

ข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)
รายการ ชุดปฏิบัติการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าและการทำงานกลไกการสันดาปภายใน 1 ชุด

1. ความเป็นมาและวัตถุประสงค์

การปฏิวัติอุตสาหกรรม 4.0 เป็นยุคแห่งการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ ซึ่งส่งผลต่อการทำงานในหลากหลายภาคส่วน ทั้งภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม การขนส่ง และการผลิตพลังงาน โดยมีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ๆ เข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ลดการใช้แรงงานคน ลดพลังงานและเวลา รวมถึงลดต้นทุนการผลิตหนึ่งในเทคโนโลยีสำคัญที่เข้ามามีบทบาท คือ ระบบเครื่องกลไฟฟ้า (Electromechanical Systems) และเครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine – ICE) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาเครื่องจักรกลที่สามารถทำงานแทนแรงงานคนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น ผู้เรียนในยุคนี้จึงจำเป็นต้องมีความรู้และทักษะเกี่ยวกับระบบเหล่านี้อย่างลึกซึ้ง ไม่ใช่แค่ในเชิงทฤษฎี แต่ต้องมีโอกาสได้ลงมือปฏิบัติจริง เพื่อเข้าใจกลไกการทำงานของระบบต่างๆ และสามารถควบคุมหรือแก้ไขปัญหาในระบบที่ซับซ้อนได้ ชุดปฏิบัติการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าและการทำงานของเครื่องยนต์สันดาปภายใน จึงเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมให้นักศึกษามีทักษะด้านการวิเคราะห์ การแก้ไขปัญหา และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรมในยุคเทคโนโลยี 4.0 ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

2.1 มีความสามารถตามกฎหมาย

2.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

2.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

2.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

2.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

2.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

2.7 เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

2.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอราคารายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

2.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งสละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

2.10 ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ยื่นข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำกำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมคำหลัก
กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมคำหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมคำที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดเป็นผู้เข้าร่วมคำหลัก
ผู้เข้าร่วมคำทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำกำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่ง
เป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมคำ การยื่นข้อเสนอดังกล่าวไม่ต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมคำที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอผู้เข้าร่วมคำ
ทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมคำรายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมคำ

2.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์
(Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

2.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า 1 ปี ต้องมี
มูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิ ที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงิน
ที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีงบแสดงฐานะ
การเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมี
ทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า 1 ล้านบาท

(3) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000.00 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็น
บุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝาก
คงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอ
ในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชี
เงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(4) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่น
ข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่า งบประมาณที่ยื่นข้อเสนอ
ในครั้งนั้น (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุน หลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาต
ให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคาร
แห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงิน
รวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจ
จากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอจนถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน 90 วัน)

(5) กรณีตาม (1) - (4) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้

(5.1) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติ
ล้มละลาย (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

3. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)

รายการ ชุดปฏิบัติการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าและการทำงานกลไกการสันดาปภายใน จำนวน 1 ชุด
มีรายละเอียดตามเอกสารแนบ

4. ระยะเวลาส่งมอบพัสดุ
ภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา
5. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ
ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอครั้งนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาตัดสินโดยใช้เกณฑ์ราคา
6. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับการจัดสรร
วงเงิน 3,000,000.00 บาท (สามล้านบาทถ้วน)
7. เงื่อนไขและการจ่ายเงิน
การจ่ายเงินเป็นไปตามเงื่อนไขที่มหาวิทยาลัยกำหนด
8. อัตราค่าปรับ
อัตราร้อยละ 0.20 ของราคาส่งของที่ยังไม่ได้รับมอบ
9. การกำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง (ถ้ามี)
ระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่องไม่น้อยกว่า 1 ปี



รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
ชุดปฏิบัติการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าและการทำงานกลไกการสันดาปภายใน จำนวน 1 ชุด

1. รายละเอียดทั่วไป

ชุดปฏิบัติการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าและการทำงานกลไกการสันดาปภายใน จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- | | |
|--|-------------------|
| 1. ชุดควบคุมเครื่องจักรกลไฟฟ้าและโหลดเบรก | จำนวน 2 ชุด |
| 2. ชุดทดลองเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรงแบบมัลติฟังก์ชัน | จำนวน 2 ชุด |
| 3. ชุดทดลองเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 1 เฟส | จำนวน 4 ชุด |
| 4. ชุดทดลองเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 3 เฟส | จำนวน 4 ชุด |
| 5. ชุดทดลองเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 3 เฟส แบบมัลติฟังก์ชัน | จำนวน 2 ชุด |
| 6. ชุดเครื่องมือวัดและแสดงผล | จำนวน 2 ชุด |
| 7. เครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบสูบเดี่ยว ขนาดไม่น้อยกว่า 5 แรงม้า | จำนวน 10 เครื่อง |
| 8. เครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบสูบเดี่ยว ขนาดไม่น้อยกว่า 4.5 แรงม้า | จำนวน 10 เครื่อง |
| 9. เครื่องยนต์ดีเซลเล็กสูบเดี่ยว แบบ Electric Start | จำนวน 5 เครื่อง |
| 10. เครื่องยนต์ดีเซลเล็กสูบเดี่ยว | จำนวน 5 เครื่อง |
| 11. เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล | จำนวน 2 เครื่อง |
| 12. สื่อการเรียนรู้พื้นฐานทางไฟฟ้าและทางกล (e-learning) | จำนวน 1 ลิขสิทธิ์ |
| 13. โต๊ะปฏิบัติการ | จำนวน 8 ตัว |
| 14. เครื่องตรวจวัดสัญญาณทางไฟฟ้า | จำนวน 2 เครื่อง |
| 15. เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิมอเตอร์ | จำนวน 2 เครื่อง |
| 16. เครื่องฉายภาพมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์พร้อมจอรับภาพ | จำนวน 1 เครื่อง |
| 17. เครื่องวัดความสั่นสะเทือน | จำนวน 2 เครื่อง |

2. คุณลักษณะทางด้านเทคนิค

2.1 ชุดควบคุมเครื่องจักรกลไฟฟ้าและโหลดเบรก จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ชุดควบคุมเครื่องจักรกลไฟฟ้าและโหลดเบรกสำหรับทดสอบเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงและเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่างๆ ขนาดไม่น้อยกว่า 250 วัตต์

2.1.2 หน่วยควบคุมและการแสดงผล (Control Unit) มีรายละเอียดดังนี้

2.1.2.1 สำหรับควบคุมโหลดในโหมดการทำงานต่างๆ และแสดงค่าความเร็วรอบและแรงบิด

2.1.2.2 มีโหมดควบคุมการทำงานแบบต้นกำลังสำหรับขับเครื่องกลไฟฟ้า

2.1.2.3 มีโหมดควบคุมการทำงานแบบโหลดสำหรับสร้างภาระแรงบิดให้กับเครื่องกลไฟฟ้า

2.1.2.4 สามารถปรับและควบคุมความเร็วคงที่ครอบคลุมช่วง 0-3500 rpm ในโหมดควบคุมการทำงานแบบต้นกำลัง

2.1.2.5 สามารถปรับและควบคุมแรงบิดคงที่ครอบคลุมช่วง 0-4.2 Nm ในโหมดควบคุมการทำงานแบบโหลด

2.1.2.6 มีเอ้าท์พุทอนาล็อกแบบแรงดันไฟฟ้าสำหรับความเร็วรอบ

2.1.2.7 มีเอ้าท์พุทอนาล็อกแบบแรงดันไฟฟ้าสำหรับแรงบิด

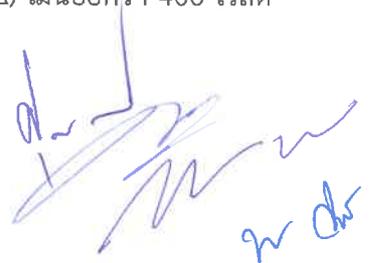
2.1.2.8 มีชุด Four quadrant แสดงผลการควบคุมทิศทางเครื่องกลไฟฟ้าแบบ LED



- 2.1.2.9 มีชุด Status display สำหรับแสดงการทำงานของหน่วยควบคุมแบบ LED
- 2.1.2.10 สามารถควบคุมทิศทางในโหมดต้นกำลังแบบตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาได้
- 2.1.2.11 สามารถควบคุมทิศทางในโหมดโหลดแบบตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาได้
- 2.1.2.12 มีจุดวัดเซนเซอร์อุณหภูมิจากเครื่องกลไฟฟ้าเพื่อป้องกันเครื่องกลไฟฟ้าเสียหาย
- 2.1.2.13 มีฟังก์ชันป้องกันแรงบิดไม่เกิน (ที่ 4.2 Nm) ถ้าแรงบิดเกินจะทำงานแบบ FREE-RUN สำหรับป้องกันชุด CONTROL BRAKE UNIT เสียหาย
- 2.1.2.14 มีฟังก์ชันป้องกันอุณหภูมิเกิน ถ้าอุณหภูมิเกิน จะทำงานแบบ FREE-RUN
- 2.1.2.15 มีฟังก์ชันป้องกันการต่อเซนเซอร์อุณหภูมิ ถ้าไม่ต่อเซนเซอร์อุณหภูมิกับเครื่องกลไฟฟ้า จะทำงานแบบ FREE-RUN
- 2.1.2.16 มีปุ่มปรับค่าความเร็วรอบและแรงบิดแบบต่อเนื่อง
- 2.1.2.17 มีแอลอีดีแสดงสถานะการทำงานของชุดควบคุมดังนี้ Alarm, ready, Torque limit, Servo stop, O/P complete และ Brake operate
- 2.1.2.18 ขั้วต่อจ่ายไฟแบบสามเฟสให้กับเซอร์โวมอเตอร์
- 2.1.2.19 มีจุดต่อรับค่าเอนโค้ดเดอร์ (Encoder)
- 2.1.2.20 มีจุดต่อเอาต์พุตค่าความเร็วรอบ และแรงบิดครอบคลุมช่วง 0 - 5 VDC แบบ safety socket ขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
- 2.1.2.21 มีสวิตช์ปิดเปิดเครื่องพร้อมฟิวส์แบบอัตโนมัติขนาดไม่เกิน 6 แอมแปร์
- 2.1.2.22 มีปุ่มรีเซ็ตค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับเครื่องควบคุม
- 2.1.2.23 การแสดงผลความเร็วรอบและแรงบิดไม่น้อยกว่า 4 digit
- 2.1.2.24 ลักษณะแผงออกแบบใช้งานกับเฟรมความสูงมาตรฐานไม่น้อยกว่าขนาด A4
- 2.1.2.25 ใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220VAC 50Hz
- 2.1.3 โหลดเบรกเป็นแบบเซอร์โวมอเตอร์ หรือดีกว่า มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.1.3.1 มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 3,500 รอบ/นาที
 - 2.1.3.2 ขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 กิโลวัตต์
 - 2.1.3.3 มีแรงบิดไม่น้อยกว่า 4 นิวตันเมตร
 - 2.1.3.4 ติดตั้งเอนโคดเดอร์หรืออุปกรณ์อื่นที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า สำหรับวัดความเร็วรอบของมอเตอร์
 - 2.1.3.5 อุปกรณ์ครอบส่วนหมุนของมอเตอร์ เพื่อป้องกันอันตรายขณะทดลอง
- 2.2 ชุดทดลองเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรงแบบมัลติฟังก์ชัน จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
 - 2.2.1 เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง (DC Multifunction machine) สามารถทำงานเป็น Motor และ Generator แบบ Shunt, Series และ Compound จำนวน 1 ตัว
 - 2.2.1.1 ใช้กับแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 200 โวลต์
 - 2.2.1.2 กระแสไม่เกิน 2.3 แอมแปร์
 - 2.2.1.3 มีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 300 วัตต์
 - 2.2.1.4 แรงดันกระตุ้นไม่น้อยกว่า 200 โวลต์
 - 2.2.1.5 กระแสกระตุ้นไม่น้อยกว่า 0.43 แอมแปร์
 - 2.2.1.6 ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 2000 รอบ/นาที



- 2.2.1.7 อุปกรณ์ครอบส่วนหมุนของมอเตอร์ เพื่อป้องกันอันตรายขณะทดลอง
- 2.2.2 ชุดสตาร์ทเตอร์ จำนวน 1 ชุด
 - 2.2.2.1 เป็นตัวต้านทานสำหรับสตาร์ทมอเตอร์ไฟตรง
 - 2.2.2.2 มีลักษณะเป็นไวร์วาวด์รีโอสตัต
 - 2.2.2.3 ค่าความต้านทานไม่เกิน 50Ω ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมกับมอเตอร์
 - 2.2.2.4 ทนกระแสได้ไม่น้อยกว่า 2 แอมแปร์
- 2.2.3 ฟิลด์เรกูเลเตอร์สำหรับมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด
 - 2.2.3.1 เป็นตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ใช้ประกอบกับดีซีซีซีและคอมปาวัตต์มอเตอร์
 - 2.2.3.2 มีลักษณะเป็นไวร์วาวด์รีโอสตัต
 - 2.2.3.3 ค่าความต้านทานสูงสุดไม่น้อยกว่า 820Ω ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมกับมอเตอร์
 - 2.2.3.4 ทนกระแสไม่น้อยกว่า 0.3 แอมแปร์
- 2.2.4 ฟิลด์เรกูเลเตอร์สำหรับเจนเนอเรเตอร์ จำนวน 1 ชุด
 - 2.2.4.1 เป็นตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ใช้ประกอบกับดีซีซีซีและคอมปาวัตต์เจนเนอเรเตอร์
 - 2.2.4.2 มีลักษณะเป็นไวร์วาวด์รีโอสตัต
 - 2.2.4.3 ค่าความต้านทานสูงสุดไม่น้อยกว่า 820Ω ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมกับเจนเนอเรเตอร์
 - 2.2.4.4 ทนกระแสไม่น้อยกว่า 0.3 แอมแปร์
- 2.2.5 ชุดโหลดหลอดไฟ (Lamp Load) จำนวน 1 ชุด
 - 2.2.5.1 เป็นหลอดหลอดไฟขนาดไม่น้อยกว่า 100 W จำนวน 3 ดวง
 - 2.2.5.2 มีสวิตช์สำหรับ ON-OFF หลอดไฟแต่ละดวง
 - 2.2.5.3 สามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาดไม่น้อยกว่า 200 โวลต์
- 2.3 ชุดทดลองเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 1 เฟส จำนวน 4 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
 - 2.3.1 เป็นเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับชนิด Capacitor Motor
 - 2.3.2 มีพิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 300 วัตต์
 - 2.3.3 ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 1,400 รอบ/นาที
 - 2.3.4 สามารถใช้ทดลองกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับไม่น้อยกว่า 220 โวลต์
- 2.4 ชุดทดลองเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 3 เฟส จำนวน 4 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
 - 2.4.1 เป็นเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟสชนิด Induction Motor
 - 2.4.2 เป็นอินดักชันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟสแบบ Squirrel-cage rotor
 - 2.4.3 มีพิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 300 วัตต์
 - 2.4.4 ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 1,300 รอบ/นาที
 - 2.4.5 เพาเวอร์แฟคเตอร์, $\cos\phi$ 0.72
 - 2.4.6 สามารถใช้ทดลองกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อต่อแบบสตาร์ (Y) ไม่น้อยกว่า 690 โวลต์
 - 2.4.7 สามารถใช้ทดลองกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเมื่อต่อแบบเดลต้า (Δ) ไม่น้อยกว่า 400 โวลต์



- 2.5 ชุดทดลองเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 3 เฟส แบบมัลติฟังก์ชัน จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
- 2.5.1 เครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟสชนิดมัลติฟังก์ชัน จำนวน 1 ตัว
 - 2.5.1.1 เป็นเครื่องกลไฟฟ้าสามเฟสที่สามารถต่อทดลองให้เครื่องกลไฟฟ้ามีลักษณะเป็น สลิปริงมอเตอร์, ซิงโครนัสมอเตอร์ หรือซิงโครนัสเจนเนอเรเตอร์ได้
 - 2.5.1.2 มีพิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 250 วัตต์
 - 2.5.1.3 ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 1,300 รอบ/นาที
 - 2.5.2 ชุดโหลดเหนี่ยวนำ (Inductive Load) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.5.2.1 เป็นโหลดตัวเหนี่ยวนำชนิดปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 3 ตัว พร้อมฟิวส์
 - 2.5.2.2 สามารถต่อแบบสตาร์และเดลต้าได้
 - 2.5.3 ชุดโหลดคาปาซิทีฟ (Capacitive Load) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.5.3.1 เป็นโหลดตัวคาปาซิทีฟชนิดปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 3 ตัว พร้อมฟิวส์
 - 2.5.3.2 สามารถต่อแบบสตาร์และเดลต้าได้
 - 2.5.4 อุปกรณ์สำหรับแสดงความพร้อมที่จะทำการขนานหรือ Synchronism ระหว่างเครื่องกำเนิดทั้งสองเครื่อง หรือเครื่องกำเนิดกับระบบไฟฟ้าหลัก จำนวน 1 ชุด
 - 2.5.4.1 Synchronism Lamp ใช้กับระบบไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 380 Vac จำนวน 1 ชุด
 - 2.5.4.2 Dual frequency Meter จำนวน 1 ชุด
 - 2.5.4.3 Dual Volts Meter จำนวน 1 ชุด
- 2.6 ชุดเครื่องมือวัดและแสดงผล จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้
- 2.6.1 ชุดแสดงผลค่ากำลังไฟฟ้าสำหรับใช้งานร่วมกับชุดเครื่องกล
 - 2.6.2 สำหรับวัดค่ากำลังไฟฟ้าอินพุท 3 เฟส และวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
 - 2.6.3 พิกัดแรงดันไฟฟ้าอินพุท 3 เฟส ไม่น้อยกว่า 440 VAC 50Hz
 - 2.6.4 พิกัดกระแสไฟฟ้าอินพุทไม่น้อยกว่า 20 A ต่อเฟส
 - 2.6.5 สำหรับวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 2.6.6 พิกัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงอินพุทครอบคลุมช่วง 0 - 5VDC
 - 2.6.7 จอแสดงผลแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าต่อเฟส, กระแสไลน์และกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 4 digit
 - 2.6.8 มีโปรแกรมแสดงผลใช้งานบนคอมพิวเตอร์สร้างจากโปรแกรม Lab View
 - 2.6.9 มีโปรแกรมแสดงผลบนคอมพิวเตอร์แบบออนไลน์แสดงผลแบบตัวเลขเข็มและแบบกราฟ
 - 2.6.10 มีโปรแกรมสำหรับเปิดค่าผลการทดลอง และแสดงผลแบบกราฟ
 - 2.6.11 โปรแกรมแสดงผลสามารถแสดงค่ากำลังเข้าที่พุ่มที่เพลามอเตอร์ประสิทธิภาพขอมอเตอร์
 - 2.6.12 สามารถเลือกกำหนดค่าของแกน X และแกน Y สำหรับการแสดงผลแบบกราฟ
 - 2.6.13 สามารถเลือกกำหนดช่วงของแกน X ได้ 10 ระดับ (x0.1, x0.2, x1) สำหรับการแสดงผลแบบกราฟ
 - 2.6.14 โปรแกรมแสดงผลสามารถบันทึกค่าและนำมาแสดงผลบนโปรแกรม Excel ได้
 - 2.6.15 มีพอร์ต USB สำหรับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์
 - 2.6.16 ใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 220VAC 50Hz



- 2.7 เครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบสูบเดี่ยว จำนวน 10 เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้
- 2.7.1 เป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบสูบเดี่ยวขนาดไม่น้อยกว่า 5 แรงม้า
 - 2.7.2 เครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบสูบเดี่ยวขนาดไม่น้อยกว่า 5 แรงม้า
 - 2.7.3 กำลังไฟฟ้าน้อยกว่า 4 กิโลวัตต์
 - 2.7.4 มีความจุถังน้ำมันไม่น้อยกว่า 3.5 ลิตร
 - 2.7.5 มีความจุกระบอกสูบไม่น้อยกว่า 160 ซีซี
- 2.8 เครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบสูบเดี่ยว จำนวน 10 เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้
- 2.8.1 เป็นเครื่องยนต์แก๊สโซลีนแบบสูบเดี่ยวขนาดไม่น้อยกว่า 4.5 แรงม้า
 - 2.8.2 เป็นเครื่องยนต์ 4 จังหวะสูบเดี่ยวแบบวางเอียง 25 องศาแล้วเหนือลูกสูบ
 - 2.8.3 มีความจุกระบอกสูบไม่น้อยกว่า 160 ซีซี
 - 2.8.4 กระบอกสูบ x ช่วงชัก ไม่น้อยกว่า 65 x 40 มม.
 - 2.8.5 กำลังเครื่องยนต์แบบสุทธิไม่น้อยกว่า 3.5 กิโลวัตต์ ที่ 3,600 รอบต่อนาที หรือไม่น้อยกว่า 4.5 แรงม้า ที่ 3,600 รอบต่อนาที
 - 2.8.6 แรงบิดสูงสุดแบบสุทธิไม่น้อยกว่า 10.0 นิวตัน-เมตร ที่ 2,500 รอบต่อนาที หรือ ไม่น้อยกว่า 1.02 กิโลกรัม-เมตร ที่ 2,500 รอบต่อนาที หรือ ไม่น้อยกว่า 7.4 ฟุต-ปอนด์ ที่ 2,500 รอบต่อนาที
 - 2.8.7 ความจุถังน้ำมันเชื้อเพลิงไม่น้อยกว่า 3 ลิตร
 - 2.8.8 อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงไม่น้อยกว่า 1.4 ลิตร/ชั่วโมง
 - 2.8.9 ความจุน้ำมันเครื่องไม่น้อยกว่า 0.5 ลิตร
 - 2.8.10 ระบบกรองอากาศแบบระบบพองน้ำ และอ่างน้ำมันเครื่องดักฝุ่น
 - 2.8.11 ระบบสตาร์ทแบบชุดเชือกดึงสตาร์ทแบบสปริงรั้งกลับ
 - 2.8.12 ระบบจุดระเบิดแบบทรานซิสเตอร์
 - 2.8.13 ระบบระบายความร้อนแบบพัดลมดูดอากาศ
 - 2.8.14 ระบบควบคุมอัตราเร่งแบบคันโยกและกลไกแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง
 - 2.8.15 การดับเครื่องยนต์แบบตัดวงจรไฟฟ้าลงดิน
 - 2.8.16 สามารถใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว (สามารถใช้ได้กับน้ำมันแก๊สโซลีนที่ผสมแอลกอฮอล์ไม่เกิน 10% หรือ E10)
- 2.9 เครื่องยนต์ดีเซลเล็กสูบเดี่ยว แบบ Electric Start จำนวน 5 เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้
- 2.9.1 เป็นเครื่องยนต์ดีเซลเล็กสูบเดี่ยว
 - 2.9.2 กระบอกสูบมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร ระยะช่วงชักไม่น้อยกว่า 93 มิลลิเมตร
 - 2.9.3 มีปริมาตรช่วงชักไม่น้อยกว่า 650 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - 2.9.4 กำลังเครื่องยนต์สูงสุดไม่น้อยกว่า 12 แรงม้า
 - 2.9.5 อัตราการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะที่ กำลังที่กำหนดต่อเนื้อ 240 กรัม/แรงม้าชั่วโมง
 - 2.9.6 อัตราส่วนการอัด 18:1
 - 2.9.7 แรงบิดสูงสุดไม่น้อยกว่า 4.7 / 1600 กิโลกรัมแรงเมตรที่รอบ/นาที
 - 2.9.8 ความจุน้ำระบายความร้อนไม่น้อยกว่า 2 ลิตร
 - 2.9.9 ความจุน้ำมันเชื้อเพลิงไม่น้อยกว่า 10 ลิตร

- 2.9.10 ความจุน้ำมันหล่อลื่นไม่น้อยกว่า 2.5 ลิตร
 - 2.9.11 ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิงแบบน้ำมันดีเซล ใช้กับรถยนต์ทั่วไป
 - 2.9.12 ชนิดน้ำมันหล่อลื่นแบบ SAE 40 API CF
 - 2.9.13 ชนิดระบบการเผาไหม้ระบบไอดีเรคอินเจกชัน (Direct Injection)
 - 2.9.14 ชนิดของหม้อกรองอากาศแบบเปียก
 - 2.9.15 แบบของระบบระบายความร้อนหม้อน้ำแบบรังผึ้ง
 - 2.9.16 ชนิดของระบบหล่อลื่นขับเคลื่อนน้ำมันหล่อลื่นโดยปั๊มไทรคอยด์
 - 2.9.17 ชนิดของระบบการเริ่มต้นเครื่องยนต์แบบ Electric Start
- 2.10 เครื่องยนต์ดีเซลเล็กสูบเดียว จำนวน 5 เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้
- 2.10.1 เป็นเครื่องยนต์ดีเซลเล็กสูบเดียว
 - 2.10.2 เป็นเครื่องยนต์ดีเซล ระบายความร้อนด้วยน้ำ 4 จังหวะ แนวนอน
 - 2.10.3 มีระบบห้องเผาไหม้เผาไหม้โดยตรง (Direct Injection)
 - 2.10.4 มีจำนวน 1 กระบอกสูบ
 - 2.10.5 กระบอกสูบมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร ระยะช่วงชักไม่น้อยกว่า 93 มิลลิเมตร
 - 2.10.6 ความจุกระบอกสูบ ไม่น้อยกว่า 0.638 ลิตร
 - 2.10.7 กำลังที่กำหนดต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 7.7(10.5)/2400 กิโลวัตต์ (แรงม้า)/รอบต่อนาที
 - 2.10.8 กำลังสูงสุดไม่น้อยกว่า 8.8(12.0)/2400 กิโลวัตต์ (แรงม้า)/รอบต่อนาที
 - 2.10.9 เพลา PTO และทิศทางการหมุนแบบล้อช่วยแรง/ทวนเข็มนาฬิกา (ดูจากล้อช่วยแรง)
 - 2.10.10 ระบบระบายความร้อนแบบของเหลว-ระบายความร้อนด้วยหม้อน้ำ
 - 2.10.11 ระบบหล่อลื่นแบบหล่อลื่นด้วยไทรคอยด์ปั๊ม
 - 2.10.12 ระบบสตาร์ทด้วยมือ
 - 2.10.13 ความจุน้ำมันหล่อลื่นไม่น้อยกว่า 2.5 ลิตร
 - 2.10.14 ความจุถังน้ำมันเชื้อเพลิงไม่น้อยกว่า 11 ลิตร
 - 2.10.15 ความจุน้ำหล่อเย็นไม่น้อยกว่า 2 ลิตร
- 2.11 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับงานประมวลผล จำนวน 2 เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้
- 2.11.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุดไม่น้อยกว่า 4.4 GHz จำนวน 1 หน่วย
 - 2.11.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
 - 2.11.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ ดังนี้
 - 1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ

- 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 2.11.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 2.11.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
- 2.11.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 2.11.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 2.11.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 2.11.9 มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย
- 2.12 สื่อการเรียนรู้พื้นฐานทางไฟฟ้าและทางกล (e-learning) จำนวน 1 ลิขสิทธิ์ มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.12.1 สามารถเรียนรู้ทางไฟฟ้าโดยใช้รูปแบบการเรียนออนไลน์บนเว็บไซต์
 - 2.12.2 ชุดเรียนรู้พื้นฐานทางไฟฟ้ามีความยืดหยุ่นสูงและมีวัตถุประสงค์ที่สามารถเรียนรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการประกอบอาชีพงานยานยนต์ทางไฟฟ้า
 - 2.12.3 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือได้รับแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
 - 2.12.4 เครื่องมือวัด มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.12.4.1 เครื่องมือวินิจฉัย
 - 2.12.4.2 มัลติมิเตอร์
 - 2.12.4.3 ออสซิลโลสโคป
 - 2.12.4.4 กล้องแยก
 - 2.12.4.5 การตรวจสอบเสียง
 - 2.12.4.6 อุปกรณ์เบ็ดเตล็ด
 - 2.12.4.7 แบบทดสอบ
 - 2.12.5 แบบฝึกหัดการวินิจฉัย มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.12.5.1 มัลติมิเตอร์ 1
 - 2.12.5.2 มัลติมิเตอร์ 2
 - 2.12.5.3 ออสซิลโลสโคป 1
 - 2.12.5.4 ออสซิลโลสโคป 2
 - 2.12.5.5 แยกกล่อง
 - 2.12.5.6 เครื่องมือวินิจฉัย
 - 2.12.5.7 คำตอบที่ถูกต้อง
 - 2.12.6 ข้อมูลบริการ มีรายละเอียดดังนี้
 - 2.12.6.1 แผนภาพวงจร
 - 2.12.6.2 สัญลักษณ์อิเล็กทรอนิกส์
 - 2.12.6.3 สายไฟ
 - 2.12.6.4 แบบทดสอบ



2.12.7 มอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

- 2.12.7.1 แม่เหล็กไฟฟ้า
- 2.12.7.2 มอเตอร์กระแสตรง
- 2.12.7.3 ไฟฟ้ากระแสสลับ
- 2.12.7.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ
- 2.12.7.5 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้า
- 2.12.7.6 มอเตอร์ซิงโครนัส
- 2.12.7.7 มอเตอร์เหนี่ยวนำ
- 2.12.7.8 มอเตอร์ไฟฟ้าในรถยนต์
- 2.12.7.9 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 2.12.7.10 อินเวอร์เตอร์
- 2.12.7.11 การแปลงไฟฟ้า DC-DC
- 2.12.7.12 การผันพลังงานกลับ
- 2.12.7.13 แรงต้านของอากาศและการหมุน

2.12.8 แบตเตอรี่ มีรายละเอียดดังนี้

- 2.12.8.1 บทนำ
- 2.12.8.2 ประเภทแบตเตอรี่
- 2.12.8.3 วงจรอนุกรมและวงจรรขนาน
- 2.12.8.4 การคายประจุและการชาร์จ
- 2.12.8.5 อุณหภูมิแบตเตอรี่
- 2.12.8.6 คอนเนคเตอร์และอะแดปเตอร์
- 2.12.8.7 สถานีชาร์จ
- 2.12.8.8 ชาร์จที่บ้าน
- 2.12.8.9 กฎความปลอดภัย
- 2.12.8.10 ตัวอย่างรถยนต์ไฟฟ้า
- 2.12.8.11 แบบทดสอบ

2.13 โตะปฏิบัติการ จำนวน 8 ตัว แต่ละตัวมีรายละเอียดดังนี้

- 2.13.1 เป็นโตะทดลองงานไฟฟ้าพร้อมคอนโซล
- 2.13.2 พื้นโตะปฏิบัติงาน มีคุณลักษณะดังนี้
 - 2.13.2.1 พื้นโตะทำด้วยไม้ปาติเกิลเคลือบด้วยเมลามีน
 - 2.13.2.2 ตัวพื้นมีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 1500 มม. x ยาว 800 มม.
 - 2.13.2.3 ปิดขอบโตะโดยรอบด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 2 มม.
 - 2.13.2.4 พื้นโตะเจาะรูสำหรับร้อยสายจาก Console ลงไปที่พื้นที่ด้านล่างของโตะ
 - 2.13.2.5 การยึดพื้นโตะเข้ากับ Console และโครงขาโตะยึดได้อย่างมั่นคงแข็งแรง



2.13.3 โครงชาโต๊ะ มีคุณลักษณะดังนี้

2.13.3.1 โครงชาโต๊ะเป็นแบบถอดประกอบได้

2.13.3.2 ขาทั้ง 4 ด้าน ทำด้วยเหล็กกล่องหนาไม่น้อยกว่า 2.2 มม. ขนาดไม่น้อยกว่า 38 x 38 มม.

2.13.3.3 ตัวคานเป็นเหล็กกล่องหนาไม่น้อยกว่า 2.2 มม. ขนาดไม่น้อยกว่า 50 x 25 มม.

2.13.3.4 ลักษณะตัวคานเชื่อมยึดติดกันทั้ง 4 ด้าน พร้อมทั้งมีคานรองรับน้ำหนักพื้นโต๊ะ ตามแนวความกว้างของพื้นโต๊ะ

2.13.3.5 ชุดตัวคานประกอบเข้ากับตัวขาโต๊ะ โดยใช้สกรูยึดทั้ง 4 ด้าน

2.13.3.6 ขาโต๊ะสามารถปรับระดับความสูงได้ 20 มม.

2.13.3.7 ความสูงจากพื้นถึงระดับพื้นโต๊ะด้านบน มีความสูง 800 มม.

2.13.3.8 ชุดขาโต๊ะทุกชิ้นพ่นสีเป็นแบบสีฝุ่นอุตสาหกรรมชนิดใช้ภายนอกอาคาร และผ่านกระบวนการอบความร้อนสามารถทนความชื้นได้เป็นอย่างดี

2.14 เครื่องตรวจวัดสัญญาณทางไฟฟ้า จำนวน 2 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

2.14.1 เป็นเครื่องตรวจสอบระบบไฟฟ้าของชุดฝึกแบบพกพา จอแสดงผลด้วยตัวเลขซึ่งมีหน่วยนับไม่น้อยกว่า 30,000 counts สามารถแสดงค่าวัดได้พร้อมกันได้ไม่น้อยกว่า 2 ค่า (Dual Display) ซึ่งมีระบบจอแสดงผลชนิด OLED ได้

2.14.2 สามารถวัดค่าแรงดันไฟ AC/DC กระแสไฟ AC/DC ความต้านทาน ความถี่ ความจุไฟฟ้า ทดสอบความต่อเนื่อง และทดสอบไดโอด

2.14.3 มีฟังก์ชันแบบ Z low (low impedance) สำหรับความผิดพลาดจากการอ่านค่าของแรงดันไฟฟ้า เบียงเบน Smart สำหรับลดการอ่านค่าผิดพลาดของกระแสไฟฟ้าวัด Low pass filter

2.14.4 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทยพร้อมแนบเอกสารประกอบการพิจารณา

2.14.5 มีมาตรฐาน IP 54 ที่ช่วยให้เครื่องทนทานต่อการใช้งาน เพื่อการป้องกันน้ำและกันฝุ่นได้

2.14.6 มีมาตรฐานความปลอดภัยและการใช้งานรองรับ CAT III 1000V, CAT IV 600V, IEC, EN, CSA หรือมากกว่า

2.14.7 สามารถแสดงผลการวัดแบบ True RMS ของ AC และ DC ได้

2.14.8 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า DC ได้ไม่น้อยกว่า 1000 V โดยมีค่าความแม่นยำ 0.1%

2.14.9 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า AC ได้ไม่น้อยกว่า 1000 V ที่ขนาดแบนด์วิด 45 Hz ถึง 100 kHz โดยมีค่าความแม่นยำไม่เกิน 1.0 %

2.14.10 ย่านวัดกระแสไฟฟ้า DC ได้ไม่น้อยกว่า 10 A โดยมีค่าความแม่นยำไม่เกิน 0.5 %

2.14.11 ย่านวัดกระแสไฟฟ้า AC ได้ไม่น้อยกว่า 10 A มีขนาดแบนด์วิด 45 Hz ถึง 2 kHz โดยมีค่าความแม่นยำไม่เกิน 1.0 %

2.14.12 ย่านวัดความต้านทานได้ไม่น้อยกว่า 300 MΩ โดยมีค่าความละเอียดไม่เกิน 1%

2.14.13 ย่านวัดค่าความถี่ได้ไม่น้อยกว่า 990 kHz มีค่าความแม่นยำไม่เกิน 0.02%

2.14.14 ย่านวัดความจุไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 10 μF โดยมีค่าความแม่นยำไม่เกิน 1.0 %

2.14.15 สามารถบันทึกค่า Min, Max และแสดงผลค้างได้

2.14.16 มีฟังก์ชันการแสดงผลสเกลครอบคลุมช่วง 4 ถึง 20 mA ได้



- 2.14.17 ฟังก์ชันการอ่านค่า Decibel และสามารถแสดงผลหน่วยของ dBm และ dBV
 - 2.14.18 รองรับมาตรฐานความปลอดภัย (Safety and EMC Compliance) IEC/EN 61010-1 และ CSA C22.2No.61010-1 หรือมากกว่า
 - 2.14.19 มีสายวัดสัญญาณขนาดมาตรฐาน 4 มม. จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 2.14.20 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 2.15 เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิมอเตอร์ จำนวน 2 เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้
- 2.15.1 เป็นเครื่องวัดอุณหภูมิที่สามารถใช้วัดได้ 3 รูปแบบคือ แบบไม่สัมผัสด้วยอินฟราเรด แบบสัมผัสใช้โพรบ แบบสัมผัสใช้แคมป์หนีบ
 - 2.15.2 ช่วงการวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรดสามารถวัดอุณหภูมิครอบคลุมช่วง -35 ถึง 260 °C ความแม่นยำไม่น้อยกว่า ± 2 % ของการอ่านค่า
 - 2.15.3 มีปุ่มเลือกโหมด °C และ °F
 - 2.15.4 มีฟังก์ชันหยุดค่า ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และโหมดล็อก
 - 2.15.5 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศพร้อมแนบเอกสารประกอบการพิจารณา
 - 2.15.6 จอแสดงผลดิจิทัลแบบ LCD
 - 2.15.7 ช่วงการวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรดครอบคลุมช่วง -35 ถึง 260 องศาเซลเซียส
 - 2.15.8 แบบอินฟราเรดความแม่นยำไม่น้อยกว่า ± 2 % ของการอ่านค่าที่ 2 องศาเซลเซียส
 - 2.15.9 ความละเอียดของออปติคอล 1:1
 - 2.15.10 Emissivity ครอบคลุมช่วง 0.1 ถึง 1.00 ปรับได้
 - 2.15.11 ช่วงอุณหภูมิการอ่านค่าด้วยโพรบครอบคลุมช่วง -40 ถึง +260 องศาเซลเซียส
 - 2.15.12 ช่วงอุณหภูมิการอ่านด้วยแคลมป์ครอบคลุมช่วง -40 ถึง +200 องศาเซลเซียส
 - 2.15.13 ความแม่นยำของอุณหภูมิไม่น้อยกว่า $\pm (1.5\% \text{ ของการอ่าน} + 2 \text{ องศาเซลเซียส})$
 - 2.15.14 ความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.1 องศาเซลเซียส
 - 2.15.15 ใช้แบตเตอรี่ขนาดไม่น้อยกว่า 6 โวลต์ สะดวกในการพกพา
- 2.16 เครื่องฉายภาพมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์พร้อมจอร์รับภาพ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้
- 2.16.1 เป็นเครื่องฉายภาพจากเครื่องเล่นวีดีโอ และคอมพิวเตอร์
 - 2.16.2 เป็นเครื่องที่ใช้เทคโนโลยีฉายภาพ (Projector Technology) แบบ DLP
 - 2.16.3 เป็นสินค้าใหม่ ไม่เคยผ่านการนำไปสาธิต จัดแสดงนิทรรศการ หรือใช้งานมาก่อน
 - 2.16.4 ได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC หรือ CE
 - 2.16.5 ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
 - 2.16.6 ความสว่าง (Brightness) ไม่น้อยกว่า 3,600 Ansi Lumen
 - 2.16.7 ความละเอียดในการแสดงภาพ (Native Resolution) 1024 พิกเซล x 768 พิกเซล
 - 2.16.8 มีความสามารถแสดงสีของภาพได้สูงสุด 1.07 พันล้านสี
 - 2.16.9 อัตราความคมชัด (Contrast ratio) ไม่น้อยกว่า 20,000:1 , อัตราส่วนการขยายภาพ 4:3 (Native)
 - 2.16.10 สามารถฉายภาพที่มีความชัดเห็นได้ตั้งแต่ (Display size) ครอบคลุมช่วง 60-180 นิ้วขึ้นไป



- 2.16.11 สามารถแก้ความผิดเพี้ยนของภาพ (Keystone) แนวตั้งได้ครอบคลุมช่วงไม่น้อยกว่า +/- 40 องศา
 - 2.16.12 สามารถแสดงผลแบบไร้สายได้ IEEE 802.11 ac/b/n
 - 2.16.13 สามารถเปิดไฟล์เอกสาร, พรีเซนเทชัน โดยตรงจาก USB ได้
 - 2.16.14 มีระบบ OS Android 6.0
 - 2.16.15 ตัวเครื่องสามารถปล่อยสัญญาณสอดสเปคได้
 - 2.16.16 มีหน่วยความจำภายในเครื่องไม่น้อยกว่า 16 GB
 - 2.16.17 สามารถต่อคีย์บอร์ดพิมพ์งานบนโปรเจคเตอร์ได้
 - 2.16.18 สามารถนำเสนอภาพ, วิดีโอ, ไฟล์เอกสาร ผ่านมือถือได้ทั้ง Android และ IOS
 - 2.16.19 มีคุณสมบัติป้องกันฝุ่นในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานภาคสนาม โดยมีการรับรองตามมาตรฐานสากล
 - 2.16.20 มีรีโมทคอนโทรลสามารถใช้ในการควบคุมเครื่องจากระยะไกล
 - 2.16.21 น้ำหนักไม่เกิน 3 กิโลกรัม
 - 2.16.22 จอรับภาพชนิดแฉวนขนาดไม่น้อยกว่า 100 นิ้ว วัดแนวทแยงมุมทั้งผืน เนื้อจอสีขาวทนต่อการฉีกขาดและสามารถทำความสะอาดได้
 - 2.16.23 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย
 - 2.16.24 มีการรับประกันผลิตภัณฑ์ตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 1 ปี หลอดภาพมีการรับประกันไม่น้อยกว่า 1,000 ชม. หรือ 1 ปี ใดอย่างหนึ่งถึงก่อน
- 2.17 เครื่องวัดความสั่นสะเทือน จำนวน 2 เครื่อง แต่ละเครื่องมีรายละเอียดดังนี้
- 2.17.1 ช่วงความถี่ 10HZ ถึง 1KHZ(LO) และ 10HZ และ 5KHZ(HI)
 - 2.17.2 สามารถวัดความสั่นสะเทือนแบบ Acceleration, Velocity และ Displacement
 - 2.17.3 สายเซ็นเซอร์ยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร พร้อมหัวแม่เหล็ก
 - 2.17.4 สามารถบันทึกข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 99 ข้อมูล
 - 2.17.5 มีฟังก์ชันปิดเครื่องอัตโนมัติเมื่อไม่ใช้งาน
 - 2.17.6 ช่วงการวัด Acceleration ครอบคลุมช่วง 0.1 ถึง 199.9m/s²
 - 2.17.7 ช่วงการวัด Velocity ครอบคลุมช่วง 0.1 ถึง 199.9mm/s
 - 2.17.8 ช่วงการวัด Displacement ครอบคลุมช่วง 0.001 ถึง 1.999mm
 - 2.17.9 ความละเอียดไม่น้อยกว่า 0.1m/s²,0.01g,1ft/s²,0.1mm/s,0.01cm/s,0.01inch/s,0.001mm,0.001inch
 - 2.17.10 มีฟังก์ชันการวัดความสั่นสะเทือน (Acceleration/Velocity) RMS, Peak, Max Hold, Hold
 - 2.17.11 มีฟังก์ชันการวัดความสั่นสะเทือน (Displacement) Peak-Peak, Max Hold, Hold
 - 2.17.12 มีอะแดปเตอร์ AC ครอบคลุมช่วง 100~240V to DC8~11V/0.5A



3. เงื่อนไขอื่นๆ

- 3.1 เงินค่าครุภัณฑ์ ชุดปฏิบัติการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าและการทำงานกลไกการสันดาปภายใน จำนวน 1 ชุด สำหรับจัดซื้อครั้งนี้ได้มาจากงบประมาณแผ่นดิน-เงินจัดสรร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2569 การจัดซื้อครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2569 มีผลบังคับใช้ และได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปี พ.ศ. 2569 จากสำนักงานงบประมาณแล้ว สำหรับกรณีที่ไม่ได้จัดสรร งบประมาณรายจ่าย เพื่อการจัดหาในครั้งนั้นมหาวิทยาลัยสามารถยกเลิกการจัดหาได้
- 3.2 ผู้เสนอราคาต้องยื่นราคาไม่น้อยกว่า 120 วัน ตั้งแต่วันเสนอราคาโดยภายในกำหนดยื่นราคาผู้ยื่นข้อเสนอต้องรับผิดชอบราคาที่ได้เสนอไว้ และจะถอนการเสนอราคามีได้
- 3.3 ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ ซึ่งตรงหรือดีกว่าที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้ โดยต้องแนบแคตตาล็อกซึ่งเป็นเอกสารจากผู้ผลิต โดยระบุยี่ห้อ และรุ่นที่เสนอราคาอย่างชัดเจน ประกอบการเสนอราคา พร้อมทั้งทำเครื่องหมายในเอกสารแคตตาล็อกให้ตรงกับในตารางเปรียบเทียบ
- 3.4 ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบข้อกำหนดตามรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์ของมหาวิทยาลัยกับครุภัณฑ์ที่เสนอ โดยอ้างอิงหัวข้อและหน้าของเอกสารผลิตภัณฑ์พร้อมระบุหน้าที่ปรากฏในแคตตาล็อก/รายละเอียดคุณลักษณะ ด้วยหากผู้เสนอราคาไม่จัดทำเอกสารตารางเปรียบเทียบมาให้ คณะกรรมการพิจารณาผลในวันเสนอราคา มหาวิทยาลัยขอสงวนสิทธิไม่พิจารณา
- 3.5 ผู้เสนอราคาต้องให้บริการด้านอะไหล่และการดูแลรักษาเครื่องพร้อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 3 ครั้ง/ปี
- 3.6 ผู้เสนอราคาต้องติดตั้งครุภัณฑ์พร้อมใช้งานและสาธิตฝึกอบรมจนสามารถใช้งานได้ ณ คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี
- 3.7 ผู้เสนอราคาต้องส่งมอบคู่มือภาษาไทย ทั้งฉบับย่อ และฉบับสมบูรณ์จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 3.8 เมื่อได้รับแจ้งครุภัณฑ์ชำรุด ผู้เสนอราคาต้องดำเนินการซ่อมและแก้ไขให้ใช้งานได้ดังเดิม ภายในระยะเวลา 15 วัน นับ จากวันที่ได้รับแจ้ง

