

รายงานฉบับสมบูรณ์

Final Report

การพัฒนาระบบทำความเย็นกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์
Development of a Cooling System for Electronic Control Unit in
Automobiles

รศ. ดร. มงคล มงคลวงศ์โรจน์
นาย คมสัน มุขีสี

RCH
TP
492
ฉ114ก
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน, เดือน, ปี.....

120242

10 ก.พ. 2555

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ธันวาคม พ.ศ. 2551

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

December 2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b. 1233716x
i.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 วงเงินงบประมาณ 50,000 บาท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุปย่อ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้าน อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีศักยภาพทางด้านการตลาดมากขึ้น ทำให้อุปกรณ์เหล่านี้ได้กลายเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของระบบที่มีขนาดเล็ก และ ในช่วงสามสี่ปีที่ผ่านมา การควบคุมโดยใช้พีซีลอจิกได้มีการนำมาประยุกต์ใช้อย่างมากมายในระบบที่มีความไม่แน่นอนและการควบคุมที่ค่อนข้างซับซ้อนเนื่องจากพฤติกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงของระบบในตัวแปรของมัน

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบควบคุมพีซีลอจิกให้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในกล่องควบคุมขนาดเล็ก เพื่อใช้กับกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ จากการควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเข้าอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก และ ควบคุมอัตราการไหลของลมจ่ายที่ไหลผ่านอุปกรณ์ดูดความชื้น เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ตามลำดับ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมอุปกรณ์การทำงาน และโปรแกรม Lab View ในการควบคุมแบบพีซีลอจิก

2. ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นความสนใจในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยการใช้พีซีลอจิกในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยการนำอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกมาประยุกต์ใช้ในการให้กำเนิดความร้อนหรือความเย็นภายในกล่องควบคุมECU โดยอาศัยการควบคุมที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิและความชื้น มาออกแบบกฎของการควบคุมระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น แทนความสัมพันธ์ในสมการที่เกี่ยวข้องกัน และทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นจากการออกแบบด้วยการควบคุมแบบ พีซีลอจิก โดยมีสัญญาณควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก เพื่อให้กำเนิดความร้อนหรือความเย็น โดยใช้รีเลย์เป็นอุปกรณ์ในการสลับขั้ว เป็นสัญญาณป้อนเข้าระบบ และสัญญาณรับรู้อุณหภูมิและความชื้นเป็นค่าเอาพุทของระบบในการควบคุมการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

3. ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษาและออกแบบการควบคุมด้วยพีซีลอจิก
2. ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
3. เขียนโปรแกรมตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เขียน โปรแกรมควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ด้วยแบบพีชชีลอจิก ด้วย โปรแกรม Lab VIEW 8.0
5. ทำการออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์อินเทอร์เฟสในระบบ
6. ทดลองการควบคุมของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
7. สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

สมรรถนะของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก และ ระบบที่ใช้อุปกรณ์ดังกล่าว ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกและศักยภาพทางด้านการตลาดของอุปกรณ์เหล่านี้ได้กลายเป็นสิ่งที่น่าสนใจ บทความนี้เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในสถานะที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงๆ โดยการใช้อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก

ระบบควบคุมประกอบด้วยการทำงานเย็นและการทำความร้อนด้วยอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกและใช้ตัวกำเนิดความชื้นในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งระบบนี้เป็นระบบป้อนกลับที่มีเป้าหมายสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน ซึ่งจะมีความเหมาะสมมากในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องใช้เวลาในการเข้าสู่สถานะที่ต้องการ ซึ่งการนำเสนอของระบบนี้จะเป็นวิธีการหาการควบคุมระบบรวมเพื่อให้ได้ระบบที่เหมาะสมที่สุดและประสิทธิภาพที่ดี ในการทดลองนี้จะแสดงถึงประสิทธิภาพและผลการทดลองในรูปของสถานะที่ต้องการและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นของระบบควบคุมที่ใช้อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก



Abstract

Performances of thermoelectric materials and systems that utilize them became more interesting in the technology and potential new markets. This paper presents the development of a temperature and humidity control system specially for high humidity environmental conditions using thermoelectric devices.

The system consists of multiple cooling and/or heating thermoelectric devices and a steam generator in order to be able to control both temperature and humidity. The feedback control was proposed for performance enhancement and energy saving. It is very suitable for temperature and humidity control system that has time delay. The implementation of control approach to optimize the overall control and detain an enhanced and robust performance. The performance analysis and experimental results show the practicability of the proposed system and its viability in the real temperature and humidity control system using thermoelectric devices



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	I
บทสรุปย่อ	II
บทคัดย่อ	III
คำย่อและสัญลักษณ์.....	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน.....	4
บทที่ 3 การออกแบบการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น.....	13
บทที่ 4 การออกแบบอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน.....	20
บทที่ 5 ผลการทดลอง.....	29
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง.....	34
บทที่ 7 เอกสารอ้างอิง.....	34
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก สรุปผลงานภายใต้โครงการ.....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อและสัญลักษณ์

e = ค่าความผิดพลาด (Error)

ce = ค่าการเปลี่ยนแปลงความผิดพลาด (Change of Error)

R = ค่าที่กำหนด (Set Point)

u = ค่าที่ได้ในการควบคุม

y = ค่าที่วัดได้ของระบบการทำงาน

NB = น้อย (Negative Big)

NS = ค่อนข้างน้อย (Negative Small)

Z = ปกติ (Zero)

PS = ค่อนข้างสูง (Positive Small)

PB = สูง (Positive Big)

COG = จุดศูนย์กลางโน้มถ่วง (Center of gravity)

MOM = ค่าเฉลี่ยสูงสุด (Mean of maximum)

T = อุณหภูมิ (Temperature)

RH = ความชื้น (Relative Humidity)

RS232 = พอร์ตอนุกรม (Serial Port)

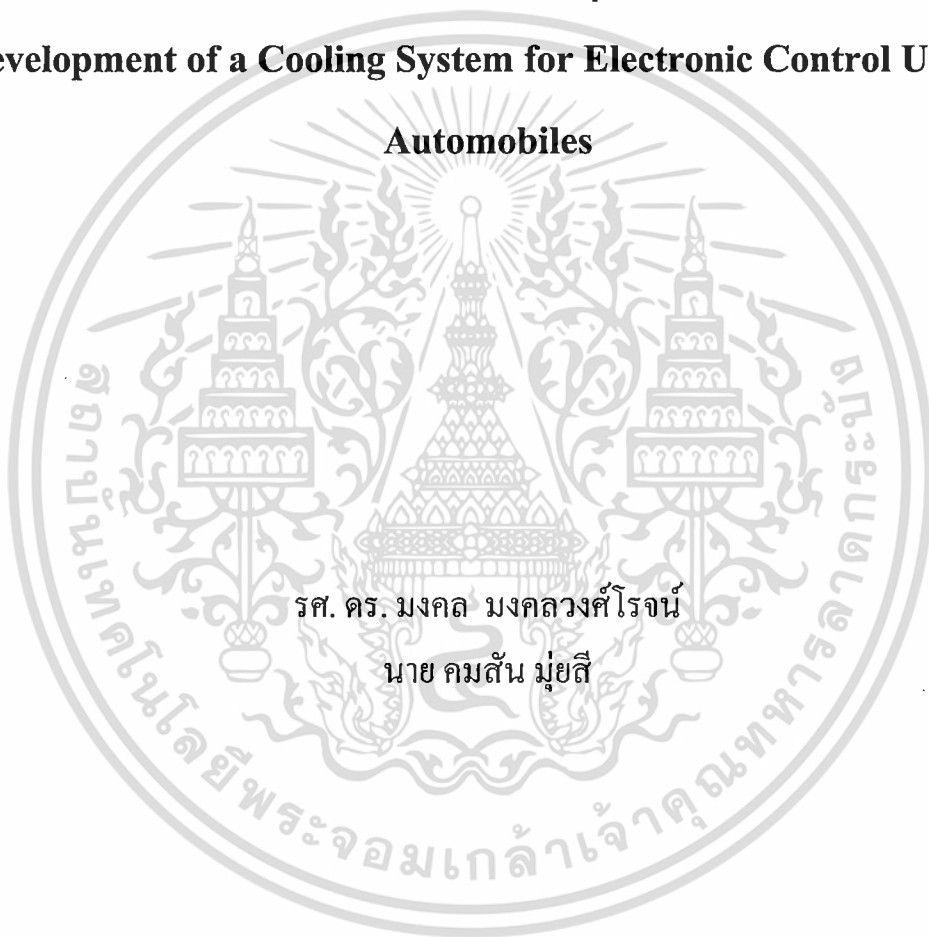
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานฉบับสมบูรณ์

Final Report

การพัฒนาระบบทำความเย็นกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์

**Development of a Cooling System for Electronic Control Unit in
Automobiles**



รศ. ดร. มงคล มงคลวงศ์โรจน์

นาย คมสัน มุ่ยสี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ธันวาคม พ.ศ. 2551

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

December 2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 วงเงินงบประมาณ 50,000 บาท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุปย่อ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้าน อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีศักยภาพทางด้านการตลาดมากขึ้น ทำให้อุปกรณ์เหล่านี้ได้กลายเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของระบบที่มีขนาดเล็ก และ ในช่วงสามสี่ปีที่ผ่านมา การควบคุมโดยใช้ฟิซซีลอจิกได้มีการนำมาประยุกต์ใช้อย่างมากมายในระบบที่มีความไม่แน่นอนและการควบคุมที่ค่อนข้างซับซ้อน เนื่องจากพฤติกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงของระบบในตัวแปรของมัน

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบควบคุมฟิซซีลอจิกให้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในกล่องควบคุมขนาดเล็ก เพื่อใช้กับกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ จากการควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเข้าอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก และ ควบคุมอัตราการไหลของลมจ่ายที่ไหลผ่านอุปกรณ์ดูดความชื้น เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ตามลำดับ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมอุปกรณ์การทำงาน และโปรแกรม Lab View ในการควบคุมแบบฟิซซีลอจิก

2. ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นความสนใจในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยการใช้ฟิซซีลอจิกในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยการนำอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกมาประยุกต์ใช้ในการให้กำเนิดความร้อนหรือความเย็นภายในกล่องควบคุมECU โดยอาศัยการควบคุมที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิและความชื้น มาออกแบบกฎของการควบคุมระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น แทนความสัมพันธ์ในสมการที่เกี่ยวข้องกัน และทำการเขียน โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นจากการออกแบบด้วยการควบคุมแบบ ฟิซซีลอจิก โดยมีสัญญาณควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก เพื่อให้กำเนิดความร้อนหรือความเย็น โดยใช้รีเลย์เป็นอุปกรณ์ในการสลับขั้ว เป็นสัญญาณป้อนเข้าระบบ และสัญญาณรับรู้ของอุณหภูมิและความชื้นเป็นค่าเอาพุทของระบบในการควบคุมการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

3. ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษาและออกแบบการควบคุมด้วยฟิซซีลอจิก
2. ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
3. เขียน โปรแกรมตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เขียนโปรแกรมควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ต่อแบบพีชชีลอจิก ด้วยโปรแกรม Lab VIEW 8.0
5. ทำการออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์อินเทอร์เฟซในระบบ
6. ทดลองการควบคุมของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
7. สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

สมรรถนะของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก และ ระบบที่ใช้อุปกรณ์ดังกล่าว ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกและศักยภาพทางด้านการตลาดของอุปกรณ์เหล่านี้ได้กลายเป็นสิ่งที่น่าสนใจ บทความนี้เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในสถานะที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงๆ โดยการใช้อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก

ระบบควบคุมประกอบด้วยการทำงานเย็นและการทำงานร้อนด้วยอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกและใช้ตัวกำเนิดความชื้นในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งระบบนี้เป็นระบบป้อนกลับที่มีเป้าหมายสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน ซึ่งจะมีความเหมาะสมมากในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องใช้เวลาในการเข้าสู่สถานะที่ต้องการ ซึ่งการนำเสนอของระบบนี้จะเป็นวิธีการหาการควบคุมระบบรวมเพื่อให้ได้ระบบที่เหมาะสมที่สุดและประสิทธิภาพที่ดี ในการทดลองนี้จะแสดงถึงประสิทธิภาพและผลการทดลอง ในรูปของสถานะที่ต้องการและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นของระบบควบคุมที่ใช้อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก



Abstract

Performances of thermoelectric materials and systems that utilize them became more interesting in the technology and potential new markets. This paper presents the development of a temperature and humidity control system specially for high humidity environmental conditions using thermoelectric devices.

The system consists of multiple cooling and/or heating thermoelectric devices and a steam generator in order to be able to control both temperature and humidity. The feedback control was proposed for performance enhancement and energy saving. It is very suitable for temperature and humidity control system that has time delay. The implementation of control approach to optimize the overall control and detain an enhanced and robust performance. The performance analysis and experimental results show the practicability of the proposed system and its viability in the real temperature and humidity control system using thermoelectric devices



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	I
บทสรุปย่อ	II
บทคัดย่อ	III
คำย่อและสัญลักษณ์.....	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน.....	4
บทที่ 3 การออกแบบการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น.....	13
บทที่ 4 การออกแบบอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน.....	20
บทที่ 5 ผลการทดลอง.....	29
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง.....	34
บทที่ 7 เอกสารอ้างอิง.....	34
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก สรุปผลงานภายใต้โครงการ.....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อและสัญลักษณ์

e = ค่าความผิดพลาด (Error)

ce = ค่าการเปลี่ยนแปลงความผิดพลาด (Change of Error)

R = ค่าที่กำหนด (Set Point)

u = ค่าที่ได้ในการควบคุม

y = ค่าที่วัดได้ของระบบการทำงาน

NB = น้อย (Negative Big)

NS = ค่อนข้างน้อย (Negative Small)

Z = ปกติ (Zero)

PS = ค่อนข้างสูง (Positive Small)

PB = สูง (Positive Big)

COG = จุดศูนย์กลางโน้มถ่วง (Center of gravity)

MOM = ค่าเฉลี่ยสูงสุด (Mean of maximum)

T = อุณหภูมิ (Temperature)

RH = ความชื้น (Relative Humidity)

RS232 = พอร์ตอนุกรม (Serial Port)

บทที่ 1

บทนำ

1.1 อธิบายถึงปัญหาที่กำลังศึกษาและวิจัย

ปัจจุบันเครื่องยนต์หรือเครื่องจักร ได้ถูกออกแบบให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นด้วยการใช้ระบบควบคุมแบบอิเล็กทรอนิกส์ ECU แต่สภาวะแวดล้อมเช่นอุณหภูมิและความชื้น ในการทำงานของเครื่องยนต์หรือเครื่องจักรกลอาจจะไม่อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นผลให้ ECU มีอายุการใช้งานที่สั้นกว่าที่ได้ออกแบบไว้และอาจจะทำงานผิดพลาดได้ ถ้ามีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในช่วงการทำงานของ ECU ที่ ได้ถูกออกแบบไว้ จะส่งผลให้ ECU ทำงานได้ตามประสิทธิภาพที่ออกแบบไว้ และ มีค่าความผิดพลาดในการทำงานลดลงและยังสามารถทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของ ECU เพิ่มขึ้นส่งผลให้เครื่องยนต์หรือเครื่องจักรมีประสิทธิภาพในการทำงานตามที่ออกแบบไว้หรือมากกว่า

1.2 เพราะเหตุใดปัญหานี้ถึงน่าสนใจ

ในปัจจุบันเครื่องยนต์หรือเครื่องจักรกลส่วนใหญ่ จะมีอุปกรณ์ควบคุมการทำงานแบบอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) ซึ่งระบบควบคุม ECU จะมีการทำงานที่ผิดพลาดจากการออกแบบเมื่ออุณหภูมิและความชื้น ไม่อยู่ในช่วงสภาวะการทำงานที่ ECU ถูกออกแบบมา ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของ ECU ลดลง เป็นผลให้ประสิทธิภาพในการควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์หรือเครื่องจักรกลลดลง ดังนั้นถ้าสามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมในการทำงานของ ECU ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของ ECU มีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรหรือเครื่องยนต์มีค่าเพิ่มขึ้นด้วยและสามารถยืดอายุการใช้งานของกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ตามอายุการใช้งานที่ออกแบบไว้หรือยาวนานกว่า

1.3 สมมุติฐานการศึกษา

ปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เป็นที่น่าสนใจ โดยทั้งอุณหภูมิและความชื้นนั้นมีความเกี่ยวพันกันในการควบคุม ถ้าหากเราต้องการควบคุมอุณหภูมิให้ได้ใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดมากที่สุด ผลที่ได้ก็จะส่งผลให้ความชื้นนั้นมีความผิดพลาดที่มากจนเกินไป ในทำนองเดียวกัน ถ้าหากเราสนใจควบคุมความชื้นให้ได้ตามค่าที่กำหนด ผลที่ได้ก็จะส่งผลให้อุณหภูมิมีค่าความผิดพลาดมาก ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากสมการของระบบปรับอากาศ จากสิ่งที่ได้คือการควบคุมของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยการใช้พีซีซึ่งลจิกได้อาศัยความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นของระบบมาออกแบบกฎของระบบให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนสมาชิกที่ป้อนเข้าที่หาได้จากสมการที่ซับซ้อนและเกี่ยวพันกัน แล้วออกแบบกระบวนการในการควบคุมระบบปรับอากาศโดยใช้พีซีลอจิก เพื่อไปควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของระบบ

1.4 แนวความคิดที่ใช้ในงานวิจัย

จากทฤษฎีพีซีลอจิก แนวความคิดในการควบคุมนั้นในพีซีลอจิก ได้แนวความคิดจากการควบคุมค่าความผิดพลาดของตัวแปรการป้อนเข้าและค่าความผิดพลาดตัวแปรของการเปลี่ยนแปลงการป้อนเข้า โดยทั่วไปที่นำมาออกแบบควบคุมระบบการทำงาน แนวความคิดที่ได้ี้จากสมการของระบบเป็นสมการที่มีความเกี่ยวพันกัน และเป็นการควบคุมหลายตัวแปรเราจึงได้ใช้แนวความคิดนี้มาใช้กับระบบปรับอากาศ โดยตัวแปรการป้อนเข้าที่ 1 ก็คือ ค่าผิดพลาดของอุณหภูมิและตัวแปรการป้อนเข้าที่ 2 ก็คือ ค่าผิดพลาดของความชื้น เป็นค่าป้อนเข้าเพื่อควบคุมสัญญาณควบคุมของอุณหภูมิและความชื้นในระบบการทำงาน เหมือนกับการที่เราควบคุมแบบเกี่ยวพันกันที่ได้จากการหาสมการระบบปรับอากาศจากการควบคุมแบบพีไอดี

1.5 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบการควบคุมการทำงานทั้งอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมกับการใช้งานโดยใช้การควบคุมแบบพีซีลอจิก แล้วเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วยพีซีลอจิกผ่านอุปกรณ์อินเทอร์เฟซกับอุปกรณ์ภายนอกควบคุมอัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก เพื่อควบคุมปริมาณการเกิดความร้อนหรือความเย็น ควบคุมความเร็วรอบของพัดลมเพื่อควบคุมความชื้น ควบคุมรีเลย์ เพื่อกำหนด ความร้อนหรือความเย็นของระบบ

1.6 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาและออกแบบการควบคุมด้วยพีซีลอจิก
2. ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
3. เขียน โปรแกรมตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์
4. เขียน โปรแกรมควบคุม โดยคอมพิวเตอร์แบบพีซีลอจิก ด้วยโปรแกรม Lab VIEW 8.0
5. ทำการออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์อินเทอร์เฟซในระบบ
6. ทดลองการควบคุมของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
7. สรุปผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในกล่องควบคุมขนาดเล็ก
2. สามารถออกแบบระบบการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยการประยุกต์ใช้อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก
3. สามารถออกแบบระบบการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยการควบคุมอัตราการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก ทำให้มีความผิดพลาดของอุณหภูมิและความชื้นน้อยลง รวมถึงประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้น
4. สามารถนำไปใช้ในงานที่ต้องการ การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นขนาดเล็กในสภาวะที่ต้องการได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

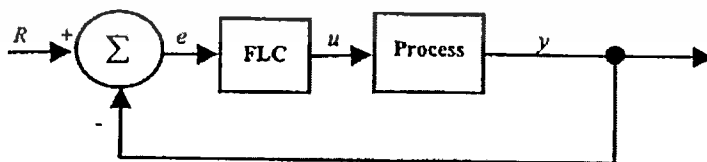
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน

2.1 ภาพรวมของฟัซซี

ในชีวิตประจำวันนั้นเรามักจะเคยชินกับคุณสมบัติเชิงคุณภาพหรือใช้ความรู้สึกเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ ไม่ว่าจะเป็น ความสูง ความเร็ว ระยะทาง ความร้อน ความดัง ความสว่าง ความสวย และความเชื่อมั่น เป็นต้น ซึ่งไม่สามารถแบ่ง จำแนก หรือจัดการให้เป็นที่น่าพอใจ โดยใช้เพียง 'ใช่' หรือ 'ไม่ใช่' เป็นพื้นฐาน ตัวอย่างง่ายๆ เช่น ความสูงของคน แทนที่จะแบ่งเป็น 2 อย่าง คือ สูง และ ไม่สูง ซึ่งที่จริงน่าเป็นอัตราความสูงน้อยๆ ไปถึงสูงมากๆ วิธีการระบุว่อาจประกอบหรือสมาชิกในประชากรมีค่าเป็นเพียง 'ใช่' หรือ 'ไม่ใช่' นั้นนิยมใช้ในทฤษฎีเซตทั่วไป ซึ่งตามความเหมาะสมแล้วไม่เพียงพอในการจัดการกับคุณสมบัติทางนามธรรมที่ค่อนข้างคลุมเครือและไม่เจาะจงเหล่านี้

Lotfi Zadeh เป็นผู้เริ่มต้นทฤษฎีฟัซซีลอจิกขึ้น เมื่อปี ค.ศ. 1965[7] ทฤษฎีฟัซซีลอจิกได้อาศัยความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์นำมาออกแบบวิธีการทางฟัซซีลอจิก เพื่อควบคุมการทำงาน ของระบบ เช่น เครื่องซักผ้า หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เครื่องดูดฝุ่น ลิฟท์ และอื่นๆ อีกมากมาย เนื่องจากการออกแบบระบบควบคุมด้วยฟัซซีมีความสามารถในการควบคุมได้ในช่วงการออกแบบควบคุมที่ ได้กว้างกว่าระบบควบคุมแบบเก่า สามารถแก้ไข และ ปรับปรุงการควบคุมได้ง่ายกว่าเนื่องจากอาศัยการคิดตรรกะของมนุษย์นำมาพัฒนา

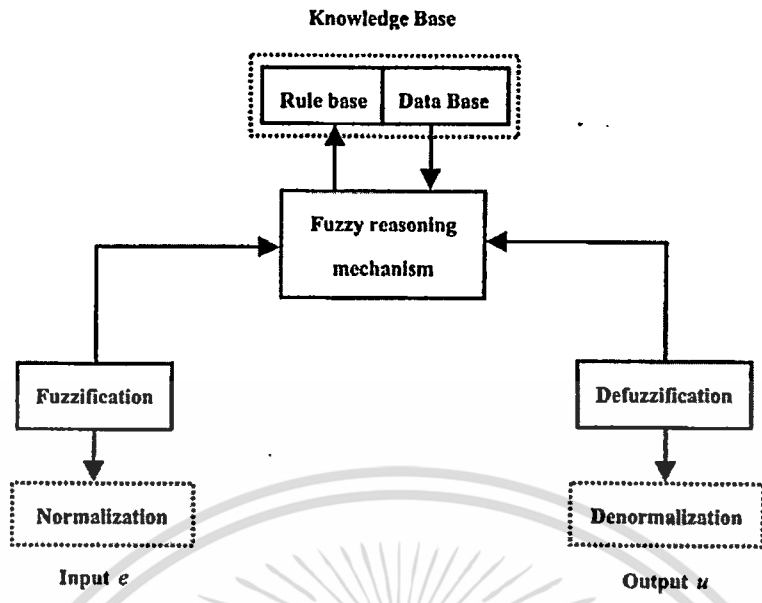
การควบคุมด้วยฟัซซีลอจิกที่ใช้ในงานควบคุมระบบปิด สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการควบคุมด้วยฟัซซีลอจิกพื้นฐาน การทำงานของฟัซซีลอจิกในระบบปิดนั้น กูเช่นเดียวกับการควบคุมทั่วไป โดยค่า E คือค่าความผิดพลาดจากระบบที่เกิดจากค่าที่กำหนด R เมื่อทำการควบคุมแล้วค่าที่ได้ในการควบคุมก็คือ U ทำหน้าที่ควบคุมระบบการทำงาน ค่าที่วัดได้ ของระบบการทำงานคือ Y ค่าที่ได้ก็จะนำไปหักล้างกับค่าที่กำหนดเกิดค่าความผิดพลาด ค่าความผิดพลาดนี้จะนำไปทำการประมวลผลเพื่อการควบคุมในรอบต่อไป



รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมการควบคุมพื้นฐาน

ทฤษฎีฟัซซีลอจิกมีกระบวนการในการปฏิบัติงานอยู่ 3 ขั้นตอนซึ่งสามารถแบ่งการทำงาน ได้ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



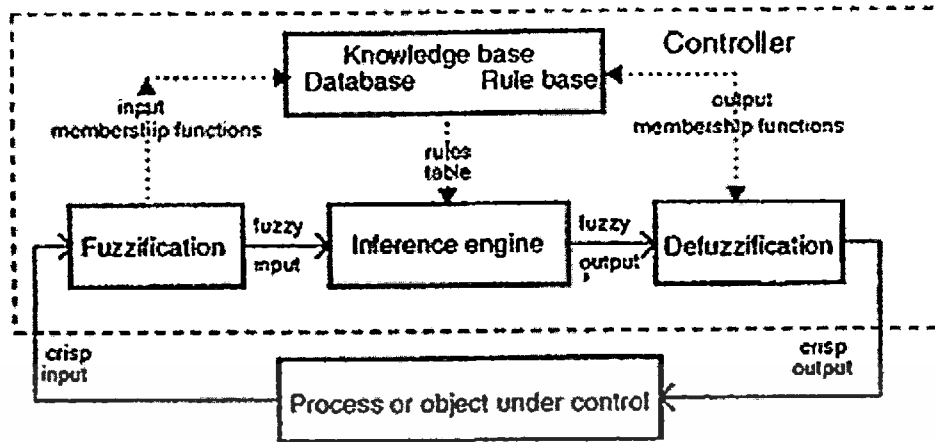
รูปที่ 2.2 กระบวนการทำงานในฟัซซี่

2.2 การแปลงอยู่ในรูปฟัซซี่ (Fuzzification) วิธีการนี้เป็นกระบวนการเปลี่ยนรูปแบบของค่าป้อนเข้าจากระบบการทำงานของสิ่งที่กำหนดจริงให้เปลี่ยนอยู่ในรูปแบบค่าใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับค่าป้อนเข้าจริง โดยอาศัยการกำหนดสมาชิกป้อนเข้าของฟัซซี่เซต ในการออกแบบฟัซซี่ลอจิกของสมาชิกป้อนเข้านี้สามารถออกแบบได้หลายวิธีซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

2.3 กระบวนการฟัซซี่ (Fuzzy processing) เป็นกระบวนการทำงานของระบบควบคุมการทำงานที่ถูกกำหนดให้อยู่ในรูปแบบกฎการทำงาน หรือเป็นตัวดำเนินการในการควบคุม ผลลัพธ์ที่ได้นี้จะได้ค่าป้อนเข้าให้กับสมาชิกของเอาพุท

2.4 การแปลงกลับอยู่ในรูปค่าที่ใช้งานจริง (Defuzzification) เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนค่าของผลลัพธ์ให้อยู่ในรูปแบบของค่าที่ควบคุมจริงของระบบการทำงานนั้น

จากขั้นตอนในการควบคุมการทำงาน โดยใช้ฟัซซี่ลอจิกนั้นจะเห็นได้ว่า กระบวนการทั้ง 3 เป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้เลยสำหรับการออกแบบควบคุมการทำงานของระบบ ในการทำงานของระบบควบคุมการทำงาน โดยใช้ฟัซซี่ทุกๆไปสามารถแสดงได้ดังรูป

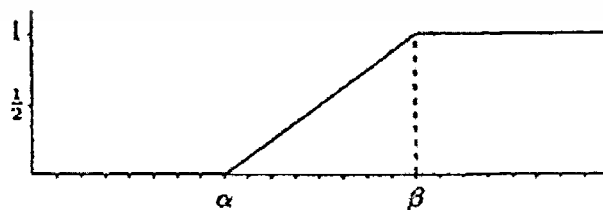


รูปที่ 2.3 การทำงานทั่วไปของการควบคุมโดยใช้ฟัซซี่ลอจิก

จากรูปที่ 2.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมในเส้นปะซึ่งเป็นตัวควบคุมระบบการทำงาน ภายในประกอบไปด้วยขั้นตอน และกระบวนการในการควบคุม โดยการรับค่าจริงจากระบบที่ถูกควบคุม และส่งค่าที่ได้จากขั้นตอนในการควบคุม ไปควบคุมระบบ การออกแบบบล็อกในส่วนต่างๆของตัวควบคุมจะอธิบายในหัวข้อต่อไป

2.5 การออกแบบสมาชิกการแปลงอยู่ในรูปฟัซซี่ (Fuzzification)

ในการออกแบบสมาชิกเริ่มต้นของการควบคุมนั้น ได้อาศัยการออกแบบทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยการกำหนดให้อยู่ในรูปแบบความน่าจะเป็นไปได้ เช่น เมื่อเราต้องการค่าที่ได้ เท่ากับเลข 7 สิ่งที่ได้ในการออกแบบนั้นก็คือ ความน่าจะเป็นเลข 7 นั่นก็คือ 1 และเลขข้างเคียง 7 ก็คือเลข 6 และเลข 8 ก็อาจจะจะเป็น 0.8 เลขถัดออกมาก็คือเลข 5 และเลข 9 ก็อาจจะจะเป็น 0.5 และแนวโน้มเลขข้างเคียงก็จะลดลงไปเรื่อยๆ จนความน่าจะเป็นเท่ากับ 0 จากการออกแบบสมาชิกนี้ก็สามารถนำไปออกแบบรูปแบบการทำงานของสมาชิกป้อนเข้าได้ รูปแบบทางสมการก็อาจจะจะเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง หรือรูปแบบทางสมการคณิตศาสตร์อื่นๆ ก็ได้ การออกแบบสมาชิกมีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ดังนี้



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างสมการ $\Gamma : U \rightarrow [0,1]$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

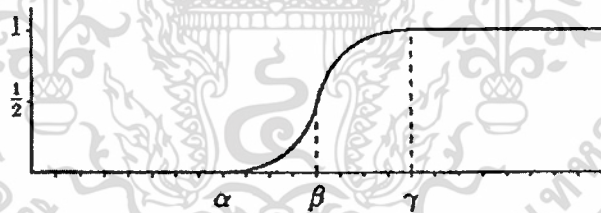
จากรูป 2.4 เป็นสมการที่อยู่ในรูปแบบของสมการที่มีสองตัวแปร โดยที่ค่า u เป็นค่าใดๆซึ่งสามารถจัดอยู่ในรูปของสมการ 2.1 ดังนี้

$$\Gamma(u; \alpha, \beta) = \begin{cases} 0 & u < \alpha \\ (u - \alpha) / (\beta - \alpha) & \alpha \leq u \leq \beta \\ 1 & u > \beta \end{cases} \quad (2.1)$$

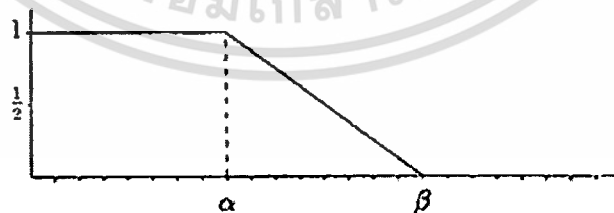
จากรูปที่ 2.5 แสดงสมการอยู่ในรูปสมการ S (2.2) ซึ่งสามารถกำหนดได้ดังนี้

$$S(x; \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & x < \alpha \\ 2 \left(\frac{x - \alpha}{\gamma - \alpha} \right)^2 & \alpha < x \leq \beta \\ 1 - 2 \left(\frac{x - \alpha}{\gamma - \alpha} \right)^2 & \beta < x \leq \gamma \\ 1 & x > \gamma \end{cases} \quad (2.2)$$

โดยที่ $\beta = (\alpha + \gamma) / 2$



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างสมการ S



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างสมการ L

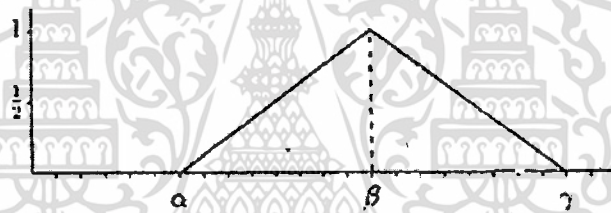
จากรูปที่ 2.6 เป็นตัวอย่างสมการ L (2.3) ซึ่งจะมีลักษณะรูปแบบคล้ายกับสมการ Γ ในรูปนี้สามารถแสดงสมการได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

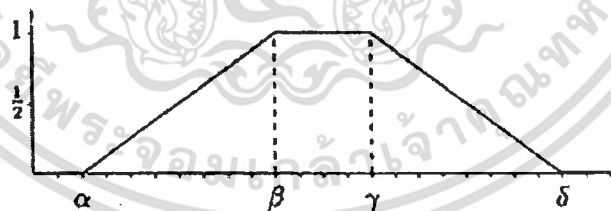
$$\Gamma(u; \alpha, \beta) = \begin{cases} 1 & u < \alpha \\ (u - \alpha) / (\beta - \alpha) & \alpha \leq u \leq \beta \\ 0 & u > \beta \end{cases} \quad (2.3)$$

จากรูปที่ 2.7 เป็นรูปแบบของสมการทางการออกแบบพีชชีที่พบเห็นได้บ่อย สมการ Λ (2.4) นี้มีรูปแบบของสมการที่แสดงดังนี้

$$\Lambda(x; \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & u < \alpha \\ (u - \alpha) / (\beta - \alpha) & \alpha < u \leq \beta \\ (\alpha - u) / (\beta - \alpha) & \beta < u \leq \gamma \\ 0 & u > \gamma \end{cases} \quad (2.4)$$



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างสมการ Λ



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างสมการ Π

จากรูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างของกราฟในรูปสมการ Π (2.5) เป็นสมการอีกรูปแบบหนึ่งในการกำหนดสมาชิกของพีชชี ซึ่งสามารถแสดงสมการได้ดังนี้

$$\Pi(u; \alpha, \beta, \gamma, \delta) = \begin{cases} 0 & u < \alpha \\ (u - \alpha) / (\beta - \alpha) & \alpha \leq u < \beta \\ 1 & \beta \leq u \leq \gamma \\ (\lambda - u) / (\delta - \gamma) & \gamma < u \leq \delta \\ 0 & u > \delta \end{cases} \quad (2.5)$$

รูปแบบต่างๆของสมการที่แสดงให้เห็นก่อนหน้านี้ เป็นรูปแบบสมการที่ได้ใช้กำหนดสมาชิกของฟัซซี่ เพื่อนำไปออกแบบการทำงานของระบบค่าของผลลัพธ์ที่เกิดจากสมการในรูปแบบต่างๆที่ได้แสดงนี้จะเห็นได้ว่ามีค่าผลลัพธ์อยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งค่าที่อยู่ในช่วงนี้จะถูกนำไปคำนวณด้วยการออกแบบกฎการทำงานต่อไป

2.6 การออกแบบกฎการทำงาน

การออกแบบกฎของฟัซซี่นี้ได้อาศัยความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ กำหนดเป็นเงื่อนไขเช่น ถ้าเราต้องการลมแรงๆ แต่ผลที่วัดได้ของลมมีค่าผิดพลาดมากๆ ดังนั้นเราก็ต้องป้อนสัญญาณให้มากขึ้นและเหมาะสมด้วย เป็นต้น การที่เราต้องเปิดพัดลมให้มากขึ้น ก็จะส่งผลต่อการทำงานของระบบ และค่าผิดพลาดการทำงานก็จะน้อยลง จากความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดรวมถึงประสบการณ์ในการออกแบบสามารถนำมากำหนดเป็นเงื่อนไข นั่นก็คือการออกแบบกฎการทำงาน

การออกแบบกฎการทำงาน มีวิธีการที่สามารถนำไปซึ่งการออกแบบกฎการทำงาน โดยอาศัยวิธีการอยู่หลายวิธีเพื่อที่จะได้การทำงานที่ดี วิธีการที่ใช้ในการออกแบบกฎการทำงานทั่วไปที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน อาทิเช่น การอาศัยประสบการณ์ในการออกแบบหรือความรู้ในการควบคุม อาศัยความรู้จากสมการทางคณิตศาสตร์ สมการทางฟัซซี่จากกระบวนการ การเรียนรู้จากการควบคุมการทดลอง

การควบคุมการทำงานของกฎฟัซซี่ลอจิกนั้น วิธีการในการดำเนินงานของกฎนั้นมีทฤษฎีในการออกแบบหลายวิธี ส่วนมากแล้ว โดยทั่วไปที่มักพบเห็นในการควบคุมการทำงาน ในการดำเนินการทำงานของกฎนั้นมี

2.7 ทฤษฎี Max-Min (Mamdani's Minimum)

วิธีการของทฤษฎีนี้ได้อาศัยความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องเซตและสับเซตดังตัวอย่างรูปที่ 2.9 สมาชิกฟัซซี่ของ A1 A2 B1 และ B2 ซึ่งเป็นสมาชิกของฟัซซี่ที่เราได้ออกแบบโดยค่า X_0 และ Y_0 ก็คือ ค่าที่เกิดจากอินพุทของระบบจากการทำงานที่วัดได้ กระบวนการนี้จะทำหน้าที่แปลงค่าเป็นอินพุทของฟัซซี่ลอจิก (Fuzzification) ค่าที่ได้จะอยู่ในรูปสมาชิกที่มีค่า 0 ถึง 1 โดยแต่

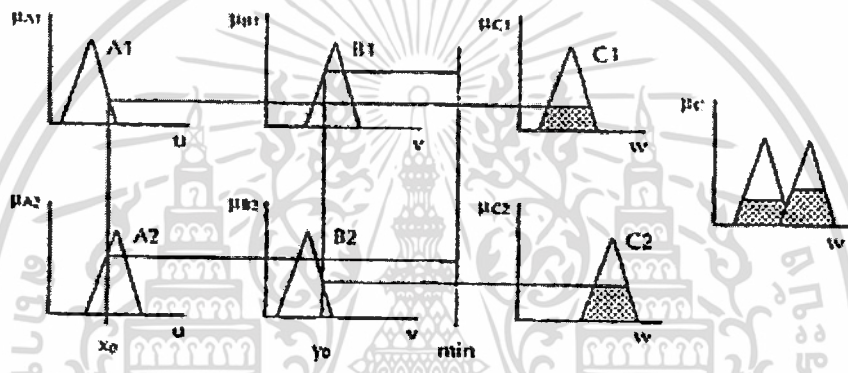
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละสมาชิกของฟัซซี่ A1 A2 B1 และ B2 ก็จะมีค่าที่ต่างกัน ค่าที่ต่างกันนี้เมื่อนำมาออกกฎการทำงาน คึงตัวอย่างจากเงื่อนไขเช่น

IF x is A1 and y is B1 then z is C1

IF x is A2 and y is B2 then z is C2

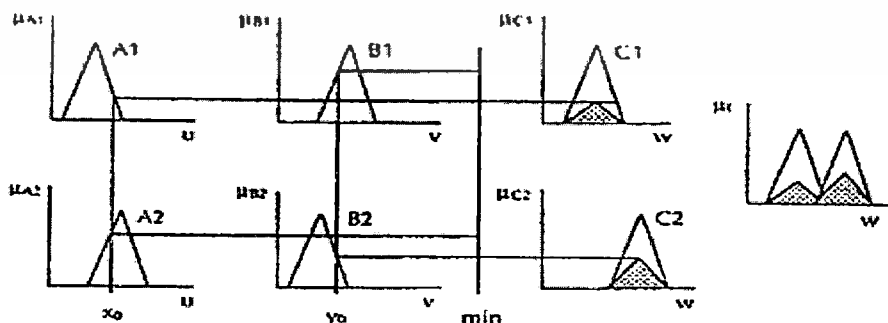
จากรูปที่ 2.9 เมื่อใช้ทฤษฎีของ Mamdani's Minimum ผลลัพธ์ที่ได้จากเงื่อนไข ค่าที่เกิดขึ้น ในสมาชิกของ C1 และ C2 ก็คือ ค่าพื้นที่ที่แรเงา ซึ่งค่า C1 และ C2 เป็นค่าผลลัพธ์ของสมาชิกฟัซซี่ เอาพุท แต่ยังไม่ได้ทำการแปลงกลับเป็นค่าที่จะนำไปใช้งาน



รูปที่ 2.9 แสดงภาพการทำงานของ ทฤษฎี Max - Min

2.8 ทฤษฎี Max-Dot (Larsen's Product)

วิธีการนี้ก็คล้ายเช่นเดียวกับการออกแบบ Max-Min แต่จะต่างกันตรงที่การออกแบบจะเป็น รูปของสเกลที่เกิดจากการคูณกันของสมาชิกฟัซซี่ในแต่ละสมาชิกที่เกิดจากอินพุทของระบบการ ทำงาน จากรูปที่ 2.10 อาศัยกฎการออกแบบ และ เงื่อนไขซึ่งใช้เหมือนกันกับทฤษฎี Max-Min ผลลัพธ์ที่ได้ในทฤษฎี Max-Dot สามารถแสดงในส่วนพื้นที่แรเงา



รูปที่ 2.10 แสดงการทำงานของ ทฤษฎี Max - Dot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบสมาชิก และตั้งกฎการทำงานจะทำให้ค่าของสมาชิกเอาพุทของสมาชิกเอาพุทมีค่าต่างกันไป ในการที่จะนำค่าของสมาชิกไปใช้งานในการควบคุมระบบ จะต้องทำการแปลงค่าให้ได้ค่าที่เรานำไปใช้งานควบคุมจริงซึ่งจะอธิบายในหัวข้อต่อไป

2.9 การออกแบบสมาชิกเอาพุทของฟัซซี่ (Defuzzification)

การออกแบบสมาชิกเอาพุทของการทำงาน รูปแบบสมการคณิตศาสตร์ที่ใช้หรือฟังก์ชันสมาชิกในการออกแบบมีการออกแบบเช่นเดียวกับการออกแบบสมาชิกอินพุท การออกแบบนั้นจะต้องกำหนดช่วงขอบเขตของอุปกรณ์ หรือผลลัพธ์ที่จะนำไปใช้งานให้สอดคล้องกับสมาชิกเอาพุทผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบสมาชิกเอาพุทนั้นเป็นค่าผลลัพธ์ที่เรานำไปใช้งานจริง กระบวนการที่จะนำไปซึ่งผลลัพธ์นั้นจะต้องทำการแปลงกลับจากค่าสมาชิกเอาพุทที่ได้ การแปลงค่าเพื่อนำไปใช้งานจริงมีอยู่หลายวิธีการ โดยส่วนมากที่มักพบเห็นบ่อย ก็คือ ทฤษฎีจุดศูนย์กลางความถ่วง (Center of Gravity COG) ทฤษฎีค่าเฉลี่ยสูงสุด (Mean of maximum MOM method) ทฤษฎีค่าจุดศูนย์กลางพื้นที่ (Center of maximum COA method) และยังมีวิธีการอื่นๆอีกหลายวิธี

2.10 ทฤษฎีจุดศูนย์กลางความถ่วง (Center of Gravity COG method)

กำหนดค่าที่ได้จากการดีฟัซซิไฟด์ให้เท่ากับ y_0 ซึ่งเป็นค่าศูนย์กลางพื้นที่ซึ่งครอบคลุมด้วยฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของข้อสรุปแต่ละกฎ ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 2.6

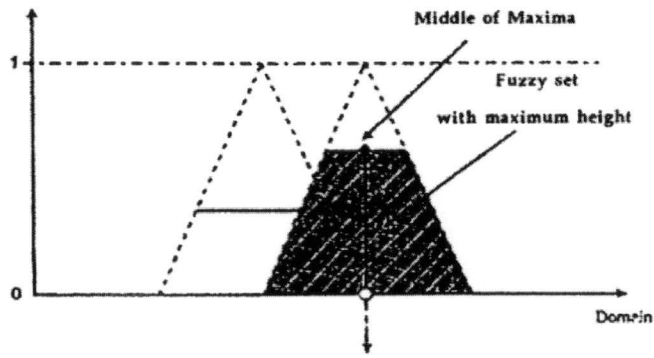
$$Y_0 = \frac{\sum_{j=1}^n y_j * \mu_B(y_i)}{\mu_B(y_i)} \quad (2.6)$$

2.11 ทฤษฎีค่าเฉลี่ยสูงสุด (Mean of maximum MOM method)

พื้นที่ที่ได้จากรูปที่ 2.11 จะเห็นพื้นที่แรเงาที่ได้จากการออกแบบซึ่งเกิดจากค่าผลลัพธ์จากสมาชิกเอาพุทและกระบวนการในการทำงานของกฎการทำงาน ค่าที่ได้ในการทำงานแต่ละครั้งในรอบการทำงาน พื้นที่แรเงาที่ได้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับค่าที่ป้อนให้กับระบบแต่ละครั้ง ในการหาค่าผลลัพธ์ที่ได้จากพื้นที่แรเงาจากรูปที่ 2.11 โดยใช้ทฤษฎีค่าเฉลี่ยสูงสุด (MOM) จะนำค่าสูงสุดของขอบซ้ายแรเงา และค่าสูงสุดของขอบขวาพื้นที่แรเงา มาหาค่าเฉลี่ย ค่าที่ได้คือค่าเอาพุทของตัวควบคุมซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 2.7

$$Y_0 = \frac{\sum_{j=1}^n y_j}{m} \quad (2.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ทฤษฎีค่าเฉลี่ยสูงสุด

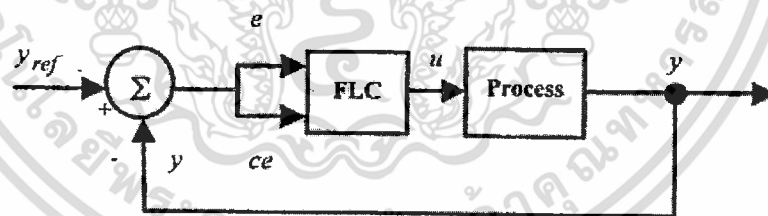


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

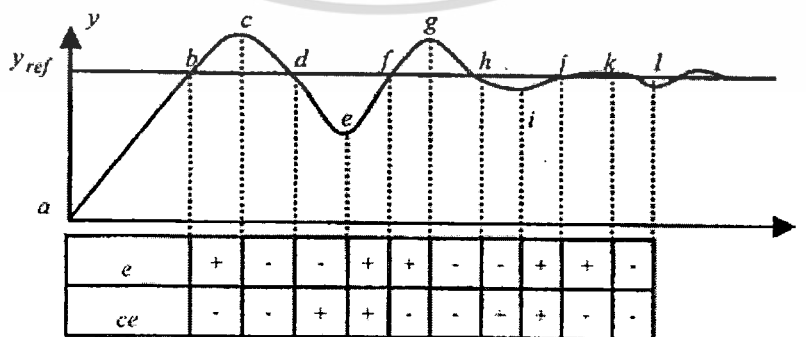
บทที่ 3

การออกแบบการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

การออกแบบในงานวิจัยการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นด้วยฟuzzyลอจิกนั้น โดยส่วนใหญ่การควบคุมการทำงานของระบบที่พบเห็นบ่อยดังรูปที่ 3.1 โดยค่า E เป็นค่าความผิดพลาด CE เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงความผิดพลาด และ CI เป็นค่าสัญญาณในการควบคุมการทำงานของระบบการทำงาน Yd เป็นค่าที่กำหนดในการออกแบบ Y เป็นค่าเอาพุทของระบบที่ได้ฉะนั้นในการออกแบบระบบการทำงานได้อาศัยความสัมพันธ์ของค่าความผิดพลาด และ ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงความผิดพลาดในการออกแบบ เช่น รูปที่ 3.2 ในช่วง A ค่าความผิดพลาดมีค่าเป็นบวกหมายความว่า ค่าเอาพุทของระบบมีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนด และค่าความเปลี่ยนแปลงมีค่าเป็นลบหมายความว่า ค่าเอาพุทที่ได้กำลังลู่เข้าค่าที่กำหนดในช่วง A แต่เมื่อผ่านไปช่วง B ค่าความผิดพลาดที่ได้กลับมีค่าเป็นบวก และค่าความเปลี่ยนแปลงก็มีค่าเป็นลบ ทำให้ค่าเอาพุทของระบบมีแนวโน้มที่จะออกห่างจากค่าที่กำหนด เพราะฉะนั้นในการออกแบบการทำงานจึงพยายามที่ออกแบบกฎให้เอาพุทของระบบนั้นมีค่าความผิดพลาด และอัตราค่าเปลี่ยนแปลงความผิดพลาด เข้าใกล้สู่ค่าที่กำหนดซึ่งได้ออกแบบให้เป็นไปตามในช่วง C เช่นเดียวกัน ในช่วง D ค่าของเอาพุทของระบบก็พยายามที่จะลู่ออกไปมากขึ้น เพราะฉะนั้นในการออกแบบเราก็ต้องพยายามปรับค่านั้นให้ลู่กลับสู่สภาวะที่เรากำหนด จนกว่าค่าความผิดพลาดและค่าเปลี่ยนแปลงความผิดพลาดเป็นศูนย์ หรือมีน้อยสุด



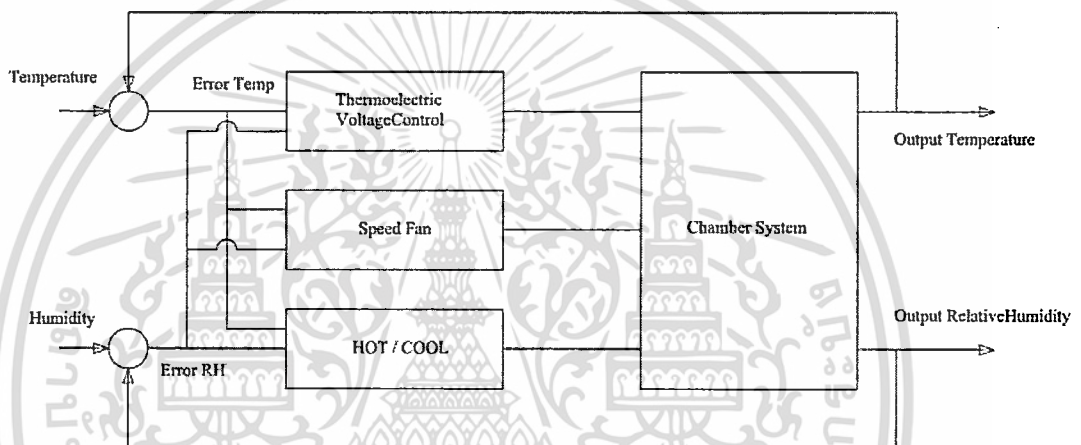
รูปที่ 3.1 การออกแบบระบบการควบคุมด้วยฟuzzy



รูปที่ 3.2 การเปลี่ยนแปลงของค่าเอาพุทของระบบในการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบในงานวิจัยนี้ได้อาศัยความสัมพันธ์จากข้างต้น ในการออกแบบระบบการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยทั้งสองตัวแปรนั้นมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในการทำงาน ทำให้การควบคุมจะต้องพยายามควบคุมตัวแปรทั้งสองให้ได้ตามค่าที่กำหนด การออกแบบได้อาศัยจากการออกแบบระบบพีซีข้างต้นที่ใช้หาค่าเอาพุทของระบบ การออกแบบได้อาศัยค่าความผิดพลาดของอุณหภูมิและค่าความผิดพลาดของความชื้นในการออกแบบระบบ โดยไม่ได้อาศัยอัตราการเปลี่ยนแปลงของความผิดพลาดมาพิจารณาในการออกแบบ แต่คำนึงถึงค่าความสัมพันธ์ของค่าความผิดพลาดของอุณหภูมิ และค่าความผิดพลาดของความชื้นมาพิจารณาในการออกกฎการทำงานของพีซีที่แทนผังรูป



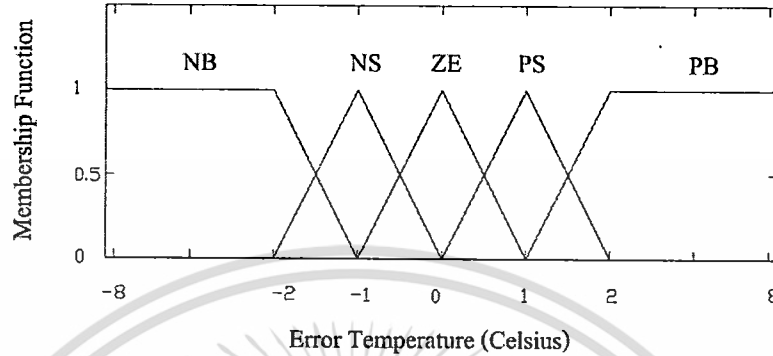
รูปที่ 3.3 โครงสร้างการออกแบบการควบคุมในงานวิจัย

แนวความคิดในการออกแบบ ได้อาศัยความสัมพันธ์ค่าความผิดพลาดทั้งสองมาออกแบบกฎการทำงานของพีซี เพราะเนื่องจากการออกแบบในการควบคุมโดยวิธีพีไอดี ในการควบคุมที่ค่าการควบคุมมีความสัมพันธ์กัน ค่าของพีไอดีนั้นจะมีบล็อกที่สัมพันธ์กันของทั้งสองตัวแปรและการหาการควบคุมนั้นก็ยากที่จะหาค่าในบล็อกที่สัมพันธ์กัน มาเพื่อพิจารณา แต่ในทางกลับกันในพีซีเอง ไม่จำเป็นที่จะต้องรู้สมการทางคณิตศาสตร์ แต่สามารถพิจารณาจากประสบการณ์หรือตามความรู้สึก ความรู้ทางการควบคุมก็เพียงพอที่จะสามารถควบคุมได้และแนวความคิดนี้เองสามารถออกแบบบล็อกในส่วนที่สัมพันธ์กันในกฎการออกแบบพีซีนั่นเอง

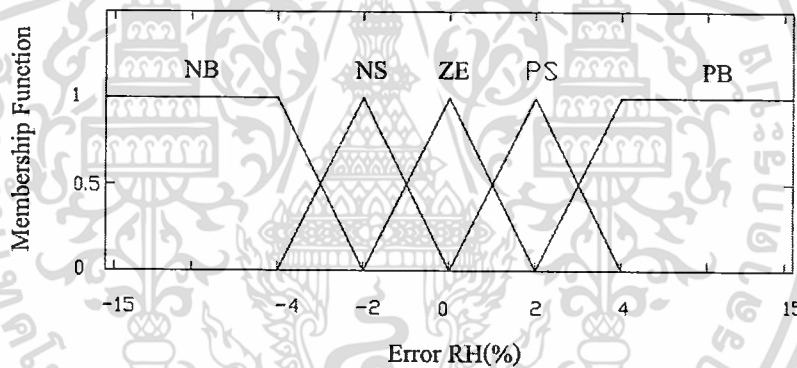
3.1 การออกแบบสมาชิกอินพุทของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

การออกแบบสมาชิกอินพุทของการควบคุมระบบปรับอากาศ ค่าอินพุทของสมาชิกได้ออกแบบจากค่าความผิดพลาดจริงของระบบคือ ค่าความผิดพลาดของอุณหภูมิ และค่าความผิดพลาดของความชื้น ได้กำหนดสมาชิกของอินพุทเป็น 5 สมาชิก โดยกำหนดให้ NB (Negative เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Big), N(Negative small), Z(Zero), P(Positive small), PB(Positive Big) สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.4 และรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.4 สมาชิกอินพุทของค่าความผิดพลาดของอุณหภูมิ



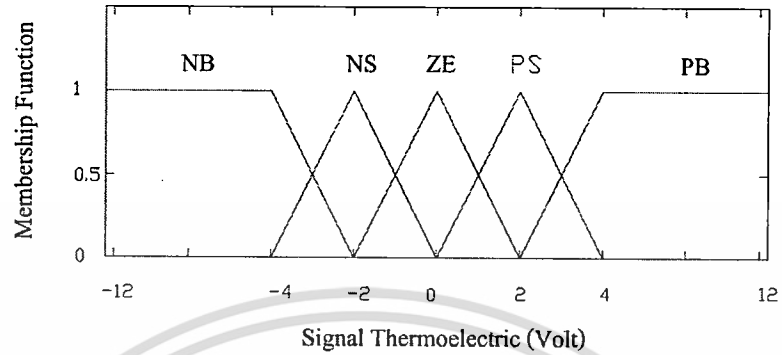
รูปที่ 3.5 สมาชิกอินพุทของค่าความผิดพลาดของความชื้น

3.2 การออกแบบสมาชิกเอาพุทของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

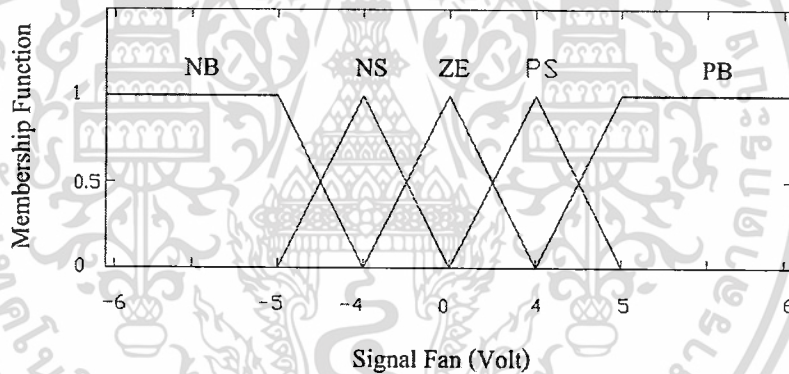
สมาชิกเอาพุทของสัญญาณที่ควบคุมการทำงานมีด้วยกัน 3 สัญญาณ ประกอบไปด้วย สัญญาณที่ 1 สัญญาณควบคุม Voltage ของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก เพื่อควบคุมอุณหภูมิ โดยมีช่วงการออกแบบอยู่ในช่วง 0-12 โวลต์ ประกอบไปด้วย 5 สมาชิก คือ NB (Negative Big), NS(Negative small), Z(Zero), PS(Positive small), PB(Positive Big) ดังรูปที่ 3.6 สัญญาณที่ 2 คือ สัญญาณควบคุมพัดลมจ่ายอากาศ เพื่อควบคุมความชื้น โดยมีช่วงสัญญาณ 3-12 โวลต์ ประกอบไปด้วยสมาชิก คือ NB (Negative Big), NS(Negative small), Z(Zero), PS(Positive small), PB(Positive

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Big) ดังรูปที่ 3.7 สัญญาณที่ 3 ทำหน้าที่เป็นสัญญาณในการกำหนดความร้อนหรือความเย็น (Hot/Cool) ของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก



รูปที่ 3.6 สมาชิกเอาพุทของสัญญาณควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก



รูปที่ 3.7 สมาชิกเอาพุทของสัญญาณควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับพัดลม

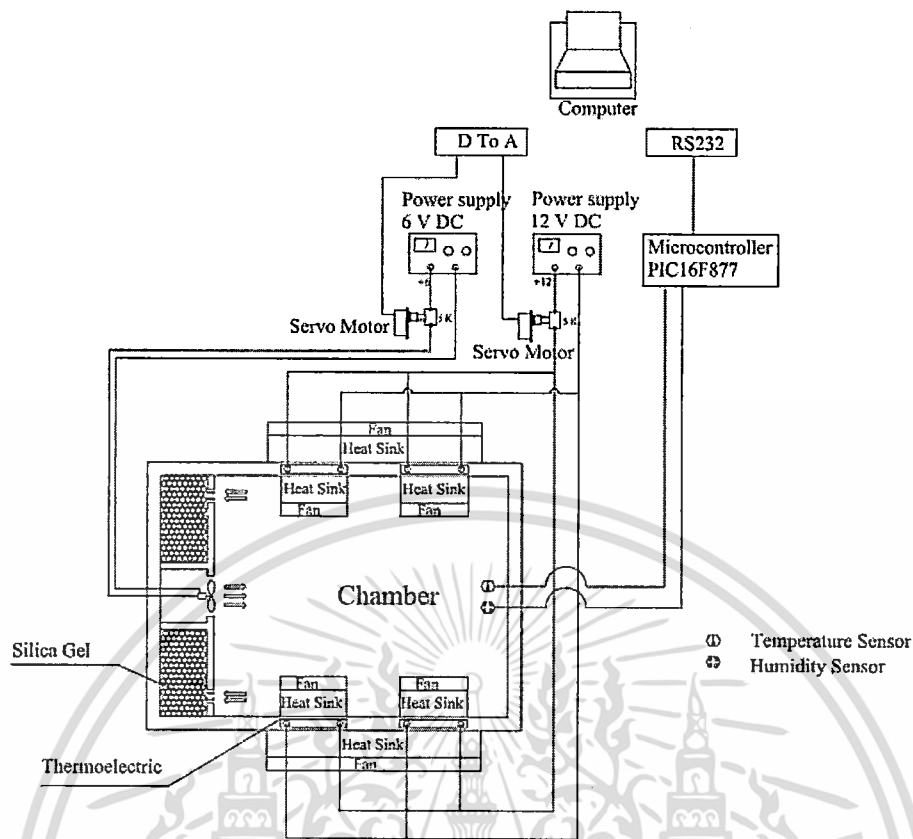
3.3 การแปลงค่าสมาชิกเอาพุทในการควบคุมสัญญาณ

การแปลงสัญญาณของสมาชิกเอาพุทที่ได้จากการกำหนดสมาชิกเอาพุท ในการควบคุมสัญญาณได้ใช้ทฤษฎี จุดศูนย์กลางของความถ่วง COG (Center of gravity) ในการหาค่าควบคุมสัญญาณของพัดลมจ่าย และ Power supply

3.4 การออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้มีความเหมาะสมกับการทำงานในสภาวะต่างๆ การออกแบบจึงได้มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในกล่องควบคุม โดยได้อาศัยการควบคุมจากโปรแกรมการควบคุมทางคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แผนผังการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

จากรูปการควบคุมระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบภายในกล่องควบคุม โดยควบคุมทั้งอุณหภูมิและความชื้นภายในกล่องควบคุม อุปกรณ์รับรู้ของอุณหภูมิและความชื้นจะรับค่าที่ได้ส่งผ่านการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล ค่าที่ได้จะนำไปคำนวณผลในไมโครคอมพิวเตอร์แล้วส่งค่าอุณหภูมิและความชื้นผ่านทางพอร์ต RS232 ไปยังคอมพิวเตอร์ ค่าที่ได้จะนำไปประมวลผลโดยการควบคุมแบบพีซีซีลอจิก ค่าของผลลัพธ์ที่ได้จะนำไปผ่านการแปลงสัญญาณจากดิจิทัลเป็นอนาล็อกเพื่อควบคุมการทำงานของระบบ จะส่งค่าที่ได้ไปควบคุมการทำงานการจ่าย Voltage ของ เพาเวอร์ซัพพลาย ขนาด 12 โวลต์ ดีซี และ 6 โวลต์ ดีซี โดยใช้เซอร์โวมอเตอร์ 2 ตัว สำหรับสัญญาณการควบคุมรีเลย์ เพื่อสลับขั้วในการจ่าย ความร้อนหรือความเย็น โดยใช้ การ์ด NI PCI-6034E ในการติดต่อกับอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน

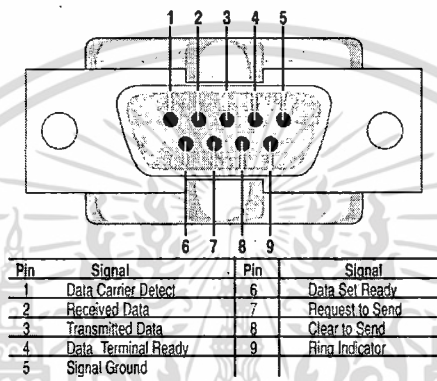
3.5 การออกแบบระบบติดต่อกับคอมพิวเตอร์

การทำงานในระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในงานวิจัยนี้ ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ PIC16F877 ในการออกแบบการควบคุมการทำงานของระบบ ดังนั้นการทำงานในส่วนของไมโครคอมพิวเตอร์ จะต้องมีการติดต่อกับการทำงานระหว่างอุปกรณ์ในการควบคุมการทำงานนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
120242
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ อุปกรณ์เซนเซอร์ หรือ อุปกรณ์รับรู้ อุปกรณ์ในการควบคุมการทำงานของระบบให้ทำงานได้ตามที่ต้องการ และยังมีโปรแกรมที่ควบคุมการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

ส่วนการออกแบบวงจรการทำงานของเซนเซอร์ SHT11 ซึ่งเป็นเซนเซอร์ที่วัดทั้งอุณหภูมิและความชื้น โดยการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ที่พอร์ตอนุกรม COM1 (DB-9) กับเซนเซอร์ โดยการติดต่อการทำงานของ DB-9 มีขาสัญญาณในการทำงานทั้งหมด 9 ช่องสัญญาณ มีสัญญาณเอาพุท อยู่ 3 ช่องสัญญาณ และมีขาสัญญาณอินพุทอยู่ 5 ช่องสัญญาณ และ กราวด์ อีกหนึ่งช่องสัญญาณ ดังรูป



รูปที่ 3.9 พอร์ตอนุกรม 9 ขา

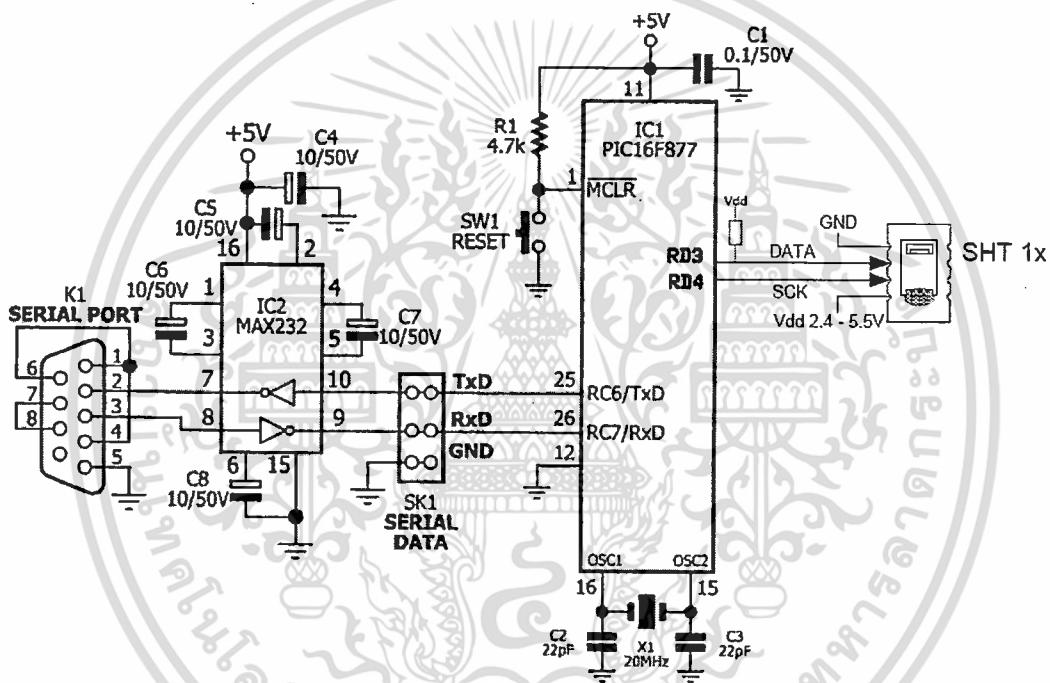
สัญญาณแต่ละช่องมีดังนี้

- ช่องสัญญาณที่ 1 เมื่อมีการตรวจเจอสัญญาณปลายทางของสายสัญญาณ จะทำให้สายสัญญาณทำงาน
- ช่องสัญญาณที่ 2 รับข้อมูลที่ละบิต โดยเป็นลำดับ
- ช่องสัญญาณที่ 3 ส่งข้อมูลที่ละบิตเป็นลำดับ
- ช่องสัญญาณที่ 4 เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์รับรู้ว่าการติดต่อด้วย
- ช่องสัญญาณที่ 5 ทำหน้าที่เป็นกราวด์
- ช่องสัญญาณที่ 6 ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง
- ช่องสัญญาณที่ 7 เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์
- ช่องสัญญาณที่ 8 ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RST เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่องสัญญาณที่ 9 ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสายโทรศัพท์ ปกติการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการติดต่อกับ โมเด็ม

จากวงจร รูปที่ 3.10 พอร์ตอนุกรม COM หรือ DB-9 ทำหน้าที่ส่งสัญญาณการทำงานไปยังเซนเซอร์โดยมีไอซี MAX232 เป็นไอซีที่ทำหน้าที่ติดต่อกับการทำงานเนื่องจากสัญญาณที่เกิดจาก COM1 มีสัญญาณไฟอยู่ที่ -12 โวลต์ ถึง 12 โวลต์ แต่เนื่องจากเซนเซอร์ทำงานอยู่ที่ 5 โวลต์ ไอซีนี้จึงได้นำมาใช้ในการออกแบบในการติดต่อกับการทำงาน โดยใช้สัญญาณที่ขา 1, 4, 5, และ 7 ในการออกแบบการทำงานในส่วนการส่งสัญญาณออกมาจากการประมวลผลทางโปรแกรม ควบคุมเพื่อรับค่าอุณหภูมิและค่าความชื้น การทำงานและคุณสมบัติของเซนเซอร์ SHT11 และไอซี MAX232 จะกล่าวในหัวข้อการออกแบบควบคุมการทำงานต่อไป



รูปที่ 3.10 วงจรในการทำงานของส่วนติดต่อพอร์ตอนุกรมและเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น

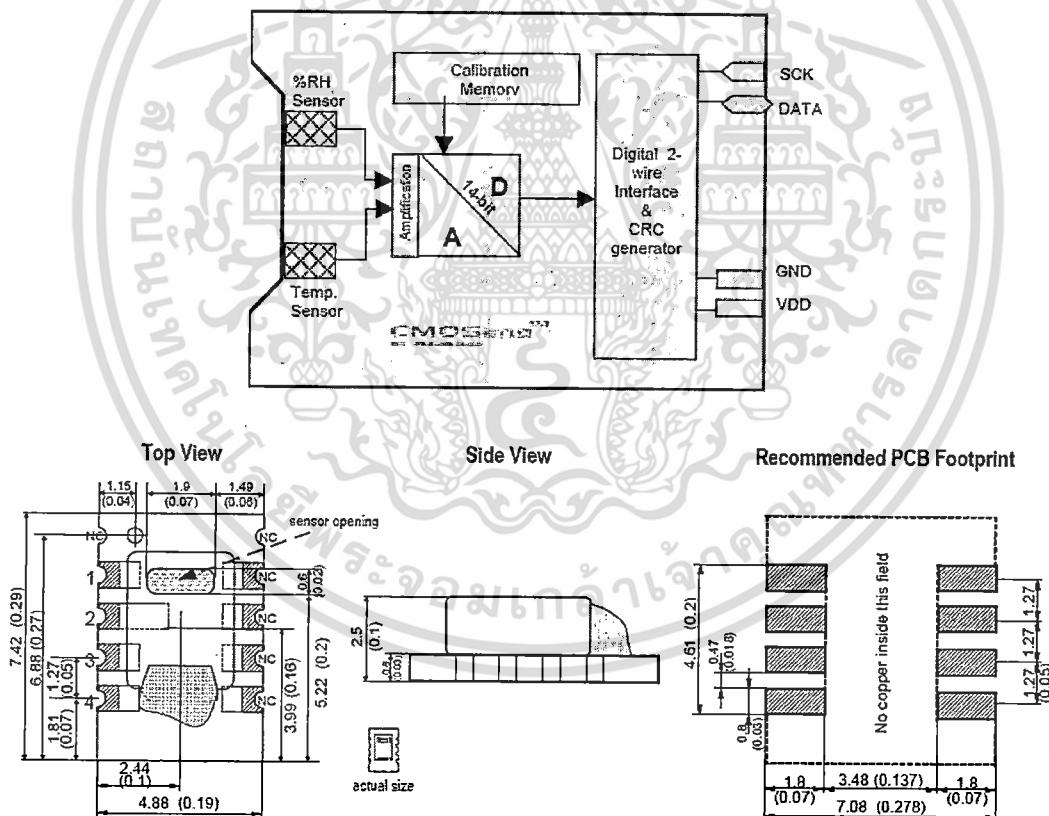
บทที่ 4

การออกแบบอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน

4.1 เซนเซอร์อุณหภูมิและเซนเซอร์ความชื้น

เซนเซอร์ หรืออุปกรณ์รับรู้ ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ในการตรวจสอบค่าที่ได้ของระบบหรือถ้าเปรียบก็เหมือนกับสิ่งที่ต้องการที่จะรู้เพื่อนำไปวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการจัดการให้สิ่งที่ต้องการนั้นได้ ในระบบปรับอากาศอุปกรณ์ที่ใช้ก็มักจะเป็นเซนเซอร์อุณหภูมิ เช่น เทอร์โมสแตต เป็นต้น

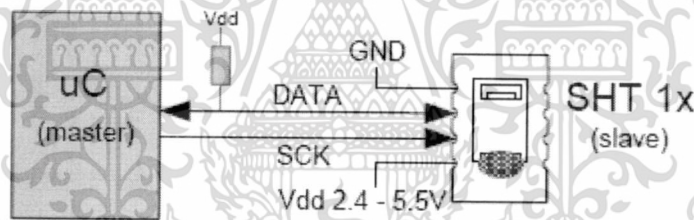
ในงานวิจัยนี้ก็ได้ใช้เซนเซอร์อุณหภูมิ และ เซ็นเซอร์ความชื้น เพื่อควบคุมการทำงานของอุณหภูมิและความชื้นภายในชุดทดลองที่ใช้ก็คือ SHT11 ของบริษัท SENSIRION ของประเทศ สวิตเซอร์แลนด์ ซึ่งมีคุณสมบัติวัดอุณหภูมิและความชื้นได้ภายในตัวและมีขนาดเล็กเป็นดิจิทัลอยู่ภายใน ดังรูป



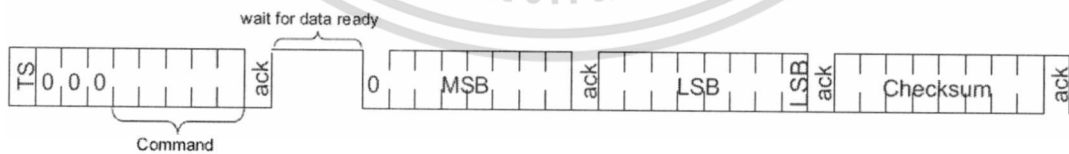
รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมภายในและลักษณะภาพของเซนเซอร์ SHT11

การทำงานของเซนเซอร์ SHT 11 เป็นเซนเซอร์ที่มีการทำงานแบบ 2 ทิศทาง ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งมีการติดต่อที่เรียกว่า I²C การทำงานแบบนี้จะมีสัญญาณข้อมูลและสัญญาณนาฬิกาเพื่อสื่อสาร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำเอกสารนี้ไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้งาน กับ อุปกรณ์ควบคุม การใช้งานสัญญาณข้อมูล และสัญญาณนาฬิกาต้องมีความสัมพันธ์กันเป็นจังหวะ เพื่อไปสั่งให้อุปกรณ์ที่จะใช้นั้นทำงานได้ตามที่อุปกรณ์ควบคุมส่งสัญญาณไป หรือที่เรียกว่า การส่งสัญญาณควบคุม เมื่ออุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณไปได้รับแล้วก็จะทำตามคำสั่งสัญญาณควบคุมถ้าให้มีการส่งสัญญาณกลับมาก็จะส่งสัญญาณกลับมา การทำงานของเซนเซอร์ SHT11 จะใช้คำสั่งการทำงานดังรูปที่ 4.2 การทำงานจะแบ่งออกเป็น 4 ไบต์ เมื่อทำการสั่งเริ่มทำงานแล้ว ไบต์แรกซึ่งเป็นไบต์คำสั่งในการทำงานโดย 3 บิตแรกเป็น 000 อีก 5 บิตเป็นคำสั่งในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ ดัง ตารางที่ 4.1 จากนั้นเซนเซอร์จะส่งสัญญาณรับรู้ (acknowledge, ack) และรอคำสั่งจนค่าที่ได้ส่งมานั้นก็คือ ไบต์ที่สอง (MSB) ต่อมาอุปกรณ์ก็จะส่งสัญญาณรับรู้หลังจากเสร็จไบต์ที่สอง ไบต์ต่อมาก็จะส่งมาอีกเป็นไบต์ที่สาม (LSB) เมื่อค่าที่ได้ส่งมาแล้วก็จะนำไปคำนวณ จะเป็นได้ว่าไบต์ที่สองและไบต์ที่สามคือไบต์ของข้อมูล ถ้าต้องการตรวจสอบค่าที่ได้ของข้อมูลก็ส่งสัญญาณรับรู้ไปให้ ค่าที่ได้ก็จะเป็นไบต์ที่ 4 แล้วนำค่าที่ได้จากไบต์นี้ไปตรวจสอบค่าที่ได้เปรียบเทียบกับกัน เมื่อเสร็จสิ้นไบต์นี้เซนเซอร์จะส่งสัญญาณรับรู้ไป การทำงานของเซนเซอร์ก็เสร็จสิ้นการทำงานหนึ่งรอบ ถ้าเริ่มการทำงานใหม่ก็ต้องเริ่มส่งสัญญาณไปใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 4.2 สัญญาณการทำงานของเซนเซอร์

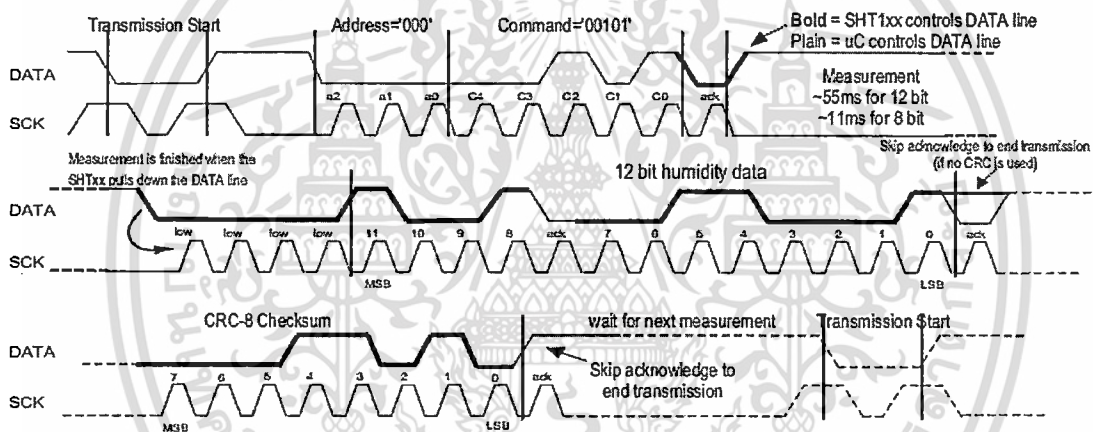


รูปที่ 4.3 ไบต์การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Command	Code
Reserved	0000x
Measure Temperature	00011
Measure Humidity	00101
Read Status Register	00111
Write Status Register	00110
Reserved	0101x-1110x
Soft reset, resets the interface, clears the status register to default values wait minimum 11ms before next command	11110

ตารางที่ 4.1 คำสั่งไอซี SHT11



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างการวัดค่าความชื้น ซึ่งมีค่า 00001001 00110001 = 2353 = 75.79%

4.2 การแปลงค่าที่ได้จากค่าดิจิตอลเป็นค่าที่ต้องการ

4.2.1 การแปลงค่าดิจิตอลเป็นค่าความชื้น

ค่าที่ได้จากเซนเซอร์นั้นมีค่าเป็นลอจิก เพราะฉะนั้นเราต้องทำการแปลงค่าที่เป็นลอจิกนี้ให้อยู่ในรูปตัวเลขที่เราต้องการ โดยการแปลงค่าเป็นค่าความชื้นของเซนเซอร์ SHT11 มีค่าดังนี้

$$RH_{linear} = c_1 + c_2 \cdot SO_{RH} + c_3 \cdot SO_{RH}^2$$

โดย SO_{RH} เป็นค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์

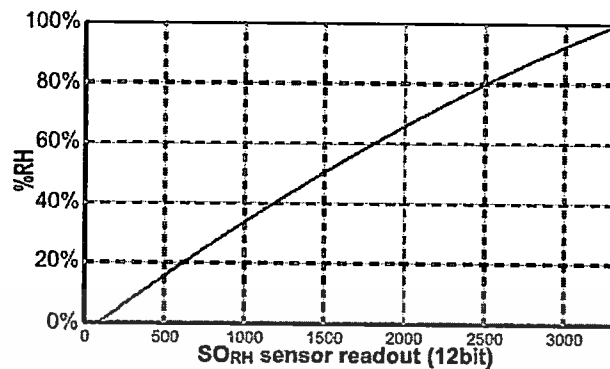
$$c_1 = -4 \quad c_2 = 0.0405 \quad c_3 = -2.8 \cdot 10^{-6} \quad \text{สำหรับ 12 บิต } SO_{RH}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$c_1 = -4$

$c_2 = 0.648$

$c_3 = -7.2 \cdot 10^{-4}$

สำหรับ 8 บิต SO_{RH} รูปที่ 4.5 SO_{RH} ที่อ่านได้จากเซนเซอร์

สำหรับอุณหภูมิที่แตกต่างที่ 25°C (ประมาณ 77°F) ค่าสัมประสิทธิ์ของความชื้นสามารถพิจารณาได้เป็น

$$RH_{true} = (T_{\circ C} - 25) \cdot (t_1 + t_2 \cdot SO_{RH}) + RH_{linear}$$

โดย $t_1 = 0.01$; $t_2 = 0.00008$; $t_2 = 0.00128$ สำหรับ 8 บิต SO_{RH}

4.2.2 การแปลงค่าดิจิตอลเป็นอุณหภูมิ

จากค่าลอจิกที่ได้จากเซนเซอร์เราสามารถแปลงค่าเป็นอุณหภูมิได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{Temperature} = d_1 + d_2 \cdot SO_T$$

โดยค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ d_1 และ d_2 ได้จากตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

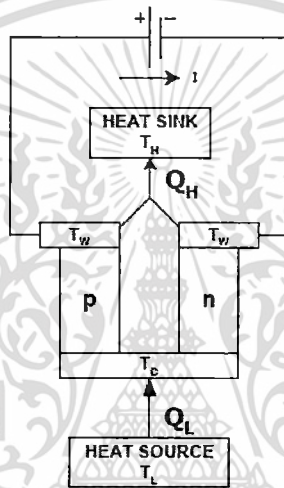
VDD	d_1 [$^{\circ}\text{C}$]	d_1 [$^{\circ}\text{F}$]
5V	-40.00	-40.00
4V	-39.75	-39.50
3.5V	-39.66	-39.35
3V	-39.60	-39.28
2.5V	-39.55	-39.23

SO_T	d_2 [$^{\circ}\text{C}$]	d_2 [$^{\circ}\text{F}$]
14bit	0.01	0.018
12bit	0.04	0.072

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 เทอร์โมอิเล็กทริก(Thermoelectric)

ในปี ค.ศ.1834 ฌอง ซี. เอ. เพลเทียร์ (Jean C. A. Peltier) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส พบว่าเมื่อผ่านไฟฟ้ากระแสตรงให้กับรอยต่อของสารกึ่งตัวนำสองด้านจะกลายเป็นผิวร้อน(hot surface) และผิวเย็น (cold surface) ขึ้นกับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า ปรากฏการณ์เพลเทียร์ (Peltier effect) ในทางกลับกันถ้าถ่ายเทความร้อนให้กับผิวด้านหนึ่งจะเกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นเรียกว่า ซีเบ็คโวลต์เตจ (Seebeck voltage) สารกึ่งตัวนำดังกล่าวเรียกว่า p-n junctions โดยที่การผลิตกระแสไฟฟ้าจะต่อแบบอนุกรม การทำความเย็นจะต่อแบบขนานแซนวิชระหว่างแผ่นฉนวนเซรามิก อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อาศัยหลักการของปรากฏการณ์เพลเทียร์ซึ่งจัดเป็นปั๊มความร้อน (heat pump) เรียกว่าเทอร์โมอิเล็กทริกแสดงหลักการทำงานดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 หลักการทำงานทำความเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริก

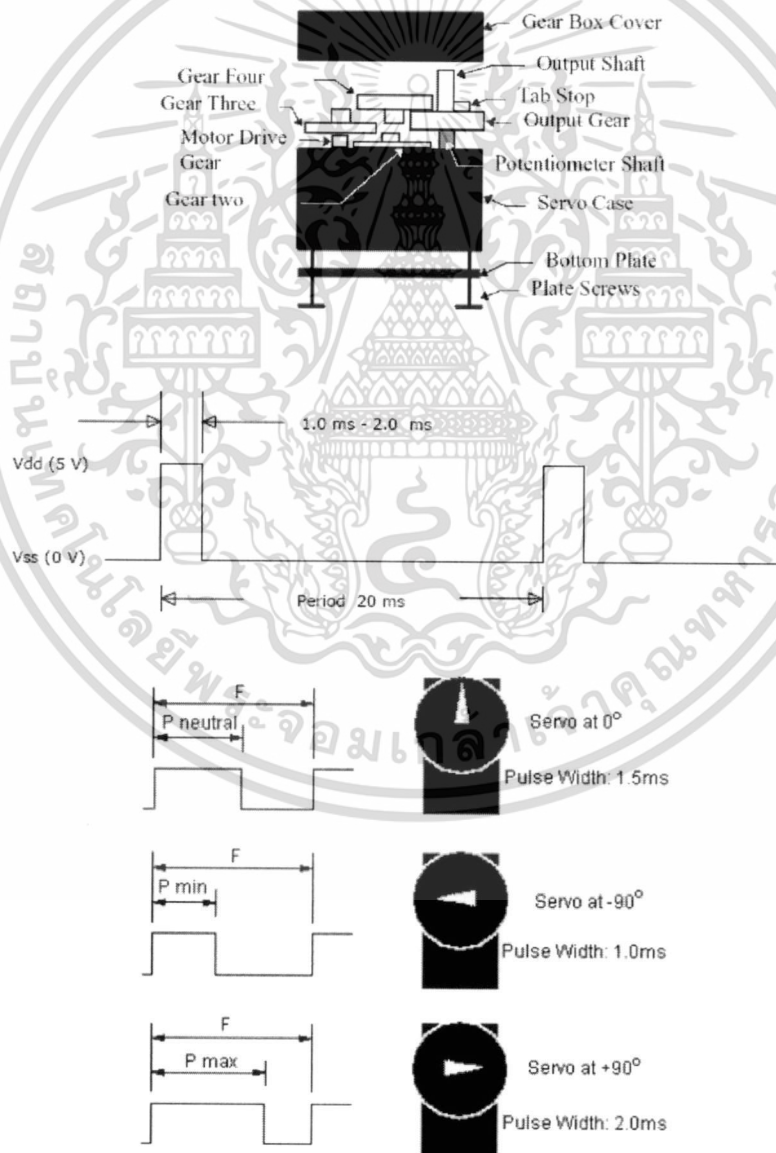
4.3 เซอร์โวมอเตอร์(Servo motor)

Servo motor คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) ที่ถูกประกอบร่วมกับชุดเกียร์ และส่วนควบคุมต่างๆ ไว้ในโมดูลเดียวกัน หรือ ภายในกล่องพลาสติกเดียวกัน โดยมอเตอร์ชนิดนี้จะมีสายต่อใช้งานเพียง 3 เส้นเท่านั้น คือ VCC, GND และ สายสัญญาณควบคุม (Control Line) ซึ่งสามารถควบคุมมอเตอร์ให้หมุนซ้ายหรือขวาได้จากสายสัญญาณเพียงเส้นเดียว โดยสัญญาณที่ใช้ควบคุมนี้จะเป็นสัญญาณพัลส์วิดมอด (PWM) แบบ TTL Level ระดับแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์นี้จะอยู่ในช่วงประมาณ 4 ถึง 6 โวลต์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละตัว ข้อดีของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือ จะมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา, ให้แรงบิดสูง, กินพลังงานน้อย และสามารถควบคุมด้วยแรงดันลอจิกที่เป็น TTL ได้โดยตรงไม่จำเป็นต้องต่อวงจรขับ(Driver) อื่นๆ เพราะ มอเตอร์ชนิดนี้จะมีวงจรควบคุมบรรจุไว้ภายในอยู่แล้ว ซึ่งมอเตอร์ชนิดนี้สามารถควบคุมให้หมุนไปใน ตำแหน่งหรือ ทิศทางองศาที่ต้องการได้ โดยอาศัยสัญญาณความกว้างพัลส์ ที่ป้อนให้มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ ทำได้โดย การป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ให้กับมอเตอร์ซึ่งตำแหน่งและทิศทางการหมุนของมอเตอร์นี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของความกว้างพัลส์นั้นๆ โดยทั่วไปแล้วความกว้างของสัญญาณพัลส์จะมีจุดให้อ้างอิง 3 จุด ดังรูป 4.7

- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1.5 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 0 องศา หรือ จุดกึ่งกลางมอเตอร์
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์ หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม -90 องศา หรือ ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 2 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่ง +90 องศา หรือในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

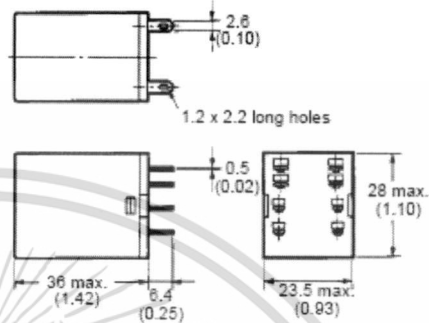
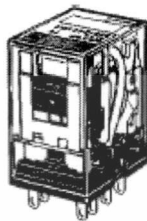


รูปที่ 4.7 ลักษณะโครงสร้างการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 รีเลย์

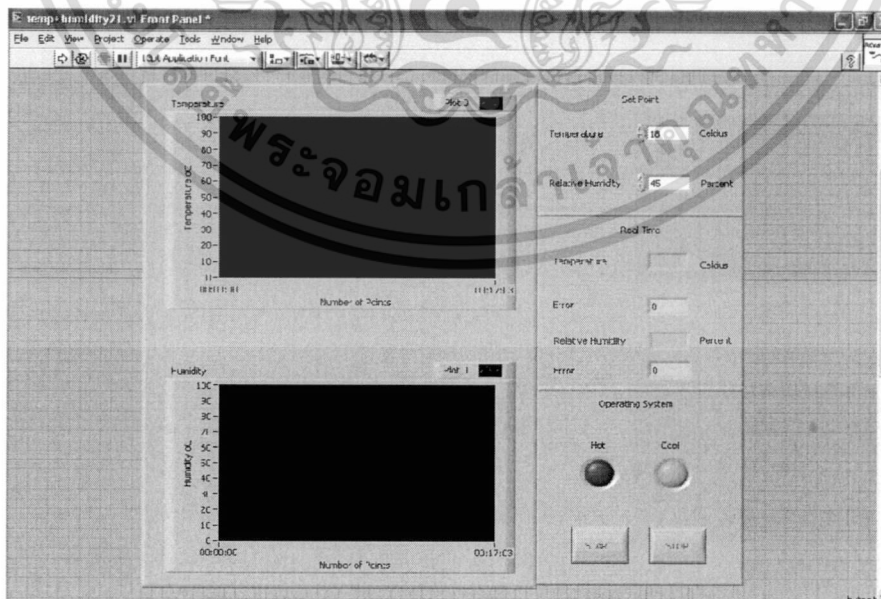
การออกแบบในการควบคุมการกำหนดความร้อนหรือความเย็นของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก อุปกรณ์รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมการเปิดปิดหรือการสลับขั้ว ได้ด้วยการป้อนสัญญาณกระแสไฟไปให้ขดลวดรีเลย์ทำงาน เพื่อที่จะให้หน้าสัมผัสของอุปกรณ์รีเลย์สามารถทำงานได้ ซึ่งการทำงานมีสถานะเปิด และสถานะปิด วงจรรีเลย์แสดงดังรูป 4.8



รูปที่ 4.8 โครงสร้างการทำงานของรีเลย์

4.5 โปรแกรมการออกแบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

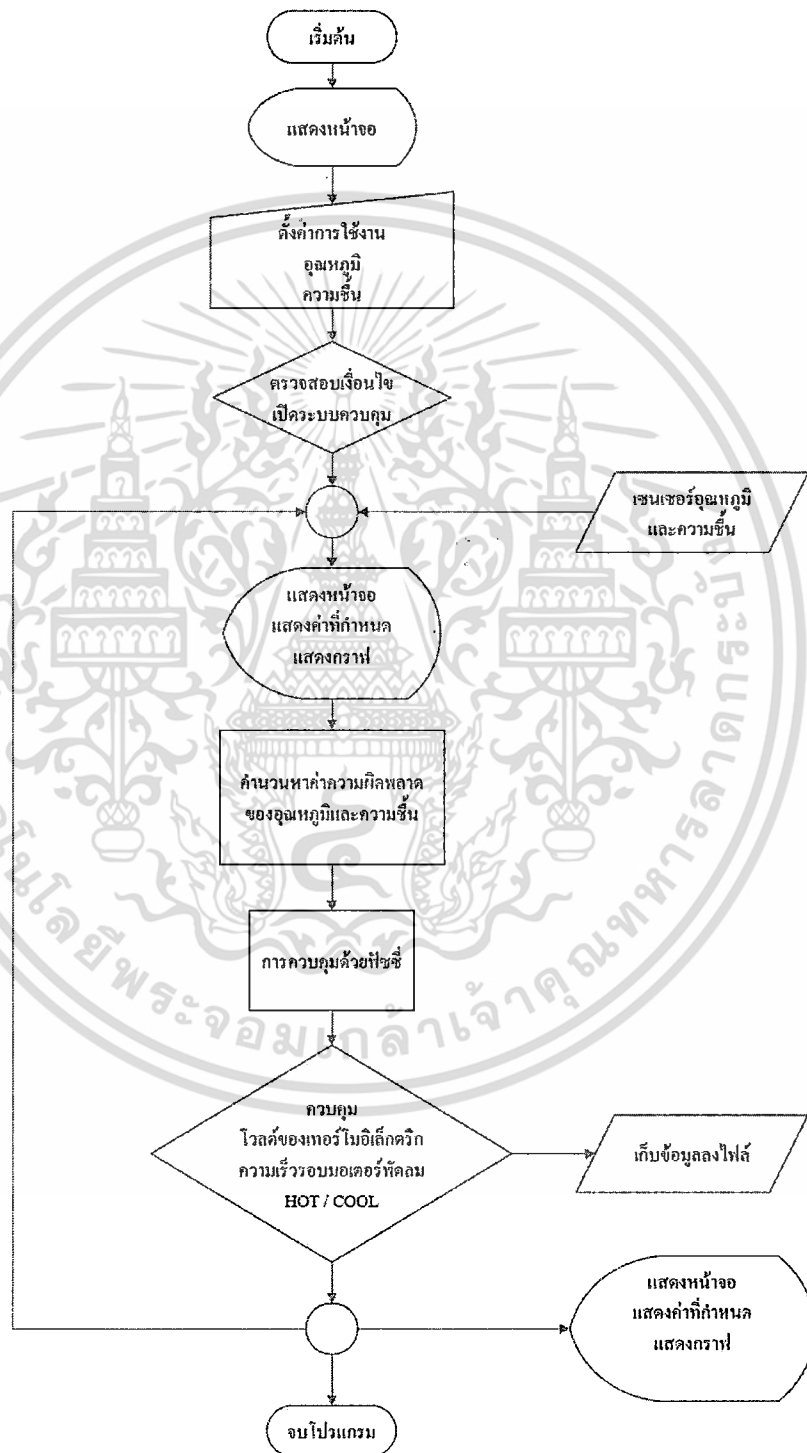
ในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยใช้โปรแกรม LabVIEW 8.0 ซึ่งข้อดีของโปรแกรมสามารถที่จะออกแบบกราฟหรือรูปภาพต่างๆ ได้สะดวกในการออกแบบ และยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้สะดวก การทำงานในการเขียนโปรแกรมแบ่งออกเป็นสามส่วนสำคัญอยู่ 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นลักษณะกราฟ รูปภาพ ส่วนที่สองเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม ส่วนที่สามเป็นการควบคุมอุปกรณ์อินพุตและเอาพุต



รูปที่ 4.9 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม

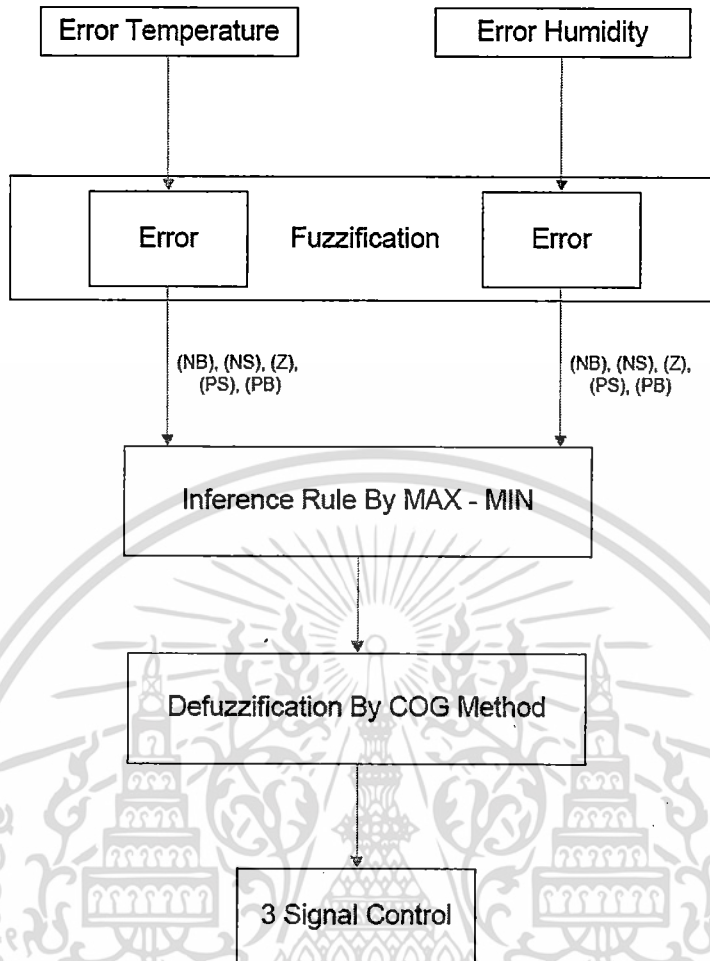
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.9 เป็นโปรแกรมหน้าหลักที่ใช้ในการแสดงผลของการทำงานในการควบคุมระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยใช้พีซีลอจิกในการควบคุม การทำงานได้แบ่งหน้าต่างออกเป็น 5 เฟรม คือ เฟรมกราฟแสดงผลของอุณหภูมิ เฟรมกราฟแสดงผลของความชื้น เฟรมแสดงค่าที่กำหนด เฟรมแสดงค่าสถานะในการทำงาน เฟรมแสดงค่าการควบคุมอุปกรณ์



รูปที่ 4.10 โครงสร้างการเขียนโปรแกรมการควบคุมระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 โครงสร้างการเขียนโปรแกรมการควบคุมด้วยฟัซซี่ลอจิก

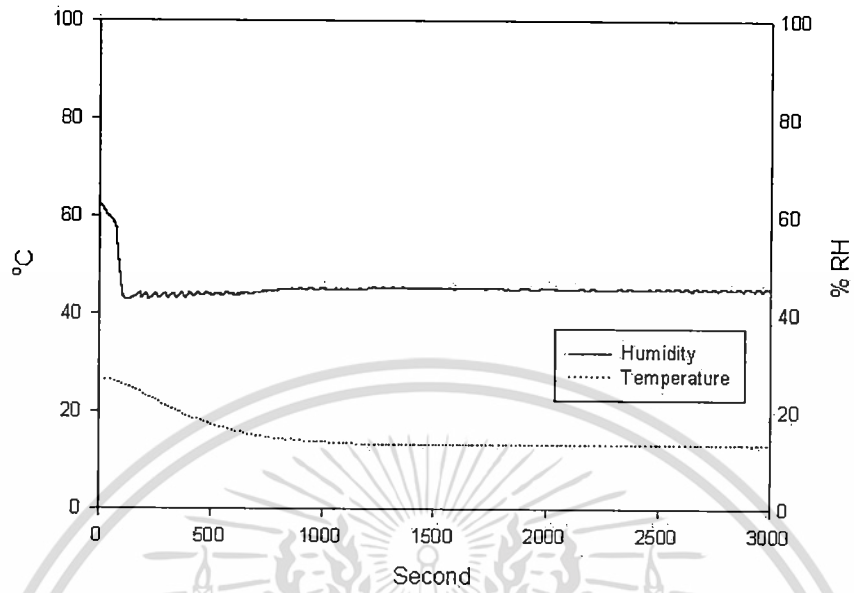
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลอง

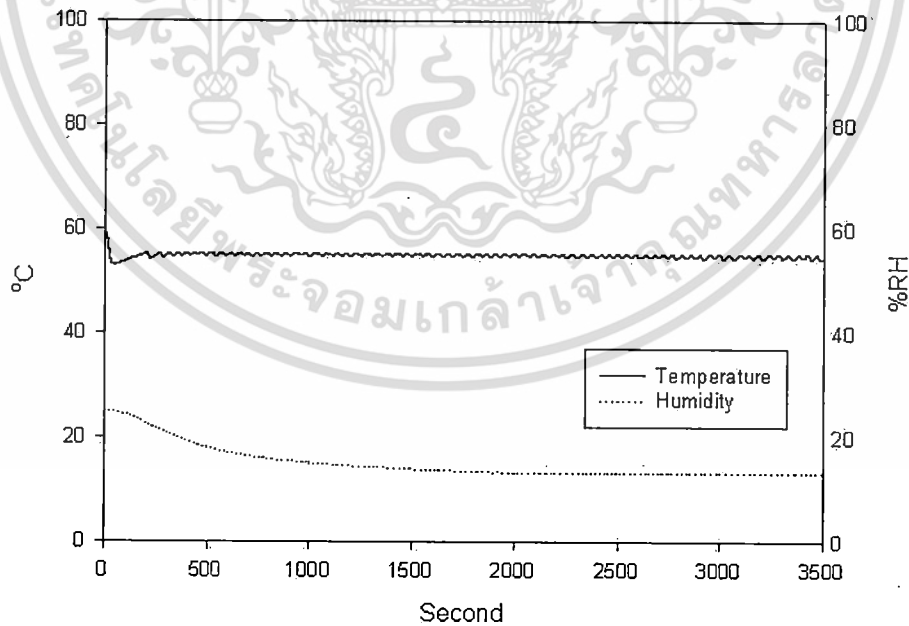
งานวิจัยนี้ได้แสดงการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยประยุกต์ใช้อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกภายในกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ผลการทดลองได้แสดงการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นที่สถานะต่างๆดังแสดงในรูปที่ 5.1 ถึงรูปที่ 5.8. รูปที่ 5.1 แสดงผลของอุณหภูมิและความชื้นของระบบควบคุมโดยกำหนดอุณหภูมิและความชื้นที่ 13 °C, 45%RH สถานะเริ่มต้นที่ 26°C และ 65%RH ใช้เวลาการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นเข้าสู่สถานะคงตัวเท่ากับ 1100 และ 830 วินาที ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดในสถานะคงตัว $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ และ $\pm 0.6\%RH$ ในการทดลองเมื่อค่า set point อยู่ที่ 13°C และ 55%RH โดยสถานะเริ่มต้นที่ 25°C และ 60 %RH เวลาของการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นเข้าสู่สถานะคงตัวอยู่ที่ 1200 และ 579 วินาที ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ และ $\pm 0.5\%RH$ ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5.2. ที่สถานะเริ่มต้น 25°C และ 66%RH เวลาการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นเข้าสู่สถานะคงตัวที่ 820 และ 507 วินาที ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ และ $\pm 0.3\%RH$ ตามลำดับแสดงดังรูปที่ 5.3. ที่สถานะเริ่มต้น 25°C และ 70%RH ใช้ เวลาการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นเข้าสู่สถานะคงตัวเท่ากับ 750 และ 490วินาที ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ และ $\pm 0.2\%RH$ ตามลำดับแสดงดังรูปที่ 5.4. ที่สถานะเริ่มต้น 24°C และ 71%RH ใช้เวลาการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นเข้าสู่สถานะคงตัวเท่ากับ 380 และ 230วินาที ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ และ $\pm 0.2\%RH$ ตามลำดับแสดงดังรูปที่ 5.5. ที่สถานะเริ่มต้น 25°C และ 72%RH ใช้เวลาการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นเข้าสู่สถานะคงตัวเท่ากับ 770 และ 460วินาที ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ และ $\pm 0.2\%RH$ ตามลำดับแสดงดังรูปที่ 5.6. ที่สถานะเริ่มต้น 24°C และ 70%RH ใช้เวลาการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นเข้าสู่สถานะคงตัวเท่ากับ 680 และ 670วินาที ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ และ $\pm 0.2\%RH$ ตามลำดับแสดงดังรูปที่ 5.7. ที่สถานะเริ่มต้น 24°C และ 69%RH ใช้เวลาการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นเข้าสู่สถานะคงตัวเท่ากับ 650 และ 620วินาที ค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ และ $\pm 0.3\%RH$ ตามลำดับแสดงดังรูปที่ 5.8.

13 °C - 45 %RH



รูปที่ 5.1 ผลการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นที่ 13 °C 45%RH

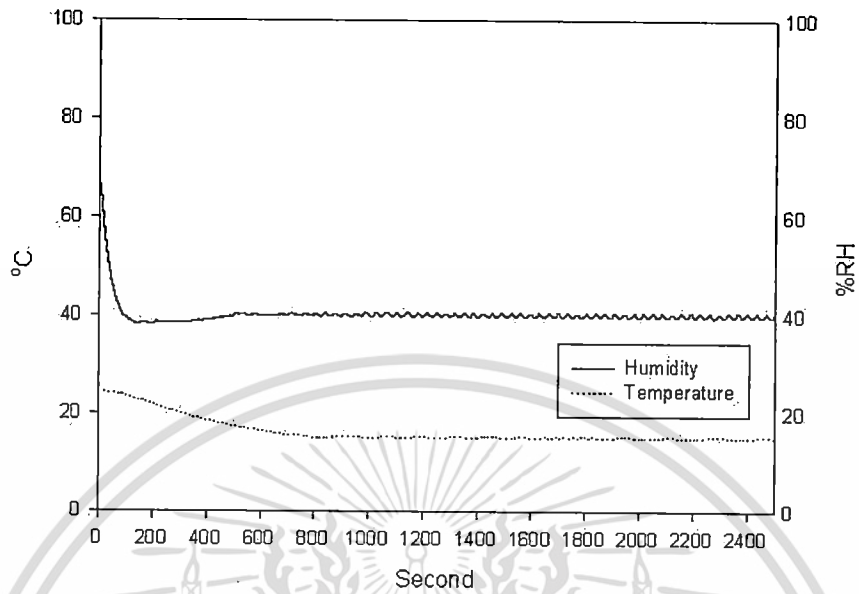
13 °C - 55 %RH



รูปที่ 5.2 ผลการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นที่ 13 °C 55%RH

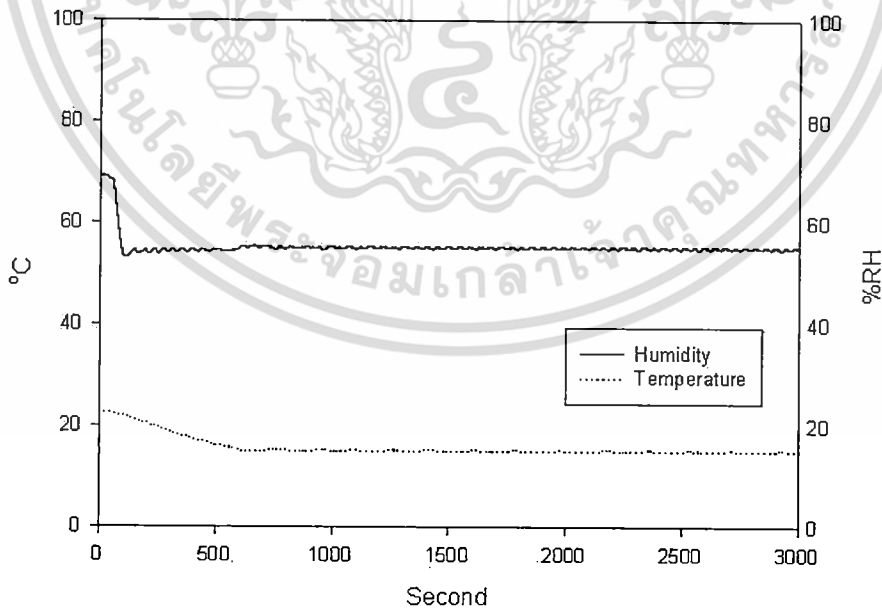
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15 °C - 40 %RH



รูปที่ 5.3 ผลการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นที่ 15°C 40%RH

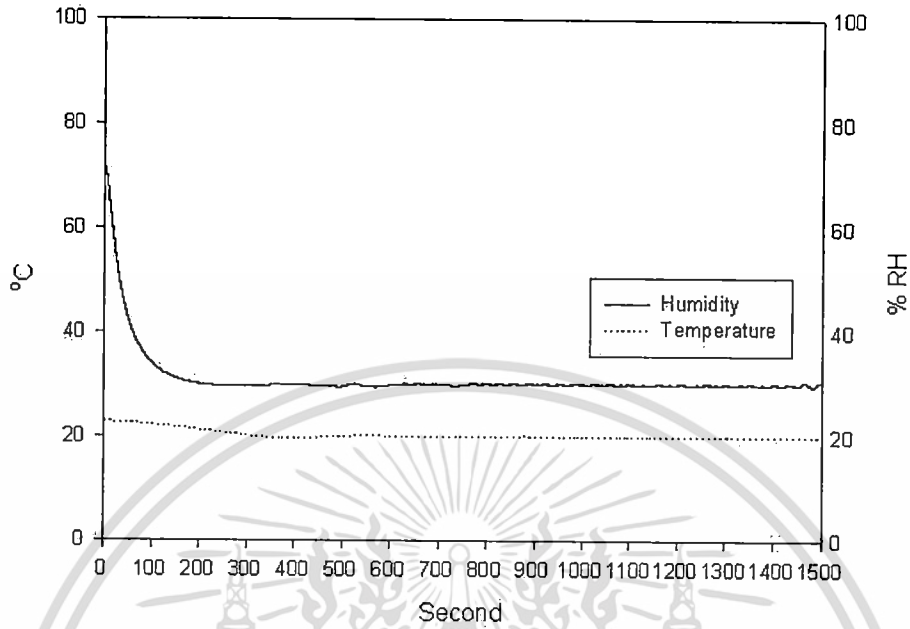
15 °C - 55 %RH



รูปที่ 5.4 ผลการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นที่ 15°C 55%RH

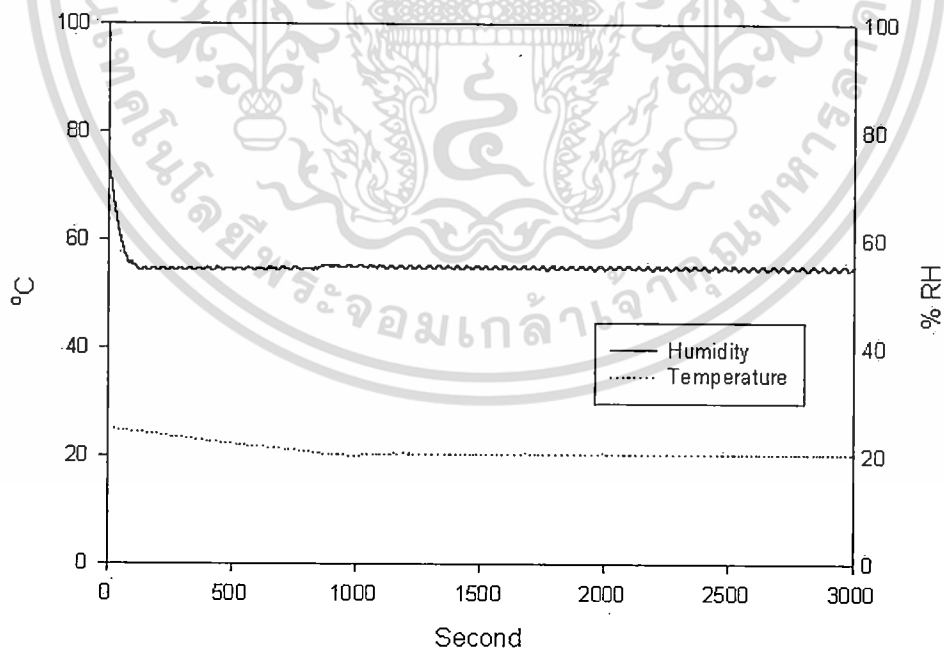
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20 °C - 30 %RH



รูปที่ 5.5 ผลการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นที่ 20°C 30%RH

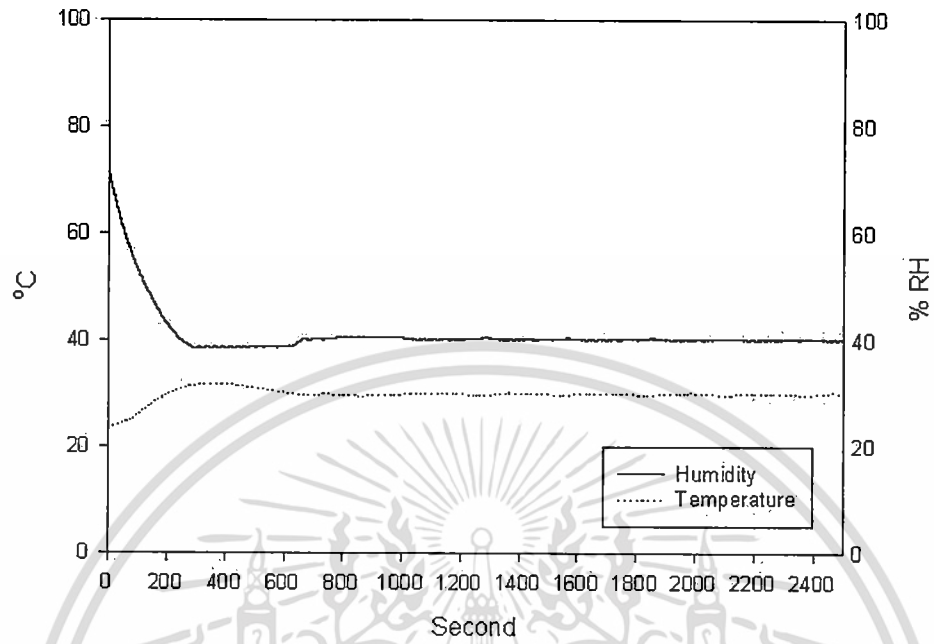
20 °C - 55 % RH



รูปที่ 5.6 ผลการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นที่ 20°C 55%RH

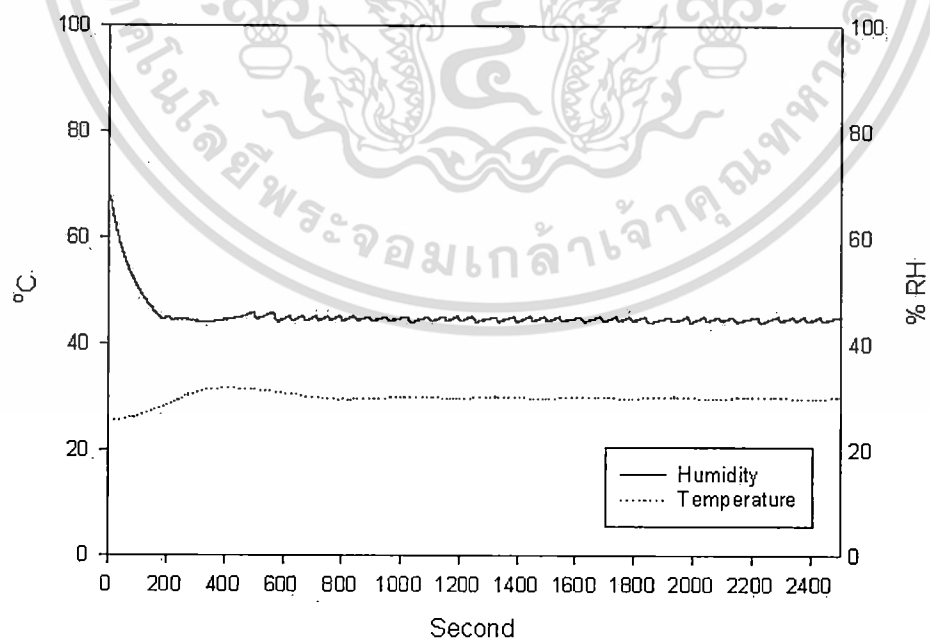
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 °C - 40 %RH



รูปที่ 5.7 ผลการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นที่ 30 °C 40%RH

30 °C - 45 %RH



รูปที่ 5.8 ผลการตอบสนองของอุณหภูมิและความชื้นที่ 30 °C 45%RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทบัญญัติว่าด้วย

สัญญาซื้อขายทรัพย์สิน

มาตรา ๓๖๖
สัญญาซื้อขายทรัพย์สิน

มาตรา ๓๖๗

มาตรา ๓๖๘

มาตรา ๓๖๙

มาตรา ๓๗๐

มาตรา ๓๗๑



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาต้นแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์โดยการประยุกต์ใช้อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก ใช้ระบบควบคุมแบบพีซีลอคจิกที่สามารถนำไปประยุกต์ในทางปฏิบัติได้และสามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นนี้สามารถควบคุมอุณหภูมิตั้งแต่ 13°C ถึง 60°C และความชื้นตั้งแต่ 30% ถึง 55%RH
- 2) ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีความแม่นยำสูง ให้ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$, $\pm 0.7\%RH$



บทที่ 7

เอกสารอ้างอิง

- [1] Bell, L., "Increased Thermoelectric System Thermodynamic Efficiency by Use of Convective Heat Transport," Proceedings of 21 th Int. Conf. On Thermoelectrics, Long Beach, CA, U.S.A.,(2002)
- [2] D.M. Schwenk. (1989), Single-loop digital controllers in HVAC, ASHREA Transaction, 95:1985-1994
- [3] Bell, L., "Use of Thermal Isolation to Improve Thermoelectric System Operating Efficiency," Proceedings of 21 th Int. Conf. On Thermoelectrics, Long Beach, CA, U.S.A.,(2002).
- [4] Ghoshal, U., "Thermoelectric Cooling with Plural Dynamic Switching to Isolate Heat Transport Mechanisms," United States Patent No. 5,867,990,(1999).
- [5] Li-Xin Wang,"A Course in Fuzzy System and Control." Prentice-Hall International, Inc. 1997.
- [6] Katsuhiko Otaga, "Modern Control Engineering.", Prentice-Hall International, Inc. 1997.
- [7] Jun Yan., Michael Ryan., James Power. Using Fuzzy Logic. Prentice Hall. 1994
- [8] V.Paul Lang."Principles of Air Conditioning". Fifth Edition. Delmar Publishers. An International Thomson Publishing Company. 1995
- [9] กิตติ ไพฑูรย์วัฒนกิจ "FUZZY LOGIC" บริษัท ไดนาพรีนธ์ จำกัด 95 ตรอกพุทธโอสถ ถนนเจริญกรุง กทม
- [10] สรวาภูมิ สุจิตจร "การควบคุมอัตโนมัติ" บริษัท เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า จำกัด
- [11] ประจัน พลังสันติกุล "เรียนรู้และใช้งาน CCS C คอมไพเลอร์" หนังสือชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ บริษัทอินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด
- [12] เจริญ เพชรมูณี "เรียนลัด LabVIEW" บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด(มหาชน)

คำสำคัญ

ฟuzzy ลอจิก, เทอร์โมอิเล็กทริก, ซิลิก้าเจล, ระบบควบคุม, กล้องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์, อุณหภูมิ, ความชื้น

ภาคผนวก ก

สรุปผลงานภายใต้โครงการ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาต้นแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ โดยการประยุกต์ใช้อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก ใช้ระบบควบคุมแบบพีซีลอจิก ที่สามารถนำไปประยุกต์ในทางปฏิบัติได้และสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นนี้สามารถควบคุมอุณหภูมิตั้งแต่ 13°C ถึง 60°C และความชื้นตั้งแต่ 30% ถึง 55%RH
2. ระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีความแม่นยำสูง ให้ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$, $\pm 0.7\%RH$