

แนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม จากการทดสอบตู้ไฟฟ้า
กรณีศึกษาโรงงาน เอบีบี อิเล็กทริฟิเคชัน(ประเทศไทย) จำกัด

กัลญญ พัวพลเทพ

รายงานการค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

คณะบริหารการพัฒนาสิ่งแวดล้อม

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

บทคัดย่อ

ชื่อรายงานการค้นคว้าอิสระ	แนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม จากการทดสอบตู้ไฟฟ้า กรณีศึกษาโรงงาน เอบีบี อิเล็กทริฟิเคชั่น(ประเทศไทย) จำกัด
ชื่อผู้เขียน	นางสาวกมลัญญ พัวพลเทพ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
ปีการศึกษา	2563

การทำงานวิจัยนี้ เพื่อเป็นการศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม จากการทดสอบตู้ไฟฟ้า กรณีศึกษาโรงงาน เอบีบี อิเล็กทริฟิเคชั่น(ประเทศไทย) จำกัด โดยทำการทดสอบวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและระยะเวลา จากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 แบบครั้งละ 1, 2, 3 และ 4 ตู้ และวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็น Wh ด้วยเครื่อง Power and Quality Analyzer เพื่อทำการเปรียบเทียบ ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST ซึ่งเป็นการตรวจสอบความเป็นฉนวนของตัวอุปกรณ์ ว่าสามารถใช้งานได้ตามที่กำหนด โดยใช้เครื่องทดสอบค่าความต้านทานแรงดันไฟสูงหรือ High Potential พร้อมปล่อยแรงดันไปยังไฟฟ้า ที่ 50 kV เป็นเวลา 1 นาที ในแต่ละครั้งการทดสอบ ตามมาตรฐาน IEC 62271-1 และ IEC 62271-200 เป็นมาตรฐานอ้างอิง

ผลการศึกษา พบว่า ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและระยะเวลาจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 แบบครั้งละ 1, 2, 3 และ 4 ตู้ คิดค่าเฉลี่ยค่าใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 1,780.67, 2,898.33, 3,958 และ 4,872.33 mWh ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบการทดสอบ เมื่อต้องทดสอบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบครั้งละ 1, 2, 3 ตู้ โดยจะคิดเป็นร้อยละการใช้พลังงานมากกว่า ดังนี้ 48.18, 18.97 และ 8.04 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการทดสอบครั้งละ 4 ตู้ ส่วนในด้านของระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ เท่ากับ 48, 62, 75 และ 87 นาที ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบการทดสอบ เมื่อต้องทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบแบบครั้งละ 1, 2, 3 เมื่อเทียบกับการทดสอบครั้งละ 4 ตู้ โดยจะคิดเป็นร้อยละการใช้เวลาที่เพิ่มขึ้น ดังนี้ 120, 42.53 และ 12.07 ตามลำดับ

ABSTRACT

Title of Independent Study	Processes for energy savings in industrial factory performing by the electricity panels tests: A case study of ABB Electrification (THAILAND),Ltd.
Author	Miss Kalanyoo Puaponthep
Degree	Master of Science (Environmental management)
Year	2020

This research is a trial study of energy savings in industrial factory by performing the electricity panels tests. A case study of ABB Electrification (THAILAND),Ltd., I experienced this by measuring the electrical and time of use rate. The experimental of electricity panels of “POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST” type along with “UniGear ZS1 model” categorized in 1, 2, 3 and 4 electrical panels at a time. Then measuring the electricity power usage in “Wh” unit, with Power and Quality Analyzer machine. In order to compare electricity usage and time of use rate, which use in the process of testing “POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST” type. This mainly used for examine an insulation of the materials, whether it could be operated as assigned. When using a High Potential Voltage Tester. It releases the electrical voltage at 50 kV for 1 minute each time of the test, in according to the IEC 62271-1 and IEC 62271-200 standard reference.

The results of the study found that electrical usage and testing duration “POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST” connecting with the “UniGear ZS1” electrical panels, 1, 2, 3 and 4 at each of the time, the calculations of the average electrical use rate are as follows: (1) 1,780.67, (2) 2,898.33, (3) 3,958 and (4) 4,872.33 mWh., respectively. After each comparison, between 1, 2, 3 electrical panels at a time. The calculations of electrical power use rate are more in percentages than as follows: (1) 48.18, (2) 18.97 and (3) 8.04 respectively, compared to the 4 panels testing each time. For duration from the tests were (1) 48, (2) 62, (3) 75 and (4) 87 minutes, respectively. These can be calculated for more time of electrical use rate in percentages as follows: (1) 120, (2) 42.53 and (3) 12.07 respectively.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภักพงษ์ พจนารถ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ช่วยเหลือ ตลอดจนตรวจสอบ ปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วย ความเอาใจใส่อย่างยิ่ง ผู้ศึกษาตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ที่ปรึกษาอย่างแท้จริงและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่รายงานการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ได้แก่ นายเจริญ เจริญเจริญลาภ นายพูนลาภ เฟ่งเจริญ นายสมชาย ดิษฐ์แก้ว บริษัท เอบีบี อิเล็กทรอนิกส์(ประเทศไทย) จำกัด และขอขอบคุณบุคคลต่าง ๆ ที่ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือ แก่ผู้ศึกษา ซึ่งไม่สามารถกล่าวนามได้หมดในที่นี้ ผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและ ความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบความกตัญญูตเวทิตาแก่ครอบครัว ที่ส่งเสริมให้ผู้ศึกษาได้มีโอกาสในการศึกษาเล่าเรียนและเป็นกำลังใจอย่างดี จนทำให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสรายงานการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ จนบรรลุผลสำเร็จไปได้ด้วยดี

ผู้ศึกษาหวังว่า รายงานการค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะมีประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจอยู่ไม่น้อย และสำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น ผู้ศึกษาขออภัยผู้เดียวและขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

กัลลัญญ์ พัวพลเทพ

กันยายน 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	2
ABSTRACT	3
กิตติกรรมประกาศ	4
สารบัญ	5
สารบัญตาราง	6
สารบัญภาพ	7
บทที่ 1 บทนำ	8
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	8
1.2 คำถามการวิจัย	10
1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	10
1.4 ขอบเขตการวิจัย	11
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	11
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	11
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	13
2.1 ความรู้พื้นฐานด้านพลังงาน	13
2.2 แนวทางการประหยัดพลังงาน	14
2.3 ลักษณะและอุปกรณ์ภายในตู้ไฟฟ้า	15
2.4 มาตรฐาน IEC	19

สารบัญ

	หน้า
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการศึกษา	26
3.1 วิธีการและกระบวนการศึกษา	26
3.2 สมมติฐานการวิจัย	27
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	28
3.4 ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบ	30
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	32
3.6 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	32
บทที่ 4 ผลการศึกษา	33
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	36
5.1 สรุป และอภิปรายผลการศึกษา	36
5.2 ข้อเสนอแนะ และการนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์	38
5.3 งานวิจัยในอนาคต	38

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบครึ่ง 1 ตู้	33
4.2 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบครึ่ง 2 ตู้	33
4.3 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบครึ่ง 3 ตู้	33
4.4 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบครึ่ง 4 ตู้	34
4.5 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบตู้ไฟฟ้า แบบครึ่งละ 1, 2, 3 เทียบกับการทดสอบครึ่งละ 4 ตู้	34
4.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบตู้ไฟฟ้า	34
4.7 เปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบครึ่งละ 1, 2, 3 เทียบกับการทดสอบครึ่งละ 4 ตู้	35

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 กำลังผลิตไฟฟ้ารวมทั้งระบบ	10
1.2 กำลังผลิตไฟฟ้าแยกตามประเภทโรงไฟฟ้า	10
2.3.1 ภาพตัดแนวขวาง เพื่อแสดงชุดประกอบภายในตู้ UniGear ZS1	17
3.3 เครื่องทดสอบค่าความต้านทานแรงดันไฟสูงหรือ High Potential	29
3.4 เครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าหรือ Power and Quality Analyzer	29

บทที่ 1

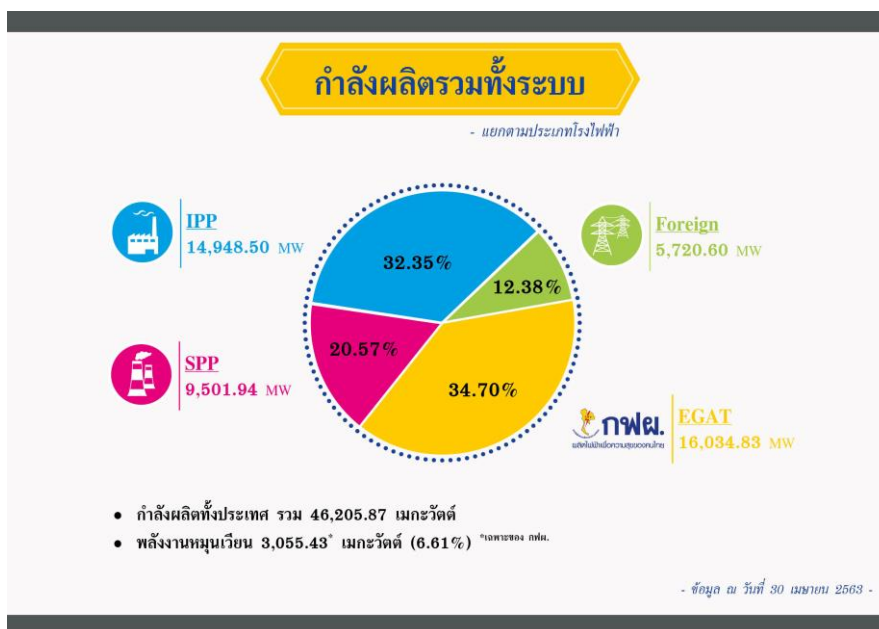
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันไฟฟ้าเป็นปัจจัยจำเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่สำคัญสำหรับการดำรงชีวิตประจำวัน ทั้งทางด้านการสื่อสาร การคมนาคม การให้ความรู้ การศึกษา และการมีส่วนร่วมต่าง ๆ รวมถึงการประกอบธุรกิจ ทั้งหน่วยงานของรัฐและเอกชนในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งความต้องการพลังงานจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตามสภาพการณ์ขยายตัวของเศรษฐกิจ ณ เวลานั้นๆ ซึ่งถ้าเกิดขาด “ไฟฟ้า” ไป ประเทศจะไม่สามารถก้าวหน้าหรือพัฒนาได้ โดยไฟฟ้าเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง ที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง นอกจากจะให้แสงสว่างเวลาค่ำคืนแล้ว ยังให้ความร้อนในการหุงต้มและรีดผ้า ใช้ในการหมุนมอเตอร์เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องปั่น และเครื่องทำความเย็น ไฟฟ้าจึงมีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของคนเรา

“ไฟฟ้า” เป็นตัวแปรสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ การเพิ่มผลผลิตทั้งเกษตร รวมถึงอุตสาหกรรมที่ทันสมัย การกระจายรายได้ และสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันในด้านการผลิต และการขายสินค้า ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ มักจะเห็นได้ว่า ถ้ามีไฟฟ้าไปถึงที่ไหน ที่นั่นก็จะเจริญเมื่อนั้น และเนื่องด้วยการขยายตัวประชากรและการขยายตัวของเศรษฐกิจได้ดำเนินอยู่ตลอดเวลา ประเทศไทยจึงมีอัตราการเพิ่มของปริมาณการใช้ไฟฟ้าปีละไม่ต่ำกว่า 1,000 เมกะวัตต์ โดยกำลังผลิตรวมทั้งระบบของทั้งประเทศ รวม 46,205.87 เมกะวัตต์ (ข้อมูล ณ วันที่ 30 เมษายน 2563) ดังภาพที่ 1.1 – 1.2

ภาพที่ 1.1 กำลังผลิตไฟฟ้ารวมทั้งระบบ



ภาพที่ 1.2 กำลังผลิตไฟฟ้าแยกตามประเภทโรงไฟฟ้า

ประเภทโรงไฟฟ้า	เดือน เมษายน 2563	
	กำลังผลิต (เมกะวัตต์)	ร้อยละ
กำลังผลิตของ กฟผ.		
- พลังความร้อน	3,687.00	7.98
- พลังความร้อนร่วม	8,262.00	17.88
- พลังงานหมุนเวียน	3,055.43	6.61
- ดีเซล	30.40	0.07
- พลังงานอื่น ๆ	1,000.00	2.16
รวมกำลังผลิตของ กฟผ.	16,034.83	34.70
กำลังผลิตจากแหล่งอื่น		
ภายในประเทศ		
- ผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายใหญ่	14,948.50	32.35
- ผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก	9,501.94	20.57
ภายนอกประเทศ	5,720.60	12.38
รวมกำลังผลิตจากแหล่งอื่น	30,171.04	65.30
รวมกำลังผลิตในระบบ	46,205.87	100.00

ที่มา : ฝ่ายควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า

ทั้งนี้ จากการผลิตไฟฟ้าและปริมาณการใช้ที่มีแนวโน้มสูงขึ้น แบบไม่หยุดหย่อน เพื่อให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี พ.ศ. 2554 - 2573 (Energy Efficiency: EE) ของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน โดยพลังงานเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการบริหารและการ

จัดการในโรงงานอุตสาหกรรม หากโรงงานอุตสาหกรรม มีการใช้พลังงานอย่างไม่เหมาะสมหรือไม่ดีพอ จะส่งผลทำให้เกิดต้นทุนในการดำเนินงานสูงกว่าที่ควรจะเป็น ค่าพลังงานที่โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องจ่ายเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้สินค้าหรือบริการต่างๆ มีราคาเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น เพื่อให้กิจการดำเนินต่อไปได้และยังสามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ ผู้ประกอบการจึงต้องหาแนวทางในการลดต้นทุนทั้งทางด้านพลังงานและทางด้านการจัดการทรัพยากร โดยแนวทางที่ดีทางหนึ่ง คือ การจัดการด้านพลังงาน โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่มีการผลิตและทดสอบสินค้าจำพวกอิเล็กทรอนิกส์อย่างแพร่หลาย การเข้าไปศึกษาเพื่อหาแนวทางการประหยัดพลังงานและการจัดการทรัพยากรของโรงงานอุตสาหกรรม จะเป็นการช่วยให้โรงงานได้แนวทางในการลดพลังงานและลดการใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม ซึ่งจะส่งผลให้สินค้าต่างๆ และทรัพยากรของโรงงานมีต้นทุนลดลง รวมไปถึงการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่จะตามมาอีกด้วย ผู้จัดทำจึงมีความสนใจที่จะศึกษาหาแนวทางการประหยัดพลังงานภายในโรงงานอุตสาหกรรม จากการทดสอบตู้ไฟฟ้า โดยการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาจากบริษัท เอบีบี อิเล็กทริคัลส์ (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทผลิตจำหน่ายสินค้า เครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับกำเนิดส่ง จ่าย และที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทุกชนิด อุปกรณ์สำหรับโรงงานไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง แรงต่ำ รวมถึงชิ้นส่วนและส่วนประกอบของสินค้าและเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้างดกล่าว เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด

1.2 คำถามงานวิจัย

1.2.1 การทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST ที่มีการปล่อยแรงดันสูงสุดของโรงงานกรณีศึกษา แบบทดสอบครั้งละ 1, 2, 3 ตู้ หรือ ทดสอบครั้งละ 4 ตู้ มีค่าการใช้พลังงานต่างกันหรือไม่

1.2.2 หากการทดสอบไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST ที่มีการปล่อยแรงดันสูงสุดของโรงงานกรณีศึกษา มีค่าการใช้พลังงานต่างกัน การทดสอบแบบใด ใช้พลังงานน้อยกว่า เพื่อเป็นประหยัดพลังงานและเวลา ภายในโรงงานอุตสาหกรรม

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.3.1 เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากการทดสอบตู้ไฟฟ้า พร้อมทั้งอุปสรรคการดำเนินการของโรงงานกรณีศึกษา

1.3.2 เพื่อนำเสนอแนวทางในการประหยัดพลังงาน รวมทั้งทรัพยากรจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าของ โรงงานกรณีศึกษา

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยจะศึกษาเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าและ นำเสนอแนวทางในการประหยัดพลังงาน รวมทั้งทรัพยากรจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าของ โรงงาน โดยการทดสอบ ตู้ไฟฟ้าที่จะใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ การทดสอบตู้ไฟฟ้า แบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับ ตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 ของบริษัท เอบีบี อิเล็กทริคเชชั่น(ประเทศไทย) จำกัด เท่านั้น โดยระยะเวลาดำเนินงาน ปีการศึกษา 2/2562 (มกราคม 2563 ถึง กรกฎาคม 2563)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้ทราบถึงวิธีการตรวจสอบค่าการใช้พลังงานของอุปกรณ์ภายในโรงงานอุตสาหกรรม
- 2) ได้แนวทางในการหาวิธีการประหยัดพลังงานและขยายผลไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ภายในโรงงาน อุตสาหกรรม
- 3) ได้แนวทางการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในแง่ของการปฏิบัติ เพื่อลดการใช้พลังงาน ภายในโรงงาน อุตสาหกรรม
- 4) สามารถประหยัดเวลาในการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST
- 5) ผลจากการศึกษาในงานวิจัยนี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับ นักวิจัยที่สนใจเกี่ยวกับการ ประหยัดพลังงาน โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์อื่นได้ ภายในโรงงานอุตสาหกรรม

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แรงดันไฟฟ้า หรือแรงเคลื่อนไฟฟ้า หมายถึง แรงที่ดันให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทานของ วงจรไปได้ ใช้แทนด้วยตัว E มีหน่วยวัดเป็นโวลท์ (V)
2. ความต้านทานไฟฟ้า หมายถึง ตัวที่ต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าให้ไหลในจำนวนจำกัด ซึ่ง อยู่ใน รูปของเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด เช่น แผ่นลวดความร้อนของเตาไรด์ หม้อหุงข้าว หลอดไฟฟ้า เป็นต้น

เครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านี้ด้านการไหลของกระแสไฟฟ้าให้ไหลในจำนวนจำกัด ใช้แทนด้วยตัว R มีหน่วยวัดเป็น โอห์ม (Ω)

3. พลังงานไฟฟ้า หมายถึง กำลังไฟฟ้าที่นำไปใช้ในระยะเวลาหนึ่ง มีหน่วยวัดเป็นวัตต์ชั่วโมง (Wh) หรือยูนิต ใช้แทนด้วยตัว W

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารต่างๆ และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐาน และแนวทางในการวิจัย โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

- 2.1 ความรู้พื้นฐานด้านพลังงาน
- 2.2 แนวทางการประหยัดพลังงาน
- 2.3 ลักษณะและอุปกรณ์ภายในตู้ไฟฟ้า
- 2.4 มาตรฐาน IEC
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้พื้นฐานด้านพลังงาน

หน่วยไฟฟ้าที่อยู่ในใบเรียกเก็บค่าไฟฟ้าคือ kWh ย่อมาจาก kilowatt-hour : กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่เกิดจากการนำเอา 2 ค่ามาคูณกัน คือ “กิโลวัตต์” และ “ชั่วโมง”

“กิโลวัตต์” มาจากกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งสามารถดูได้ที่ตัวเครื่องใช้ไฟฟ้า และ “ชั่วโมง” มาจากชั่วโมงการใช้งานของเครื่องไฟฟ้านั้นๆ เช่น เปิดไฟ 8 ชั่วโมง ต่อวัน

ตัวอย่างของการคำนวณค่าไฟฟ้า

- 1.) พัดลมขนาด 54 วัตต์ หรือเท่ากับ 0.054 กิโลวัตต์ เปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง ดังนั้นจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ $0.054 \times 8 = 0.432$ กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อวัน (หน่วยต่อวัน)
- 2.) หลอดไฟสเปคโคมสองขาขนาด 500 วัตต์ หรือเท่ากับ 0.5 กิโลวัตต์ เปิดใช้งานทุกคืน เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ดังนั้นจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ $0.5 \times 12 = 6$ กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อคืน (หน่วยต่อคืน)

แต่สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด (เครื่องทำความร้อน เครื่องทำความเย็นต่างๆ) จะมีอีกตัวเลขหนึ่งที่ต้องนำมาใช้ในการคำนวณ “สัดส่วนการทำงาน” ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงสัดส่วนการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

นั้นๆ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นอาจจะมีสัดส่วนการทำงานเพียงแค่ 0.5 นั้นหมายความว่าเครื่องทำงานกับหยุดทำงานเป็นเวลาเท่ากัน

การคำนวณหาค่าสัดส่วนการทำงาน สามารถทำได้โดยการสังเกต เช่น สามารถดูได้จากการทำงานของ คอมพิวเตอร์ของเครื่องปรับอากาศว่า ระยะเวลาทำงานที่กินาที่และหยุดทำงานที่กินาที่ โดยทั้งนี้สัดส่วนการทำงานนี้ไม่จำเป็นต้องเท่ากันกับอุปกรณ์ประเภทเดียวกัน ขึ้นอยู่กับการดูแลรักษา และอุณหภูมิโดยรอบ

$$\text{สัดส่วน} = \frac{\text{ระยะเวลาที่เครื่องทำงานการทำงาน}}{\text{ระยะเวลาที่เครื่องทำงาน} + \text{ระยะเวลาที่หยุดทำงาน}}$$

ถ้าเครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 บีทียู-ชม. และมีกำลังไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 1,050 วัตต์ หรือ 1.05 กิโลวัตต์ เปิดใช้งานวันละ 6 ชั่วโมง และถ้าสัดส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศอยู่ที่ 0.42

ดังนั้นจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ $1.05 \times 6 \times 0.42 = 2.646$ กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อวัน (หน่วยต่อวัน)

จากความรู้พื้นฐานในการคำนวณค่าไฟฟ้าที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นไปแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าค่าไฟฟ้านั้นจะขึ้นอยู่กับ 2 ส่วน คือ กำลังไฟฟ้า(watt) และชั่วโมงการใช้งาน(hours)

ดังนั้นในการลดใช้พลังงานไฟฟ้านั้นจึงสามารถทำได้โดย

การลดกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าลง เช่น การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีฉลากประหยัดพลังงาน หรือ ฉลากเบอร์ 5 และการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน

การลดชั่วโมงการทำงาน เช่น การปิดเมื่อไม่ใช้ การบำรุงรักษา-การทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ และ การลดการรั่วไหลต่างๆ

2.2 แนวทางการประหยัดพลังงาน

การใช้พลังงานที่ประหยัดและใช้อย่างคุ้มค่า สามารถทำได้โดยการสร้างค่านิยมที่เหมาะสมในเรื่องของการใช้พลังงานจนเป็นการปลูกฝังไปยังจิตใต้สำนึกของผู้ใช้พลังงานเอง โดยการใช้พลังงานอย่างเหมาะสมและรู้คุณค่าของพลังงานต่างๆ นั้น จะต้องมีการคิด การวางแผนการใช้งานและควบคุมการใช้พลังงานอย่างมี

ประสิทธิภาพและต้องใช้พลังงานให้เกิด ประโยชน์สูงสุด ตลอดจนต้องมีการลดการสูญเสียพลังงานทุกขั้นตอน ที่มีการใช้งาน ทำการตรวจสอบ และดูแลการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อลดการสิ้นเปลือง พลังงานที่ไม่จำเป็น การอนุรักษ์พลังงานนั้นเริ่มมีการรณรงค์กันมากขึ้นอันเนื่องมาจาก การเห็นผลเสีย ที่เกิดขึ้น จากการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือย เช่น การใช้พลังงานอย่างไม่ประหยัดอาจจะทำให้พลังงาน น้อยลงหรือหมดไป ได้ ดังนั้น จึงควรมีการริเริ่มการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย ประหยัดทรัพยากรต่างๆ ที่ นำมาใช้ผลิตพลังงานและยังเป็นการช่วยให้เศรษฐกิจของชาติพัฒนาไปใน ทิศทางที่ดี แนวทางในการอนุรักษ์ พลังงานหรือการใช้พลังงานเชิงอนุรักษ์ที่สำคัญ ได้แก่

2.2.1 ควรนำพลังงานทดแทน โดยเฉพาะพลังงานทดแทนที่ได้จากธรรมชาติ อาทิเช่น พลังงาน แสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ ถ่านหินมาใช้ เป็นพลังงานทดแทน ซึ่งเป็นการช่วยลดการใช้ พลังงานในปัจจุบันได้

2.2.2 การเลือกซื้อเลือกใช้เครื่องมือซึ่งรวมถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพสูง โดยทำการ เลือกจากสินค้าที่มีฉลากประหยัดไฟ หรือเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอัตราการ ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย ตลอดจนเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ตามความเหมาะสมของสถานที่การใช้งาน

2.2.3 การนำเชื้อเพลิงไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเชื้อเพลิง ซึ่งหลังจากการเปลี่ยนโครงสร้างของเชื้อเพลิงนี้ จะสามารถทำให้นำเชื้อเพลิงไปใช้ประโยชน์ในส่วน ต่างๆ ได้มากขึ้น

2.2.4 การนำอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ มาใช้ใหม่ โดยการนำอุปกรณ์ หรือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ชำรุดนำกลับมาซ่อมแซมจนสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ การกระทำนี้จะเป็นการ ลด การทิ้งขยะที่ไม่จำเป็นลง

2.3 ลักษณะและอุปกรณ์ภายในตู้ไฟฟ้า

ตู้ไฟฟ้าที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ตู้ ABB - AIS (สวิตช์หุ้มฉนวนอากาศ) UNIGEAR ZS1

UniGear ZS1 เป็นสวิตช์แรงดันไฟฟ้าขนาดกลางที่มีตู้โลหะเหมาะสำหรับการติดตั้งในร่ม ชิ้นส่วน โลหะแยกส่วนออกจากกันและส่วนที่มีชีวิตอยู่ถูกหุ้มด้วยฉนวน เนื่องจากสวิตช์เป็นแบบโมดูลาร์สูงทำให้ สามารถเลือกส่วนประกอบที่ต้องการได้ง่าย

หน่วยการทำงานของสวิตช์รับประกันการกันอาร์กตาม IEC 62271-200 มาตรฐานภาคผนวก AA การเข้าถึงคลาส A เกณฑ์ 1 ถึง 5

การติดตั้งการดำเนินงานและการบำรุงรักษาทั้งหมดการดำเนินงานสามารถดำเนินการได้จากด้านหน้าของหน่วย สวิตช์และสวิตช์สายดินนั้นทำงานจากด้านหน้าเมื่อปิดประตู สวิตช์สามารถติดตั้งกลับกับผนังได้

2.3.1 ช่อง

ช่องใส่หน่วย: A-Circuit-breaker ช่อง B-Busbar; ช่อง C-Cable; ช่องแรงดัน D-Low; ช่องทางต่อก๊าซ E-Compact

ชุดสวิตช์เกียร์แต่ละชุดประกอบด้วยสามกำลังช่อง: เบรกเกอร์ [A], บัสบาร์ [B] และสายเคเบิล [C]; โพรดรูปรูปที่ 1 แต่ละหน่วยติดตั้งช่องแรงดันต่ำ [D] ซึ่งเป็นที่ตั้งของเครื่องมือเสริมทั้งหมด สวิตช์เกียร์กันอาร์กมีให้โดยปกติกับท่อ [E] สำหรับการอพยพก๊าซที่เกิดจากส่วน โคง มีท่อก๊าซชนิดต่าง ๆ ไว้ให้บริการ

ช่องทั้งหมดสามารถเข้าถึงได้จากการดำเนินการด้านหน้าและการบำรุงรักษาสามารถดำเนินการได้อย่างถูกต้องเมื่อติดตั้งสวิตช์กับผนัง ช่องแยกออกจากกันด้วยพาร์ติชันโลหะ ดังภาพที่ 2.3.1

ภาพที่ 2.3.1 ภาพตัดแนวขวาง เพื่อแสดงชุดประกอบภายในตู้ UniGear ZS1



บัสบาร์หลัก

คน busbar ช่องประกอบด้วยระบบบัสบาร์หลักที่เชื่อมต่อกับหน้าสัมผัสแยกของเซอร์กิตเบรกเกอร์โดยการเชื่อมต่อสาขา

บัสบาร์หลักทำจากทองแดงด้วยไฟฟ้า สำหรับการจัดอันดับสูงถึง 2500 A บัสบาร์เป็นแท่งแบน ในขณะที่กระแสระหว่าง 3150 A และ 4000 A จะใช้บัสบาร์รูปตัว D พิเศษ บัสบาร์ถูกปกคลุมด้วยวัสดุฉนวน

มีช่อง busbar เดียวตลอดความยาวทั้งหมดของสวิตช์ได้ถึง 31,5 kA ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นช่องย่อยสำหรับ 40/50 kA บุษเหล่านี้เป็นคุณสมบัติมาตรฐาน

สายเคเบิลเชื่อมต่อ

ช่องเคเบิลมีระบบสาขาสำหรับการเชื่อมต่อ สายไฟ ไปที่หน้าสัมผัสด้านล่างของเบรกเกอร์ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ป้อนนั้นทำจากทองแดงด้วยไฟฟ้าและเป็นบัสบาร์สำหรับช่วงกระแส

สำหรับ 17.5 และ 24 kV พวกเขาถูกปกคลุมด้วยวัสดุฉนวน

สวิตช์สายดิน

ช่องเคเบิลสามารถติดตั้งกับสายดินได้สลับสายดิน อุปกรณ์เดียวกันนี้ยังสามารถใช้เพื่อเชื่อมต่อกับระบบบัสบาร์ (การวัดและหน่วยบัสบาร์) นอกจากนี้ยังสามารถติดตั้งได้โดยตรงบนระบบบัสบาร์หลักในส่วนเฉพาะ (แอปพลิเคชันบัสบาร์) สวิตช์สายดินมีกำลังการผลิตไฟฟ้าลัดวงจร การควบคุมของสวิตช์สายดินนั้นมาจากด้านหน้าของสวิตช์ด้วยการทำงานแบบแมนนวลและสามารถเลือกใช้งานมอเตอร์ได้เช่นกัน

ตำแหน่งของสวิตช์สายดินนั้นสามารถมองเห็นได้จากด้านหน้าของสวิตช์โดยใช้ตัวบ่งชี้คู่ทางกลไก

สายดิน busbar

บัสบาร์สายดินทำจากทองแดงอิเล็กโทรไลติกและไหลตามยาวตลอดสวิตช์เกียร์จึงรับประกันได้ถึงความปลอดภัยของบุคลากรสูงสุด

บุชฉนวนและบานประตูหน้าต่าง

บุชฉนวนในเบรกเกอร์ช่องประกอบด้วยรายชื่อผู้ติดต่อสำหรับการเชื่อมต่อของเบรกเกอร์กับช่อง busbar และช่องเคเบิลตามลำดับ บุชฉนวนเป็นประเภทเสาเดียวและทำจากอีพอกซีเรซิน บานประตูหน้าต่างเป็น

โลหะและเปิดใช้งานโดยอัตโนมัติในระหว่างการเคลื่อนไหวของเซอร์กิตเบรกเกอร์จากตำแหน่งรีเซ็ตไปที่ยังตำแหน่งการทำงาน

สายเคเบิล

สายเคเบิลเดี่ยวและสามแกนสูงสุดได้สูงสุดสิบสองต่อเฟสสามารถใช้ขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดขนาดของหน่วยและส่วนสายเคเบิล สวิตช์สามารถติดตั้งกลับกับผนังได้เนื่องจากสามารถเข้าถึงสายเคเบิลจากด้านหน้าได้อย่างง่ายดาย

ท่อส่งก๊าซไอเสีย

ท่อระบายก๊าซอยู่ในตำแหน่งเหนือสวิตช์และวิ่งไปตามความยาวทั้งหมด

ช่องจ่ายไฟแต่ละช่องติดตั้งมาพร้อมกับผนังพื้นผิวด้านบน แรงดันที่เกิดจากความผิดพลาดนั้นเปิดขึ้นทำให้ก๊าซผ่านเข้าไปในท่อ การอพยพออกจากห้องของก๊าซร้อนและอนุภาคที่เกิดจากการอาร์คภายในจะต้องดำเนินการตามปกติ สวิตช์เกียร์ UniGear ZS1 สามารถติดตั้งโซลูชันที่หลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการทั้งหมดไม่ว่าในกรณีที่สามารถทำการอพยพได้โดยตรงที่ปลายสวิตช์หรือเมื่อต้องการโซลูชันจากด้านหน้าหรือด้านหลัง

การติดตั้งบางอย่างเช่นแอปพลิเคชันทางทะเล ไม่อนุญาตให้มีการอพยพก๊าซออกไปนอกห้อง ดังนั้นจึงมีการพัฒนาโซลูชันเฉพาะเพื่อรับประกันความปลอดภัยของบุคลากรและสอดคล้องกับมาตรฐาน เช่น ปล่องไฟอพยพยาว

แอปพลิเคชัน Busbar

แต่ละชุดสวิตช์เกียร์สามารถเลือกติดตั้งด้วยแอปพลิเคชัน busbar เสริม

- หม้อแปลงกระแสหรือแรงดันไฟฟ้าสำหรับการวัดบัสบาร์
- ระบบ busbar สวิตช์สายดิน
- ท่อส่งสัญญาณด้านบนหรือสายเคเบิลเพื่อเชื่อมต่อระหว่างส่วนต่าง ๆ ของสวิตช์

2.4 มาตรฐาน IEC

IEC (International Electrotechnique Commission) คือ คณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐานสาขาอิเล็กทรอนิกส์ เป็นองค์กรอิสระที่ร่วมมือกันจัดตั้งเพื่อกำหนดมาตรฐานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และทำการจัดทำแบบการประเมินเพื่อการรับรองคุณภาพ จัดตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2449

มาตรฐาน IEC ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ ตามแนวโน้มความเป็นสากลของโลก และตามโลกาภิวัตน์ โดยขณะนี้ IEC มีประเทศสมาชิกเกือบทุกประเทศในโลก

หลายประเทศได้นำมาตรฐาน IEC ไปประยุกต์ใช้ในประเทศของตน ซึ่งอาจจะเป็นประยุกต์ใช้แบบเต็มรูปแบบ หรือประยุกต์ใช้บางส่วน แล้วแต่ความเหมาะสมของแต่ละประเทศ

ในแต่ละประเทศจะมีกรรมการแห่งชาติ 1 ชุด โดยในประเทศไทย กรรมการที่เข้าร่วมกับ IEC คือ สมอ. (TISI) หรือ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั่นเอง โดยเข้าร่วมตั้งแต่ปี พ.ศ.2534 ในประเภท full member คือ มีสิทธิเข้าร่วมกิจกรรมต่างได้อย่างเต็มที่และสามารถเข้าร่วมกำหนดมาตรฐานได้

ข้อดีของการมีมาตรฐานร่วมกัน คือ จะทำให้การออกแบบ การผลิต การใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกในทางการค้า และจัดการกีดกันทางการค้าที่มาในรูปแบบของข้อกำหนดมาตรฐานต่างๆ

ซึ่งมาตรฐานที่ใช้ในงานวิจัย คือ IEC 62271 Standards for high-voltage switchgear and control gear โดย IEC 62271-1: 2017 ใช้กับสวิตช์เกียร์และชุดควบคุม AC ที่ออกแบบมาสำหรับการติดตั้งในร่มและ/หรือกลางแจ้งและสำหรับการทำงานที่ความถี่บริการสูงสุดรวมถึง 60 Hz และมีแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่า 1 000 V. ซึ่งใช้กับสวิตช์เกียร์และสวิตช์ควบคุมแรงดันสูงทั้งหมด ยกเว้นที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่นในมาตรฐาน IEC ที่เกี่ยวข้อง สำหรับสวิตช์เกียร์และเกียร์ควบคุมชนิดใดประเภทหนึ่งโดยเฉพาะ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับแนวทางการประหยัดพลังงานหรือการจัดการพลังงานที่เกิดขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ได้มีงานวิจัยเกี่ยวข้องเกิดขึ้นอย่างหลากหลาย โดยในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องก็มีในหลายรูปแบบธุรกิจอุตสาหกรรม และมีการคิดวิเคราะห์ถึงแนวทางและปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานในแต่ละงานวิจัยที่ทำการศึกษา ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญที่สามารถนำงานวิจัยทั้งหลายเหล่านี้ ไปใช้ประโยชน์ต่อในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นภาคใหญ่ที่มีกำลังขยายอย่างต่อเนื่อง ทำให้ต้องมีการผลิตกำลังไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการที่เกิดขึ้น

โดยงานวิจัยทางด้านแนวทางการประหยัดพลังงานหรือการจัดการพลังงานนี้ มีรายละเอียดดังนี้

ธานี ใจประดิษฐ์ธรรม (2561) ศึกษาวิจัยนี้ เพื่อนำเสนอถึงการลดค่าใช้จ่ายพลังงานของต้นทุนการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าในอุตสาหกรรมเพื่อประหยัดพลังงาน และใช้เทคโนโลยีในการปรับปรุงงาน ควบคุมคุณภาพ การจัดการชิ้นส่วนและการลดเวลาการทำงาน โดยใช้หลักการของวัฏจักรเดมมิ่ง PDCA ซึ่งเป็นหลักการในการวางแผนงานและวิธีการทำงานเพื่อตอบสนองนโยบายของบริษัทที่มุ่งเน้นในการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงาน ขั้นตอนการดำเนินงาน ได้ศึกษากระบวนการทำงานด้านต่างๆ ภายในแผนกงาน Logistics Control Division (LCD) เพื่อ วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานและทำการปรับปรุงการทำงานและแก้ปัญหาที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลและทำการปฏิบัติงานจริงโดยผ่านการทำกิจกรรม โดยผลของงานวิจัย เป็นไปตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดไว้ คือ สามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานของการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าได้ ทำให้มีการประหยัดพลังงานได้ประมาณ 70% และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้ประมาณ 80%

มนตรี พิพัฒน์ไพบุลย์ และวุฒิชัย ตั้งสัตยาธิฐาน (2560) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงาน รวมถึงลักษณะการใช้พลังงานภายในกระบวนการอุตสาหกรรมการเกษตร (กรณีศึกษา ไซโลอบเมล็ดข้าวโพด) เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานของอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมทั้งปรับปรุงการผลิตโดยอาศัยแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต การการบูรณาการประกอบด้วย การวิเคราะห์การใช้พลังงาน การเสนอแนวทางการปรับปรุง และการหาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้การจัดการพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงซังข้าวโพดและน้ำมันประกอบด้วย มาตรการเปลี่ยนทรดเลอร์ดัมพ์ลดการใช้ น้ำมันดีเซล 96,191.71 บาท/ปี มาตรการใช้ถ่านซังข้าวโพดแทนซังข้าวโพดลดการใช้พลังงานไฟฟ้า 74,279.52 บาท/ปี และมาตรการติดตั้งกล่องควบคุมชุดซอร์ฟสตาร์ทลดการใช้พลังงานไฟฟ้า 429,661.44 บาท/ปี จากการเก็บข้อมูลทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง ทำให้ประหยัดพลังงานรวมได้ 600,132.67 บาท/ปี

ทวิช เตียไพบุลย์ (2557) ศึกษางานวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบส่องสว่างของห้องเรียนและประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในห้องเรียนของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร โดยทำการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องทดลองจำนวน 5 ห้อง ซึ่งประกอบด้วยห้องเรียนที่ใช้งานปกติ ห้องเรียนที่ใช้สติกเกอร์ประหยัดพลังงาน ห้องที่มีการติดตั้งตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว ห้องที่มีการติดตั้งสวิทช์ กระตุกและห้องที่มีการติดตั้งสวิทช์กระตุกร่วมกับข้อมูลการใช้งาน และทำการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าจากแบบสอบถามและการสำรวจ ซึ่งพบว่าเทคโนโลยีที่ใช้ในห้องที่มีการติดตั้งสวิทช์กระตุกร่วมกับข้อมูลการใช้งานสามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด เนื่องจากสามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 23.96% และลดปริมาณการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ถึง 8.4 Ton CO₂ eq/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไฟฟ้าก่อนทำการ

นิยม วงศ์ศิริพนคุณ (2559) ทำวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึง 1) การให้ความหมายของการอนุรักษ์พลังงาน 2) แนวทางการสร้างแรงจูงใจในการอนุรักษ์พลังงานของพนักงานในระดับหัวหน้างาน โรงงานอาหารแปรรูป จังหวัดราชบุรี การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพด้วยวิธีการสร้างทฤษฎีฐานราก (Grounded Theory) โดยมีแบบแผนการเลือกผู้ให้ข้อมูลหลักแบบเจาะจง (Purposive Sampling Design) โดยเลือกจากพนักงานที่ทำงานในแผนกต่างๆ ดังนี้ หัวหน้าแผนกบุคคล หัวหน้าแผนกผลิต หัวหน้าแผนกพัฒนาระบบ หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง หัวหน้าแผนกคลังสินค้า หัวหน้าแผนกเส้นไหม หัวหน้าแผนกผลิตภัณฑ์ หัวหน้าแผนกความปลอดภัย หัวหน้าแผนกอบและบรรจุ จำนวน 9 คน เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์จากแนวคำถาม การถอดเทป การสังเกตและการจดบันทึก และการศึกษาเอกสารงานวิจัยต่างๆ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) หัวหน้างานได้ให้ความหมายของการอนุรักษ์พลังงาน มีนัยสำคัญ 2 ความหมาย คือ การบริหารจัดการและควบคุมการใช้พลังงานเครื่องจักร 2) แนวทางการสร้างแรงจูงใจในการอนุรักษ์พลังงานของหัวหน้างานมี 4 แนวทาง ดังนี้ 1) การสร้างรูปแบบหัวหน้างานเป็นการสร้างการรับรู้ในด้าน ประโยชน์ของการอนุรักษ์พลังงาน ด้านการมีส่วนร่วม ด้านการร่วมมือเพื่อสร้างทีมงาน การสร้างจิตสำนึกของพนักงาน 2) ด้านพันธกิจของโรงงาน ประกอบด้วย ฝ่ายบริหารส่งเสริม การประเมินผลงานพนักงาน การส่งเสริมด้านขวัญกำลังใจ การส่งเสริมเพิ่มความรู้ 3) รูปแบบด้านการสื่อสาร รูปแบบกิจกรรมในด้าน การสร้างกิจกรรมด้านแรงจูงใจ คุณค่าด้านการอนุรักษ์พลังงาน ด้านการสร้างทีมงาน ด้านประชาสัมพันธ์ การสร้างนโยบายองค์กรสู่ความยั่งยืน 4) รูปแบบด้านเทคโนโลยี การสนับสนุนเพื่อการชีวิตข้อมูลการใช้พลังงาน การปรับปรุงงานด้านวิศวกรรม ด้านการลดความสูญเสีย

สุนิสา วาดวงพัคตร์ (2558) ได้นำเสนอการลดต้นทุนพลังงานจากการผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (Cogeneration) จากการวิเคราะห์ศักยภาพการใช้พลังงานและพฤติกรรมการใช้พลังงานก่อนและหลังที่จะมี Cogeneration ในโรงงาน โดยใช้เทคนิคการจัดการพลังงานซึ่งเป็นกรณีศึกษาของการลงทุนในรูปแบบบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) โดยมีการรับประกันผลประหยัด การแบ่งผลประหยัดและระยะเวลาในการรับประกัน เพื่อเป็นตัวอย่างการลงทุนในรูปแบบ ESCO กับ Cogeneration ในประเทศไทย ผลการศึกษาจะนำไปสู่การเพิ่มศักยภาพการประหยัดพลังงานและการจัดการพลังงานเพื่อเพิ่มผลประหยัดของโรงงานและเป็นแนวทางในการทำเทคนิคการแบ่งผลประหยัดและการรับประกันจากการประหยัดพลังงานของรูปแบบบริษัทจัดการพลังงานให้กับโรงงานอื่นๆ

มนตรี พิพัฒน์ไพบูลย์, นันทชัย รุ่งเรืองศิริ และสุรียกาล ชุมแสง (2555) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานรวมถึงลักษณะการใช้พลังงานภายในกระบวนการอุตสาหกรรมเส้นก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่ตัวอย่าง เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานของอุปกรณ์ต่างๆพร้อมทั้งปรับปรุงการผลิตโดยอาศัยแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและจัดทำเป็นสมการพลังงานแสดงโรงงานอุตสาหกรรมเส้นก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่ตัวอย่าง การการบูรณาการประกอบด้วย การวิเคราะห์การใช้พลังงาน การเสนอแนวทางการปรับปรุง และการหาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ โดยนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการพลังงานด้านพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนมาใช้ วิเคราะห์เครื่องจักรและกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมเส้นก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่ตัวอย่าง ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถเขียนอยู่ในรูปสมการแสดงความสัมพันธ์ คือ พลังงานรวม = $54 + 29.8A + 14.6B + 12.9C$ พบว่า สามารถลดการใช้พลังงานได้ 18.79% จากพลังงานรวมทั้งหมด โดยพลังงานไฟฟ้าสามารถประหยัดได้ 349,037 บาท/ปี และพลังงานความร้อนสามารถประหยัดได้ 2,375,322.14 บาท/ปี รวมพลังงานที่ประหยัดได้ทั้งหมด 2,724,359.14 บาท/ปี

สุชน พิทักษ์ (2550) การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา บริษัท อีพีอี แพคเกจจิ้ง (ประเทศไทย) จำกัด. โดยใช้มาตรการในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน 2 มาตรการ คือ มาตรการในการตรวจสอบและการบำรุงรักษา และมาตรการในการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยการเก็บข้อมูลในการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 เก็บข้อมูลก่อนดำเนินการใช้มาตรการการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ช่วงที่ 2 คือ เก็บข้อมูลในการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานหลังจากดำเนินการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน โดยใช้มาตรการการตรวจสอบและการบำรุงรักษา เป็นระยะเวลา 3 เดือน และช่วงที่ 3 คือ เก็บข้อมูลในการใช้

พลังงานพลังงานไฟฟ้าในโรงงานหลังจากดำเนินการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าโดยใช้มาตรการ ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต เป็นระยะเวลา 6 เดือน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1. การดำเนินการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าโดยใช้มาตรการในการตรวจสอบและการบำรุงรักษา ภายในระยะเวลา 3 เดือน บริษัทฯ สามารถลดอัตราส่วนค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยผลผลิตลงได้เป็นร้อยละ 6.07 2. การดำเนินการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าโดยใช้มาตรการในการปรับปรุงกระบวนการผลิตภายในระยะเวลา 6 เดือน บริษัทฯ สามารถลดอัตราส่วนค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยผลผลิตลงได้เป็นร้อยละ 8.0

กิตติศาสตร์ แจ่มเล็ก (2559) งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในบริษัทอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ พนักงานในสายการผลิต จำนวน 250 คน โดยใช้แบบสอบถามซึ่งแบ่งเป็น 5 ส่วน คือ 1. ลักษณะทั่วไปของพนักงาน 2. ความรู้เกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน 3. พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในครอบครัว 4. พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงาน 5. ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติ/จิตสำนึกเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีอายุระหว่าง 26-35 ปี (39.6%) ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน 1-5 ปี (45.5%) และเคยได้รับการอบรมด้านการอนุรักษ์พลังงาน (63%) ผลการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษาตำแหน่งงาน และการเข้ารับการอบรม ในบรรดาปัจจัยส่วนบุคคลเหล่านี้ หัวข้อที่ควรมีการปรับปรุงมากที่สุดโดยพิจารณาจากความแปรปรวนที่สูงกว่าพฤติกรรมด้านอื่นๆ ได้แก่ ปัจจัยด้านตำแหน่งงาน ผลการวิจัยถูกนำมาสร้างเป็นแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าภายในบริษัทต่อไป

บุญญารัตน์ แสงปิยะ, จันทนา จันทโร และ ไชยะ แซ่มซ้อย (2554) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานควบคุม โดยทำการคัดเลือกปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ได้แก่ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน ปัจจัยด้านมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ปัจจัยด้านความร่วมมือของบุคลากรในโรงงานควบคุม และปัจจัยอื่นๆ เช่น ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบสนับสนุนการผลิต เป็นต้น จากนั้นพิสูจน์ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าของโรงงานควบคุมเพื่อคัดเลือกโรงงานควบคุมที่ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับมาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาเดียวกัน และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้ากับปัจจัยที่มีผลด้วยการวิเคราะห์ความถดถอยที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้ร้อยละของผลประหยัดที่ได้รับจริงจากมาตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าคือ คุณสมบัตินของ

ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต ความสนใจของผู้บริหารและความร่วมมือของพนักงาน เงินลงทุนในการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง และได้สมการความสัมพันธ์เป็น $\% \text{saving} = 3.183 + 14.413 \text{ qualification} - 1.600 \times 10^{-6} \text{ process} - 2.672 \text{ cooperation1} + 1.4 \times 10^{-6} \text{ investment} - 3.000 \times 10^{-7} \text{ light} - 2.115 \text{ cooperation2}$

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการศึกษา

3.1 วิธีการและกระบวนการศึกษา

เนื่องจากงานวิจัยเป็นงานวิจัยเชิงทดลองเพื่อนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบข้อมูลซึ่งกันและ เพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดและประหยัดพลังงานมากที่สุด ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเป็นงานวิจัยที่อาศัยการทดลอง (experimental method) เป็นหลัก การทดสอบวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 ของบริษัท เอบีบี อิเล็กทริฟิเคชั่น(ประเทศไทย) จำกัด โดยแบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. การทดสอบวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 ครั้งละ 1 ตู้ พร้อมทั้งจับเวลา
2. การทดสอบวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 ครั้งละ 2 ตู้ พร้อมทั้งจับเวลา
3. การทดสอบวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 ครั้งละ 3 ตู้ พร้อมทั้งจับเวลา
4. การทดสอบวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 ครั้งละ 4 ตู้ พร้อมทั้งจับเวลา

โดยมีการวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็น Wh ด้วยเครื่อง Power and Quality Analyzer ซึ่งการจ่ายไฟเข้าตู้ในแต่ละครั้ง จะใช้มาตรฐาน IEC 62271-1 และ IEC 62271-200 เป็นมาตรฐานอ้างอิง

ซึ่งการทดสอบทั้งหมดทำในห้องทดสอบไฟฟ้าที่มีการป้องกันและควบคุมตามมาตรฐานความปลอดภัย สามารถควบคุมสถานะการทดสอบได้ โดยไม่มีผู้ที่เกี่ยวข้องเข้ามารบกวนการทดสอบใดๆ และมีการทดสอบ 3 ซ้ำจึงนำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบอัตราค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ตามกำลังไฟฟ้า กิโลวัตต์-ชั่วโมง เพื่อให้ทราบ ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 ในแต่ละแบบ

3.2 สมมติฐานการวิจัย

3.2.1 ด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า

1) ค่าเฉลี่ยผลทดสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของการทดสอบแบบครั้งละ 1 ตู้ ใช้ปริมาณไฟฟ้ามากกว่าเมื่อเทียบกับการทดสอบครั้งละ 4 ตู้

2) ค่าเฉลี่ยผลทดสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของการทดสอบแบบครั้งละ 2 ตู้ ใช้ปริมาณไฟฟ้ามากกว่าเมื่อเทียบกับการทดสอบครั้งละ 4 ตู้

3) ค่าเฉลี่ยผลทดสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของการทดสอบแบบครั้งละ 3 ตู้ ใช้ปริมาณไฟฟ้ามากกว่าเมื่อเทียบกับการทดสอบครั้งละ 4 ตู้

3.2.2 ด้านการใช้เวลา

1) ค่าเฉลี่ยผลการจับเวลาในการทดสอบไฟฟ้าของการทดสอบแบบครั้งละ 1 ตู้ ใช้เวลามากกว่าเมื่อเทียบกับการทดสอบครั้งละ 4 ตู้

2) ค่าเฉลี่ยผลการจับเวลาในการทดสอบไฟฟ้าของการทดสอบแบบครั้งละ 2 ตู้ ใช้เวลามากกว่าเมื่อเทียบกับการทดสอบครั้งละ 4 ตู้

3) ค่าเฉลี่ยผลการจับเวลาในการทดสอบไฟฟ้าของการทดสอบแบบครั้งละ 3 ตู้ ใช้เวลามากกว่าเมื่อเทียบกับการทดสอบครั้งละ 4 ตู้

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1.) เครื่องทดสอบค่าความต้านทานแรงดันไฟฟ้าสูงแบบ เอซี-ดีซี AC/DC Withstanding Voltage

เครื่องทดสอบค่าแรงดันไฟฟ้าสูง หรือเรียกอีกอย่างว่า การทดสอบต่อไฟฟ้า (Dielectric Test) หรือ "high potential" หรือ "hipot" คือ การทดสอบไฟฟ้าดำเนินการเกี่ยวกับองค์ประกอบหรือผลิตภัณฑ์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของฉนวน การทดสอบอาจจะเป็นฉนวนระหว่างส่วนร่วมกันเป็นส่วนหนึ่งหรือส่วนพลังงานไฟฟ้า (L/N) และพื้นดิน (Ground) ในการทดสอบเป็นวิธีการที่จะมีคุณสมบัติความสามารถของอุปกรณ์ที่จะทำงานได้อย่างปลอดภัยในสภาวะอัตราของไฟฟ้า หากกระแสไหลผ่านอุปกรณ์ภายใต้การทดสอบน้อยกว่าที่ระบุ ที่มีศักยภาพการทดสอบและระยะเวลาที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติตรงตาม ค่า withstanding voltage ที่ต้องการ การทดสอบแบบนี้เป็นแบบทดสอบที่โรงงานเกี่ยวกับอุปกรณ์ใหม่ หรืออาจจะทำในอุปกรณ์ในการให้บริการเป็นแบบทดสอบการซ่อมบำรุง

การทดสอบแรงดันไฟฟ้าจะกระทำกับแหล่งจ่ายแรงดันสูงและมีเตอร์แรงดันไฟฟ้าและกระแส เครื่องมือวัดแบบเดี่ยว ที่เรียกว่า "hipot Tester" มักจะถูกใช้ในการดำเนินการทดสอบนี้ ซึ่งจะใช้แรงดันไฟฟ้าที่จำเป็นในการใช้อุปกรณ์และตรวจสอบการรั่วไหลของกระแส กระแสสามารถเดินทางด้วบั้งซึ่งความผิด เครื่องทดสอบมีการป้องกันการโอเวอร์โวลเดอาร์ทพุท การทดสอบแรงดันอาจเป็นได้ทั้งกระแสตรงหรือกระแสสลับที่ความถี่พลังงานหรือความถี่อื่น ๆ แรงดันไฟฟ้าสูงสุดจะได้รับในการทดสอบมาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อัตราโปรแกรมนี้ยังอาจมีการปรับเปลี่ยนการจัดการการรั่วไหลของกระแสที่เกิดจากผลกระทบ capacitive ของวัตถุทดสอบ ระยะเวลาของการทดสอบอาจจะถึง 60 วินาทีหรือมากกว่า แรงดันไฟฟ้าประยุกต์, อัตราการใช้งานและระยะเวลาการทดสอบขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของอุปกรณ์ มาตรฐานการทดสอบที่แตกต่างกันมีผลบังคับใช้สำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์, สายไฟฟ้าแรงสูง, สวิตช์และอุปกรณ์อื่น ๆ

ช่วงอุปกรณ์ hipot ทั่วไปการรั่วไหลของการตั้งค่าจำกัด ย่านกระแสระหว่าง 0.5 และ 20 mA และได้รับการกำหนดโดยผู้ใช้ตามลักษณะวัตถุทดสอบและอัตราการใช้แรงดันไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์ที่จะเลือกการตั้งค่ากระแสที่จะไม่ทำให้เกิดการทดสอบที่จะเดินทางสู่ระหว่างการใช้แรงดันไฟฟ้าในขณะที่ในเวลาเดียวกันการเลือกค่าที่ช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดกับอุปกรณ์ภายใต้การทดสอบควรปล่อยโดยไม่ได้ตั้งใจหรือความล้มเหลวที่เกิดขึ้น ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 เครื่องทดสอบค่าความต้านทานแรงดันไฟสูงหรือ High Potential

2.) เครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าหรือ Power and Quality Analyzer

Power and Quality Analyzer เครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์ที่สามารถวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปว่าควรจะควบคุมหรือปรับปรุงคุณภาพพลังงานไฟฟ้าตรงไหนบ้าง จึงถือว่าอุปกรณ์นี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพคุณภาพพลังงานไฟฟ้าภายในโรงงานได้ เครื่องวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้านี้จะสามารถวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าต่างๆ ได้ เช่น แรงดัน, กระแส, ความถี่, กำลังไฟฟ้า และอื่นๆ อีกมากมาย ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีโพรบการวัดที่วัดแรงดันและ clamp ที่ใช้วัดกระแส และเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการใช้งานจึงถูกออกแบบมาให้สามารถรับ-ส่ง ข้อมูล หรือใช้จัดเก็บข้อมูลต่างๆ ได้ จึงทำให้เราควบคุมคุณภาพพลังงานไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสมและสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าได้ทำให้อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับระบบหรือเครื่องจักรรวมถึงกระบวนการผลิต อีกทั้งยังประหยัดพลังงานและลดต้นทุนการซ่อมบำรุงได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 3.4 เครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าหรือ Power and Quality Analyzer

3.4 ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบ

งานวิจัยนี้ ใช้วิธีการทดสอบทั้งหมด 2 รูปแบบ ดังนี้

- 1.) ทดสอบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า 2.) ทดสอบระยะเวลา
 1. การทดสอบวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและระยะเวลาจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 ครั้งละ 1 ตู้
 2. การทดสอบวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและระยะเวลาจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 ครั้งละ 2 ตู้
 3. การทดสอบวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและระยะเวลาจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 ครั้งละ 3 ตู้
 4. การทดสอบวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและระยะเวลาจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 ครั้งละ 4 ตู้

โดยมีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

1. เริ่มจับเวลา การเคลื่อนย้ายตู้ไฟฟ้า รุ่น UniGear ZS1 จำนวน 1 ตู้ เข้าห้องทดสอบ High Potential ด้วย Electrical hand lift
2. นำแท่ง Discharge ตะขามือแปลง Step-up เพื่อทำการปลดปล่อยพลังงานไฟฟ้าที่ยังคงหลงเหลืออยู่ที่อุปกรณ์ทดสอบ
3. ทำการเชื่อมต่อสายตัวนำไฟฟ้าจากเครื่องทดสอบค่าความต้านทานแรงดันไฟสูงหรือ High Potential เข้ากับบัสบาร์ของตู้ไฟฟ้า
4. ปิดประตูห้องทดสอบ High Potential พร้อมล็อกกุญแจ
5. ติดตั้งเครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าหรือ Power and Quality Analyzer เข้ากับตู้ควบคุมสวิตช์ไฟฟ้าของเครื่องทดสอบค่าความต้านทานแรงดันไฟสูงหรือ High Potential
6. เปิดเครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าหรือ Power and Quality Analyzer เพื่อทำการวัดค่าการใช้พลังงานต่อหนึ่งครั้งการปล่อยแรงดันไฟสูงจากเครื่องทดสอบค่าความต้านทานแรงดันไฟสูงหรือ High Potential

7. ทำการเปิดเครื่องทดสอบค่าความต้านทานแรงดันไฟสูงหรือ High Potential พร้อมปล่อยแรงดันไปยังไฟฟ้า ที่ 50 kV ไปยัง ตู้ไฟฟ้า รุ่น UniGear ZS1 จำนวน 1 ตู้ เป็นเวลา 1 นาที ตามมาตรฐาน IEC 62271-1 และ IEC 62271-200
8. ทำการจดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าหรือ Power and Quality Analyzer เป็น Wh
9. ทำต่อเนื่องให้ครบทั้ง 3 ซ้ำ ต่อ 1 ตู้
10. เปิดประตูห้องทดสอบ High Potential พร้อมนำแท่ง Discharge และที่หม้อแปลง Step-up เพื่อทำการปลดปล่อยพลังงานไฟฟ้าที่ยังคงหลงเหลืออยู่ที่อุปกรณ์ทดสอบ
11. ปลดสายตัวนำไฟฟ้าจากเครื่องทดสอบค่าความต้านทานแรงดันไฟสูงหรือ High Potential ที่ต่อเข้ากับบัสบาร์ของตู้ไฟฟ้า
12. นำ Electrical hand lift ย้ายตู้ไฟฟ้า รุ่น UniGear ZS1 จำนวน 1 ตู้ ออกจากห้องทดสอบ High Potential
13. หยุดการจับเวลา พร้อมทั้งจดค่าระยะเวลาที่ใช้ทั้งกระบวนการต่อการทดสอบ 1 ตู้
14. ทำแบบเดียวกันทั้งหมด กับการทดสอบแบบครั้งละ 2 , 3 และ 4 ตู้ ต่อไป

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1.) เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 โดย
 1. นำค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าที่ได้ มาหาค่าเฉลี่ยของการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง ในแต่ละแบบการทดสอบตู้ไฟฟ้า แบบครั้งละ 1, 2, 3 และ 4 ตู้
 2. ทำการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบตู้ไฟฟ้า แบบครั้งละ 1, 2, 3 เทียบกับการทดสอบครั้งละ 4 ตู้
 3. คิดค่าออกมาเป็นร้อยละ เพื่อความชัดเจนในการหาค่าการประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้น จากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1

- 2.) เปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้จากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 โดย
 1. นำระยะเวลาที่ได้จับไว้ตั้งแต่เริ่มกระบวนการทดสอบตู้ไฟฟ้า แบบครั้งละ 1, 2, 3 และ 4 ตู้
 2. ทำการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ได้จากการทดสอบตู้ไฟฟ้า แบบครั้งละ 1, 2, 3 เทียบกับการทดสอบครั้งละ 4 ตู้
 3. คิดค่าออกมาเป็นร้อยละ เพื่อความชัดเจนในการหาค่าการประหยัดระยะเวลาที่เกิดขึ้น จากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1

3.6 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ปีการศึกษา 2/2562 (มกราคม 2563 ถึง กรกฎาคม 2563)

บทที่ 4

ผลการศึกษา

สำหรับผลการศึกษาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ากับระยะเวลาที่ใช้ จากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1.) ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการทดสอบตู้ไฟฟ้า

1. ตารางที่ 4.1 แบบครึ่ง 1 ตู้

ครั้งที่	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการทดสอบตู้ไฟฟ้า (Wh)
1	1,794
2	1,752
3	1,796
ค่าเฉลี่ย	1,780.67

2. ตารางที่ 4.2 แบบครึ่ง 2 ตู้

ครั้งที่	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการทดสอบตู้ไฟฟ้า (Wh)
1	2,879
2	2,856
3	2,942
ค่าเฉลี่ย	2,898.33

3. ตารางที่ 4.3 แบบครึ่ง 3 ตู้

ครั้งที่	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการทดสอบตู้ไฟฟ้า (Wh)
1	3,946
2	3,958
3	3,970
ค่าเฉลี่ย	3,958

4. ตารางที่ 4.4 แบบครึ่ง 4 ตู้

ครึ่งที่	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการทดสอบตู้ไฟฟ้า (Wh)
1	4,704
2	4,644
3	5,269
ค่าเฉลี่ย	4,872.33

5. ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบตู้ไฟฟ้า แบบครึ่งละ 1, 2, 3 เทียบกับการทดสอบครึ่งละ 4 ตู้

ทดสอบครึ่งละ (ตู้)	ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการทดสอบตู้ไฟฟ้า (Wh)	จำนวนครึ่งที่ต้องทดสอบเมื่อเทียบกับการทดสอบครึ่งละ 4 ตู้	คิดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบทั้งหมด (Wh)	คิดเป็นร้อยละการใช้พลังงานมากกว่าเมื่อเทียบกับการทดสอบครึ่งละ 4 ตู้
1	1,780.67	4	7,122.68	48.18
2	2,898.33	2	5,796.66	18.97
3	3,958	1.33	5,264.14	8.04
4	4,872.33	1	4,872.33	0

6. ตารางที่ 4.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบตู้ไฟฟ้า

ทดสอบครึ่งละ (ตู้)	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบตู้ไฟฟ้า (นาที)
1	48
2	62
3	75
4	87

7. ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบครั้งละ 1, 2, 3 เทียบกับการทดสอบครั้งละ 4 ตู้

ทดสอบ ครั้งละ (ตู้)	ระยะเวลาที่ใช้ในการ ทดสอบตู้ไฟฟ้า (นาที)	จำนวนครั้งที่ต้อง ทดสอบ เมื่อเทียบกับการ ทดสอบครั้งละ 4 ตู้	คิดระยะเวลาที่ใช้ ในการทดสอบตู้ ไฟฟ้า ทั้งหมด (นาที)	คิดเป็นร้อยละ การใช้เวลาที่ เพิ่มขึ้น
1	48	4	192	120
2	62	2	124	42.53
3	75	1.33	97.5	12.07
4	87	1	0	0

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป และอภิปรายผลการศึกษา

จากผลการศึกษา สามารถสรุปและอภิปรายผลการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

1.) ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการทดสอบตู้ไฟฟ้า

ผลการศึกษา พบว่า ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 แบบครั้งละ 1 , 2 , 3 และ 4 ตู้ คิดค่าเฉลี่ยค่าใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 1,780.67 , 2,898.33 , 3,958 และ 4,872.33 mWh ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบการทดสอบ เมื่อต้องทดสอบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบครั้งละ 1 , 2 , 3 ตู้ โดยจะคิดเป็นร้อยละการประหยัดพลังงาน ดังนี้ 48.18 , 18.97 และ 8.04 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการทดสอบครั้งละ 4 ตู้ ซึ่งจากผลการศึกษาจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า การทดสอบตู้ไฟฟ้า โดยทดสอบครั้งละ 4 ตู้ ให้ค่าการใช้พลังงานที่น้อยกว่าหรือประหยัดกว่า แบบครั้งละ 1 , 2 และ 3 ตู้ ดังนั้นผู้ทดสอบ จึงให้ความเห็นว่า ควรดำเนินการทดสอบตู้ไฟฟ้าครั้งละ 4 ตู้ เพื่อการประหยัดพลังงานและยังลดค่าใช้จ่ายของพลังงานที่ต้องใช้ภายในโรงงานได้อีกด้วย

2.) ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบตู้ไฟฟ้า

ผลการศึกษา พบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ตู้ไฟฟ้าแบบ POWER FREQUENCY VOLTAGE TEST กับตู้ไฟฟ้ารุ่น UniGear ZS1 แบบครั้งละ 1, 2, 3 และ 4 ตู้ เท่ากับ 48 , 62 , 75 และ 87 นาที ตามลำดับ และเมื่อทำการเปรียบเทียบการทดสอบ เมื่อต้องทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบแบบครั้งละ 1 , 2 , 3 โดยจะคิดเป็นร้อยละการประหยัดเวลา ดังนี้ 120 , 42.53 และ 12.07 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการทดสอบครั้งละ 4 ตู้ ซึ่งจากผลการศึกษาจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า การทดสอบตู้ไฟฟ้า โดยทดสอบครั้งละ 4 ตู้ อาจใช้เวลาในการเตรียมการมากกว่าแบบครั้งละ 1 , 2 และ 3 ตู้ แต่จะสามารถย่นระยะเวลาในการจ่ายไฟทดสอบได้มากกว่าแบบครั้งละ 1 , 2 และ 3 ตู้ ดังนั้นผู้ทดสอบ จึงให้ความเห็นว่า ควรดำเนินการทดสอบตู้ไฟฟ้าครั้งละ 4 ตู้ เพื่อการประหยัดเวลารวมถึงพลังงานและยังลดค่าใช้จ่ายของพลังงานและบุคคลากรที่ต้องใช้ภายในโรงงานได้อีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ และการนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์

- 1.) วิธีการศึกษาสามารถเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อทดลองกับการทดสอบทางไฟฟ้าประเภทอื่นต่อไป
- 2.) วิธีการศึกษาสามารถเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อทดลองกับตู้ไฟฟ้าประเภทอื่นต่อไป
- 3.) วิธีการศึกษาสามารถเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อทดลองกับอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทอื่นต่อไป
- 4.) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดจำนวนตู้ไฟฟ้า ในการทดสอบและหาค่าการประหยัดพลังงาน รวมถึงระยะเวลาที่เกิดขึ้นในกระบวนการทดสอบต่อไปได้
- 5.) ผลการศึกษาสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับนักวิจัยที่สนใจเกี่ยวกับทดสอบวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและระยะเวลาจากการทดสอบตู้ไฟฟ้าได้

5.3 งานวิจัยในอนาคต

- 1.) การทดลองกับกับการทดสอบทางไฟฟ้าประเภทอื่น
- 2.) การทดลองกับกับตู้ไฟฟ้าประเภทอื่น
- 3.) การทดลองกับกับอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทอื่น

บรรณานุกรม

ชำนาญ ใจประดิษฐ์ธรรม. 2561. การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายพลังงานของต้นทุนในกระบวนการผลิต และปรับปรุงงานบำรุงรักษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตมอเตอร์ไฟฟ้า

มนตรี พิพัฒน์ไพบูลย์ และ วุฒิชัย ตั้งสัตยาศิษฐาน. 2560. การจัดการพลังงานในอุตสาหกรรมการเกษตร (กรณีศึกษา ไซโลอบเมล็ดข้าวโพด)

ทวิช เตี่ยไพบูลย์. 2557. การจัดการพลังงานในอุตสาหกรรมการเกษตร (กรณีศึกษา ไซโลอบเมล็ดข้าวโพด)

นิยม วงศ์ศิริพนคุณ. 2559. การให้ความหมายของการอนุรักษ์พลังงานและแนวทางสร้างแรงจูงใจในการอนุรักษ์พลังงานของพนักงานระดับหัวหน้างาน โรงงานผลิตอาหารแปรรูป จังหวัดราชบุรี

สุนิสา วาดวงพัคตร์. 2558. การลดต้นทุนพลังงานจากการผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม : กรณีศึกษาการลงทุนในรูปแบบบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO)

มนตรี พิพัฒน์ไพบูลย์, นันทชัย รุ่งเรืองศรี และ สุริยกาล ชุมแสง. 2555. การจัดการอนุรักษ์พลังงานเชิงบูรณาการ กรณีศึกษา : โรงงานอุตสาหกรรมเส้นก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่ตัวอย่าง

สุชน พิทักษ์. 2550. การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม กรณีศึกษา บริษัท อีพีอี แพคเกจจิง (ประเทศไทย) จำกัด

กิตติศาสตร์ แจ่มเล็ก. 2559. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในบริษัทอิเล็กทรอนิกส์ บุญญารัตน์ แสงปิยะ, จันทนา จันทโร และ ไชยะ แซ่มซ้อย. 2554. ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงงานควบคุม

กำลังผลิตในระบบไฟฟ้า. ค้นวันที่ 14/6/2563 จาก

https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&layout=edit&id=80&Itemid=116

ความรู้พื้นฐานด้านพลังงาน. ค้นวันที่ 5/7/2563 จาก

<http://www.taleeye.go.th/files/dynamiccontent/file-44336.pdf>

ABB-AIS UniGear ZS1 ออกแบบที่มีคุณสมบัติ. ค้นวันที่ 5/7/2563 จาก

<https://crushtymks.com/th/medium-voltage/1185-abb-8211-ais-unigear-zs1-design-features.html>

แนวทางการประหยัดพลังงาน. ค้นวันที่ 10/7/2563 จาก

http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2016/TU_2016_5810037043_5683_4781.pdf

มาตรฐาน IEC. ค้นวันที่ 15/7/2563 จาก <https://www.tisi.go.th/>