

ขอบเขตของงาน (Term of Reference : TOR)

โครงการจัดซื้อ ครุภัณฑ์ชุดฝึกปฏิบัติการศูนย์ STEM ศึกษาสำหรับเตรียมวิศวกรรมศาสตร์

ตำบลป่าป้อง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1 ชุด

1. ความเป็นมา

โลกในปัจจุบันกำลังก้าวสู่ยุคการผลิตโดยใช้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ โดยปัจจุบันหลายประเทศมีการปรับเปลี่ยนมาใช้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ประเทศไทยยังมีการใช้หุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในระดับต่ำ ดังนั้นประเทศไทยจำเป็นต้องยกระดับการใช้ระบบการผลิตอัตโนมัติและหุ่นยนต์ให้มากขึ้น เพื่อให้แข่งขันกับประเทศต่าง ๆ ได้ โดยระบบการผลิตอัตโนมัติและหุ่นยนต์ ไม่เพียงจะช่วยยกระดับเทคโนโลยีและประสิทธิภาพการผลิตในภาคอุตสาหกรรม ยังช่วยสนับสนุนการพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการเกษตร ด้านสาธารณสุข ด้านโลจิสติกส์ การท่องเที่ยว และการบริการอื่น ๆ นอกจากนี้ยังแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้นในอนาคต โดยจะนำหุ่นยนต์มาทดแทนแรงงานคนในส่วนที่เหมาะสม เพื่อจะพัฒนาแรงงานไปเป็นแรงงานที่มีทักษะมากขึ้น โดยจะมีการและยกระดับแรงงานให้มีทักษะที่สูงขึ้น (Retrain/Reskill) โดย Center of Robotic Excellence (CoRE) จะมีบทบาทหลักในเรื่องดังกล่าว อย่างไรก็ตามการที่จะพัฒนากำลังคนให้ตอบสนองอุตสาหกรรมหุ่นยนต์และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องในอนาคตได้นั้น ต้องมีพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (Science Technology Engineering and Mathematics : STEM หรือสะเต็ม) ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนากำลังคนตั้งแต่ระดับประกาศนียบัตร จนถึงอุดมศึกษาจะต้องมีความพร้อมด้านครุภัณฑ์ที่ทันสมัย และสามารถตอบสนองการจัดการศึกษาแบบสะเต็มได้ จึงมีความจำเป็นต้องมีศูนย์สะเต็มศึกษาสำหรับเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ (เครื่องกล โยธา ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์) รองรับการก้าวเข้าสู่ประเทศไทย 4.0 เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาหุ่นยนต์อุตสาหกรรมและระบบอัตโนมัติที่รัฐบาลได้ตั้งไว้ และเพื่อตอบสนองบทบาทความสำคัญ และสถานะของแผนพัฒนา ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) ตามแนวคิด เป้าหมาย และหมวดหมู่การพัฒนาในช่วงแผนพัฒนา ฉบับที่ 1 ในหมวดหมู่การพัฒนาที่ 12 ไทยมีกำลังคนสมรรถนะสูง มุ่งเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ตอบโจทย์การพัฒนาแห่งอนาคต โดยเฉพาะการจัดการอาชีวศึกษาและการอุดมศึกษาในหลายรูปแบบ ตลอดจนการพัฒนากำลังคนสมรรถนะสูงเพื่อพลิกโฉมประเทศไปสู่การขับเคลื่อนที่ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเป็นฐาน โดยหลักสูตรเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เริ่มมีการจัดการเรียนการสอนมาตั้งแต่ปีการศึกษา 2551 ซึ่งปัจจุบันประกอบด้วยนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มี 3 ห้อง จำนวนรวม 80 คน นักศึกษาชั้นปีที่ 2 และ 3 แบ่งแยกเป็นเตรียมวิศวกรรมโยธา เตรียมวิศวกรรมเครื่องกล เตรียมวิศวกรรมไฟฟ้า และเตรียมวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ โดยนักศึกษาชั้นปีที่ 2 มีนักศึกษารวม จำนวน 72 คน และนักศึกษาชั้นปีที่ 3 มีนักศึกษารวม จำนวน 77 คน รวมนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ทั้ง 3 ชั้นปี จำนวน 229 คน

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเตมวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่หวาน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีสาม)

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ครุภัณฑ์เพิ่มเติมศึกษาสำหรับเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ในการใช้ประกอบการเรียนการสอนในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ทั้งในกลุ่มวิชาการปฏิบัติการพื้นฐาน กลุ่มวิชาพื้นฐาน วิศวกรรมเครื่องกล กลุ่มวิชาวิศวกรรมโยธา กลุ่มวิชาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า กลุ่มวิชาทางด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ รวมถึงกลุ่มพื้นฐานวิชาชีพพื้นฐาน และกลุ่มวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์เบื้องต้น เพื่อช่วยสร้างทักษะความรู้ให้กับนักศึกษาที่เรียนอยู่ในหลักสูตรฯ สำหรับการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning : PjBL) ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ/คุณภาพผลผลิต เนื่องจากครุภัณฑ์ดังกล่าวจะช่วยสนับสนุนการเรียนการสอน การทำโครงงานวิจัยของนักศึกษา และงานวิจัยของคณาจารย์ในหลักสูตร รวมทั้งสนับสนุนการให้บริการวิชาการแก่บุคลากรภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ก่อให้เกิดรายได้ให้แก่หน่วยงานได้อีกทางหนึ่งด้วย
2. เพื่อจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางการศึกษาแบบสะเต็ม สำหรับนักศึกษาในหลักสูตรเตรียมวิศวกรรมศาสตร์

## 3. คุณสมบัติของผู้มีสิทธิเสนอราคา

- 3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย
- 3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- 3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- 3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- 3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วน ผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 3.7 เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคล ผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- 3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ดุ้ยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสิบสาม)

3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น

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

#### 4. รายละเอียดขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

รายละเอียดที่ 4.1 ชุดฝึกปฏิบัติการเรียนรู้ด้านสะเต็ม (STEM)

จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทั่วไป

1. บริษัทผู้ผลิตชุดฝึกที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 ว่าด้วยการพัฒนา การผลิต และการกระจายบริการการศึกษาอบรมและให้คำปรึกษา วางแผนและดำเนินการศูนย์การเรียนรู้โดยแนบสำเนาเอกสารรับรองมาตรฐานจากบริษัทผู้ผลิตในเอกสารประกวดราคาเพื่อประกอบการพิจารณา
2. ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยโดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
3. อุปกรณ์ส่วนหลักสำหรับชุดฝึก ต้องเป็นอุปกรณ์ที่ถูกผลิตภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน มีชุดฝึกที่มีการเรียนรู้เกี่ยวกับ

3.1 ชุดฝึกสะเต็มด้านชีววิทยาและเทคโนโลยี (Bionics)

จำนวน 1 ชุด

3.1.1 หลักการเรียนรู้พื้นฐานด้านไบโอนิค

จำนวน 1 ชุด

3.1.2 หุ่นยนต์ดอกไม้ไบโอนิค

จำนวน 1 ชุด

3.1.3 หุ่นยนต์สัตว์ไบโอนิค

จำนวน 1 ชุด

3.2 ชุดฝึกสะเต็มด้านกลศาสตร์

จำนวน 1 ชุด

3.2.1 ชุดด้านกลไก Mechanisms จำนวน 1 ชุด

จำนวน 1 ชุด

3.2.2 ชุดการเรียนรู้ด้านวิศวกรรมและการวิเคราะห์ความเครียด

จำนวน 1 ชุด

3.2.3 ชุดการเรียนรู้ด้านอากาศพลศาสตร์

จำนวน 1 ชุด

3.3 ชุดฝึกสะเต็มด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

จำนวน 1 ชุด

3.3.1 ชุดการเรียนรู้ด้านไฟฟ้า

จำนวน 1 ชุด

3.3.2 ชุดการเรียนรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์

จำนวน 1 ชุด

3.4 ชุดฝึกสะเต็มด้านการกระบวนการผลิต (Manufacturing)

จำนวน 1 ชุด

3.4.1 ชุดการเรียนรู้ด้านพลาสติก

จำนวน 1 ชุด

3.4.2 ชุดการเรียนรู้ด้านเครื่องกลึง CNC

จำนวน 1 ชุด

3.4.3 ชุดการเรียนรู้ด้านเครื่องกัด CNC

จำนวน 1 ชุด

3.4.4 ชุดการเรียนรู้ด้านเมคคาทรอนิกส์และอัตโนมัติ

จำนวน 1 ชุด

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ดุ้ยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่วน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสีปสาม)

- 3.4.5 ชุดการเรียนรู้ด้านกระบวนการอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
- 3.5 ชุดฝึกสะสมด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) จำนวน 1 ชุด
- 3.5.1 ชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม - น้ำ จำนวน 1 ชุด
- 3.5.2 ชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม - พลังงานทางเลือก  
จำนวน 1 ชุด
- 3.6 สื่อการเรียนการสอนออนไลน์ทางด้านสะสม จำนวน 1 ชุด
4. บริษัทผู้เสนอราคาต้องแนบแคตตาล็อกของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลทางเทคนิค รูปภาพ และหมายเลขแสดงรหัสสินค้า มาพร้อมกับใบเสนอราคาเพื่อใช้ประกอบการพิจารณา
5. บริษัทผู้เสนอราคา ต้องรับประกันคุณภาพสินค้าหลังการส่งมอบโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี

#### รายละเอียดทางเทคนิค

1. ชุดฝึกชุดฝึกการเรียนรู้วิศวกรรมทางชีววิทยา Bionics จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
- 1.1 ชุดฝึกหลักการพื้นฐานด้านไบโอนิค จำนวน 1 ชุด
- 1.1.1 เป็นชุดฝึกหลักการพื้นฐานของไบโอนิคและหลักการทางวิทยาศาสตร์
- 1.1.2 เป็นชุดทดลองที่นำคุณลักษณะพิเศษของธรรมชาติมาประยุกต์ใช้เป็นผลิตภัณฑ์
- 1.1.3 มีเนื้อหาการทดลองไม่น้อยกว่า 6 การทดลอง
- 1.1.4 คุณสมบัติทางเทคนิค
- 1.1.4.1 มีอุปกรณ์ยึดโต๊ะพร้อมแถบขอเกี่ยว จำนวน 1 ชุด
- 1.1.4.2 Fleece strip (2 cm x 2 cm) จำนวน 1 ชุด
- 1.1.4.3 ขวดใส่น้ำ และกระบอกฉีดยาขนาดใหญ่ จำนวน 1 ชุด
- 1.1.4.4 กระบอกสูบลิวแมติกส์แบบทำงานสองทาง Double-acting cylinder  
จำนวน 1 ชุด
- 1.1.4.5 กระบอกสูบลิวแมติกส์ทำงานแบบกล้ามเนื้อ Fluidic muscle  
จำนวน 1 ชุด
- 1.1.4.6 บีมลมมือสูบลม จำนวน 1 ชุด
- 1.1.4.7 อุปกรณ์ยึดโต๊ะพร้อมตัวเกจแสดงผลแรงดันลม จำนวน 1 ชุด
- 1.1.4.8 โพรไฟล์ลูมิเนียมที่ไม่มีแกนลูกฟูก จำนวน 1 ชุด
- 1.1.4.9 โพรไฟล์ลูมิเนียมที่มีแกนลูกฟูก จำนวน 1 ชุด
- 1.1.4.10 ลูกตุ้มน้ำหนัก จำนวน 1 ชุด
- 1.1.4.11 ชุดทดสอบ tensile triangle method จำนวน 1 ชุด
- 1.2 ชุดฝึกหุ่นยนต์ดอกไม้ไบโอนิค จำนวน 1 ชุด
- 1.2.1 ชุดฝึกเรียนรู้ STEM Bionics สามารถประกอบและถอดชิ้นส่วนได้

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาส ดุ้ยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่วน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีสาม)

- 1.2.2 สามารถใช้โปรแกรมที่มีอินเตอร์เฟซการเขียนโปรแกรมแบบ C++ ได้
- 1.2.3 สามารถตั้งโปรแกรมด้วยอินเตอร์เฟซการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิก "Open Roberta" ได้
- 1.2.4 คุณสมบัติทางเทคนิค
- 1.2.4.1 ชุดสร้างดอกไม้ใบโอบนิค จำนวน 1 ชุด
- 1.2.4.2 ชุดควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน 1 ชุด
- 1.2.4.3 สเต็ปเปอร์มอเตอร์พร้อมแกนหมุน จำนวน 1 ชุด
- 1.2.4.4 เซนเซอร์สัมผัสและแสง จำนวน 1 ชุด
- 1.3 ชุดฝึกหุ่นยนต์สัตว์ใบโอบนิค จำนวน 1 ชุด
- 1.3.1 ชุดฝึกเรียนรู้ STEM Bionics สามารถประกอบและถอดชิ้นส่วนได้
- 1.3.2 ชุดฝึกสามารถควบคุมด้วยสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตที่มี WLAN ได้
- 1.3.3 ชุดฝึกสามารถควบคุมหุ่นยนต์ใบโอบนิคทั้งสามแบบได้ผ่านทางเว็บอินเตอร์เฟซแบบกราฟิกโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรม
- 1.3.4 สามารถใช้โปรแกรมที่มีอินเตอร์เฟซการเขียนโปรแกรมแบบ Arduino ได้
- 1.3.5 ชุดฝึกสามารถประกอบเป็นอุปกรณ์การเรียนรู้วิศวกรรมทางชีววิทยาได้ 3 แบบดังนี้
- 1.3.5.1 Bionic fish
- 1.3.5.2 Bionic elephant
- 1.3.5.3 Bionic chameleon
- 1.3.6 คุณสมบัติทางเทคนิค
- 1.3.6.1 ชิ้นส่วนลำตัวสำหรับติดตั้งหน่วยควบคุม จำนวน 1 ชุด
- 1.3.6.1.1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มม. ยาว 200 มม.
- 1.3.6.1.2 เป็นวัสดุโปร่งแสง
- 1.3.6.1.3 สามารถติดตั้งหน่วยควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์และแบตเตอรี่ได้
- 1.3.6.2 ชิ้นส่วนสำหรับเชื่อมต่อลำตัวและส่วนจำลองการทำงานทางชีววิทยา จำนวน 1 ชุด
- 1.3.6.2.1 ทำจากวัสดุพลาสติกฉีดขึ้นรูป
- 1.3.6.2.2 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 70 มม.
- 1.3.6.2.3 Sealling rings จำนวน 2 เส้น
- 1.3.6.3 ชิ้นส่วนจำลองการทำงานทางชีววิทยาของหางปลา จำนวน 1 ชุด
- 1.3.6.3.1 ชิ้นส่วนจำลองทางชีววิทยาของหางปลาความยาวไม่น้อยกว่า 150 มม.

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาส ตัญเตี๋มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสีสาม)

- 1.3.6.3.2 ทำจากวัสดุพลาสติกฉีดขึ้นรูปสามารถจำลองการเคลื่อนไหวแบบหางปลาได้
  - 1.3.6.3.3 มีคู่มือการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน (Step – by -Step)
  - 1.3.6.3.4 มีวิดีโอการเรียนรู้การทำงานทางชีววิทยาของหางปลา
  - 1.3.6.4 ชิ้นส่วนจำลองการทำงานทางชีววิทยาของวงข้าง จำนวน 1 ชุด
    - 1.3.6.4.1 ชิ้นส่วนจำลองทางชีววิทยาของวงข้าง
    - 1.3.6.4.2 ชิ้นส่วนจำลองทางชีววิทยาของจมูกข้างหรือปลายวงข้าง ความยาว 80 มม.
    - 1.3.6.4.3 ทำจากวัสดุพลาสติกฉีดขึ้นรูปสามารถจำลองการเคลื่อนไหวแบบวงข้างได้
    - 1.3.6.4.4 คู่มือการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน (Step – by -Step)
    - 1.3.6.4.5 มีวิดีโอการเรียนรู้การทำงานทางชีววิทยาของวงข้าง
  - 1.3.6.5 ชิ้นส่วนจำลองการทำงานทางชีววิทยาลิ้นของกิ้งก่า จำนวน 1 ชุด
    - 1.3.6.5.1 ชิ้นส่วนจำลองทางชีววิทยาของลิ้นของกิ้งก่า ความยาว 110 มม.
    - 1.3.6.5.2 ทำจากวัสดุซิลิโคนสามารถจำลองการเคลื่อนไหวแบบลิ้นของกิ้งก่า
    - 1.3.6.5.3 คู่มือการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน (Step – by -Step)
    - 1.3.6.5.4 มีวิดีโอการเรียนรู้การทำงานทางชีววิทยาลิ้นของกิ้งก่า
  - 1.3.6.6 หน่วยควบคุม จำนวน 1 ชุด
    - 1.3.6.6.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
    - 1.3.6.6.2 รองรับการสื่อสารผ่าน Wifi
    - 1.3.6.6.3 ใช้พลังงานแบตเตอรี่ขนาด 1.5 VDC จำนวน 4 ก้อน
    - 1.3.6.6.4 สามารถควบคุมการทำงาน ผ่าน Web Browser ได้
  - 1.3.6.7 มีดีจิทัลดเซอร์โว แรงดึงขนาด ไม่น้อยกว่า 30 N-cm. จำนวน 4 ตัว
2. ชุดการเรียนรู้เพิ่มเติม ด้านกลศาสตร์ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
- 2.1 ชุดการเรียนรู้ด้านกลไก Mechanisms จำนวน 1 ชุด
- 2.1.1 เป็นชุดทดลองทางกล ติดตั้งอุปกรณ์ชุดเกียร์ รอก และเฟือง รวมถึงอุปกรณ์เพื่อศึกษาหลักการพื้นฐานของกลศาสตร์และเครื่องจักร อุปกรณ์ติดตั้งอยู่ในกล่อง ที่ใช้งานได้จริง ซึ่งมีอุปกรณ์ทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งและการทำงานของชุดเกียร์ สายพานและโซ่ และระบบรอก เพื่อเรียนรู้แนวคิดทางทฤษฎี เช่น แรง, แรงบิด, งาน, พลังงาน, กำลัง, การหมุน, และความตึงเครียด

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเฒ่าวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิศร กวาวสีปสาม)

## 2.1.2 คุณสมบัติทางเทคนิค

### 2.1.2.1 กล่องพร้อมอุปกรณ์ทดลองด้านกลไก Mechanisms จำนวน 1 ชุด

2.1.2.1.1 ติดตั้งอุปกรณ์ชุดเกียร์ รอก และเฟือง การทดลอง

2.1.2.1.2 มีมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมปุ่ม เปิด-ปิด

2.1.2.1.3 มีสวิตช์ Lift control

2.1.2.1.4 กล่องแบบมีล้อลากพร้อมฝาปิด

### 2.1.2.2 คู่มือนักศึกษาและคู่มือผู้สอน โดยมีเนื้อหา ดังนี้ จำนวน 1 ชุด

2.1.2.2.1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับกลศาสตร์ (Mechanics Basics)

2.1.2.2.2 เครื่องจักรอย่างง่าย (Simple Machines)

2.1.2.2.3 เฟืองและรางเฟือง (Gears and Gear Trains)

2.1.2.2.4 ตัวขับเคลื่อนแบบแรงเสียดทาน (Friction-Belt Drives)

2.1.2.2.5 ตัวขับเคลื่อนแบบซิงโครนัส (Synchronous-Belt Drives)

2.1.2.2.6 ตัวขับเคลื่อนโซ่ (Chain Drives)

2.1.2.2.7 ระบบรอก 8 ตัว (Pulley Systems)

## 2.2 ชุดการเรียนรู้ด้านวิศวกรรมและการวิเคราะห์ความเครียด จำนวน 1 ชุด

2.2.1 เป็นชุดการเรียนรู้ด้านวิศวกรรมโยธา การออกแบบและสร้างสะพานต้นแบบ และกระบวนการพื้นฐานของการวิเคราะห์ static และ stress

2.2.2 สามารถรองรับสมรรถนะของหลักสูตรดังต่อไปนี้

2.2.2.1 คำนวณความเครียดที่ได้รับจากวัตถุเมื่อออกแรง

2.2.2.2 อธิบายความแตกต่างระหว่างการโก่งตัวและแรงบิด

2.2.2.3 ระบุวิธีการบรรลุความสมดุลระหว่างองค์ประกอบโครงสร้างต่าง ๆ

2.2.2.4 แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของแรงที่ใช้โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ความเครียด

2.2.2.5 รู้จักคุณสมบัติและลักษณะของวัสดุก่อสร้าง

2.2.2.6 กำหนดขั้นตอนการทดสอบความแข็งแรงของวัสดุก่อสร้าง

2.2.2.7 ใช้แนวคิดเกี่ยวกับวัสดุเสริมแรงเพื่อเพิ่มความต้านทานต่อความเครียด

2.2.2.8 ระบุรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของการออกแบบโครงสร้าง

2.2.2.9 อธิบายข้อดีของการออกแบบโครงสร้าง

2.2.2.10 ตระหนักถึงการแลกเปลี่ยนระหว่างรูปร่างโครงสร้างและความแข็งแรงของวัสดุ

2.2.2.11 รวมคุณสมบัติของวัสดุกับคุณสมบัติของรูปทรงเรขาคณิต

2.2.2.12 ระบุชนิดของความเครียดสะพานต้องสนับสนุน

2.2.2.13 รู้จักประเภทการออกแบบสะพานทั่วไป

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาส ด้อยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่วน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาลีสสาม)

- 2.2.2.14 อธิบายกลไกความล้มเหลวของสะพานต่าง ๆ
- 2.2.2.15 ใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
- 2.2.3 คุณสมบัติทางเทคนิค
- 2.2.3.1 เครื่องวิเคราะห์ความเครียด Stress Analyzer
- 2.2.3.1.1 โครงสร้างอะลูมิเนียม พื้นที่ทำงาน 7" x 24" x 20" (นิ้ว) หรือ  
ดีกว่า จำนวน 1 ชุด
- 2.2.3.1.2 สร้างแรงทำลายสูงสุด 1,000 ปอนด์
- 2.2.3.1.3 แสดงผลบนหน้าจอ LCD พร้อมปุ่มกด
- 2.2.3.2 อุปกรณ์ประกอบการทดลอง จำนวน 1 ชุด
- 2.2.3.2.1 ปืนกาว
- 2.2.3.2.2 แวนตานิริภัย
- 2.2.3.2.3 ไมโครแทรกเตอร์
- 2.2.3.2.4 เกลียว
- 2.2.3.2.5 ตะไบ
- 2.2.3.2.6 กรรไกร
- 2.2.3.2.7 สเกลสปริง
- 2.2.3.2.8 ชุดบล็อกไม้จำลองขั้วประตูดุโรมัน
- 2.2.3.2.9 ไขควงปากแฉก
- 2.2.3.2.10 ไม้บรรทัด
- 2.2.3.3 วัสดุในการทดลอง จำนวน 1 ชุด
- 2.3 ชุดการเรียนรู้ด้านอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) จำนวน 1 ชุด
- 2.3.1 เป็นชุดการเรียนรู้ด้านอากาศพลศาสตร์ เรียนรู้วิศวกรรมออกแบบด้านการบิน ศึกษา  
ด้านการออกแบบและสร้างต้นแบบ Airfoil สำหรับปีกของเครื่องบิน เพื่อตรวจสอบ  
หลักอากาศพลศาสตร์โดยอุโมงค์ลม
- 2.3.2 สามารถรองรับสมรรถนะของหลักสูตรดังต่อไปนี้
- 2.3.2.1 สาธิตเครื่องมือและการทำงานของอุโมงค์ลม
- 2.3.2.2 กำหนดวิธีการต่อเชื่อมโมเดลทดสอบในอุโมงค์ลม
- 2.3.2.3 ใช้สูตรคำนวณแอโรไดนามิกส์
- 2.3.2.4 สำนวจคุณสมบัติของวัสดุ แรง และข้อจำกัดที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรม  
ส่วนหนึ่ง
- 2.3.2.5 ออกแบบพื้นที่หน้าตัดของ airfoil

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ดุ้ยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยีวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาลิบบาม)



- 2.3.2.6 ปรับขนาดพารามิเตอร์การออกแบบทั้งหมดให้มีขนาดที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบอุโมงค์ลม
- 2.3.2.7 สร้างโมเดลต้นแบบของ airfoil อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง lift and angle of attack
- 2.3.2.8 อภิปรายผลกระทบของพื้นผิวต่อ lift and drag
- 2.3.2.9 ระบุความแตกต่างโปรไฟล์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับ positive and negative lift
- 2.3.2.10 สร้าง/แก้ไขแบบจำลองขนาดเล็กของการออกแบบที่ทดลองในอุโมงค์ลม
- 2.3.2.11 ตระหนักถึงเสถียรภาพและปัญหาการควบคุมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องบิน
- 2.3.2.12 ออกแบบ airfoils และปีกด้วยความเหมาะสมควบคุมพื้นผิว
- 2.3.2.13 ระบุกลไกที่ดีที่สุดในการปล่อยเครื่องร่อน
- 2.3.2.14 กำหนดจุดศูนย์กลางมวลของเครื่องบิน
- 2.3.2.15 ใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

### 2.3.3 คุณสมบัติทางเทคนิค

- 2.3.3.1 อุโมงค์ลม Wind Tunnel จำนวน 1 ชุด
  - 2.3.3.1.1 แรงดันไฟฟ้าใช้งาน 1 เฟส
  - 2.3.3.1.2 สร้างความเร็วลมได้ 40.0 mph
  - 2.3.3.1.3 ระดับความดัง 78 dB ที่ 1 เมตร
  - 2.3.3.1.4 Maximum Lift  $\pm 1.0 \text{ ld}$  (454 g) @ 12" from pivot
  - 2.3.3.1.5 Maximum Drag  $\pm 4.4 \text{ ld}$  (1999 g)
  - 2.3.3.1.6 Lift Meter Calibration  $-100 \pm 1 \text{ g}$
  - 2.3.3.1.7 Drag Meter Calibration  $+35 \pm 1 \text{ g}$  at 37.5 mph (3300 fpm, 55.0 fps)
  - 2.3.3.1.8 Angle of Attack: ปรับได้  $\pm 10^\circ$
  - 2.3.3.1.9 ชนิดของ Air Velocity Meter : curved, inclined-vertical tube manometer
  - 2.3.3.1.10 สเกลของ Air Velocity Meter : 0-50 mph (4400 fpm, 73.3 fps)
  - 2.3.3.1.11 ค่าความถูกต้องของ Air Velocity Meter :  $\pm 3\%$  full-scale
  - 2.3.3.1.12 มอเตอร์ 1/3 hp spht-phase, 1725 rpm
- 2.3.3.2 อุปกรณ์ประกอบการทดลอง จำนวน 1 ชุด
  - 2.3.3.2.1 Drag arm assembly

ลงชื่อ ..... ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาส ต้อยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ ..... กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่วน)

ลงชื่อ ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีปสาม)

- 2.3.3.2.2 Model airfoils
- 2.3.3.2.3 Wooden cars
- 2.3.3.2.4 Styrofoam gliders
- 2.3.3.2.5 แวนตานิรภัย
- 2.3.3.3 วัสดุในการทดลอง จำนวน 1 ชุด
- 3. ชุดฝึกสะสมเต็ม ด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด
  - 3.1 ชุดการเรียนรู้ด้านไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
    - 3.1.1 มีหลักสูตร STEM Exploring Electricity สำหรับออกแบบวงจรไฟฟ้าที่จำเป็นในการแก้ปัญหาไฟฟ้าที่มีกพบในบ้านพักอาศัยและอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์
    - 3.1.2 การทดลองเกี่ยวกับแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และกำลังไฟฟ้าในวงจรอนุกรมและวงจรขนาน
    - 3.1.3 การทดสอบวงจรไฟฟ้าโดยเชื่อมต่อหลอดไฟ ตัวต้านทาน และส่วนประกอบไฟฟ้า เช่น สวิตช์ รีเลย์ มอเตอร์ สาธิตการใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัล
    - 3.1.4 การออกแบบวงจรไฟฟ้า และการใช้กฎของโอห์มในการคำนวณแรงดัน กระแส ความต้านทาน และกำลังไฟฟ้าในวงจรอนุกรมและวงจรขนาน
    - 3.1.5 สามารถรองรับสมรรถนะของหลักสูตรดังต่อไปนี้
      - 3.1.5.1 วงจรไฟฟ้า
      - 3.1.5.2 การวัดแรงดัน กระแส และความต้านทาน
      - 3.1.5.3 วงจรอนุกรม
      - 3.1.5.4 วงจรขนาน
      - 3.1.5.5 วงจรล่อจิก
      - 3.1.5.6 วงจรสวิตซ์ซึ่งสามทาง
      - 3.1.5.7 กฎของโอห์ม
      - 3.1.5.8 กฎของโอห์มสำหรับวงจรอนุกรม
      - 3.1.5.9 กฎของโอห์มสำหรับวงจรขนาน
      - 3.1.5.10 รีเลย์ระบบเครื่องกลไฟฟ้า
    - 3.1.6 คุณสมบัติทางเทคนิค
      - 3.1.6.1 ตู้ทดลองด้านไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
        - 3.1.6.1.1 มีหลอดไฟฟ้าแสดงผล จำนวน 3 หลอด
        - 3.1.6.1.2 มีรีเลย์ จำนวน 1 ตัว
        - 3.1.6.1.3 มีตัวความต้านทานคงที่ จำนวน 3 ตัว
        - 3.1.6.1.4 มีตัวความต้านทานแบบปรับค่าได้ จำนวน 1 ตัว

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ดุ้ยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสีบสาม)

- 3.1.6.1.5 มีสวิตช์ปุ่มกด จำนวน 2 ตัว
- 3.1.6.1.6 มีสวิตช์โยกทางเดียว จำนวน 1 ตัว
- 3.1.6.1.7 มีสวิตช์โยกสามทาง จำนวน 2 ตัว
- 3.1.6.1.8 มีพัดลม จำนวน 1 ตัว
- 3.1.6.1.9 มีดิจิตอลมิเตอร์ จำนวน 1 ตัว
- 3.1.6.1.10 มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 VDC จำนวน 1 ตัว
- 3.1.6.1.11 แรงดันไฟฟ้าใช้งาน 220 VAC

3.2 ชุดการเรียนรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด

- 3.2.1 เป็นชุดทดลองวงจรทางไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยสามารถนำอุปกรณ์ทางด้านไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์มาประกอบกันเป็นวงจรได้
- 3.2.2 มีแผงวงจรเพื่อใช้ในการประกอบวงจรทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์โดยนำอุปกรณ์มาประกอบกับแผงวงจร
- 3.2.3 ชุดทดลองจะต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์จ่ายแรงดันไฟฟ้าที่แยกจากแผงทดลองวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้
- 3.2.4 เนื้อหาในการปฏิบัติ ประกอบไปด้วย
  - 3.2.4.1 วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
    - 3.2.4.1.1 แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
    - 3.2.4.1.2 ความต้านทาน
    - 3.2.4.1.3 การเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า
    - 3.2.4.1.4 กฎของโอห์ม
    - 3.2.4.1.5 การใช้เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ไฟฟ้า
    - 3.2.4.1.6 การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
    - 3.2.4.1.7 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม/วงจรไฟฟ้าแบบขนาน
    - 3.2.4.1.8 วงจรบริดจ์
    - 3.2.4.1.9 ต้นกำเนิดแรงดันไฟฟ้า
    - 3.2.4.1.10 ความต้านทานแบบแปรผัน
  - 3.2.4.2 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ
    - 3.2.4.2.1 คลื่นไฟฟ้า
    - 3.2.4.2.2 การเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า
    - 3.2.4.2.3 ความต้านทานทางไฟฟ้า
    - 3.2.4.2.4 ขดลวดไฟฟ้ากระแสตรง
    - 3.2.4.2.5 ขดลวดไฟฟ้ากระแสสลับ

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาส ตัญเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีบสาม)

- 3.2.4.2.6 วงจรไฟฟ้าแบบขนานและวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม
- 3.2.4.2.7 การแปรผันของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า
- 3.2.4.2.8 ความต้านทานของขดลวดต่อกระแสไฟฟ้าสลับ
- 3.2.4.3 ชนิดของสารกึ่งตัวนำในวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
  - 3.2.4.3.1 สารกึ่งตัวนำแบบไดโอด (diode)
  - 3.2.4.3.2 สารกึ่งตัวนำแบบซีเนอร์ (zener)
  - 3.2.4.3.3 แอลอีดี (LED)
  - 3.2.4.3.4 Bipolar Transistors
  - 3.2.4.3.5 Unipolar Transistors
  - 3.2.4.3.6 Diac, Triac, Thyristor
- 3.2.4.4 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐาน
  - 3.2.4.4.1 วงจรต้นกำเนิดกำลังไฟฟ้า
  - 3.2.4.4.2 วงจรขยายสัญญาณไฟฟ้า
  - 3.2.4.4.3 วงจรฟลิป-ฟลอป
  - 3.2.4.4.4 วงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (Power electronics)
- 3.2.5 คุณสมบัติทางเทคนิค
  - 3.2.5.1 อุปกรณ์ประกอบของชุดทดลองทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐาน จะต้องประกอบและติดตั้งตามรูปแบบและมาตรฐานความปลอดภัยของ ชุดฝึกนั้น ๆ โดยอุปกรณ์และสายไฟที่ใช้กับวงจรไฟฟ้าต้องเป็นแบบ Safety plug และมีวงจรป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดระหว่างการทดลองของชุดจ่าย แรงดันไฟฟ้า
  - 3.2.5.2 ชุดแหล่งจ่ายแรงดันและชุดกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นทางไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
    - 3.2.5.2.1 มีลักษณะเป็นกล่องหรือ Panel ที่มีชุดกำเนิดสัญญาณรูปคลื่น ทางไฟฟ้า และภาคแหล่งจ่าย แรงดันไฟฟ้าต่าง ๆ ในตัว
    - 3.2.5.2.2 แรงดันไฟฟ้าอินพุต Input Voltage: 110-230V AC (50-60) Hz
    - 3.2.5.2.3 แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต Output :ที่สามารถใช้ในการทดลองวงจร ได้ดังนี้
      - 3.2.5.2.3.1 แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง แบบปรับค่าได้ DC 0-25V , 0.3A
      - 3.2.5.2.3.2 แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง DC +5V, 0.2A
      - 3.2.5.2.3.3 แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง DC  $\pm 15$  V, 0.8 A
      - 3.2.5.2.3.4 แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ AC 18V, 100mA

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสีสาม)

3.2.5.3 ชุดกำเนิดสัญญาณ Function generator:รูปคลื่นทางไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 3 รูปแบบ

3.2.5.3.1 triangle, sine, Square (symmetrical  $V = 2$ ), TTL

3.2.5.3.2 มีความถี่ 1 Hz – 100 kHz

3.2.5.3.3 มีแอมพลิจูดขนาด 0-10 V

3.2.5.3.4 มีออฟเซต -10 – +10 V

3.2.5.3.5 Max. current 0.1 A

3.2.5.4 เอาต์พุตทั้งหมดมีการป้องกันจากการลัดวงจรและการโอเวอร์โหลด

3.2.5.5 มีหลอดไฟแอลอีดีแสดงผลทางด้านสัญญาณเอาต์พุต

3.2.5.6 ชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้ามีขนาดไม่น้อยกว่า 130 x 290 mm

3.2.5.7 ชุดทดลองใช้กับสายไฟแบบ Safety plug ขนาด 2mm และ 4mm

3.2.5.8 มี Port USB สามารถเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ได้ ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

3.2.5.9 มีจอแสดงผลแบบดิจิทัล และปุ่มหมุนสำหรับปรับค่า

3.2.5.10 มีโปรแกรมสำหรับควบคุมและปรับค่าต่าง ๆ ของอุปกรณ์ผ่านคอมพิวเตอร์

3.2.6 ชุดการเรียนรู้ด้านไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

3.2.6.1 แผงทดลองวงจรไฟฟ้ามีขนาดไม่ต่ำกว่า 390 x 290 mm

3.2.6.2 สามารถทดลองวงจรทางไฟฟ้าโดยประกอบด้วยแผงทดลองที่มีช่องเสียบขนาด 4 mm

3.2.6.3 กระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 16 A

3.2.6.4 มีความต้านทาน ไม่เกิน 0.03  $\Omega$

3.2.7 อุปกรณ์ทดลองทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย จำนวน 1 ชุด

3.2.7.1 ตัวต้านทาน (Resistor) ขนาดกำลังไฟฟ้า 2 W.

3.2.7.1.1 มีค่าความต้านทาน 10  $\Omega$ , จำนวน 2 ตัว

3.2.7.1.2 มีค่าความต้านทาน 22  $\Omega$ , จำนวน 2 ตัว

3.2.7.1.3 มีค่าความต้านทาน 33  $\Omega$ , จำนวน 2 ตัว

3.2.7.1.4 มีค่าความต้านทาน 100  $\Omega$ , จำนวน 2 ตัว

3.2.7.1.5 มีค่าความต้านทาน 220  $\Omega$ , จำนวน 2 ตัว

3.2.7.1.6 มีค่าความต้านทาน 330  $\Omega$ , จำนวน 2 ตัว

3.2.7.1.7 มีค่าความต้านทาน 470  $\Omega$ , จำนวน 2 ตัว

3.2.7.1.8 มีค่าความต้านทาน 680  $\Omega$ , จำนวน 2 ตัว

3.2.7.1.9 มีค่าความต้านทาน 1 k $\Omega$ , จำนวน 3 ตัว

3.2.7.1.10 มีค่าความต้านทาน 2.2 k $\Omega$ , จำนวน 2 ตัว

---

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ด้อยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่วน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีบสาม)

- 3.2.7.1.11 มีค่าความต้านทาน 4.7 k $\Omega$ , จำนวน 2 ตัว
- 3.2.7.1.12 มีค่าความต้านทาน 10 k $\Omega$ , จำนวน 3 ตัว
- 3.2.7.1.13 มีค่าความต้านทาน 22 k $\Omega$ , จำนวน 3 ตัว
- 3.2.7.1.14 มีค่าความต้านทาน 47 k $\Omega$ , จำนวน 2 ตัว
- 3.2.7.1.15 มีค่าความต้านทาน 100 k $\Omega$ , จำนวน 2 ตัว
- 3.2.7.1.16 มีค่าความต้านทาน 1M $\Omega$ ,จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.2 ตัวต้านทานแบบปรับค่า (Potentiometer) มีขนาด
  - 3.2.7.2.1 มีค่าความต้านทาน 1 k $\Omega$  จำนวน 1 ตัว
  - 3.2.7.2.2 มีค่าความต้านทาน 10 k $\Omega$  จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.3 Resistor ,temperature dependent (NTC) จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.4 Resistor, light-dependent (LDR). จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.5 Resistor, Voltage- dependent (VDR) จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.6 ตัวเก็บประจุ (Capacitor) มีขนาด
  - 3.2.7.6.1 มีค่าความประจุไฟฟ้า 100pF จำนวน 1 ตัว
  - 3.2.7.6.2 มีค่าความประจุไฟฟ้า 10nF จำนวน 2 ตัว
  - 3.2.7.6.3 มีค่าความประจุไฟฟ้า 47nF จำนวน 1 ตัว
  - 3.2.7.6.4 มีค่าความประจุไฟฟ้า 0.1uF จำนวน 2 ตัว
  - 3.2.7.6.5 มีค่าความประจุไฟฟ้า 0.22uF จำนวน 1 ตัว
  - 3.2.7.6.6 มีค่าความประจุไฟฟ้า 0.47uF จำนวน 2 ตัว
  - 3.2.7.6.7 มีค่าความประจุไฟฟ้า 1.0uF จำนวน 2 ตัว
- 3.2.7.7 ตัวเก็บประจุแบบมีขั้ว (Capacitor,polarized) มีขนาด
  - 3.2.7.7.1 มีค่าความประจุไฟฟ้า 10uF จำนวน 2 ตัว
  - 3.2.7.7.2 มีค่าความประจุไฟฟ้า 100uF จำนวน 1 ตัว
  - 3.2.7.7.3 มีค่าความประจุไฟฟ้า 470uF จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.8 ตัวเหนี่ยวนำ (Coils) มีค่าความเหนี่ยวนำ 100mH จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.9 ไดโอด (Diode) จำนวน 6 ตัว
- 3.2.7.10 Zener diodes จำนวน 2 ตัว
- 3.2.7.11 DIAC จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.12 NPN transistor จำนวน 3 ตัว
- 3.2.7.13 PNP transistor จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.14 P-channel JFET transistor จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.15 N-channel JFET transistor. จำนวน 1 ตัว

---

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเฒ่าวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสีบสาม)

- 3.2.7.16 Unijunction transistor จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.17 P-channel MOSFET จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.18 Thyristor จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.19 Triac จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.20 Transformer coil จำนวน 3 ตัว
- 3.2.7.21 Indicator จำนวน 1 ตัว
- 3.2.7.22 แอลอีดี (LED) จำนวน 2 ตัว
- 3.2.7.23 Changerover switch จำนวน 1 ตัว
- 3.2.8 มีดิจิตอลออสซิลโลสโคปขนาดไม่น้อยกว่า 50 MHz จำนวน 1 ชุด
  - 3.2.8.1 เป็นดิจิตอลสตรอเรียจออสซิลโลสโคป ที่มีแบนด์วิธ 50 MHz หรือสูงกว่า
  - 3.2.8.2 สามารถวัดสัญญาณไฟฟ้าได้พร้อมกัน 2 ช่องสัญญาณหรือมากกว่า
  - 3.2.8.3 มีอัตราการสุ่มสัญญาณสูงสุดไม่น้อยกว่า 1 GSa/s หรือดีกว่า
  - 3.2.8.4 จอภาพชนิด WVGA ขนาด 7 นิ้วหรือดีกว่า
  - 3.2.8.5 มีอัตราประมวลผลรูปคลื่นไม่น้อยกว่า 99,000 waveform/sec
  - 3.2.8.6 สามารถวิเคราะห์ Serial protocol แบบ : I<sup>2</sup>C, UART/RS-232
  - 3.2.8.7 มีฟังก์ชัน ZOOM สำหรับดูสัญญาณเฉพาะส่วนที่ต้องการได้
  - 3.2.8.8 มีช่องจ่ายสัญญาณเสริมเพื่อใช้สำหรับอบรมและฝึกการใช้งานเครื่อง (Training signal)
  - 3.2.8.9 เมนูการใช้งานภาษาไทยบนตัวเครื่อง
  - 3.2.8.10 มีช่องต่อ USB 2.0 สำหรับด้านหน้าและด้านหลังเครื่องเพื่อการถ่ายโอนข้อมูล
  - 3.2.8.11 มีหน่วยความจำ : 200 kpts หรือมากกว่า
  - 3.2.8.12 โหมดการแสดงผลในแกนเวลา : ปกติ (Normal), X-Y และ Roll
  - 3.2.8.13 Vertical Range : 1 mV/div ถึง 10 V/div หรือกว้างกว่า
  - 3.2.8.14 DC Gain Accuracy : 4% หรือดีกว่า
  - 3.2.8.15 Maximum Input Voltage : 150 Vrms, 200 Vpk หรือสูงกว่า
  - 3.2.8.16 Time base range : 5 ns/div ถึง 50 s/div หรือกว้างกว่า
  - 3.2.8.17 Time base accuracy : 50 ppm  $\pm$  5 ppm per year หรือดีกว่า
  - 3.2.8.18 Trigger coupling : AC, DC, noise reject, LF reject, HF reject หรือดีกว่า
  - 3.2.8.19 Acquisition modes : Normal, Averaging, Peak, High resolution หรือมากกว่า

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสีบสาม)

- 3.2.8.20 Trigger mode : Edge, Pulse width, Video, หรือมากกว่า
- 3.2.8.21 FFT window modes : Hanning, flat top, Blackman-Harris หรือมากกว่า
- 3.2.8.22 Trigger holdoff range : ได้ตั้งแต่ 60 ns ถึง 10 s หรือกว้างกว่า
- 3.2.8.23 ฟังก์ชันรูปสัญญาณ Math : Add, Subtract, multiply, divide, FFT, filter หรือมากกว่า
- 3.2.8.24 บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยมีหนังสือรับรองยืนยันจากผู้ผลิต เพื่อรองรับบริการหลังการขาย
- 3.2.9 มีเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ต่ำแบบอิสระ จำนวน 1 เครื่อง
- 3.2.9.1 เป็นเครื่องกำเนิดสัญญาณแบบตั้งโต๊ะชนิด 1 ช่องสัญญาณ
- 3.2.9.2 สามารถกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไซน์ (Sine) ที่มีความถี่ของการสร้างสัญญาณได้สูงสุด 20 MHz หรือสูงกว่า
- 3.2.9.3 สามารถสร้างสัญญาณมาตรฐาน เช่น Sine, square, ramp, pulse, triangle, Gaussian noise, DC หรือดีกว่า
- 3.2.9.4 สามารถทำงานในโหมด Continuous, modulate, frequency sweep, gated burst หรือดีกว่า
- 3.2.9.5 สามารถสร้างสัญญาณ Arbitrary แบบ Cardiac, exponential fall, exponential rise, Gaussian pulse, haversine, Lorentz, D-Lorentz หรือดีกว่า
- 3.2.9.6 สามารถมอดูเลชันสัญญาณแบบ Amplitude modulation (AM), frequency modulation (FM), phase modulation (PM), frequency shift keying (FSK) หรือดีกว่า
- 3.2.9.7 สามารถเชื่อมโยงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยผ่าน USB และ LAN
- 3.2.9.8 สามารถใช้กับไฟ 220 VAC, 50 Hz ได้
- 3.2.9.9 หน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 7-inch WVGA display
- 3.2.9.10 เครื่องกำเนิดสัญญาณสามารถสร้างรูปคลื่นที่มีลักษณะดังนี้
- 3.2.9.10.1 ย่านความถี่ (Frequency range) : 1  $\mu$ Hz to 20 MHz
- 3.2.9.10.2 ความละเอียด (resolution) : 1  $\mu$ Hz
- 3.2.9.10.3 มีค่า Phase noise (SSB) ไม่เกิน 10 kHz offset: -105 dBc / Hz หรือดีกว่า
- 3.2.9.11 เครื่องกำเนิดสัญญาณสามารถสร้างรูปคลื่น Square and pulse ที่มีลักษณะดังนี้

---

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาส ตัญเฒ่าวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาลิบบาม)



- 3.2.9.11.1 ย่านความถี่ (Frequency ranges) : 1  $\mu$ Hz to 10 MHz
- 3.2.9.11.2 ความละเอียด (resolution) : 1  $\mu$ Hz
- 3.2.9.11.3 มีค่า Jitter :  $\leq 5$  MHz: 2 ppm of the period + 100 ps > 5 MHz: 100 ps
- 3.2.9.12 เครื่องกำเนิดสัญญาณสามารถสร้างรูปคลื่น Ramp and triangle ที่มีลักษณะดังนี้
- 3.2.9.12.1 ย่านความถี่ (Frequency ranges) : 1  $\mu$ Hz to 200 kHz
- 3.2.9.12.2 ความละเอียด (resolution) : 1  $\mu$ Hz
- 3.2.9.12.3 มีค่า Linearity (typical) :  $\leq 0.1\%$  from 5% to 95% of the signal amplitude ( $V_{out} \geq 1 V_{pp}$ )
- 3.2.9.13 เครื่องกำเนิดสัญญาณสามารถสร้างรูปคลื่น Arbitrary waveforms ที่มีลักษณะดังนี้
- 3.2.9.13.1 ความยาวของรูปคลื่น (Waveform length) : 8 Sa to 8 MSa per channel (maximum up to 1 MSa per waveform)
- 3.2.9.13.2 อัตราการสุ่ม (Sample rate) : 1  $\mu$ Sa/s to 250 MSa/s, 1  $\mu$ Sa/s resolution
- 3.2.9.13.3 ความละเอียดของแรงดัน (Voltage resolution) : 16 bits
- 3.2.9.14 บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยมีหนังสือรับรองยืนยันจากผู้ผลิต เพื่อรองรับบริการหลังการขาย
- 3.2.10 มีแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงชนิด 3 แหล่งจ่าย จำนวน 1 ชุด
- 3.2.10.1 เป็นเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบตั้งโต๊ะ ขนาด 90 W ที่มีเอาต์พุตใช้งาน 3 ช่อง โดยมีการป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน (OCP), แรงดันไฟฟ้าเกิน (OVP) และอุณหภูมิเกิน (OTP) เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ
- 3.2.10.2 มีช่องเอาต์พุตสำหรับจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงดังนี้
- 3.2.10.2.1 เอาต์พุตช่อง 1 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้า 0 ถึง 6 โวลต์ และจ่ายกระแสไฟฟ้า 0 ถึง 5 แอมป์ หรือดีกว่า
- 3.2.10.2.2 เอาต์พุตช่อง 2 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้า 0 ถึง 30 โวลต์ และจ่ายกระแสไฟฟ้า 0 ถึง 1 แอมป์ หรือดีกว่า
- 3.2.10.2.3 เอาต์พุตช่อง 3 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้า 0 ถึง 30 โวลต์ และจ่ายกระแสไฟฟ้า 0 ถึง 1 แอมป์ หรือดีกว่า
- 3.2.10.3 จอแสดงผลแบบสีขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว หรือดีกว่า

---

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาส ตัญเฒ่าวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่วน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสีบสาม)

- 3.2.10.4 มีค่าการรักษาระดับแรงดันขณะโหลดเปลี่ยนแปลง (Load regulation) สำหรับแรงดัน  $< 0.01\% + 2 \text{ mV}$  และกระแส  $< 0.2\% + 10 \text{ mA}$  หรือดีกว่า
- 3.2.10.5 มีค่าการรักษาระดับแรงดันขณะแรงดันอินพุตเปลี่ยนแปลง (Line regulation) สำหรับแรงดัน  $< 0.01\% + 2 \text{ mV}$  และกระแส  $< 0.2\% + 10 \text{ mA}$  หรือดีกว่า
- 3.2.10.6 มีค่าการแกว่ง (Ripple) และสัญญาณรบกวน (Noise) ของเอาต์พุต ที่ช่วงความถี่ 20 Hz ถึง 20 MHz สำหรับโหมดแรงดันปกติ (Normal mode voltage) น้อยกว่า  $1\text{mVrms}/5\text{mVpp}$  หรือดีกว่า
- 3.2.10.7 มีค่าการแกว่ง (Ripple) และสัญญาณรบกวน (Noise) ของเอาต์พุต ที่ช่วงความถี่ 20 Hz ถึง 20 MHz สำหรับโหมดกระแสปกติ (Normal mode Current) น้อยกว่า  $4 \text{ mArms}$  หรือดีกว่า
- 3.2.10.8 รองรับฟังก์ชันป้องกันการจ่ายแรงดันไฟฟ้าเกิน (Overvoltage protection) รองรับ 0.2% ของแรงดันเอาต์พุต  $+ 0.4\text{V}$
- 3.2.10.9 สามารถป้องกันความเสียหายที่เกิดจากการจ่ายแรงดันไฟฟ้าเกิน (Overvoltage) และการจ่ายกระแสเกิน (Overcurrent) ภายในระยะเวลา 5 ms นับจากเกิดแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสเกิน
- 3.2.10.10 รองรับการเชื่อมต่อสำหรับควบคุมการทำงานผ่านพอร์ต USB หรือ LAN
- 3.2.10.11 มีค่าระยะเวลา Load transient recovery ไม่เกิน 50  $\mu\text{s}$
- 3.2.10.12 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยโดยให้ยื่นขอใบเสนอราคา
- 3.2.11 ดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบตั้งโต๊ะ 5.5 Digit Dual Display จำนวน 1 ชุด
- 3.2.11.1 เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดค่า DC voltage, DC current, true RMS AC voltage, AC Current, two- and four-wire resistance, frequency, continuity, diode test, temperature, and capacitance ได้
- 3.2.11.2 จอแสดงผลแบบ 7-inch dual-measurement color display หรือดีกว่า
- 3.2.11.3 มีความเร็วในการอ่านค่า reading rate up to 110 readings/s
- 3.2.11.4 มีหน่วยความจำ 5,000 points logging memory สำหรับการเก็บข้อมูล หรือดีกว่า
- 3.2.11.5 พอร์ตสำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์แบบ built-in gigabit LAN and USB หรือดีกว่า

---

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเฒ่ามวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสีสาม)

3.2.11.6 รองรับการใช้งาน USB flash drive สำหรับ copy / load การตั้งค่าเพื่อ  
ง่ายต่อการทดสอบซ้ำ

3.2.11.7 สามารถทำงานได้ช่วงอุณหภูมิ 0 °C to 55 °C หรือดีกว่า

3.2.11.8 ผ่านมาตรฐาน Tested to IEC/EN 60086-2, CAT II, 300 V: CAT I  
1000 Vdc 750 Vac rms

3.2.11.9 ฟังก์ชัน DC voltage;

3.2.11.9.1 ย่านการวัด (Range) : 100.000 mV, 1.00000 V, 10.0000 V,  
100.000 V, 1000.00 V หรือดีกว่า

3.2.11.9.2 มีความแม่นยำ (Accuracy) : 0.025 + 0.005 ที่ย่าน 10.0000  
V, 100.000 V (ที่ 23 °C ± 5 °C )

3.2.11.10 ฟังก์ชัน Resistance;

3.2.11.10.1 ย่านการวัด (Range) : 100.000 Ω, 1.00000 kΩ, 10.0000  
kΩ, 100.000 kΩ, 1.00000 MΩ, 10.0000 MΩ, 100.000 MΩ  
หรือดีกว่า

3.2.11.10.2 มีความแม่นยำ (Accuracy) : 0.065 + 0.005 ที่ย่าน 10.0000  
kΩ, 100.000 kΩ, 1.00000 MΩ (ที่ 23 °C ± 5 °C )

3.2.11.11 ฟังก์ชัน DC current

3.2.11.11.1 ย่านการวัด (Range) : 10.0000 mA, 100.000 mA, 1.000 00  
A, 3.000 0 A หรือดีกว่า

3.2.11.11.2 มีความแม่นยำ (Accuracy) : 0.10 + 0.015 (ที่ 23°C ± 5 °C )

3.2.11.12 ฟังก์ชัน True RMS AC voltage;

3.2.11.12.1 ย่านการวัด (Range) : 100.000 mV, 1.000 00V to 750.00  
V หรือดีกว่า

3.2.11.12.2 มีความแม่นยำ (Accuracy) : 0.2 + 0.1 ที่ช่วงความถี่ 45 Hz –  
10 kHz (ที่ 23 °C ± 5 °C )

3.2.11.13 ฟังก์ชัน True RMS AC current;

3.2.11.13.1 ย่านการวัด (Range) : 10.0000 mA to 3.000 0A

3.2.11.13.2 มีความแม่นยำ (Accuracy) : 0.5 + 0.1 ที่ช่วงความถี่ 45 Hz –  
1 kHz (ที่ 23 °C ± 5 °C )

3.2.11.14 มี Math ฟังก์ชันดังนี้ Null, dBm, dB, Min/Max/Avg, hold limit  
test

---

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาส ตัญเตี้มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิศร กวาวลีบสาม)

3.2.11.15 บริษัทผู้ขายเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยมีหนังสือรับรองยืนยันจากผู้ผลิต  
เพื่อรองรับบริการหลังการขาย

3.2.11.16 มีศูนย์บริการซ่อมสำหรับหลังการขายภายในประเทศไทย โดยมีหนังสือ  
รับรองจากผู้ผลิต

4. ชุดฝึกสะสมเต็มด้านระบบการผลิต (Manufacturing)

จำนวน 1 ชุด

4.1 ชุดการเรียนรู้ด้านพลาสติก

จำนวน 1 ชุด

4.1.1 เป็นชุดการเรียนรู้ออกแบบส่วนประกอบ/ผลิตภัณฑ์พลาสติก ด้วยกรรมวิธีการขึ้นรูป  
พลาสติกด้วย Vacuum forming machine และ Injection molding machine

4.1.2 สามารถรองรับสมรรถนะของหลักสูตรดังต่อไปนี้

4.1.2.1 จำแนกคุณสมบัติของสสาร

4.1.2.2 ทำการทดลองทางเคมี

4.1.2.3 เรียนรู้ทางกายภาพและทางเคมีคุณสมบัติของวัสดุพอลิเมอร์

4.1.2.4 อธิบายการเกิดพอลิเมอร์

4.1.2.5 เรียนรู้จักวัสดุเทอร์โมพลาสติก

4.1.2.6 สาธิตวิธีการสำหรับการสร้างผลิตภัณฑ์เทอร์โมพลาสติก

4.1.2.7 อภิปรายกระบวนการขึ้นรูปสูญญากาศ

4.1.2.8 ใช้งานเครื่องขึ้นรูปสูญญากาศ

4.1.2.9 อธิบายวัสดุเทอร์โมเซต

4.1.2.10 เปรียบเทียบเทอร์โมเซตกับเทอร์โมพลาสติก

4.1.2.11 ระบุโครงสร้างของแม่พิมพ์ (หรือเครื่องมือ)

4.1.2.12 อภิปรายกระบวนการฉีดขึ้นรูป

4.1.2.13 ใช้งานเครื่องฉีดขึ้นรูป

4.1.2.14 ใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

4.1.3 มีเครื่องขึ้นรูปสูญญากาศ Vacuum forming machine จำนวน 1 ชุด

4.1.3.1 เป็นเครื่องดูดสูญญากาศสำหรับการขึ้นรูปแผ่นพลาสติกสไตรีนบนแม่พิมพ์  
ขึ้นรูปสูญญากาศ

4.1.3.2 สามารถตั้งเวลาการทำงานได้

4.1.3.3 ตัวเครื่องติดตั้งชุดให้ความร้อนพลาสติกและด้านขึ้นรูปสูญญากาศ

4.1.4 มีเครื่องฉีดด้วยมือ Injection molding machine จำนวน 1 ชุด

4.1.4.1 เป็นเครื่องสาธิตกระบวนการฉีดขึ้นรูปด้วยมือ

4.1.4.2 สามารถใช้สไตรีน โพลีเอทิลีน หรือโพลีโพรพิลีนอัดเม็ด สำหรับขึ้นรูป

4.1.4.3 เครื่องฉีดขึ้นรูปรุ่นตั้งโต๊ะที่ออกแบบมาสำหรับการใช้งานในห้องเรียน

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาส ตัญเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีสาม)

- 4.1.4.4 แคลมป์แม่พิมพ์แบบ over-center,
- 4.1.4.5 เคลือบเทฟลอน Ram และ heater block
- 4.1.4.6 ควบคุมความร้อนแบบอิเล็กทรอนิกส์
- 4.1.4.7 ความจุ: 2/3 ออนซ์
- 4.1.5 มีชุดเคมี จำนวน 1 ชุด
- 4.1.6 มีแผ่นขึ้นรูปพลาสติกสุญญากาศ จำนวน 1 ชุด
- 4.1.7 มีเม็ดพลาสติกโพลีเอทิลีน จำนวน 1 ชุด
- 4.1.8 มีแม่พิมพ์ฉีดขึ้นรูป จำนวน 1 ชุด
- 4.1.9 มีแม่พิมพ์ขึ้นรูปสุญญากาศ จำนวน 1 ชุด
- 4.2 ชุดการเรียนรู้ด้านเครื่องกลึง CNC Lathe จำนวน 1 ชุด
  - 4.2.1 ระยะเคลื่อนที่ในแนวแกน X ไม่น้อยกว่า 60 มม.
  - 4.2.2 ระยะเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ไม่น้อยกว่า 60 มม.
  - 4.2.3 ระยะ Swing over bed ไม่น้อยกว่า 120 มม.
  - 4.2.4 ความเร็วรอบสูงสุดของสปินเดิล (Spindle speed) ไม่น้อยกว่า 1,800 รอบ/นาที
  - 4.2.5 มีป้อมมีดแบบเปลี่ยนทูลอัตโนมัติอย่างน้อย 4 ตำแหน่ง หรือดีกว่า
  - 4.2.6 มีชุดมือหมุนทางไฟฟ้า (hand wheel) ควบคุมการเคลื่อนที่ของแกน X และแกน Z
  - 4.2.7 มอเตอร์แกน X Z เป็นแบบสเตปมอเตอร์ หรือดีกว่า
  - 4.2.8 วัสดุแกนเพลลา ขนาดไม่น้อยกว่า 10 มม.
  - 4.2.9 มีตัวยันศูนย์ท้าย (tail stock)
  - 4.2.10 ใช้ไฟฟ้า 1 Phase, 220VAC, 50Hz
  - 4.2.11 ใช้โปรแกรมเอ็นซี แบบ ISO Code ได้หรือดีกว่า
  - 4.2.12 ค่า Position Accuracy 0.02 มม. หรือดีกว่า
  - 4.2.13 ค่า Repeatability Accuracy 0.02 มม. หรือดีกว่า
  - 4.2.14 ความเร็วสูงสุด (Rapid speed) ในการเคลื่อนที่แกน 1,800 มม./นาที หรือดีกว่า
  - 4.2.15 ชุดควบคุมประกอบด้วยหน้าจอ แป้นพิมพ์โปรแกรมและแผงปุ่มควบคุม
  - 4.2.16 มีฝาปิดเครื่องแบบมีช่องโปร่งใสเพื่อดูการผลิตภายในเครื่อง
  - 4.2.17 อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน
    - 4.2.17.1 ด้ามมีดกลึงขนาดเหมาะสมกับป้อมมีด จำนวน 4 ด้าม หรือดีกว่า
    - 4.2.17.2 หัวจับดอกสว่าน พร้อมก้านจับที่ใช้ร่วมกับชุดยันศูนย์ได้
    - 4.2.17.3 ดอกเจาะ 10 ขนาด หรือดีกว่า จำนวน 1 กล่อง
    - 4.2.17.4 ชุดยันศูนย์ (Tail stock) จำนวน 1 ชุด
    - 4.2.17.5 ชิ้นงานแบบงานกลมขนาด 10 มม. ความยาว 100 มม. หรือดีกว่า

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ดุ้ยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่หวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาลิบบาม)

- 4.2.17.6 เครื่องมือประจำเครื่องพร้อมกล่องเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด
- 4.2.17.7 คู่มือการทำงาน จำนวน 1 เล่ม
- 4.2.17.8 ชุดซอฟต์แวร์การออกแบบและสร้างโปรแกรมควบคุมเครื่องจักร  
จำนวน 1 ชุด
- 4.2.17.9 ตัวเวอเนียร์คาลิปเปอร์ จำนวน 1 ด้าม
- 4.2.17.10 มีปุ่มหยุดฉุกเฉิน (Emergency Switch) จำนวน 1 จุดหรือดีกว่า

4.3 ชุดการเรียนรู้ด้านเครื่องกัด (CNC Mill) จำนวน 1 ชุด

- 4.3.1 ขนาดโต๊ะงาน ไม่น้อยกว่า 400x120 มม.
- 4.3.2 ระยะเคลื่อนที่ในแนวแกน X ไม่น้อยกว่า 200 มม.
- 4.3.3 ระยะเคลื่อนที่ในแนวแกน Y ไม่น้อยกว่า 110 มม.
- 4.3.4 ระยะเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ไม่น้อยกว่า 180 มม.
- 4.3.5 ระบบขับเคลื่อนแกนเป็นแบบ Ball Screw หรือดีกว่า
- 4.3.6 ความเร็วรอบสูงสุดของสปินเดิล (Spindle speed) ไม่น้อยกว่า 20,000 รอบ/นาที
- 4.3.7 มีชุดมือหมุนทางไฟฟ้า (hand wheel) ควบคุมการเคลื่อนที่ของแกน X และแกน Z
- 4.3.8 มอเตอร์แกน X Y Z เป็นแบบสเตปมอเตอร์ หรือดีกว่า
- 4.3.9 ใช้ไฟฟ้า 1 Phase, 220VAC, 50Hz
- 4.3.10 ใช้โปรแกรมเอ็นซี แบบ ISO Code ได้หรือดีกว่า
- 4.3.11 ค่า Position Accuracy 0.02 มม. หรือดีกว่า
- 4.3.12 ค่า Repeatability Accuracy 0.02 มม. หรือดีกว่า
- 4.3.13 ความเร็วสูงสุด (Rapid speed) ในการเคลื่อนที่แกน 1800 มม./นาที หรือดีกว่า
- 4.3.14 ชุดควบคุมประกอบด้วยหน้าจอ แป้นพิมพ์โปรแกรม และ แผงปุ่มควบคุม
- 4.3.15 มีฝาปิดเครื่องแบบมีช่องโปร่งใสเพื่อดูการผลิตภายในเครื่อง
- 4.3.16 อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน
  - 4.3.16.1 ชุดด้ามจับยึดดอกกัดแบบใส่ลูก collet จำนวน 2 ด้าม หรือดีกว่า
  - 4.3.16.2 ลูก collet อย่างน้อย 4 ขนาด จำนวน 1 ชุด
  - 4.3.16.3 หัวจับดอกสว่าน สำหรับใช้งานกับเครื่องกัด CNC จำนวน 1ชุด
  - 4.3.16.4 ดอกเจาะ 10 ขนาด หรือดีกว่า จำนวน 1 กล่อง
  - 4.3.16.5 ดอกกัดแบบ Endmill จำนวน 1 ชุด
  - 4.3.16.6 ดอกกัดแบบ Ball Endmill จำนวน 1 ชุด
  - 4.3.16.7 ตัวตั้งขอบงาน (Edge Finder) แบบทางกล จำนวน 2 ด้าม
  - 4.3.16.8 ชิ้นงานขนาด 60x60x10 มม. ความยาว 100 มม. หรือดีกว่า
  - 4.3.16.9 ปากกาจับงาน ปากกว้าง 2 นิ้วหรือดีกว่า จำนวน 1 ตัว

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ด้อยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยีวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีสาม)

- 4.3.16.10 เครื่องมือประจำเครื่องพร้อมกล่องเครื่องมือ จำนวน 1 ชุด
- 4.3.16.11 คู่มือการทำงาน จำนวน 1 เล่ม
- 4.3.16.12 ชุดซอฟต์แวร์การออกแบบและสร้างโปรแกรมควบคุมเครื่องจักร จำนวน 1 ชุด
- 4.3.16.13 ตัวเวอเนียร์คาลิปเปอร์ จำนวน 1 ตัว
- 4.3.16.14 มีปุ่มหยุดฉุกเฉิน (Emergency Switch) จำนวน 1 จุดหรือดีกว่า
- 4.4 ชุดการเรียนรู้ด้านเมคคาทรอนิกส์และอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
- 4.4.1 ชุดฝึกกระบวนการจ่ายชิ้นงานจำลอง จำนวน 1 ชุด
- 4.4.1.1 เป็นชุดฝึกจำลองการควบคุมอุปกรณ์นิวแมติกส์ ซึ่งจะใช้วาล์วนิวแมติกส์ ที่ควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า, ระบายกลับพร้อมเซนเซอร์ตรวจจับการทำงาน และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ทั้งนี้อุปกรณ์ทั้งหมดจะติดตั้งบนแผ่นอลูมิเนียมโปรไฟล์ ชุดฝึกสามารถเชื่อมต่อการทำงานกับชุดฝึกอื่น ๆ ได้เพื่อเป็นระบบจำลองการทำงานที่สมบูรณ์
- 4.4.1.2 มีชุดโมดูลจัดเก็บชิ้นงานจำลองทำจากสแตนเลส จำนวน 1 ชุด
- 4.4.1.3 มีโมดูลเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมแบบดีจีทัล (Multi-pin plug) จำนวน 1 ตัว
- 4.4.1.3.1 มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณกับคอนโทรลเลอร์แบบ Sub-D 15 1 จุด
- 4.4.1.3.2 มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณ Socket (3 pin) พร้อมไฟแสดงสถานะ 12 จุด
- 4.4.1.4 มีวาล์ว 5/2 ทาง ควบคุมด้วยไฟฟ้าหนึ่งด้าน พร้อมสายเชื่อมต่อสัญญาณแบบ Socket (3-pin) จำนวน 1 ตัว
- 4.4.1.5 มีวาล์ว 5/2 ทาง ควบคุมด้วยไฟฟ้าทั้งสองด้าน พร้อมสายเชื่อมต่อสัญญาณแบบ Socket (3-pin) จำนวน 1 ตัว
- 4.4.1.6 มีระบายกลับทำงานแบบสองทาง จำนวน 1 ตัว
- 4.4.1.6.1 เส้นผ่านศูนย์กลางลูกสูบ 10 มิลลิเมตร
- 4.4.1.6.2 ระยะชักก้านสูบ 50 มิลลิเมตร
- 4.4.1.6.3 วาล์วควบคุมอัตราการไหล จำนวน 2 ตัว
- 4.4.1.7 มีระบายกลับทำงานแบบทางเดียว จำนวน 1 ตัว
- 4.4.1.7.1 เส้นผ่านศูนย์กลางลูกสูบ 10 มิลลิเมตร
- 4.4.1.7.2 ระยะชักก้านสูบ 25 มิลลิเมตร
- 4.4.1.7.3 พร้อมวาล์วควบคุมอัตราการไหล จำนวน 1 ตัว

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาล ตัญเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่วน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสิบสาม)

- 4.4.1.8 มีเซนเซอร์ชนิดอาศัยอำนาจแม่เหล็ก (Magnetic sensor) พร้อม  
สายสัญญาณแบบ Socket (3-pin) จำนวน 1 ตัว
- 4.4.1.9 มีวาล์ว 3/2 ทาง ทำงานแบบ Stop Cock จำนวน 1 ตัว
- 4.4.1.10 มีข้อต่อแบบตัว Y จำนวน 1 ตัว
- 4.4.1.11 มีแผงอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 200 x 300 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผง
- 4.4.1.12 มีชุดเครื่องมือสำหรับประกอบชุดฝึก จำนวน 1 ชุด
- 4.4.1.13 มีท่อลมขนาดระยะวัดนอก 4 มิลลิเมตร จำนวน 1 เส้น
- 4.4.1.14 มีท่อลมขนาดระยะวัดนอก 6 มิลลิเมตร จำนวน 1 เส้น
- 4.4.1.15 มีชิ้นงานจำลอง จำนวน 1 ชุด
- 4.4.1.16 มีกล่องบรรจุชุดฝึกพร้อมสภาพจัดเก็บอุปกรณ์ จำนวน 1 กล่อง
- 4.4.2 ชุดฝึกกระบวนการสายพานลำเลียง จำนวน 1 ชุด
- 4.4.2.1 สามารถทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ มีอุปกรณ์  
ตรวจจับสัญญาณทางไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ มีอุปกรณ์สำหรับกันให้ชิ้นงาน  
ผ่านหรือไม่ผ่านได้ โดยอุปกรณ์ทั้งหมดเชื่อมต่อกันอยู่บนอลูมิเนียมโปรไฟล์  
โครงสร้างทั้งหมดทำจากสแตนเลส ควบคุมการทำงานโดยโปรแกรมจำลอง  
การทำงานระบบนิวแมติกส์ ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับสถานีชุดฝึกส่งจ่าย  
ชิ้นงานและสถานีหยิบจับชิ้นงานได้
- 4.4.2.2 มีโมดูลสายพานลำเลียงพร้อมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์  
จำนวน 1 ชุด
- 4.4.2.3 มีขดลวดโซลินอยด์ สำหรับหยุดชิ้นงานหรือให้ชิ้นงานผ่านได้ จำนวน 1 ตัว
- 4.4.2.4 มีโมดูลเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมแบบดิจิทัล (Multi-pin plug) จำนวน  
1 ตัว
- 4.4.2.4.1 มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณกับคอนโทรลเลอร์แบบ Sub-D 15 1 จุด
- 4.4.2.4.2 มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณ Socket (3 pin) พร้อมไฟแสดงสถานะ  
12 จุด
- 4.4.2.5 มีอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณทางไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ จำนวน 1 ตัว
- 4.4.2.6 มีอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณทางไฟฟ้าแบบลำแสง จำนวน 1 ตัว
- 4.4.2.7 มีแผงอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 200 x 300 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผง
- 4.4.2.8 มีรางสไลด์สำหรับชิ้นงาน จำนวน 1 ราง
- 4.4.2.9 มีชุดเครื่องมือประกอบชุดฝึก จำนวน 1 ชุด
- 4.4.2.10 มีชิ้นงานจำลองสีดำและสีเงิน จำนวน 1 ชุด
- 4.4.2.11 มีกล่องบรรจุชุดฝึกพร้อมสภาพจัดเก็บอุปกรณ์ จำนวน 1 กล่อง

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเฒ่าวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยีวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสีสาม)



- 4.4.3 ชุดฝึกกระบวนการหยิบจับชิ้นงาน จำนวน 1 ชุด
- 4.4.3.1 เป็นชุดหยิบจับชิ้นงานแบบ 2 แขน ซึ่งใช้ระบบนิวแมติกส์ในการสั่งการทำงาน มีมือจับแบบสุญญากาศ (Vacuum gripper) พร้อมอุปกรณ์ควบคุมชุดหยิบจับชิ้นงาน เช่น โซลินอยด์วาล์ว, อุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุแบบแม่เหล็ก อุปกรณ์ข้างต้นติดตั้งอยู่บนแผงฝึก โดยมีการควบคุมการทำงานผ่านทางโปรแกรมออกแบบ ซึ่งมีอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมและชุดจับชิ้นงาน และชุดฝึกสามารถต่อร่วมกับชุดสถานีสายพานลำเลียงและชุดสถานีจ่ายชิ้นงานได้
- 4.4.3.2 มีโมดูลเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมแบบดิจิทัล (Multi-pin plug) จำนวน 1 ตัว
- 4.4.3.2.1 มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณกับคอนโทรลเลอร์แบบ Sub-D 15 1 จุด
- 4.4.3.2.2 มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณ Socket (3 pin) พร้อมไฟแสดงสถานะ 12 จุด
- 4.4.3.3 มีวาล์ว 5/2 ทาง ทำงานด้วยโซลินอยด์วาล์วทั้งสองด้านพร้อมสายสัญญาณ จำนวน 2 ตัว
- 4.4.3.4 มีวาล์ว 5/2 ทาง ทำงานด้วยโซลินอยด์วาล์วหนึ่งด้านพร้อมสายสัญญาณ จำนวน 1 ตัว
- 4.4.3.5 มีกระบอกลูกสูบทำงานแบบสองทางแบบทรงสี่เหลี่ยม จำนวน 1 ตัว
- 4.4.3.5.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกสูบกลาง 20 มิลลิเมตร
- 4.4.3.5.2 ระยะชักของก้านสูบ 60 มิลลิเมตร
- 4.4.3.5.3 วาล์วปรับอัตราการไหล จำนวน 2 ตัว
- 4.4.3.5.4 อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุแบบแม่เหล็ก สามารถติดตั้งที่กระบอกลูกสูบพร้อมสายสัญญาณ จำนวน 2 ตัว
- 4.4.3.6 มีกระบอกลูกสูบทำงานแบบสองทางแบบทรงสี่เหลี่ยม จำนวน 1 ตัว
- 4.4.3.6.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกสูบ 12 มิลลิเมตร
- 4.4.3.6.2 ระยะชักของก้านสูบ 40 มิลลิเมตร
- 4.4.3.6.3 วาล์วปรับอัตราการไหล จำนวน 2 ตัว
- 4.4.3.6.4 อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุแบบแม่เหล็ก พร้อมสายสัญญาณ จำนวน 2 ตัว
- 4.4.3.7 มีมือจับแบบสุญญากาศ พร้อมวาล์วสร้างสุญญากาศ จำนวน 1 ตัว
- 4.4.3.8 มีวาล์ว 3/2 ทาง ทำงานแบบ Stop Cock จำนวน 1 ตัว
- 4.4.3.9 มีข้อต่อแบบตัว Y จำนวน 1 ตัว

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีบสาม)

- 4.4.3.10 มีแผงอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 200x300 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผง
- 4.4.3.11 มีชุดเครื่องมือประกอบชุดฝึก จำนวน 1 ชุด
- 4.4.3.12 มีท่อลมขนาดระยะวัดนอก 4 มิลลิเมตร จำนวน 1 เส้น
- 4.4.3.13 มีท่อลมขนาดระยะวัดนอก 6 มิลลิเมตร จำนวน 1 เส้น
- 4.4.3.14 มีชิ้นงานจำลองสีดำแบบมีฝาปิด จำนวน 1 ชุด
- 4.4.3.15 มีกล่องบรรจุชุดฝึก พร้อมฉาติดเก็บอุปกรณ์ จำนวน 1 กล่อง
- 4.4.4 มีเครื่องอัดอากาศขนาดเล็ก จำนวน 1 ชุด
  - 4.4.4.1 สามารถสร้างแรงดันลมอัดสูงสุด 4 บาร์
  - 4.4.4.2 สามารถส่งจ่ายแรงดันลมอัด 14 ลิตรต่อนาที
  - 4.4.4.3 ความจุของถังพักลม 2.5 ลิตร
  - 4.4.4.4 พร้อมอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ เพื่อติดตั้งกับชุดฝึก เช่น ข้อต่อ และท่อลม เป็นต้น
- 4.4.5 มีอุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณแบบดิจิทัลระหว่างคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า กระแสตรงจำนวน 3 ชุด
  - 4.4.5.1 เป็นอุปกรณ์สำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีชุดฝึกและคอมพิวเตอร์เพื่อ รับ-ส่งข้อมูลสำหรับควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ
  - 4.4.5.2 ทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้า 24 VDC
  - 4.4.5.3 รองรับสัญญาณ 6 Digital I/O หรือ Analog I/O
  - 4.4.5.4 เชื่อมโยงสัญญาณ ชนิด USB
  - 4.4.5.5 ชุดอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลท์
- 4.5 ชุดการเรียนรู้ด้านกระบวนการอัตโนมัติ (Process Engineering) จำนวน 1 ชุด
  - 4.5.1 เป็นชุดเรียนรู้ควบคุมกระบวนการ (Process Control) เรียนรู้การอ่านแบบเครื่องกล และโปรแกรม ตลอดจนฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และรูปแบบต่าง ๆ เช่น เซอร์ที่ จำเป็นสำหรับการควบคุมอัตโนมัติ
  - 4.5.2 มีแผ่นอลูมิเนียมโปรไฟล์ ขนาด 350 x 200 mm จำนวน 1 แผ่น
  - 4.5.3 มีเสาอลูมิเนียมโปรไฟล์รองรับการติดตั้งอุปกรณ์ ชุดควบคุมการทำงาน , ชุดถังน้ำ และระบบท่อ จำนวน 1 ชุด
  - 4.5.4 มีชุด Centrifugal Pump จำนวน 1 ชุด
    - 4.5.4.1 แรงดันไฟฟ้าใช้งานขนาด 24 VDC
    - 4.5.4.2 มีอัตราการไหลสูงสุด 10 ลิตร/นาที
  - 4.5.5 มีชุดถังบรรจุน้ำ จำนวน 2 ถัง
    - 4.5.5.1 ขนาดความจุ 3 ลิตร

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเฒ่าวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีสาม)

- 4.5.5.2 ทำจากวัสดุโพลีเอทิลีนสูงเกรดสูง
- 4.5.5.3 สามารถทำงานที่อุณหภูมิสูงสุด 65 °C
- 4.5.6 มีชุดอุปกรณ์วัดอัตราการไหล (Float flow meter) จำนวน 1 ชุด
  - 4.5.6.1 สามารถวัดอัตราการไหลได้ 6.67 ลิตร/นาฬิกา หรือ 400 ลิตร/ชั่วโมง
  - 4.5.6.2 แรงดันใช้งาน 10 บาร์
  - 4.5.6.3 สามารถทำการติดกับระบบท่อได้
- 4.5.7 อุปกรณ์วัดค่าแรงดัน จำนวน 1 ชุด
  - 4.5.7.1 วัดค่าแรงดันของน้ำที่ออกจากปั๊ม และสามารถติดตั้งในระบบท่อได้
  - 4.5.7.2 สามารถวัดค่าแรงดันได้ 0 - 0.7 บาร์
- 4.5.8 อุปกรณ์ท่อ จำนวน 1 ชุด
  - 4.5.8.1 ทำจากวัสดุพลาสติก PEM หรือดีกว่า
  - 4.5.8.2 มีระบบซีลกันน้ำรั่วตามข้อต่อต่าง ๆ
  - 4.5.8.3 สามารถถอดและประกอบเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบด้วย ข้อต่อ 3 ทาง  
ท่อตรง
  - 4.5.8.4 ข้อต่อ 90 องศาและวาล์วเปิด - ปิด
- 4.5.9 ชุดควบคุมการทำงานขั้นพื้นฐาน จำนวน 1 ชุด
  - 4.5.9.1 มีชุดสวิตช์ปุ่มกด จำนวน 2 ชุด
  - 4.5.9.2 ชุดสวิตช์ปิดค้างตำแหน่ง จำนวน 1 ชุด
  - 4.5.9.3 หลอดไฟแสดงการทำงาน จำนวน 1 ชุด
  - 4.5.9.4 ชุดรีเลย์ จำนวน 1 ชุด
  - 4.5.9.5 จุดต่อสัญญาณทางไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
- 4.5.10 ชุดแผงเชื่อมต่อสัญญาณ จำนวน 1 ชุด
  - 4.5.10.1 จุดเชื่อมต่อสัญญาณดิจิทัล จำนวน 1 ชุด
    - 4.5.10.1.1 สามารถรองรับสัญญาณ 8 อินพุตและ 8 เอาต์พุต พร้อมไฟ  
แสดงการทำงาน
    - 4.5.10.1.2 มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณตามมาตรฐาน IEEE/24 pin
  - 4.5.10.2 จุดเชื่อมต่อสัญญาณแอนะล็อก จำนวน 1 ชุด
    - 4.5.10.2.1 สามารถรองรับสัญญาณได้ 4 อินพุต และ 2 เอาต์พุต
    - 4.5.10.2.2 มีจุดเชื่อมต่อสัญญาณตามมาตรฐาน IEEE488/24 pin หรือ  
Sub-D 15 pin

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ด้อยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสีปสาม)

- 4.5.11 ชุดรีเลย์ จำนวน 1 ชุด
- 4.5.12 เซนเซอร์ชนิด Capacitive จำนวน 2 ชุด
- 4.5.13 เซนเซอร์ชนิด Ultrasound จำนวน 1 ชุด
- 4.5.13.1 ย่านการวัด 48 – 270 mm.
- 4.5.13.2 แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตแอนะล็อก 0 – 10 V.
- 4.5.13.3 มาตรฐานการป้องกัน IP67
- 4.5.14 เซนเซอร์ตรวจจับอัตราการไหล จำนวน 1 ชุด
- 4.5.14.1 มีช่วงตรวจวัดอัตราการไหลได้ 10 ลิตร/นาที
- 4.5.14.2 สามารถทำการติดตั้งร่วมกับระบบท่อและอุปกรณ์วัดอัตราการไหล  
Flow meter
- 4.5.14.3 มีชุดแปลงสัญญาณแอนะล็อกเซนเซอร์ (Analog Converter)
- 4.5.15 เซนเซอร์วัดค่าแรงดัน จำนวน 1 ชุด
- 4.5.15.1 แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตแอนะล็อก 0 – 10 V
- 4.5.15.2 แรงดันไฟฟ้าใช้งาน 24 VDC.
- 4.5.16 มีวาล์ว 2/2 ควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า สามารถติดตั้งในระบบท่อได้ จำนวน 1 ชุด
- 4.5.16.1 มีแรงดันไฟฟ้าใช้งาน 24 VDC.
- 4.5.16.2 มีแรงดันคงที่ : สูงสุด 10 บาร์
- 4.5.17 อุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณแบบดิจิทัลและแอนะล็อก จำนวน 1 ชุด
- 4.5.17.1 ทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้า 24 VDC ผ่านทางขั้วสกรูหรือการเชื่อมต่อผ่านทางสาย Syslink
- 4.5.17.2 รับสัญญาณเข้าแบบดิจิทัล 16 ช่องสัญญาณ ปลั๊กตัวเมีย 2 x 24-Pin  
สัญญาณดิจิทัลแสดงโดยไฟแอลอีดี
- 4.5.17.3 ส่งสัญญาณออกแบบดิจิทัล 16 ช่องสัญญาณ ปลั๊กตัวเมีย 2 x 24-Pin  
สัญญาณดิจิทัลโดยไฟแอลอีดี
- 4.5.17.4 การเชื่อมต่อสัญญาณแบบแอนะล็อกมีช่องสัญญาณแบบ Sub-D 15 Pin  
ความละเอียด 12 bit
- 4.5.17.5 ตัวอย่างความถี่ 0.5 kHz
- 4.5.17.6 รับสัญญาณเข้าแบบแอนะล็อก 4 ช่องสัญญาณ
- 4.5.17.7 ส่งสัญญาณออกแบบแอนะล็อก 2 ช่องสัญญาณ
- 4.5.17.8 สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรม S7-PLCSIM, LabVIEW, C++, Visual  
Basic, FluidSIM®

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเฒ่าวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีสาม)

- 4.5.17.9 สามารถเชื่อมต่อสัญญาณ Input/output แบบดิจิทัล 24VDC แบบ PNP
- 4.5.17.10 สามารถเชื่อมต่อมีสัญญาณ Input/output แบบแอนะล็อก 0 -10 VDC
- 4.5.17.11 การเชื่อมต่อสัญญาณไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์โดย USB 2.0, RS 232 ได้
- 4.5.17.12 สามารถเชื่อมต่อผ่านฮับ (HUB) USB ความเร็วในการส่ง 115 kbaud
- 4.5.17.13 จอ LCD แสดงผลของช่องสัญญาณและผลของการวัด 4 หลัก
- 4.5.18 อุปกรณ์จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ จำนวน 1 ตัว
- 4.5.18.1 ไฟฟ้าด้านออก 24 VDC ขั้วสายไฟแบบ Safety Socket รูเสียบขนาด 4 มิลลิเมตร
- 4.5.18.2 มีอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร (Switching)
- 4.5.18.3 สามารถทนกระแสไฟฟ้าสูงสุด 4 แอมป์
5. ชุดฝึกเพิ่มเติมด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) จำนวน 1 ชุด
- 5.1 ชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม - น้ำ จำนวน 1 ชุด
- 5.1.1 เป็นชุดฝึก STEM Environmental Technology/ Water เรียนรู้หลักการทดสอบน้ำและวิธีการบำบัดน้ำและเพื่อสำรวจว่ากิจกรรมของมนุษย์ส่งผลกระทบต่ออย่างไรบ้างด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อน้ำโดยตรงทั้งน้ำดื่มและน้ำเสีย
- 5.1.2 สามารถรองรับสมรรถนะของหลักสูตรดังต่อไปนี้
- 5.1.2.1 สาธิตทักษะทางห้องปฏิบัติการที่จำเป็นสำหรับการทดสอบและบำบัดน้ำ
- 5.1.2.2 ใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 5.1.2.3 ประเมินปัญหาโดยใช้ความรู้จากภูมิหลังทางชีววิทยา เคมี และวิทยาศาสตร์กายภาพ
- 5.1.2.4 กำหนดปัญหาที่ต้องเผชิญกับสถานะปัจจุบันของน้ำประปา
- 5.1.3 เครื่องจำลองการกรองน้ำ Water Filtration Plant Simulator จำนวน 1 ชุด
- 5.1.3.1 ชุดกรองน้ำ จำนวน 2 ชุด
- 5.1.3.2 มอเตอร์ปั๊ม จำนวน 1 ชุด
- 5.1.3.3 ชุดควบคุมความเร็วของปั๊ม จำนวน 1 ชุด
- 5.1.3.4 ถาดรองน้ำ จำนวน 1 ใบ
- 5.1.3.5 แผ่นกรองแวนลอย
- 5.1.4 เครื่องวัดค่า pH จำนวน 1 ชุด
- 5.1.5 เครื่องวัดค่าออกซิเจนในน้ำ จำนวน 1 ชุด
- 5.1.6 อุปกรณ์ประกอบการทดลอง จำนวน 1 ชุด

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ดุ้ยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยีวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีสาม)

5.2 ชุดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม - พลังงานทางเลือก จำนวน 1 ชุด

5.2.1 เป็นชุดฝึก STEM Alternative Energy เรียนรู้หลักการพื้นฐานของแหล่งพลังงานต่างๆ ที่พิจารณาว่าเป็นทางเลือกแทนการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ การทดลองการผลิตพลังงานทดแทนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

5.2.2 สามารถรองรับสมรรถนะของหลักสูตรดังต่อไปนี้

5.2.2.1 ระบุแหล่งพลังงานและความแตกต่างระหว่างพลังงานหมุนเวียนและพลังงานทดแทน

5.2.2.2 กำหนดพลังงานปฏิกิริยาและทฤษฎี

5.2.2.3 ทำความเข้าใจเทคโนโลยีที่ใช้ในการจับพลังงานและแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่ใช้งานได้

5.2.2.4 ตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเทคโนโลยีพลังงาน

5.2.2.5 คำนวณปริมาณทรัพยากรที่จำเป็นต่อความต้องการพลังงาน

5.2.2.6 ปริมาณประสิทธิภาพของระบบพลังงาน

5.2.2.7 วิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของแหล่งพลังงานต่าง ๆ และเทคโนโลยีที่ใช้ในการดักจับพลังงานเหล่านั้น

5.2.3 มีชุดฝึกพลังงานทดแทนขนาดเล็ก (Small-Scale Alternative Energy) จำนวน 1 ชุด

5.2.3.1 มีชุดกำเนิดแสงด้วยหลอดไฟจำลองแสงจากดวงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด

5.2.3.2 มีตัวเก็บพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อให้ความร้อนกับน้ำ (Collector)

5.2.3.3 มีมิเตอร์สำหรับวัดค่าทางไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด

5.2.3.4 มีนาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 ชุด

5.2.3.5 มีชุดแสดงผลการทำงานของระบบตรวจสอบอุณหภูมิด้วยแอลอีดี

5.2.3.6 มีชุดแสดงผลค่าอัตราการไหลและกำลังไฟฟ้าของปั๊ม จำนวน 1 ชุด

5.2.3.7 มีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็ก จำนวน 1 ชุด

5.2.3.8 ถังเก็บน้ำขนาดเล็กพร้อมปั๊ม

5.2.3.9 ถังเก็บน้ำขนาดเล็กพร้อมฮีตเตอร์คอยล์

5.2.4 กังหันลมขนาดเล็ก (Wind turbine) จำนวน 1 ชุด

5.2.5 เครื่องวัดแสง (Light meter : Lux) จำนวน 1 ชุด

5.2.6 แผงโซลาร์เซลล์ (Solar panel assembly) จำนวน 1 ชุด

5.2.7 เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer) จำนวน 1 ชุด

5.2.8 อุปกรณ์ประกอบการทดลอง จำนวน 1 ชุด

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเฒ่าวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีสาม)

6. สื่อการเรียนการสอนออนไลน์ทางด้านวิศวกรรม The Digital Learning Portal จำนวน 1 ชุด
- 6.1 เป็นพอร์ทัลการเรียนรู้แบบดิจิทัล (Digital Learning Portal) มีการใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตบนเว็บเบราว์เซอร์ สามารถใช้สมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตหรือคอมพิวเตอร์ ในการเข้าถึงบทเรียน มีความยืดหยุ่นที่ช่วยให้ผู้สอนสามารถปรับแต่งหลักสูตรการเรียนรู้ให้ตรงกับความต้องการของผู้สอน โดยมีเนื้อหาการเรียนที่ครอบคลุม สะเต็มที่เกี่ยวข้องกับทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอุตสาหการ โทรคมนาคม พลังงาน ผู้สอนสามารถสร้างกลุ่มห้องเรียนได้ สามารถติดตามผลความคืบหน้าและดูผลการทดสอบในแต่ละหัวข้อได้
- 6.2 รองรับจำนวนผู้เข้าใช้งานทั้งหมด จำนวน 50 คน ระยะเวลาการใช้งาน 3 ปี
- 6.3 ใช้งานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตบนเว็บเบราว์เซอร์ สามารถใช้สมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตหรือคอมพิวเตอร์ ในการเข้าถึงบทเรียน
- 6.4 สามารถสร้างกลุ่มห้องเรียนได้หลายห้อง แต่ละห้องสามารถกำหนดผู้สอนซึ่งจะเป็นผู้ดูแลและจัดการหลักสูตรการเรียนรู้ได้ โดยแต่ละห้องสามารถมีผู้เข้าเรียนตามจำนวนที่ผู้สอนกำหนดได้
- 6.5 ในหัวข้อการเรียนรู้มีข้อความอธิบายทฤษฎีพร้อมรูปภาพประกอบและหรือภาพเคลื่อนไหว
- 6.6 ในแต่ละหัวข้อการเรียนรู้จะมีแบบทดสอบท้ายบทเรียน เมื่อผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบแล้ว ผลคะแนนจะถูกส่งไปยังผู้สอนทันที
- 6.7 ผู้สอนสามารถกำหนดวันที่ครบกำหนดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อและตรวจสอบความคืบหน้าในการเรียนของผู้เข้าเรียนแต่ละคนได้โดยแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ตลอดเวลา
- 6.8 มีหัวข้อการเรียนรู้โดยแยกออกเป็นหมวดหมู่ดังนี้
- 6.8.1 ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Electricity and Electronics)
  - 6.8.2 ระบบการส่งถ่ายพลังงานด้วยของไหล (Fluid power)
  - 6.8.3 อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งในอุตสาหกรรมและอุตสาหกรรม 4.0 (IIoT and Industry 4.0)
  - 6.8.4 ด้านอุตสาหกรรมอัตโนมัติ (Factory Automation)
  - 6.8.5 พื้นฐานการค้าอุตสาหกรรม (Industrial trades)
  - 6.8.6 เทคโนโลยีพลังงานไฟฟ้า (Electric Power Technology)
  - 6.8.7 กระบวนการอัตโนมัติ (Process Automation)
  - 6.8.8 สิ่งแวดล้อมและพลังงานทดแทน (Environmental and Renewable Energy)
  - 6.8.9 เทคโนโลยีระบบอาคาร (Building System Technology)
  - 6.8.10 การเรียนรู้สะเต็มเชิงบูรณาการ (Integrative STEM)

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ด้อยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยีวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีสาม)

#### รายละเอียดที่ 4.2 ชุดฝึกทดลองด้านสมองกลฝังตัว

จำนวน 1 ชุด

1. มีชุดอินเทอร์เฟซแบบเอฟพีจีเอ (FPGA) จำนวน 1 ชุด
  - 1.1 ชุดทดลองระบบสมองกลฝังตัวมีรูปร่างที่อยู่ในชุดเดียวกัน
  - 1.2 สามารถใช้งานได้กับระบบไฟฟ้า 220VAC, 50Hz
  - 1.3 มีส่วนประกอบของอุปกรณ์ลอจิกแบบโปรแกรมได้ (FPGA)
  - 1.4 หน่วยประมวลผล
    - 1.4.1 ความเร็วหน่วยประมวลผลไม่น้อยกว่า 650 MHz
    - 1.4.2 จำนวนคอร์ของหน่วยประมวลผลไม่น้อยกว่า 2 คอร์
  - 1.5 หน่วยความจำ
    - 1.5.1 หน่วยความจำภายนอกไม่น้อยกว่า 256 MB
    - 1.5.2 ประเภทหน่วยความจำแรมแบบ DDR3 หรือดีกว่า ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 512 MB
    - 1.5.3 ความเร็วหน่วยความจำแรมไม่น้อยกว่า 500 MHz
  - 1.6 ตัวรับส่งสัญญาณไร้สาย
    - 1.6.1 มีชุดรับ-ส่งสัญญาณไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.11 b, g, n หรือดีกว่า
    - 1.6.2 กำลังส่งสูงสุดไม่น้อยกว่า 10dB (10mW)
  - 1.7 มีจำนวนพอร์ต USB 2.0 สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
  - 1.8 ช่องรับสัญญาณแอนะล็อก
    - 1.8.1 มีช่องรับสัญญาณแอนะล็อกแบบ Differential จำนวน ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และแบบ Single end จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
    - 1.8.2 มีช่องรับสัญญาณแอนะล็อกแบบ Differential และ Single end มีความละเอียดการสุ่มสัญญาณไม่น้อยกว่า 12 บิต (Bits)
    - 1.8.3 มีอัตราการสุ่มสัญญาณไม่น้อยกว่า 500 kS/s
  - 1.9 ช่องสัญญาณแอนะล็อก
    - 1.9.1 มีช่องสัญญาณแอนะล็อกแบบ Single end จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
    - 1.9.2 มีช่องรับสัญญาณแอนะล็อกแบบ Single end มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 12 บิต (Bits)
    - 1.9.3 มีอัตราการสุ่มสัญญาณไม่น้อยกว่า 300 kS/s
    - 1.9.4 มีช่องสัญญาณแอนะล็อกสามารถจ่ายกระแสได้สูงสุดไม่ต่ำกว่า 2 mA
  - 1.10 ด้าน Accelerometer
    - 1.10.1 มี 3 Number of axes
    - 1.10.2 มี Range  $\pm 8$  g
    - 1.10.3 มี Resolution ขนาด 12 bits

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเฒ่าวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่หวาน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสิบสาม)



1.10.4 มี Sample Rate 800S/s

1.11 ผู้เสนอราคาจะต้องมีเอกสารแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากตัวแทนด้าน Windows Embedded Partner

2. ชุดอินเตอร์เฟซสำหรับวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบพกพา จำนวน 1 ชุด

2.1 สามารถทำงานลักษณะเครื่องมือวัดประมวลผลได้อย่างน้อย 2 ชนิด

2.2 เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์แบบ USB

2.3 มีโปรแกรมแสดงผลการวัดและประมวลผลสำหรับการใช้งาน

2.4 แอนะล็อกอินพุต (Analog Input)

2.4.1 รองรับการทำงาน ADC แบบ 16 bit

2.4.2 มีค่า MAXIMUM SAMPLING RATE 200 kS/s

2.4.3 มีย่าน Analog input ที่ + -10V, + - 2V หรือดีกว่า

2.4.4 มีช่องสำหรับรองรับการวิเคราะห์ Microphone

2.5 ดิจิทัลอินพุต (Digital Input)

2.5.1 มี Resolution ขนาด 16 bits หรือดีกว่า

2.5.2 มี Impedance ด้าน Analog 1 Ohm

2.5.3 มี Impedance ด้าน Audio 120 Ohm

2.5.4 มีค่า Timing resolution ที่ 10nS หรือดีกว่า

2.6 Digital I/O

2.6.1 รองรับการทำงานทั้งแบบอินพุตและเอาต์พุต

2.6.2 รองรับค่าความต้านทาน 75 kOhm

2.6.3 มีค่า Logic Level 5 V แบบ LVTTTL Input ,3.3V แบบ LVTTTL Output

2.6.4 สามารถทำงานได้ 8 DIO หรือดีกว่า

2.6.5 มีค่า  $V_{IHmin}$  2 V

2.6.6 มีค่า  $V_{ILmax}$  0.8 V

2.7 Voltage Measurement

2.7.1 รองรับย่านวัด DC ที่ 200mV,2V,20V,60V หรือดีกว่า

2.7.2 รองรับย่านวัด AC ที่ 200mVrms,2 Vrms, 20Vrms หรือดีกว่า

2.8 Current Measurement

2.8.1 รองรับย่านวัด DC ที่ 20mA,200mA,1A หรือดีกว่า

2.8.2 รองรับย่านวัด AC ที่ 20mArms, 200 mArms, 1Arms หรือดีกว่า

2.9 Resistance Measurement รองรับย่านวัดที่ 200,2k,20k,200k Ohm หรือดีกว่า

2.9.1 Diode Measurement รองรับย่านวัดที่ 2V

---

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาลิบบาม)

## 2.9.2 Power Supplies

2.9.2.1 มีค่า +15VDC Supply Output voltage

2.9.2.2 มีค่า -15VDC Supply Output voltage

2.9.2.3 มีค่า Maximum output current 32 mA หรือสูงกว่า

2.9.2.4 มีค่า Maximum load capacitance 470 uF หรือสูงกว่า

รายละเอียดที่ 4.3 ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

จำนวน 8 ชุด

รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดฝึกอบรมสำหรับการสอนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่โปรแกรมได้บนไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ประกอบด้วยแผ่นยัดที่ติดตั้งบอร์ดที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino พอร์ต I/O 3 พอร์ต มีพอร์ต micro-USB สำหรับดาวน์โหลดโปรแกรมและแหล่งจ่ายไฟ และสามารถขยายอุปกรณ์ประกอบการทดลองอื่นเพิ่มได้

รายละเอียดทางเทคนิค

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ติดตั้งอยู่บนแผงบอร์ดทดลอง มีการพิมพ์ลายแสดงตัวอย่างวงจรบนแผงบอร์ดทดลอง จำนวน 1 บอร์ด
  - 1.1 มีพอร์ตต่อแหล่งจ่ายไฟจากภายนอก
  - 1.2 มีพอร์ต micro-USB สำหรับดาวน์โหลดโปรแกรม
  - 1.3 มีพอร์ต สำหรับต่ออุปกรณ์เสริม I/O ภายนอก จำนวน 3 จุด
  - 1.4 มีสาย micro-USB จำนวน 1 เส้น
  - 1.5 แหล่งจ่ายไฟ 12 VDC ขนาดเล็ก
2. บอร์ดทดลองแบบผสม จำนวน 1 ชุด
  - 2.1 มีสวิตช์ 8 ตัว จำนวน 2 แถว
  - 2.2 มีหลอดแอลอีดี 8 ตัว จำนวน 2 แถว
  - 2.3 มี LCD จำนวน 1 ตัว
  - 2.4 มี 7 Segments แสดงผล จำนวน 4 ตัว
  - 2.5 มี Potentiometer จำนวน 1 ตัว
  - 2.6 มี Audio output jack จำนวน 1 ตัว
3. มีกล่องพลาสติกสำหรับเก็บอุปกรณ์ จำนวน 1 กล่อง
4. บอร์ดขับเคลื่อนมอเตอร์ (Actuators board) จำนวน 1 บอร์ด
  - 4.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีเซ็นเซอร์ตรวจจับการหมุนของมอเตอร์ จำนวน 1 ตัว
  - 4.2 เซอร์โวมอเตอร์ จำนวน 1 ตัว
  - 4.3 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ จำนวน 1 ตัว

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ดุ้ยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่วน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสิบสาม)

5. บอร์ดสื่อสาร Bluetooth (Bluetooth board) จำนวน 1 บอร์ด
  - 5.1 บอร์ด Bluetooth ประกอบด้วยไมโครชิป Microchip RN4677
  - 5.2 ไมโครชิปมีกำลังส่ง +2dBm ให้ช่วงการส่งข้อมูล 100 เมตร
  - 5.3 มีอัตราการถ่ายโอนข้อมูล 50 kbps
6. บอร์ดสื่อสาร Wi-Fi (Wi-Fi board) จำนวน 1 บอร์ด
7. บอร์ดหน่วยความจำแบบ SD card (SD card board) จำนวน 1 บอร์ด
8. บอร์ดแสดงผลแบบ LCD สี (Color Graphical LCD Board) จำนวน 1 บอร์ด
  - 8.1 จอแสดงผลกราฟิกสีแบบ TFT ขนาด 160 x 128 พิกเซล
  - 8.2 สามารถวัดข้อความ แสดงภาพและสัญลักษณ์ในสีแบบ 16 บิต
9. บอร์ดแสดงผลแบบ LCD (LCD Board) จำนวน 1 บอร์ด
  - 9.1 บอร์ด LCD มีจอแสดงผลตัวอักษรและตัวเลขขนาด 20 x 4 ตัว
10. บอร์ดแสดงผลแบบแอลอีดี (LED board) จำนวน 1 บอร์ด
  - 10.1 มีหลอดไฟแอลอีดี แสดงผลจำนวน 8 หลอด
11. บอร์ดควบคุมรีเลย์ (Relay board) จำนวน 1 บอร์ด
  - 11.1 บอร์ดรีเลย์ มีรีเลย์ที่ควบคุมด้วยไฟฟ้าจำนวน 2 ตัว
  - 11.2 รีเลย์แต่ละตัวมีไฟแอลอีดี แสดงสถานะการทำงาน
  - 11.3 รีเลย์สามารถต่อกับอุปกรณ์ภายนอกโดยใช้ขั้วต่อแบบสกรู
12. บอร์ดสวิตช์แบบ 1 แถว (Switch board) จำนวน 1 บอร์ด
  - 12.1 มีสวิตช์จำนวน 8 ตัว 1 แถว
13. บอร์ดคีย์แพด (Keypad board) จำนวน 1 บอร์ด
  - 13.1 บอร์ดคีย์แพดสามารถป้อนข้อมูลที่เป็นตัวเลขและข้อความลงในระบบฝังตัวได้
  - 13.2 บอร์ดคีย์แพดมีปุ่มกด 12 ปุ่ม
14. บอร์ดต้นแบบการสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Prototype board) จำนวน 1 บอร์ด
  - 14.1 บอร์ด Prototype มีรูพิตช์ขนาดมาตรฐาน 2.54 มม. แบบ 8 แถว
  - 14.2 สามารถใช้เพื่อบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับบอร์ดอย่างถาวร และจุดเชื่อมต่อพลังงานต่างๆ +V, 3V3, 5 V และ GND ผ่านช่องเสียบพิน
15. บอร์ดขยายจุดต่อฟวังก์ชันเซอร์ (Grove sensor board) จำนวน 1 บอร์ด
  - 15.1 มีจุดต่อฟวังก์ชันเซอร์ได้ 4 จุด
16. บอร์ดขยาย I/O (I/O expansion board) จำนวน 1 บอร์ด
  - 16.1 บอร์ดขยาย I/O ช่วยให้สามารถเชื่อมต่อบอร์ด 4 บอร์ด
  - 16.2 มี DIP สวิตช์ สามตัวซึ่งใช้ในการตั้งค่าที่อยู่ของการขยาย I/O เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อบอร์ดขยายได้สูงสุด 8 บอร์ด

---

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ดุ้ยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่ชวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีปสาม)

17. บริษัทผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนในประเทศโดยมีเอกสารรับรอง
18. มีการรับประกันการใช้งานเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

รายละเอียดที่ 4.4 ชุดประมวลผลทางด้านสะเต็ม

จำนวน 8 เครื่อง

รายละเอียดทางเทคนิค

1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 12 แกนหลัก (12 core) และ 20 แกนเสมือน (20 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.8 GHz จำนวน 1 หน่วย
2. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 25 MB
3. มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงผล โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
  - 3.1 เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงผลแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
  - 3.2 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงผลติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
  - 3.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงผลที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
4. มีหน่วยความจำหลักแบบ (RAM) ชนิด DDR4-3200 หรือดีกว่าที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB และสามารถเพิ่มขยายได้ไม่ต่ำกว่า 64 GB
5. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล/อ่านข้อมูล (Hard Disk Drive) ชนิด Solid State Drive แบบ M.2 PCIe NVMe มีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
6. มี DVD+/-RW Drive ชนิด Internal Drive จำนวน 1 หน่วย หรือมีคุณสมบัติดีกว่า
7. มีส่วนควบคุมการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย (Network Controller) เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บน Mainboard (Built-in on Board) ซึ่งสนับสนุนความเร็ว 10/100/1000 Mbps โดยมี Interface เป็นแบบ RJ-45
8. มีพอร์ตแบบ USB แบบ 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
9. Keyboard ใช้หัวเชื่อมต่อแบบ USB โดยตรง จำนวนแป้นพิมพ์รวมกันไม่น้อยกว่า 104 keys โดยมีตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษพิมพ์อยู่บนแป้นพิมพ์อย่างถาวร
10. Mouse เป็นชนิด Optical Mouse ที่มีปุ่ม Scroll Wheel โดยใช้หัวเชื่อมต่อแบบ USB โดยตรง

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาล ด้อยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยีวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาลิบบาม)

11. มีจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 23.8 นิ้ว แบบ IPS หรือ VA ที่มีความละเอียดไม่ต่ำกว่า 1,920 x 1,080 pixels จำนวน 1 หน่วย มีพอร์ตการเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA อย่างน้อย 1 ช่อง

รายละเอียดที่ 4.5 คอมพิวเตอร์แท็บเล็ตแบบที่ 1

จำนวน 17 ชุด

รายละเอียดทางเทคนิค

1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 core)
2. มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 3 GB
3. มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 32 GB
4. มีหน้าจอสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว และมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,920 x 1,200 Pixel สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (802.11 ac), Bluetooth
5. มีกล้องด้านหน้าความละเอียดไม่น้อยกว่า 1.2 Megapixel
6. มีกล้องด้านหลังความละเอียดไม่น้อยกว่า 8 Megapixel

รายละเอียดที่ 4.6 เครื่องพิมพ์เลเซอร์หรือ LED ขาวดำชนิด Network แบบที่ 2 จำนวน 1 เครื่อง

รายละเอียดทางเทคนิค

1. มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 1,200 x 1,200 dpi
2. มีความเร็วในการพิมพ์สำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 38 หน้าต่อนาที (ppm)
3. สามารถพิมพ์เอกสารกลับหน้าอัตโนมัติได้
4. มีหน่วยความจำ (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 256 MB
5. มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
6. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือสามารถใช้งานผ่านเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi (IEEE 802.11b, g, n) ได้
7. มีถาดใส่กระดาษได้รวมกันไม่น้อยกว่า 250 แผ่น - สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และสามารถกำหนดขนาดของกระดาษเองได้

รายละเอียดที่ 4.7 จอแสดงผลและช่วยสอนอัจฉริยะขนาด 75 นิ้ว

จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทางเทคนิค

1. เป็นจอแสดงผล ด้วยหลอดภาพแบบ LED Backlight มีขนาด 75 นิ้ว วัดตามแนวทแยงมุมและเป็นจอภาพชนิด IPS

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเตี๊ยมวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยีวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีบสาม)

2. จอแสดงผลรองรับการทัชสกรีนพร้อมกันได้ 10 จุด ในรูปแบบอินฟราเรด โดยมีความเร็วเคอร์เซอร์ 125 จุดต่อวินาที
3. ความละเอียดของจอภาพ (Resolution) 3840 x 2160 พิกเซล (4K) และมี Display Ratio อยู่ที่ 16 : 9
4. สามารถแสดงสีได้ (Display Colors) 10 bit มีความสว่างสูงสุดอยู่ที่ (Brightness) 370 cd/m<sup>2</sup>
5. อัตราส่วนความคมชัด (Contrast Ratio) 4,000 : 1 และมีค่าความเร็วในการเปลี่ยนเม็ดพิกเซลอยู่ที่ (Response Time) 8 มิลลิวินาที
6. มีชั่วโมงการทำงาน (Life time) 50,000 ชั่วโมง
7. มีลำโพงอยู่ด้านหลังของจอแสดงผล กำลังขับ 15 วัตต์ 2 ตัว และมีรีโมทคอนโทรล จำนวน 1 อัน
8. มีช่องสัญญาณเข้า (Input) ดังนี้ HDMI x3 (V1.4 x1, V2.0 x2), Display Port x1, VGA x1, MIC (3.5mm) x1, Touch Port x5, USB (Public) x4 (USB 2.0 x3, USB 3.0 x1), USB Embedded x1, Audio x1, RJ45 x1, RS232 x1
9. ช่องสัญญาณออก (Output) ดังนี้ HDMI x1, Line x1, SPDIF x1, RJ45 x1
10. มีช่องเชื่อมต่อกับ OPS คอมพิวเตอร์ และสามารถเปิด - ปิด OPS คอมพิวเตอร์พร้อมจอแสดงผลได้
11. มีปุ่มคำสั่ง และช่องต่อสัญญาณภาพ อยู่ด้านหลังจอแสดงผล เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
12. มีระบบปฏิบัติการ Android เวอร์ชัน 8 หรือดีกว่า
13. สามารถใช้งาน Screen sharing เพื่อสะท้อนภาพจากโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตขึ้นได้
14. มีแอปพลิเคชันใช้งานคู่กับฟังก์ชันสกรีนแชร์ริงโดยสามารถเขียนคอมเม้นรูปภาพผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือได้
15. มี Floating toolbar เป็นแถบเครื่องมือลัดใช้งานได้เพียงแค่ใช้ 2 นิ้วสัมผัสบนหน้าจอแสดงผล มี 6 คีย์ลัดให้ใช้งาน Annotation mode, Discussion mode, Home page, Exit Program, PC Source, Managing Running Applications
16. Port HDMI มี EDID 1.4 และ 2.0 ช่วยแก้ปัญหาภาพไม่ออกจอเมื่อมีการต่อสายระยะไกล
17. มีฟังก์ชัน CEC auto power on/off เพื่อที่จะเปิดปิดพร้อมกันกับอุปกรณ์ที่รองรับ
18. สามารถตั้งเวลาเปิดปิดเครื่องได้
19. มีฟังก์ชัน Energy Saving กำหนดเวลาปิดเมื่อไม่มีการใช้งาน
20. รองรับการทำ Wi-Fi Hotspot
21. สามารถตั้งรหัสล็อกหน้าจอและตั้งรหัสล็อกการ Setting ได้เพื่อความปลอดภัย
22. มีแอปพลิเคชันไวท์บอร์ดที่สามารถใช้เขียนแทนกระดานดำได้โดยมีคุณสมบัติดังนี้
  - 22.1 มีฟังก์ชันปากกา ปากกาไฮไลท์ ยางลบ Undo Redo

---

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยีวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาลิบบสาม)

- 22.2 มีฟังก์ชัน Roam สามารถเลื่อนพื้นที่หน้ากระดาษได้อิสระ
- 22.3 สามารถแชร์สื่อการสอนบนหน้าจอในรูปแบบของ QR Sharing ได้
- 22.4 สามารถเพิ่มหน้ากระดาษ และเปลี่ยนสีหรือเปลี่ยนรูปพื้นหลังได้ตามที่ต้องการ
- 22.5 สามารถแทรกรูปภาพได้จากการค้นหาในอินเทอร์เน็ตและทำ Drag and Drop ลงมาบนไวท์บอร์ดได้
- 22.6 สามารถแทรกกล่องข้อความ แทรกรูปทรงเลขาคณิตได้
- 22.7 มีฟังก์ชัน Visualizer สามารถนำภาพจากกล้อง Webcam มาแสดงบนหน้าจอพร้อมทั้งยังสามารถหมุนภาพได้ซ้ายและขวาและยังใช้สแกน QR Code เพื่อลิงค์ไปยังเว็บไซต์ที่ต้องการ
- 22.8 ฟังก์ชัน Visualizer สามารถแทรกภาพเพื่อนำมาเปรียบเทียบได้ถึง 4 ภาพและสามารถหมุนภาพได้ทุกภาพและยังสามารถเขียนข้อความทับลงบนภาพได้เพื่อสะดวกในการนำเสนอ
- 22.9 มีฟังก์ชันบันทึกวิดีโอหน้าจอการนำเสนอบนไวท์บอร์ด
- 22.10 มีฟังก์ชัน Split mode แบ่งไวท์บอร์ดเป็น 3 ช่องสามารถเขียนแยกสีและไม่ข้ามช่อง
23. มีฟังก์ชันดาวน์โหลดอัปเดตข้อมูลกับตัวจอบแบบไร้สายโดยสามารถใช้คู่กับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กและโทรศัพท์ได้เป็นอย่างดี
24. มีฟังก์ชันแผ่นใสที่สามารถเขียนทับบนสัญญาณภาพที่เชื่อมต่อเข้ามาและสามารถบันทึกเป็นรูปภาพได้
25. มีโหมดป้องกันสายตา (Smart eye protection) สามารถปรับแสงหน้าจอตามสภาพแวดล้อมและลดแสงในขณะเขียนอัตโนมัติ
26. มีซอฟต์แวร์สำหรับการใช้งานจอแสดงผล สามารถติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างไม่จำกัดรองรับระบบปฏิบัติการ Windows 10 โดยมีคุณสมบัติการใช้งานดังนี้
- 26.1 มีคลังรูปทรง 3 มิติ อยู่ในซอฟต์แวร์ สามารถเทสลงในรูปทรง ปรับมุมมองได้รอบทิศทาง ปรับความทึบและโปร่งแสงได้
- 26.2 มีฟังก์ชันสร้างเศษส่วนเชิงซ้อนแบบสามมิติ สามารถหมุนรูปทรงได้อย่างอิสระ
- 26.3 สามารถบันทึกไฟล์หน้าการใช้งานออกเป็นนามสกุล .hhtx เพื่อความสะดวกในการเรียกกลับมาใช้งานและแก้ไข
- 26.4 สามารถนำเข้าไฟล์นามสกุล .ppt, .pptx, .dps, .pdf, .iwb และ .notebook
- 26.5 สามารถส่งออกเป็นไฟล์นามสกุล .doc, .xls, .ppt, .wps, .et, .dps, .pdf, .htm, .png และ .iwb
- 26.6 มีฟังก์ชัน เล่นซ้ำสิ่งที่เขียนในทุกหน้าต่างการใช้งาน โดยไม่ต้องกดบันทึกก่อน
- 26.7 สามารถบันทึกหน้าจอเป็นไฟล์ VDO ที่ความละเอียด 4K ได้

---

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ดุ้ยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่วน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีสาม)

- 26.8 สามารถแทรกภาพ และวิดีโอไฟล์ โดยวิดีโอไฟล์ สามารถล็อกช่วงเวลาการเล่นที่ต้องการได้
- 26.9 มีฟังก์ชันช่วยสนับสนุนการเรียนการสอน เช่น สร้างหน้ากระดาษ, ปากกา 10 รูปแบบ และคลังเครื่องมือ ฟลิคส์ เคมี คณิตศาสตร์
- 26.10 มีฟังก์ชันปากกาอัจฉริยะที่สามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการวาดรูปทรง วงกลม สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงรี เส้นตรง เส้นลูกศรตรง เส้น โค้ง และเส้นลูกศรโค้ง ได้อย่างรวดเร็ว
- 26.11 มีฟังก์ชันการแปลงลายมืออยู่ในซอฟต์แวร์ของจอสัมผัส สามารถแปลงลายมือเป็นตัวพิมพ์ ภาษาอังกฤษ, จีน, เกาหลีได้
- 26.12 สามารถย้ายหน้าจอในแต่ละหน้าการนำเสนอ เพื่อเพิ่มพื้นที่การใช้งานได้ โดยมีฟังก์ชันควบคุมการย้ายหน้าจอ
- 26.13 สามารถเพิ่มหน้าการใช้งานได้ไม่จำกัด โดยสามารถกดเรียกดู หรือซ่อนหน้าต่างการใช้งานแบบย่อได้
- 26.14 มีฟังก์ชันเขียนหน้าจอ โดยสามารถเขียนทับโปรแกรมต่าง ๆ ได้ และสามารถบันทึกภาพเก็บไว้ได้
- 26.15 สามารถบันทึกเส้นที่เขียนลงโปรแกรม Microsoft Powerpoint ได้
- 26.16 สามารถย้ายตำแหน่งทูลบาร์ไว้ได้ทุกที่ในหน้า และปรับรูปแบบของทูลบาร์เป็นแนวนอน และแนวตั้งได้
27. มีซอฟต์แวร์สำหรับสร้างพื้นที่ลับในการจัดเก็บข้อมูลให้ปลอดภัยจากภัยคุกคามทางไซเบอร์
- 27.1 ใช้ได้บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows)
- 27.2 สามารถสร้างพื้นที่ลับสำหรับจัดเก็บข้อมูล (Partition) บนส่วนจัดเก็บข้อมูล (Hard disk) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ External Hard Drive หรือ USB Flash Drive ได้
- 27.3 สามารถป้องกันข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในพื้นที่ลับที่สร้างขึ้นให้ปลอดภัยจากการภัยคุกคามและการโจมตีของ Malware, Ransomware และ Hacking program/agent ได้ 100%
- 27.4 ระบบปฏิบัติการ (OS) และ Disk Management ของเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สามารถมองเห็นพื้นที่ลับนี้ได้
- 27.5 การเข้าถึงข้อมูลในพื้นที่ลับนี้ต้องเปิดผ่าน Explorer เฉพาะ ด้วยการใส่รหัส (Password), One Time Password (OTP) จาก Google Authenticator ผ่านสมาร์ทโฟน หรือ Digital key
- 27.6 Explorer เฉพาะสำหรับใช้งานและเข้าถึงข้อมูลในพื้นที่ลับ มีเมนูในการใช้งานพร้อมรูปสัญลักษณ์ ดังนี้
- 27.6.1 Connect: Connect, Disconnect และ Connect by digital key

---

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาส ตัญเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยีวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลิบสาม)



- 27.6.2 Manage: Create, Delete, Format, Change Password, Property, Show in the tree และ Autolock
- 27.6.3 Operate: New folder, Move to parent folder, Refresh, Rename, Search, Delete, Backup และ Synchronize data
- 27.6.4 Clipboard: Paste, Cut, Copy และ Select all
- 27.6.5 View: Status bar และ Caption bar
- 27.7 สามารถสำรองข้อมูลจากโฟลเดอร์ทั่วไปบนคอมพิวเตอร์ไปยังโฟลเดอร์ที่ฝังอยู่ในพื้นที่ลับได้โดยอัตโนมัติ (Auto Backup)
- 27.8 ผู้ใช้สามารถกำหนดไฟล์ข้อมูลสำรองที่บันทึกได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 5 เวอร์ชัน และสามารถเรียกดูไฟล์จากข้อมูลสำรองย้อนหลังได้ (Recover File)
- 27.9 ลิขสิทธิ์ (License) ใช้งานได้โดยไม่ต้องอัปเดต และไม่มีวันหมดอายุ (Life-time License)
28. ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขอเสนอราคา พร้อมแนบหนังสือรับรองผลิตภัณฑ์ และหนังสือแจ้งการรับประกันจากบริษัทฯ เจ้าของผลิตภัณฑ์ รับประกันสินค้า 2 ปี

#### รายละเอียดที่ 4.8 โตะปฏิบัติการขนาดใหญ่

จำนวน 16 ชุด

##### รายละเอียดทางเทคนิค

1. เป็นโตะปฏิบัติการขนาดไม่น้อยกว่า 1,800 x 750 x 750 มม.
2. ลักษณะโตะปฏิบัติการต้องเป็นแบบถอดประกอบได้
3. พื้นโตะปฏิบัติการ มีคุณลักษณะดังนี้
  - 3.1 พื้นโตะทำด้วยไม้ปาติเกลเคลือบผิวด้วยเมลามีน
  - 3.2 ตัวพื้นมีขนาด ยาว 1,800 มม. กว้าง 750 มม. ความหนา 28 มม.
  - 3.3 ปิดขอบโตะโดยรอบด้วยพีวีซี (PVC) หนา 2 มม.
4. โครงขาโตะ มีคุณลักษณะดังนี้
  - 4.1 โครงขาโตะเป็นแบบถอดประกอบได้
  - 4.2 ขาทั้ง 4 ด้าน ทำด้วยเหล็กกล่องหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ขนาดไม่น้อยกว่า 35 x 35 มม.
  - 4.3 ตัวคานเป็นเหล็กกล่องขนาดไม่น้อยกว่า 50 x 25 มม. หนาไม่น้อยกว่า 2 มม.
  - 4.4 ลักษณะตัวคานเชื่อมยึดติดกันทั้ง 4 ด้าน พร้อมทั้งมีคานรองรับน้ำหนักพื้นโตะตามแนวความกว้างของพื้นโตะ
  - 4.5 ชุดตัวคานประกอบเข้ากับตัวขาโตะ โดยใช้สกรูยึดทั้ง 4 ด้าน

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาส ตัญเฒ่าวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่วน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาลิบบสาม)

#### 4.6 ชุดโครงขาโต๊ะทุกชั้นมีการพ่นสีอย่างเรียบร้อย

#### รายละเอียดที่ 4.9 ชุดตู้เครื่องมือช่างขนาดใหญ่

จำนวน 1 ชุด

##### รายละเอียดทางเทคนิค

1. มีตู้เก็บเครื่องมือช่างแบบ 2 บาน เปิดสูง จำนวน 2 หลัง
  - 1.1 ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร ลึกไม่น้อยกว่า 0.45 เมตร และสูงไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร หรือดีกว่า
  - 1.2 โครงตู้ทำจากเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.7 มิลลิเมตร
  - 1.3 มีการพ่นสีฝุ่นหนาไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน
  - 1.4 บานประตูและแผ่นหลังมีการเจาะรู สำหรับแขวนอะไหล่ และเครื่องมือช่าง
  - 1.5 มีลิ้นชักสำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ 2 ชั้น ติดตั้งอยู่ภายในตู้ ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 0.7 เมตร ลึกไม่น้อยกว่า 0.40 เมตร และสูงไม่น้อยกว่า 0.12 เมตร สามารถรองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 35 กิโลกรัมต่อลิ้นชัก
2. มีตู้เก็บเครื่องมือช่างแบบ 2 บานเปิด ขนาดเล็ก จำนวน 1 หลัง
  - 2.1 ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร ลึกไม่น้อยกว่า 0.45 เมตร และสูงไม่น้อยกว่า 0.85 เมตร หรือดีกว่า
  - 2.2 โครงตู้ทำจากเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.7 มิลลิเมตร
  - 2.3 มีการพ่นสีฝุ่นหนาไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน
3. มีตู้เครื่องมือช่างแบบ 1 บานเปิดพร้อมลิ้นชัก จำนวน 1 หลัง
  - 3.1 ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร ลึกไม่น้อยกว่า 0.45 เมตร และสูงไม่น้อยกว่า 0.85 เมตร หรือดีกว่า
  - 3.2 โครงตู้ทำจากเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.7 มิลลิเมตร
  - 3.3 มีการพ่นสีฝุ่นหนาไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน
  - 3.4 มีลิ้นชักขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร ลึกไม่น้อยกว่า 0.40 เมตร และสูงไม่น้อยกว่า 0.12 เมตร หรือดีกว่า
4. มีตู้เก็บเครื่องมือช่างแบบ 5 ลิ้นชัก จำนวน 1 หลัง
  - 4.1 ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร ลึกไม่น้อยกว่า 0.45 เมตร และสูงไม่น้อยกว่า 0.85 เมตร หรือดีกว่า
  - 4.2 โครงตู้ทำจากเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.7 มิลลิเมตร
  - 4.3 มีการพ่นสีฝุ่นหนาไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน
  - 4.4 ลิ้นชักล่างมีขนาดใหญ่เป็นระบบรางคู่ รองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 75 กิโลกรัม
  - 4.5 มีลิ้นชักย่อย 4 ชั้นรองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 35 กิโลกรัมต่อชั้น

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ตัญเตี๊ยมวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่วน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวลีปสาม)

5. มีแผ่นชั้นพร้อมฉากรับ จำนวน 2 ชุด

5.1 แผ่นชั้นมีขนาดยาวไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร หนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 250 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

5.2 ผลิตจากเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.7 มิลลิเมตร

5.3 มีการพ่นสีฝุ่นหนาไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน

รายละเอียดที่ 4.10 โต๊ะและเก้าอี้สำหรับผู้สอน

จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทางเทคนิค

1. โต๊ะผู้สอนมีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร ลึกไม่น้อยกว่า 0.8 เมตร และสูงไม่น้อยกว่า 0.70 เมตร หรือดีกว่า

2. แผ่นหน้าโต๊ะผลิตจาก Particle Board มีความหนาไม่น้อยกว่า 28 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยเมลามีน

3. มีลิ้นชัก สำหรับเก็บแฟ้มในแนวนอน ขนานกับหน้าลิ้นชัก

4. มีกุญแจระบบ Central Lock สามารถล็อกพร้อมกันได้

5. มีกล่องลิ้นชักไม่น้อยกว่า 3 ชั้น จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้

5.1 มีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 45 เซนติเมตร ลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร และสูงไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร

5.2 แผ่นด้านบนใช้ไม้หนาไม่น้อยกว่า 28 มิลลิเมตร

6. เก้าอี้ จำนวน 1 ตัว มีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้

6.1 มีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 600 มม. ลึกไม่น้อยกว่า 550 มม. และสูงไม่น้อยกว่า 945 มม.

6.2 พนักพิงหุ้มด้วยผ้าตาข่าย ช่วยระบายอากาศ

6.3 เบาะนั่งหุ้มด้วยฟองน้ำอย่างดี บุหุ้มด้วยผ้าฝ้าย

6.4 โครงสร้างทำด้วยพลาสติก

6.5 ท้าวแขนทำจากวัสดุ PU หรือดีกว่า สามารถปรับระดับขึ้นลงได้เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

6.6 ชุดขาปรับระดับสูงต่ำได้ด้วยโซ่แก๊ส (Gas Lift)

6.7 ชุดกลไกโยกและปักผีเสื้อ (Mechanism) เหล็กเคลือบผิวสีดำ สามารถเอนโยกได้ด้วยระบบสปริงปรับโยกเอนได้อิสระ

6.8 มีระบบ Safety Lock ปรับล็อกสูง-ต่ำได้

6.9 มีขาเก้าอี้ไม่น้อยกว่า 5 แฉก วัสดุทำจาก Nylon หรือดีกว่า

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาส ตัญเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยีวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสิบสาม)

รายละเอียดทางเทคนิค

1. โครงสร้างของแก้วทำจากวัสดุ PP ฉีดยื่นรูป
2. แก้วมีขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 45 ซม. ลึกไม่น้อยกว่า 50 ซม. และสูงไม่น้อยกว่า 85 ซม.
3. ที่นั่งพลาสติกทำจากวัสดุ PP หรือดีกว่า
4. มีนักฟังวัสดุทำจากพลาสติก PP หรือดีกว่า
5. มีช่องสำหรับวางกระเป๋าหรือเก็บสัมภาระ อยู่บริเวณใต้ที่นั่ง
6. มีล้อเลื่อนสำหรับรับน้ำหนักจำนวนไม่น้อยกว่า 6 ล้อ

5. เงื่อนไขอื่น ๆ

5.1 ผู้เสนอราคาต้องติดตั้งครุภัณฑ์ทั้งหมด ให้สามารถเชื่อมต่อระบบและอุปกรณ์ต่อพ่วงให้ใช้งานร่วมกันได้ตามวัตถุประสงค์ของหน่วยงาน

5.2 ผู้เสนอราคาจะต้องทำการปรับปรุงห้องเรียนตามที่ทางวิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการเป็นผู้กำหนด และระมัดระวังสถานที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์ของผู้เสนอราคาร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ และต้องไม่เกิดปัญหากระทบกับระบบอื่น ๆ ของหน่วยงาน

5.2.1 ติดตั้งระบบไฟฟ้า 1 เฟส แบบมีกราวด์ ในราง wireway หรืออื่น ๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้ง ขนาดสายไฟฟ้า วงจรหลักขนาดไม่ต่ำกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร วงจรย่อย ขนาด ไม่ต่ำกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร ตั้งแต่ตู้ LP จนถึงวงจรย่อย ประจำโต๊ะปฏิบัติการ

5.2.2 มีระบบตัดตอนไฟฟ้า ตามความถูกต้องของโหลด บริภัณฑ์ไฟฟ้า

5.2.3 ติดตั้งรูปภาพหรือสื่อประชาสัมพันธ์เทคโนโลยีในห้องปฏิบัติการโดยเน้นการสื่อสารสาระของการเรียนรู้ด้านสะเต็ม

5.2.4 ติดตั้งป้ายชื่อห้อง ห้องปฏิบัติการศูนย์สะเต็มศึกษาสำหรับเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ หรือข้อความที่ทางมหาวิทยาลัยเป็นผู้กำหนด

5.3 ค่าขนส่ง ค่าใช้จ่ายอื่นใด ที่เกี่ยวข้องกับงานนี้ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด อยู่ในความรับผิดชอบของผู้เสนอราคาทั้งสิ้น

5.4 จัดการฝึกอบรมให้กับผู้รับผิดชอบ/กำกับดูแล ภายหลังการติดตั้งแล้วเสร็จให้มีความรู้สามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสมและมีความรู้ในการดูแลบำรุงรักษาระบบในเบื้องต้น

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาล ตัญเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยีวน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสิบสาม)

#### 6. กำหนดการส่งมอบ

ผู้เสนอราคาจะต้องส่งมอบพัสดุทั้งหมดภายในระยะเวลา 150 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

#### 7. สถานที่ส่งมอบ

ผู้เสนอราคาจะต้องส่งมอบพัสดุ ณ วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (ดอยสะเก็ด) 98 หมู่ 8 ตำบลป่าป้อ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่

#### 8. วงเงินในการจัดซื้อ

งบประมาณในการจัดซื้อจัดจ้าง 9,970,000 บาท (เก้าล้านเก้าแสนเจ็ดหมื่นบาทถ้วน) รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

ราคากลางในการจัดซื้อจัดจ้าง 9,970,000 บาท (เก้าล้านเก้าแสนเจ็ดหมื่นบาทถ้วน) รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

#### 9. การรับประกันความชำรุดบกพร่องของพัสดุที่ส่งมอบ

ผู้เสนอราคาต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องหรือขัดข้องของสิ่งของเป็นเวลา 1 ปี นับแต่วันที่มหาวิทยาลัยฯ ได้รับมอบ โดยภายในกำหนดเวลาดังกล่าว หากสิ่งของเกิดชำรุดบกพร่องหรือขัดข้อง ผู้เสนอราคาจะต้องซ่อมแซม หรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีดังเดิม ภายใน 15 วัน นับแต่วันที่ได้รับความแจ้งจากมหาวิทยาลัยฯ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น

#### 10. เงื่อนไขการชำระเงิน

มหาวิทยาลัยฯ จะชำระเงินค่าสิ่งของให้แก่ผู้ขาย เมื่อมหาวิทยาลัยฯ ได้รับมอบสิ่งของไว้โดยครบถ้วนแล้ว

#### 11. ค่าปรับ

หากผู้ขายไม่สามารถส่งมอบสิ่งของภายในเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญา ผู้ขายจะต้องชำระค่าปรับให้แก่มหาวิทยาลัยฯ เป็นรายวันอัตราร้อยละ 0.20 (ศูนย์จุดสองศูนย์) ของมูลค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้ส่งมอบ

ลงชื่อ .....ประธานกรรมการ  
(นายศุภกาส ดุ้ยเต็มวงศ์)


ลงชื่อ .....กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยี่วน)

ลงชื่อ .....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิสร กวาวสิบสาม)


## 12. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ในการพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้ มหาวิทยาลัยฯ จะพิจารณาคัดสินโดยใช้เกณฑ์ราคา

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ลงชื่อ .....  ..... ประธานกรรมการ

(นายศุภกมล ดุ้ยเต็มวงศ์)

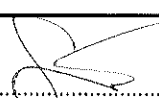
ลงชื่อ .....  ..... กรรมการ

(นายสิทธิศักดิ์ ยีวน)

ลงชื่อ .....  ..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิศร กวาวสีบสาม)

---

ลงชื่อ .....  ..... ประธานกรรมการ  
(นายศุภกมล ดุ้ยเต็มวงศ์)

ลงชื่อ .....  ..... กรรมการ  
(นายสิทธิศักดิ์ ยีวน)

ลงชื่อ .....  ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อดิศร กวาวสีบสาม)