



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลกระทบของการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
ของระบบไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโดยพิจารณาแบบจำลองโหลดจริงที่ขึ้นกับ
แรงดันไฟฟ้า

โดย ดร. คมสันต์ ดาโรจน์ และคณะ

เดือน กันยายน 2556



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลกระทบของการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
ของระบบไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมโดยพิจารณาแบบจำลองโหลดจริงที่ขึ้นกับ
แรงดันไฟฟ้า

The Effect of Power factor Improvement to the Efficiency of Energy
Utilization of Electric System in a Factory by Considering Voltage
Dependent Load Model

คณะผู้วิจัย

1. อ. ดร. คมสันต์ ดาโรจน์
2. ดร. วัฒนะ ลิ้มปิ่นท้วม
3. นายสมนึก เวียนวัฒนชัย
4. นายราเชนทร์ บุญทัน

สังกัด

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
แผนกพัฒนารัฐกิจพลังงาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานงบประมาณ

ประจำปีงบประมาณ 2554

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย ม.อบ. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 นโยบายด้านพลังงานของกระทรวงพลังงาน	1
1.2 การอนุรักษ์พลังงาน	3
1.3 การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	6
1.4 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	7
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
1.6 แนวทางดำเนินการวิจัย	8
1.7 ขั้นตอนดำเนินงาน	9
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	10
2.1 กำลังไฟฟ้าจินตภาพ	10
2.1.1 นิยามของกำลังไฟฟ้า	11
2.1.2 ความสำคัญของกำลังไฟฟ้าจินตภาพ	11
2.1.3 แหล่งกำเนิดของกำลังไฟฟ้าจินตภาพ	12
2.1.4 ความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้าจินตภาพต่อแรงดันไฟฟ้า	14
2.1.4 การวางแผนติดตั้งตัวเก็บประจุในระบบจำหน่ายไฟฟ้า	16
2.2 การปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้าในโรงงาน	19
2.2.1 วัตถุประสงค์ของการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	20
2.2.2 ขนาดของตัวเก็บประจุที่เหมาะสม	21
2.2.3 ตำแหน่งการติดตั้งตัวเก็บประจุ	24
2.2.3.1 โหลดแต่ละตัว (Individual Compensation)	24
2.2.3.2 กลุ่มของโหลด (Group Compensation)	25
2.2.3.3 ศูนย์กลางของโหลด (Central Compensation)	26
2.2.3.4 หม้อแปลงด้านแรงดันต่ำ (Transformer Compensation)	26
2.3 การคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้า	27
บทที่ 3 โหลดไฟฟ้า	31
3.1 โหลดแสงสว่าง	31
3.1.1 หลอดไฟแบบมีไส้	31
3.1.2 หลอดไฟแบบบรรจุก๊าซ (Discharge Lamp)	33
3.1.2.1 หลอดบรรจุก๊าซความดันต่ำ	33
3.1.2.2 หลอดบรรจุก๊าซความดันสูง	35
3.2 บัลลัสต์	37
3.2.1 บัลลัสต์แกนเหล็ก	37
3.1.2 บัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์	37

3.3 มอเตอร์ไฟฟ้า	38
3.3.1 มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบหนึ่งเฟส	39
3.3.1.1 มอเตอร์แบบสปลิตเฟส (Split-phase Motor)	39
3.3.1.2 คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)	39
3.3.1.3 รีพัลชันมอเตอร์ (Repulsion Motor)	40
3.3.1.4 ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor)	40
3.3.1.4 เซดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded Pole Motor)	40
3.3.2 มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบสามเฟส	41
3.4 คุณลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	42
3.4.1 สมรรถนะของมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	42
3.4.2 กำลังงาน แรงบิด ความเร็วรอบ กำลังสูญเสีย และประสิทธิภาพ	43
3.4.3 คุณลักษณะของแรงบิดกับความเร็ว (Torque-Speed Characteristic)	45
บทที่ 4 การทดสอบและพัฒนาแบบจำลองโหลด	48
4.1 การทดสอบโหลดแสงสว่าง	48
4.1.1 การทดสอบหลอดไส้	48
4.1.2 การทดสอบหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็ก	51
4.1.3 การทดสอบหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	54
4.2 การทดสอบโหลดมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำหนึ่งเฟส	54
4.3 การทดสอบโหลดมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำสามเฟส	59
4.4 แบบจำลองโหลดที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้า	61
4.4.1 แบบจำลองโหลด YIP	61
4.4.2 แบบจำลองโหลดที่แปรผันกับค่าแรงดันไฟฟ้าส่วนต่าง	62
4.4.3 การแปลงค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองโหลด	62
4.4.4 ฐานข้อมูลของแบบจำลองโหลด	63
บทที่ 5 การพัฒนาซอฟต์แวร์และผลการทดสอบ	66
5.1 การพัฒนาโปรแกรม YIPPF	66
5.1.1 ส่วนข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณ	66
5.1.2 ส่วนการคำนวณ	68
5.1.2.1 แบบจำลองโหลดที่กำลังไฟฟ้าไม่ขึ้นกับค่าแรงดัน	68
5.1.2.2 แบบจำลองโหลดที่กำลังไฟฟ้าขึ้นกับค่าแรงดัน	68
5.1.3 ส่วนการแสดงผล	69
5.1.4 ไฟล์ทั้งหมดในโปรแกรม	69
5.2 ระบบทดสอบ	70
5.3 ผลการทดสอบ	74
5.3.1 ผลการคำนวณก่อนการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	74
5.3.2 ผลการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ณ ขั้วโหลด	75
5.3.3 ผลของตำแหน่งการติดตั้งตัวเก็บประจุ	78

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	81
เอกสารอ้างอิง	83
ภาคผนวก	86