การออกแบบระบบ Air Washer แบบอัตโนมัติด้วยระบบ PLC
The Design of Airwasher Automatic Control System by PLC

ประสพสุข สร้อยทอง, วุฒิศักดิ์ ทะนวนรัมย์, ณรงค์ฤทธิ์ อุปพงษ์, อนุวัฒน์ สำราญวงษ์

สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม
วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม 457 ถ.พนมพนารักษ์ ต.ธาตุพนม อ.ธาตุพนม จ.นครพนม 48110
prasubsuk@npu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย "การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศของอุตสาหกรรมสิ่งทอโดยใช้ระบบควบคุม Air Washer แบบอัตโนมัติ" [4] โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างระบบควบคุม Air washer แบบอัตโนมัติ เพื่อเป็นแนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ประเภทปั่นด้ายและทอผ้า ในบทความนี้จะกล่าวถึงการออกแบบจำลองระบบ Air Washer และออกการแบบระบบควบคุมด้วย PLC หลักทำงานของระบบจะทำการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิความชื้นให้เป็นค่าเอนทัลปี จากนั้นจะทำการเปรียบเทียบค่าเอนทัลปี ของภายในระบบและภายนอกอาคาร เพื่อทำการเลือกเปิดรับอากาศจากภายนอกโดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดการเปิดรับอากาศจากภายนอกเป็น 4 ระดับ คือ 25%, 50%, 75% และ 100% ผลที่ได้จากการทดสอบคือ 25% ประหยัดได้ร้อยละ 1.27, 50% ประหยัดได้ร้อยละ 2.54, 75% ประหยัดได้ร้อยละ3.81 และ 100% ประหยัดได้ร้อยละ 5.08

คำสำคัญ:

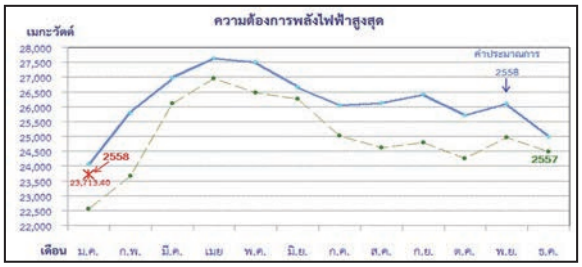
Abstract

This article is a part of the research "Energy Conservation in Air Condition System of Textile Industry through Automatic Air Washer Control System" [4]. The journal paper aimed to design and set up an automatic air washer control system in order to be a way for saving energy in a textile industrial factory (types of spinning and weaving). This journal paper focused on designing the model of air washer system and control system through PLC. For the system work, it will change the value of humidity's temperature to enthalpy. Then, the values of enthalpies inside system and outside building are contrasted to select opening for bringing the air from outside which is specified as percent. There are 4 levels of opening for bringing the air from outside. These levels are 25%, 50%, 75%, and 100%. The result from the test was that 25% could save energy for 1.27, 50% could save energy for 2.54, 75% could save energy for 3.81 and 100% could energy save for 5.08.

Keyword: airwasher automatic control

1. บทนำ

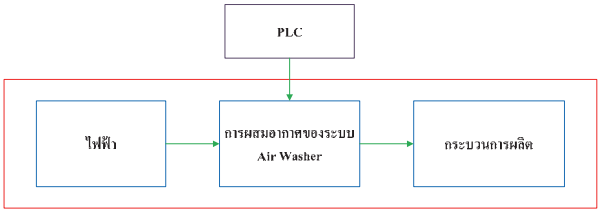
จากปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยซึ่งมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงขึ้นเรื่อยๆในแต่ละปี กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน จึงมีนโยบายในการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลง เพื่อให้การใช้ไฟฟ้านั้นไม่สูงเกินกว่าปริมาณไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้



ภาพที่ 1 : ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

จากรูปที่ 1 ข้อมูลนี้ได้มาจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต เป็นกราฟดัชนีความต้องใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2558 จะเห็นได้ว่าในปี พ.ศ. 2557 มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 26,942.10 เมกะวัตต์ ความต้องการใช้ไฟฟ้านั้นสูงเรื่อยๆและการจะสร้างโรงไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตนั้นมีความยุ่งยากกว่าการลดใช้พลังงานไฟฟ้า จึงเป็นเหตุให้มีการสนับสนุนการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมถือว่าเป็นรายใหญ่ในการการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศ ถ้าสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานอุตสาหกรรมลงได้ก็จะสามารถลดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศลงได้ โรงงานอุตสาหกรรมมีในประเทศไทยมีจำนวนมากและหลากหลายรูปแบบ

โรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ประเภทปั่นด้ายและทอผ้า ในประเทศไทยมีอยู่หลายแห่ง ซึ่งถือว่าเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวนมาก จากการสำรวจและศึกษาพบว่า ระบบปรับอากาศถือว่าเป็นระบบที่ใช้พลังงานสูงในโรงงานอุตสาหกรรม คิดเป็น 60 – 40% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในโรงงาน ถูกใช้ในระบบปรับอากาศซึ่งเป็นระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงงานการปั่นด้าย ในการสำรวจพื้นที่จริงในโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ ประเภทปั่นด้ายและทอผ้า พบว่า มีการใช้ระบบ Air Washer เป็นระบบปรับอากาศเนื่องจากอุตสาหกรรมประเภทปั่นด้ายและทอผ้า เป็นกระบวนการที่มีฝุ่นจากการผลิตสูงจึงนำเทคโนโลยีการล้างอากาศ (Air Washer)มาใช้ และพบว่าในการนำอากาศจากห้องปรับอากาศมาใช้อีกได้มีการเปิดรับอากาศจากภายนอกมาผสมด้วย และถ้าอากาศภายนอกมีอุณหภูมิและความชื้นที่ดีกว่าอากาศภายในห้องปรับอากาศ จึงเป็นที่มาในการหามาตรการในการประหยัดพลังงาน โดยการตรวจวัดหาค่าเอนทัลปีของอากาศด้านนอกกับค่าเอนทัลปีของอากาศภายในห้องปรับอากาศ เพื่อทำการเปิดรับอากาศที่ดีกว่าเพื่อลดการใช้พลังงานของ Chiller ในการทำความเย็นของโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ เนื่องจากว่ายังขาดบุคลากรในการทำงานในส่วนนี้ จึงเป็นที่มาในการจัดทำชุดควบคุมแบบอัตโนมัติ PLC ในการควบคุมการผสมอากาศของ Air Washer เพราะระบบการควบคุมแบบ PLC เหมาะกับงานด้านภาคสนามเนื่องจากมีความทนต่อสภาพแวดล้อม และมีการทำงานที่ง่ายกว่าไมโครคอนโทรเลอร์ หรือระบบ Computer ที่มีความซับซ้อนและไม่ค่อยทนต่อระบบอุตสาหกรรม โดยการออกแบบระบบ PLC ให้ควบคุมการปิดเปิดของแดมเปอร์ในการรับอากาศมาผสมกันก่อนเข้าเครื่องทำความเย็น



ภาพที่ 2 ไดอะแกรมการทำงานของ PLC ในการควบคุมการทำงานของ Air Washer

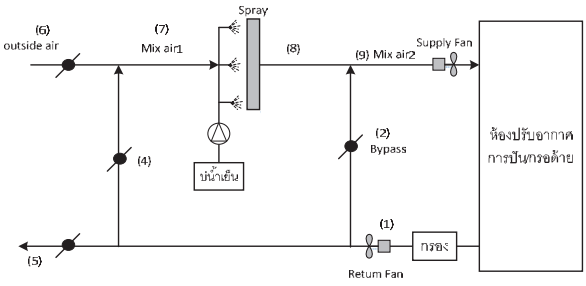
ภาพที่ 2 คือหลักการระบบ PLC มาใช้ในการควบคุมการผสมอากาศของ Air Washer เพื่อลดการใช้ไฟฟ้าของการปรับอากาศของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ประเภทปั่นด้ายและทอผ้า

2. การดำเนินการออกแบบ

2.1 การออกแบบระบบควบคุม

การสร้างชุดควบคุมการปิด-เปิดการทำงานของแดมเปอร์แบบอัตโนมัติด้วย PLC ทางผู้วิจัยได้ออกแบบการดำเนินการสร้างชุดจำลองการทำงานของระบบ Air Washer โดยมีลักษณะ

การทำงานคือ จุดที่ (1) พัดลมรีเทิร์น (Return Fan) จะถูกดูดอากาศจากห้องปรับอากาศออกและส่งอากาศไปตามท่อ อากาศบางส่วนจะส่งไปยังจุดที่ (4) นำไปผสมกับอากาศภายนอกจุดที่ (6) (Outside air) เพื่อผสมอากาศกันในจุดที่ (7) (Mix air1) ก่อนเข้าเครื่องฉีดสเปรย์น้ำเย็นทำให้อากาศแลกเปลี่ยนความร้อนทำให้ได้อากาศอุณหภูมิต่ำความชื้นสูงในจุดที่ (8) ไปผสมกับอากาศบางส่วนที่ถูกบายพาสในจุดที่ (2) ทำให้ได้อากาศจุดที่ (9) (Mix air2) ก่อนถูกพัดลมส่งจ่ายลมเย็น (Supply Fan) ส่งลมเข้าห้องปรับอากาศ และหากไม่ต้องการอากาศภายใน (Return air) ก็ทำการปล่อยทิ้งในจุดที่ (5) ออกสู่บรรยากาศภายนอก



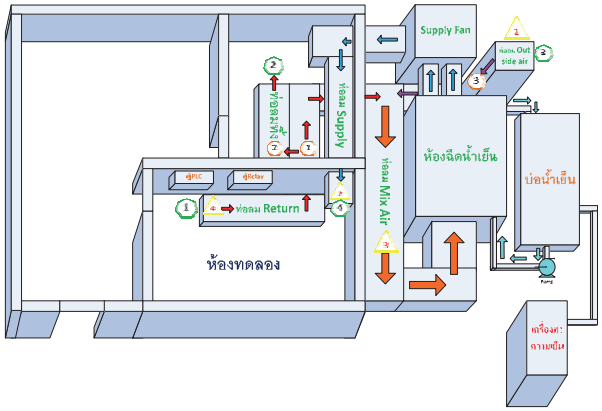
ภาพที่ 3 แสดงไดอะแกรมโครงสร้างที่ใช้ในการทดลอง

2.2 วิธีการดำเนินงาน

วิธีทางกลุ่มนักวิจัยได้ทำการออกแบบจำรองระบบ Air Washer ขึ้นภายในอาคารขนาด 5.50x8x3 เมตร เพื่อศึกษาข้อมูลและทดสอบระบบควบคุมโดยในการดำเนินงานแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

2.2.1 การดำเนินงานติดตั้งอุปกรณ์ในท่อส่งลมและตำแหน่งการตรวจวัด

การดำเนินงานติดตั้งอุปกรณ์ในท่อส่งลมและตำแหน่งการตรวจวัด นั้นได้มีการออกแบบพื้นที่ของห้องทดลอง เพื่อหาตำแหน่งที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์และตำแหน่งที่จะทำการตรวจวัด โดยมีลักษณะการทำงานคือ PLC รับค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเซ็นเซอร์ มาเปลี่ยนเป็นค่าเอนทัลปีของอากาศโดยใช้สูตร จากนั้นนำค่าที่ได้ในแต่ละจุดมาทำการเปรียบเทียบเพื่อตัดสินใจในการเลือกรับอากาศจากภายนอกหรือไม่ โดยใช้ PLC ในการตัดสินใจสั่งงานไปยังมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อควบคุมในการปิด-เปิดของแดมเปอร์ ในระบบการผสมอากาศของ Air Washer ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ไดอะแกรมการติดตั้งอุปกรณ์และตำแหน่งการ

จากไดอะแกรมการติดตั้งอุปกรณ์และตำแหน่งการตรวจวัดข้างต้นนั้นจะเห็นได้ว่าระบบการทำงานของ Air Washer ของห้องทดลองนั้นประกอบ ด้วยเครื่องทำความเย็นเป็นตัวให้ความเย็นแก่บ่อน้ำเย็น จนน้ำเย็นมีอุณหภูมิอยู่ที่ 5-7 องศาเซลเซียส ก็จะใช้ปั๊มน้ำสูบน้ำจากบ่อน้ำเย็นส่งเข้าห้องฉีดพ่นน้ำเย็น โดยการออกแบบหัวฉีดให้สามารถฉีดน้ำเย็นเป็นฝอยละอองเพื่อการแลกเปลี่ยนแลกเปลี่ยนอุณหภูมิของอากาศได้ดี มีพัดลมที่ใช้ส่งลมเย็น (Supply Fan) เป็นพัดลมที่ใช้ดูดลมจากห้องฉีดพ่นน้ำเย็นเพื่อส่งลมเย็นเข้าสู่ห้องปรับอากาศแล้วก็จะดูดอากาศจากห้องปรับอากาศ และอากาศภายนอกไปตามท่อส่งลมซึ่งมีขาด 40cm×40cm และความยาว 5m เพื่อให้มีระยะเหมาะสมในการผสมอากาศ

เมื่อดำเนินงานติดตั้งอุปกรณ์และตำแหน่งการตรวจวัดเรียบร้อยก็เป็นการขั้นตอนของการตรวจวัดเพื่อหาความเร็วลมที่เหมาะสมตามเงื่อนไขการผสมอากาศดังตางรางที่1

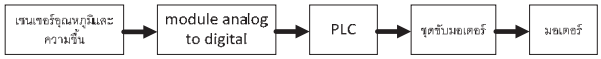
ตารางที่ 1 สำหรับใส่ข้อความอธิบายตาราง

สัดส่วนการผสมอากาศ(%)					
Return air	100%	75%	50%	25%	0%
Outside air	0%	25%	50%	75%	100%

2.2.2 การออกแบบระบบควบคุมด้วย PLC

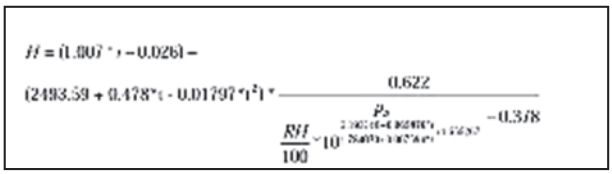
การออกแบบระบบควบคุมด้วย PLC เริ่มต้นจากเซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิความชื้นแล้วส่งสัญญาณ 0-24 VDC มาที่โมดูลแปลงสัญญาณ analog to digital จากนั้นจะส่งไปให้ PLC

เพื่อ ประมวลผลและทำการเปลี่ยนค่า อุณหภูมิความชื้นเป็นค่าเอนทัลปีของอากาศของในแต่ละจุดที่ เซ็นเซอร์ติดตั้งอยู่ จากนั้น PLC ทำการตัดสินใจเพื่อเลือกรับอากาศ จากภายนอก (Outside air) หรือภายใน (Return air) เพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานให้มากที่สุด โดยมีแผนผังการทำงานของระบบควบคุมด้วย PLC ภาพที่ 5



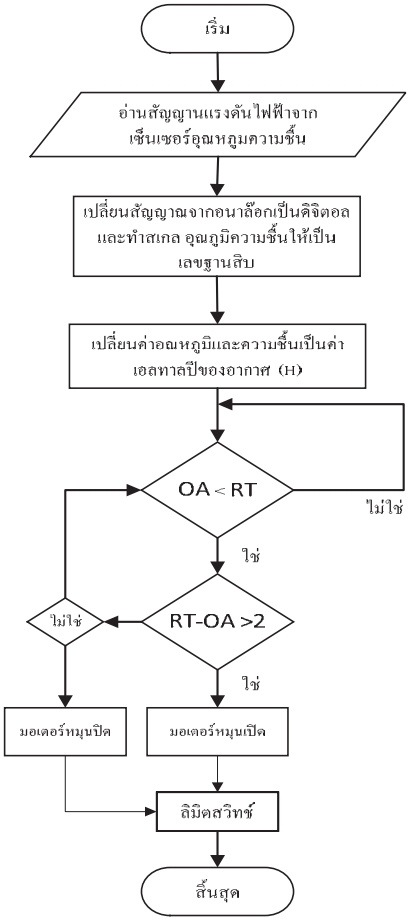
ภาพที่ 5 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมด้วย PLC

การหาค่าเอนทัลปีของอากาศที่ได้จากเซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นสามารหาความสัมพันธ์ได้จากสมการดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 สมการการหาค่าเอนทัลปีของอากาศ [3]

การนำค่าเอนทัลปีที่ได้มาเปรียบเทียบระหว่างเอนทัลปีภายในห้องปรับอากาศกับภายนอก และให้ PLC เลือกสั่งงานให้มอเตอร์ทำงานเปิดรับอากาศจากด้าน Return air และ Outside air หากเป็นไปตามคำสั่งที่เขียนไว้เมื่อค่าเอนทัลปีของด้าน Outside air มีค่ามากกว่าก็จะเขียนคำสั่งประมวลผลว่ามากกว่าภายนอก 2 หน่วยจริงหรือไม่ ถ้าจริงก็จะสั่งให้เอาท์พุท (Out put) ทำงานและไปสั่งให้มอเตอร์หมุนไปจนชนลิมิตสวิทช์ เมื่อลิมิตสวิทช์ทำงานก็เป็นอินพุท (In put) เข้ามาและเขียนคำสั่งให้มอเตอร์หยุดทำงานจากหลักการข้างต้นสามารถนำมาเขียน Flow Chart ไดอะแกรมได้ตามภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมด้วย PLC

3. ผลการดำเนินการ

3.1 ผลการดำเนินงานออกแบบสร้าง

จากการออกแบบชุดทดลองระบบ Air Washer ข้างต้น ได้ดำเนินการสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ในอาคารทดลอง โดยใช้ห้องในมหาวิทยาลัยเป็นห้องปฏิบัติงานและสร้างชุดเครื่องปรับอากาศระบบ Air Washer เพิ่มเติมดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมด้วย PLC

การตรวจวัดหาจุดที่จะทำการติดตั้งลิมิตสวิทช์ ด้วยเครื่องวัดความเร็วลมเพื่อหาปริมาณลมที่เข้าออกในแต่ละจุด เพื่อทำการกำหนดปริมาณลมตามที่กำหนดไว้คือที่ปริมาณลม 100% , 75% , 50% ,25% และ 0% เมื่อได้ค่าความเร็วลมเฉลี่ยในแต่ละจุดแล้วก็นำมาคำนวณตามสมการ

$$\%RT = (A-B)/(A-B)+C$$

$$\%OA = C/(A-B)+C$$

เมื่อแทนค่าในสมการจะได้เปอร์เซ็นต์ RT (Return air) และเปอร์เซ็นต์ OA (Outside air) ออกมาดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราการไหลของอากาศ

อัตราการไหลของอากาศ					
จุดที่ A	จุดที่ B	จุดที่ C	จุดที่ D	%RT	%OA
2.09	2.09	1.34	1.53	0.10	99.90
0.97	0.69	0.84	1.80	25.00	75.00
1.72	1.12	0.60	1.62	50.00	50.00
2.38	0.79	0.52	1.85	75.36	24.64
1.60	0	0	1.67	100.00	0.00

3.2 ผลการทดสอบการทำงานของตัวเครื่อง

จากการทดสอบโปรแกรมข้างต้นซึ่งพบว่าโปรมแกรมมีความแม่นยำและสามารถทำงานตามที่กำหนดไว้

ในหัวข้อนี้จะทำการทดสอบระบบทั้งหมดของเครื่องในเงื่อนไขต่างๆโดยการสุ่มแทนค่าเอนทัลปีภายนอกเพื่อทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมดโดยบันทึกผลจากการปิด-เปิดแดมเปอร์ตามเงื่อนไขโดยแบ่งเป็น 4 เงื่อนไขดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 เงื่อนไขการเปิด-ปิดของแดมเปอร์

เงื่อนไขการเปิดปิดของแดมเปอร์	
On1	RT 75% , OA 25%
On2	RT 50% , OA 50%
On3	RT 25% , OA 75%
On4	RT 0% , OA 100%

ในแต่ละเงื่อนไขนั้นได้มีการสุ่มค่าข้อมูลที่ตรวจวัดจริงและแทนค่าคงที่ลงไปใน PLC แล้วทำให้มอเตอร์หมุนไปยังตำแหน่งต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงการทำงานตามเงื่อนไขที่ 1 RT 75% , OA 25%

ค่าเอนทาลปี (H)		มอเตอร์			อัตราการไหลของอากาศ	
ภายนอก (kJ/kg)	ภายใน (kJ/kg)	M1	M2	M3	ภายนอก(m/s)	ภายใน(m/s)
64	58	On 4	Off	Off	0	1.60
62	58	On 4	Off	Off	0	1.60
60	58	On 4	Off	Off	0	1.60
58	58	On 4	Off	Off	0	1.60
56	58	On 3	On 3	On 1	0.52	1.59
54	58	On 3	On 3	On 1	0.52	1.59
52	58	On 3	On 3	On 1	0.52	1.59
50	58	On 3	On 3	On 1	0.52	1.59
48	58	On 3	On 3	On 1	0.52	1.59

ตารางที่ 5 แสดงการทำงานของมอเตอร์ที่ 2 RT 50% , OA 50%

ค่าเอนทัลปี (H)		มอเตอร์			อัตราการไหลของอากาศ	
ภายนอก (kJ/kg)	ภายใน (kJ/kg)	M1	M2	M3	ภายนอก(m/s)	ภายใน(m/s)
64	58	On 4	Off	Off	0	1.60
62	58	On 4	Off	Off	0	1.60
60	58	On 4	Off	Off	0	1.60
58	58	On 4	Off	Off	0	1.60
56	58	On 2	On 2	On 2	0.60	0.60
54	58	On 2	On 2	On 2	0.60	0.60
52	58	On 2	On 2	On 2	0.60	0.60
50	58	On 2	On 2	On 2	0.60	0.60
48	58	On 2	On 2	On 2	0.60	0.60

ตารางที่ 6 แสดงการทำงานของมอเตอร์ที่ 3 RT 25% , OA 75%

ค่าเอนทัลปี (H)		มอเตอร์			อัตราการไหลของอากาศ	
ภายนอก (kJ/kg)	ภายใน)kJ/kg)	M1	M2	M3	ภายนอก)m/s)	ภายใน)m/s)
64	58	On 4	Off	Off	0	1.60
62	58	On 4	Off	Off	0	1.60
60	58	On 4	Off	Off	0	1.60
58	58	On 4	Off	Off	0	1.60
56	58	On 1	On 1	On 3	0.84	0.28
54	58	On 1	On 1	On 3	0.84	0.28
52	58	On 1	On 1	On 3	0.84	0.28
50	58	On 1	On 1	On 3	0.84	0.28
48	58	On 1	On 1	On 3	0.84	0.28

ตารางที่ 7 แสดงการทำงานของมอเตอร์ที่ 4 RT 0% , OA 100%

ค่าเอนทัลปี (H)		มอเตอร์			อัตราการไหลของอากาศ	
ภายนอก (kJ/kg)	ภายใน)kJ/kg)	M1	M2	M3	ภายนอก)m/s)	ภายใน)m/s)
64	58	On 4	Off	Off	0	1.60
62	58	On 4	Off	Off	0	1.60
60	58	On 4	Off	Off	0	1.60
58	58	On 4	Off	Off	0	1.60
56	58	Off	On 4	On 4	1.34	0
54	58	Off	On 4	On 4	1.34	0
52	58	Off	On 4	On 4	1.34	0
50	58	Off	On 4	On 4	1.34	0
48	58	Off	On 4	On 4	1.34	0

4. สรุปและอภิปรายผล

โครงการวิจัยเรื่องชุดควบคุม Air Washer แบบอัตโนมัติด้วยระบบ PLC มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมการเปิดรับอากาศด้าน Return air และด้าน Outside air เพื่อให้เกิดการผสมอากาศก่อนเข้า ระบบ Air Washer และจ่ายลมเย็นเข้าสู่ห้องปรับอากาศ โดยการควบคุมของ PLC นั้นจะทำการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) ที่ใช้ในการปิดเปิดแดมเปอร์เพื่อรับอากาศในแต่ละตำแหน่ง

จากการทดสอบพบว่าการทำงานของชุดควบคุม Air Washer แบบอัตโนมัติด้วยระบบ PLC โดยมีเงื่อนไขการผสมอากาศอยู่ 5 เงื่อนไข คือ 1.Return air 75% Outside air 25% 2.Return air 50% Outside air 50% 3.Return air 25% Outside air 75% และ 4.Return air 0% Outside air 100% ในแต่ละเงื่อนไขนั้นได้กำหนดตำแหน่งของลิมิตสวิทช์เพื่อให้มอเตอร์หยุดทำงานในตำแหน่งที่กำหนด โดยแต่ละเงื่อนไขนั้นมอเตอร์ใช้เวลาในการหมุนไม่เท่ากันจึงทำให้การไหลของอากาศนั้นมีความคลาดเคลื่อน ในส่วนของโปรแกรมนั้นระบบสามารถเลือกรับค่าเอนทัลปีได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง

จากการทดสอบข้างต้นทางทีมผู้วิจัยได้ทำการนำผลที่ได้ไปทดสอบในโรงงานอุตสาหกรรม ได้ผลการประหยัดพลังงานดังตารางที่ 9 [4]

ตารางที่ 8 สรุปศักยภาพการประหยัดพลังงาน Air washer RF2

ข้อมูลการประหยัดพลังงาน	Outside air 25%	Outside air 50%	Outside air 75%	Outside air 100%
ภาระการปรับอากาศที่ลดลง(Ton/year)	8,064	16,128	24,192	32,256
พลังงานไฟฟ้าสที่ลดลง (kwh/year)	5,241.6	10,483.2	15,724.8	20,966.4
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)	19,918.07	39,836	59,754	79,672
ร้อยละผลการประหยัด	1.27	2.54	3.81	5.08

5. ข้อเสนอแนะ

ในส่วนของการตอบสนองของระบบนั้นยังมีความช้าอยู่ไม่เป็น Real time ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้การควบคุมแบบเป็นช่วงระดับ ซึ่งอาจทำให้การเปิดรับอากาศจากภายนอกมาผสมยังไม่ใช่ค่าที่ดีที่สุด โดยในการพัฒนาในอนาคตอาจใช้การควบคุมแบบ PID เข้ามาช่วยเพื่อให้การควบคุมนั้นแม่นยำและรวดเร็วขึ้น

การทดลงนี่ได้ทำการทดลองในห้องควบควบคุมค่าเอนทัลปีภายใน ซึ่งในการนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมจริงนั้นอาจต้องมีการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์บางตัวเพื่อความเหมาะสม

6. กิจกรรมประกาศ

ขอขอบคุณฝ่ายบริหารคลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ การไฟฟ้าผ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ผู้สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] S. Jothyramalingam, D. Mohanlal.” Performance study of air washer chilled water coil system for a yarn industry” 465 2nd PALENC Conference and 28th AIVC Conference on Building Low Energy Cooling and Advanced Ventilation Technologies in the 21st Century, Crete island, Greece ,pp 465-472, September 2007.

[2] United Nations Industrial Development Organization(UNIDO) “Output of a Seminar on Energy Conservationin Textile Industry”,The Energy Conservation Center (ECC), Japan,1992.

[3] Francis Massen “Calculating moist enthalpy revisited” http://meteo.lcd.lu/papers/MASSEN/calculating_moist_enthlpy_revisited.pdf, (accessed April, 2014).

[4] วุฒิศักดิ์ ทะนวลรัมย์ และคณะ รายงานโครงการวิจัยสมบูรณ์ “การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศของ อุตสาหกรรมสิ่งทอโดยใช้ระบบควบคุม Air washer แบบอัตโนมัติ, เมษายน 2559.