

# สารบัญ

## ตอนที่ 2 การอนุรักษ์พลังงานภาคไฟฟ้า

### บทที่ 1 เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า (Electrical Measurement)

1.1 บทนำ	1-1
1.2 ชนิดของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและวิธีการใช้	1-2
1.2.1 พื้นฐานการวัดทางไฟฟ้า	1-2
1.2.2 หน่วยวัดทางไฟฟ้า	1-2
1.2.3 เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าพื้นฐานเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน	1-2
1.3 หลักการเลือกใช้เครื่องมือวัด	1-5
1.4 ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือวัด	1-7
1.4.1 คู่มือการใช้งาน	1-7
1.4.2 การใช้งาน	1-7
1.5 การเลือกเครื่องมือวัดเพื่อตรวจวัดระบบที่ใช้พลังงาน	1-8
1.5.1 ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า	1-8
1.5.2 ระบบแสงสว่าง	1-8
1.5.3 มอเตอร์และอุปกรณ์ทางไฟฟ้าอื่น ๆ	1-9

### บทที่ 2 ระบบไฟฟ้ากำลัง (Electric Power System)

2.1 บทนำ	2-2
2.2 การอนุรักษ์พลังงานคืออะไร	2-6
2.3 พื้นฐานวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่ควรทราบ	2-7
2.3.1 แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ	2-7
2.3.2 การนำข้อมูลแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับมาใช้งาน	2-8
2.3.3 โหลดในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	2-8
2.3.4 กำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	2-12
2.4 การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor Correction)	2-13
2.4.1 การติดตั้งตัวเก็บประจุ (การติดตั้ง CAPACITOR Bank)	2-19
2.4.2 ข้อดีและข้อเสียของการใช้ตัวเก็บประจุไฟฟ้า	2-21
2.4.3 ข้อควรระวังในการใช้ตัวเก็บประจุไฟฟ้า	2-22
2.4.4 สมการใช้งานที่เกี่ยวข้อง	2-22

## สารบัญ

2.4.5 การเรียกเก็บค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของการไฟฟ้า	2-25
2.4.6 โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าในปัจจุบัน	2-27
2.5 การลดความสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า	2-32
2.6 การลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด และการบริหารพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า	2-38
2.7 การพิจารณาเพื่อคัดเลือกกิจกรรมที่เหมาะสม	2-44
2.8 การตรวจวินิจฉัยเพื่อหาแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน	2-45
2.9 แบบตรวจสอบศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	2-46
2.10 โปรแกรมการวิเคราะห์มาตรการอนุรักษ์พลังงาน	2-47
2.11 กรณีศึกษา	2-56
<b>บทที่ 3 การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Energy Conservation for Lighting System)</b>	
3.1 บทนำ	3-1
3.2 แหล่งกำเนิดแสง	3-3
3.2.1 แหล่งกำเนิดแสงจากธรรมชาติ	3-3
3.2.2 แหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์	3-3
3.3 นิยามศัพท์ที่สำคัญเกี่ยวกับปริมาณแสง	3-3
3.4 อุปกรณ์สำคัญในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	3-4
3.4.1 หลอดไฟฟ้า	3-4
3.5 การพิจารณาเลือกใช้หลอดไฟ	3-24
3.6 อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับหลอดไฟฟ้าที่มีผลต่อประสิทธิภาพพลังงาน	3-25
3.6.1 บัลลาสต์	3-25
3.6.2 โคมไฟส่องสว่าง (Luminaries)	3-29
3.7 มาตรฐานระดับความส่องสว่าง	3-42
3.8 วิธีการวัดค่าความส่องสว่างของพื้นที่ทำงาน	3-43
3.8.1 ตัวอย่างการตรวจวัด	3-44
3.9 การคำนวณความส่องสว่างแบบลูเมน (Lumen Method)	3-45
3.10 การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	3-47
3.10.1 ข้อกำหนดเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคาร	3-47
ควบคุมตามกฎทรงว่าด้วยการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน	

## สารบัญ

3.10.2	ข้อเสนอแนะของการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารตามมาตรฐาน IES	3-48
3.11	การตรวจวินิจฉัยเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน	3-49
3.12	แบบตรวจสอบศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	3-52
3.13	โปรแกรมวิเคราะห์มาตรการอนุรักษ์พลังงาน	3-53
3.14	กรณีศึกษา	3-59
<b>บทที่ 4 การอนุรักษ์พลังงานสำหรับมอเตอร์ (Energy conservation for motor)</b>		
4.1	บทนำ	4-2
4.2	ชนิดและหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า	4-2
4.3	ส่วนประกอบและหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า	4-3
4.3.1	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส	4-3
4.3.2	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	4-6
4.3.3	การเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส	4-8
4.4	ประสิทธิภาพมอเตอร์ไฟฟ้า	4-12
4.4.1	แนวทางการประหยัดพลังงานในการใช้มอเตอร์	4-15
4.5	ความแตกต่างระหว่างมอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงและมอเตอร์ไฟฟ้ามาตรฐานทั่วไป	4-16
4.6	การอนุรักษ์พลังงานที่เกิดจากการใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	4-19
4.7	หลักการพิจารณาใช้มอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงและอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ	4-22
4.8	การพิจารณาใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบเพื่อประหยัดพลังงานในมอเตอร์	4-23
4.8.1	งานที่ใช้เครื่องควบคุมความเร็วรอบ	4-24
4.9	การตรวจวินิจฉัยเพื่อหาแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน	4-26
4.10	แบบตรวจสอบศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	4-28
4.11	โปรแกรมวิเคราะห์มาตรการอนุรักษ์พลังงาน	4-29
4.12	กรณีศึกษา	4-33
<b>บทที่ 5 การอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบอากาศอัด (Energy conservation for compressed air system)</b>		
5.1	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องอัดอากาศ และระบบอากาศอัด	5-2
5.1.1	ส่วนการสร้างอากาศอัด	5-2

## สารบัญ

5.1.2 ส่วนการจ่ายอากาศอัด	5-2
5.1.3 ส่วนการใช้อากาศอัด	5-3
5.2 อุปกรณ์ในระบบอากาศอัด	5-3
5.2.1 เครื่องอัดอากาศ	5-4
5.2.2 ท่อดูดอากาศ	5-5
5.2.3 After Cooler	5-5
5.2.4 Air Dryer	5-6
5.2.5 ถังเก็บอากาศอัด	5-6
5.2.6 ท่อเมน	5-7
5.2.7 เครื่องเพิ่มแรงดัน (Booster)	5-8
5.3 หลักการทำงาน การติดตั้ง และการควบคุมการทำงานของเครื่องอัดอากาศ	5-10
5.3.1 การติดตั้งเครื่องอัดอากาศแบบรวมศูนย์กับแบบกระจาย	5-10
5.3.2 การควบคุมการทำงานของเครื่องอัดอากาศ	5-10
5.4 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องอัดอากาศ	5-19
5.5 การตรวจสอบการทำงานและประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องอัดอากาศ	5-20
5.5.1 ข้อมูลที่สำคัญที่ควรตรวจวัด	5-20
5.5.2 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจวัด	5-20
5.6 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด	5-22
5.7 การตรวจวินิจฉัยเพื่อหาแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน	5-31
5.8 แบบตรวจสอบศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	5-35
5.9 โปรแกรมวิเคราะห์มาตรการอนุรักษ์พลังงาน	5-36
5.10 กรณีศึกษา	5-49
<b>บทที่ 6 การอนุรักษ์พลังงานสำหรับเครื่องสูบน้ำ (Energy conservation of water pump)</b>	
6.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องสูบน้ำ	6-2
6.2 ประเภทของเครื่องสูบน้ำ	6-2
6.2.1 แยกตามลักษณะการเพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลว	6-2
6.2.2 แยกตามลักษณะการขับเคลื่อนของเหลวในเครื่องสูบน้ำ	6-3
6.3 เฮด (Head)	6-7

## สารบัญ

6.3.1	เสดความดัน (Pressure Head, $H_p$ )	6-7
6.3.2	เสดความเร็ว (Velocity Head, $H_v$ )	6-7
6.3.3	เสดสถิตย (Potential Head, $Z$ )	6-8
6.3.4	เสดการสูญเสยรวม (Total Head Loss, $H_L$ )	6-8
6.3.5	กราฟเสดของระบบ (System Head Curve)	6-14
6.3.6	กราฟเสดของเครื่องสูบน้ำ	6-15
6.3.7	ความเร็วจำเพาะและคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ	6-16
6.4	หลักการของ NPSH	6-20
6.4.1	หลักพื้นฐานและความเข้าใจเกี่ยวกับ NPSH	6-20
6.4.2	แฟกเตอร์ต่างๆ ที่มีผลต่อ NPSH	6-28
6.4.3	ผลของของไหลที่สูบลดค่า NPSH	6-29
6.5	ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องสูบน้ำ	6-29
6.5.1	เกณฑ์การออกแบบเครื่องสูบน้ำ	6-30
6.5.2	การเกิดค้อนน้ำในระบบท่อส่งน้ำ	6-32
6.6	การตรวจสอบการทำงานและประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องสูบน้ำ	6-33
6.6.1	ข้อมูลที่สำคัญที่ควรตรวจวัด	6-33
6.6.2	เครื่องมือที่ใช้สำหรับการตรวจวัดเครื่องสูบน้ำ	6-34
6.6.3	เทคนิคการตรวจวัดเครื่องสูบน้ำ	6-38
6.7	การวิเคราะห์การใช้พลังงานระบบเครื่องสูบน้ำ	6-38
6.7.1	กำลังไฮดรอลิก	6-38
6.7.2	ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ	6-39
6.7.3	การคำนวณขนาดต้นกำลังขับเครื่องสูบน้ำ	6-40
6.7.4	สมรรถนะการทำงานของเครื่องสูบน้ำ	6-42
6.7.5	กฎความคล้ายของเครื่องสูบน้ำ	6-44
6.8	แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในระบบเครื่องสูบน้ำ	6-48
6.8.1	การปรับความเร็วรอบของเครื่องสูบน้ำ	6-48
6.8.2	การบำรุงรักษา	6-50
6.8.3	การปรับปรุงอุปกรณ์	6-51
6.8.4	การจัดการตรวจสอบ	6-54

## สารบัญ

6.9 การตรวจวินิจฉัยเพื่อหาแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน	6-54
6.10 แบบตรวจสอบศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	6-58
6.11 โปรแกรมวิเคราะห์หามาตรการอนุรักษ์พลังงาน	6-59
6.12 กรณีศึกษา	6-68
<b>บทที่ 7 การอนุรักษ์พลังงานสำหรับพัดลม (Energy conservation for fan)</b>	
7.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพัดลม	7-1
7.2 ประเภทของพัดลม	7-2
7.2.1 พัดลมแบบหมุนเหวี่ยง (Centrifugal Flow Fan)	7-2
7.2.2 พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน (Axial Flow Fan)	7-4
7.3 การสูญเสียพลังงานการไหลในท่อลม	7-5
7.3.1 เสดความฝืดในท่อลม	7-5
7.3.2 การสูญเสียเสดเนื่องจากการไหลผ่านอุปกรณ์	7-9
7.4 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพพลังงานของพัดลม	7-10
7.4.1 เงื่อนไขการออกแบบพัดลม	7-11
7.5 การตรวจสอบการทำงานและประสิทธิภาพพลังงานของพัดลม	7-12
7.5.1 ข้อมูลที่สำคัญที่ควรตรวจวัด	7-12
7.5.2 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการตรวจวัดพัดลม	7-13
7.5.3 เทคนิคการตรวจวัดพัดลม (Fan & Blower)	7-18
7.6 การวิเคราะห์การใช้พลังงานของพัดลม	7-18
7.6.1 กำลังลม	7-18
7.6.2 ประสิทธิภาพของพัดลม	7-21
7.6.3 การคำนวณขนาดต้นกำลังขับพัดลม	7-21
7.6.4 คุณลักษณะและสมรรถนะการทำงานของพัดลม	7-22
7.7 กฎความคล้ายของพัดลม	7-25
7.7.1 เมื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัดมีค่าคงที่แต่มีการเปลี่ยนแปลงรอบ ความเร็ว	7-26
7.7.2 เมื่อรอบความเร็วมีค่าคงที่ แต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของใบพัด เปลี่ยนไป	7-27

## สารบัญ

7.8 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในพัดลม	7-29
7.8.1 การควบคุมการเปิด-ปิดพัดลม	7-29
7.8.2 การลดปริมาณลม – ความดัน ให้เหมาะสมกับที่ภาระต้องการ	7-30
7.8.3 การควบคุมความเร็วรอบพัดลม	7-31
7.8.4 การตรวจสอบและบำรุงรักษาพัดลม	7-32
7.9 การตรวจวินิจฉัยเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน	7-33
7.10 แบบตรวจสอบศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน	7-35
7.11 โปรแกรมวิเคราะห์หามาตรการอนุรักษ์พลังงาน	7-37
7.12 กรณีศึกษา	7-43