โครงการพัฒนาบุคลากรด้านการอนุรักษ์พลังงานในกระบวนการผลิตของแต่ละประเภทอุตสาหกรรมระบบไฟฟ้า

By
Dr.Paitoon Termsinvanich
GM and consultant - Energenius Co.,Ltd
Senior Committee Prime Minister Industrial Awards (Energy Management)
Invited Lecturer Technology Promotion Association(Thailand-Japan)
Invited Lecturer Department of Industrial Promotion
Invited Lecturer Industrial Estate Authirity of Thailand
Invited Lecturer Chulalongkorn University
Invited Lecturer Dhurakijbundit University

วัตถุประสงค์

- เพื่อให้เข้าใจระบบไฟฟ้ากำลัง
- เพื่อให้เข้าใจปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพระบบไฟฟ้า

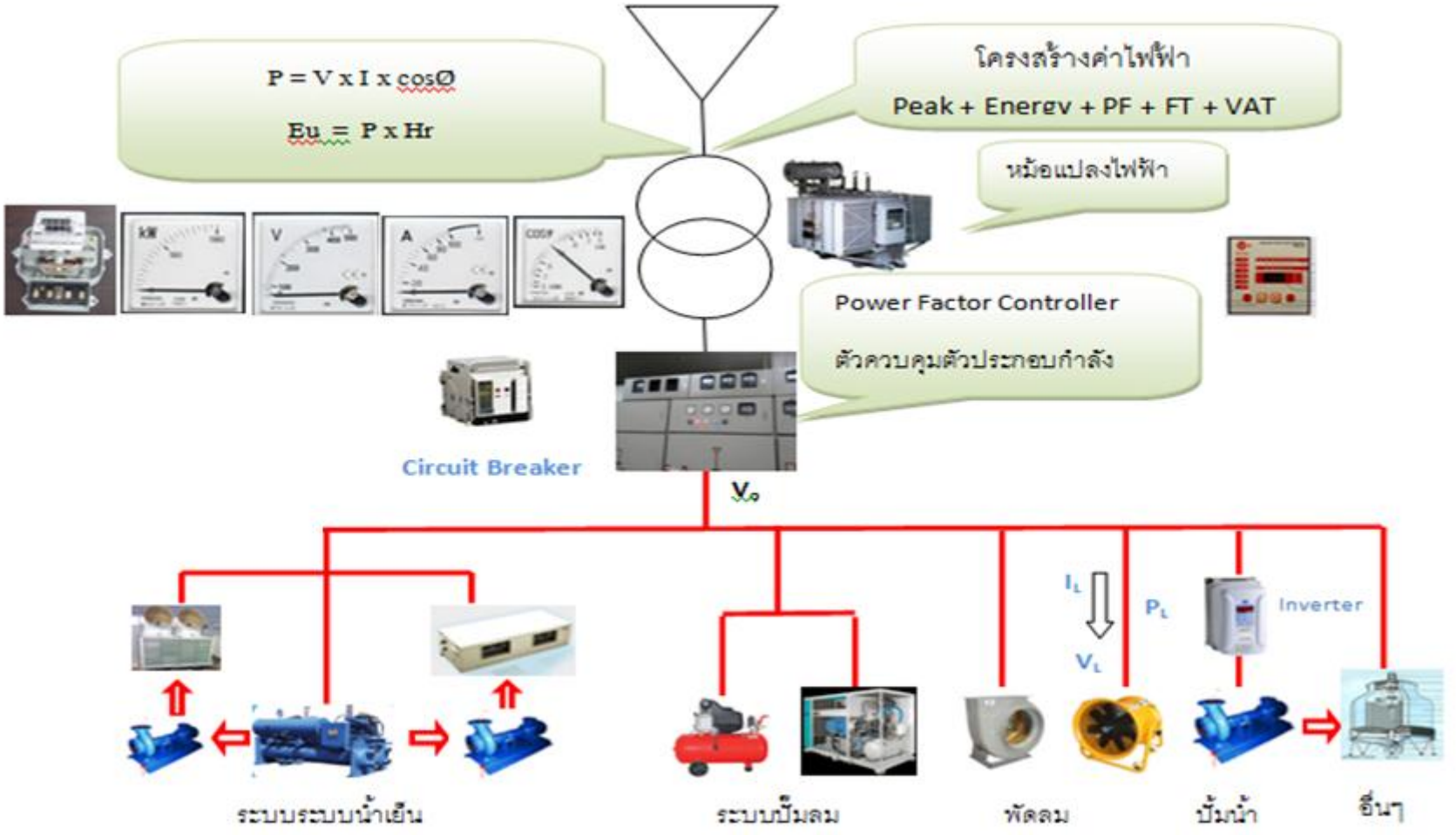
นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช
ENERGENIUS

Content

- ระบบไฟฟ้ากำลัง
- โครงสร้างค่าไฟฟ้า
- องค์ประกอบระบบไฟฟ้าโรงงาน
- ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าและเกณฑ์ (Criteria)

นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช
ENERGENIUS

ระบบไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม



ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า

ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า	อัตรา			
	ปกติ (ก้าวหน้า)	ปกติ (2 ส่วน)	TOD	TOU
1. บ้านอยู่อาศัย วัดและโบสถ์ของศาสนาต่างๆ	●			●
2. กิจการขนาดเล็ก มีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์	●			●
3. กิจการขนาดกลาง มีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ตั้งแต่ 30 –999 กิโลวัตต์ และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ไม่เกิน 250,000 หน่วย/เดือน		●		●
4. กิจการขนาดใหญ่มีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ หรือมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน เกินกว่า 250,000 หน่วย/เดือน			●	●
5. กิจการเฉพาะอย่าง ใช้สำหรับโรงแรมและกิจการให้เช่าพักอาศัยซึ่งมีค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป		●		●
6. ส่วนราชการและองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรใช้สำหรับส่วนราชการ ซึ่งมีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดต่ำกว่า 1,000 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน ไม่เกิน 250,000 หน่วย/เดือน	●			●
7. สูบน้ำเพื่อการเกษตรของส่วนราชการหรือกลุ่มเกษตรกรที่ทางราชการรับรอง หรือ สหกรณ์เพื่อการเกษตร	●			●

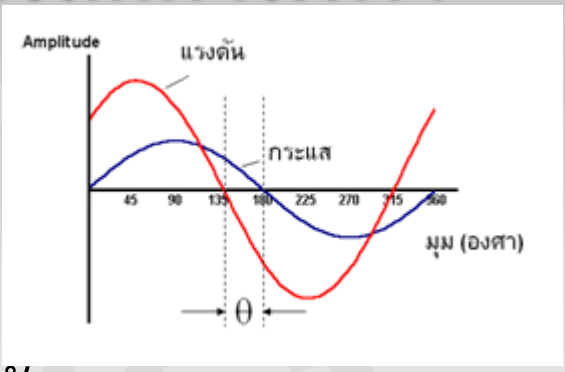
ENERGENIUS

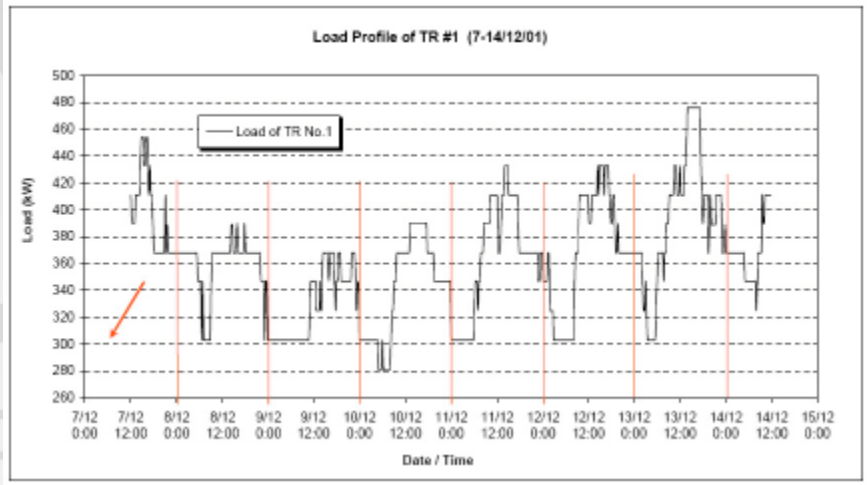
โครงสร้างค่าไฟฟ้า

ENERGENIUS

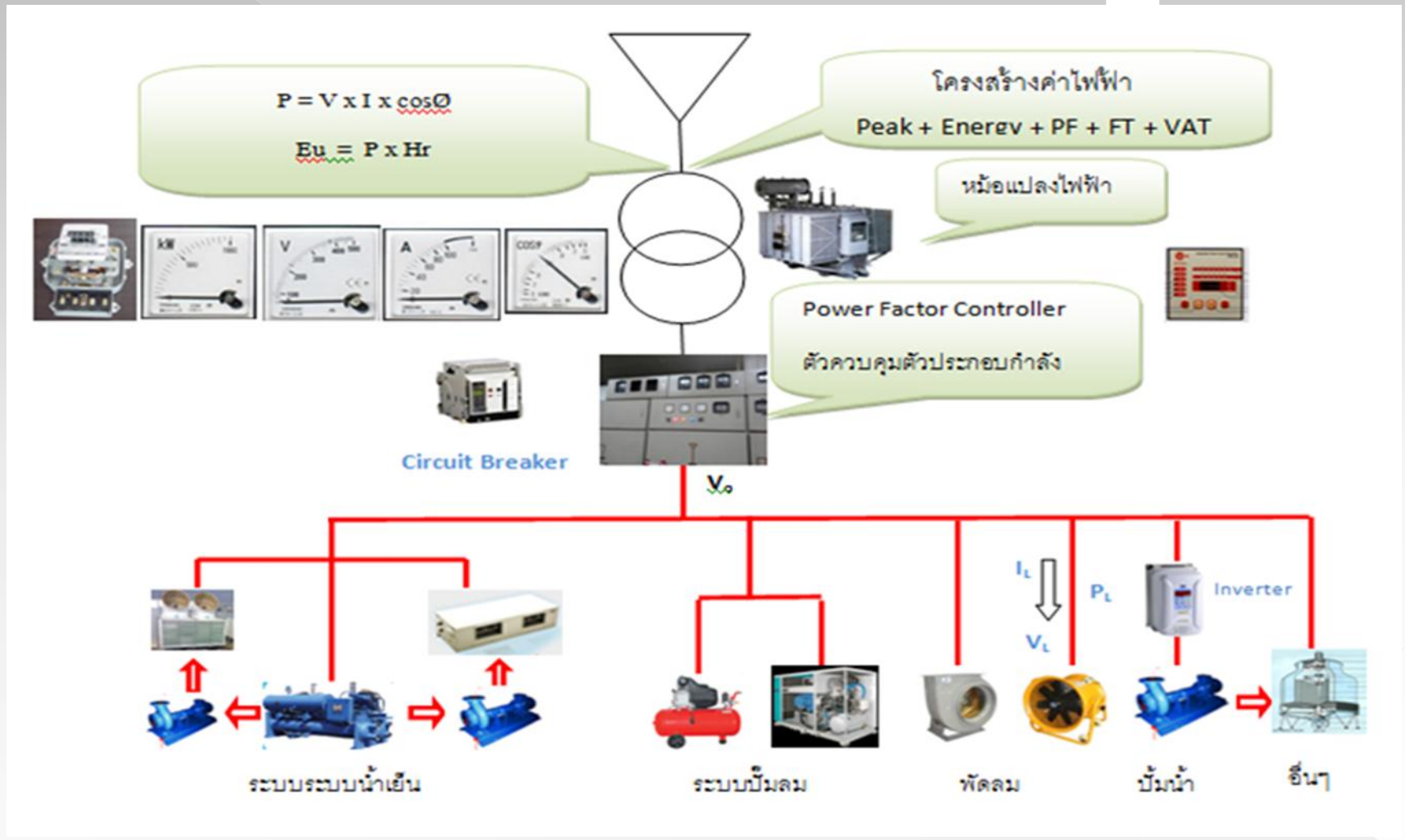
แนวทางการลดค่าไฟฟ้า

- การลดค่าตัวประกอบกำลัง
- การลดค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท)
- การลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak demand)

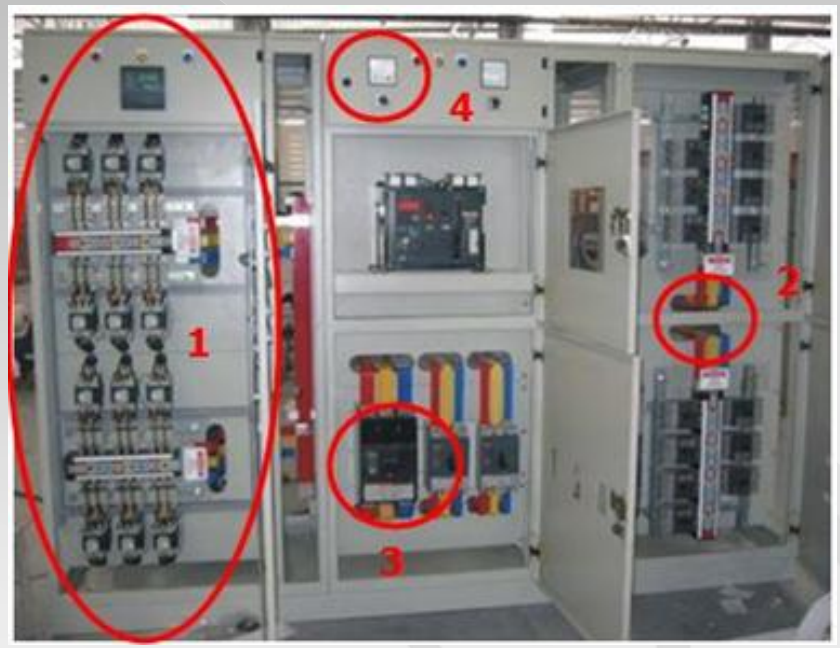


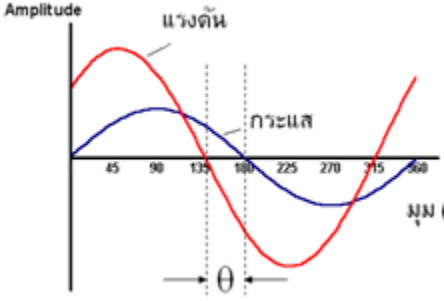


อุปกรณ์หลักในระบบไฟฟ้าโรงงาน

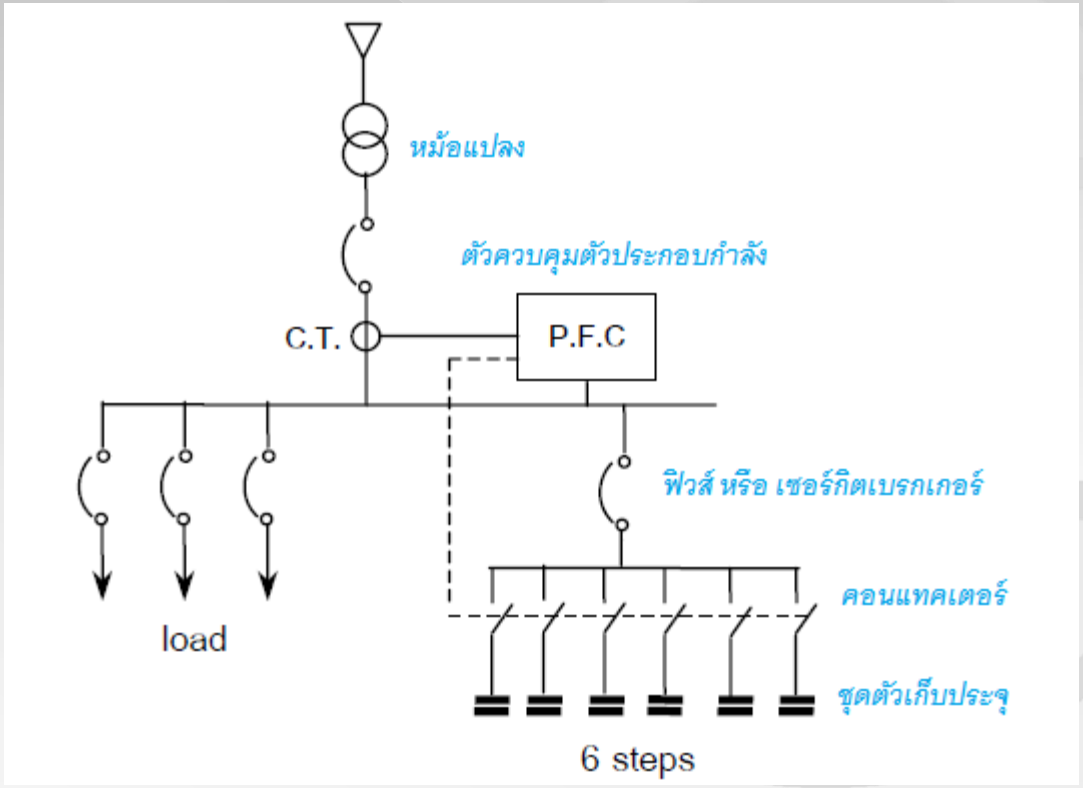


ตู้ MDB (Main Distribution Board)





อุปกรณ์ควบคุมค่าตัวประกอบกำลัง



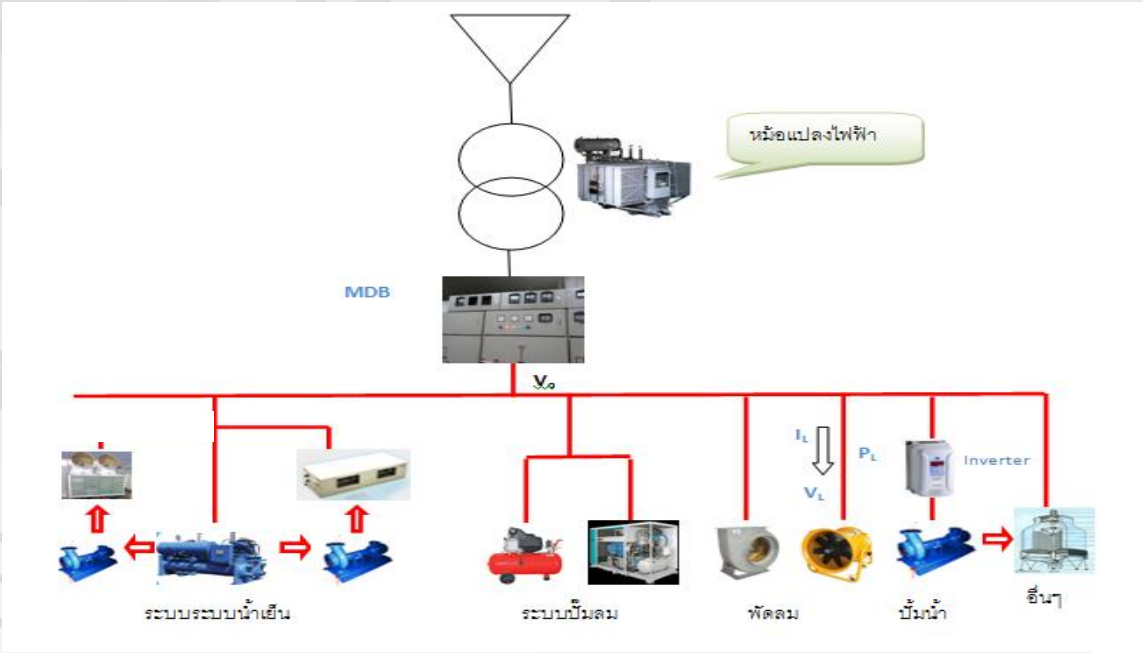
ENERGENIUS

สายไฟฟ้า

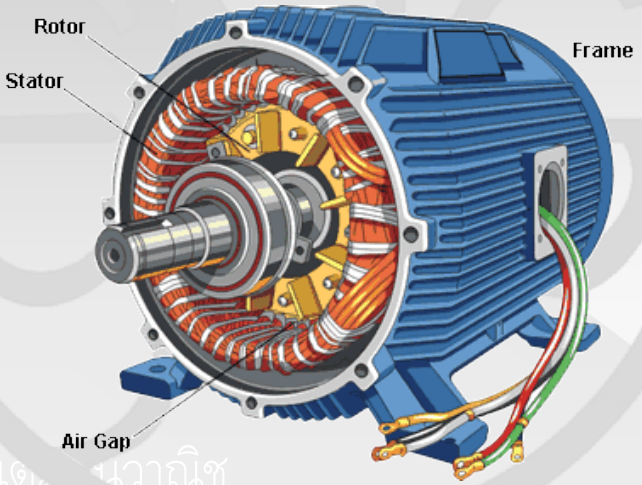
สายไฟฟ้า คือ ตัวนำกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้า มี 3 ชนิด คือ สายเปลือย สายหุ้มฉนวน และ สายไฟอาบน้ำยา ถึงแม้สายไฟฟ้าเป็นนำไฟฟ้า แต่ก็มีความต้านทาน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะเกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม

$$V = V - V_L = I \times R$$

$$P = V \times I \times \cos\emptyset$$



มอเตอร์ไฟฟ้า



นายไพฑูรย์ เดชานุวาณิช
ENERGENIUS

มอเตอร์ไฟฟ้า

- มอเตอร์
  - มอเตอร์กระแสตรง
    - มอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน
    - มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม
    - มอเตอร์กระแสตรงแบบผสม
  - มอเตอร์กระแสสลับ
    - มอเตอร์แบบซิงโครนัส
    - มอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ

ENERGENIUS

มอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำ (Induction Motor)

ความเร็วรอบซิงโครนัส: $n_s = 120 \times f/P$

เมื่อ f = ความถี่ของแรงดันไฟฟ้าป้อนเข้าสเตเตอร์ (Hz)

P = จำนวนขั้วแม่เหล็ก

ความเร็วรอบที่โรเตอร์: $n_r = (1-S_p/100).n_s$

เมื่อ S_p (Slip) = ความแตกต่างระหว่างความเร็วของสนามแม่เหล็ก

ENERGENIUS

มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

ขนาดมอเตอร์ (แรงม้า)	ประสิทธิภาพมอเตอร์ธรรมดา (%)	ประสิทธิภาพมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (%)
7.5	84.8	89.5
10	85.6	89.5
15	87.4	91
20	88.3	91
30	89.8	92.4
40	90.4	93
50	91	93

นายไพฑูรย์ เด... นวาณิช
ENERGENIUS

อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ (VSD)

ความเร็วรอบซิงโครนัส: $n_s = 120 \times f/P$

เมื่อ f = ความถี่ของแรงดันไฟฟ้าป้อนเข้าสเตเตอร์ (Hz)

P = จำนวนขั้วแม่เหล็ก

นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช
ENERGENIUS

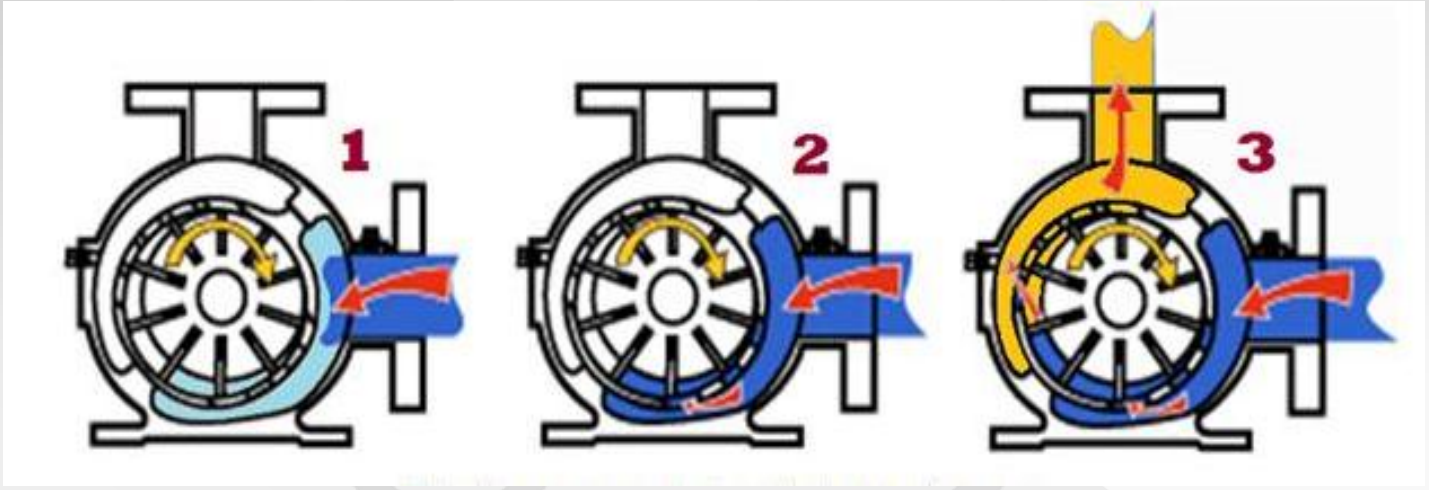
อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ (VSD)

ข้อดีและประโยชน์ที่จะได้รับจากอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์

- ประหยัดพลังงานได้มากเมื่อนำไปใช้อย่างถูกต้อง
- สามารถนำไปปรับปรุงใช้งานกับมอเตอร์เก่าที่เป็นมอเตอร์กระแสสลับแบบเหนี่ยวนำได้
- ราคาของอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์มีแนวโน้มที่ลดลง ทำให้คุ้มค่าต่อการลงทุน
- เพิ่มความคล่องตัวในการควบคุมกระบวนการผลิตให้มากขึ้น

นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช
ENERGENIUS

ระบบปั๊มน้ำ

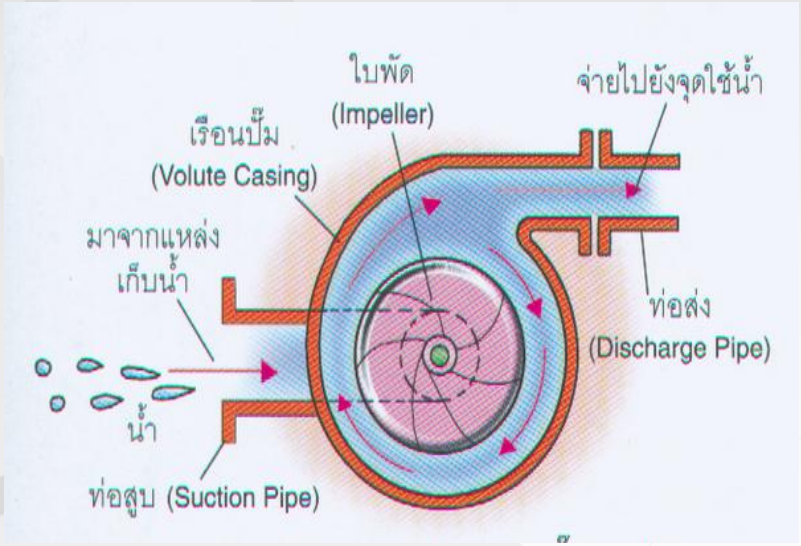


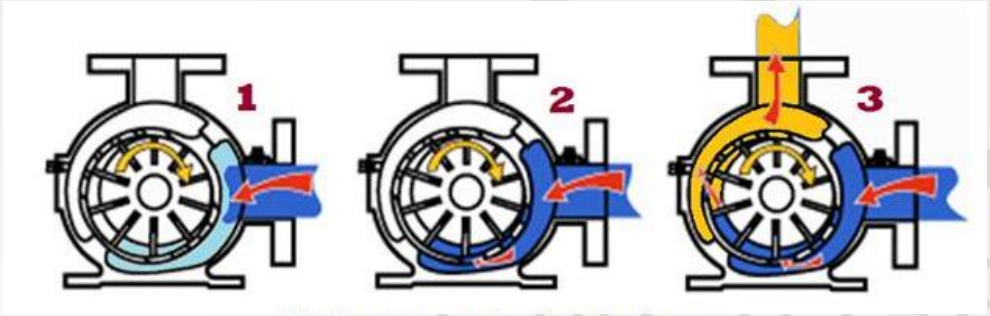
นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช

ENERGENIUS

ประเภทของปั๊มน้ำ

- ปั๊มสามารถจำแนกออกเป็นลักษณะทางด้านไฮดรอลิก ได้เป็น 4 ลักษณะ
- แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Pump)
- แบบโรตารี่ (Rotary Pump)





กฎการแปรผันของปั๊มน้ำ

$$\frac{V1}{V2} = \frac{n1}{n2}$$

$$\frac{P1}{P2} = \left(\frac{n1}{n2}\right)^2$$

$$\frac{W1}{W2} = \left(\frac{n1}{n2}\right)^3$$

นายโพทูรย์ โตเจริญวาณิช

ในสูตรข้างต้น V_1, V_2 แทนอัตราไหล n_1, n_2 แทนความเร็วรอบ

P_1, P_2 แทนความดัน W_1, W_2 แทนกำลังขับเพลา

ENERGENIUS

การปรับปริมาณการไหลของปั๊มน้ำ

1. การปรับความเร็วรอบ สามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1.1 การใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ (VSD) ใช้ในกรณีที่อัตราการไหลมีการเปลี่ยนแปลงบ่อย และปั๊มน้ำทำงานต่ำกว่าอัตราการไหลสูงสุดเป็นเวลานาน

1.2 การเปลี่ยนขนาดพู่เล่ย์ เพื่อลดความเร็วของรอบของปั๊มน้ำ ในกรณีขับด้วยสายพาน และมีอัตราการไหลคงที่

2. การปรับลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดปั๊มน้ำ แต่อย่างไรก็ตามการปรับลดขนาดปั๊มน้ำต้องใช้ความชำนาญในการปรับลดขนาดให้ได้ความแม่นยำ

3. การเปลี่ยนขนาดของปั๊มน้ำ ควรพิจารณาเมื่อ ปั๊มน้ำมีประสิทธิภาพต่ำกว่า 80% เมื่อภาระโหลดสูงสุด หรือ เมื่อปั๊มน้ำมีขนาดใหญ่กว่าภาระสูงสุดของระบบมาก

ENERGENIUS

การปรับความเร็วรอบปั๊มน้ำ

ตัวอย่าง ปั๊มน้ำขนาด 3 kW เปิดใช้งาน 12 ชม.ต่อวัน 300 วันต่อปี ถ้าลดความเร็วลง 20 เปอร์เซ็นต์

พลังงานไฟฟ้าปั๊มน้ำเดิม = 3 x 12 x 300 = 10,800 kW/ปี

จากกฎความคล้าย $\frac{W_1}{W_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3$

$W2 = (80/100)^3 \times 10{,}800 = 5{,}529.60$ kWh/ปี

สามารถประหยัดได้ = 10,800-5,529.60 = 5,270.4 kWh/ปี

= (5,270.4/10,800) x 100

= 48.8%

นายไพฑูรย์ เดชวาณิช
ENERGENIUS

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช

ENERGENIUS

ชนิดของหลอดไฟ และการใช้งาน

- หลอดอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent Lamp)
- หลอดก๊าซดีสชาร์จ (Gas Discharge Lamp)
- หลอดแอลอีดี (LED Lamp)

นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช

ค่ามาตรฐานความส่องสว่างตามลักษณะงาน

พื้นที่ต่างๆ	พื้นที่ใช้งาน	ระดับความสว่าง (ลักซ์)
งานทั่วไป	ทางเดินภายใน/นอกอาคาร บันได ห้องเก็บของ	150-200-300
งานหยาบ	บรรจุผลิตภัณฑ์ หัตถกรรม โรงสี ห้องหม้อน้ำ	200-300-500
งานละเอียดปานกลาง	ประกอบชิ้นส่วนทั่วไป ขึ้นรูปหยาบๆ	300-500-750
งานละเอียด	เขียน อ่าน ขึ้นรูปและตรวจสอบทั่วไป	500-750-1,000
งานละเอียดมาก	เขียนแบบขึ้นรูปและตรวจสอบละเอียด	1,000-1,500-2,000

ENERGENIUS

ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ (Criteria)

นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช

ENERGENIUS

ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ

ปัจจัยข้อที่ 1 แรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิหม้อแปลงสูงไม่เกิน 395 V และไม่ต่ำกว่า 380 V สำหรับโรงงานที่ใช้ไฟฟ้าแรงดัน 380 V หรือสูงไม่เกิน 4% และไม่ต่ำกว่าค่าแรงดันที่กำหนด สำหรับโรงงานที่ใช้ไฟฟ้าแรงดันอื่น

ปัจจัยข้อที่ 2 แรงดันไฟฟ้าตกในสายจ่ายไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 10 V หรือ 2.5%

นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช
ENERGENIUS

ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ

ปัจจัยข้อที่ 3 ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) หลังหม้อแปลงมีค่ามากกว่า 0.85 ทุกหม้อแปลงและไม่เสียค่าตัวประกอบกำลัง (ใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้า)

ปัจจัยข้อที่ 4 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างเฉลี่ย มีค่าไม่เกิน 16 วัตต์ต่อตารางเมตร

นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช
ENERGENIUS

ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ

ปัจจัยข้อที่ 5 ความดันน้ำที่จ่ายให้ (ระบบปั๊มน้ำ) จุดใช้งานที่ไกลสุดหรือจุดวิกฤตต้องการ สูงกว่าความดันที่ต้องการไม่เกิน 1 บาร์ ท่อระหว่างปั๊มน้ำและจุดใช้งานดังกล่าวไม่มี วาล์ว หรือถ้ามีวาล์วก็ให้เปิดวาล์วในสถานะเปิดสุด

นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช
ENERGENIUS

ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ

<u>ปัจจัยข้อที่ 1</u> แรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิหม้อแปลงสูงไม่เกิน 395 V และไม่ต่ำกว่า 380 V สำหรับโรงงานที่ใช้ไฟฟ้าแรงดัน 380 V หรือสูงไม่เกิน 4% และไม่ต่ำกว่าค่าแรงดันที่กำหนด สำหรับโรงงานที่ใช้ไฟฟ้าแรงดันอื่น

นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช
ENERGE[illegible]

ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ

แรงดันไฟฟ้า (V)	หลอด T8 (บาลาซ แกนเหล็ก)								
	แรงดันไฟฟ้า		ความสว่าง (Lux)		กำลังไฟฟ้า (W)		PF	อัตราส่วน (Lux/W)	
	จริง	% ê	จริง	% ê	จริง	% ê		จริง	% ê
240	240	0.00%	194	0%	53.7	0.00%	0.45	3.61	0.00%
220	220	-8.33%	172	-11%	45.1	-16.01%	0.49	3.81	5.54%
200	200	-16.67%	151	-22%	36.8	-31.47%	0.53	4.1	13.57%
180	180	-25.00%	123	-37%	27.7	-48.42%	0.59	4.44	22.99%
160	160	-33.33%	74	-62%	15.8	-70.58%	0.6	4.68	29.64%

ENERGENIUS

ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ

แรงดันไฟฟ้า (V)	หลอด T5 (บาลาซ อีเล็คทรอนิค)								
	แรงดันไฟฟ้า		ความสว่าง (Lux)		กำลังไฟฟ้า (W)		PF	อัตราส่วน (Lux/W)	
	จริง	% ê	จริง	% ê	จริง	% ê		จริง	% ê
240	240	0.00%	153	0%	35.4	0.00%	0.66	4.32	0.00%
220	220	-8.33%	139	-9%	31.2	-11.86%	0.67	4.46	3.24%
200	200	-16.67%	125	-18%	27.9	-21.19%	0.65	4.48	3.70%
180	180	-25.00%	110	-28%	24.5	-30.79%	0.69	4.49	3.94%
160	160	-33.33%	95	-38%	21.5	-39.27%	0.69	4.42	2.31%

ENERGENIUS

ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ

แรงดันไฟฟ้า (V)	Fan								
	แรงดันไฟฟ้า		speed(km/h)		กำลังไฟฟ้า (W)		PF	EnPI =อัตราส่วน (speed/W)	
	จริง	% ê	จริง	% ê	จริง	% ê		จริง	% ê
240	240	0.00%	12	0%	27.2	0.00%		0.44	0.00%
220	220	-8.33%	11	-8%	22.5	-17.28%		0.49	10.81%
200	200	-16.67%	10	-17%	18.5	-31.99%		0.54	22.52%
180	180	-25.00%	8.6	-28%	14.8	-45.59%		0.58	31.71%
160	160	-33.33%	7	-42%	11.6	-57.35%		0.60	36.78%

การปรับ Tap หม้อแปลง

แบบฟอร์มที่ 2 การคำนวณการปรับ Tap หม้อแปลง			
ข้อมูลการใช้พลังงานระบบไฟฟ้า	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า		4	
ประเภทมิเตอร์		TOU	
Peak		556	kW
On Peak Unit		122,320	kWh/เดือน
Off Peak Unit		184,562	kWh/เดือน
รวมหน่วยไฟฟ้าที่ใช้	Em	306,882	kWh/เดือน
ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor Cost)	PF cost	1,753	B/เดือน
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้			
Eu= Em x 12	Eu	3,682,584	kWh/ปี
อัตราค่าไฟฟ้ารวมค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft) เฉลี่ยทั้งปี	B	3.60	บาท/kWh
ค่าใช้จ่ายไฟฟ้า			
Cost = Eu x B	cost	13,257,302.40	บาทต่อปี
การประเมินผลประหยัดพลังงาน			
แรงดันไฟฟ้าก่อนปรับปรุงด้านทุติยภูมิ	Vo	405	V
แรงดันไฟฟ้าหลังปรับปรุงด้านทุติยภูมิ	Vi	395	V
พลังงานไฟฟ้าประหยัดได้ (Energy Saving)			
$ES = Eu \times (1-(Vi)^2/(Vo)^2)$	ES	179,610.86	kWh/ปี
ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าประหยัดได้ (Cost Saving)			
CS = ES x B	CS	646,599.11	บาทต่อปี
เงินลงทุนในการปรับ Tap	I	6,000	บาท
ระยะเวลาการคืนทุน			
PB = I / CS	PB	0.01	ปี

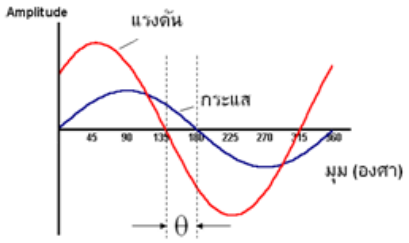
ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ

<u>ปัจจัยข้อที่ 2</u> แรงดันไฟฟ้าตกในสายจ่ายไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 10 V หรือ 2.5%

<u>ปัจจัยข้อที่ 3</u> ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) หลังหม้อแปลงมีค่ามากกว่า 0.85 ทุกหม้อแปลงและไม่เสียค่าตัวประกอบกำลัง (ใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้า)

$V = V_o - V_L = I \times R$

$P = V \times I \times \cos\emptyset$



การปรับปรุงตัวประกอบกำลัง และแรงดันตกในสาย

แบบฟอร์มที่ 3 การคำนวณการปรับปรุงค่า Power Factor			
ข้อมูลการใช้พลังงานระบบไฟฟ้าก่อนปรับปรุง	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
กำลังไฟฟ้าที่โหลด	Pload	156.00	kW
ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor Cost)บิลค่าไฟฟ้า	PF cost	1,752.50	B/m
แรงดันไฟฟ้าหลังหม้อแปลง	Vo	405.00	V
แรงดันไฟฟ้าก่อนเข้าโหลด	Vi	390.00	V
ผลต่างแรงดันไฟฟ้า	Vd1	15.00	V
กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้โหลด	I1	385.30	A
ตัวประกอบกำลังที่โหลดก่อนปรับปรุง	PF1	0.60	
มุมตัวประกอบกำลังหลังปรับปรุง (Acos(PF1))	Acos(PF1)	0.93	
กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่สายส่ง (Power Loss In Line)			
PL1= (Vd1 x I1) x √3 / 1000	PL1	10.00	kW
ข้อมูลหลังการปรับปรุง			
ตัวประกอบกำลังที่โหลดหลังปรับปรุง	PF2	0.95	
มุมตัวประกอบกำลังหลังปรับปรุง (Acos(PF2))	Acos(PF2)	0.32	
Additional Reactive Power (ขนาด Capacitor ที่เพิ่ม)			
ARP=Pload x (Tan(Acos(PF1)-Tan(Acos(PF2))	ARP	156.73	kVAR
กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้โหลดหลังปรับปรุง			
I2 = Pload / (√3 x Vi x PF2) ประมาณแรงดันที่โหลดเท่าเดิม	I2	243.38	A
แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมสายไฟหลังการปรับปรุง			
Vd2 = Vd1 x (I2/I1)	Vd2	9.48	V
กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่สายส่ง Power Loss in Line			
PL2= (Vd2 x I2) x √3 / 1000	PL2	3.99	kW

การปรับปรุงตัวประกอบกำลัง และแรงดันตกในสาย

การประเมินผลประหยัดพลังงาน			
กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในสายไฟลดลง (Reducded Power Loss)			
RPL = PL1-PL2	RPL	6.01	kW
จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน	H	24.00	ชม.ต่อวัน
จำนวนวันทำงานต่อปี	DY	300.00	วันต่อปี
อัตราค่าไฟฟ้า	B	3.60	บาทต่อหน่วย
พลังงานไฟฟ้าประหยัดได้ (Energy Saving)			
ES = RPL x H x Dy	ES	43,265.02	หน่วยต่อปี
ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าประหยัดได้ (Cost Saving)			
CS = ES x B	CS	155,754.08	บาทต่อปี
ติดตั้ง Capacitor ขนาด		156.73	kVAR
เงินลงทุนในการติดตั้ง Capacitor	I	25,000.00	บาท
ระยะเวลาการคืนทุน			
PB = I / CS	PB	0.16	ปี

ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ

<u>ปัจจัยข้อที่ 4</u> ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างเฉลี่ย มีค่าไม่เกิน 16 วัตต์ต่อตารางเมตร

นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช
ENERGENIUS

การตรวจวัดกำลังไฟฟ้าแสงสว่าง

แบบฟอร์มที่ 4 การตรวจวัดกำลังไฟฟ้าแสงสว่าง							
วันที่ ...26.06.57....							
แผนก/ห้อง	พื้นที่ (m^2)	ชนิดหลอดไฟ	กำลังไฟฟ้าต่อหลอดรวมบาลาสต์ (W)	จำนวนหลอดไฟ	กำลังไฟฟ้าทั้งหมด (W)	รวมกำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งแผนก (W)	กำลังไฟฟ้าต่อตารางเมตร (W/m^2)
แผนกหลอมอลูมิเนียม	2000	T5	36	1000	36,000	38,700	19.35
			18	150	2,700		
แผนกฉีดอลูมิเนียม	1500	T5	36	760	27,360	27,360	18.24
แผนกปั๊มครีบ	500	T5	36	300	10,800	10,800	21.60
แผนกพ่นทรายขัดผิวชิ้นงาน	1500	T5	36	800	28,800	28,800	19.20
แผนกกลึง	1200	T5	36	600	21,600	21,600	18.00
แผนกล้างไขมัน	1000	T5	36	550	19,800	19,800	19.80
แผนกอบแห้ง	100	T5	36	40	1,440	1,440	14.40
แผนกพ่นสีและอบสี	200	T5	36	90	3,240	3,240	16.20
ห้องประชุม	60	T5	36	45	1,620	1,620	27.00
	8060.00		รวม	4335	153,360	153,360	19.03

การตรวจวัดกำลังไฟฟ้าแสงสว่าง

แบบฟอร์มที่ 5 การคำนวณเปลี่ยนไฟฟ้าแสงสว่าง			
ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างที่จะเปลี่ยน (ก่อนปรับปรุง)	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
พื้นที่ให้แสงสว่าง	A	8,060.00	ตรม
จำนวนหลอดไฟ	L	4,335.00	หลอด
กำลังไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้งาน	Pw1	153,360.00	วัตต์
กำลังไฟฟ้าแสงสว่างต่อพื้นที่		19.03	วัตต์/ตรม
จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน	H	24.00	ชม.ต่อวัน
จำนวนวันทำงานต่อปี	DY	300.00	วันต่อปี
ตัวประกอบโหลด	LF	100%	
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้			
Eu=LF x H x DY x Pw1/1000	Eu	1,104,192.00	หน่วยต่อปี
อัตราค่าไฟฟ้า	B	3.60	บาทต่อหน่วย
ค่าใช้จ่ายไฟฟ้า			
cost=Eu x B	cost	3,975,091.20	บาทต่อปี

การตรวจวัดกำลังไฟฟ้าแสงสว่าง

ข้อมูลหลังการปรับปรุง			
หลอดไฟที่จะเปลี่ยน		LED	
กำลังไฟฟ้าต่อหลอด		18	วัตต์
จำนวนหลอดไฟ	L	4,185.00	หลอด
กำลังไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้งาน	Pw2	75,330.00	วัตต์
กำลังไฟฟ้าแสงสว่างที่ประหยัดได้			
PS=(Pw1-Pw2)/1000	PS	78.03	kW
Energy saving			
ES = PS x H x DY X LF	ES	561,816.00	หน่วยต่อปี
Cost saving	CS	2,022,537.60	บาทต่อปี
CS = ES x B			
เงินลงทุนในการปรับปรุง	I	1,734,000.00	บาท
ระยะเวลาการคืนทุน			
PB = I / CS	PB	0.86	ปี

ตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า และค่าเกณฑ์ที่แนะนำของปัจจัยต่างๆ

<u>ปัจจัยข้อที่ 5</u> ความดันน้ำที่จ่ายให้ (ระบบปั๊มน้ำ) จุดใช้งานที่ไกลสุดหรือจุดวิกฤตต้องการสูงกว่าความดันที่ต้องการไม่เกิน 1บาร์ ท่อระหว่างปั๊มน้ำและจุดใช้งานดังกล่าวไม่มีวาล์ว หรือถ้ามีวาล์วก็ให้เปิดวาล์วในสถานะเปิดสุด

นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช
ENERGENIUS

สำรวจความดันระบบปั๊มน้ำ

แบบฟอร์มที่ 6 สำรวจความดันระบบปั๊มน้ำ

ปั๊มน้ำหมายเลข...120...
ตำแหน่งปั๊มน้ำ หอผึ่งเย็น

กำลังไฟฟ้า Name Plate	15 kW	ความดันด้านดูด	0.5 บาร์	
กำลังไฟฟ้าใช้จริง	14.5 kW	ความดันด้านจ่าย	6 บาร์	

แผนก/เครื่อง	**ความดันน้ำที่ต้องการ(บาร์)**	ความดันน้ำก่อนเข้าเครื่อง(บาร์)*	ความดันน้ำด้านออก(บาร์)	วาล์วน้ำ	ความดันแตกต่างด้านเข้า-ออก (บาร์)	ค่าความต่างความดันน้ำเข้าออกกับที่ต้องการ (บาร์)	การใช้ประโยชน์
เครื่องฉีดอลูมิเนียม	0.7	3.1	0.1	มี	3	2.3	ระบายความร้อนน้ำมันไฮโดรลิก
เครื่องเป่าแห้ง	0.5	3.6	0.1	มี	3.5	3	ระบายความร้อนน้ำมันไฮโดรลิก
เครื่องปั๊มครีบ	0.5	4.2	0.1	มี	4.1	3.6	ระบายความร้อนน้ำมันไฮโดรลิก
เครื่องล้างน้ำ	0.8	4.5	0.2	มี	4.3	3.5	ทำความสะอาดชิ้นงาน
เครื่องผลิตน้ำเย็น	0.6	5	0.2	มี	4.8	4.2	ระบายความร้อนสารทำความเย็น
Maximum	0.80				Minimum	2.3	

* ถ้าเกจวัดความดันอยู่หลังวาล์ว ให้เปิดวาล์ว 100% แล้วอ่านจึงอ่านค่า

การคำนวณความดันปั๊มน้ำ

แบบฟอร์มที่ 7 การคำนวณการลดความดันระบบปั๊มน้ำ			
ข้อมูลการใชระบบปั๊มน้ำ (ก่อนปรับปรุง)	สัญลักษณ์	ค่า	หน่วย
ปั๊มน้ำหมายเลข		120	
ความดันน้ำด้านจ่าย (ปั๊มน้ำ)	PP11	6.00	บาร์
ความดันน้ำด้านดูด (ปั๊มน้ำ)	PP12	0.50	บาร์
ความดันตกคร่อมปั๊มน้ำ			
PP1 = PP11-PP12	PP1	5.50	บาร์
กำลังไฟฟ้าปั๊มน้ำ	Pw1	14.50	kW
ค่าความด่างความดันน้ำเข้า-ออกกับที่ต้องการต่ำสุด(MinPressure Diff. : PD)	PD	2.30	บาร์
ความดันน้ำที่ต้องการที่จุดแตกต่างต่ำสุด (Pressure Demand: PDM)	PDM	0.70	บาร์
ความดันน้ำที่จ่ายให้จุดวิกฤต (PressureSupply to Demand : PSD)	PSD1	3.10	บาร์
จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน	H	24.00	ชม.ต่อวัน
จำนวนวันทำงานต่อปี	DY	300.00	วันต่อปี
ตัวประกอบโหลด	LF	100%	
อัตราค่าไฟฟ้า	B	3.60	บาทต่อหน่วย

การคำนวณความดันปั๊มน้ำ

ข้อมูลหลังการปรับปรุง			
ความดันน้ำที่ควรจ่ายให้จุดวิกฤต (PSD2 = PDM + 1)	PDS2	1.70	บาร์
ความดันน้ำที่สามารถลดได้ (PR = PSD1-PSD2)	PR	1.40	บาร์
ความดันตกคร่อมปั๊มน้ำหลังปรับปรุง (PP2 = PP1-PR)	PP2	4.10	บาร์
กำลังไฟฟ้าหลังปรับความดัน (ใช้ VSD ลดความเร็วรอบลง)	Pw2	10.81	kW
Pw2 = Pw1 x (PP2/PP1)			
กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้			
PS = (Pw1-Pw2)	PS	3.69	kW
Energy Saving			
ES = PS x H x DY X LF	ES	26,574.55	หน่วยต่อปี
Cost saving			
CS = ES x B	CS	95,668.36	บาทต่อปี
เงินลงทุนในการปรับปรุง	I	120,000.00	บาท
ระยะเวลาการคืนทุน			
PB = I / CS	PB	1.25	ปี

การบันทึกข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพพลังงานของระบบไฟฟ้า

นายไพฑูรย์ เด[illegible]นวาณิช

ENERGENIUS

การบันทึกข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพพลังงานของระบบไฟฟ้า

แบบฟอร์มที่ 8 สรุปปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพระบบไฟฟ้า

ลำดับ	ปัจจัย และค่าเกณฑ์ที่แนะนำ	ความถี่ในการตรวจวัด	ค่าตามเกณฑ์	ค่าจากการตรวจวัด	ผลการประเมิน (ผ่าน- ไม่ผ่าน)	แนวทางการแก้ไข
1	แรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิหม้อแปลงไม่เกิน 395 V และไม่ต่ำกว่า 380 V สำหรับโรงงานที่ใช้ไฟฟ้าแรงดัน 380 V หรือสูงไม่เกิน 4 % และไม่ต่ำกว่าค่าแรงดันที่กำหนด สำหรับโรงงานที่ใช้ไฟฟ้าแรงดันอื่น	ทุก 3 เดือน	แรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิหม้อแปลงสูงไม่เกิน 395 V หรือ ..... (4% ของระบบที่ใช้งาน)	แรงดันไฟฟ้าทุติยภูมิหม้อแปลง .405.. V	( ) ผ่าน ( ) ไม่ผ่าน	แจ้งผู้ผลิต หรือผู้ดูแลหม้อแปลงมาปรับ Tap
2	แรงดันไฟฟ้าตกในสายจ่ายไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 10 V หรือ 2.5%	ทุก 3 เดือน	แรงดันไฟฟ้าตกสูงสุดไม่เกิน 10 V หรือ 2.5%	แรงดันไฟฟ้าตกสูงสุด = ...15.....V	( ) ผ่าน ( ) ไม่ผ่าน	ตรวจวัด ตัวประกอบกำลังของโหลด และปรับปรุงให้สูงขึ้น (แนะนำ 0.95)
3	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) หลังหม้อแปลงมีค่ามากกว่า 0.85 ทุกหม้อแปลงและไม่เสียค่าตัวประกอบกำลัง(ใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้า)	ทุก 3 เดือน	ไม่เสียค่าตัวประกอบกำลัง และค่าตัวประกอบกำลังที่หม้อแปลง สูงกว่า 0.85	บิลค่าตัวประกอบกำลังเสีย ค่าใช้จ่าย = ...1,752....บาท	( ) ผ่าน ( ) ไม่ผ่าน	ตรวจสอบระบบควบคุมตัวประกอบกำลัง ซ่อมแซมหรือเปลี่ยนหากชำรุด ตรวจสอบ Capacitors เปลี่ยนหากเสื่อมสภาพ
4	ค่ากำลังไฟฟ้าแสงสว่างเฉลี่ยมีค่าไม่เกิน 16 วัตต์ต่อตารางเมตร	ทุก 12 เดือน	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างเฉลี่ยมีค่าไม่เกิน 16 วัตต์ต่อตารางเมตร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างเฉลี่ยโรงงาน = ...17.72..... วัตต์ต่อตารางเมตร	( ) ผ่าน ( ) ไม่ผ่าน	เปลี่ยนหลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลดหลอดไฟ และให้แสงสว่างเฉพาะจุดเพิ่มเติม หรือใช้แสงสว่างธรรมชาติ
5	ความดันน้ำที่จ่ายให้ (ระบบปั๊มน้ำ) จุดใช้งานที่ไกลสุด หรือจุดวิกฤตต้องการ สูงกว่าความดันที่ต้องการไม่เกิน 0.5 bar และท่อระหว่างปั๊มน้ำ และจุดใช้งานดังกล่าวไม่มี วาล์ว หรือถ้ามีวาล์วก็ให้เปิดวาล์วในสถานะเปิดสุด	ทุก 3 เดือน	ความดันน้ำใช้งาน ที่จุดวิกฤตต้องการสูงสุด ..2..บาร์(PD) ความดันน้ำที่ควรจ่ายให้จุดวิกฤต =. 2.5..บาร์(PD+0.5)	ความดันน้ำที่จ่ายให้จุดวิกฤตจริง =.....3.5.....บาร์	( ) ผ่าน ( ) ไม่ผ่าน	ติดตั้งอินเวอร์เตอร์เพื่อปรับลดความเร็วรอบปั๊มน้ำ ให้ได้ความดันตามต้องการ

Thank you for your Attention

Dr.Paitoon Termsinvanich

Energenius Co.,ltd

www.energeniusth.com

Email: paitoontsv.eng@gmail.com

Tel.081-647-0229

นายไพฑูรย์ เตชะนวกิจ

ENERGENIUS