

## รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะพัสดุ ชุดทดลองปฏิบัติการวงจรไฟฟ้า-วงจรอิเล็กทรอนิกส์

### 1. ความเป็นมา

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง มีเป้าหมายในการผลิตบัณฑิตที่มีความรู้และทักษะทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในงานออกแบบ ติดตั้ง และบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพและความต้องการของภาคอุตสาหกรรมที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันยังประสบปัญหา เนื่องจากครุภัณฑ์ชุดทดลองปฏิบัติการวงจรไฟฟ้า-วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้มีอายุการใช้งานเกินกว่า 10 ปี ทำให้ประสิทธิภาพลดลง ความแม่นยำและความปลอดภัยไม่เป็นไปตามมาตรฐาน อีกทั้งจำนวนไม่เพียงพอต่อการรองรับนักศึกษา ส่งผลให้การฝึกปฏิบัติไม่ต่อเนื่อง และไม่สามารถพัฒนาทักษะได้เต็มศักยภาพ ด้วยความก้าวหน้าด้านวิศวกรรมไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรมยังทำให้อุปกรณ์เดิมไม่สามารถตอบสนองเนื้อหาการเรียนรู้ที่ทันสมัยได้

ดังนั้น สาขาวิชา จึงมีความจำเป็นต้องจัดหาและทดแทนครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการดังกล่าว เพื่อเพิ่มจำนวนและคุณภาพให้เพียงพอและเหมาะสมกับการเรียนการสอน อันจะช่วยให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติจริงด้วยอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานและทันสมัย สนับสนุนการพัฒนาทักษะเชิงวิชาชีพอย่างรอบด้าน และสร้างบัณฑิตที่มีสมรรถนะตรงตามความต้องการของภาคอุตสาหกรรมไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อใช้เป็นสื่อและเครื่องมือประกอบการเรียนการสอนในรายวิชา “วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์” ทั้งในภาคทฤษฎีและปฏิบัติเพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกฝนและทดลองจริงเกี่ยวกับการสร้าง วิเคราะห์ และตรวจสอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นอย่างถูกต้องและปลอดภัย

2.2 เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงบูรณาการ และการเรียนรู้แบบลงมือซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในปัจจุบัน

2.3 เพื่อทดแทนและเพิ่มจำนวนอุปกรณ์ปฏิบัติการที่มีอยู่เดิมซึ่งไม่เพียงพอหรือเสื่อมสภาพ ทำให้สามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับนักศึกษาทุกคนเพื่อพัฒนาศักยภาพและทักษะทางวิชาชีพด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ให้แก่นักศึกษา สามารถนำไปใช้ในสถานประกอบการหรือการทำงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ  
(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นางสาววรารักษ์ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ  
(นายกิตติ ขุนเทา)

### 3. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย

3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบ ที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงาน ของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและ การบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

3.7 เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งสละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

3.10 ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค้านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

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

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ

(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นางสาววรารณ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ

(นายกิตติ ขุนเทา)



### 3.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิ ที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า 8 ล้านบาท

(3) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอ ในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(4) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณที่ยื่นข้อเสนอในครั้งนั้น (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคารแห่งประเทศไทยแจ้งเวียนให้ทราบ โดยพิจารณาจากยอดเงินรวมของวงเงินสินเชื่อที่สำนักงานใหญ่รับรอง หรือที่สำนักงานสาขารับรอง (กรณีได้รับมอบอำนาจจากสำนักงานใหญ่) ซึ่งออกให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอ นับถึงวันยื่นข้อเสนอไม่เกิน 90 วัน)

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

(5.1) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการตามพระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

## 4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะดำเนินการจัดซื้อ

ชุดทดลองปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า - วงจรอิเล็กทรอนิกส์ รายละเอียดทางเทคนิค ประกอบด้วย

### 4.1 ชุดทดลองปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า - วงจรอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ชุด คุณลักษณะดังนี้

4.1.1 ชุดทดลองเป็นแบบโมดูล Plug-In System

4.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการทดลองบรรจุอยู่ในกล่องโมดูลสีเหลี่ยม ทำจากพลาสติกชนิดใสอย่างมีความเหนียวทนทานตกไม่แตก สามารถมองเห็นอุปกรณ์ภายในได้อย่างชัดเจน

4.1.3 ที่กล่องโมดูลอุปกรณ์ต่างๆ มีการพิมพ์สัญลักษณ์อักษรกำกับหรือค่าของอุปกรณ์ที่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน

4.1.4 กล่องโมดูลอุปกรณ์มีขนาด 4 มิลลิเมตร สามารถรองรับเพื่อทำการยึดติด (Plug-In) กับแผงทดลองได้อย่างสะดวก

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ  
(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นางสาววรารักษ์ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ  
(นายกิตติ ขุนเทา)



- 4.1.5 ตัวแผงทดลองมีขนาดไม่น้อยกว่า 350 x 550 มิลลิเมตร (กว้าง x ยาว) พร้อมติดตั้ง Socket ขนาด 4 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างตัว Socket บนแผงทดลอง สามารถรองรับการ Plug-In จากโมดูลอุปกรณ์เพื่อการทดลองได้อย่างไม่มีปัญหา
- 4.1.6 มีชุดถาดสำหรับเก็บอุปกรณ์ทำจากวัสดุพลาสติกสามารถเก็บอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบทดลองได้ เพื่อสะดวกในการเก็บรักษา
- 4.1.7 สายเสียบทดลองหัวเสียบขนาด 4 มิลลิเมตร สีต่างๆ จำนวน 40 เส้น Bridging Plug ขนาด 4 มิลลิเมตร จำนวน 20 ตัว

#### 4.2 ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง - กระแสสลับ จำนวน 5 ชุด คุณสมบัติดังนี้

- 4.2.1 ชุดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับค่าได้
- 4.2.1.1 สามารถปรับค่าแรงดันได้อยู่ในช่วง 0 - 30 V, กระแส 0 - 2 A
- 4.2.1.2 มีชุดโวลต์มิเตอร์ และแอมป์มิเตอร์แบบเข็มที่สามารถแสดงระดับแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่ใช้งาน
- 4.2.1.3 สามารถปรับตั้งค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าก่อนการใช้งานได้ตามต้องการ
- 4.2.1.4 มีตัวแสดงผลแบบ LED แสดงสภาวะการทำงานที่ผิดปกติ
- 4.2.2 ชุดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแบบคงที่ ประกอบด้วย  $\pm 15\text{V}:1\text{A}$ ,  $\pm 12\text{V}:1\text{A}$ ,  $\pm 5\text{V}:1\text{A}$  แบบกราวด์ร่วม
- 4.2.3 ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงทั้งหมดมีระบบป้องกันอันตรายเมื่อเกิดการ Short circuit และ Over Load แบบ Electronic Protection และสามารถ Reset ได้แบบอัตโนมัติเมื่อมีการปลดวงจรที่ผิดปกติออก
- 4.2.4 ชุดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแบบคงที่ ประกอบด้วย 5V:1A, 10V:1A, 12V:1A, 15V:1A, 20V:1A, 24V:1A แบบกราวด์ร่วม มีระบบป้องกันการลัดวงจรด้วยฟิวส์ที่ทุกจุดเอาต์พุต
- 4.2.5 ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์

#### 4.3 ชุดเครื่องมือวัดประกอบการทดลอง ประกอบด้วย

- 4.3.1 ดิจิตอลออสซิลโลสโคปขนาด 100 MHz แบบ 4 เส้นภาพ จำนวน 5 ชุด
- คุณสมบัติดังนี้
- 4.3.1.1 ความถี่ใช้งานไม่น้อยกว่า 100 MHz แบบ 4 ช่องสัญญาณ
- 4.3.1.2 จอแสดงภาพเป็นแบบสีขนาด 7 นิ้ว TFT WVGA Color Display ความละเอียด 800 x 480 จุด
- 4.3.1.3 อัตราการสุ่มสัญญาณแบบ Real Time ที่ 1GSa/s หรือดีกว่า
- 4.3.1.4 ความยาวของการบันทึกข้อมูลรูปคลื่น 10 Mpts หรือดีกว่า
- 4.3.1.5 วัดและแสดงค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณแบบอัตโนมัติได้ถึง 36 ค่า
- 4.3.1.6 Save และ Recall ค่า Setup ได้ไม่น้อยกว่า 20 ค่า, และรูปคลื่น ไม่น้อยกว่า 24 รูปคลื่น

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ  
(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นางสาววรารักษ์ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ  
(นายกิตติ ขุนเทา)



- 4.3.1.7 มีฟังก์ชันในการจับสัญญาณรูปคลื่นที่สามารถปรับแนวแกนนอน, แนวแกนตั้ง, และระดับของสัญญาณทริกเกอร์แบบอัตโนมัติ
- 4.3.1.8 คุณสมบัติทางด้านแนวแกนตั้ง
- 4.3.1.8.1 ช่วงเวลาขอบขาขึ้นโดยประมาณ 3.5ns หรือดีกว่า
  - 4.3.1.8.2 ความไวในการแสดงผลทางแนวแกนตั้งอยู่ระหว่าง 8 bit: 1mV~10V/div
  - 4.3.1.8.3 มี Input Coupling AC, DC & GND เป็นอย่างน้อย
  - 4.3.1.8.4 มีค่าอิมพีแดนซ์ที่ทางด้านขาเข้าไม่น้อยกว่า  $1M\Omega$  // 16pF
  - 4.3.1.8.5 แรงดันสูงสุดทางด้านอินพุตไม่น้อยกว่า 300Vrms , CAT I
  - 4.3.1.8.6 Bandwidth Limit อยู่ที่ 20MHz
- 4.3.1.9 คุณสมบัติทางด้านแนวแกนนอน
- 4.3.1.9.1 ขอบเขตอยู่ระหว่าง 5ns/div ~ 100s/div (แบบ Step 1-2-5),  
ROLL : 100ms/div ~ 100s/div หรือดีกว่า
  - 4.3.1.9.2 มี Acquisition Mode ต่างๆได้แก่ Normal, Average, Peak Detect, Single
  - 4.3.1.9.3 มี Pre-Trigger ค่าสูงสุดอยู่ที่ 10 div
  - 4.3.1.9.4 มี Post-trigger อยู่ที่ 2,000,000 div
- 4.3.1.10 คุณสมบัติทางด้าน Trigger
- 4.3.1.10.1 Sources CH1, CH2, Line, EXT
  - 4.3.1.10.2 Mode : Auto, Normal, Single Sequence
  - 4.3.1.10.3 Coupling : AC, DC, LF rej , HF rej , Noise rej.
  - 4.3.1.10.4 Sensitivity : 1div
- 4.3.1.11 ที่ Channel 1 และ Channel 2 สามารถทำ X-Y mode และมี Phase Shift ไม่น้อยกว่า  $\pm 3^\circ$  ที่ 100kHz
- 4.3.1.12 มี Cursor ที่สามารถทำการวัดค่า  $\Delta V$ ,  $\Delta T$  ได้
- 4.3.1.13 สามารถสนับสนุนฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ +, -, x, ÷, FFT, FFTrms ได้เป็นอย่างน้อย
- 4.3.1.14 มีระบบแสดงผลในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ Dots, Vectors, Variable Persistence หรือมากกว่า
- 4.3.1.15 มี Waveform Update Rate ไม่น้อยกว่า 50,000 waveform
- 4.3.1.16 สนับสนุนการอินเตอร์เฟซมาตรฐานแบบ USB Port , Go/No Go BNC
- 4.3.1.17 ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์, 50 เฮิร์ตซ์
- 4.3.1.18 สาย PROBE วัดสัญญาณ จำนวน 1 ชุด
- 4.3.1.19 สาย AC POWER CORD จำนวน 1 เส้น

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ  
(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นางสาววรารักษ์ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ  
(นายกิตติ ขุนเทา)



4.3.2 ชุดเครื่องกำเนิดสัญญาณ จำนวน 5 ชุด คุณลักษณะดังนี้

- 4.3.2.1 สามารถกำเนิดคลื่นแรงดันไฟฟ้าในรูปแบบของคลื่นไซน์ คลื่นสี่เหลี่ยม คลื่นสามเหลี่ยม และสัญญาณแบบ TTL ได้
- 4.3.2.2 มีตัวแสดงผลเป็นตัวเลขแบบ LED อย่างน้อย 6 หลัก
- 4.3.2.3 ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 220 โวลต์, 50 เฮิร์ตซ์
- 4.3.2.4 คลื่นไซน์และคลื่นสี่เหลี่ยมปรับความถี่ได้ 0.1Hz ~ 3MHz
- 4.3.2.5 คลื่นสามเหลี่ยมปรับความถี่ได้ 0.1Hz ~ 1MHz
- 4.3.2.6 มีสาย AC Power cord จำนวน 1 เส้น

4.3.3 ชุดดิจิตอลมัลติมิเตอร์ จำนวน 10 เครื่อง คุณลักษณะดังนี้

- 4.3.3.1 เป็นดิจิตอลมัลติมิเตอร์มือถือแบบ True RMS ที่สามารถแสดงผลแบบ Auto/Manual Ranging ได้
- 4.3.3.2 สามารถวัด แรงดัน, กระแส, ความต้านทาน, ความจุ, ความถี่, และการทดสอบ ไดโอด ได้เป็นอย่างดี
- 4.3.3.3 แสดงผลเป็นตัวเลขไม่น้อยกว่า 22,000 Counts
- 4.3.3.4 มีตัวแสดงแบบ Analogue Bar ขนาดไม่น้อยกว่า 46 Segment
- 4.3.3.5 ย่านการวัด DC VOLTAGE อยู่ในช่วง 220 mV ถึง 1000 V
- 4.3.3.6 ย่านการวัด AC VOLTAGE อยู่ในช่วง 220 mV ถึง 1000 V
- 4.3.3.7 ย่านการวัด DC CURRENT อยู่ในช่วง 220  $\mu$ A ถึง 20 A
- 4.3.3.8 ย่านการวัด AC CURRENT อยู่ในช่วง 220  $\mu$ A ถึง 20 A
- 4.3.3.9 ย่านการวัดค่าความต้านทาน อยู่ในช่วง 220  $\Omega$  ถึง 220 M $\Omega$
- 4.3.3.10 ย่านการวัดค่าความจุ อยู่ในช่วง 22 nF ถึง 220 mF
- 4.3.3.11 ย่านการวัดความถี่อยู่ในช่วง 10 Hz ถึง 220 MHz
- 4.3.3.12 สายวัด จำนวน 1 คู่

4.3.4 ดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบมือถือ จำนวน 5 เครื่อง คุณลักษณะดังนี้

- 4.3.4.1 เป็น Digital Multimeter แบบ Auto/Manual Ranging ได้
- 4.3.4.2 แสดงผลแบบ LCD ไม่น้อยกว่า 4,000 Counts
- 4.3.4.3 สามารถวัด DCV, ACV, DCA, ACA, Resistance, Capacitance, Frequency, Continuity Buzzer, Diode test ได้เป็นอย่างดี
- 4.3.4.4 มีระบบปิดเครื่องอัตโนมัติ เมื่อไม่ได้ใช้งานนานเกิน 30 นาที
- 4.3.4.5 ย่านการวัด DC VOLTAGE อยู่ในช่วง 400 mV ถึง 600V
- 4.3.4.6 ย่านการวัด AC VOLTAGE อยู่ในช่วง 400mV ถึง 600V

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ  
(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นางสาววรารักษ์ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ  
(นายกิตติ ขุนเทา)



- 4.3.4.7 ย่านการวัด DC CURRENT อยู่ในช่วง 400  $\mu$ A ถึง 10 A ✓
- 4.3.4.8 ย่านการวัด AC CURRENT อยู่ในช่วง 400  $\mu$ A ถึง 10 A ✓
- 4.3.4.9 ย่านการวัดค่าความต้านทาน อยู่ในช่วง 400  $\Omega$  ถึง 40 M $\Omega$  ✓
- 4.3.4.10 ย่านการวัดค่าความจุ อยู่ในช่วง 40 nF ถึง 100  $\mu$ F ✓
- 4.3.4.11 ย่านการวัดความถี่อยู่ในช่วง 5.12 Hz ถึง 10 MHz ✓
- 4.3.4.12 สายวัด จำนวน 1 คู่ ✓
- 4.3.5 Analog Multimeter จำนวน 10 เครื่อง,คุณลักษณะดังนี้
  - 4.3.5.1 เป็นมัลติมิเตอร์แบบเข็ม ความไวในการวัดสูงถึง DC20 K $\Omega$ /V ✓
  - 4.3.5.2 มีเข็ม แบบ Taut-band ซึ่ง สามารถทนแรงกระแทกจากที่สูงได้ 1 เมตร ✓
  - 4.3.5.3 มีฟังก์ชันหลักในการวัดค่าต่างๆ เช่น DCV, ACV, DCA, Resistance, Continuity buzzer, Battery Test, LED Test เป็นอย่างน้อย ✓
  - 4.3.5.4 ย่านการวัด DC VOLTAGE อยู่ในช่วง 0.3 V ถึง 600 V ไม่น้อยกว่า 7 ย่านวัด ✓
  - 4.3.5.5 ย่านการวัด AC VOLTAGE อยู่ในช่วง 12 V ถึง 600 V ไม่น้อยกว่า 5 ย่านวัด ✓
  - 4.3.5.6 ย่านการวัด DC CURRENT อยู่ในช่วง 60  $\mu$ A ถึง 300 mA ไม่น้อยกว่า 3 ย่านวัด ✓
  - 4.3.5.7 ย่านการวัดค่าความต้านทาน อยู่ในช่วง 3 k $\Omega$  ถึง 300 k $\Omega$  ไม่น้อยกว่า 3 ย่านวัด ✓
  - 4.3.5.8 สายวัด จำนวน 1 คู่ ✓
  - 4.3.5.9 มีกล่องใส่มิเตอร์พร้อมหุ้หิ้ว ✓
- 4.3.6 AC/DC Mini Clamp Meter จำนวน 5 เครื่อง,คุณลักษณะดังนี้
  - 4.3.6.1 เป็นดิจิตอลแอมป์มิเตอร์แบบ True RMS, Auto range ✓
  - 4.3.6.2 แสดงผลเป็นตัวเลข 6000 Count ✓
  - 4.3.6.3 มีฟังก์ชันหลักในการวัดค่าต่างๆ เช่น DCV, ACV, DCA, ACA, Resistance, Continuity buzzer เป็นอย่างน้อย ✓
  - 4.3.6.4 มีฟังก์ชัน Data hold และ Auto power off ✓
  - 4.3.6.5 วัด DC VOLTAGE สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 600 V ✓
  - 4.3.6.6 วัด AC VOLTAGE สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 600 V ✓
  - 4.3.6.7 วัด DC CURRENT สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 60 A ✓
  - 4.3.6.8 วัด AC CURRENT สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 60 A ✓
  - 4.3.6.9 วัดค่าความต้านทาน สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 60 M $\Omega$  ✓
  - 4.3.6.10 ปากแคลมป์สามารถเปิดได้เส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุดไม่น้อยกว่า 17 มิลลิเมตร ✓
  - 4.3.6.11 สายวัด จำนวน 1 คู่ ✓
  - 4.3.6.12 มีกระเป๋ใส่ตัวเครื่องและสายวัด จำนวน 1 ใบ ✓

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ  
(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นางสาววราภรณ์ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ  
(นายกิตติ ขุนเทา)



#### 4.3.7 AC/DC Digital Clamp Meter จำนวน 5 เครื่อง คุณลักษณะดังนี้

- 4.3.7.1 เป็นดิจิตอลแอมป์มิเตอร์แบบ True RMS, Auto range
- 4.3.7.2 แสดงผลเป็นตัวเลข 6000 Count
- 4.3.7.3 มีฟังก์ชันหลักในการวัดค่าต่างๆ เช่น DCV, ACV, DCA, ACA, Resistance, Frequency, Continuity Test เป็นอย่างน้อย
- 4.3.7.4 มีฟังก์ชัน Data hold, MAX/MIN และ Auto power off
- 4.3.7.5 วัด DC VOLTAGE สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 600 V
- 4.3.7.6 วัด AC VOLTAGE สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 600 V ตอบสนองที่ความถี่ 45 Hz ถึง 400 Hz
- 4.3.7.7 วัด DC CURRENT สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 600 A
- 4.3.7.8 วัด AC CURRENT สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 600 A ตอบสนองที่ความถี่ 45 Hz ถึง 400 Hz
- 4.3.7.9 วัดค่าความต้านทาน สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 60 MΩ
- 4.3.7.10 วัดความถี่อยู่ในช่วง 10 Hz ถึง 10 MHz
- 4.3.7.11 ปากแคลมป์สามารถเปิดได้เส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุดไม่น้อยกว่า 28 มิลลิเมตร
- 4.3.7.12 สายวัด จำนวน 1 คู่
- 4.3.7.13 มีกระเป๋าใส่ตัวเครื่องและสายวัด จำนวน 1 ใบ

#### 4.4 เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล แบบที่ 2 จำนวน 1 เครื่อง คุณลักษณะดังนี้

- 4.4.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.4 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 4.4.2 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
- 4.4.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 4.4.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 4.4.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
- 4.4.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.4.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 4.4.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 4.4.9 มีจอแสดงผลภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย
- 4.4.10 โปรแกรม Simulation เป็นเวอร์ชัน Demo

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ

(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นางสาววรารักษ์ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ

(นายกิตติ ขุนเทา)



#### 4.5 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก สำหรับงานประมวลผล จำนวน 1 เครื่อง คุณลักษณะดังนี้

- 4.5.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) และ 8 แกนเสมือน (8 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 4.5.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกัน ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
- 4.5.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 4.5.4 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 GB จำนวน 1 หน่วย
- 4.5.5 มีจอภาพที่รองรับความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,366 x 768 Pixel และมีขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว
- 4.5.6 มีกล้องความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,280 x 720 pixel หรือ 720p
- 4.5.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 4.5.8 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ VGA จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.5.9 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า แบบติดตั้งภายใน (Internal) หรือภายนอก (External) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.5.10 สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า Wi-Fi (IEEE 802.11 ax) และ Bluetooth

#### 4.6 ชุดสื่อช่วยสอน จำนวน 1 เครื่อง คุณลักษณะดังนี้

- 4.6.1 ชุดสื่อช่วยสอนเป็นลำโพงขนาด 15 นิ้ว กำลังขับ 100 W(rms)
- 4.6.2 ใช้ได้ทั้งไฟ AC Voltage (220 V) และ DC Voltage (12 V)
- 4.6.3 มีไมโครโฟนไร้สาย UHF แบบไมค์คู่
- 4.6.4 มีช่องต่อไมโครโฟน (Mic Input) 1 ชุด ปรับระดับเสียงวอลุ่มไมค์ (Mic Vol), เอคโค (Echo)
- 4.6.5 มีช่องสัญญาณ AUX Input รองรับการเชื่อมต่อจากเครื่องเล่นดีวีดี, คอมพิวเตอร์ Notebook
- 4.6.6 มีช่องสัญญาณ USB/SD Card Input รองรับการเล่นไฟล์ MP3 พร้อมด้วยปุ่มควบคุมการทำงาน และหน้าจอแสดงผล
- 4.6.7 มีล้อลาก

#### 4.7 เครื่องพิมพ์เลเซอร์ หรือ LED ขาวดำ (18 หน้า/นาทีก) จำนวน 1 เครื่อง คุณลักษณะดังนี้

- 4.7.1 มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 600x600 dpi
- 4.7.2 มีความเร็วในการพิมพ์สำหรับกระดาษ A4 ไม่น้อยกว่า 18 หน้าต่อนาที (ppm)
- 4.7.3 มีหน่วยความจำ (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 32 MB
- 4.7.4 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.7.5 มีถาดใส่กระดาษได้รวมกันไม่น้อยกว่า 150 แผ่น
- 4.7.6 สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และสามารถกำหนดขนาดของกระดาษเองได้

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ  
(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นางสาววรารักษ์ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ  
(นายกิตติ ขุนเทา)

#### 4.8 ตู้กระจกแบบบานเลื่อน จำนวน 3 ตู้ คุณลักษณะดังนี้

- 4.8.1 ขนาดไม่น้อยกว่า (กว้าง x ลึก x สูง) 1,100x 400 x 800 มิลลิเมตร
- 4.8.2 แผ่นชั้น 2 แผ่น ปรับระดับได้
- 4.8.3 ตู้บานเลื่อนกระจก 2 บาน

#### 4.9 รายละเอียดทั่วไป และคู่มือใบงานการทดลองสำหรับ ชุดทดลองปฏิบัติการวงจรไฟฟ้า

##### - วงจรอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 5 ชุด ดังนี้

- 4.9.1 เป็นชุดทดลองปฏิบัติการวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นสำหรับการศึกษา โดยเฉพาะ
- 4.9.2 ชุดทดลองได้รับการออกแบบให้สามารถสนับสนุนการเรียนการสอนในรายวิชาทางด้านวงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนภาคปฏิบัติที่สอดคล้องกับหลักสูตรวิศวกรรมไฟฟ้าอุตสาหกรรมตามคุณลักษณะของห้องปฏิบัติการ
- 4.9.3 ชุดทดลองสามารถให้นักศึกษาทำการประกอบวงจรการทดลองต่างๆในภาคปฏิบัติ และสามารถเสริมความเข้าใจในภาคทฤษฎีที่ได้ศึกษามาแล้ว
- 4.9.4 ชุดตัวอุปกรณ์ประกอบการทดลองได้รับการออกแบบเพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมซึ่งสามารถทำให้ผู้ทดลองเข้าใจเนื้อหาและหลักการที่สัมพันธ์กันทั้งทางด้านภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ
- 4.9.5 สามารถทำการทดลองในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

##### 4.9.5.1 การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

##### ใบงานที่ 1 กฎของโอห์ม

- 1.1 การแปรผันของแรงดันไฟฟ้า
- 1.2 การแปรผันของกระแสไฟฟ้า
- 1.3 การแปรผันของค่าความต้านทาน
- 1.4 การแปรผันของกำลังไฟฟ้า

##### ใบงานที่ 2 การต่อตัวต้านทานใน วงจรอนุกรม วงจรขนาน วงจรผสม

- 2.1 การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม
- 2.2 การต่อตัวต้านทานแบบขนาน
- 2.3 การต่อตัวต้านทานแบบผสม
- 2.4 การแปลงค่าความต้านทานที่ต่อแบบเดลต้าให้เป็นแบบวาย

##### ใบงานที่ 3 กฎของเคอร์ชอฟฟ์

- 3.1 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์
- 3.2 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ  
(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นางสาววรารณณ์ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ  
(นายกิตติ ขุนเทา)



ใบงานที่ 4 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า และวงจรวีตส์โตนบริดจ์

4.1 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า

4.2 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า

4.3 วงจรวีตส์โตนบริดจ์

ใบงานที่ 5 คุณสมบัติของ วงจรอนุกรม วงจรขนาน วงจรผสม

5.1 วงจรอนุกรม

5.2 วงจรขนาน

5.3 วงจรผสมแบบ ขนาน-อนุกรม

5.4 วงจรผสมแบบ อนุกรม-ขนาน

ใบงานที่ 6 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยวิธีการของเมชเคอร์เรนท์ หรือ ลูปเคอร์เรนท์

การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยวิธีเมชเคอร์เรนท์ หรือ ลูปเคอร์เรนท์

ใบงานที่ 7 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโหนด

การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยวิธีแรงดันโหนด

ใบงานที่ 8 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยวิธีการวางซ้อน

การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยวิธีการวางซ้อน

ใบงานที่ 9 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีเทวินินและนอร์ตัน

9.1 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีเทวินิน

9.2 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีโนร์ตัน

ใบงานที่ 10 การถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด

10.1 การถ่ายโอนกำลังสูงสุดจากวงจรเทียบเคียงเทวินิน

10.2 การถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุดของวงจรไฟฟ้าทั่วไป

ใบงานที่ 11 การกระจายตัวของกำลังไฟฟ้า

11.1 การกระจายตัวของกำลังไฟฟ้า

11.1.1 ต่อภาระเป็นวงจรอนุกรม

11.1.2 ต่อภาระเป็นวงจรขนาน

11.1.3 ต่อภาระเป็นวงจรผสมแบบ อนุกรม-ขนาน

11.2 การกระจายตัวของกำลังไฟฟ้าในกรณีที่มีแหล่งจ่ายกำลัง

ไฟฟ้ามากกว่าหนึ่งแหล่งจ่าย

ใบงานที่ 12 ตัวเหนี่ยวนำไฟฟ้าและการทดสอบ

การทดสอบหาค่าความเหนี่ยวนำของตัวเหนี่ยวนำ

ใบงานที่ 13 ตัวเก็บประจุไฟฟ้าและการทดสอบ

การทดสอบหาค่าความจุของตัวเก็บประจุไฟฟ้า

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ

(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นางสาววรารณ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ

(นายกิตติ ขุนเทา)

ใบงานที่ 14 ผลตอบสนองชั่วคราวของวงจรอันดับหนึ่ง

14.1 วงจร RL

14.2 วงจร RC

ใบงานที่ 15 ผลตอบสนองชั่วคราวของวงจรอันดับสอง

15.1 ผลตอบสนองชั่วคราวของวงจรอันดับสอง ที่มีผลตอบสนอง  
แบบหน่วงขาด

15.2 ผลตอบสนองชั่วคราวของวงจรอันดับสอง ที่มีผลตอบสนองแบบวิกฤต

15.3 ผลตอบสนองชั่วคราวของวงจรอันดับสอง ที่มีผลตอบสนอง  
แบบหน่วงเกิน

15.4 ผลตอบสนองชั่วคราวของวงจรอันดับสอง ที่มีผลตอบสนอง  
แบบออสซิลเลต

#### 4.9.5.2 การทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบงานที่ 1 คุณลักษณะของไฟฟ้ากระแสสลับ

1.1 ค่าชั่วขณะใด ๆ ของรูปคลื่นไซน์

1.2 ค่าเฉลี่ยและค่าประสิทธิภาพของรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

1.3 ค่าเฉลี่ยและค่าประสิทธิภาพของรูปคลื่นไซน์

1.4 กำลังไฟฟ้าเทียบเท่า

ใบงานที่ 2 ภาวะหรือโหนดในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

2.1 คุณสมบัติของความต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

2.2 คุณสมบัติของเหนี่ยวนำในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

2.3 คุณสมบัติของตัวเก็บประจุไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบงานที่ 3 วงจรการต่อ R-L-C แบบอนุกรม

3.1 R-L อนุกรม

3.2 R-C อนุกรม

3.3 R-L-C อนุกรม ในกรณีที่  $X_L$  มีค่ามากกว่า  $X_C$

3.4 R-L-C อนุกรม ในกรณีที่  $X_L$  มีค่าน้อยกว่า  $X_C$

ใบงานที่ 4 วงจรการต่อ R-L-C แบบขนาน

4.1 R-L ขนาน

4.2 R-C ขนาน

4.3 R-L-C ขนาน ในกรณีที่  $B_C$  มีค่ามากกว่า  $B_L$

4.4 R-L-C ขนาน ในกรณีที่  $B_C$  มีค่าน้อยกว่า  $B_L$

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ  
(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นางสาววรารัตน์ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ  
(นายกิตติ ชุนเทา)



ใบงานที่ 5 วงจรการต่อ R-L-C แบบผสม

5.1 วงจรการต่อ R-L-C ผสมแบบการต่อขนานก่อนอนุกรม

5.2 วงจรการต่อ R-L-C ผสมแบบการต่ออนุกรมก่อนขนาน

ใบงานที่ 6 วงจรรีโซแนนซ์แบบอนุกรม

วงจรรีโซแนนซ์แบบอนุกรม

ใบงานที่ 7 วงจรรีโซแนนซ์แบบขนาน

วงจรรีโซแนนซ์แบบขนาน

ใบงานที่ 8 กำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

8.1 กำลังไฟฟ้าในวงจรการต่อตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

8.2 กำลังไฟฟ้าในวงจรการต่อตัวต้านทานและตัวเก็บประจุไฟฟ้า

8.3 กำลังไฟฟ้าในวงจรการต่อตัวต้านทาน, ตัวเหนี่ยวนำ และ  
ตัวเก็บประจุไฟฟ้า

8.4 การกระจายของกำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบงานที่ 9 การแก้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

การแก้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบงานที่ 10 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับด้วยวิธีการของเมซเคอร์เร็นท์

การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับด้วยวิธีการของเมซเคอร์เร็นท์

ใบงานที่ 11 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับด้วยวิธีการของโนดโวลต์เตจ

การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับด้วยวิธีการของโนดโวลต์เตจ

#### 4.9.5.3 การทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ใบงานที่ 1 ไดโอดและคุณลักษณะของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า

คุณสมบัติของกระแสและแรงดันของไดโอด

ใบงานที่ 2 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นและแบบเต็มคลื่น

2.1 วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น

2.2 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นโดยใช้หม้อแปลงแทปกลาง

2.3 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นโดยใช้บริดจ์

ใบงานที่ 3 แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรง

3.1 วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น

3.2 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นโดยใช้หม้อแปลงแทปกลาง

3.3 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นโดยใช้บริดจ์

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ

(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นางสาววรารมย์ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ

(นายกิตติ ขุนเทา)

ใบงานที่ 4 วงจรทวีแรงดัน

4.1 วงจรทวีแรงดันแบบครึ่งคลื่น

4.2 วงจรทวีแรงดันแบบเต็มคลื่น

ใบงานที่ 5 วงจรคลิปปเปอร์โดยใช้ไดโอด

5.1 วงจรคลิปปเปอร์แบบอนุกรม

5.2 วงจรคลิปปเปอร์แบบขนาน

ใบงานที่ 6 วงจรแคลมป์เปอร์โดยใช้ไดโอด

6.1 วงจรแคลมป์เปอร์แบบบวก

6.2 วงจรแคลมป์เปอร์แบบลบ

ใบงานที่ 7 คุณสมบัติกระแสและแรงดันของซีเนอร์ไดโอด

7.1 คุณลักษณะของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านซีเนอร์ไดโอด

7.2 ทดสอบหากราฟแสดงคุณลักษณะทางไฟฟ้าของซีเนอร์ไดโอด

ใบงานที่ 8 ทรานซิสเตอร์สองรอยต่อ

8.1 เคอร์ฟคุณลักษณะของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN

8.2 เคอร์ฟคุณลักษณะของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP

ใบงานที่ 9 การไบอัสทรานซิสเตอร์

9.1 อัตราขยายกระแสไฟฟ้าของทรานซิสเตอร์

9.2 วงจรไบอัสคงที่ (Fix Bias)

9.3 วงจรอีมิเตอร์ไบอัส (Emitter Bias)

9.4 วงจรคอลเล็คเตอร์ไบอัส (Collector Bias or Self Bias)

9.5 วงจรไบอัสที่มีการป้อนกลับแรงดันไฟฟ้า (Voltage Feedback Bias)

ใบงานที่ 10 วงจรขยายด้วยทรานซิสเตอร์

10.1 วงจรขยายด้วยทรานซิสเตอร์ Class A

10.2 วงจรขยายด้วยทรานซิสเตอร์ Class B

10.3 วงจรขยายด้วยทรานซิสเตอร์ Class AB

10.4 วงจรขยายด้วยทรานซิสเตอร์ Class C

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ

(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ

(นายกิตติ ขุนเทา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นางสาววรารักษ์ ทุมชาติ)



ใบงานที่ 11 ทรานซิสเตอร์ทำงานเป็นสวิตช์

- 11.1 ทรานซิสเตอร์ BJT ชนิด NPN ทำงานเป็นสวิตช์
- 11.2 ทรานซิสเตอร์ BJT ชนิด PNP ทำงานเป็นสวิตช์
- 11.3 ทรานซิสเตอร์ E-MOSFET ชนิด N Channel ทำงานเป็นสวิตช์
- 11.4 ทรานซิสเตอร์ E-MOSFET ชนิด P Channel ทำงานเป็นสวิตช์
- 11.5 วงจรแสดงแรงดันเกินและต่ำกว่าค่าที่กำหนด

ใบงานที่ 12 SCR ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

- 12.1 การทดสอบหากระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้กับขาเกตและทำให้ SCR นำกระแสไฟฟ้า
- 12.2 การทดสอบหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน SCR และทำให้เกิดสภาวะทำงานคงค้าง
- 12.3 การทดสอบหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน SCR และทำให้ SCR หยุดการทำงาน
- 12.4 การทำให้ SCR หยุดการนำกระแสไฟฟ้า

ใบงานที่ 13 SCR ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

การทดลองเพื่อแสดงเคอร์ฟลักษณะการทำงานของ SCR

ใบงานที่ 14 คุณสมบัติและการใช้งาน Triac

- 14.1 ไตรแอคทำงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
- 14.2 ไตรแอคทำงานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

ใบงานที่ 15 ออป-แอมป์และการต่อวงจรใช้งาน

- 15.1 วงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า
- 15.2 วงจรขยายสัญญาณ
  - 15.2.1 วงจรขยายแบบกลับเฟส
  - 15.2.2 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส
  - 15.2.3 วงจรขยายแรงดันตาม (Voltage follower Amplifier)
- 15.3 วงจรขยายในงานเครื่องมือวัด (Instrument Amplifier)
- 15.4 การจำกัดค่าแรงดันขาออกของออป-แอมป์ (Op-Amp Output Voltage Limiter)
- 15.5 วงจรกำเนิดความถี่แบบเวียนบริดจ์ (Wien Bridge Oscillator)

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ  
(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ  
(นางสาววรารณ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ  
(นายกิตติ ชุนเทา)

ใบงานที่ 16 ออป-แอมป์และการอุปมานทางคณิตศาสตร์เชิงพีชคณิต

16.1 วงจรอุปมานเชิงพีชคณิต

16.1.1 การบวกแบบกลับเฟส

16.1.2 การบวกแบบไม่กลับเฟส

16.1.3 การลบหรือหาค่าผลต่าง

16.2 วงจรเลียนแบบสมการพีชคณิต

ใบงานที่ 17 ออป-แอมป์และการอุปมานทางคณิตศาสตร์เชิงแคลคูลัส

17.1 วงจรอินทิเกรเตอร์

17.2 วงจรดิฟเฟอเรนทิเอเตอร์

ใบงานที่ 18 การใช้งาน IC เบอร์ 555

18.1 วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

18.2 วงจรโมนอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

18.3 วงจรตั้งเวลา

ใบงานที่ 19 การประยุกต์ใช้งาน IC เบอร์ LM311 และ IC เบอร์ 555

19.1 วงจรป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมภาระเกินกำหนด (Over Voltage Protection)

19.2 วงจรป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลภาระเกินกำหนด (Over Current Protection)

19.3 วงจร เปิด-ปิด ไฟอัตโนมัติ (Automatic Lightening On-Off Control )

19.4 วงจรแจ้งเตือนอุณหภูมิสูงเกิน (Over Temperature Alarming)

19.5 การประยุกต์ไอซีเบอร์ NE555 กำเนิดความถี่รูปคลื่นสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม และไซน์ (Square/Triangle/Sine wave Generator with IC NE555)

19.6 การประยุกต์ไอซีเบอร์ NE555 กำเนิดความถี่รูปคลื่นฟันเลื่อย (Saw tooth wave Generator with IC NE555)

ใบงานที่ 20 การวัดค่าความต้านทานแบบเชิงเส้น

20.1 การวัดค่าความต้านทานแบบเชิงเส้นที่ย่านวัด 0 จนถึง  $1k\Omega$

20.2 การวัดค่าความต้านทานแบบเชิงเส้นที่ย่านวัด 0 จนถึง  $10k\Omega$

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ

(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นางสาววราภรณ์ ทุมชาติ)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ

(นายกิตติ ขุนเทา)



4.10 บริษัทที่เสนอราคา เป็นบริษัทที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001:2015 และ ISO 14001:2015 ภายใต้อบรมขาย Design and Manufacture , Sale , After Sale Service of Education Training Set โดยระบุในเอกสารอย่างชัดเจนโดยเฉพาะเพื่อเป็นประโยชน์ด้านการบริการหลังการขาย พร้อมทั้งแนบเอกสารประกอบการยืนยัน

#### 5. กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุ

5.1 กำหนดส่งมอบพัสดุภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

5.2 สถานที่ส่งมอบพัสดุสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

#### 6. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

การพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอครั้งนี้มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปางจะใช้เกณฑ์ เกณฑ์ราคา ในการพิจารณาคัดเลือก

#### 7. วงเงินงบประมาณ/วงเงินที่ได้รับจัดสรร

วงเงินงบประมาณทั้งสิ้น 970,000.00 บาท (เก้าแสนเจ็ดหมื่นบาทถ้วน)

#### 8. งานงวดงานและการจ่ายเงิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จะจ่ายค่าสิ่งของซึ่งได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่มตลอดจนภาษีอากรอื่น ๆ และค่าใช้จ่ายทั้งปวงด้วยแล้วให้แก่ผู้ยื่นข้อเสนอที่ได้รับการคัดเลือกให้เป็นผู้ขาย เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบสิ่งของได้ครบถ้วนตามสัญญาซื้อขายหรือข้อตกลงเป็นหนังสือ และมหาวิทยาลัยได้ตรวจรับมอบงานสิ่งของเรียบร้อยแล้ว

#### 9. อัตราค่าปรับ

ค่าปรับ ให้คิดในอัตราร้อยละ 0.10 ของราคาค่าสิ่งของที่ยังไม่ได้รับมอบต่อวัน

#### 10. การกำหนดระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง

ผู้ชนะการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้ทำสัญญาซื้อขายจะต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องของสิ่งของที่ซื้อขายที่เกิดขึ้นภายในระยะเวลา 1 ปี นับถัดจากวันที่มหาวิทยาลัย ได้รับมอบสิ่งของ โดยต้องบริหารจัดการซ่อมแซมแก้ไขให้ใช้งานได้ดังเดิมภายใน 30 วัน นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งความชำรุดบกพร่อง

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ

(นายสันติ วงศ์ใหญ่)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นายประสงค์ หน่อแก้ว)

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขานุการ

(นายกิตติ ขุนเทา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ ผากา)

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นางสาววราภรณ์ ทุมชาติ)