจุในกระเป๋าและมาพร้อมกับคู่มือเชิงทฤษฎีและการทดลอง

2.3.2 รายละเอียดทางเทคนิค

2.3.2.1 โซลาร์มิเตอร์ 1 ตัว

2.3.2.2 ย่านวัดแอมป์มิเตอร์ไม่น้อยกว่า 2 ย่านวัด

- 1 mA f.s. (x1, x2)

2.3.2.3 ย่านวัดโวลต์มิเตอร์ไม่น้อยกว่า 2 ย่านวัด

- 1 V f.s. (x1, x4)
- 0,5 A f.s. (x1, x4

2.3.2.4 มีโซลาร์เซลล์ชนิดซิลิคอนแบบมาตรฐาน จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว

2.3.2.5 มีโซลาร์เซลล์ชนิดซิลิคอนที่มีขนาดแตกต่างกัน จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว

2.3.2.6 มีเข็มทิศจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว

2.3.2.7 มีระบบติดตามแสงอาทิตย์

2.3.2.8 มีตัวสะสมสารตะกั่ว

2.3.2.9 มีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไม่น้อยกว่า 1 ตัว

2.3.2.10 ไม้บรรทัดสำหรับโซลาร์เซลล์

2.3.2.11 มีขาตั้งปรับค่าได้

2.3.2.12 สามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าระบบ 220V 50 Hz ได้

2.3.2.13 ขนาดไม่น้อยกว่า 60 x 48 x 20 ซม.

2.3.2.14 มีหน่วยการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าหัวข้อดังนี้

- การศึกษาความเข้มของรังสีที่มีความโน้มเอียงต่างๆ ของเครื่องวัดแสงอาทิตย์
- การเปรียบเทียบค่าโซลาร์มิเตอร์ด้วยรังสีแสงอาทิตย์
- การแสดงผลลัพธ์เชิงกราฟและสถิติ
- การประเมินกำลังไฟฟ้าสูงสุดโดยซิลิคอนเซลล์สำหรับค่าแสงหรือค่าฉนวนที่แตกต่างกัน
- การคำนวณประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์
- ผลลัพธ์ของกราฟฟิกและสถิติ (Graphical and statistical results interpretations)
- การประเมินค่ากระแสเอาท์พุตของเซลล์แสงอาทิตย์ (Assessing the current output of a solar cell by changing its orientation to the light source)

2.3.3 รายละเอียดอื่น ๆ

2.3.1.1 มีคู่มือการใช้งาน

2.3.1.2 มีหัวข้อการเรียนรู้ที่กำหนดจากผู้ผลิต และสามารถแสดงให้คณะกรรมการเห็นในวันยื่นซอง

2.3.1.3 ชุดทดลองต้องได้รับมาตรฐาน CE เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน

2.3.1.4 รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี

3 ชุดเครื่องมือวัดทางพลังงานจำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

3.1 เครื่องวัดความต้านทานดิน จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 รายละเอียดทั่วไป

3.1.1.1 เป็นเครื่องทดสอบความต้านทานดินชนิดแคลมป์ สำหรับทดสอบแบบ multi ground

3.1.1.2 ทดสอบได้ทั้งความต้านทานดิน, กระแส leak และ กระแสโหลด

3.1.1.3 มี alarm ร้องเตือนเมื่อค่าความต้านทานหรือกระแสเกินกว่าค่าที่กำหนด

3.1.1.4 ตัวเครื่องเป็นลักษณะแบบ Handheld

3.1.1.5 หน้าจอ LCD แสดงค่าเป็นตัวเลข และมีฟังก์ชั่น Black Light ส่องสว่างที่หน้าจอสำหรับใช้งานในพื้นที่มืด

3.1.1.6 เก็บค่าที่วัดได้ถึง 2000 ค่า

3.1.1.7 มีฟังก์ชั่น Data hold, Filter, Auto power save

3.1.2 รายละเอียดทางเทคนิค

3.1.2.1 ย่านความต้านทาน0.20/2.00/20.00/50.0/100.0/200.0/400/600/1200/1600 Ω

3.1.2.2 ค่าความแม่นยำ ±1.5 % rdg. ±0.02 Ω ที่ย่านต่ำกว่า 2.00 Ω

3.1.2.3 ย่านวัดกระแส AC20.00/200.0 mA/2.000/20.00/60.0 A

3.1.2.4 ค่าความแม่นยำ ±2.0 % rdg. ±0.005 A ที่ย่าน 2.000 A

3.1.2.5 การเก็บค่าเก็บค่าที่วัดได้ 2000 ค่า

3.1.2.6 หน้าจอหน้าจอ LCD แสดงค่าเป็นตัวเลข max. 2000 digits

3.1.2.7 ความเร็วในการวัด500 m sec (2 time/sec)

3.1.2.8 แหล่งจ่ายไฟแบตเตอรี่ AA x 2 ก้อน

3.1.2.9 ขนาดปากแคลมป์ Ø32 mm

3.1.2.10 ขนาดตัวเครื่อง 73(W)×218(H)×43(D) น้ำหนัก 620g

3.1.3 รายละเอียดอื่น ๆ

3.1.3.1 อุปกรณ์ประกอบ

3.1.3.1.1 Carrying case 1 ชิ้น

3.1.3.1.2 Resistance check loop 1 ชิ้น

3.1.3.1.3 สายรัด 1 ชิ้น

3.1.3.1.4 แบตเตอรี่ AA 2 ก้อน

3.1.3.1.5 คู่มือภาษาอังกฤษ 1 เล่ม

3.1.3.2 รับประกันคุณภาพสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.2 เครื่องวัดความต้านทานฉนวน จำนวน 1 เครื่องมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 รายละเอียดทั่วไป

3.2.1.1 เป็นเครื่องมือตรวจวัดตรวจวัดค่าความเป็นฉนวน วัดความต้านทานสูงสุด 4,000 MΩ

3.2.1.2 จ่ายแรงดันไฟ DC ได้ตั้งแต่ 50V ไปจนถึง 1000V

3.2.1.3 มีฟังก์ชั่นวัดแรงดัน AC, แรงดัน DC, ความต้านทาน Low Resistance และมีบาร์กราฟขณะวัดค่า

3.2.1.4 ป้องกันความเสียหายจากการร่วงหล่นที่ 1 เมตร

3.2.1.5 ใช้แบตเตอรี่ (AA) x 4 ก้อน

3.2.2 คุณสมบัติทางเทคนิค

3.2.2.1 แรงดันในการวัด 50V DC, 125V DC, 250V DC, 500V DC, 1,000V DC

3.2.2.2 ความต้านทาน MΩสูงสุด 4000 MΩ ความแม่นยำในการวัด ±2% rdg. ±2 dgt

3.2.2.3 DC Voltage สูงสุด 600 V ความแม่นยำในการวัด ±1.3% rdg. ±4 dgt

3.2.2.4 AC Voltage สูงสุด 600 V ความแม่นยำในการวัด ±2.3% rdg. ±8 dgt.

3.2.2.5 Low Resistance สูงสุด 1000 Ω ความแม่นยำในการวัด ±3 % rdg. ±2 dgt

3.2.2.6 ฟังก์ชั่นอื่นๆ Live circuit indicator, Automatic electric discharge, Automatic DC/AC detection, Comparator, Drop proof, Auto power save

3.2.2.7 แหล่งจ่ายไฟ Battery AA x 4 ก้อน

3.2.2.8 ขนาดและน้ำหนักของตัวเครื่อง159 W x 177H x 53 D mm, 640 กรัม

3.2.3 รายละเอียดอื่น ๆ

3.2.3.1 อุปกรณ์ประกอบ

3.2.3.1.1	Test Lead L9787	1 เส้น
3.2.3.1.2	Neck strap	1 อัน
3.2.3.1.3	Instruction Manual	1 เล่ม
3.2.3.1.4	Battery AA	4 ก้อน

3.2.3.2 ผู้ขายต้องส่งมอบครุภัณฑ์และอบรมแนะนำผู้ใช้ให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

3.2.3.3 รับประกันคุณภาพสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี

3.3 เครื่องวัดพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 2 เครื่องมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 รายละเอียดทั่วไป

3.3.1.1 สามารถเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์รังสีแสงอาทิตย์เพื่อวัดและแสดงกำลังของเซ็นเซอร์ได้อย่างรวดเร็ว

3.3.1.2 โครงสร้างกันน้ำและกันฝุ่นเหมาะสำหรับสภาพแวดล้อมการทำงานกลางแจ้ง

3.3.1.3 สามารถบันทึกข้อมูลอ่านได้ถึง 32,000 ค่า

3.3.2 รายละเอียดทางเทคนิค

3.3.2.1 อินพุตไม่น้อยกว่า 0.0mV~140.0mV

3.3.2.2 ช่วงการวัดไม่น้อยกว่า 0.0~3200.0 W/m^2

3.3.2.3 ความแม่ยำที่ 25° ไม่น้อยกว่า ± 0 .1% of rdg

3.3.2.4 ความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.1 W/m^2

3.3.2.5 อัตราการอ่าน Approx.1 sec หรือดีกว่า

3.3.2.6 การเลือก 2 second to 120 minutes (User Selectable) หรือดีกว่า

3.3.2.7 มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 32,000 readings

3.3.2.8 มีหน่วยการวัดไม่น้อยกว่า 57,600 หน่วย

3.3.2.9 มีฟังก์ชั่นการทำงานไม่น้อยกว่า ดังนี้ Data hold, Max/Min/Avg.Functions, Data-Logging, Perpetual calendar, AC/DC power, Battery sign and low battery

warning, Calibration function, Sensitivity adjustment, LED back-light, IP66 water anddust proof

3.3.2.10 มีขนาดไม่น้อยกว่า 150 × 75 × 28 มม.

3.3.3 รายละเอียดอื่น ๆ

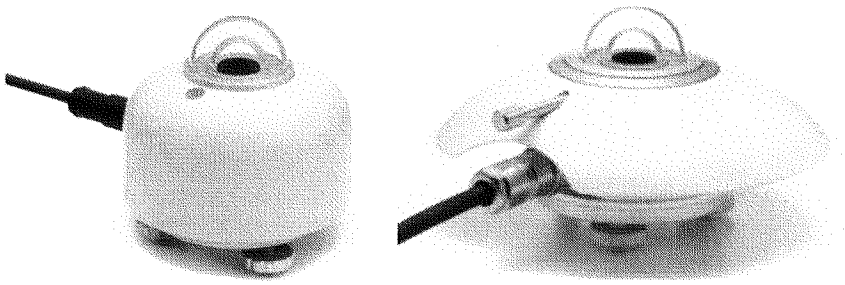
3.3.3.1 บริษัทฯ แสดงแบบหรือภาพแต่ละแผงอย่างชัดเจน เพื่อประกอบการพิจารณา

3.3.3.2 มีการสาธิตการใช้งานให้กับบุคลากรของสถานศึกษาจนผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง

3.3.3.3 บริษัทผู้ผลิตได้รับรองมาตรฐาน ISO9001 ทางด้านการออกแบบ, ผลิต, ประกอบและซ่อมบำรุง

3.3.3.4 มีการรับประกันคุณภาพพร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่ 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้ว

3.4 อุปกรณ์วัดการแผ่รังสีแสงอาทิตย์ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้



รูปตัวอย่าง

3.4.1 รายละเอียดทั่วไป

ชุดตรวจวัดการแผ่รังสีแสงอาทิตย์เป็นชุดอุปกรณ์ตรวจวัดค่าการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ โดยมีการส่งข้อมูลแบบอนาล็อก 4 ถึง 20 mA และส่งสัญญาณแบบดิจิตอลผ่าน TTL ซึ่งมีค่าความแม่นยำในการส่งข้อมูลสูงสามารถใช้งานได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร พร้อมทั้งแหวนเงากันแสง

เพื่อป้องกันแสงจากด้วงอาทิตย์ที่จะส่องมาที่ชุดตรวจวัดโดยตรงในเวลาพระอาทิตย์ขึ้นจนกระทั่งพระอาทิตย์ตกดินเป็นการยืดอายุการใช้อุปกรณ์

3.4.2 รายละเอียดทางเทคนิค

3.4.2.1 ลักษณะของชุดตรวจเป็นเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิติดตั้งภายในชุดโดมแก้วสองชั้นหรือ ดีกว่า

3.4.2.2 ตัวชุดตรวจเป็นอลูมิเนียมอโนไดซ์แข็งแรงทนทานป้องกันการเกิดสนิมหรือเป็นวัสดุที่ดีกว่า

3.4.2.3 มีโปรโตคอลการส่งข้อมูลแบบ TTL Transistor-Transistor Logic

3.4.2.4 ชุดตรวจสอบเป็นไปตามมาตรฐาน โดยมีระดับ spectrally flat Class B หรือดีกว่า

3.4.2.5 ค่า Calibration uncertainty มีค่า น้อยกว่า 1.8% ที่ (k = 2) หรือน้อยกว่า

3.4.2.6 สามารถวัดค่า Spectral ในช่วง 285 – 3000 x 10^{-9} m หรือกว้างกว่า

3.4.2.7 ระยะเวลาการตอบสนองมีค่าไม่เกิน 10 วินาทีหรือดีกว่า

3.4.2.8 อุณหภูมิใช้งานมีค่าอยู่ในช่วง -40 – 80 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

3.4.2.9 ให้สัญญาณออกเป็นอนาล็อกแบบกระแสไฟฟ้า 4 ถึง 20 mA

3.4.2.10 มีอุปกรณ์แปลงสัญญาณกระแสไฟฟ้าขาออกเป็นแรงดันไฟฟ้า 1 ชุด

3.4.2.11 โปรโตคอลการส่งข้อมูลแบบ Modbus

3.4.2.12 การแปลงค่าแบบ RTU

3.4.2.13 สามารถแสดงค่าการแผ่รังสีความร้อนในหน่วย W/m2

3.4.2.14 มีอุปกรณ์ติดตั้งแบบปรับระดับได้ชนิดยึดติดกับท่อเหลี่ยม 1 ชุด และยึดติดกับท่อกลม 1 ชุด พร้อมสายสัญญาณยาวไม่น้อยกว่า 20 m

3.4.2.15 ชุดแหวนเงากันแสง

3.4.2.15.1 สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีกับชุดตรวจวัดการแผ่รังสีแสงอาทิตย์ และเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน

3.4.2.15.2 แหวนเงากันแสงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในมีค่าไม่เกิน 476 x 10-3 m

3.4.2.15.3 แหวนเงากันแสงมีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบ U – profile

3.4.2.15.4 แหวนเงากันแสงมีน้ำหนักไม่เกิน 3.8 กิโลกรัม

3.4.2.15.5 แหวนเงากันแสงผลิตจากอลูมิเนียมอโนไดซ์

3.4.2.15.6 อุณหภูมิใช้งานมีค่าอยู่ในช่วง -40 – 80 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

3.4.3 รายละเอียดอื่น ๆ

3.4.3.1 มีการรับประกันคุณภาพพร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่อย่างน้อย 1 ปี นับจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้วและในระยะรับประกันต้องให้บริการตรวจสอบการใช้งานทุก 6 เดือน

3.4.3.2 ผู้ขายต้องส่งมอบครุภัณฑ์และทำการทดสอบเครื่องให้เป็นไปตามข้อกำหนดในคุณสมบัติต่าง ๆ ที่กล่าวถึงข้างต้นและอบรมแนะนำผู้ใช้ให้สามารถใช้งานได้ เป็นอย่างดี โดยผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

3.5 เครื่องตรวจสอบพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 2 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

3.5.1 รายละเอียดทั่วไป

เครื่องมือสำหรับการตรวจสอบวัดค่าแผงโซลาร์เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์และความร้อนจากแสงอาทิตย์ สามารถวัดระยะหลังคา, วัดทิศทางหลังคาและวัดอุณหภูมิ

3.5.2 รายละเอียดทางเทคนิค

3.5.2.1 การวัดค่าแผ่รังสี

- ย่านการวัดแสดงผล 100 – 1500 W/m2 or 30 – 500 BTU/hr-ft2 หรือดีกว่า
- ย่านการวัด 100 – 1250 W/m2 or 30 – 400 BTU/hr-ft2 หรือดีกว่า
- ความละเอียด 1 W/m2 or 1 BTU/hr-ft2 หรือดีกว่า

3.5.2.2 การวัดอุณภูมิ

- ย่านการวัดแสดงผล 30°C to +125°C หรือดีกว่า
- ย่านการวัด 30°C to +125°C หรือดีกว่า
- ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1°

3.5.2.3 ย่านวัดค่าทิศทาง

- ย่านการวัดแสดงผล 0° to 360 หรือดีกว่า
- ย่านการวัด 0° to 360° หรือดีกว่า

- ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1°

3.5.2.4 การวัดค่ามุมเอียง

- ย่านการวัดแสดงผล 0° to 90° หรือดีกว่า
- ย่านการวัด 0° to 90° หรือดีกว่า
- ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1°

3.5.2.5 น้ำหนัก ไม่น้อยกว่า 0.25kg / 0.6lb

3.5.2.6 ขนาดไม่น้อยกว่า 14.8 x 8.0 x 3.3 ซม.

3.5.2.7 มีจอแสดงผลแบบ Custom LCD หรือดีกว่า

3.5.3 รายละเอียดอื่น ๆ

3.5.3.1 มีการรับประกันคุณภาพพร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่อย่างน้อย 1 ปี นับจากวันตรวจรับเรียบร้อยแล้วและในระยะรับประกันต้องให้บริการตรวจสอบการใช้งานทุก 6 เดือน

3.5.3.2 ผู้ขายต้องส่งมอบครุภัณฑ์และทำการทดสอบเครื่องให้เป็นไปตามข้อกำหนดในคุณสมบัติต่าง ๆ ที่กล่าวถึงข้างต้นและอบรมแนะนำผู้ใช้ให้สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

3.6 เครื่องทดสอบโซลาร์เซลล์ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

3.6.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องทดสอบประสิทธิภาพแผงโซลาร์เซลล์ประสิทธิผลสูง ได้รับมาตรฐาน IEC 62446, IEC 61829 สามารถทำการวัดได้รวดเร็วและแม่นยำ

3.6.2 รายละเอียดทางเทคนิค

3.6.2.1 การวัดความต่อเนื่อง/ความต้านทาน

- ช่วงการแสดงผลไม่น้อยกว่า 0.00 ถึง 199Ω
- ช่วงการวัด 0.01 ถึง 199Ω หรือดีกว่า
- ความแม่นยำ ±(2% rdg + 5d) หรือดีกว่า
- ความละเอียด 0.01Ω หรือดีกว่า

- แรงดันทดสอบวงจรเปิด 4 VDC เล็กน้อย
- มีปุ่มตั้งศูนย์การวัด 0-10 Ω
- จำนวนการวัด 5,000 x 1 วินาที หรือดีกว่า
- มีเสียงเตือนเมื่อแรงดันอินพุต ≥ 30VAC/DC

3.6.2.2 ความต้านทานฉนวน (การทดสอบไฟฟ้าลัดวงจรอัตโนมัติ)

- ช่วงการแสดงผลไม่น้อยกว่า 0.05 - 200MΩ
- ช่วงการวัดไม่น้อยกว่า 0.05 - 200MΩ
- ความแม่นยำ ±(5% rdg + 5d), 0.05 - 100MΩ , ±(10% rdg + 5d), 101 - 200MΩ
- ความละเอียด 0.01MΩ หรือดีกว่า
- แรงดันทดสอบวงจรเปิด 250, 500, 1000V (ตามมาตรฐาน IEC 61557-2)
- ทดสอบกระแสไฟที่กำหนด 1mA ตาม IEC 61557-2
- กระแสไฟทดสอบลัดวงจร <2mA
- จำนวนการวัด 5,000 x 1 วินาที หรือดีกว่า
- มีเสียงเตือนเมื่อแรงดันอินพุต ≥ 30VAC/DC
- มีระบบป้องกันผู้ใช้งาน

3.6.2.3 ความต้านทานฉนวน (point to point)

- ช่วงการแสดงผลไม่น้อยกว่า 0.05 ถึง 300MΩ
- ช่วงการวัดไม่น้อยกว่า 0.05 ถึง 300MΩ
- ความแม่นยำไม่น้อยกว่า ±(5% rdg + 5d)
- ความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.01MΩ
- แรงดันทดสอบวงจรเปิด 250, 500, 1000V (ตามมาตรฐาน IEC 61557-2)
- กระแสไฟทดสอบลัดวงจร มากกว่า1mA
- จำนวนการวัด 5,000 x 1 วินาที หรือดีกว่า

3.6.2.4 การวัดแรงดันไฟฟ้า (ผ่านโพรบ 4 มม.)

- ช่วงการแสดงผล 30V – 440VAC/DC
- ช่วงการวัด 30V – 440VAC/DC
- ความละเอียด 1V
- ความแม่นยำ ±(5% rdg + 2d)

3.6.2.5 การวัดแรงดัน (via PV test leads)

- ช่วงการแสดงผล 0.0V – 1000VDC
- ช่วงการวัด 5.0V – 1000VDC
- ความละเอียด 0.1V
- ความแม่นยำ ±(0.5% rdg + 2d)
- Enunciators

3.6.2.6 การวัดกระแส Is/c

- ช่วงการแสดงผล 0.0A – 15.0ADC
- ช่วงการวัด 0.5A – 15.0ADC
- ความละเอียด 0.1A
- ความแม่นยำ ±(1% rdg + 2d)

3.6.2.7 กระแสไฟที่ใช้งาน (ผ่านแคลมป์กระแสไฟตรง)

- ช่วงการแสดงผล 0.0A – 40.0A AC/DC
- ช่วงการวัด 0.1A – 40.0A AC/DC
- ความละเอียด 0.1A
- ความแม่นยำ ±(5% rdg + 2d)

3.6.2.8 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

- ช่วงการแสดงผล 0.0W – 40.0kW
- ช่วงการวัด 10W – 40.0kW

- ความละเอียดสูงสุด 10W
- ความแม่นยำ ±(6% rdg + 2d)

3.6.3 อุปกรณ์ในชุดประกอบด้วย

3.6.3.1 แคล้มป์วัดกระแสตรงที่สามารถต่อกับตัวเครื่องหลักได้	จำนวน	1	ตัว
3.6.3.2 อุปกรณ์วัดพลังงานแสงอาทิตย์ระยะไกลแบบไร้สาย	จำนวน	1	ตัว
3.6.3.3 อุปกรณ์ยึดเครื่องวัดกับแผงโซล่าเซลล์	จำนวน	1	ชุด
3.6.3.4 โพรบวัดแบบ MC4-combiner	จำนวน	2	ชุด
3.6.3.5 โพรบวัดแบบ alligator clip	จำนวน	2	ชุด
3.6.3.6 โพรบวัดแบบ lead test	จำนวน	2	ชุด
3.6.3.7 แผ่นโปรแกรมของผลิตภัณฑ์	จำนวน	1	ชุด
3.6.3.8 คู่มือการใช้งาน	จำนวน	1	เล่ม
3.6.3.9 กระเป๋าบรรจุอุปกรณ์	จำนวน	1	ใบ

3.6.4 รายละเอียดอื่น ๆ

3.6.4.1 มีน้ำหนักไม่เกิน 1.5 kg

3.6.4.2 มีจอแสดงผลแบบ LCD

3.6.4.3 สามารถใช้แบตเตอรี่ AA ขนาด 6 x 1.5V

3.6.4.4 ปิดเครื่องอัตโนมัติ ตั้งโปรแกรมผู้ใช้ได้

3.6.4.5 หน่วยความจำออนบอร์ด สูงสุด 999 ชุด

3.6.4.6 มีการสาธิตการใช้งานให้กับบุคลากรของสถานศึกษาจนผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง

3.7 เครื่องมือวัดและวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์เชื่อมต่อ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

3.7.1 รายละเอียดทั่วไป

3.7.1.1 สามารถวัดระบบไฟฟ้าได้ทั้ง 1 เฟส 2 สาย (Single-phase) , 1 เฟส 3 สาย (Single-phase 3 wire) , 3 เฟส 3 สาย (Three-phase 3-wire) , และ 3 เฟส 4 สาย (Three-phase 4-wire)

3.7.1.2 สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าได้ 4 Channels โดยรองรับ Clamp Sensor สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าแบบก้ามปู หรือชนิด flexible ได้ (ชนิดและพิกัดของกระแสขึ้นอยู่กับ Clamp Sensor ที่ใช้)

3.7.1.3 ตัวเครื่องมีฟังก์ชั่น Wiring check เพื่อตรวจสอบการต่อวงจรว่าถูกต้องหรือไม่

3.7.1.4 ตัวเครื่องมีฟังก์ชั่น Quick set เพื่อช่วยให้การตั้งค่าต่างๆ ในตัวเครื่องง่ายยิ่งขึ้น

3.7.1.5 ตัวเครื่องได้รับ Class S ตามมาตรฐานของ IEC 61000-4-30

3.7.2 รายละเอียดทางเทคนิค

3.7.2.1 วัดแรงดันได้สูงสุด 1000 V (category III) , 600 V (category IV)

3.7.2.2 รองรับความถี่ DC , 50 Hz และ 60 Hz

3.7.2.3 สามารถวัดและวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าเบื้องต้น ได้แก่

- Voltage : 1/2 RMS value (half-wave offset wave calculation) , RMS value, waveform peak , Voltage DC , Unbalance factor (negative-phase , zero-phase) , frequency (1 wave/ 200 ms/10 sec.) , Crest factor
- Current : Inrush current (half-wave) , RMS value , waveform peak, Current DC , Unbalance factor (negative-phase , zero-phase) , K factor , 1/2 RMS value (half-wave offset wave calculation) , crest factor
- Power : Active power , Reactive power , Apparent power , Power factor , Displacement power factor , Active energy , Reactive energy , Apparent energy , Electrical charges.
- Flicker : Pst , Plt , Δv10 (3 channels simultaneously)
- Harmonics : 0th order (DC) to 50th order , Voltage / Current / Power , Phase angle (voltage/ current) , Voltage/Current phase difference , Total harmonic distortion ratio (voltage/ current)
- Inter-harmonics 0.5 th order to 49.5 th order , voltage / current.

3.7.2.4 สามารถตั้งช่วงเวลาในการบันทึกข้อมูลได้ (interval time) 200 ms/600 ms/150

cycles (with 50 Hz input) 1/2/5/10/15/30 sec. ถึง 2 hours.

3.7.2.5 สามารถบันทึกเหตุการณ์ผิดปกติของระบบไฟฟ้า (event) ได้สูงสุด 9,999 event ต่อการบันทึกหนึ่งครั้ง

3.7.2.6 สามารถบันทึก waveform ก่อนเกิดเหตุการณ์ผิดปกติของระบบไฟฟ้าได้สูงสุด 1 วินาที

3.7.2.7 สามารถบันทึก waveform ขณะเกิดเหตุการณ์ผิดปกติของระบบไฟฟ้าได้ 20 มิลลิวินาที

3.7.2.8 สามารถบันทึก waveform หลังเกิดเหตุการณ์ผิดปกติของระบบไฟฟ้าได้สูงสุด 10 วินาที (sec)

3.7.2.9 สามารถบันทึกเหตุการณ์ผิดปกติของระบบไฟฟ้าได้ดังนี้ Voltage Swell / Dip / Interruption / Frequency

3.7.2.10 Fluctuations / Inrush current / THD / Transient voltage

3.7.2.11 ความแม่นยำของเครื่องมือในการตรวจวัด (accuracy)

- แรงดันไฟฟ้า +0.2% of nominal Voltage
- กระแสไฟฟ้า +0.1% rdg +0.1% f.s. + accuracy ของ clamp sensor
- กำลังไฟฟ้า (AC) +0.2% rdg +0.1% f.s. + accuracy ของ Clamp sensor
- กำลังไฟฟ้า (DC) +.5% rdg. +0.5% fs. + accuracy ของ clamp sensor
- AC Clamp sensor 500 A 0.4% rdg. + 0.112% f.s 50A 0.4% rdg. + 0.22% f.s. 5A 0.4% rdg, +1.3% f.s

3.7.2.12 มี software สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์

3.7.2.13 มีหน่วยความจำชนิด SD Card ในการบันทึกค่า

3.7.2.14 สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ท USB และ LAN ได้

3.7.2.15 ตัวเครื่องมีหน้าจอสีขนาด 6.5 นิ้ว ชนิด TFT (640 x 480 dot)

3.7.3 อุปกรณ์ประกอบ

3.7.3.1	Power Quality PQ3100	จำนวน 1 เครื่อง
3.7.3.2	กระเป๋าหรือกล่องใส่เครื่อง	จำนวน 1 อัน
3.7.3.3	PQ one Software	จำนวน 1 แผ่น

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

3.7.3.4 AC Current sensor 600 A จำนวน 4 ตัว

3.7.3.5 AC/DC Auto-Zero Current sensor 100A AC/DC จำนวน 2 ตัว

3.7.3.6 AC/DC Auto-Zero Current sensor 600A AC/DC จำนวน 2 ตัว

3.7.3.7 Voltage Cords จำนวน 1 ชุด

3.7.3.8 สาย USB สำหรับต่อ Interface จำนวน 1 ชุด

3.7.3.9 AC Adapter จำนวน 1 อัน

3.7.3.10 คู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ จำนวน 1 ชุด

3.7.3.11 Battery Pack จำนวน 1 ก้อน

3.7.3.12 SD Memory Card ขนาด 8 GB จำนวน 1 อัน

3.7.3.13 Magnetic Adapter แดง และ ดำ อย่างละ 2 อัน

3.7.4 มีการรับประกันคุณภาพการใช้งาน 1 ปี ถ้าหากมีความเสียหายหรือชำรุด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไข หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เสียหาย

3.7.5 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

3.7.6 มีการอบรมการใช้งานให้กับเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ

3.7.7 ผู้รับจ้างต้องสามารถให้คำปรึกษา แนะนำ หรือ ช่วยแก้ปัญหา หากเกิดปัญหาในทุกกรณี

3.8 เครื่องทดสอบประสิทธิภาพระบบโซลาร์เซลล์ แบบ 1 เฟส จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

3.8.1 รายละเอียดทั่วไป

3.8.1.1 เครื่องวัดทดสอบประสิทธิภาพระบบพลังงานไฟฟ้าโซล่าเซล (PHOTOVOLTAIC TESTERS)

3.8.1.2 หน้าจอแสดงผล LCD พร้อมไฟส่องสว่างหน้าจอ ขนาด 128 x 128 pixel

3.8.1.3 เครื่องปิดอัตโนมัติเมื่อไม่ใช้งาน

3.8.1.4 ครอบคุมงานวัดและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานไฟฟ้าของแผงโซล่าเซล

3.8.1.5 DC/AC True-RMS แรงดันและกระแส

3.8.1.6 วัดแรงดัน,กระแสของแผงโซล่าเซล(PV)ได้ทั้งแบบ Module และ String ได้สูงถึง 1000VDC , 15ADC และ 1500VDC, 10ADC

3.8.1.7 ทดสอบกราฟ I-V curve ตามมาตรฐาน IEC/EN60891

3.8.1.8 สามารถทดสอบ I-V ได้ทั้งแบบ Module และ String

3.8.2 รายละเอียดทางเทคนิค

3.8.2.1 วัดค่าได้ไม่น้อยกว่าดังนี้ Open voltage (Voc) , Short circuit current (Isc) , Maximum nominal power of module (Pmax) , Voltage on point of maximum power (Vmpp) , Current on point of maximum power (Impp) , Fill Factor (FF) , Environmental Temperature , Module Temperature , Irradiance measurement (W/m2)

3.8.2.2 มีฟังก์ชั่นเปรียบเทียบกับค่ามาตราฐาน STC (Standard Conditions) ที่ 1000w/m2, อุณหภูมิ 25 องศา

3.8.2.3 ตัวเครื่องต้องสามารถประเมินผลทดสอบได้ทันทีด้วย OK / NO

3.8.2.4 ตัวเครื่องรองรับการตั้งค่าแผงโซล่าเซลอย่างน้อย 30 PV โมดูลและ 30,000 โมดูลด้วยโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์(Software)

3.8.2.5 สามารถวัด AC/DC Power , Performance Ratio (PRp), Efficiency ของระบบ PV ในระบบ 1 เฟส

3.8.2.6 รองรับอุปกรณ์เสริมที่ทำให้สามารถวัดและบันทึกค่า VDC ได้ 3 เฟส, ADC ได้ 3 เฟส, กำลังงานไฟฟ้ารวม PDC และ VACได้ 3 เฟส, AACได้ 3 เฟส, กำลังงานไฟฟ้ารวม PAC

3.8.2.7 มีหน่วยความจำในการบันทึกข้อมูลและเรียกข้อมูลมาดูได้บนเครื่องทั้ง กราฟ I-V curve และผลทดสอบพร้อมผลประเมิน

3.8.2.8 ตั้งช่วงเวลาในการบันทึกข้อมูลได้ตั้งแต่ 5 วินาที ถึง 60 นาที

3.8.2.9 ตัวเครื่องต้องได้รับมาตรฐาน IEC/EN61010-1 และตัวอุปกรณ์ประกอบต้องได้รับมาตรฐาน IEC/EN61010-031

3.8.2.10 ตัวเครื่องมีเมนูช่วยแสดงการต่อวัด

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

23 ม.ค. 2565

3.8.2.11 โปรแกรมแสดงผลสามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ Window และสามารถ แสดงผลพร้อมกันได้ทั้งตารางผลทดสอบแต่ละโมดูลพร้อมผลประเมิน, กราฟ I- V, กราฟ Power

3.8.2.12 AC TRMS Voltage

- Measurement Range : 50.0V ถึง 265.0V
- Accuracy : ±(0.5%rdg + 2dgt)

3.8.2.13 I-V : VDC Voltage @ Operating Condition (OPC)

- Measurement Range : 15.0V ถึง 1499.9V
- Accuracy : ±(0.5%rdg + 2dgt)

3.8.2.14 I-V : IDC Current @ Operating Condition (OPC)

- Measurement Range : 0.10A ถึง 15.00A
- Accuracy : ±(1.0%rdg + 2dgt)

3.8.2.15 I-V : DC Power @ Operating Condition (OPC) (Vmpp >30V, Impp >2A)

- Measurement Range : 50W ถึง 9999W
- Accuracy : ±(1.0%rdg + 6dgt)

3.8.2.16 I-V : DC Voltage @ Standard Conditions (STC)

- Measurement Range : 5.0V ถึง 999.9V
- Accuracy : ±(4.0%rdg + 2dgt)

3.8.2.17 I-V : DC Current @ Standard Conditions (STC)

- Measurement Range : 0.10A ถึง 15.0A
- Accuracy : ±(4.0%rdg + 2dgt)

3.8.2.18 I-V : DC Power @ Standard Conditions (STC) (Vmpp > 30V, Impp > 2A)

- Measurement Range : 50W ถึง 9999W
- Accuracy : ±(5.0%rdg + 1dgt)

3.8.2.19 Irradiance (with reference cell)

- Measurement Range : 1.0mV ถึง 65.0mV

- Accuracy : ±(1.0%rdg + 5dgt)

3.8.2.20 Temperature of module (with auxiliary PT1000 probe)

- Measurement Range : -20 °C ถึง 100° C
- Accuracy : ±(1.0%rdg + 1°C)

3.8.2.21 รองรับอุปกรณ์ต่อพ่วงส่งสัญญาณด้วย RF (Radio Frequency)

3.8.2.22 สามารถต่อกับอุปกรณ์วัดแสง(W/m2)ได้

3.8.2.23 สามารถต่อกับหัววัดอุณหภูมิแบบ PT1000 ได้

3.8.2.24 สามารถวัดมุมลาดเอียงได้ตั้งแต่ 1 – 90 องศา

3.8.2.25 มีหน่วยความจำที่สามารถบันทึกค่าได้

3.8.3 รายละเอียดอื่น ๆ

3.8.3.1 อุปกรณ์ประกอบ

- แคล้มป์วัดกระแสขนาด 100ADC จำนวน 1 อัน
- แคล้มป์วัดกระแสขนาด 200AAC จำนวน 1 อัน
- สายทดสอบพร้อมปากคีบ จำนวน 4 เส้น
- เซ็นเซอร์วัดค่า Irradiation จำนวน 1 อัน
- โพรบวัดอุณหภูมิแบบ PT1000 วัดได้ทั้งแบบสัมผัส และอุณหภูมิอากาศ จำนวน 1 เส้น
- อุปกรณ์วัดการตกกระทบแสงแดด (Mechanical inclinometer) จำนวน 1 อัน
- อุปกรณ์ต่อพ่วงส่งสัญญาณด้วย RF(Radio Frequency) จำนวน 1 เครื่อง
- สายเชื่อมโยงสัญญาณแบบ Optical / USB จำนวน 1 เส้น
- ซอฟแวร์ประมวลผล จำนวน 1 อัน
- กระเป๋าใส่อุปกรณ์ จำนวน 1 ใบ

3.8.3.2 รับประกัน 1 ปี

3.9 เครื่องทดสอบความปลอดภัยและการป้องกันทางไฟฟ้าของระบบชาร์จ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

3.9.1 รายละเอียดทั่วไป

เครื่องทดสอบสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า พร้อมอุปกรณ์ประกอบครบชุดที่สามารถติดตั้ง ใช้งานได้ทันที ซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องทดสอบสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า จำนวน 1 เครื่อง

3.9.2 รายละเอียดทางเทคนิค

3.9.2.1 เครื่องทดสอบสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าตามมาตรฐาน EC / EN 61851-1 และ IEC / EN60364-7-722

3.9.2.2 หน้าจอสีแบบสัมผัสชนิด TFT

3.9.2.3 AUTOMATIC EVSE SAFETY TEST

3.9.2.3.1 ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าขาออก

3.9.2.3.2 ตรวจสอบความต่อเนื่องการนำไฟฟ้าของอุปกรณ์ป้องกัน

3.9.2.3.3 วัดค่าความต้านทานฉนวน

3.9.2.3.4 ตรวจสอบสถานะ :

- Standby (status A)
- Vehicle detected (status B)
- Mechanical interlock verification (status B)
- Ready (charging) (status C) with ventilation (status D)
- Fault simulation on the protective conductor (fault PE)
- Fault on CP signal (fault E)

3.9.2.3.5 วัดค่าความต้านทานดิน

3.9.2.3.6 ทดสอบ RCD tripping time

3.9.2.4 ELECTRICAL INSTALLATION SAFETY TEST

3.9.2.4.1 วัดค่าความต้านทานฉนวนด้วยแรงดันทดสอบ 50V, 100V, 250V, 500V, 1000V

3.9.2.4.1 ตรวจสอบความต่อเนื่องการนำไฟฟ้าของอุปกรณ์ป้องกันด้วยกระแสทดสอบ 200mA

3.9.2.4.2 ทดสอบเวลาและกระแสปลดวงจรของ RCD ชนิด Type A, AC, B, Selective และ Delayed ถึง 1A

3.9.2.4.3 วัดค่าความต้านทานดินแบบ 3-Wire method และ Soil resistivity แบบ 4-wire Wenner method

3.9.2.4.4 วัดความต้านทานดินแบบไม่ปลดวงจร

3.9.2.4.5 รองรับอุปกรณ์เสริมในการวัด Line/Fault impedance, Phase-Phase, Phase-Neutral, Phase-PE ในระบบไฟฟ้า

3.9.2.4.6 2.1.4.7 มีโหมดทดสอบแบบอัตโนมัติ (Non-trip ground resistance, RCD, Insulation) ตามลำดับ

3.9.2.4.7 วัดค่าทางไฟฟ้าในระบบ1เฟส (V, A, W, VAR, VA, PF)

3.9.2.4.8 วัดค่าฮาร์มอนิกส์ได้ทั้งแรงดันและกระแสไฟฟ้าสูงถึงลำดับที่25 และ THD%

3.9.2.4.9 วัดลำดับเฟส

3.9.2.4.10 วัดค่ากระแสรั่วไหล

3.9.2.4.11 รองรับอุปกรณ์เสริมในการวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง ผ่านโพรบภายนอก

3.9.2.5 มีหน่วยความจำภายในและสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้

3.9.2.6 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยระบบ Android และ iOS ผ่าน Wi-Fi

3.9.2.7 Adapter for safety test of electric car charging stations (EVSE)

3.9.2.7.1	Input voltage	: max 415V AC Phase-Phase, 50/60Hz ±5%
3.9.2.7.2	Connection to EVSE system	: integrated cable with Type 2 plug (IEC 62196-2), 60cm
3.9.2.7.3	Recharging stations	: charging modes 2 and 3
3.9.2.7.4	PP Simulation	: NC,13A, 20A, 32A, 63A
3.9.2.7.5	CP Simulation	: status A, B, C, D, ventilation/not ventilation

3.9.2.7.6	Simulation EVSE fault	: Fault PE, Fault E
3.9.2.7.7	CP output signal	: PWM communication protocol, 12V
3.9.2.7.8	2.1.7.8 Allowed output load	: 240V, 50/60Hz, max 10A AC
3.9.2.7.9	2.1.7.9 Protection fuse	: Fast type 250V/10A (5x20mm) (0.2x0.8in)

3.9.2.8 อุปกรณ์ประกอบ

3.9.2.8.1 สายทดสอบแบบ Schuko plug	จำนวน 1 ชุด
3.9.2.8.2 สาย + ปากคีบ	จำนวน 4 ชุด
3.9.2.8.3 สายวัด	จำนวน 3 เส้น
3.9.2.8.4 สายทดสอบสายดินพร้อมแท่งหลักดิน	จำนวน 4 อัน
3.9.2.8.5 โพรบวัดแบบมีปุ่ม START/STOP	จำนวน 1 อัน
3.9.2.8.6 Loop Zero adapter	จำนวน 1 อัน
3.9.2.8.7 EVSE test adapter	จำนวน 1 ตัว
3.9.2.8.8 สายทดสอบ earth leakage relay	จำนวน 1 เส้น
3.9.2.8.9 สาย Optical/USB + โปรแกรม	จำนวน 1 ชุด
3.9.2.8.10 กระเป๋าใส่อุปกรณ์	จำนวน 1 ใบ

3.9.3 รายละเอียดอื่น ๆ

3.9.3.1 สาธิตการติดตั้งพร้อมอบรมการใช้งาน

3.9.3.2 คู่มือใช้งาน

3.9.3.3 รับประกันสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

4. ชุดจัดทำสื่อทางพลังงานในรูปแบบดิจิทัล จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

4.1 กล้องถ่ายวิดีโอขนาดเล็ก จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 รายละเอียดทั่วไป

กล้องวิดีโอขนาดเล็กพร้อมกันสั่นในตัว ออกแบบมาเพื่อให้มีความสามารถสูงขึ้น ทั้งถ่ายภาพและวิดีโอเติมเต็มความต้องการของผู้ใช้งานให้มากขึ้น รายละเอียดภาพ 64 ล้านพิกเซลจากรุ่นเดิมที่ความละเอียดภาพยู่ที่ 12 ล้านพิกเซล

4.1.2 รายละเอียดทางเทคนิค

4.1.2.1 ระบบกันสั่นจำนวน 3 แกน

4.1.2.2 ไมโครโฟนในตัว 4 จุด

4.1.2.3 ระยะโฟกัส 20 มิลลิเมตร

4.1.2.4 แบตเตอรี่ใช้งานได้สูงสุด 140 นาที

4.1.2.5 ถ่ายวิดีโอความละเอียดสูงสุด 4K/ 60 fps

4.1.2.6 ความละเอียดภาพสูงสุด 64 MP

4.1.2.7 ระบบ Hybrid AF 2.0

4.1.2.8 ฟีเจอร์ ActiveTrack 3.0 ช่วยติดตามวัตถุ

4.1.2.9 ซูมภาพนิ่ง 8 เท่า และ 4 เท่าสำหรับวิดีโอ

4.1.2.10 รองรับแอปพลิเคชั่นน Dji Mimo App

4.1.2.11 สามารถใช้ AI Editor ในการตัดต่อวิดีโอ

4.1.2.12 น้ำหนักไม่น้อยกว่า 117 กรัม

4.1.3 รายละเอียดอื่น ๆ

4.1.3.1 มีอุปกร์ประกอบดังนี้

- กล้อง DJI Osmo Pocket 2
- อะแดปเตอร์ Lightning
- อะแดปเตอร์ USB-C
- แท่งควบคุมขนาดเล็ก

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

- เคสสำหรับกันกระแทก
- สายชาร์จ
- Tripod Mount ขนาด 1/4 นิ้ว
- สายรัดข้อมือ

4.1.3.2 ผู้เสนอต้องรับประกันสินค้า 1 ปี

4.2 กล้องถ่ายวิดีโอ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 รายละเอียดทั่วไป

กล้องวิดีโอ ความละเอียดระดับ 4K มีตัวเซ็นเซอร์ภาพ 4K UHD CMOS, เลนส์ซูมออปติคอล 20x ระบบการประมวลผลภาพ DIGIC DV 6 และเลนส์วิดีโอ 4K สามารถรับภาพ 4K คุณภาพสูงได้ บันทึกวิดีโอ 4K 25P / 30P ในรูปแบบ MP4 กล้องยังสามารถถ่ายวิดีโอภาพเคลื่อนไหวที่รวดเร็วและช้าได้สูงสุดถึง 1200x และ 0.5x / 0.4x ความเร็วปกติตามลำดับ

4.2.2 รายละเอียดทางเทคนิค

4.2.2.1 ตัวรับภาพขนาด 1/2.3 CMOS ความละเอียด 21.14 ล้านพิกเซล

4.2.2.2 ซูม 20 เท่า 4K zoom lens (29.3 -601 mm)

4.2.2.3 Focus length 29.3 -601 มม.

4.2.2.4 ระบบป้องกันการสั่นไหว ให้เลือกหลากหลายแบบ Optical system , electronic stabilization , Dynamic , Standard , Powered , off

4.2.2.5 มีระบบการโฟกัส ทั้งแบบ Hybrid และแบบ มาตรฐาน

4.2.2.6 ระบบการบันทึก Frame rate 25P (UHD) , 50P , 25P (Full HD)

4.2.2.7 ระบบความเร็วชัตเตอร์ 1/6 -1/2000 วินาที

4.2.2.8 Monitor 3 นิ้ว ระบบสัมผัส ที่ความละเอียด 460,000 จุด

4.2.2.9 ตัวช่วยในการโฟกัส Focus guide และระบบ peaking

4.2.2.10 ตัวช่วยในการวัดแสง Zebra ได้ทั้ง 70% และ 100%

4.2.2.11 ช่องต่อไมโครโฟน แบบ XLR และ mini Jack 3.5 มม.

4.2.2.12 ช่องใส่ SD Card 2 ช่อง

4.2.2.13 ช่องต่อ HDMI

4.2.2.14 ช่องต่อ HDSDI

4.2.3 รายละเอียดอื่น ๆ

รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

4.3 อากาศยานไร้คนขับสำหรับบันทึกข้อมูลทางอากาศ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นโดรนไซส์เล็ก พกพาสะดวก พร้อมกล้องคมชัดระดับ 4K สำหรับถ่ายภาพมุมสูง

4.3.2 รายละเอียดทางเทคนิค

4.3.2.1 น้ำหนัก ไม่น้อยกว่า 249 กรัม

4.3.2.2 ความเร็วสูงสุด(ไม่มีลม) 16 เมตร/วินาที

4.3.2.3 เพดานบินสูงสุด500 เมตร

4.3.2.4 ระยะบินไกลสูงสุด 2-4 กิโลเมตร

4.3.2.5 เวลาบินสูงสุด (ไม่มีลม) 31 นาที

4.3.2.6 ต้านทานความเร็วลมสูงสุด8.5-10.5 เมตรต่อวินาที

4.3.2.7 ช่วงคลื่นความถี่ในการทำงาน2.400 ถึง 5.850 GHz

4.3.2.8 กล้องและกิมบอล

4.3.2.9 กล้องติดตั้งมาพร้อมตัวเครื่อง

4.3.2.10 เซ็นเซอร์CMOS 1/2.3 นิ้ว

4.3.2.11 ความละเอียดภาพนิ่ง 12 ล้านพิกเซล

4.3.2.12 เลนส์ค่าขอบเขตการมองเห็น ประมาณ 83°C/รูรับแสง f/2.8

4.3.2.13 ช่วงการปรับค่า ISO วีดีโอ 100-3200 ภาพนิ่ง 100-3200

4.3.2.14 ความละเอียดวีดีโอ 4K/24/25/30fps 2.7K/24/25/30fps FHD/24/25/30/48/50/60fps

4.3.2.15 อัตราบิตเรตวีดีโอสูงสุด100Mbps

4.3.2.16 รูปแบบไฟล์ภาพJPEG/DNG (RAW)

4.3.2.17 รูปแบบไฟล์วีดีโอMP4 (H.264/MPEG-4 AVC)

4.3.2.18 ระบบแกนกันสั่นกิมบอล 3 แกน (Tilt/Roll/Pan)

4.3.2.19 ระบบเซ็นเซอร์

4.3.2.20 ระบบเซ็นเซอร์ด้านล่าง

4.3.2.21 แบตเตอรี่

4.3.2.22 ความจุ 2,250 mAh

4.3.2.23 ประเภทแบตเตอรี่ LiPo 2S

4.3.2.24 น้ำหนัก 86.2 กรัม

4.3.2.25 กำลังชาร์จสูงสุด 29 วัตต์

4.3.2.26 รีโมทคอนโทรล

4.3.2.27 ช่วงคลื่นความถี่ในการทำงาน; 2.400 ถึง 2.483 GHz และ 5.725 ถึง 5.850 GHz

4.3.2.28 แบตเตอรี่รีโมทคอนโทรล 5,200 mAh

4.3.2.29 ประเภท USB พอร์ตที่รองรับ Lightning, Micro USB (Type-B),USB-C

4.3.2.30 เมมโมรี่การ์ด

4.3.2.31 รองรับเมมโมรี่การ์ด Micro SD ความจุ 256 GB ความเร็ว R/W ถึง UHS-I Speed Grade3 (Class10)

4.3.2.32 แอปพลิเคชั่นและการส่งสัญญาณภาพสด

4.3.2.33 ระบบส่งสัญญาณ OcuSync 2.0

4.3.2.34 ใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชั่น DJI Fly

4.3.2.35 การส่งสัญญาณภาพสด 720p/30fps

4.3.2.36 ระบบปฏิบัติการที่จำเป็นเป็น IOS 10.0 ขึ้นไป/Android 6.0 ขึ้นไป

4.3.3 รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี

ลงชื่อ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

4.4 อุปกรณ์สำหรับตั้งกล้อง ขนาดเล็ก จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นขาตั้งสำหรับตั้งกล้องขนาดเล็ก สามารถใช้ร่วมกับกล้องถ่ายวิดีโอในรายการที่ 4.1 ได้

4.4.2 รายละเอียดอื่น ๆ

4.4.3.1 รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี

4.5 อุปกรณ์สำหรับตั้งกล้อง แบบที่ 2 จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 เป็นอุปกรณ์ตั้งกล้องผลิตจากวัสดุอลูมิเนียม ปรับได้แม่นยำ สามารถรองรับกล้องถ่ายวิดิโอในรายการที่ 4.2 ได้

4.4.2 มีหัวบอลระบบไฮโดรลิค

4.4.3 รับน้ำหนักได้ 8 กิโลกรัม

4.4.4 มีขนาดความสูงสูงสุดของอุปกรณ์ ไม่น้อยกว่า 170 cm

4.4.5 มีกระเป๋าสำหรับเก็บอุปกรณ์ได้อย่างเป็นระเบียบ

4.4.6 รับประกันสินค้า 1 ปี

4.6 อุปกรณ์แสดงผล จำนวน 6 ชุด มีรายละเอียดดังนี้ มีรายละเอียดดังนี้

4.6.1 รายละเอียดทั่วไป

มีความละเอียดระดับ 4K แบบ HDR ให้ความสดใสคมชัดทุกมุมมองบนหน้าจอมอนิเตอร์ขนาด ขนาดไม่น้อยกว่า 27.9 นิ้ว

4.6.2 รายละเอียดทางเทคนิค

4.6.2.1 มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 3840 x 2160

4.6.2.2 ความละเอียดไม่น้อยกว่า 4K

4.6.2.3 ความสว่างไม่น้อยกว่า 300 cd/m2

4.6.2.4 อัตราความคมชัดไม่น้อยกว่า 1000:1

4.6.2.5 ความเร็วในการตอบสนอง 1ms (VRB)

4.6.2.6 อัตราส่วนไม่น้อยกว่า 16:9

4.6.2.7 ความละเอียดของสีไม่น้อยกว่า 1.07 ล้านสี

4.6.2.8 มีช่องเชื่อมต่อ HDMI ได้ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

4.6.2.9 มีช่องเชื่อมต่อ DisplayPort 1 Port

4.6.3 รายละเอียดอื่น ๆ

4.6.3.1 มีอุปกรณ์ณประกอบดังนี้

- HDMI Cable x 1
- DisplayPort Cable x 1
- AC Power Cord x 1

4.6.3.2 รับประกันคุณภาพ 1 ปี

4.7 อุปกรณ์แสดงผลพร้อมขาตั้ง จำนวน 5 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

4.7.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นจอแสดงผล Interactive Multimedia Display ที่เป็นจอสัมผัส เหมาะสำหรับการนำเสนอ ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน

4.7.2 รายละเอียดทางเทคนิค

4.7.2.1 จอรับภาพเป็นแบบ E-LED ขนาดของจอไม่น้อยกว่า 65 นิ้ว

4.7.2.2 เป็นจอรับภาพที่รวม LED, คอมพิวเตอร์ และ ระบบ Interactive เข้าไว้ด้วยกันในเครื่องเดียว

4.7.2.3 มีความละเอียดสูงสุดไม่น้อยกว่า 3840 x 2160 pixels ที่รองรับความละเอียดแบบ 4K

4.7.2.4 มีความเร็วในการตอบสนองการแสดงผลที่ไม่เกิน 8 ms.

4.7.2.5 มีมุมมองภาพไม่น้อยกว่า ๑๗๘ องศา

4.7.2.6 มีลำโพงแบบ Stereo ด้วยกำลังขับไม่น้อยกว่า 10 Watts จำนวน ๒ ตัว

4.7.2.7 มีช่องต่อสัญญาณดังนี้

- HDMI	ไม่น้อยกว่า 2	ช่อง
- Touch USB	ไม่น้อยกว่า 1	ช่อง
- USB 2.0	ไม่น้อยกว่า 3	ช่อง

- 15-pin D-Sub (VGA) ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- Audio in ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- RJ-45 (LAN) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- Audio out ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.7.2.8 8.มีช่องต่อสัญญาณสำหรับ OPS PC ดังนี้

- HDMI out put ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 15-pin D-Sub (VGA) ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- Audio out ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- RJ-45 (LAN) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.7.2.9 9.มีช่องเชื่อมต่อ Touch Port อย่างน้อย ๑ ช่องสัญญาณ

4.7.2.10 สามารถใช้งานได้ทั้งกับ ระบบปฏิบัติการ Android และ Windows

4.7.2.11 สามารถ Touch Screen ได้พร้อมกันอย่างน้อย ๒๐ จุด

4.7.2.12 มีปุ่ม Shortcut ในหน้าจอหลัก (Home) อย่างน้อย ๓ คำสั่ง

4.7.2.13 มีโปรแกรมสำหรับช่วยในการนำเสนองาน ซึ่งสามารถใช้บนระบบปฏิบัติการ Android บนตัวเครื่องได้ โดยสามารถทำงานได้อย่างน้อยดังนี้ เขียน เปลี่ยนสี ของเส้นที่เขียนได้

4.7.2.14 พื้นผิวสัมผัสทำด้วยกระจกแบบเทมเปอร์ทั้งแผ่น ซึ่งมีคุณสมบัติแข็งแกร่ง สามารถรองรับแรงกระแทกได้

4.7.2.15 มีระบบปฏิบัติการ Android ซึ่งมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

4.7.2.16 CPU Cortex A55@1200 Mhz หรือดีกว่า

4.7.2.17 RAM 3 GB / ROM 32 GB

4.7.2.18 Android Version 9.0 หรือดีกว่า

4.7.2.19 มี Computer ชนิด Open Pluggable Specification (OPS) ซึ่งมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

4.7.2.20 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) จำนวน ๑ หน่วยแบบ Intel Core I๕ หรือดีกว่า

4.7.2.21 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) แบบ DDR ที่มีความจุไม่น้อยกว่า 4 GB

4.7.2.22 มีHard Disk แบบ SSD ไม่น้อยกว่า 128 GB จำนวน ๑ หน่วย

4.7.2.23 สามารถเชื่อมต่อแบบ Wireless LAN IEEE๘๐๒.๑๑ b/g/n ได้

4.7.2.24 มีรีโมทสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่อง

4.7.2.25 มี Function ที่สามารถแชร์ภาพจาก Smartphone, Tablet หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์ ขึ้นไปยังบนหน้าจอได้

4.7.2.26 มีชุด Keyboard และ Mouse แบบ Wireless มาพร้อมกับตัวเครื่อง โดยสามารถใช้งานร่วมกับตัวเครื่องได้เป็นอย่างดี

ลงชื่อ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

5. ชุดเครื่องมือปฏิบัติการวิชาชีพพื้นฐานทางวิศวกรรมพลังงาน จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

5.1 เครื่องตัดเหล็ก จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 เป็นเครื่องมือสำหรับงาน ตัดเหล็ก/ตัดท่อ/ตัดโลหะ

5.1.2 เครื่องตัดเหล็กขนาดไม่น้อยกว่า 12 in

5.1.3 มีปุ่มเปิด - ปิด ตัวเครื่อง

5.1.4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบตัด ไม่น้อยกว่า 12 in

5.1.5 สามารถตัดลึกได้สูงสุด 90 °C : 150 มม. หรือมากกว่า

5.1.6 สามารถตัดลึกได้สูงสุด 45 °C : 85 มม. หรือมากกว่า

5.1.7 ตัวเครื่องใช้กำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1,700 W

5.1.8 มีใบตัดเหล็กฟันคาร์ไบด์จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ใบ

5.1.9 มีการรับประกันการใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ปี

5.2 เครื่องตัดไฟเบอร์ จำนวน 3 เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 เครื่องตัดไฟเบอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 14 in

5.2.2 มีปุ่มเปิด - ปิด เครื่อง

5.2.3 สามารถตัดทะแยงได้สูงสุด 45 °C

5.2.4 ความเร็วรอบตัวเปล่าของเครื่องไม่น้อยกว่า 3,500 rpm

5.2.5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบตัด ไม่น้อยกว่า 14 in

5.2.6 ตัวเครื่องใช้กำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 2,000 W

5.2.7 ฐานตัวเครื่องทำจากเหล็กขึ้นรูป

5.2.8 มีใบตัดเหล็กแบบไฟเบอร์จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ใบ

5.2.9 มีการรับประกันการใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ปี

5.3 สว่านกระแทกไฟฟ้า จำนวน 3 เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้

5.3.1 สามารถเจาะชิ้นงาน ไม้, โลหะ, คอนกรีตและวัสดุอื่นได้

5.3.2 สว่านใช้กำลังไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 750W

5.3.3 ความเร็วรอบของสว่านขณะหมุนเปล่า อยู่ในช่วง 0-3,200 rpm หรือดีกว่า

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

5.3.4 อัตราการเจาะกระแทก อยู่ในช่วง 0-40,000 ครั้งต่อนาที หรือดีกว่า

5.3.5 ตัวเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน

5.3.6 มีปุ่มสวิตซ์ปรับความเร็วได้ ,มีปุ่มล๊อคสวิตซ์

5.3.7 มีชุดดอกสว่านไฮสปีดขนาด 1-10 มม ต่างขนาดกันไม่น้อยกว่า 18 ดอก/ชุด จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ชุด หรือดีกว่า

5.3.8 มีชุดดอกสว่านทรงกรวย (ทรงเจดีย์) 3 ขนาด จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ชุด

5.3.9 มีการรับประกันการใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ปี

5.4 สว่านโรตารี่ จำนวน 2 เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้

5.4.1 สามารถเจาะชิ้นงาน ไม้, โลหะ, คอนกรีตและวัสดุอื่นได้

5.4.2 สว่านใช้กำลังไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 750W

5.4.3 ความเร็วรอบของสว่าน อยู่ในช่วง 0-800 rpm หรือดีกว่า

5.4.4 อัตราการเจาะกระแทก อยู่ในช่วง 0-4,000 ครั้งต่อนาที หรือดีกว่า

5.4.5 ตัวเครื่องมีความแข็งแรงทนทาน

5.4.6 มีปุ่มสวิตซ์ปรับความเร็วได้ ,มีปุ่มล๊อคสวิตซ์

5.4.7 มีดอกสว่า ต่างขนาดกันไม่น้อยกว่า 8 ดอก/ชุด จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ชุด หรือดีกว่า

5.4.8 มีการรับประกันการใช้งานไม่น้อยกว่า 1 ปี

5.5 ชุดสว่านไร้สาย จำนวน 2 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

5.5.1 รายละเอียดทั่วไป

สว่านไร้สายออกแบบมาเพื่อการใช้งานที่ง่ายขึ้น เนื่องจากไม่มีสายไฟให้ระเกะระกะในระหว่างการทำงาน เนื่องจากให้พลังงานด้วยแบตเตอรี่ เหมาะสำหรับการศึกษาขั้นเทคนิคพื้นฐาน

5.5.2 รายละเอียดทางเทคนิค

5.5.2.1 สว่านกระแทกรายการที่ 1 ประกอบไปด้วยรายการดังนี้

- กำลังไฟไม่น้อยกว่า 18 V
- สามารถเจาะไม้ / เหล็ก / ปูน 40 / 13 / 13 mm. หรือดีกว่า
- ความเร็วรอบ 0-550 / 0-2000 rpm. หรือดีกว่า

- อัตรากระแทก 0-9350 / 0-34000 bpm. หรือดีกว่า
- แรงบิด Hard / Soft 70 / 27 Nm.
- น้ำหนักไม่น้อยกว่า 1.82 Kg.

5.5.2.2 สว่านกระแทกรายการที่ 2 ประกอบไปด้วยรายการดังนี้

- กำลังไฟไม่น้อยกว่า 18 V
- ขนดปากจับ 1/4
- ความเร็วรอบ 0-1000 / 0-2800 / 0-3250 rpm. หรือดีกว่า
- อัตรากระแทก 0-3800 bpm. หรือดีกว่า
- แรงบิด Hard / Soft 205 Nm. หรือดีกว่า
- น้ำหนัก 0.94 Kg.
- มีไฟ LED 3 ดวง

5.5.3 รายละเอียดอื่น ๆ

5.5.3.1 สว่านกระแทก18V สว่านกระแทกรายการที่ 1 x1 มอเตอร์ BRUSHLESS

5.5.3.2 ไขควงกระแทก18V สว่านกระแทกรายการที่ 2 x1 มอเตอร์ BRUSHLESS

5.5.3.3 มีชุดดอกสว่านไฮสปีดขนาด 1-10 มม ต่างขนาดกันไม่น้อยกว่า 18 ดอก/ชุด จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ชุด หรือดีกว่า

5.5.3.4 แบต 18V / 4.0Ah x2ก้อน

5.5.3.5 แท่นชาร์จ DCB115 x1

5.5.3.6 กล่อง T-STAK

5.5.3.7 รับประกันคุณภาพสินค้า 1 ปี

5.6 เครื่องเจียรไฟฟ้า จำนวน 5 เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้

5.6.1 เครื่องเจียรไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 900W

5.6.2 ความเร็วรอบของขณะหมุนเปล่า อยู่ในช่วง 11,000 rpm หรือดีกว่า

5.6.3 มีปุ่มล๊อคสวิตซ์แบบล็อกได้

5.6.4 มีการรับประกัน 1 ปี ของตัวเครื่อง

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

5.7 เครื่องวัดระยะทางด้วยเลเซอร์ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

5.7.1 เป็นเครื่องวัดระยะทางด้วยเลเซอร์แบบพกพา

5.7.2 สามารถวัดค่าความยาว การวัดต่อเนื่อง การวัดความยาวโดยอ้อม การวัดพื้นที่และปริมาตร ฟังก์ชั่นบวกและลบค่า

5.7.3 มีฟังค์ชั่น Bluetooth ใช้ร่วมกับสมาร์ทโฟนได้

5.7.4 ช่วงการวัดมีระยะ 0.05-100 m

5.7.5 ความแม่นยำในการวีดของตัวเครื่อง ± 1.5 mm

5.7.6 สามารถถ่ายโอนข้อมูลผ่านBluetooth และ Micro USB

5.7.7 ตัวเครื่องได้รับรองตามมาตรฐาน ISO 16331-1

5.7.8 มีไม้วัดองศาใช้คู่กับเครื่องวัดระยะด้วยแสงเลเซอร์จำนวน 1 ชุด

5.7.9 มีการรับประกัน 1 ปี ของตัวเครื่อง

5.8 เครื่องดูดฝุ่น จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

5.8.1 ตัวถังผลิตจากสเตนเลสเกรด 304 ป้องกันสนิม ทนต่อการกัดกร่อน

5.8.2 ใช้งานได้ 2 ฟังก์ชั่น ดูดฝุ่นแห้งและดูดของเหลวได้ในเครื่องเดียว

5.8.3 ความจุถังเต็มปริมาตรไม่น้อยกว่า 30 L

5.8.4 มีสายดูดฝุ่นความยาวไม่น้อยกว่า 1.5 m

5.8.5 กำลังไฟ 1,500 W หรือมากกว่า

5.8.6 มาพร้อมล้อเลื่อนจำนวน 4 ล้อ ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย และมีสายไฟยาวไม่น้อยกว่า1.2 เมตร

5.8.7 มีการรับประกัน 1 ปี ของตัวเครื่อง

5.9 เครื่องตัดพลาสม่า จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

5.9.1 เครื่องตัดพลาสม่า ใช้สำหรับงานตัดโลหะเกือบทุกชนิด เช่น ตัดเหล็ก ตัดอลูมิเนียม ตัดสแตนเลส ตัดทองเหลือง ตัดทองแดง

5.9.2 แรงดันไฟขาเข้า (Rated Input Voltage) : 1 PH 220V ±15%

5.9.3 กำลังไฟฟ้า (Rated Input Capacity) : 7.2 kVA

5.9.4 ความถี่ (Frequency) : 50/60 Hz

5.9.5 แรงดันไฟเข้าขณะเปิดเครื่อง (No Load Voltage) : 220 V

5.9.6 แรงดันไฟฟ้าขณะตัด (Rated Output Voltage) : 95 V

5.9.7 ความสามารถในการทำงาน (Rated Duty Cycle) : 60% (40A) และ 100% (30A)

5.9.8 ประสิทธิภาพ (Efficiency) : 85%

5.9.9 ระดับการป้องกันสิ่งแปลกปลอม (Protection Class) : 0.99

5.9.10 ความหนาสูงสุดที่ตัด : 18 มิลลิเมตร

5.9.11 มีปั๊มลมที่สามารถใช้กับเครื่องตัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ 1 ตัว

5.9.12 มีการรับประกัน 1 ปี ของตัวเครื่อง

5.10 ตู้เครื่องมือช่างพร้อมเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

5.10.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดเครื่องมือช่างพื้นฐาน สำหรับใช้งานวัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอนวิชาช่างพื้นฐาน

5.10.2 รายละเอียดทางเทคนิค

5.10.2.1 ลิ้นชัก 1

- ประแจวงล้อ 1 ชิ้น: 1/4″
- 13 ชิ้นซ็อกเก็ต 1/4 4- 4-4.5-5-5.5-6-7-8-9-10-11-12-13-14
- 17 ชิ้น 1/4″ x 32 (L) บิตซ็อกเก็ต: Hex: 3-4-5-6mm Star: T8-T10-
- T15-T20-T25-T30 SL: 4-5.5-7 มม., PH1, PH2, PZ1, PZ2
- 8 ชิ้น 1/4″ DR 50 มม. (L) ซ็อกเก็ตลึก: 6-7-8-9-10-11-12-13mm
- บาร์ขยาย 2 ชิ้น: 1/4″ ดร. x 50 มม. 1/4″ ดร. x 100 มม
- 1 ชิ้นมือหมุน: 1/4″ x150mm
- บาร์ขยายแบบยืดหยุ่น 1 ชิ้น: 1/4″ x 150 มม
- 1 ชิ้น 1/4″ ข้อต่ออเนกประสงค์
- 1 ชิ้นเลื่อน“ T” บาร์: 1/4″ x 114 มม
- ประแจวงล้อ 1 ชิ้น: 1/2″

- 1 ชิ้น 1/2″ ข้อต่ออเนกประสงค์
- ซ็อกเก็ต 19 ชิ้น 1/2 "DR: 8-10-11-12-13-14-15-16-17
- -18-19-20-21-22-23-24-27-30-32mm
- 4 ชิ้น 1/2″ DR 77 มม. (L) ซ็อกเก็ตลึก: 14-15-17-19mm
- 5 ชิ้น 1/2″ ซ็อกเก็ตดาว: E10 12 14 16 20
- ซ็อกเก็ตปลั๊ก 2 ชิ้น: 1/2″ Dr.16mm -21mm
- 1 ชิ้น 1/2″ * 250 มม. แถบเลื่อน T
- บาร์ขยาย 2 ชิ้น: 1/2″ ดร. x 125 มม., 1/2 "ดร. x 250 มม

5.10.2.2 ลิ้นชัก 2

- ไขควง 14 ชิ้น: SL3 * 75, SL4 * 100, SL5.5 * 100,
- SL6.5 * 38, SL6.5 * 125, SL6.5 * 150, SL8 * 200, PH0 * 75, PH1 * 75,
- PH1 * 100 * PH2 38, PH2 * 125 * 150 PH2, PH3 * 200
- ประแจหกเหลี่ยม T- จับ 4 ชิ้น: 3x100mm, 4x100mm,
- 5x150mm, 6x150mm
- ไฟฉาย 1 ชิ้น

5.10.2.3 ลิ้นชัก 3

- ประแจรวม 17 ชิ้น: 6-7-8-9-10-11-12-13-14-
- 15-16-17-18-19-21-22-24
- 5 ชิ้น Flare อ่อนนุชประแจ: 8 * 10,10 * 12,11 * 13
- 12 * 14,17 * 19
- ประแจหกเหลี่ยม 9 ชิ้น: 1.5-2-2.5-3-4-5-6-8-10
- 9 ชิ้นประแจสำคัญ Trox: T10-T15-T20-T25-T27-
- T30-T40-T45-T50

5.10.2.4 ลิ้นชัก 4

- 1 ชิ้น 10″ ประแจจับยึดกรามโค้ง
- 1 ชิ้น 40 มิลลิเมตรยางและค้อนพลาสติก
- 1 ชิ้น 10″ คีมปั๊มน้ำ
- 1 ชิ้น 8″ คีมรวมกัน
- 1 ชิ้น 6″ คีมปากแหลม
- 1 ชิ้น 7″ คีมตัดแนวทแยง
- 1 ชิ้นมีดยูทิลิตี้
- คีมห่วงแหวน 4 ชิ้น
- 1 ชิ้น 300 กรัมค้อนช่างเครื่อง
- 1 ชิ้น 10″ ประแจปรับได้
- 1 ชิ้น 5x19 มิลลิเมตรเหล็กเทปวัด

5.10.2.5 ลิ้นชัก 5

- ระดับน้ำดิจิตอล 1 ชิ้น (ด้วยแม่เหล็กที่ทรงพลัง)
- 1 ชิ้นกรอบเลื่อย
- ถุงมือช่าง 1 ชิ้น
- 5 ชิ้นตะขอเหล็ก (สำหรับเครื่องมือแขวน)

5.10.2.6 ลิ้นชัก 6, ลิ้นชัก 7

- ใส่ของอเนกประสงค์

5.10.3 รายละเอียดอื่น ๆ

5.10.1 รับประกัน 1 ปี

5.11 ชุดเชื่อมท่อ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

5.11.1 เครื่องเชื่อมท่อเขียว PP-R พีพีอาร์ เครื่องมือการเชื่อมท่อ

5.11.2 เครื่องเชื่อมใช้กับท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง : 20mm, 25mm, 32mm, 40mm, 50mm, 63mm หรือมากกว่า

5.11.3 ชุดเชื่อมท่อพีพีอาร์ PP-R ใช้วิธีการเชื่อมสอด Socket Fusion

5.11.4 การใช้ความร้อน 250-275 องศาเซลเซียส

5.11.5 เครื่องเชื่อมพร้อมหัว (เชื่อมท่อได้ 1/2"-2")

5.11.6 เครื่องเชื่อมใช้กำลังไฟฟ้า 700 W หรือมากกว่า

5.11.7 เครื่องเชื่อมใช้แรงดันไฟฟ้า 220 V หรือมากกว่า

5.11.8 ความถี่ไฟฟ้า 50HZ หรือดีกว่า

5.11.9 มีการรับประกัน 1 ปี ของตัวเครื่อง

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

6. ห้องปฏิบัติการเรียนรู้พร้อมระบบผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

6.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นห้องปฏิบัติการพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ในการบริหารจัดการพลังงาน สามารถเปิดปิด เป็นระบบสมาร์ทโฮม และวัดค่าพลังงานแสงอาทิตย์ได้

6.2 รายละเอียดทางเทคนิค

6.2.1 ตู้สำนักงานเคลื่อนที่ขนาดไม่น้อยกว่า (กว้างx ยาว) 6x6 เมตร จำนวน 1 ตู้

6.2.1.1 มีหลอดไฟจำนวนไม่น้อยกว่า 6 หลอด

6.2.1.2 มีเต้ารับไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 5 จุด

6.2.1.3 มีโต๊ะประชุม 1 ตัว

- ผลิตจากไม้ Particle Board เกรด A แข็งแรง
- ท็อปโต๊ะ หนา 25 มม., แผงขา หนา 16 มม. ปิดขอบ PVC Edge ไม่หลุดร่อน
- เคลือบ Melamine ให้ผิวเรียบลื่น กันน้ำ ทนต่อความร้อน และรอยขีดข่วน เช็ดทำความสะอาดง่าย
- มุมโต๊ะรูปแบบขอบมน ช่วยลดอุบัติเหตุและบาดเจ็บจากการกระแทก
- รองขาโต๊ะ ช่วยลดรอยที่อาจเกิดขึ้นได้บนพื้นผิว
- รองรับการประชุมขนาดใหญ่ สูงสุด10 ที่นั่ง
- สี : บีช-เทาดำ
- ขนาดสินค้า (กว้าง x ลึก x สูง) : 240 x 120 x 75 ซม./ตัว

6.2.1.4 มีเก้าอี้สำหรับโต๊ะประชุมจำนวนไม่น้อยกว่า 8 ตัว

6.2.1.5 มีเครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง ขนาดไม่น้อยกว่า 18,000 BTU จำนวน 2 ตัว

- ระบบทำความสะอาดตัวเองแบบละลายน้ำแข็ง
- แผงคอยล์ร้อนเคลือบสารกันผุกร่อน
- ปรับลมอัตโนมัติ ขึ้นลง-ซ้ายขวา 4 ทิศทาง
- แสดงอุณภูมิจริงของห้องที่ตัวเครื่อง
- ขนาดการทำความเย็น 18,000 บีทียู

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

- กำลังไฟฟ้า 1,470 วัตต์
- อัตราส่วนประสิทธิภาพของพลังงาน หรือ SEER 13.17 บีทียู/ วัตต์ / ชั่วโมง
- แหล่งจ่ายไฟ 220 โวลต์/ 1 เฟส/ 50 เฮิรตซ์
- ความเร็วพัดลม 4 ระดับและ 1 ระดับออโต้
- ประหยัดไฟเบอร์ 5
- ระบบ on-off (คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี่)
- สารทำความเย็น R32
- ขนาดท่อของเหลว 6.35 มม. (2หุน)
- ท่อก๊าส 12.70 มม. (4หุน)
- การกระจายลมเย็น สวิงแนวตั้ง ขึ้น-ลง, สวิงแนวนอน ซ้าย-ขวา (อัตโนมัติ)
- ระบบฟอกอากาศ แผ่นกรองอากาศ Electrostatic IFD Filter
- คอยล์เย็นขนาดไม่น้อยกว่า 330 x 1,120 x 230 (มม.) น้ำหนัก 15 กก.
- คอยล์ร้อนขนาดไม่น้อยกว่า 545 x 800 x 315 (มม.) น้ำหนัก 38 กก.

6.2.1.6 เครื่องขยายสัญญาณเสียง จำนวน 1 เครื่อง

- สามารถต่อไมโครโฟนได้ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง และ AUX ได้ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีปุ่มปรับระดับเสียงอิสระแต่ละช่อง
- เป็นเครื่องขยายเสียงมีกำลังขยายไม่น้อยกว่า 120 W
- ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 50-20,000Hz
- สามารถใช้กับไฟบ้านทั่วไป
- ชุดลำโพงสำหรับห้องเรียน
- เป็นลำโพงชนิด 2 ทาง ไม่น้อยกว่า 2 ตู้
- ลำโพงกำลังเสียงดังไม่น้อยกว่า 30 วัตต์ (RMS)
- ติดตั้งแบบแขวนผนังพร้อมใช้งาน
- ชุดไมโครโฟนชนิดไร้สาย

- ทำงานที่ผ่านความถี่ UHF 794-806 MHz
- มีไมโครโฟน 2 ตัว สามารถปรับระดับสัญญาณเสียงของไมโครโฟน A และ B ได้ อย่างอิสระ

6.2.2 ตู้สำนักงานเคลื่อนที่ขนาดไม่น้อยกว่า (กว้างx ยาว) 3x6 เมตร จำนวน 1 ตู้

6.2.2.1 มีหลอดไฟจำนวนไม่น้อยกว่า 6 หลอด

6.2.2.2 มีเต้ารับไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 5 จุด

6.2.2.3 มีโต๊ะปฏิบัติการจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว

โต๊ะปฏิบัติการ จำนวน 1 ตัว

- พื้นโต๊ะทำด้วยไม้ปาติเกิลเคลือบผิวเมลามีน ทั้ง 2 ด้าน
- พื้นมีขนาดไม่น้อยกว่า 1500 x 800 มม. ความหนารวมไม่น้อยกว่า 28 มม.
- ขอบโต๊ะโดยรอบปิดด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 3 มม.
- ความสูงจากพื้นถึงระดับพื้นโต๊ะด้านบนมีความสูงไม่น้อยกว่า 725 มม.
- ขาโต๊ะปรับระดับความสูงได้ไม่น้อยกว่า 20 มม.
- ชุดขาโต๊ะทำด้วยโครงโลหะสามารถรองรับน้ำหนักของชุดฝึกได้เป็น อย่างดี
- การพ่นสีเป็นแบบสีฝุ่นอุตสาหกรรมผ่านการอบความร้อน

6.2.2.4 มีเครื่องปรับอากาศติดผนัง ขนาดไม่น้อยกว่า 18,000 BTU จำนวน 1 ตัว

- ระบบทำความสะอาดตัวเองแบบละลายน้ำแข็ง
- แผงคอยล์ร้อนเคลือบสารกันผุกร่อน
- ปรับลมอัตโนมัติ ขึ้นลง-ซ้ายขวา 4 ทิศทาง
- แสดงอุณภูมิจริงของห้องที่ตัวเครื่อง
- ขนาดการทำความเย็น 18,000 บีทียู
- กำลังไฟฟ้า 1,470 วัตต์
- อัตราส่วนประสิทธิภาพของพลังงาน หรือ SEER 13.17 บีทียู/ วัตต์ / ชั่วโมง
- แหล่งจ่ายไฟ 220 โวลต์/ 1 เฟส/ 50 เฮิรตซ์

- ความเร็วพัดลม 4 ระดับและ 1 ระดับออโต้
- ประหยัดไฟเบอร์ 5
- ระบบ on-off (คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี่)
- สารทำความเย็น R32
- ขนาดท่อของเหลว 6.35 มม. (2หุน)
- ท่อก๊าส 12.70 มม. (4หุน)
- การกระจายลมเย็น สวิงแนวตั้ง ขึ้น-ลง, สวิงแนวนอน ซ้าย-ขวา (อัตโนมัติ)
- ระบบฟอกอากาศ แผ่นกรองอากาศ Electrostatic IFD Filter
- คอยล์เย็นขนาดไม่น้อยกว่า 330 x 1,120 x 230 (มม.) น้ำหนัก 15 กก.
- คอยล์ร้อนขนาดไม่น้อยกว่า 545 x 800 x 315 (มม.) น้ำหนัก 38 กก.

6.2.1.7 ชุดจ่ายพลังงานด้วยโซล่าเซล จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วยดังนี้หรือดีกว่า

6.2.1.7.1 แผงโซล่าเซลล์

- กำลังไฟฟ้ารวมของระบบไม่น้อยกว่า 10kW
- กำลังไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์แต่ละแผงไม่ต่ำกว่า 450W ที่สภาวะSTC
- เป็นชนิดโมโนคริสตัลไลน์ อยู่ในกลุ่ม 1 (Tier 1)
- แรงดันไฟฟ้าสภาวะเปิดวงจร (Voc) ไม่น้อยกว่า 49.84V และกระแสไฟฟ้าขณะลัดวงจร (Isc) ไม่น้อยกว่า 11.34A

6.2.1.7.2 อินเวอร์เตอร์

- มีประสิทธิภาพการทำงานไม่ต่ำกว่า 98.6%
- สามารถรับแรงดันไฟฟ้าได้สูงสุด 1100V มีช่วงแรงดันขณะทำงาน 140-980V
- สามารถรับกระแสแต่ละ MPPT ได้สูงสุด 13.5A และรับกระแสขณะลัดวงจรได้สูงสุด 19.5V

- รองรับการเชื่อมต่อแบตเตอรี่ลิเธียมในช่วงแรงดันไฟฟ้าขณะทำงาน 600-980V และรับกระแสไฟฟ้าขณะทำงานสูงสุด 16A

6.2.1.7.3 อุปกรณ์ควบคุมพลังงานไฟฟ้า (Power Sensor)

- เป็นชนิดยึดราง (DIN35 Rail)
- เป็นชนิด 3 เฟส 4 สาย (3P4W)
- รับแรงดันไฟฟ้าขาเข้า 176-288VAC
- สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าระหว่างสาย Line ได้ในช่วง 304-499Vac และแรงดันไฟฟ้าของแต่ละเฟสในช่วง 176-288Vac
- สามารถวัดกระแสได้สูงสุด 100A ผ่านอุปกรณ์ CT

ติดต่อกับอุปกรณ์อื่นผ่านพอร์ท RS485 ที่อัตรา Baud rate 9600bps

6.2.1.7.4 ชุดอุปกรณ์ระบบป้องกันฟ้าผ่า

- ฟิวส์กระแสตรง 1 โพล 1000V พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 15A จำนวน 2 ชุด
- เบรกเกอร์กระแสตรง 4 โพล 1000V พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 16A จำนวน 2 ชุด
- ตัวป้องกันฟ้าผ่าฝั่งกระแสตรง 3 โพล 1000V สามารถรับกระแสฟ้าผ่าได้สูงสุด 40kA จำนวน 2 ชุด
- เบรกเกอร์กระแสสลับ 3 โพล พิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 32A จำนวน 1 ชุด
- ตัวป้องกันฟ้าผ่าฝั่งกระแสสลับ 4 โพล 3 เฟส สามารถรับกระแสฟ้าผ่าได้สูงสุด 40kA จำนวน 1 ชุด

6.2.1.7.5 อุปกรณ์โครงสร้างรองรับแผง

- ทำมาจากวัสดุที่มีพื้นผิวอโนไดซ์ (Anodizing surface treatment)

6.2.1.7.6 สายไฟโซล่าเซลล์

- ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่ต่ำกว่า 6 ตร.มม.
- ทนแรงดันไฟฟ้าสูงสุด 1000V

- หัวต่อสายโซล่าเซลล์
- วัสดุที่ใช้เชื่อมต่อต้องเป็นทองแดง
- ทนแรงดันไฟฟ้าสูงสุด 1000V และกระแสไฟฟ้าสูงสุด 30A

6.2.1.7.7 ระบบควบคุมผ่านสมาร์ทโฟนและวัดค่าพลังงาน

- สามารถเชื่อมต่อกับ Wifi ได้
- สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
- สามารถวัดกระแสรวม
- สามารถวัดกำลังไฟฟ้ารวมได้
- สามารถแสดงผลผ่าน Application ได้
- สามารถควบคุมการแสดงผลผ่าน Application ได้

6.2.1.7.8 ระบบแบตเตอรี่สำหรับการสำรองพลังงาน

- สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุด 5 หน่วย
- สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 2.5kw และกำลังไฟฟ้าสูงสุดชั่วขณะ 3.5kw เป็นเวลา 10 วินาที
- ในระหว่างทำงานสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 600-980V สำหรับการใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส
- ระกับการกันน้ำ IP66
- ช่วงอุณหภูมิการทำงาน -10 - 55 องศาเซลเซียส

6.2.1.8การติดตั้งระบบไฟฟ้าและระบบควบคุมการใช้ไฟฟ้า จำนวน 1 ระบบ มีรายละเอียดดังนี้

- การเดินสายไฟฟ้าจะต้องปฏิบัติตามกฎมาตรฐานการเดินสายไฟ
- ติดตั้งลูกย่อยให้เพียงพอต่อการใช้งาน โดยขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า

- ลูกย่อยแบบสมาร์ทพร้อม Application
- ลูกย่อยเบรกเกอร์แบบสมาร์ท 1P จำนวน 5 ลูก
- พิกัด In= 63A , Icn 10 kA
- สามารถปรับตั้งค่ากระแสทริปให้สัมพันธ์กับโหลดได้ตามต้องการตั้งแต่ 1A ถึง 63A โดยขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของกระแสไฟฟ้าในแต่ละลูก
- รองรับการแสดงผลผ่าน App ไม่น้อยกว่าดังนี้
- แรงดันไฟฟ้า (V)
- กระแสไฟฟ้า (A)
- กำลังไฟฟ้า (W)
- การใช้ไฟฟ้า (KWh)
- อุณหภูมิของตัวอุปกรณ์
- มีปุ่มกดสำหรับเปิด-ปิดด้วยมือที่ตัวอุปกรณ์
- สามารถติดตั้งกับตู้คอนซูมเมอร์ยูนิทแบบธรรมดาได้
- อุปกรณ์เกตเวย์สำหรับลูกย่อยเบรกเกอร์แบบสมาร์ท จำนวน 1 ตัว
- เป็นโมดูลสื่อสารรับส่งข้อมูลการควบคุมและการแสดงผลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต
- สามารถต่ออุปกรณ์ลูกได้ไม่น้อยกว่า 32 ตัว
- มีขนาดเท่ากับลูกย่อยเบรกเกอร์ สามารถติดตั้งในตู้คอนซูเมอร์ได้
- รองรับการเชื่อมต่อผ่าน WiFi แบนด์วิธ 20 MHz, 40 MHz ความเร็วพิกัด 72.2-150 Mbps หรือดีกว่า
- Application ควบคุมและแสดงผล มีรายละเอียดดังนี้หรือดีกว่า
- รองรับการใช้งานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Android,
- iOS และ Web browser

ลงชื่อ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

- สามารถรีโมทเข้าไปเพื่อ ปิด-เปิด ปรับตั้งค่าความปลอดภัย ได้ทุกที่ ทุกเวลา เมื่อระบบออนไลน์และผู้ใช้งานอินเตอร์เน็ต
- สามารถสั่งเปิด-ปิด ลูกย่อย ผ่าน App ได้ หากมีกดปิดด้วยมือจะไม่สามารถสั่งเปิดจาก App ได้เพื่อความปลอดภัย
- สามารถตั้งล็อกไม่ให้กดเปิดที่ตัวของลูกย่อย ให้เปิดจาก App เท่านั้น เพื่อป้องกันการใช้อุปกรณ์โดยไม่ได้รับอนุญาต
- สามารถตั้งชื่อลูกย่อยแยกแต่ละตัวใน App เป็นภาษาไทยได้
- สามารถแสดงผล การใช้กำลังไฟฟ้า , การใช้หน่วยไฟฟ้า , ค่าไฟฟ้า ของระบบได้
- สามารถแจ้งเตือนผ่าน App เมื่อมีเหตุการณ์ผิดปกติ (Alert message)
- สามารถตั้งค่าการแจ้งเตือนการใช้พลังงาน KWh/เดือน เมื่อเกินกว่าที่ตั้งค่าไว้
- สามารถเรียกดูข้อมูลการใช้ไฟฟ้าย้อนหลังเป็นกราฟเปรียบเทียบได้
- มีฟังก์ชั่นตั้งเวลาเปิด-ปิด อัตโนมัติ 24 ชั่วโมง 7 วัน

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

7. ชุดบริหารจัดการครุภัณฑ์ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

7.1.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นระบบการบริหารจัดการเพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อยของครุภัณฑ์ มีการติดตาม ประมวลผลสำหรับผู้ใช้งาน

7.1.2 รายละเอียดทางเทคนิค

7.1.2.1 ระบบยืมคืนวัสดุอุปกรณ์

7.1.2.1.1 สามารถ Login เข้าระบบเพื่อจัดการข้อมูล เพิ่ม แก้ไข ลบ ข้อมูลอุปกรณ์, ข้อมูลประเภทอุปกรณ์, ข้อมูลผู้ใช้งาน, ข้อมูลสมาชิก ของระบบยืมคืนอุปกรณ์ได้

7.1.2.1.2 สามารถ ทำรายการยืมคืนอุปกรณ์ และทำการยืมรายการอุปกรณ์สิ้นเปลือง ให้กับสมาชิกได้ โดยเพิ่มข้อมูลรายการยืมจากนั้นค้นหาสมาชิกที่ยืมอุปกรณ์ กำหนดวันที่คืนอุปกรณ์ แล้วบันทึกข้อมูลการยืมอุปกรณ์ได้

7.1.2.1.3 สามารถ เรียกดูข้อมูลการยืม, รายละเอียดการยืม, สถานะของอุปกรณ์ที่ยืม, และรับคืนอุปกรณ์ ตามรายการยืมได้

7.1.2.1.4 สามารถ เรียกดูรายงานการยืม รายงานการคืน รายงานผู้ใช้ระบบได้

7.1.2.1.5 สามารถ แก้ไขข้อมูลส่วนตัว และเปลี่ยนรหัสผ่านใหม่ และ Logout ออกจากระบบได้

7.1.2.1.6 สามารถ เรียกดูข้อมูลการยืม, รายละเอียดการยืม, สถานะของอุปกรณ์ที่ยืม, และรับคืนอุปกรณ์ ตามรายการยืมได้

7.1.2.2 คอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผล

7.1.2.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เสนอต้องมีระบบ ONLINE SUPPORT

7.1.2.2.2 จอภาพแบบ LED ขนาด 21.5” นิ้ว (16:9) ประเภท Non-Touch screen ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,920 x 1,080

7.1.2.2.3 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 core) และ 6 แกนเสมือน (6 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง โดยมี ความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุดไม่น้อยกว่า 3.6 GHz จำนวน 1 หน่วย

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

7.1.2.2.4 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB

7.1.2.2.5 Mainboard ใช้ Intel Chipset สนับสนุนการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง

7.1.2.2.6 มีหน่วยความจำหลัก (Ram) ไม่น้อยกว่า 8 GB เป็นแบบ DDR4 RAM 2666 MHz มี Slot ไม่น้อยกว่า 2 DIMM รองรับการทำงานแบบ Dual-Channel สามารถรองรับการขยายได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 32 GB

7.1.2.2.7 มี Hard disk แบบ SATA ที่มีความจุไม่น้อยกว่า 1 TB ความเร็วไม่น้อยกว่า 5,400 รอบต่อนาที

7.1.2.2.8 มี DVD Writer Drive เป็นแบบ SATA รองรับการใช้งานแบบ DVD RW SuperMulti 8X หรือดีกว่า

7.1.2.2.9 มีระบบการแสดงภาพ Graphics เป็นแบบ Intel® HD graphics หรือดีกว่า

7.1.2.2.10 มี Sound มาพร้อมบน Mainboard มีระบบเสียงเป็นแบบ stereo High Definition Audio

7.1.2.2.11 มี Network Interface เป็นแบบ 10/100/1000 ที่มาพร้อมกับ Mainboard (Built - in)

7.1.2.2.12 รองรับเครือข่ายไร้สายแบบ 802.11 ac/a/b/g/n และ Bluetooth 4.0 หรือ ดีกว่า

7.1.2.2.13 มี Web Cam ติดตั้งมาในตัวเครื่อง

7.1.2.2.14 มี Power Supply แบบ Active PFC จ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 130 วัตต์

7.1.2.2.15 มีพอร์ตแบบ USB 3.0 ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง และ USB Type-C ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

7.1.2.2.16 มีพอร์ตแบบ VGA Port x 1 port และ Display Port x 1 port อย่างละ 1 ช่อง หากเป็นHDMI จะต้องมี HDMI-in และ HDMI-Out อย่างละ 1 ช่อง

7.1.2.2.17 มีระบบความปลอดภัย Kensington lock slots หรือดีกว่า

7.1.2.2.18 มี BIOS ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับตัวเครื่อง

7.1.2.2.19 มีคีย์บอร์ดเป็นแบบ Standard มีตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษติดอยู่อย่างถาวร มีการเชื่อมต่อแบบ USB

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565

7.1.2.2.20 มีเมาส์เป็นแบบ Optical มีปุ่มกดไม่น้อยกว่า 2 ปุ่มและมีปุ่ม Scroll มีการเชื่อมต่อแบบ USB

7.1.2.2.21 มี Security Chip module คุณสมบัติไม่ต่ำกว่า TPM (Trusted Platform Module) 1.2

7.1.2.2.22 ผลิตภัณฑ์จะต้องมีศูนย์บริการภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสินค้า โดยต้องมิใช่ศูนย์ที่เกิดจากการแต่งตั้งบริษัทอื่นใด เพื่อบริการหลังการขายที่ดี

7.1.2.2.23 เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานจากสถาบันมาตรฐานดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

- มาตรฐานการแผ่กระจายแม่เหล็กไฟฟ้า FCC
- มาตรฐานความปลอดภัย CE
- มาตรฐานการประหยัดพลังงาน Energy Star

7.1.2.2.24 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องรับประกันค่าแรงและอะไหล่ทุกชิ้นส่วนเป็นเวลา 1 ปี และมีบริการ ณ สถานที่ติดตั้ง (Onsite Service) เป็นเวลา 1 ปี และเป็นเครื่องที่ออกแบบสำเร็จ และประกอบเสร็จสมบูรณ์จากโรงงาน โดยตัวเครื่อง, คีย์บอร์ด, เมาส์, เมนบอร์ด และคู่มือเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

25 ม.ค. 2565