

บทที่ 3

โปรแกรมจัดการและโครงสร้างของเครื่องควบคุม

การออกแบบโปรแกรมเพื่อการควบคุม หรือขั้นตอนปฏิบัติการนั้น ต้องดำเนินการโดยคำนึงถึงตัวแปรที่เป็นเป้าหมายอันได้แก่ อุณหภูมิ หรือระดับพลังงานภายในโรงเรือนเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด โดยให้เหมาะสมกับสูตรจัดการผลิดว่าสัตว์ในวัยใดควรมีการควบคุมให้อยู่ในสภาวะแวดล้อมแบบใดถึงจะมีความสุข สามารถกินอาหารได้ดี และเจริญเติบโตได้ดีด้วย โดยแบ่งสถานะของสัตว์เลี้ยงไว้ 9 สถานะ ตามลักษณะของวัยหรืออายุ เนื่องจากสัตว์ที่มีการเจริญเติบโตเร็วจะมีพลังงานความร้อนที่สูงกว่า ควรจะต้องตั้งค่าอัตราไหลของอากาศเท่าใดหรือพารามิเตอร์ตัวใดบ้างที่จะต้องถูกกำหนด เช่นเดียวกันแสงสว่างภายในโรงเรือนควรมีการควบคุมอย่างไรเพื่อให้สัตว์มีพฤติกรรมกินอาหารที่เปลี่ยนไปเมื่อเข้าใจว่าเป็นกลางวัน โดยแบ่งสถานะของสัตว์เลี้ยงไว้ 9 สถานะ เช่นเดียวกัน ในส่วนความชื้นก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ต้องควบคุมรักษาไว้ไม่ให้เกินขอบเขตที่กำหนด เมื่อพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้ถูกกำหนดครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว เครื่องควบคุมจึงได้ถูกออกแบบขึ้นมาตามปัญหาและทฤษฎีของการผลิตสัตว์

3.1 การออกแบบฐานข้อมูลสำหรับการจัดการ

ระบบทั้งหมดจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

SYS [1..5] OF FORM

ระบบ				
สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5

สูตรจะประกอบด้วย

FORM [1..10] OF STATE

สูตร									
สถานะ	สถานะ	สถานะ	สถานะ	สถานะ	สถานะ	สถานะ	สถานะ	สถานะ	สถานะ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

สถานะจะประกอบด้วย

STATE RECORD OF

VENTILATION , COOLING, FAN, LIGHT

สถานะ				
VENT	COOLING	FAN	HUMIDITY	LIGHT

VENTILATION ระบบอากาศ เป็นแบบเปิด ปิด ตั้งค่าจากความชื้นที่วัดได้

VENTILATION	
IF HUMIDITY > SET THEN 'ON'	IF HUMIDITY < SET THEN 'OFF'

COOLING ระบบทำความเย็น เป็นแบบเปิด ปิด ตั้งค่าจากอุณหภูมิที่วัดได้

COOLING	
IF COOLING > SET THEN 'ON'	IF COOLING < SET THEN 'OFF'

ระบบ FAN ประกอบด้วย

FAN [1..9] OF FAN CONTROL

FAN								
FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6	FC7	FC8	FC9

FAN CONTROL พัดลมเป็นแบบเปิด ปิด ตั้งค่าจากอุณหภูมิที่วัดได้

FAN CONTROL	
IF FAN CONTROL > SET THEN 'ON'	IF FAN CONTROL < SET THEN 'OFF'

ระบบ LIGHT ประกอบด้วย

LIGHT [1..8] OF INTENSITY PERIOD

LIGHT							
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8

คาบเวลาแต่ละคาบ ประกอบด้วย

PERIOD		
START (Time)	END (Time)	INTENSITY (%)

สามารถอธิบายด้วยลักษณะโครงสร้างดังต่อไปนี้

SYS [1..5] OF FORM

FORM [1..10])F STATE

STATE RECORD OF

BEGIN (STATE)

VENTILATION : BOOLEAN

COOLING : BOOLEAN

FAN[1..9] OF FANCONTROL

BEGIN (FAN)

FANCONTROL1 : BOOLEAN

FANCONTROL2 : BOOLEAN

FANCONTROL9 : BOOLEAN

END (FAN)

LIGHT[1..8]OF PERIOD

BEGIN (LIGHT)

PERIOD1 RECORD OF

BEGIN

START : TIME

END : TIME

INTENSITY : BYTE

END

PERIOD9 RECORD OF

BEGIN

START : TIME

END : TIME

INTENSITY : BYTE

END

END (LIGHT)

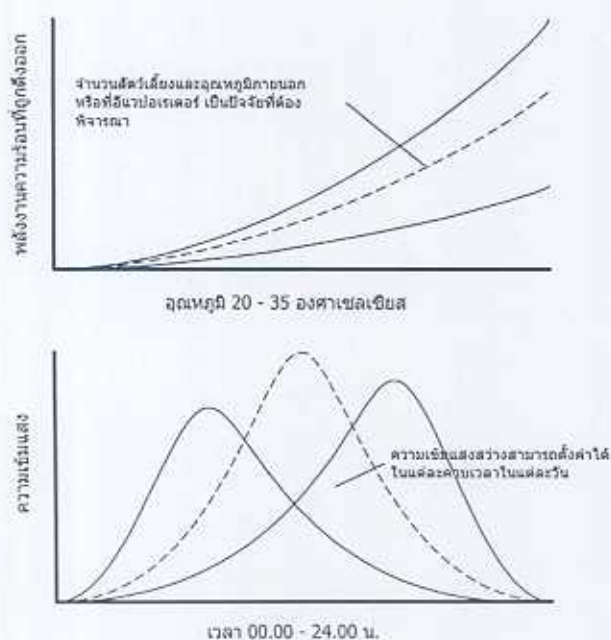
END (STATE)

3.1.3 ส่วนควบคุมแสงสว่าง

แสงสว่างภายในโรงเรียนจะใช้หลอดเรืองแสงสีขาว (Fluorescent) ที่สามารถปรับความส่องสว่างได้ ดังที่กล่าวมาแล้วการควบคุมแสงสว่างภายในโรงเรียนถูกจัดการเพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรรมการกินอาหารของสัตว์ ในรูปที่ 3-2 (ล่าง) แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างคาบเวลากับความเข้มแสง และในรูปที่ 3-3 แสดงตัวอย่างวิธีการกำหนดค่าพารามิเตอร์เพื่อควบคุมในแต่ละสถานะ

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างการตั้งค่าความเข้มแสงสว่างตามคาบเวลาใน 1 วัน

คาบเวลา	ความเข้มแสงสว่าง %
00.00 – 02.00	0%
02.00 – 05.00	50
05.00 – 12.00	70
12.00 – 15.00	100
15.00 – 18.00	70
18.00 – 20.00	50
20.00 – 22.00	0%
22.00 – 24.00	0



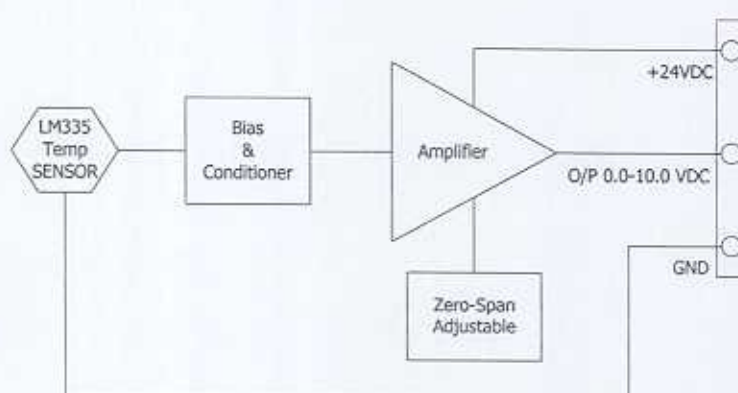
รูปที่ 3-1 (บน) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับพลังงานความร้อน

รูปที่ 3-1 (ล่าง) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบเวลากับความเข้มแสงที่โปรแกรมได้

3.2 อุปกรณ์ตรวจวัดและส่งสัญญาณ

3.2.1 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ

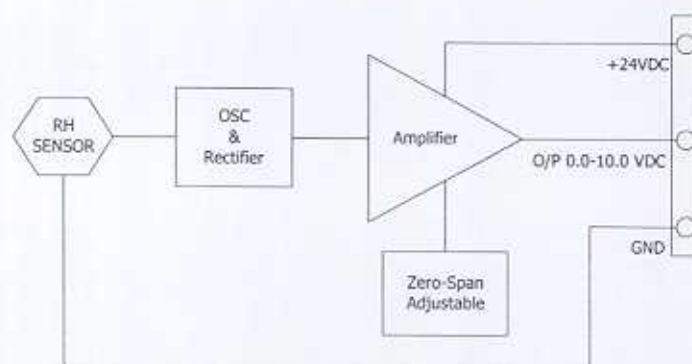
หลักการทำงานของวงจรคือใช้สารกึ่งตัวนำซึ่งเป็นวงจรรวม LM335 เป็นอุปกรณ์ในการตรวจจับระดับพลังงานความร้อนหรืออุณหภูมิและเปลี่ยนแปลงเป็นปริมาณทางไฟฟ้า ต่อมาได้ทำการขยายแรงดันด้วย LM358 ปรับสถานะแรงดันด้วยความต้านทานและตัวเก็บประจุร่วมกันเพื่อให้สามารถวัดค่าของอุณหภูมิในช่วง 0 – 100 องศาเซลเซียส โดยให้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงระหว่าง 0.0 – 10.0 โวลต์ (ภายหลังการปรับเทียบ)



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรตรวจวัดและส่งสัญญาณอุณหภูมิ

3.2.2 อุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์

หลักการทำงานของวงจรคือใช้อุปกรณ์ตรวจจับความชื้นสัมพัทธ์เป็นค่าความจุทางไฟฟ้า สร้างความถี่โดยวงจรกำเนิดความถี่ RC และผลการเปลี่ยนแปลงของความจุจะถูกนำไปเข้าวงจรปรับสถานะแรงดันด้วยวงจรรวม ความต้านทานและตัวเก็บประจุเพื่อให้สามารถวัดค่าของความชื้นสัมพัทธ์ในช่วง 20 – 80 %RH โดยให้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงระหว่าง 2.0 – 8.0 โวลต์ (ภายหลังการปรับเทียบ) สำหรับในวิทยานิพนธ์นี้ผู้วิจัยทราบเพียงหลักการ และนำมาใช้งานร่วมกับระบบเท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียดที่ค่อนข้างมากและยุ่งยาก

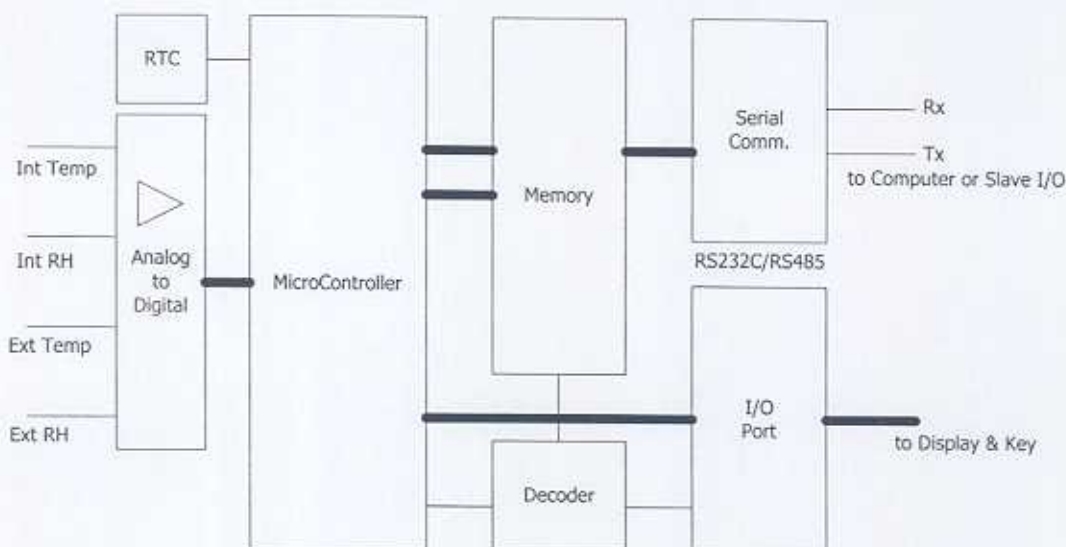


รูปที่ 3.3 แสดงวงจรตรวจวัดและส่งสัญญาณความชื้น

3.3 โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องควบคุมหลัก

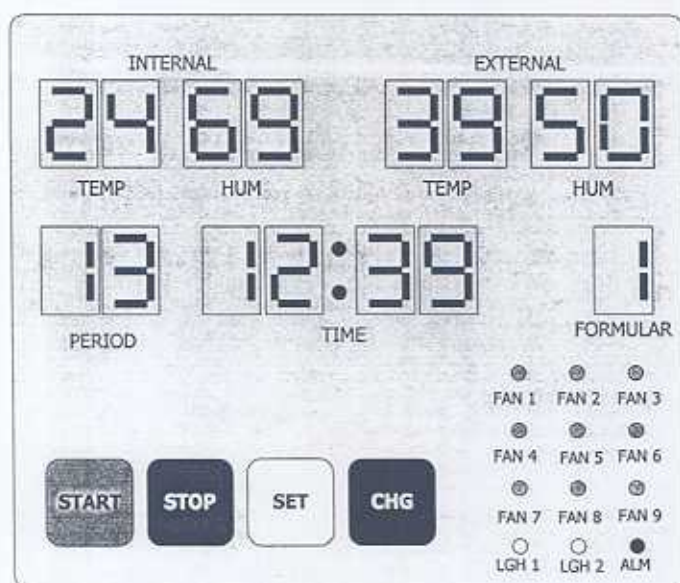
โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของเครื่องควบคุมหลักถูกออกแบบขึ้นโดยใช้ชิ้นส่วนของวงจรรวม (Integrate Circuit : IC) หลาย ๆ หน้าที่ นำขึ้นประกอบเป็นแผงวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (วงจไฟฟ้าและแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์คุณภาพสูง) แยกออกเป็นส่วนตามเป็นหน้าที่ทำงานดังนี้

- หน่วยประมวลผล สามารถที่จะทำการประมวลผลข้อมูลที่ทำกรตั้งไว้ล่วงหน้าอันได้แก่สูตรจัดการผลผลิต ที่ประกอบด้วยค่าอุณหภูมิควบคุม ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ค่าคาบเวลา และความเข้มแสง พารามิเตอร์ทั้งหมดถูกโปรแกรมโดยผ่านทาง อินพุต/เอาต์พุต แบบอนุกรมในส่วนของการสื่อสารข้อมูล
- หน่วยความจำ ที่ออกแบบมีขนาดเพียงพอสำหรับการใช้งานและบันทึกค่าสถานะที่ทำการควบคุมเมื่อเวลาผ่านไปแล้วได้มากถึง 1500 เหตุการณ์ เพื่อให้บันทึกทุกๆ ชั่วโมงสามารถบันทึกได้มากกว่า 60 วัน
- อินพุตสำหรับรับค่าสถานะแวดล้อม ประกอบด้วยตัวแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงเลข (Analog to Digital Converter)
- ส่วนสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Communication)
- ส่วนนาฬิกาแสดงเวลาจริง (Real Time Clock : RTC)



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ อินพุตสำหรับรับค่าสถานะแวดล้อม ส่วนนาฬิกาแสดงเวลาจริง และส่วนสื่อสารข้อมูล

- ส่วนแสดงผล เป็นแบบตัวเลข 7 ส่วนที่แสดงค่าอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ทั้งภายในและภายนอก แสดงผลค่าเวลาปัจจุบัน จำนวนวันในการควบคุม ลำดับสูตรจัดการการผลิต
- ส่วนป้อนคำสั่ง ใช้คีย์เพื่อใช้สำหรับตั้งค่าเวลาปัจจุบัน เริ่มการควบคุม หยุดการควบคุม ปรับจำนวนวันในการควบคุม ปรับตั้งสูตรการผลิต (1..5)



รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะของแผงควบคุมของหน่วยควบคุมหลัก

- เอาท์พุท สำหรับควบคุม จะใช้เพื่อทำการควบคุมลำดับการทำงานของพัดลมจำนวน 9 จุด เปิดปิดแสงสว่าง 2 จุด สัญญาณเตือนเมื่อเกิดผิดพลาด 1 จุด ควบคุมความชื้นเมื่อเกินพิกัดควบคุม 1 จุด

หลักการทำงานของเครื่องควบคุมหลัก จะเป็นลักษณะการทำงานของโปรแกรมปฏิบัติการที่ได้ออกแบบโดยให้มีการทำงานประสานร่วมกันกับฮาร์ดแวร์ การทำงานมีลักษณะที่ใช้คาบเวลาควบคุม (Control Period) จากการตั้งเวลาภายในของหน่วยประมวลผลภายใน โดยคาบเวลาควบคุมจะมีหลายส่วน ได้แก่

คาบเวลาควบคุม อุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง ทุก ๆ 3 วินาที โดยมีการทำงานดังนี้

- อ่านค่าอุณหภูมิ ความชื้นทั้งภายในและภายนอก
- แสดงผลค่าอุณหภูมิ และ ความชื้น บนแผงควบคุมลักษณะเป็นตัวเลข 7 ส่วน
- เปิดตารางค่าเป้าหมายของอุณหภูมิ นำเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิที่อ่านได้และส่งผลไปสู่การควบคุมพัดลม
- เปิดตารางค่าเป้าหมายของความชื้น นำเปรียบเทียบกับค่าความชื้นที่อ่านได้และส่งผลไปสู่การควบคุมระบบระบายอากาศ
- เปิดตารางคาบเวลาควบคุมแสงสว่างเปรียบเทียบกับค่าเวลาจริง และส่งผลค่าความเข้มแสงสว่างไปสู่การควบคุมระบบควบคุมความเข้มแสงสว่าง
- ส่งผลการควบคุมทั้งหมดออกทางส่วนสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

คาบเวลาควบคุมการบันทึกข้อมูล ทุก ๆ 1 ชั่วโมง โดยมีการทำงานดังนี้

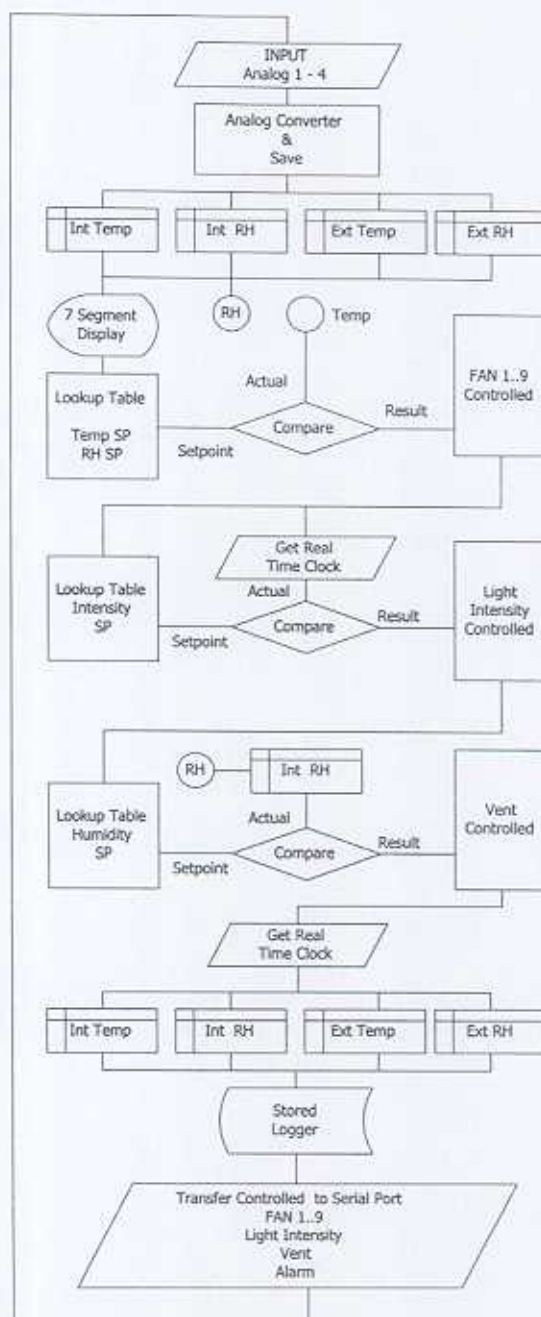
- อ่านค่าอุณหภูมิ ความชื้นทั้งภายในและภายนอก
- อ่านค่าวันเวลาจริง
- บันทึกผล วันที่ เวลา อุณหภูมิ ความชื้น ภายในและภายนอก สถานะของพัดลม ระบบระบายอากาศ ค่าความเข้มแสงสว่าง

3.4 โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องควบคุมย่อย

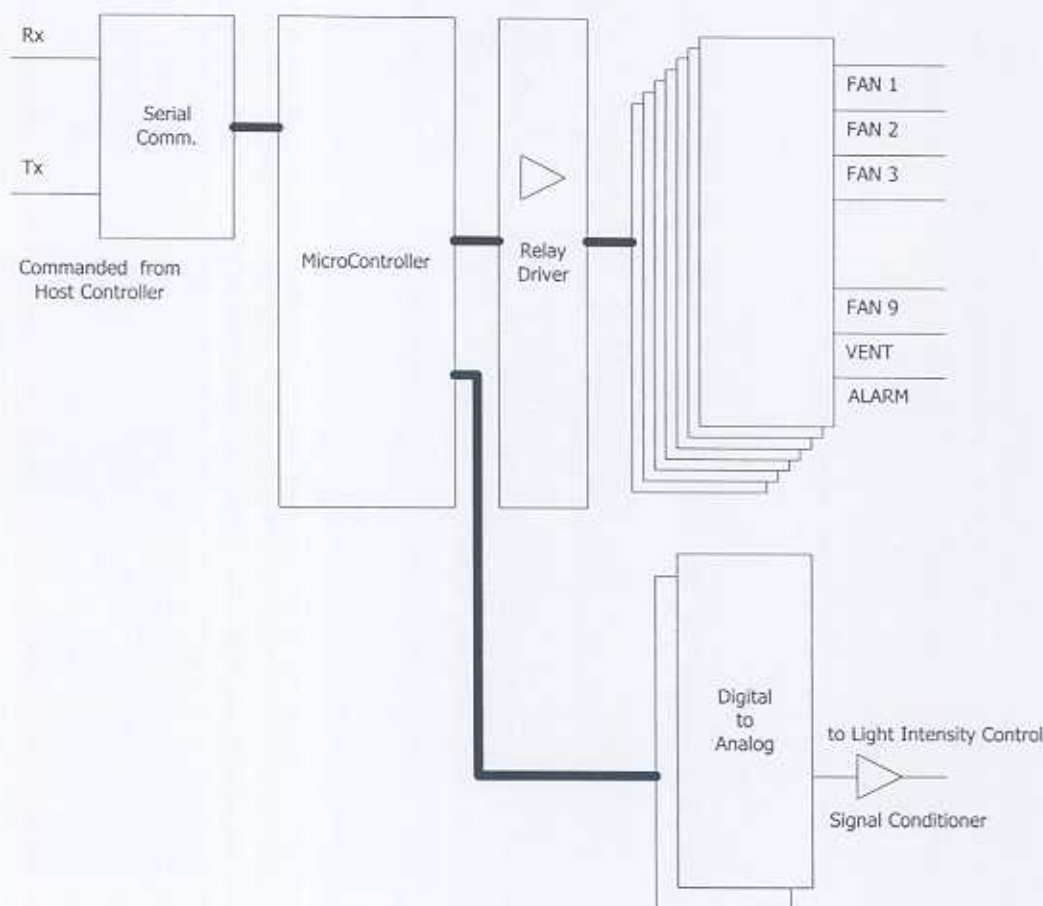
โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของเครื่องควบคุมย่อยถูกออกแบบขึ้นโดยใช้ชิ้นส่วนของวงจรรวมเช่นเดียวกับเครื่องควบคุมหลัก โดยทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของพัดลม ระบบระบายอากาศ ระบบควบคุมความเข้มแสงสว่าง โดยรับคำสั่งทำงานจากเครื่องควบคุมหลักที่ส่วนสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม เหตุผลที่เครื่องควบคุมย่อยต้องถูกออกแบบขึ้นมาทำงานร่วมกับเครื่องควบคุมหลักก็เพื่อให้การควบคุมถูกแบ่งหน้าที่กระจายการทำงานออกไป (Distribution Control) เนื่องจากการควบคุมระหว่างเครื่องควบคุมหลักอยู่ห่างไกลกับพัดลม ระบบระบายอากาศ และระบบควบคุม

ความเข้มแสงสว่าง และเดินสายควบคุมไม่ยุ่งยากและประหยัดสายไฟฟ้าได้มาก แยกออกเป็นส่วนตามหน้าที่การทำงานดังนี้

- หน่วยประมวลผล เครื่องควบคุมย่อยถูกออกแบบให้มีการคอยรับคำสั่งจากเครื่องควบคุมหลัก ซึ่งเป็นชุดคำสั่งผ่านทางหน่วยสื่อสารข้อมูล (Protocol) เมื่อไม่มีคำสั่งส่งมาอันเนื่องจากสาเหตุใดก็ตาม อาจจะสายสื่อสารขาดหรือเครื่องควบคุมหลักชำรุดเสียหายเกินกว่า 10 วินาที เครื่องควบคุมย่อยจะดำเนินการสั่งการเตือน พร้อมปิดอุปกรณ์ทั้งหมด เช่น พัดลมทั้ง 9 ตัว สั่งให้เปิดไฟแสงสว่างทั้งหมด หรือสั่งให้มีการระบายอากาศ เป็นต้น ตามเงื่อนไขของความปลอดภัย
- หน่วยเอาต์พุต เพื่อทำการขับเคลื่อนรีเลย์สำหรับขับวงจรพัดลม วงจรระบายอากาศ วงจรแสงสว่าง วงจรเตือนต่างๆ
- หน่วยแปลงสัญญาณเชิงเลขเป็นสัญญาณอนาลอก ทำหน้าที่รับคำสั่งจากเครื่องควบคุมหลักในรูปแบบของค่าความเข้มแสงสว่าง จะนำค่าเชิงเลขที่ได้ผ่านวงจรแปลงเป็นอนาลอกและขับเคลื่อนให้มีความแรงดันไฟฟ้าระหว่าง 0 – 10 โวลต์
- หน่วยสื่อสารข้อมูล ทำหน้าที่ส่งสัญญาณ ขับสัญญาณในสายควมำ 2 เส้นตามมาตรฐาน RS485



รูปที่ 3.6 แสดงไฟล์ชาร์ทหลักการทำงานของเครื่องควบคุมหลัก



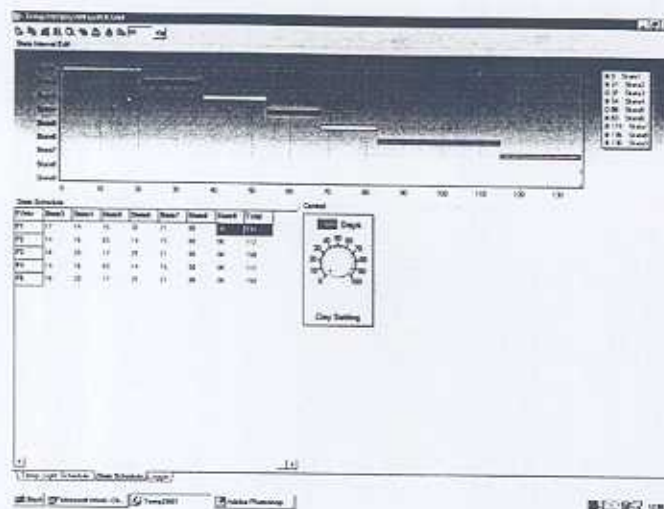
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรขับเคลื่อนที่พหุเพื่อการควบคุม

3.5 โปรแกรมบริหารสูตรจัดการผลิต

เป็นโปรแกรมที่ได้ออกแบบขึ้นเพื่อให้การจัดการสูตรการผลิตเป็นไปได้โดยง่ายสามารถใส่ค่าพารามิเตอร์สำหรับการควบคุม อันได้แก่ค่าอุณหภูมิเปิด/ปิด ของพัดลมแต่ละตัว ค่าความชื้นเพื่อเปิดเครื่องสูบน้ำให้แก่อ่างทำความเย็น ค่าความเข้มแสงสว่างในแต่ละคาบเวลาที่ต้องการ ตั้งค่าเตือนระดับอุณหภูมิต่ำ/สูง เกินกำหนด กำหนดสถานะเครื่องควบคุม อันได้แก่ เริ่มเดิน หยุด ลำดับสูตร โดยแบ่งโปรแกรมการจัดการออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

3.5.1 ส่วนโปรแกรมห้ตั้งค่าสถานะ

โดยจะตั้งค่าตามลักษณะของวัยหรืออายุ สามารถโปรแกรมได้ 5 สูตรโดยแต่ละสูตรจะโปรแกรมสถานะได้ 9 สถานะ สูตรนั้นอาจจะหมายถึงชนิดของสัตว์เลี้ยงไม่จำเป็นต้องเป็นไก่เท่านั้น อาจจะเป็นนก สุกร โค หรือแม้แต่กล้วยไม้ พืช ที่มีการปรับสภาวะแวดล้อมทั้งอุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง ได้ตลอดอายุของผลิตภัณฑ์นั้น การตั้งค่าโดยทำการกรอกข้อมูลเข้าในตารางโดยตรง และจะแสดงค่าสถานะในลักษณะของ Time Chart ดังภาพที่ 3.10



รูปที่ 3.8 ส่วน โปรแกรมตั้งค่าสถานะ

3.5.2 ส่วนโปรแกรมตั้งค่าสถานะแวดล้อม

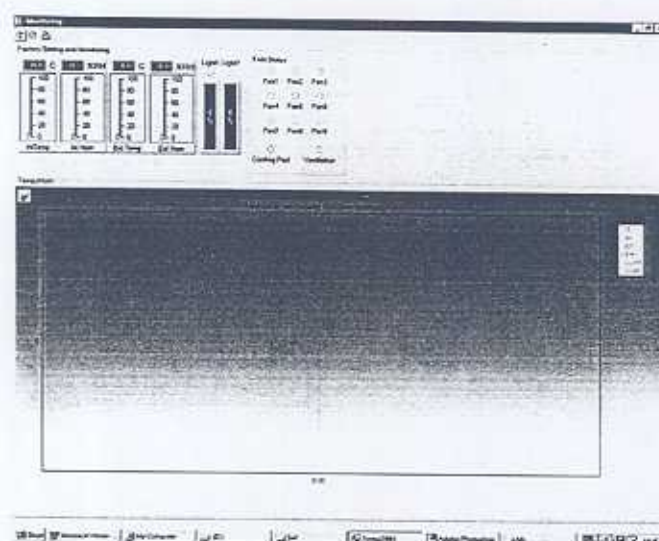
การตั้งค่าของอุณหภูมิเพื่อให้พัดลมแต่ละตัวทำงาน ตั้งค่าความชื้นเพื่อการระบายออก ขนาดความเข้มของแสง โดยกรอกใส่เข้าไปในตารางโดยตรง อย่างไรก็ตามการใส่ข้อมูลจะต้องถูกกระทำโดยเกษตรกรที่มีความชำนาญในผลิตภัณฑ์ของตนเองประกอบกับลักษณะของโรงเรือนต้องเป็นข้อมูลที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน นอกจากนั้นแล้วแผงควบคุมก็สามารถตั้งค่าเวลาปัจจุบัน แจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินกำหนด ดังภาพที่ 3.11



รูปที่ 3.9 ส่วน โปรแกรมตั้งค่าสถานะแวดล้อม

3.5.3 ส่วนโปรแกรมเฝ้ามองสถานะการทำงานของเครื่องควบคุม

ถูกใช้เพื่อเฝ้ามองสังเกตค่าสถานะแวดล้อมของโรงเรือนว่าอยู่ในเกณฑ์ค่าเป้าหมายหรือไม่ โดยค่าดังกล่าวจะถูกส่งออกมาจากเครื่องควบคุมตลอดเวลาเพื่อส่งการอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายผ่านให้เครื่องควบคุมย่อยโดยสายสื่อสาร ขณะเดียวกัน โปรแกรมเฝ้ามองดังกล่าวสามารถรับค่าได้และถูกแปลความส่งแสดงผล



รูปที่ 3.10 ส่วน โปรแกรมดึงค่าสถานะแวดล้อม

3.6 โปรแกรมแสดงผลข้อมูลที่ทำการบันทึก

ในระหว่างการควบคุมสถานะแวดล้อมในโรงเรือนของเครื่องควบคุมที่กำลังเป็นไปนั้นจะมีการบันทึกค่าสถานะที่ทำการควบคุมไว้ตลอดเวลาทุกๆ 1 ชั่วโมงจะมีการบันทึกค่าอุณหภูมิทั้งภายในและภายนอก บันทึกค่าความชื้นทั้งภายในและภายนอก ค่าความเข้มแสงสว่าง บันทึกสถานะของพัดลมทุกตัว สถานะเครื่องสูบน้ำ ช่องระบายอากาศ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการผลิตในแต่ละรุ่นแล้วข้อมูลที่บันทึกไว้สามารถที่จะนำมาวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตได้ หรือสามารถที่จะหาข้อสังเกต ข้อผิดพลาด อันเกิดจากการตั้งค่าอุณหภูมิหรือความชื้นเพื่อการวิจัยในงานผลิต ดังแสดงในภาพที่ 3.12

