

รายงานการศึกษาส่วนบุคคล
(Individual Study)

เรื่อง การลดค่าไฟฟ้า
ภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทรา

จัดทำโดย นายอิทธิกฤต แดงทอง

ตำแหน่ง นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน

สังกัด สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ สำนักการระบายน้ำ

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกอบรม

หลักสูตรนักบริหารมหานครระดับต้น รุ่นที่ ๓๔

สถาบันพัฒนาข้าราชการกรุงเทพมหานคร

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๒

คำนำ

รายงานการศึกษาส่วนบุคคล ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกอบรมหลักสูตรนักบริหาร
มหานครระดับต้น รุ่นที่ ๓๔ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางการบริหารจัดการในเรื่องของการลดค่าไฟฟ้าภายใน
โรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทรา ให้เป็นรูปธรรม โดยการติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (Power
Factor Correction) เพื่อลดค่ากระแสไฟฟ้ารายเดือนให้ต่ำกว่าปัจจุบัน พร้อมกับจัดทำคู่มือการใช้
งานการบำรุงรักษา และการซ่อมบำรุงชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง เผยแพร่ให้เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน
ให้เป็นแนวทางเดียวกัน อีกทั้งยังเป็นการลดการใช้พลังงานและลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่ง

ผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์ไพโรจน์ จันท์เจือ หัวหน้าสถานีดับเพลิงปางกะปิ สำนัก
ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำในการจัดทำรายงาน
ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และหวังว่ารายงานการศึกษาส่วนบุคคลฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจและผู้ที่
ศึกษาค้นคว้าต่อไป

อิทธิกฤต แดงทอง
๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	๒
๑. ชื่อเรื่องรายงานการศึกษาส่วนบุคคล	๑
๒. หลักการและเหตุผล	๑
๓. วัตถุประสงค์	๓
๔. เป้าหมาย	๓
๕. ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	๓
๕.๑ พื้นฐานวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	๓
๕.๒ กำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	๔
๕.๓ การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	๕
๖. ขอบเขตการดำเนินการ / วิธีการดำเนินงาน	๘
๖.๑ ตรวจสอบและตรวจวัดค่าตัวประกอบกำลัง	๘
๖.๒ คำนวณการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง	๘
๖.๓ จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง	๘
๖.๔ ติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง	๙
๗. งบประมาณในการดำเนินการ	๙
๘. ระยะเวลาในการดำเนินการ	๑๐
๙. แนวทางการติดตามและประเมินผล	๑๐
๑๐. บรรณานุกรม	๑๒

๑. ชื่อเรื่องรายงานการศึกษาส่วนบุคคล

การลดค่าไฟฟ้าภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทรา

๒. หลักการและเหตุผล

โรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทราเป็นโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ๑ ใน ๑๒ โรงควบคุมคุณภาพน้ำที่รับโอนจากการเคหะแห่งชาติ รับน้ำเสียจากอาคารบ้านพัก อาศัย บริเวณแฟลตและร้านค้า ครอบครัวพื้นที่ประมาณ ๔ ตารางกิโลเมตร เพื่อประโยชน์แก่ชุมชนประมาณ ๑๓๐,๐๐๐ คน

ในการสร้างอาคารที่พักอาศัยรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงที่ดำเนินการโดยการเคหะแห่งชาติต้องมีการสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อรองรับน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการใช้น้ำชีวิตประจำวันของผู้พักอาศัย แต่การเดินระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้นทุกปีและยังมีค่าซ่อมบำรุงอีกส่วนหนึ่งขณะที่การเคหะแห่งชาติมีค่าใช้จ่ายในการดูแลสาธารณูปโภคอื่น ๆ ที่จำเป็นอีกมาก และไม่ต้องการให้ผู้พักอาศัยซึ่งส่วนใหญ่มีรายได้ไม่มากนักมาเฉลี่ยรับค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ จึงพยายามโอนโรงควบคุมคุณภาพน้ำเคหะชุมชนต่าง ๆ ให้กับกรุงเทพมหานครรับมาอยู่ในความดูแล

แต่ตามระเบียบของกรุงเทพมหานคร การจะรับโอนสาธารณูปโภคใด ๆ ต้องสร้างคุณสมบัติของหน่วยงานด้วย ซึ่งการเคหะแห่งชาติยินดีทำข้อตกลงในการซ่อมแซมโรงควบคุมคุณภาพน้ำทุกแห่งให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ก่อนที่จะโอน รวมทั้งจะมีการสมทบเงินในช่วง ๕ ปีแรก

ภายใต้เงื่อนไขนี้ ระหว่าง พ.ศ. ๒๕๓๓-๒๕๔๐ กรุงเทพมหานครจึงได้ทยอยรับโอนโรงควบคุมคุณภาพน้ำจากการเคหะแห่งชาติมาอยู่ในความดูแลรวมทั้งสิ้น ๑๒ แห่ง ได้แก่ โรงควบคุมคุณภาพน้ำเคหะชุมชนห้วยขวาง บางนา คลองจั่น รามอินทรา พุ่งสองห้อง ๑ พุ่งสองห้อง ๒ หัวหมาก ท่าทราย คลองเตย ร่มเกล้า บางบัว และบ่อนไก่ รวมขีดความสามารถในการบำบัดน้ำเสีย ๒๔,๘๐๐ ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งทำให้ชาวเคหะชุมชน มีสาธารณูปโภคเช่นเดียวกับอาคารให้เช่าพักอาศัยอื่น ๆ ตลอดจนถึงปัจจุบัน

นอกจากนั้นแล้ว โรงควบคุมคุณภาพน้ำที่รับโอนมาทุกแห่ง ถือว่าเป็นโรงเรียนฝึกอบรมขั้นดีสำหรับบุคลากรของสำนักการระบายน้ำ ทั้งการออกแบบปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การเดินระบบ และสร้างประสบการณ์ในการบริหารโครงการระบบบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ในเวลาต่อไป

โรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทรา เป็นโรงควบคุมคุณภาพน้ำขนาดเล็กที่รวบรวมน้ำเสียที่ปล่อยมาจากอาคารชุดภายในการเคหะรามอินทราและหมู่บ้านใกล้เคียงประมาณ ๑,๐๐๐ ครัวเรือน ปริมาณน้ำเสียประมาณ ๘๐๐ ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เข้าสู่กระบวนการบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพน้ำที่ได้มาตรฐานน้ำทิ้งที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม อีกทั้งยังจ่ายให้หน่วยงานต่างๆ เข้ามารับน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไปใช้ให้เป็นประโยชน์ เช่น รดน้ำต้นไม้ สนามหญ้า บริเวณสวนสาธารณะ สวนหย่อม และเกาะกลางถนน หรือใช้ในการดับเพลิง บรรเทาสาธารณภัย เป็นต้น โดยในส่วนที่เหลือได้ปล่อยลงสู่

ลำคลองธรรมชาติเพื่อปรับปรุงสภาพน้ำในคลองดังกล่าวให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ในกิจกรรมต่างๆ เช่น ใช้ในการเกษตรกรรม การปศุสัตว์ เป็นต้น



จากการตรวจสอบตู้ควบคุมไฟฟ้า บริษัทไฟฟ้า (เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ไฟฟ้า) รวมถึงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของโรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทราที่ผ่านมา พบว่ามีปริมาณสูงกว่าค่าโดยรวมของบริษัทไฟฟ้า แม้ว่าโรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทรามีมาตรการในการใช้งาน การตรวจสอบบำรุงรักษาตู้ควบคุมไฟฟ้าบริษัทไฟฟ้าทั้งเชิงป้องกันและเชิงแก้ไขอย่างสม่ำเสมอแล้วก็ตาม จากการสันนิษฐานค่าน่าจะมีสาเหตุจากการที่โรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทรา ยังไม่ได้ติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor Correction) เพื่อลดค่าไฟฟ้า เนื่องจากตู้ควบคุมไฟฟ้าเป็นแบบเก่าที่รับโอนมาจากการเคหะแห่งชาติตั้งที่ได้กล่าวนำมาในเบื้องต้น ข้าพเจ้าในฐานะนายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน กลุ่มงานควบคุมคุณภาพน้ำ ๓ ส่วนปฏิบัติการจัดการคุณภาพน้ำ สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ สำนักการระบายน้ำ ซึ่งปฏิบัติหน้าที่หัวหน้าโรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทรา รับผิดชอบบริหารจัดการ การเดินระบบบำบัดน้ำเสียโรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทราได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการลดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าให้เป็นรูปธรรม โดยติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง เข้ากับตู้ควบคุมไฟฟ้าเดิม พร้อมกับ จัดทำคู่มือการใช้งานการบำรุงรักษา และการซ่อมบำรุงชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง เผยแพร่ให้เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานให้เป็นแนวทางเดียวกัน

๓. วัตถุประสงค์

๓.๑ เพื่อลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทรา โดยดำเนินการติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor Correction) เพิ่มเติม

๓.๒ เพื่อประหยัดพลังงาน ลดภาวะโลกร้อนหรือภาวะก๊าซเรือนกระจก (Green House Effect)

๓.๒ เพื่ออบรมการใช้งาน การบำรุงรักษา และการซ่อมบำรุงชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง ให้แก่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน

๓.๓ จัดทำคู่มือการใช้งาน การบำรุงรักษา และการซ่อมบำรุงชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง ให้แก่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานเพื่อกำหนดแนวทางการทำงานให้เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน

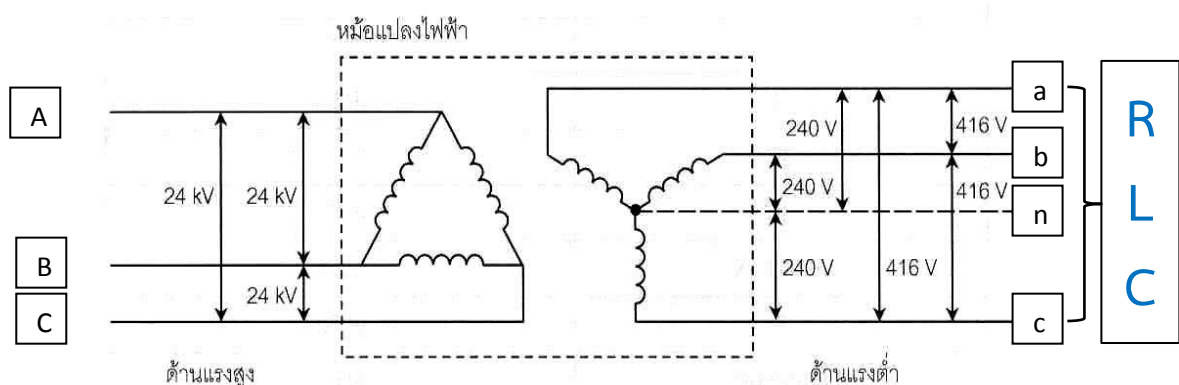
๔. เป้าหมาย

โรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทราสามารถลดค่าไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕ ต่อเดือน หลังจากที่ได้ดำเนินการแล้ว

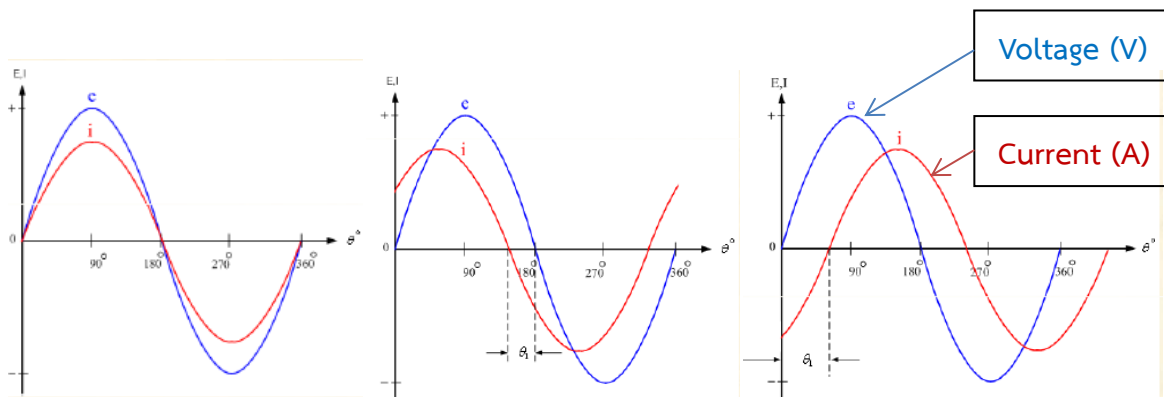
๕. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

๕.๑ พื้นฐานวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องตามสมควร ในที่นี้จะขอกล่าวถึงทฤษฎีทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องอย่างพอสังเขป ดังนี้ ระบบไฟฟ้าในบ้าน อาคารและโรงงาน เป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับ ที่มีสัญญาณตามทฤษฎีเป็นรูปคลื่นไซน์ไซดอล มีความถี่ ๕๐ Hz โดยทั่วไป โดยมีแรงดันด้านแรงต่ำระหว่างเฟสต่อเฟส ๔๑๖ โวลต์ แรงดันเฟสต่อนิวตรอล ๒๔๐ โวลต์ ดังรูป



เนื่องจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นสัญญาณรูปคลื่นไซน์ ที่มีทั้งขนาดและเฟสของสัญญาณ ซึ่งการคำนวณมีความยุ่งยาก ในทางทฤษฎีจึงเขียนแทนด้วยเฟสเซอร์ (Phasor) ซึ่งเป็นเวกเตอร์ชนิดหนึ่ง โดยลดรูปลงเหลือเพียงขนาดและมุม ดังรูปด้านล่าง



เฟสตรงกัน
โหลดตัวต้านทาน

เฟสเลื่อนแบบนำหน้า
โหลดตัวเก็บประจุ

เฟสเลื่อนแบบตามหลัง
โหลดตัวเหนี่ยวนำ

โหลดในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จะมีความซับซ้อนกว่า วงจรไฟฟ้ากระแสตรงมาก แต่อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับจำแนกโหลดพื้นฐานได้ เป็น ๓ กลุ่ม ดังตาราง

	R ตัวต้านทาน Resistor	L ตัวเหนี่ยวนำ Inductor	C ตัวเก็บประจุ Capacitor
สัญลักษณ์			
ผลทางสัญญาณไฟฟ้า	I มีเฟสตรงกับ V	I มีเฟสตามหลัง V	I มีเฟสนำหน้า V

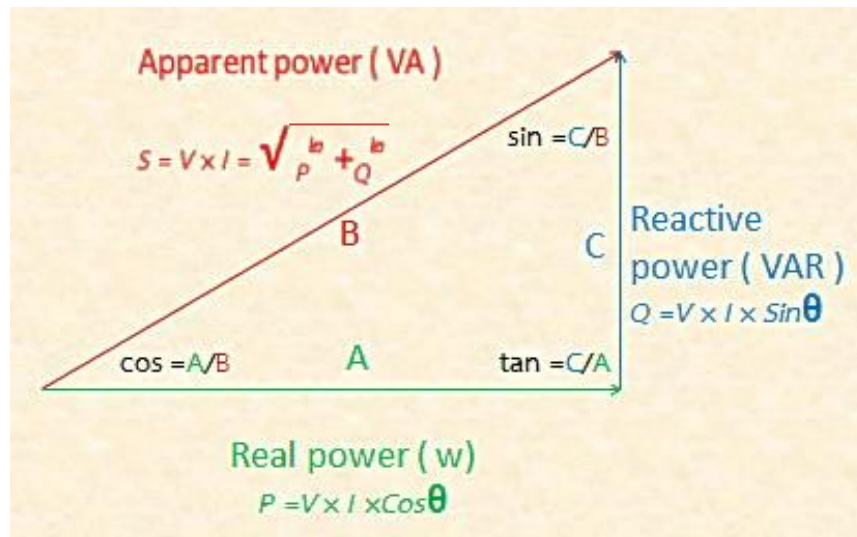
๕.๒ กำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับมีกำลังไฟฟ้า ๓ ชนิด ปกติจะคำนวณเฉพาะขนาดมีรายละเอียด ดังนี้

๕.๒.๑ กำลังไฟฟ้าจริง หรือ Active Power บ้างก็เรียกว่า Real Power (P) เป็นกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด (ภาระไฟฟ้าหรืออุปกรณ์และเครื่องจักรกลทางไฟฟ้า) แล้วได้เป็น พลังงานในรูปอื่น เช่น พลังงานกล พลังงานแสง พลังงานความร้อน มีหน่วยเป็น W คำนวณได้จาก $P = V \times I \times \cos\theta$

๕.๒.๒ กำลังไฟฟ้าเสมือนหรือกำลังไฟฟารีแอกทีฟ หรือ Reactive Power (Q) เป็นกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการสร้างสนามแม่เหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้า มอเตอร์ รีเลย์ เป็นต้น มีหน่วยเป็น Var คำนวณได้จาก $Q = V \times I \times \sin\theta$

๕.๒.๓ กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ หรือ Apparent Power (S) เป็นกำลังไฟฟ้าที่เกิดจากผลรวมทางเวกเตอร์ของ P (W) กับ Q (VAR) หน่วยเป็น VA สามารถคำนวณได้จาก $S = V \times I = \sqrt{P^2 + Q^2}$

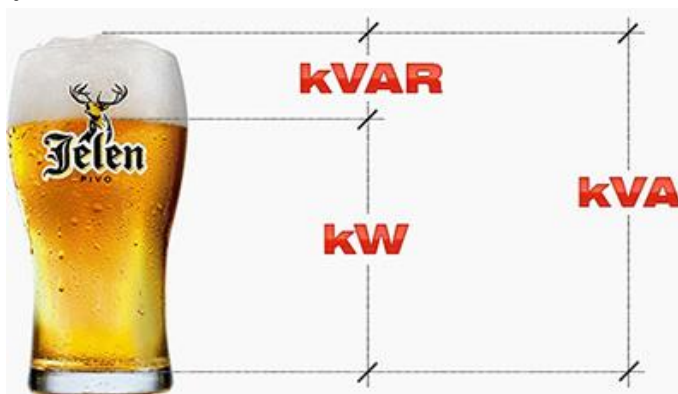


รูปสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า

๕.๓ การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor Correction)

คำว่า การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า เป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไปว่าเป็นการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้มีค่าเข้าใกล้ ๑ ซึ่งก็คือการลดขนาดของ Var เพื่อให้ VA มีขนาดใกล้เคียงกับ W (ลดมุม Cos ให้แคบที่สุด หรือทำให้เส้น B เข้าใกล้เส้น A มากที่สุด โดยพิจารณาจากสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าด้านบนประกอบ) เนื่องจากในทางปฏิบัตินั้นโหลดส่วนใหญ่จะมีคุณลักษณะเป็น R ผสม L หรือ Inductive Load ซึ่งทำให้ I Lag V ดังนั้น Var ในระบบที่พบจึงมักจะเป็น Var ของ L เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้วพบว่าทั้งบ้านพักอาศัย อาคารและโรงงาน ต่างก็ใช้ Var ของ L แทบทั้งนั้น ทำให้ระบบในภาพรวมมีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ การไฟฟ้าจึงเรียกเก็บค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ากับผู้ไฟฟ้าขนาดใหญ่ ที่มีตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ โดยเก็บเงินกับกรณี Var ของ L (ชนิด Lag) เท่านั้นดังนั้น การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า โดยทั่วไปแล้วสามารถทำได้โดยใส่ C หรือชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor Correction) ขนานกับโหลดหรือขนานกับแหล่งจ่าย เพื่อให้ Var ของ L หักล้างกับ Var ของ C แล้วเป็นผลให้ VA ลดลง (ทำให้ I เข้าใกล้หรือตามหลัง V ให้มากที่สุดตามหัวข้อ ๕.๒) ในระบบไฟฟ้ากำลังการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าหรือการแก้เพาเวอร์แฟคเตอร์มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นตัวที่ทำให้ค่าใช้จ่ายต่างๆ เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ ระบบไฟฟ้าที่มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำ จะมีความสูญเสียในระบบมาก ดังนั้น อุปกรณ์ที่นำมาใช้งานจำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ต่างๆ เพิ่มขึ้น

เพราะฉะนั้น การปรับปรุงให้มีค่าสูงขึ้น จึงมีความจำเป็นต่อโรงควบคุมคุณภาพน้ำ ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วนั้นโรงควบคุมคุณภาพน้ำต้องการกำลังไฟฟ้าจริง (Real Power) และกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ (Reactive Power) เพื่อใช้ในการทำงาน เพื่อให้่ายต่อการเข้าใจสามารถเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าได้กับแก้วบรรจุเบียร์ดังรูป



Active Power หรือ W ดังที่ได้แสดงในภาพคือ kW คือส่วนที่เป็นเบียร์จริงดื่มแล้วเมา ส่วน Reactive Power หรือ VAR ดังที่ได้แสดงในภาพคือ kVAR คือส่วนที่เป็นฟองด้านบนที่ดื่มไม่ได้ และ Apparent Power หรือ VA ดังที่ได้แสดงในภาพคือ kVA คือผลรวมทั้งหมดของเบียร์กับฟอง ค่า PF หรือ Power Factor ก็คือ ส่วนเบียร์จริง/(เบียร์จริง+ฟอง) ซึ่งก็คือ $kW / (\text{ผลรวมเวกเตอร์ } kVAR + kW)$ หรือ kW/kVA นั่นเอง

เพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF) เป็นดัชนีแสดงการใช้ไฟฟ้าจริงเปรียบเทียบกับกำลังไฟฟ้าเสมือนอยู่ในรูป $\cos \theta$ คาปาซิเตอร์ (Capacitor) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ปรับค่า Power Factor และคาปาซิเตอร์จะเป็นอุปกรณ์ที่จ่ายกระแสไฟฟ้ารีแอคทีฟ ถ้ากระแสไฟฟ้ามีทิศทางนำหน้าแรงดัน (Leading) เพื่อทำหน้าที่ชดเชยกระแสไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้า โดยทั่วไป กระแสจะล่าหลังแรงดัน (lagging) ในอาคารหรือโรงงานอุตสาหกรรมที่มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำจึงต้องมีการออกแบบและติดตั้งคาปาซิเตอร์ให้ถูกต้อง โดยการกำหนดขนาดคาปาซิเตอร์ในระบบไฟฟ้า มีหน่วยเป็น (kVAR) เช่น ๕, ๑๐, ๑๕, ๒๐, ๒๕, ๓๐, ๔๐, ๖๐ เป็นต้น

ตัวอย่าง : โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งมีระบบแรงดันไฟฟ้า ๓ เฟส ๔๑๖ โวลต์ อ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากมิเตอร์ได้ ๑,๐๐๐ แอมป์ อ่านค่ากำลังไฟฟ้าจริงจากมิเตอร์ได้ ๖๐๐ กิโลวัตต์ ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF) ของโรงงานมีค่าเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{กำลังไฟฟ้าเสมือน } S &= \sqrt{3} \cdot 416 \cdot 1000 \\ &= 720,433 \text{ VA} \\ &= 720 \text{ kVA} \end{aligned}$$

$$PF = 600 / 720 = 0.83 \text{ หรือ } 83 \%$$

การกำหนดคาปาซิเตอร์สามารถทำการคำนวณ ตามความสัมพันธ์ของ

$$C_{kVAR} \text{ หรือ } kVAR = kW \cdot \tan \phi$$

เมื่อต้องการปรับค่า PF ทำได้โดยต่อ Capacitor เข้ากับวงจร kVAR ที่ได้จาก Capacitor มีทิศทางตรงกันข้ามกับ kVAR ของวงจร หรือโหลด (kVAR_๑) จะทำให้ kVAR_๑ ลดลง เหลือ kVAR_๒ หาได้จาก

$$kVAR_{๑} = kW \cdot \tan \phi_{๑} \text{ และ } kVAR_{๒} = kW \cdot \tan \phi_{๒}$$

ค่าขนาดของคาปาซิเตอร์ ก็คือ

$$C_{kVAR} = kVAR_{๑} - kVAR_{๒}$$

ดังนั้น จะได้

$$C_{kVAR} = kW (\tan \phi_{๑} - \tan \phi_{๒})$$

กำหนดให้

$$C_{kVAR} = \text{ขนาดของคาปาซิเตอร์ เป็น kVAR}$$

$$kW = \text{กำลังไฟฟ้าในวงจร เป็น กิโลวัตต์ kW}$$

ตัวอย่าง : โรงงานอุตสาหกรรมที่กล่าวในตัวอย่างแรก มีโหลด ๗๒๐ kVA และ PF = ๐.๘๓ ต้องการปรับ PF เป็น ๐.๙๕ จงหาขนาดของคาปาซิเตอร์

$$kW = kVA \cdot PF \therefore kW = ๗๒๐ \cdot ๐.๘๓ = ๕๙๘ \text{ kW}$$

$$\text{ปัจจุบันมี } PF = ๐.๘๓ \text{ จะได้ } \phi_{๑} = ๐.๘๓ \cdot \cos^{-1} = \tan 3๓.๙๐^{\circ} = ๐.๖๗$$

$$\text{ปรับเป็น } PF = ๐.๙๕ \text{ จะได้ } \phi_{๒} = ๐.๙๕ \cdot \cos^{-1} = \tan 1๘.๑๙^{\circ} = ๐.๓๒๘$$

$$\text{ดังนั้น } C_{kVAR} = kW \cdot (\tan \phi_{๑} - \tan \phi_{๒}) = ๕๙๘ \cdot (๐.๖๗ - ๐.๓๒๘)$$

$$C_{kVAR} = ๒๐๕ \text{ kVAR}$$

ตามตัวอย่างนี้จะต้องติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor Correction) อย่างต่ำ ๒๐๐ kVAR โดยสามารถเลือกขนาดของ Capacitor ย่อยเป็น ๕๐ kVAR จำนวน ๔ ชุด (Step) โดยใช้ Power Factor Control Relay เป็นตัวสั่งให้ตัดต่อ (Switching) ให้ Capacitor ทำงานตามค่า PF ที่เกิดขึ้นในระบบตามความเหมาะสม เช่นถ้ามีค่า PF ในระบบ ๑๖๐ kVAR ตัว Power Factor Control Relay จะสั่งให้ระบบต่อ Capacitor ทำงาน ๓ ชุด หรือถ้ามีค่า PF ในระบบ ๙๐ kVAR ตัว Power Factor Control Relay จะสั่งให้ระบบต่อ Capacitor ทำงาน ๑ ชุด เป็นต้น

๖. ขอบเขตการดำเนินการ / วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินการลดค่าไฟฟ้าภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทรา

จากการศึกษาแนวคิด หลักการศึกษาและเหตุผลดังที่ได้กล่าวมาในเบื้องต้นแล้วนั้น จึงได้ดำเนินการลดค่าไฟฟ้าภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทราลดค่าไฟฟ้าภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทรา โดยมีขั้นตอนดังนี้

๖.๑ ตรวจสอบและตรวจวัดค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor Test) ก่อนดำเนินการ โดยใช้เพาเวอร์มิเตอร์วัดเพื่อหาค่าตัวประกอบกำลังที่แท้จริงเพื่อทำการปรับปรุง

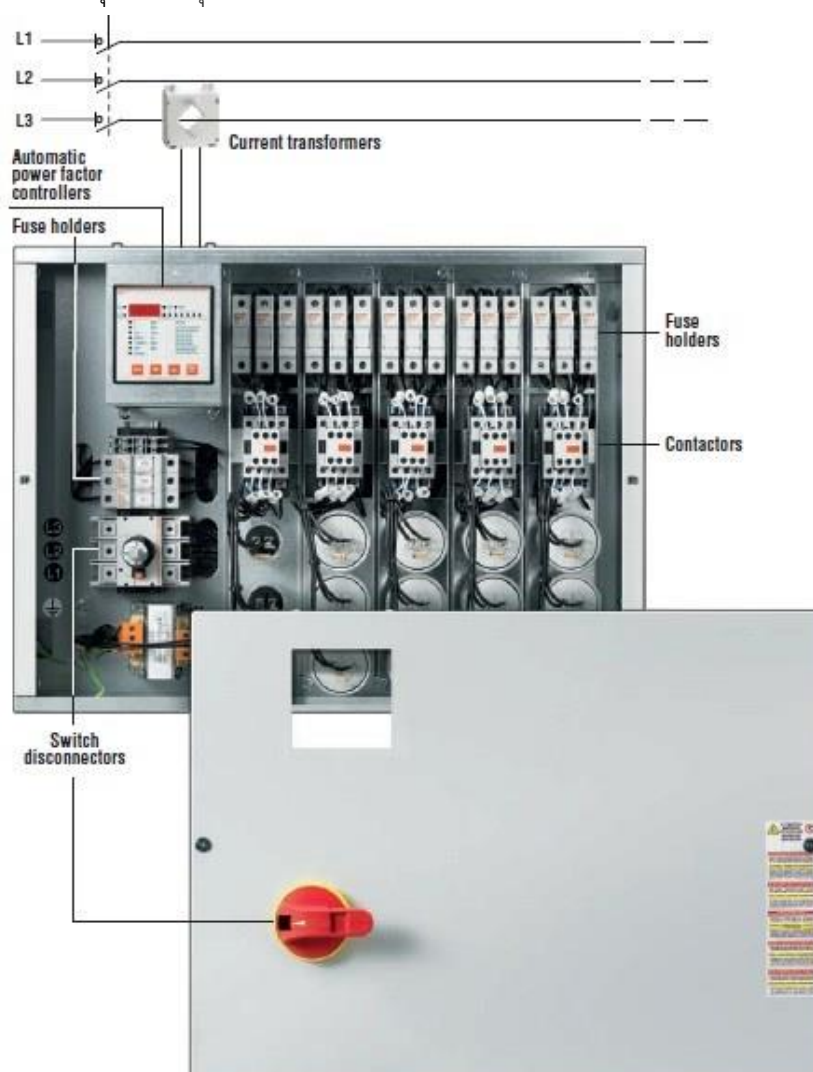


๖.๒ คำนวณการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor Calculation) ดังที่ได้อธิบายในหัวข้อ ๕.๓

๖.๓ จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง ได้แก่

๖.๓.๑ Power Factor Control Relay	๑	ตัว
๖.๓.๒ H.R.C. Fuse Link ตามค่าที่ได้จากการคำนวณ		
๖.๓.๓ Magnetic Contactor	ตามค่าที่ได้จากการคำนวณ	
๖.๓.๔ Capacitor	ตามค่าที่ได้จากการคำนวณ	
๖.๓.๕ Electrical Cabinet	๑	ตู้
๖.๓.๖ Accessories	๑	ชุด

๖.๔ ติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor Correction)



๗. งบประมาณในการดำเนินการ

งบประมาณในการดำเนินการจัดซื้อ จัดหาวัสดุและอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง มีดังต่อไปนี้

๗.๑ Power Factor Control Relay	๑ ตัว	ราคา ๒๐,๐๐๐ บาท
๗.๒ H.R.C. Fuse Link ตามค่าที่ได้จากการคำนวณ	ชุดละ	๖๐๐ บาท
๗.๓ Magnetic Contactor ตามค่าที่ได้จากการคำนวณ	ตัวละ	๕๐๐ บาท
๗.๔ Capacitor ตามค่าที่ได้จากการคำนวณ	ไม่มีค่าใช้จ่าย	
๗.๕ Electrical Cabinet	๑ ตู้	ราคา ๕,๐๐๐ บาท
๗.๖ Accessories	๑ ชุด	ราคา ๓,๐๐๐ บาท
รวมค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นไม่เกิน		๓๕,๐๐๐ บาท

๘. ระยะเวลาในการดำเนินการ

๘.๑ เตรียมการและทำการตรวจสอบและตรวจวัดค่าตัวประกอบกำลังพร้อมคำนวณการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง ๑ เดือน

๘.๒ จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง ๒ เดือน

๘.๓ ติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง ๑ เดือน

๘.๔ จัดอบรมการใช้งานจัดทำคู่มือการใช้งานการบำรุงรักษา ๑ เดือน

๘.๕ เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าหลังจากการดำเนินการทุกๆ ๑ เดือน

รวมระยะเวลาในการดำเนินการทั้งสิ้น ๖ เดือน

ที่	รายละเอียด	เดือน	เดือน	เดือน	เดือน	เดือน	เดือน	เดือน	เดือน
๑	เตรียมการและทำการตรวจสอบและตรวจวัดพร้อมคำนวณการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง								
๒	จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง								
๓	ติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง								
๔	จัดอบรมการใช้งานจัดทำคู่มือการใช้งานการบำรุงรักษาและการซ่อมบำรุง								
๕	เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าหลังจากที่ได้หลังดำเนินการ								

๙. แนวทางการติดตามและประเมินผล

หลังจากที่ได้ดำเนินการติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังเพื่อลดค่าไฟฟ้าภายในโรงควบคุมคุณภาพน้ำรามอินทราเรียบร้อยแล้วจะต้องมีการติดตามและประเมินผล ดังนี้

๙.๑ ตรวจสอบและทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังทุกเดือนเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดงานบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance) ได้นานที่สุด เพื่อลดค่าใช้จ่ายในทางหนึ่ง

๙.๒ ตรวจสอบค่าไฟฟ้าหลังจากดำเนินการติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังทุกเดือนเพื่อเปรียบเทียบกับค่าไฟฟ้าก่อนดำเนินการติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง

๙.๓ ตรวจสอบค่าไฟฟ้าหลังจากดำเนินการติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังทุกเดือนเพื่อเปรียบเทียบกับค่าไฟฟ้าก่อนดำเนินการติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง



๙.๔ เนื่องจากการติดตั้งชุดปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ จึงต้องวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเพื่อศึกษาและดำเนินการอื่นๆ เพื่อต่อยอดต่อไป

๑๐. บรรณานุกรม

๑๐.๑ คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (โรงงาน) พ.ศ. ๒๕๕๓ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

๑๐.๒ Tyco Electronics Corporation Crompton Instruments ๑๖๑๐ Cobb International Parkway, Unit #๔ Kennesaw, GA ๓๐๑๕๒