บทที่ 1
เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
(Electrical Measurement)

ความสำคัญของเนื้อหาวิชา

การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการดำเนินงานอนุรักษ์พลังงาน ในการตรวจวัดการใช้ไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้เครื่องมือเพื่อวัดค่าต่างๆได้แก่ กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ความเร็วรอบ ความเร็วลมและความส่องสว่าง เป็นต้น เครื่องมือวัดต่างๆ เหล่านี้มักจะถูกนำมาใช้ร่วมกันเพื่อให้ได้ภาพรวมของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโรงงานหรืออาคาร การเลือกและใช้เครื่องมือที่ถูกต้องเหมาะสม การคำนึงถึงความแม่นยำของเครื่องมือวัด ตลอดจนการนำค่าที่ได้จากการตรวจวัดไปใช้อย่างเหมาะสม ก็เป็นสิ่งสำคัญในการที่จะทำให้เกิดการจัดการด้านพลังงานอย่างมีประสิทธิผล

วัตถุประสงค์

1. บอกชนิดของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
2. บอกความสำคัญของการวัดค่าพลังงานและความเที่ยงตรงของข้อมูลได้
3. บอกค่าทางไฟฟ้าที่จำเป็นในการตรวจวัดเพื่อการอนุรักษ์พลังงานได้
4. บอกวิธีการเลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภทได้

1.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงชนิดและวิธีการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าที่สำคัญ เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือค่าของการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีความถูกต้องและเที่ยงตรง นอกจากนั้นยังศึกษาถึงค่าทางไฟฟ้าที่มีความจำเป็นที่ต้องทำการตรวจวัดเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน และวิธีการเลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับงานหรือค่าที่ต้องการวัดแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้อง

1.2 ชนิดของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและวิธีการใช้

1.2.1 พื้นฐานการวัดทางไฟฟ้า

การอ่านค่าปริมาณที่วัดโดยตรงจากเครื่องวัด เรียกว่า การวัดโดยตรง การวัดปริมาณอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณที่ต้องการวัด และใช้ค่าที่วัดได้นั้นมาคำนวณหาปริมาณที่ต้องการเรียกว่า การวัดทางอ้อม เช่น การวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเพื่อนำมาคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า เป็นต้น

1.2.2 หน่วยวัดทางไฟฟ้า

ในระบบหน่วยวัดนานาชาติ (International System of Units (SI)) หน่วยวัดทางไฟฟ้าพื้นฐานที่สำคัญและหน่วยวัดทางไฟฟ้าในทางปฏิบัติอื่นๆ มีนิยามดังต่อไปนี้

หน่วยวัดทางไฟฟ้า	นิยามของหน่วยวัดทางไฟฟ้า
1. กระแสไฟฟ้า	กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งภายในตัวนำไฟฟ้า มีหน่วยวัดเป็น แอมแปร์ (Ampere) ใช้สัญลักษณ์เป็น “A”
2. กำลังไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้าเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในการทำให้เกิดพลังงานในรูปต่างๆ เช่น พลังงานความร้อน พลังงานแสงสว่าง พลังงานกล มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watt) ใช้สัญลักษณ์เป็น “W” กำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ (W) มีค่าเท่ากับกำลังที่ให้พลังงาน 1 จูล (J) ต่อหนึ่งวินาที
3. แรงดันไฟฟ้า	แรงดันไฟฟ้าเป็นแรงที่ทำให้อิเล็กตรอนเกิดการเคลื่อนที่ หรือแรงที่ทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า มีหน่วยวัดเป็น โวลต์ (Volt) ใช้สัญลักษณ์เป็น “V”
4. ความต้านทานไฟฟ้า (Resistance)	ความต้านทานไฟฟ้าเป็นการต่อต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะมีค่ามากหรือค่าน้อยจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุนั้นๆ ความต้านทานไฟฟ้ามีหน่วยวัดเป็น โอห์ม (Ohm) และใช้สัญลักษณ์เป็น “Ω” ความต้านทานไฟฟ้า 1 โอห์ม เท่ากับค่าความต้านทานไฟฟ้าระหว่างจุด 2 จุดบนตัวนำไฟฟ้าที่เมื่อมีกระแสไฟฟ้า 1 A ไหลผ่านและ แรงดันไฟฟ้าระหว่าง 2 จุดนั้นจะเท่ากับ 1 V
5. ความจุไฟฟ้า (Capacitance)	ความจุไฟฟ้าเป็นความสามารถในการเก็บประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ (Capacitor) มีหน่วยวัดเป็น ฟารัด (Farad) และใช้สัญลักษณ์เป็น “F”
6. ความเหนี่ยวนำ (Inductance)	ความเหนี่ยวนำมีหน่วยวัดเป็น เฮนรี่(Henry) และใช้สัญลักษณ์เป็น “H”

1.2.3 เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าพื้นฐานเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ในการตรวจสอบประสิทธิภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าในโรงงานหรืออาคารนั้น ปริมาณทางไฟฟ้าพื้นฐานที่ต้องการวัดจะได้แก่ กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า ค่าตัวประกอบกำลัง เครื่องมือวัด

ปริมาณต่างๆดังกล่าวมีชนิดทั้งที่ติดตั้งอยู่กับที่ เช่น เครื่องมือวัดที่ติดตั้งบนแผงควบคุมหรือที่ติดตั้งที่ตัวอุปกรณ์ หรือชนิดที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ซึ่งทั้งสองชนิดดังกล่าวมีทั้งแบบที่เป็นระบบดิจิทัล (Digital) และระบบแอนะล็อก (Analog) และด้วยการพัฒนาทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ทำให้ค่าทางไฟฟ้าต่างๆ สามารถวัดได้จากเครื่องมือวัดเพียงเครื่องเดียว สามารถใช้งานได้ง่าย เชื่อถือได้ และมีความเที่ยงตรง ลักษณะของเครื่องมือต่างๆแสดงได้ดังต่อไปนี้

1. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า (Ampmeter)

ใช้วัดกระแสไฟฟ้า มีทั้งประเภทที่ติดตั้งบนแผงควบคุมและชนิดคล้องสายเคลื่อนที่ได้ มีทั้งชนิดที่เป็นแอนะล็อกและดิจิทัล ดังแสดงในรูปที่ 1.2-1

รูปที่ 1.2-1 เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า

กรณีเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าที่ติดตั้งบนแผงควบคุม จะต้องต่อผ่านหม้อแปลงสำหรับวัดค่ากระแส (Current Transformer : CT) เสียก่อน เพื่อลดปริมาณกระแสไฟฟ้าเป็น 5A

2. เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า (Voltmeter)

เครื่องวัดชนิดนี้เป็นเครื่องมือวัดความต่างศักย์ของไฟฟ้าระหว่าง 2 จุดในวงจรไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าเป็นค่าหนึ่งที่ต้องวัดในการคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้ามีทั้งประเภทที่ติดตั้งบนแผงควบคุม และชนิดเคลื่อนที่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 1.2-2

รูปที่ 1.2-2 เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า

กรณีเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าที่ติดตั้งบนแผงควบคุม จะต้องต่อผ่านหม้อแปลงสำหรับวัดค่าแรงดัน (Potential or Voltage Transformer : PT or VT) เสียก่อน เพื่อลดแรงดันไฟฟ้าเป็น 110 V

3. เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Wattmeter)

เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าเป็นเครื่องมือที่วัดค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าได้โดยตรง ทำให้การหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าสะดวกยิ่งขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1.2-3

รูปที่ 1.2-3 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Wattmeter)

4. เครื่องวัดตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor Meter)

เครื่องวัดตัวประกอบกำลังไฟฟ้าชนิด 3 เฟส การวัดจะเหมือนกับกรณีของวัตต์มิเตอร์ วิธีนี้สามารถอ่านค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าได้เลย ตัวอย่างเครื่องวัดตัวประกอบกำลังไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 1.2-4

รูปที่ 1.2-4 เครื่องวัดตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor Meter)

5. เครื่องมือวัดระดับความส่องสว่าง (Lux Meter)

เครื่องมือวัดระดับความส่องสว่าง เป็นเครื่องมือวัดการส่องสว่างของแสง มีหน่วยเป็นลูเมนต่อตารางเมตร หรือลักซ์ การวัดอาศัยเซลล์ที่ไวต่อแสงแปลงระดับความส่องสว่างเป็นแรงดันไฟฟ้า ปกติแล้วเครื่องมือแบบนี้จะเคลื่อนย้ายหรือพกติดตัวได้ดังแสดงในรูปที่ 1.2-5 เหมาะกับการใช้วัดความส่องสว่างตามจุดต่างๆ

รูปที่ 1.2-5 เครื่องมือวัดระดับแสงสว่าง (Lux meter)

อนึ่ง ยังมีเครื่องมือวัดเพิ่มเติมอื่นๆ ที่สัมพันธ์กับค่าทางไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer) , เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer) , เครื่องวัดอุณหภูมิ (Temperature Meter) , เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Temperature and Humidity Meter) เป็นต้น ซึ่งจำเป็นที่จะต้องมีไว้สำหรับ วัดค่าเพื่อใช้วิเคราะห์อุปกรณ์นั้นๆโดยละเอียด

1.3 หลักการเลือกใช้เครื่องมือวัด

หลักสำคัญในการเลือกใช้เครื่องมือวัด จะต้องคำนึงถึงประเด็นทางด้านเทคนิคเป็นอันดับแรก กล่าวคือจะต้องมีความเหมาะสมกับการทำงานของอุปกรณ์ โดยควรพิจารณาถึงประเด็นสำคัญทางด้านเทคนิค ดังนี้

ข้อควรพิจารณาทางด้านเทคนิคในการเลือกใช้เครื่องมือวัด
1) ย่านการวัดที่ต้องการ (Range)
2) ระดับความแม่นยำ (Accuracy) โดยทั่วไปควรมีระดับความแม่นยำที่ต้องการประมาณ ± 0.5% ถึง ± 2.0%
3) ลักษณะการใช้งาน เช่น สัมผัสหรือไม่ต้องสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัด พกพาได้หรือติดตั้งอยู่กับที่ จะต้องปรับแต่งอุปกรณ์ที่มีอยู่เพื่อการติดตั้งเครื่องมือวัดอีกหรือไม่ต้อง (Non-destructive) โดยทั่วไปแล้ว ควรเลือกใช้เครื่องมือวัดแบบไม่ต้องสัมผัส พกพาได้ และไม่ต้องมีการปรับแต่งอุปกรณ์พลังงานที่มีอยู่ซึ่งจะเหมาะสมและมีความสะดวก ในการใช้มากกว่า วิธีจดบันทึกข้อมูลซึ่งปัจจุบันส่วนใหญ่จะมีระบบบันทึกแบบดิจิทัล (Digital Recording) ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลได้ทั้งแบบชั่วขณะหรือแบบต่อเนื่อง
4) ระยะเวลา**วัตถุประสงค์การใช้งานหลัก** ตอบสนอง (ระยะเวลาที่ใช้วัดหรือความไว)

ระดับความเที่ยงตรงของเครื่องวัดกับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

ระดับ	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ต่อค่าพิกัด[%]	วัตถุประสงค์การใช้งานหลัก
0.2	±0.2	เครื่องมือมาตรฐาน: เครื่องมาตรฐานสำหรับสอบเทียบ การวัดละเอียดมาก
0.5	±0.5	การวัดละเอียด: การวัดทั่วไปที่ต้องการความละเอียด
1.0	±1.0	การวัดปกติ: การวัดง่ายๆ เช่น เครื่องวัดพกติดตัว ฯลฯ
1.5	±1.5	เครื่องวัดอุตสาหกรรม: เครื่องวัดสำหรับแผงจ่ายไฟทั่วไปและแผงควบคุม
2.0	±2.0	เครื่องวัดคร่าวๆ: ใช้กับงานที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรง

Rang, Span& Full Scale

- **Range** หมายถึง “ช่วงของปริมาณที่สามารถวัดได้ด้วยเครื่องวัด”
- **Span& Full Scale** หมายถึง “ผลต่างระหว่างค่าสูงสุดกับค่าต่ำสุดของ Range”
- **ความละเอียด(Resolution, Least Count)** ค่าการวัดที่เล็กที่สุดที่เครื่องมือวัดแสดงได้

ตัวอย่างเช่น หาก **Range** เท่ากับ -50°C ถึง 200°C แล้ว **Span** จะเท่ากับ 250°C

การแสดงค่าความคลาดเคลื่อน

- **แสดงเป็นตัวเลข**
  ถ้าความแม่นของเครื่องมือวัดอุณหภูมิเป็น±2°C ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดมีค่า ±2°C สำหรับการวัดทุกครั้ง
- **แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของการอ่านเต็มสเกล (Full-scale)**
  ถ้าความแม่นของเครื่องมือวัดเป็น ± 5% FS ของการอ่านเต็มสเกล 5V ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดนี้มีค่า ±0.25 V สำหรับการวัดทุกครั้ง
- **แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของช่วงการวัด (Span)**
  ถ้าความแม่นของเครื่องมือวัดความดันเป็น ± 3%ระหว่างช่วงการวัด 20-50 psi ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดนี้มีค่า ± 0.9 psi สำหรับการวัดทุกครั้ง
- **แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าที่อ่านได้**
  ถ้าความแม่นของเครื่องมือวัดเป็น ± 5% การอ่านค่าที่วัดได้ 2 V จะมีค่าความคลาดเคลื่อน ±0.1 V

นอกจากนี้ต้องพิจารณาถึงเรื่องราคา ความคงทน ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา การให้บริการหลังการขายของตัวแทนจำหน่าย โดยเฉพาะด้านการบำรุงรักษาซ่อมแซม ปรับตั้งความเที่ยงตรง และแหล่งพลังงาน เช่น แบตเตอรี่ ควรจัดหาได้ง่ายและราคาไม่แพงจนเกินไป เป็นต้น

1.4 ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือวัด

1.4.1 คู่มือการใช้งาน (User Manual) ควรศึกษาคู่มือการใช้งานของเครื่องมือวัดให้เข้าใจก่อนนำไปใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อต่อไปนี้
(1) ส่วนประกอบของเครื่องมือวัด และหน้าที่ของส่วนประกอบนั้นๆ โดยเฉพาะส่วนที่ปรากฏให้เห็นภายนอกและปุ่มควบคุมต่างๆ
(2) การทำงานของปุ่มควบคุมต่าง ๆ
(3) การเริ่มต้นใช้เครื่องมือวัด โดยเฉพาะข้อระวังเกี่ยวกับการบรรจุแบตเตอรี่ (ถ้ามี) จะต้องไม่ผิดขั้ว
(4) ขั้นตอนการใช้งาน การเลือกข้อมูลที่ต้องการวัด (สำหรับเครื่องมือวัดที่สามารถวัดข้อมูลได้หลายชนิด) ช่วงที่ต้องการวัด การปรับตั้งค่าศูนย์ และที่สำคัญ ข้อควรระวังในการใช้ เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้และป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดกับเครื่องมือวัด
(5) วิธีการบันทึกและอ่านข้อมูล ปัจจุบันเครื่องมือวัดที่ทันสมัยจะใช้ระบบดิจิทัล จึงต้องศึกษาวิธีการบันทึกและอ่านข้อมูลให้เข้าใจก่อนใช้งาน รวมทั้งการปรับตั้ง วิธีการบันทึก เช่น บันทึกแบบชั่วคราวหรือแบบต่อเนื่อง เป็นต้น
(6) ศึกษาให้เข้าใจเกี่ยวกับเหตุขัดข้องจากการใช้งานและวิธีแก้ไข
(7) ศึกษารายละเอียดข้อกำหนดเครื่องมือวัด ซึ่งโดยปกติข้อนี้น่าจะพิจารณาก่อนการจัดซื้อ หรือก่อนตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือวัดนั้น ๆ
(8) ตรวจสอบความเรียบร้อยครบถ้วนของชุดเครื่องมือวัดก่อนนำไปใช้งานทุกครั้ง โดยเฉพาะกำลังไฟฟ้าที่เหลือในแบตเตอรี่ (ถ้ามี) และการทำงานของเครื่องมือวัดว่าเป็นปกติหรือไม่
(9) ก่อนนำเครื่องมือวัดไปใช้งานต้องแน่ใจว่าไม่ใช้เครื่องมือวัดผิดประเภทกับงาน และต้องคำนึงถึงย่านการวัดด้วย
1.4.2 การใช้งาน
(1) ปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือการใช้งานอย่างเคร่งครัด โดยเฉพาะข้อควรระวังเกี่ยวกับความปลอดภัย และควรกลับไปศึกษาคู่มือหากยังมีข้อสงสัยเกี่ยวกับวิธีและขั้นตอนการใช้ ห้ามลองผิดลองถูกโดยเด็ดขาด และควรเก็บคู่มือไว้ในที่ปลอดภัยหรือเก็บไว้ในกล่องเครื่องมืออยู่เสมอ
(2) การต่อสายไฟ และการบรรจุแบตเตอรี่ จะต้องระวังไม่ให้ผิดขั้ว
(3) ให้ความเอาใจใส่เรื่องการเริ่มต้นปรับตั้ง (Set Up) โดยเฉพาะเรื่องการตั้งค่าศูนย์และช่วงการวัด (Range) รวมทั้งหน่วยของการวัด
(4) ควรมีบันทึกข้อมูลที่สำคัญสำรองเก็บไว้ ไม่ควรบันทึกในตัวเครื่องวัดเพียงอย่างเดียว
(5) หลังการใช้งานควรเก็บรักษาให้เรียบร้อย ถ้าเป็นเครื่องมือวัดที่ใช้แบตเตอรี่ ควรถอดแบตเตอรี่ออกเมื่อเสร็จสิ้นการใช้งานก่อนเก็บเข้าตู้เก็บเครื่องมือ

1.5 การเลือกเครื่องมือวัดเพื่อตรวจวัดระบบที่ใช้พลังงาน

1.5.1 ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า

ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า หมายถึง ระบบส่งจ่ายไฟฟ้าตั้งแต่จุดที่ออกจากหม้อแปลง จนถึงตู้ส่งจ่ายหรือตู้ MDB (Main Distribution Board; MDB) ที่แต่ละจุดภายในโรงงานค่าที่จำเป็นต้องตรวจวัดในระบบส่งจ่ายไฟฟ้า สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1.5-1 ซึ่งได้แก่ **แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) กระแสไฟฟ้า (แอมป์) กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) และตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ซึ่งเรียกโดยรวมว่าค่าทางไฟฟ้า** เพื่อนำมาใช้ในการตรวจสอบสภาพโดยทั่วไปของระบบ เช่น ลักษณะการใช้ไฟฟ้า เวลาที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดเพื่อจัดโหลดหลีกเลี่ยงช่วง Peak ของค่าไฟฟ้า ความสมดุลของกระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟสเพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ศักยภาพในปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า โดยทั่วไปเครื่องมือตรวจวัดมีทั้งชนิดที่วัดค่าทางไฟฟ้า**แบบชั่วขณะ** เช่น แอมป์มิเตอร์หรือเพาเวอร์มิเตอร์แบบแคลมป์ มิเตอร์วัดค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า และเครื่องมือตรวจวัดชนิดที่วัดและ**บันทึกค่าแบบต่อเนื่อง**

ตารางที่ 1.5-1 ค่าที่จำเป็นและเครื่องมือที่ใช้ในตรวจวัดระบบส่งจ่ายไฟฟ้า

ระบบ	ค่าที่ตรวจวัด	เครื่องมือ
ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า	• แรงดันไฟฟ้า • กระแสไฟฟ้า • กำลังไฟฟ้า • ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	• เพาเวอร์มิเตอร์แบบคล้องวัด • เครื่องมือวัดและบันทึกค่าทางไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง

1.5.2 ระบบแสงสว่าง

ค่าที่จำเป็นต้องสำรวจและตรวจวัดสำหรับระบบแสงสว่าง สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1.5-2 ซึ่งได้แก่ **ชนิดและจำนวนของหลอดไฟและโคมไฟในแต่ละพื้นที่ ตลอดจนค่าทางไฟฟ้าเพื่อคำนวณดัชนีการใช้แสงสว่าง**ซึ่งไม่ควรเกินเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวง สำหรับพื้นที่ทำงานที่ต้องการความสว่างมากขึ้น เช่น พื้นที่ขายของตามศูนย์การค้า ค่าความส่องสว่าง (Lux) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของจำนวนและตำแหน่งของหลอดไฟและโคมไฟเมื่อเทียบกับลักษณะการใช้งานของแต่ละพื้นที่ ซึ่งจำเป็นต้องวัดค่าความส่องสว่างในระดับความสูงเดียวกับพื้นที่ใช้งานจริง เช่น บนโต๊ะทำงาน หรือบนพื้นทางเดินภายในโรงงาน นอกจากนี้ยังต้องสำรวจเวลาใช้งานระบบแสงสว่างในแต่ละพื้นที่อีกด้วย เครื่องมือตรวจวัดที่จำเป็น ได้แก่ เครื่องวัดค่าทางไฟฟ้าและเครื่องวัดค่าความส่องสว่าง (Lux Meter)

ตารางที่ 1.5-2 ค่าที่จำเป็นและเครื่องมือที่ใช้ในตรวจวัดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ระบบ	ค่าที่ตรวจวัด	เครื่องมือ
ระบบแสงสว่าง	● ค่าทางไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง ● ค่าความส่องสว่าง ● ขนาดพื้นที่ของแต่ละส่วน	● เครื่องวัดค่าทางไฟฟ้า ● เครื่องวัดค่าความส่องสว่าง (Lux Meter)

1.5.3 มอเตอร์และอุปกรณ์ทางไฟฟ้าอื่นๆ

ค่าที่จำเป็นต้องตรวจวัด ได้แก่ **ค่าทางไฟฟ้าต่างๆ และช่วงเวลาการทำงาน ตลอดจนความเร็วรอบ**ในกรณีของมอเตอร์ที่ต้องการประเมินประสิทธิภาพของมอเตอร์ด้วย เครื่องมือตรวจวัดที่จำเป็น ได้แก่ เครื่องวัดค่าทางไฟฟ้า และเครื่องวัดความเร็วรอบ

ตารางที่ 1.5-3 ค่าที่จำเป็นและเครื่องมือที่ใช้ในตรวจวัดมอเตอร์และอุปกรณ์ทางไฟฟ้าอื่น ๆ

ระบบ	ค่าที่ตรวจวัด	เครื่องมือ
มอเตอร์และอุปกรณ์ทางไฟฟ้า	● ค่าทางไฟฟ้า ● ความเร็วรอบ กรณีเป็นมอเตอร์	● เครื่องวัดค่าทางไฟฟ้า ● เครื่องวัดความเร็วรอบ

สรุปเนื้อหาวิชา

1. หน่วยวัดทางไฟฟ้า

1.1 กระแสไฟฟ้า มีหน่วยวัดเป็น แอมแปร์ (Ampere) ใช้สัญลักษณ์เป็น “A”

1.2 กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watt) ใช้สัญลักษณ์เป็น “W” กำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ (W) มีค่าเท่ากับกำลังที่ให้พลังงาน 1 จูล (J) ต่อหนึ่งวินาที

1.3 แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยวัดเป็น โวลต์ (Volt) ใช้สัญลักษณ์เป็น “V”

1.4 ความต้านทานไฟฟ้า (Resistance) มีหน่วยวัดเป็น โอห์ม (Ohm) และใช้สัญลักษณ์เป็น “Ω”

1.5 ความจุไฟฟ้า (Capacitance) มีหน่วยวัดเป็น ฟารัด (Farad) และใช้สัญลักษณ์เป็น “F”

1.6 ความเหนี่ยวนำ (Inductance) มีหน่วยวัดเป็น เฮนรี่ (Henry) และใช้สัญลักษณ์เป็น “H”

2. หลักการเลือกใช้เครื่องมือวัด

ควรพิจารณาถึงประเด็นสำคัญทางด้านเทคนิค ดังนี้

2.1 ย่านการวัดที่ต้องการ (Range)

2.2 ระดับความแม่นยำ (Accuracy) โดยทั่วไปควรมีระดับความแม่นยำที่ต้องการประมาณ ± 0.5% ถึง ± 2.0%

2.3 ลักษณะการใช้งาน เช่น สัมผัสหรือไม่ต้องสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัด พกพาได้หรือติดตั้งอยู่กับที่

2.4 ระยะเวลาตอบสนอง (ระยะเวลาที่ใช้วัดหรือความไว)

3. ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือวัด

ควรศึกษาคู่มือการใช้งานของเครื่องมือวัดให้เข้าใจก่อนนำไปใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ส่วนประกอบของเครื่องมือวัด และหน้าที่ของส่วนประกอบนั้นๆ

3.2 การทำงานของปุ่มควบคุมต่าง ๆ

3.3 การเริ่มต้นใช้เครื่องมือวัด โดยเฉพาะข้อระวังเกี่ยวกับการบรรจุแบตเตอรี่ (ถ้ามี) จะต้องไม่ผิดขั้ว

3.4 ขั้นตอนการใช้งาน ที่สำคัญ ข้อควรระวังในการใช้ เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้และป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดกับเครื่องมือวัด

3.5 วิธีการบันทึกและอ่านข้อมูล

3.6 ศึกษาให้เข้าใจเกี่ยวกับเหตุขัดข้องจากการใช้งานและวิธีแก้ไข

3.7 ศึกษารายละเอียดข้อกำหนดเครื่องมือวัด

3.8 ตรวจสอบความเรียบร้อยครบถ้วนของชุดเครื่องมือวัดก่อนนำไปใช้งานทุกครั้ง

3.9 ก่อนนำเครื่องมือวัดไปใช้งานต้องแน่ใจว่าไม่ใช้เครื่องมือวัดผิดประเภท และต้องคำนึงถึงย่านการวัดด้วย

4. การเลือกเครื่องมือวัดเพื่อตรวจวัดระบบที่ใช้พลังงาน

4.1 ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า

ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า หมายถึง ระบบส่งจ่ายไฟฟ้าตั้งแต่จุดที่ออกจากหม้อแปลง จนถึงตู้ส่งจ่ายหรือตู้ MDB (Main Distribution Board; MDB) ที่แต่ละจุดภายในโรงงาน ค่าที่จำเป็นต้องตรวจวัดในระบบส่งจ่ายไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) กระแสไฟฟ้า (แอมป์) กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) และตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) ซึ่งเรียกโดยรวมว่าค่าทางไฟฟ้า

ค่าที่จำเป็นและเครื่องมือที่ใช้ในตรวจวัดระบบส่งจ่ายไฟฟ้า

ระบบ	ค่าที่ตรวจวัด	เครื่องมือ
ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า	● แรงดันไฟฟ้า ● กระแสไฟฟ้า ● กำลังไฟฟ้า ● ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	● เพาเวอร์มิเตอร์แบบคล้องวัด ● เครื่องมือวัดและบันทึกค่าทางไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง

4.2 ระบบแสงสว่าง

ค่าที่จำเป็นและเครื่องมือที่ใช้ในตรวจวัดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ระบบ	ค่าที่ตรวจวัด	เครื่องมือ
ระบบแสงสว่าง	● ค่าทางไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง ● ค่าความส่องสว่าง ● ขนาดพื้นที่ของแต่ละส่วน	● เครื่องวัดค่าทางไฟฟ้า ● เครื่องวัดค่าความส่องสว่าง (Lux Meter)

4.3 มอเตอร์และอุปกรณ์ทางไฟฟ้าอื่นๆ

ค่าที่จำเป็นและเครื่องมือที่ใช้ในตรวจวัดมอเตอร์และอุปกรณ์ทางไฟฟ้าอื่น ๆ

ระบบ	ค่าที่ตรวจวัด	เครื่องมือ
มอเตอร์และอุปกรณ์ทางไฟฟ้า	● ค่าทางไฟฟ้า ● ความเร็วรอบ กรณีเป็นมอเตอร์	● เครื่องวัดค่าทางไฟฟ้า ● เครื่องวัดความเร็วรอบ

เอกสารอ้างอิง
[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, (2547), ตำราฝึกอบรมหลักสูตรผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (ผชพ.) สามัญ
[2] สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), (2527), เทคนิคการประหยัดพลังงานภาคไฟฟ้า
[3] การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคาร,เอกสารเผยแพร่,กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน,กระทรวงพลังงาน
[4] การตรวจวัดการใช้พลังงาน (TB1- G9- Thai), ศูนย์ทรัพยากรฝึกอบรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน , กองฝึกอบรม กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน