การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นด้วยระบบแผ่นระเหยของน้ำ

Development of Controlling Humanity and Temperature by Cooling Pad System

หฤทัย ดิ้นสกุล[1] วิโรจน์ บัวงาม[1*] ธนศักดิ์ แสงจันทร์[1] และรณฤทธิ์ เทือกมูล[1]

[1]*สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม*
[*]*rotnaja@yahoo.com*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้อินเวอร์เตอร์และแผ่นระเหยของน้ำจากการจำลองระบบปิดโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของระบบอากาศที่ผ่านแผ่นระเหยของน้ำซึ่งอาศัยหลักการการระเหยของน้ำมาใช้เพื่อสร้างความเย็นในระบบ การวิจัยโดยมีการนำอินเวอร์เตอร์เข้ามาควบคุมความเร็วรอบของพัดลมระบายอากาศในระบบปิดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนั้นมีการวัดค่าอุณหภูมิในระบบปิดที่จำลองขึ้นเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิที่ต้องการโดยมีพีแอลซีเป็นหน่วยประมวลผลและสั่งงานให้อินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วรอบของพัดลมเพื่อควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่ต้องการและมีการเก็บค่าอุณหภูมิ ความชื้นและสถานะของการทำงานของระบบแสดงผลด้วยระบบจอสัมผัสในการสั่งงานสำหรับการทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบพบว่าสามารถลดค่าใช้พลังงานไฟฟ้าได้ถึง 18 % และระบบสามารถลดอุณหภูมิได้ประมาณ 3-6 ºC

จากผลการวิจัยของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นระบบอากาศที่ผ่านแผ่นระเหยของน้ำ ด้วยการจำลองระบบปิดสำหรับฟาร์มสุกร สามารถประยุกต์ใช้งานในโรงเรือนจริงที่มีขนาดใหญ่ขึ้นได้ โดยการเพิ่มจำนวนมอเตอร์ ขนาดของปั๊มและขนาดของแผ่นระเหยของน้ำให้เหมาะสมกับขนาดโรงเรือน ทั้งนี้สำหรับการใช้อินเวอร์เตอร์จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงในด้านการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่และการใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่า

คำสำคัญ: ระบบแผ่นระเหยของน้ำ, การควบคุมอุณหภูมิ

Abstract

In this paper proposes the temperature control system by using inverter and cooling pad from assuming closed system for a pig farm in order to improve capability of the temperature control system in the pig farm today; therefore, Evaporative Cooling System, which is based on the water evaporation, is used for creating coolness in the system and there is also an adaptation of inverter technology to control invigilators working in the closed system effectively. In terms of temperature measurement in the closed system assumed, it is compared with temperature required by using PLC to evaluate and command the inverter to work in any frequencies for controlling temperature. However, the evaluated temperature, moisture, and status of working system are kept into database of Microsoft Access and working under touch screen system. From the experimentation finding effective of the system, found that it could decrease 18% charges and decrease temperature about 6-3 º C.

From the research of the temperature and moisture control system by using the inverter and cooling pad in the closed system for a pig farm, we found that it can apply to use in the larger building. It needs to increase a motor, up size a pump and cooling pad to be bigger in order to appropriating for the building size. The inverter will make the temperature control system to be high effective and more stable. In addition, we can use energy as worthy.

Keywords: cooling pad, temperature control

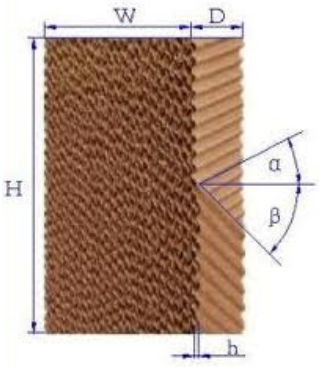
1. บทนำ

พลังงานเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นจึงมีส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดมลพิษ และเกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งในด้านพลังงานไฟฟ้าและพลังงานเชื้อเพลิงที่เป็นพลังหลักของประเทศ นอกจากนี้ในส่วนของงานทางด้านเกษตรกรรมหลายๆอย่างก็มีความต้องการในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยเฉพาะทางด้าน ปศุสัตว์ ที่จำเป็นต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และทำในระบบปิด เพื่อเป็นการลดผลจากความแปรปรวนของดินฟ้าอากาศ จากโรคระบาด หรือจากปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ ที่นับวันจะมีเพิ่มมากขึ้น โดยเป็นการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เข้ามาปรับปรุง พัฒนาการทางปศุสัตว์ในปัจจุบันให้ดีขึ้น เช่น เพื่อการเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้น การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่ง่ายและมีประสิทธิภาพ ระบบการเก็บข้อมูลที่ทันสมัยฯลฯ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นโดยใช้ อินเวอร์เตอร์ และแผ่นระเหยของน้ำ จากการจำลองระบบปิดสำหรับฟาร์มสุกรขึ้น โดยการนำเทคโนโลยีวงจรอินเวอร์เตอร์เข้ามาควบคุมการทำงานของพัดลมระบายอากาศในระบบปิดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และยังได้มีการนำเทคโนโลยีการเก็บข้อมูล ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ลงในฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมแลบวิว โดยสรุปแล้ว การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นนี้ จะคำนึงถึงความสามารถในการใช้งานที่หลากหลาย เช่น ควบคุมระดับของอุณหภูมิในระบบปิดให้อยู่ในช่วงระดับที่ต้องการได้ สามารถการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า สามารถเก็บค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ลงในฐานข้อมูลและ เพื่อการใช้งานทางด้านการเกษตรกรรมอื่น ๆ ได้อีกหลากหลาย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบปรับอากาศแบบวิธีการระเหยของน้ำ (evaporative cooling) [1]

ระบบปรับอากาศแบบวิธีการระเหยของน้ำ คือ ระบบปรับอากาศที่อาศัยหลักการระเหยน้ำผ่านสื่อการระเหยน้ำ โดยน้ำจะดึงความร้อนจากอากาศเพื่อใช้เปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอ ทำให้อากาศที่ผ่านแผ่นระเหยของน้ำ (cooling pad) จะมีอุณหภูมิต่ำลง และเมื่อนำไปออกแบบการระบายอากาศที่ดี จะทำให้ได้อากาศบริสุทธิ์ที่มีความเย็นสบาย จุดเด่นของระบบปรับอากาศแบบวิธีการระเหยของน้ำเป็นระบบมีประสิทธิภาพสูงในการลดอุณหภูมิเมื่ออากาศภายนอกร้อน และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด จะสามารถลดอุณหภูมิได้ถึง 8-10 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับติดตั้งในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีพื้นที่มาก เพื่อประหยัดต้นทุนในการติดตั้งระบบระบายอากาศแบบใช้เครื่องปรับอากาศแบบทั่วไป ภาพที่ 1 แสดงแผ่นระเหยของน้ำสำหรับทำความเย็น โดยมีชั้นบางๆของน้ำที่เคลือบกับผิวกระดาษไฟเบอร์ ที่มีลักษณะเป็นลูกฟูกสลับไปมา เมื่ออากาศจากภายนอกที่แห้งและร้อนถูกดูดจากพัดลมผ่านเข้ามาในแผ่นระเหยของน้ำ น้ำที่ซึมซับอยู่บนเยื่อกระดาษ จะดูดซับความร้อนในอากาศและระเหยออกไป โดยพาความร้อนจำนวนมากออกไปด้วย ดังนั้นอุณหภูมิของอากาศที่ผ่าน แผ่นระเหยของน้ำ ที่เปียกชื้นนี้จึงลดลง ตลอดการทำงานนั้น อากาศที่ชื้นและเย็นจะถูกนำเข้าไปในโรงเรือน หลังจากที่ไปผสมกับอากาศภายในที่ร้อนมันจะถูกพัดลมระบายออกไป ในขณะเดียวกันในช่วงที่ทำความเย็นนั้น สิ่งสกปรกและฝุ่นละอองต่างๆจากภายนอกก็จะถูกกำจัดไม่ให้เข้าไปด้วย อากาศที่เข้าไปจึงมีออกซิเจนมากและทำให้อากาศภายเป็นอากาศที่บริสุทธิ์มีคุณภาพในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน



รูปภาพที่ 1 แผ่นระเหยของน้ำ (cooling pad) [4].

2.2 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller)

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์หรือพีแอลซี [1] เป็นอุปกรณ์เพื่อควบคุมการใช้งานของเครื่องจักรหรือระบบต่างๆ แทนวงจรรีเลย์ พีแอลซีใช้งานง่ายกว่าสามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตโดยตรงหลังจากนั้นเพียงแต่เขียนโปรแกรมควบคุมก็สามารถใช้งานได้ทันทีถ้าต้องการจะเปลี่ยนเงื่อนไขใหม่สามารถเท่าได้โดยการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมเท่านั้น นอกจากนี้พีแอลซียังสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ดและเครื่องพิมพ์เป็นต้น

2.3 การสื่อสารแบบมอดบัสโพรโทคอล

โปรโตคอลมอดบัสเป็นรูปแบบการสื่อสารข้อมูลมีรูปแบบโปรโตคอลมาตรฐานใช้สำหรับการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ในงานอุตสาหกรม เช่น Digital Power Meter, RTU (Remote Terminal Unit), Remote I/O, พีแอลซี เป็นต้น นอกจากนั้นมอดบัสยังสามารถรองรับและใช้งานร่วมกับแอพลิเคชั่นจำพวก SCADA และ HMI

โพรโทคอลมอดบัสเป็นการสื่อสารข้อมูลในลักษณะ Master/Slave ซึ่งเป็นการสื่อสารจากอุปกรณ์แม่ (master) เครื่องเดียว ส่วนใหญ่มักเป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผล HMI ไปยังอุปกรณ์ลูก (slave) ได้หลายๆเครื่อง โดยสามารถกำหนดหมายเลขอุปกรณ์ได้สูงสุด 255 เครื่อง โดยมีลักษณะการส่งข้อมูล 2 แบบคือ ข้อมูลแบบแอสกี (ASCII) และข้อมูลแบบเลขฐานสอง (binary)

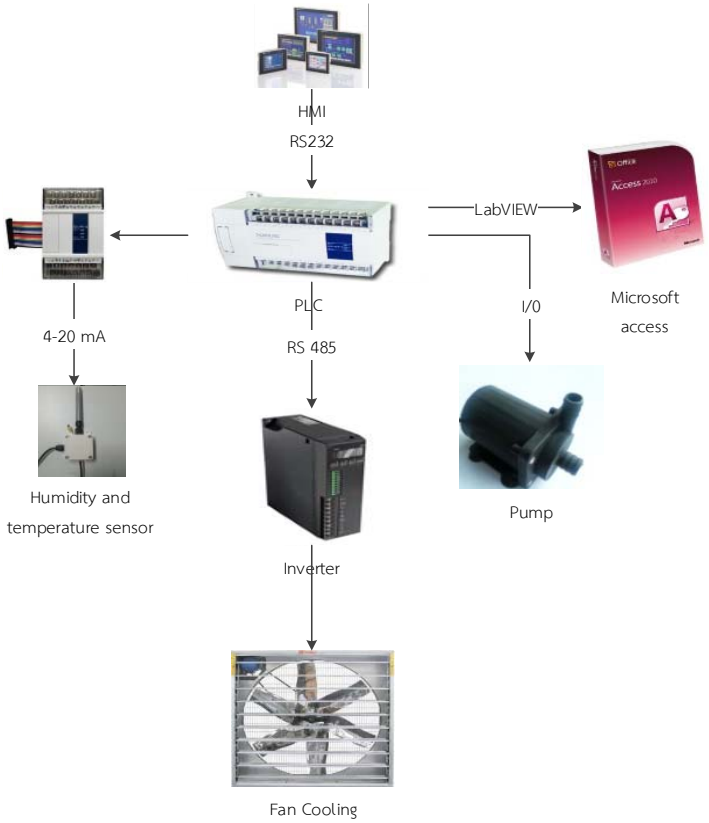
2.4 อินเวอร์เตอร์ (Inverter) [3]

อินเวอร์เตอร์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ (induction motor) โดยวิธีการปรับแรงดันและความถี่ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับมอเตอร์ อินเวอร์เตอร์จะแปลงไฟกระแสสลับจากแหล่งจ่ายไฟให้เป็นไฟจากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (inverter circuit) โดยทั่วไปแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับมีรูปคลื่นซายน์ [5].

รูปภาพที่ 2 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์

3. การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้อินเวอร์เตอร์และแผ่นระเหยของน้ำ

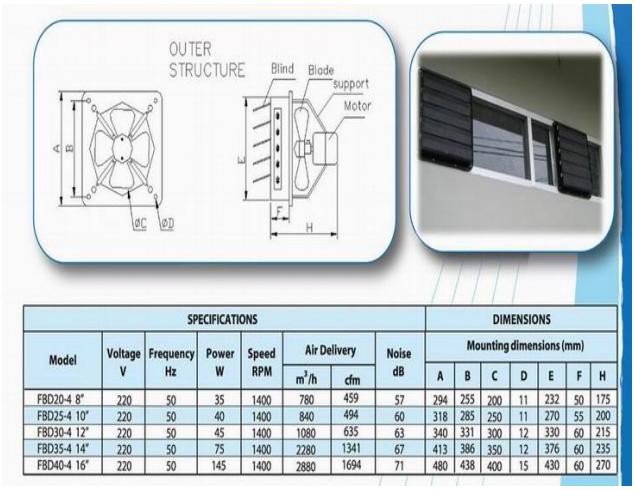
การออกแบบตัวอุปกรณ์ใช้ในระบบซึ่งจะประกอบด้วยปั๊มน้ำจะทำหน้าที่หมุนเวียนน้ำที่อยู่ในแผ่นระเหยของน้ำ หน้าจอทัชสกรีนจะทำหน้าที่แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้นอกจากนั้นยังสามารถรองรับค่าอุณหภูมิและความชื้นจากผู้ใช้ภายนอกได้ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นทำหน้าที่เปลี่ยนสภาพทางกายภาพที่เป็นอุณหภูมิและความชื้นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้ามาตรฐาน 4-20 mA ส่งไปยังพีแอลซีทำหน้าที่ประมวลผล โดยการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่วัดได้กับค่าอุณหภูมิที่ต้องการจากนั้นส่งค่าอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้ไปยังโปรแกรมแลบวิวและสั่งงานอินเวอร์เตอร์ให้ควบคุมพัดลมระบายอากาศระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือนโปรแกรมแลบวิวทำหน้าที่รับค่าอุณหภูมิและความชื้นจากพีแอลซีส่งต่อไปยังโปรแกรมไมโครซอฟท์แอกเซสให้เก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิและความชื้นในรูปแบบตารางแสดงดังภาพที่ 3



รูปภาพที่ 3 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้อินเวอร์เตอร์และแผ่นระเหยของน้ำ

3.1 การออกแบบขนาดพัดลมและแผ่นระเหยของน้ำ

การออกแบบขนาดพัดลมและแผ่นระเหยของน้ำโดยกำหนดพื้นที่มีขนาดกว้าง 3 ฟุต ยาว 7 ฟุต และสูง 4 ฟุต ดังนั้น พื้นที่ของปริมาตรพื้นที่ทำความเย็นคือ 84 ลูกบาศก์ฟุต ดังนั้นการหาขนาดพัดลมที่เหมาะสมคือปริมาณลมจะมีค่า 2 เท่าของพื้นที่คือ 84x2= 168 จากรูปภาพตารางที่ 4 เปรียบเทียบอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศของใบพัดลม

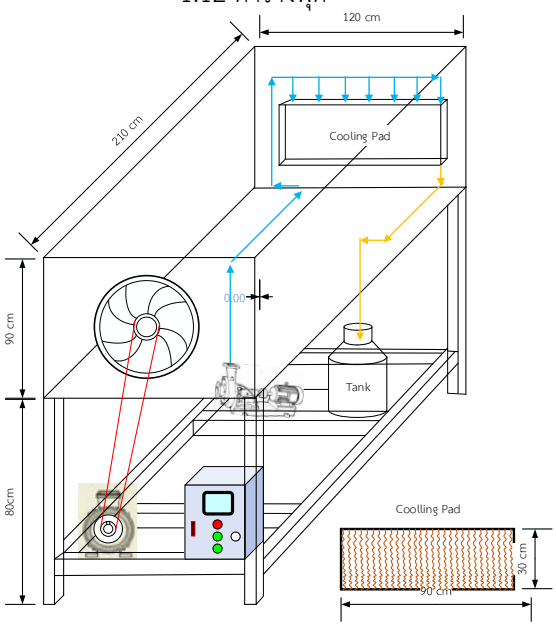


SPECIFICATIONS								DIMENSIONS						
Model	Voltage V	Frequency Hz	Power W	Speed RPM	Air Delivery		Noise dB	Mounting dimensions (mm)						
					m^3/h	cfm		A	B	C	D	E	F	H
FBD20-4 8"	220	50	35	1400	780	459	57	294	255	200	11	232	50	175
FBD25-4 10"	220	50	40	1400	840	494	60	318	285	250	11	270	55	200
FBD30-4 12"	220	50	45	1400	1080	635	63	340	331	300	12	330	60	215
FBD35-4 14"	220	50	75	1400	2280	1341	67	413	386	350	12	376	60	235
FBD40-4 16"	220	50	145	1400	2880	1694	71	480	438	400	15	430	60	270

รูปภาพที่ 4 ตารางเปรียบเทียบอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศของพัดลมแต่ละขนาด [7].

การหาขนาดของแผ่นระเหยของน้ำนั้นจะนำอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่อนาที CFM จากการคำนวณข้างต้นหาร ด้วย 150 าดของจะได้ขน แผ่นระเหยของน้ำเป็นตารางฟุตดังนั้น

ขนาดของแผ่นระเหยของน้ำ = 168/150
= 1.12 ตารางฟุต

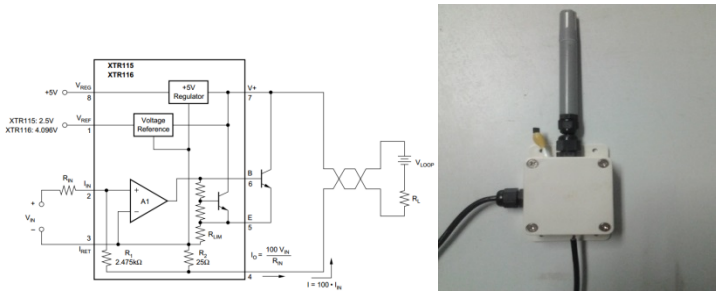


รูปภาพที่ 5 โครงสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้อินเวอร์เตอร์และแผ่นระเหยของน้ำ

3.2 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

การวัดอุณหภูมิและความชื้นของระบบใช้เซนเซอร์ EL-VHTS02 โดยมีสัญญาณสัญญาณเอาต์พุต 3-0V และมีตัวแปลงเป็นสัญญาณกระแสมาตรฐาน 4-20mA เพื่อส่งไปสัญญาณไปประมวลผลที่พีแอลซี โดยเซนเซอร์มีพิกัดส่งข้อมูลดังนี้

- อุณหภูมิด้วยเซนเซอร์ NTC ความต้านทานศูนย์กลาง 10kΩ, B=3435, 1%
- แหล่งจ่ายไฟ 5VDC ± 5% พิกัดกระแส 5mA
- พิกัดวัดความชื้น 0% - 100% RH และพิกัดอุณหภูมิ -20 ถึง 80 องศาเซลเซียส
- ความถูกต้องของความชื้น ± 3% RH (25 °C , 60% RH) อุณหภูมิ ± 1 °C



รูปภาพที่ 6 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น EL-VHTS02

4. ผลการทดลอง

4.1. ผลการวัดอุณหภูมิ

การวัดอุณหภูมิด้วยเซนเซอร์ EL-VHTS02 ส่งสัญญาณไปที่พีแอลซีคำนวณค่าอุณหภูมินอกจากนั้นยังส่งข้อมูลผ่านมอดบัสแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมแลปวิว ผลการวัดอุณหภูมิแสดงดังตารางที่ 1 พบว่าพีแอลซีสามารถวัดอุณหภูมิได้ถูกต้อง

ตารางที่ 1 ผลการทดลองรับค่าอุณหภูมิแสดงผลด้วยโปรแกรมแลบวิว

ลำดับที่	เซ็นเซอร์ EL-VHTS02 (°C)	ค่าอุณหภูมิด้วย พีแอลซี (°C)	ค่าอุณหภูมิด้วยโปรแกรม แลปวิว (°C)
1	26.5	26.5	26.5
2	36.8	36.8	36.8
3	40.6	40.6	40.6
4	46.2	46.2	46.2
5	47.8	47.8	47.8
6	51	51	51
7	53.7	53.7	53.7
8	57.0	57.0	57.0
9	60.6	60.6	60.6
10	63.5	63.5	63.5

4.2. ผลการวัดความชื้น

การวัดค่าความชื้นด้วยเซนเซอร์ EL-VHTS02 โดยกำหนดแรงดันเอาต์พุตจากเซนเซอร์โดยอ้างอิงกับคู่มือของเซ็นเซอร์ EL-VHTS02 ผลของการวัดค่าความชื้นมีความใกล้เคียงกันมากดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 2 ผลการทดลองรับค่าความชื้นแสดงผลโปรแกรมแลปวิว

แรงดันอ้างอิงจาก เซนเซอร์ (V)	ค่าความชื้น อ้างอิง (%)	แรงดันที่วัดได้จาก เซนเซอร์ (V)	กระแสไฟฟ้า (mA)	ค่าความชื้นที่วัด ได้ (%)	ค่าความชื้นใน แลปวิว (°C)
1.5	50	1.5	11.8	51	51
1.7	55	1.7	13.1	56	56
1.8	60	1.8	13.4	61	61
1.9	63	1.9	13.9	64	64
2.0	67	2.0	14.4	67	67
2.1	70	2.1	15.0	71	71
2.4	80	2.4	16.6	80	80
2.7	90	2.7	18.2	90	90

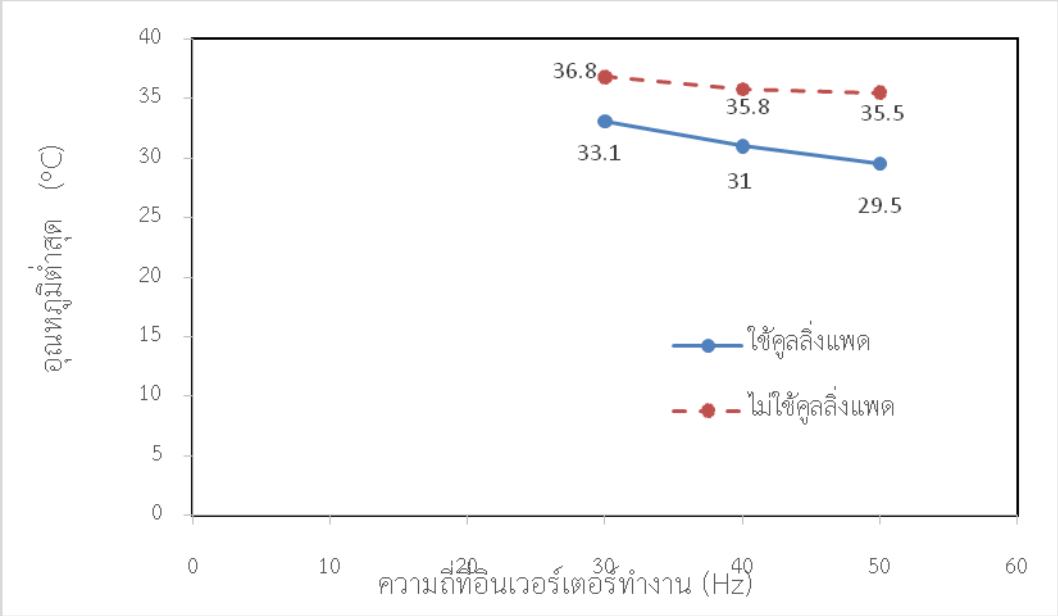
4.3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบประกอบด้วย คือการทดสอบอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงเมื่อใช้แผ่นระเหยของน้ำและไม่ใช้แผ่นระเหยของน้ำการทดสอบเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิต่ำสุดเมื่ออุณหภูมิในโรงเรือนต่างกัน 4 ระดับ การทดสอบเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เมื่อใช้และไม่ใช้อินเวอร์เตอร์และการทดสอบส่งข้อมูลแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ การทดสอบผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเมื่อใช้และไม่ใช้ระบบปรับอากาศแบบวิธีการระเหยของน้ำ การทดสอบกำหนดอุณหภูมิเริ่มต้นที่อุณหภูมิ 35 °C และควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ควบคุมใบพัดลมด้วยความถี่ 30 40 และ 50Hz ส่งผลการอ่านค่าอุณหภูมิไปยังคอมพิวเตอร์แสดงผลการทดลองดังตารางที่ x

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงเมื่อใช้แผ่นระเหยของน้ำและไม่ใช้แผ่นระเหยของน้ำ

ใช้แผ่นระเหยของน้ำ				ไม่ใช้แผ่นระเหยของน้ำ			
อุณหภูมิเริ่มต้น (°C)	ความถี่ที่อินเวอร์เตอร์ทำงาน (Hz)	เวลาที่ใช้ (min)	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิเริ่มต้น (°C)	ความถี่ที่อินเวอร์เตอร์ทำงาน (Hz)	เวลาที่ใช้ (min)	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)
35	30	5	33.1	35	30	5	36.8
35	40	5	31.0	35	40	5	35.8
35	50	5	29.5	35	50	5	35.5

กราฟแสดงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงเมื่อใช้แผ่นระเหยของน้ำและไม่ใช้แผ่นระเหยของน้ำพบว่ากราฟจะมีลักษณะเป็นแบบเชิงเส้นและอุณหภูมิจะลดต่ำลงเมื่อความถี่ที่อินเวอร์เตอร์ทำงานมีค่าสูงขึ้น โดยจะแทนกราฟเส้นสีส้มด้วยระบบที่มีการปั๊มน้ำผ่านแผ่นระเหยของน้ำและเส้นสีน้ำเงินแทนด้วยระบบที่ไม่มีการปั๊มน้ำผ่านแผ่นระเหยของน้ำหากทำการเปรียบเทียบค่าจากอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 35°C ระบบที่ปั๊มน้ำผ่านแผ่นระเหยของน้ำสามารถลดอุณหภูมิได้ประมาณ 3-6 °C ซึ่งมากกว่าระบบที่ไม่มีการปั๊มน้ำผ่านแผ่นระเหยของน้ำที่สามารถลดอุณหภูมิลงได้



รูปภาพที่ 7 อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงเมื่อใช้แผ่นระเหยของน้ำและไม่ใช้แผ่นระเหยของน้ำ

5. สรุป

1) สามารถพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของระบบปิดได้

2) ใช้พีแอลซีควบคุมอินเวอร์เตอร์และแผ่นระเหยของน้ำในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของระบบปิดสามารถลดอุณหภูมิได้ประมาณ 3-6° C

3) สามารถเก็บค่าอุณหภูมิ ความชื้นและสถานะทำงานของระบบจากการจำลองระบบปิดสำหรับการประยุกต์กับฟาร์มสุกรได้

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอคุณสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม โดยงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณรายได้ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมปีงบประมาณ 2557 ปี พ.ศ. ที่วิจัยสำเร็จ 2557ภายใต้โครงการวิจัยบูรณาการนักศึกษาและอาจารย์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่นและความเป็นเลิศทางวิชาการ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] พีแอลซี. (2013). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://bpcd421.bpcd.net/file.php/1/usa/plc1.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 ตุลาคม 2556).

[2] Jack Yuan. พีแอลซี แบบ Block Type . (2013). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://spanish.alibaba.com/product-gs/xinje-xc3-serie-plc-xc3-24t-c-14-point-npn-inputs-10-point-transistor-outputs-dc24v-new873614990.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 ตุลาคม 2556).

[3] ปภาพพีแอลซี. (2013). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.prm- tech.com/655894/xinje-plc.\ (วันที่ค้นข้อมูล\:\20 ตุลาคม2556)

[4] PLC Protocol: การสื่อสารแบบ Modbus Protocol. (2013). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://riverplusblog.com/2011/08/18/plc-protocol-การสื่อสารแบบ-modbus-protocol/. (วันที่ค้นข้อมูล : 21 ตุลาคม 2556).

[5] อินเวอร์เตอร์(Inverter) (2010). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.stcontrol.com/th/articles/อินเวอร์เตอร์-)Inverter)-คืออะไร.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 21 ตุลาคม 2556).

[6] รูปภาพอินเวอร์เตอร์. (2012). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://site.systechcontrol.com/main/3129/index.asp?pageid=38722&t=product. (วันที่ค้นข้อมูล : 20 ตุลาคม 2556).

[7] ระบบอีแว๊ป **(Evaporative system)**. (2013). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.sapaengineer.com/articles/342678/พัดลมไอเย็น,พัดลมไอน้ำ,พัดลมระบายความร้อน.html