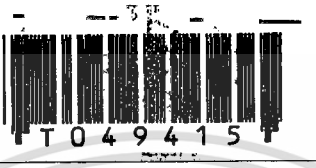
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติในโรงเรือนปศุสัตว์

A DEVELOPMENT OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM ON LIVESTOCK HOUSE



ประภาส เริงรื่น

PRAPAS ROENGRUEN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 49415
วัน, เดือน, ปี 20 ก.พ. 2547
.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-947-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A DEVELOPMENT OF ATOMATIC CONTROL SYSTEM ON LIVESTOCK HOUSE

PRAPAS ROENGRUEN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT THE DEGREE OF

MASTER ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

ISBN 974-324-947-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติในโรงเรือนปศุสัตว์
นักศึกษา	นายประภาส เริงรื่น
รหัสประจำตัว	42061127
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
พ.ศ.	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ. สุพรรณ กุลพานิชย์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ. วิริยะ กองรัตน์

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมเกษตรในปัจจุบัน ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีขันสูงมาใช้งาน กันอย่างกว้างขวาง และอุตสาหกรรมเหล่านี้เองได้ผลิตอาหารเพื่อส่งออกทำรายได้แก่เกษตรกรและประเทศสูงเป็นอันดับต้นๆ ระบบจัดการอัตโนมัติในโรงเรือนปศุสัตว์ อันได้แก่ อุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์มาก เนื่องจากอาหารและสิ่งแวดล้อมสำหรับสัตว์ประเภทนี้มีความสำคัญต่อความเจริญเติบโตเป็นอย่างมาก เมื่อสิ่งแวดล้อมอันได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง พอเหมาะพอดีในแต่ละช่วงวัยของสัตว์แล้วระยะเวลาในการเลี้ยงจะสั้น ต้นทุนการผลิตจะต่ำลง

ลักษณะของสายพันธ์สัตว์ อาหาร และโรงเรือน ได้ถูกวิจัยขึ้นมาเป็นสูตร เพื่อให้มีการทำงานร่วมกันระหว่าง อุปกรณ์ตรวจวัด อุปกรณ์ควบคุม ระบบฐานข้อมูล ระบบจัดการสูตรการผลิต ระบบสื่อสารข้อมูล โดยระบบต่างๆ เหล่านี้จะต้องถูกออกแบบและทำงานได้อย่างเที่ยงตรงผสมผสานกันอย่างดี ซึ่งเป็นตัวอย่างหนึ่งของงานวิจัยที่นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Development Of Automatic Control System On Livestock House
Student	Mr. Prapas Roengruen
Student ID	42061127
Degree	Master of Engineering
Programme	Electrical Engineering
Year	2003
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Suphun Kulphnich
Thesis Co - advisor	Assoc. Prof. Viriya Kongratana

ABSTRACT

Nowadays, higher technologies have bee widely applied to agricultural industrial and such these industrial product a food to export and get a few order income to husbandman in our country. Automation systems in livestock house have necessary to domesticate animals industrial. Animal food and environments for such animal have importance to greatly grow. A appropriate environment such as temperature, moisture and lighting in each short age for animal will reduce capital to product

Characteristic of animal ancestry, food and house have been researched being packet formulation in order to co-operate among sensor equipment, controlling equipment, database, and formula management system for production and communication system. These systems have been designed to accurately and consistently operate. This is one of research examples taking information technology to apply with agricultural industrial.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้เป็นอย่างดี ด้วยคำแนะนำและให้คำปรึกษาอย่างดีของ รศ.วิริยะ กองรัตน์ และ รศ. สุพรรณ กุลพาณิชย์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ทำวิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่เป็นอย่างยิ่ง ที่ให้ทุกสิ่งทุกอย่างเพื่อการศึกษาและการทำงานวิจัยด้วยดีที่สุด ขอขอบพระคุณ รศ.วิทยา ทิพย์สุวรรณพร ผศ.ทวีพล ซื่อสัตย์ ที่คอยเป็นพี่เลี้ยงในการทำงานวิจัยจนสำเร็จรุร่วงไปได้ด้วยดีและขอขอบคุณ พี่ๆ และน้องๆ ตลอดจน ภรรยา และลูก ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์

ประภาส เริงรื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบาญตาราง VII

สารบาญรูปภาพ VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 คำนำ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ 1

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ 1

1.4 วิธีการวิจัย 1

1.5 ประโยชน์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์ 1

1.6 แนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 2

1.7 รายละเอียดในการทำวิทยานิพนธ์ 2

บทที่ 2 หลักการทั่ว ไปของการเลี้ยงสัตว์ในโรงเรือน 3

2.1 ลักษณะตามธรรมชาติของสัตว์ 3

2.2 การออกแบบโรงเรือน 3

2.2.1 การเลือกทำเลในการก่อสร้างฟาร์มไก่ 3

2.2.2 ลักษณะทั่วไปของฟาร์มไก่ 4

2.2.3 ชนิดของโรงเรือน 5

2.2.4 ลักษณะโครงสร้างของโรงเรือน 5

2.2.5 การวางผังฟาร์ม 7

2.2.6 การระบายอากาศ 8

2.3 ระบบอีแวปอเรเตอร์ และ อุณหภูมิที่เหมาะสม พัดลมและเครื่องปรับอากาศ 10

2.4 ระบบแสงสว่างและมาตรฐานการใช้งาน 12

2.5 สูตรจัดการผลิต 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 โปรแกรมจัดการและโครงสร้างเครื่องควบคุม 15
3.1 การออกแบบฐานข้อมูลสำหรับจัดการ 15
3.1.1 ส่วนควบคุมอุณหภูมิ 18
3.1.2 ส่วนควบคุมความชื้น 18
3.1.3 ส่วนควบคุมแสงสว่าง 19
3.2 อุปกรณ์ตรวจวัดและส่งสัญญาณ 20
3.2.1 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ 20
3.2.2 อุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ 20
3.3 โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องควบคุมหลัก 21
3.4 โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องควบคุมย่อย 23
3.5 โปรแกรมบริหารสูตรจัดการผลิต 26
3.5.1 ส่วนโปรแกรมตั้งค่าสถานะ 26
3.5.2 ส่วนโปรแกรมตั้งค่าสภาวะแวดล้อม 27
3.5.3 ส่วนโปรแกรมเฝ้ามองสถานะการทำงานของเครื่องควบคุม 28
3.6 โปรแกรมแสดงผลข้อมูลที่ทำการบันทึก 28
3.7 โปรโตคอลและการสื่อสารข้อมูล 29

บทที่ 4 การประยุกต์ใช้งาน 30
4.1 การประยุกต์ใช้งานรวมทั้งระบบ 30
4.2 การโปรแกรมสูตรจัดการผลิต 31
4.3 การเฝ้ามองสถานะและบันทึกผล 32
4.4 ผลการทดลอง 32

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 33
5.1 สรุปผลการวิจัย 33
5.2 ปัญหาที่พบในการทำวิจัย 33
5.3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนา 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง 35

ภาคผนวก 36

ภาคผนวก ก 37

เครื่องควบคุมหลักที่ใช้ในการควบคุม 38

วงจรเครื่องควบคุมหลัก 39

เครื่องควบคุมย่อย 41

อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ 42

ภาคผนวก ข ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์และได้รับการตีพิมพ์ 43

ประวัติผู้เขียน 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้าที่

3.1 แสดงการตั้งลำดับควบคุมการทำงานของพัดลม 18

3.2 แสดงตัวอย่างการตั้งค่าความเข้มแสงสว่างตามคาบเวลาใน 1 วัน 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงความลาดเอียงของหลังคา 6

2.2 แผนผังฟาร์มเลี้ยงไก่ 8

2.3 แสดงลักษณะของวัสดุแผงอีแวปอเรเตอร์ 11

2.4 แสดงระบบอีแวปอเรเตอร์ที่ใช้ในโรงเรือน 11

2.5 แสดงสูตรจัดการผลิต 14

3.1 (บน) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับพลังงานความร้อน 19

3.1 (ล่าง) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบเวลากับความเข้มแสงที่โปรแกรมได้ 19

3.2 แสดงวงจรตรวจวัดและส่งสัญญาณอุณหภูมิ 20

3.3 แสดงวงจรตรวจวัดและส่งสัญญาณความชื้น 21

3.4 แสดงวงจรหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ อินพุทสำหรับรับค่าสภาวะแวดล้อม ส่วนนาฬิกาแสดงเวลาจริง และส่วนสื่อสารข้อมูล 22

3.5 แสดงลักษณะของแผงควบคุมของหน่วยควบคุมหลัก 22

3.6 แสดงโฟล์วชาร์ทหลักการทำงานเครื่องควบคุมหลัก 25

3.7 แสดงวงจรขับเอาท์พุทเพื่อการควบคุม 26

3.8 ส่วนโปรแกรมตั้งค่าสถานะ 27

3.9 ส่วนโปรแกรมตั้งค่าสภาวะแวดล้อม 27

3.10 ส่วนโปรแกรมตั้งค่าสภาวะแวดล้อม 28

3.11 แสดงโปรแกรมแสดงผลข้อมูลที่ทำการบันทึก 29

4.1 แสดงการติดตั้งตัวควบคุม 30

4.2 แสดงการติดตั้งแผงอีแวปอเรเตอร์ 30

4.3 แสดงการโปรแกรมสูตรจัดการผลิต 31

4.4 แสดงการเฝ้ามองสถานะและบันทึกผล 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 คำนำ

อุตสาหกรรมเกษตรในปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคโนโลยีขั้นสูงมาใช้งานกันอย่างกว้างขวาง และอุตสาหกรรมเหล่านี้เองได้ผลิตอาหาร ให้กับประชาชน และส่งออกเพื่อทำรายได้ให้เกษตรกรสูงเป็นอันดับต้นๆ แต่อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีเหล่านี้ถูกนำเข้าจากต่างประเทศจึงมีราคาสูงและถูกใช้ในวงจำกัด

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอเสนอ การพัฒนาออกแบบเครื่องควบคุมแบบใหม่ที่กำลังใช้กันอยู่ในประเทศที่พัฒนาแล้ว เครื่องควบคุมแแบบนี้จะใช้สำหรับควบคุมการทำงานอัตโนมัติในโรงเรือนปศุสัตว์

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องควบคุมที่มีใช้อยู่ให้มีประสิทธิภาพในการควบคุม

1.2.2 เป็นแนวทางใหม่ในการในการเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตอาหาร

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1.3.1 ศึกษาและพัฒนาเครื่องควบคุมที่ออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์

1.3.2 ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตสัตว์ให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูง

1.4 วิธีการวิจัย

1.4.1 ค้นคว้าทฤษฎีบทความวารสารต่างๆ เอกสารและตำราทางวิชาการที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการควบคุมการผลิตสัตว์

1.4.2 ออกแบบวงจรที่ใช้ในระบบควบคุมแต่ละส่วน

1.4.3 ทำการสร้างและประกอบเป็นชุดควบคุมการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกการผลิตตามทฤษฎีที่ได้นำเสนอไป

1.4.4 สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์

1.5.1 สามารถนำเครื่องควบคุมที่สร้างขึ้นมาไปใช้ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์เพื่อลดต้นทุนในการผลิตสัตว์

1.5.2 สามารถนำหลักการในวิทยานิพนธ์ไป ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตพืช เช่น กล้วยไม้ หรือ พืชผักเมืองหนาว

1.6 แนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

เนื่องจากเครื่องควบคุมที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันมีราคาแพง และไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตสัตว์แต่ละรุ่นเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น ดังนั้นการการสร้างเครื่องควบคุมมาใช้ในการเกษตรตกรรมทำให้เกษตรที่ทุนน้อยสามารถหาซื้อมาใช้ได้

1.7 รายละเอียดในการทำวิทยานิพนธ์

สำหรับเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ฉบับได้ศึกษาวิจัยและออกแบบวงจรสำหรับการควบคุมการเลี้ยงสัตว์ในโรงเรือนซึ่งมีรายละเอียดแบ่งเป็นบทๆ ได้ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ ได้กล่าวถึงแนวทางทั่วๆ ไปที่นำมาสู่การวิจัย วัตถุประสงค์ ขอบเขต วิธีการวิจัย ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย แนวคิดที่ใช้ในการวิจัย และรายละเอียดแต่ละบท

บทที่ 2 จะกล่าวถึงหลักการทั่ว ไปของการเลี้ยงสัตว์ในโรงเรือน

บทที่ 3 กล่าวถึงโปรแกรมการจัดการและโครงสร้างของเครื่องควบคุม

บทที่ 4 กล่าวถึงวิธีการนำเอาเครื่องควบคุมไปใช้งานและผลการทดลอง

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง ปัญหาและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการทั่ว ไปของการเลี้ยงสัตว์ในโรงเรือน

2.1 ลักษณะตามธรรมชาติของสัตว์

โดยทั่วไปตามธรรมชาติสัตว์จะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ๆ และจะมีพื้นที่ในการหากิน อยู่ร่วมกันเป็นฝูงแบบพึ่งพา หากินตามแหล่งธรรมชาติ ที่อยู่อาศัยตามป่า หน้าผา ในถ้ำ โดยตามธรรมชาติอยู่แบบอิสระ พื้นที่ในการหาอาหารที่พักอาศัย มีพื้นที่กว้างอาหารก็มีมาก ทำให้สัตว์ที่สุขภาพดีไม่เครียด ไม่หงุดหงิด เป็นผลให้สัตว์มีสุขภาพแข็งแรง โตเร็ว และแหล่งธรรมในชาติมีแร่ธาตุและสารอาหารที่มีสมุนไพร และตัวยาที่ป้องกันโรคต่าง ๆ อยู่ในธรรมชาติอยู่แล้ว ฉะนั้นจะเป็นได้ว่าสัตว์ที่อยู่ในธรรมชาติจะมีร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์ แกร่งทนต่อสภาพอากาศดังนั้น โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ที่เราจะทำจึงต้องเลียนแบบธรรมชาติหรือใกล้เคียงธรรมชาติให้เหมือนมากที่สุด เพื่อให้สัตว์มีสุขภาพแข็งแรง โตเร็ว ต้นทุนการเลี้ยงจะต่ำและผลตอบแทนที่ดี และนั่นก็คือที่มาของระบบควบคุมอัตโนมัติในโรงเรือนปศุสัตว์

2.2 การออกแบบโรงเรือน

โรงเรือนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งในการเลี้ยงไก่ เป็นสถานที่ที่เลี้ยงไก่ตั้งแต่แรกเกิดจนกระทั้งปลดขาย การออกแบบโรงเรือน ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จะทำให้ไก่อยู่ได้อย่างสบายมีการเจริญเติบโตตามปกติ ให้ผลผลิตดี ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขต อากาศร้อนชื้น ดังนั้นจึงมีปัญหาเกี่ยวกับอากาศร้อน การออกแบบโรงเรือนจึงควรเน้นทางด้านการระบายอากาศที่ดี โรงเรือนที่ใช้เลี้ยงสัตว์ทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่โรงเรือนระบบเปิด หมายถึงโรงเรือนที่ควบคุมสภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติ และอุณหภูมิแปรไปตามสภาพของอากาศของโรงเรือน และโรงเรือนระบบปิด หมายถึงโรงเรือน ที่สามารถควบคุม สิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิความชื้น การระบายอากาศ และแสงสว่างให้เหมาะสมกับความเป็นอยู่ของสัตว์ สามารถป้องกันแมลงและสัตว์อื่นเข้าออกได้

2.2.1 การเลือกทำเลในการก่อสร้างฟาร์มไก่

ก่อนที่เราจะลงมือเลี้ยงไก่จำเป็นที่จะต้องหาทำเลที่เหมาะสมกับการเลี้ยงไก่ ทำเลที่เหมาะสม หมายถึง เป็นสถานที่ที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของไก่ ลดความเสี่ยงและช่วยลดต้นทุนการผลิตไก่ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ การเลือกทำเลจึงควรคำนึงถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 พื้นที่ควรระบายน้ำได้ดี ฟาร์มเลี้ยงไก่นั้นควรอยู่ในที่สูงเพื่อช่วยในการระบายน้ำ ตลอดจนป้องกันไม่ให้น้ำท่วมในฤดูฝน ทั้งนี้เพื่อให้พื้นคอกและบริเวณโรงเรือนแห้งและสะอาดอยู่เสมอโรคระบาดจะได้ไม่รบกวน

2 มีน้ำจืดเพียงพอ การเลี้ยงไก่นั้นจำเป็นจะต้องอาศัยน้ำจืดที่สะอาด และจะต้องมีปริมาณมากพอเพื่อที่จะใช้กินและล้างทำความสะอาดโรงเรือนและอุปกรณ์ต่างๆ

3 ไฟฟ้า มีความจำเป็นต่อการเลี้ยงไก่เพราะอุปกรณ์ที่จำเป็นเช่น เครื่องกก เครื่องผสมอาหาร ตลอดจนแสงสว่างภายในโรงเรือนจำเป็นต้องอาศัยแหล่งพลังงานจากกระแสไฟฟ้า ดังนั้นฟาร์มไก่จึงควรตั้งอยู่ในทำเลที่ไฟฟ้าสามารถเข้าถึง

4 การคมนาคม การที่ฟาร์มไก่อยู่ใกล้ทางคมนาคมทำให้เกิดความสะดวกในการเลี้ยงหลายอย่าง เช่น เพื่อความสะดวกในการขนส่งอาหาร ลูกไก่ ยารักษาโรค หรือขนส่งไข่ไก่และไก่ออกสู่ตลาดถ้าสถานที่ตั้งฟาร์มอยู่ไกลจากตลาด จะทำให้การขนส่งลำบาก เสียค่าใช้จ่ายสูง หรือสูญเสียน้ำหนักตัวในระหว่างการขนส่ง

5 ควรอยู่ห่างจากบ้านคนพอสมควร เพื่อลดความเดือดร้อนหรือรบกวนผู้อื่น

6 สถานที่นั้นต้องไม่เคยมีโรคสัตว์ปีกระบาดมาก่อน ผู้เลี้ยงจะต้องพิจารณาว่าสถานที่ที่จะใช้เลี้ยงไก่นั้นเคยมีโรคระบาดของไก่มาก่อนหรือไม่

7 สถานที่นั้นสามารขยายออกไปได้ หากเป็นไปได้การเลือกสถานที่ใช้เลี้ยงไก่ควรอยู่ในที่ที่อาจขยายออกไปได้ถ้าหากกิจการเลี้ยงไก่เจริญขึ้น

2.2.2 ลักษณะทั่วไปของฟาร์มไก่

ฟาร์มไก่โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

- แบบเลี้ยงบนพื้นคอก การเลี้ยงไก่บนพื้นคอก พื้นคอกอาจเป็นพื้นดิน คอนกรีต หรือยกพื้นด้วยระแนง ลวด ตาข่าย ซึ่งทำได้ง่ายลงทุนน้อยกว่า ประหยัดแรงงานคนเลี้ยงถูกว่าใช้อุปกรณ์ต่างๆ น้อยกว่าแบบขังกรง ไก่ที่เลี้ยงบนพื้นคอกยังมีโอกาสได้รับธาตุอาหารบางอย่าง เช่นกรวด แร่ธาตุ ฟอสฟอรัส และไวตามิน บี12 จากพื้นเล้าอีกด้วย

- **การเลี้ยงแบบขังกรง** การเลี้ยงไก่แบบขังกรง นิยมในไก่ไข่ เป็นการเลี้ยงไก่จำนวนตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไปจนถึงนับสิบๆตัวต่อกรง โดยวางเรียงกันเป็นแถวชั้นเดียวหรือวางซ้อนกัน 2-4 ชั้น ตั้งอยู่เหนือพื้นดินในระดับที่สะดวกแก่การทำงาน บางแห่งกรงจะถูกแขวนลอยอยู่เหนือพื้นโดยไม่มีคานรองรับเพื่อความสะดวกในการใช้เครื่องทุ่นแรงเก็บกวาดมูลไก่

2.2.3 ชนิดของโรงเรือน

โรงเรือนไก่แบ่งออกได้ 3 ชนิด ตามอายุของไก่ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **โรงเรือนไก่เล็ก** เป็นโรงเรือนสำหรับเลี้ยงไก่ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 5-6 สัปดาห์ใช้เลี้ยงไก่ระยะเล็กในการเลี้ยงไก่ไข่เราจาจใช้โรงเรือนไก่เล็กเป็นโรงเรือนสำหรับกกลูกไก่เพียงอย่างเดียว แต่ยังไม่เป็นที่นิยมเพราะเมื่อลูกไก่พ้นระยะกกเมื่ออายุ 5-6 สัปดาห์ไปแล้วจะต้องย้ายไก่ไปเลี้ยงยังอีกโรงเรือนหนึ่งซึ่งจะเลี้ยงเฉพาะไก่ที่พ้นระยะกกเท่านั้น ข้อดีของการใช้โรงเรือนแบบนี้ คือสามารถกกลูกไก่ได้ในจำนวนที่มากโดยไม่ต้องคำนึงถึงจำนวนไก่ในระยะสาวหรือในระยะไข่ แต่มีข้อเสียคือ เป็นการสร้างสภาวะเครียดให้กับไก่ขณะทำการเคลื่อนย้ายและยังเป็นการสิ้นเปลืองแรงงาน ทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น

- **โรงเรือนไก่รุ่น** เป็นโรงเรือนสำหรับเลี้ยงไก่ตั้งแต่อายุ 6-7 สัปดาห์ โดยทำการย้ายไก่จากโรงเรือนไก่เล็ก เมื่อไก่มีอายุ 5-6 สัปดาห์ โรงเรือนไก่รุ่นมีพื้นที่กว้างขวางกว่า ที่ให้น้ำและอาหารมีขนาดใหญ่ขึ้น ไก่รุ่นจะถูกเลี้ยงจนกระทั่งอายุได้ 18 สัปดาห์ จึงย้ายไปยังโรงเรือนไก่ไข่ต่อไป แต่ด้วยระบบการป้องกันโรคที่ทันสมัยจึงสามารถเลี้ยงไก่ตั้งแต่ระยะแรกเกิดจนถึงอายุ 18 สัปดาห์ หรือก่อนไข่ จำนวนลูกไก่ที่นำมาเลี้ยงต้องคำนวณจากจำนวนไก่สาวที่สามารถเลี้ยงได้เท่านั้น ดังนั้นจำนวนลูกไก่ที่จะนำมาเลี้ยงจะน้อยกว่าจำนวนลูกไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนแบบแรก

- **โรงเรือนไก่ไข่** โดยทั่วไปผู้เลี้ยงไก่ใช่จะย้ายไก่สาวไปยังโรงเรือนไก่ไข่ เมื่อไก่มีอายุได้ประมาณ 18 สัปดาห์ แต่ในทางปฏิบัติสามารถย้ายได้ตั้งแต่อายุ 15 ถึง 21 สัปดาห์ ตามความเหมาะสมในการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยพื้นสามารถเลี้ยงไก่ไข่ตั้งแต่ระยะกก ระยะรุ่นและระยะไข่ในโรงเรือนเดียงกัน จำนวนลูกไก่ที่จะนำมาเลี้ยงต้องคำนวณจากจำนวนไก่ไข่ที่สามารถเลี้ยงได้เท่านั้น การเลี้ยงแบบนี้มีข้อดีคือไม่จำเป็นต้องเคลื่นย้ายไก่จากโรงเรือนหนึ่งไปยังโรงเรือนหนึ่งเป็นการช่วยลดความเครียด ประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่าย

2.2.4 ลักษณะโครงสร้างของโรงเรือน

โรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงไก่ควรมีลักษณะต่างๆดังนี้

1 ความกว้าง ควรมีความกว้างประมาณ 30-40 ฟุต (9.8 - 12.2 เมตร) ถ้ากว้างมากเกินไปจะทำให้ความลาดเอียงของหลังคาน้อยเกินไป อากาศถ่ายเทไม่สะดวก ทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงในทางตรงกันข้ามถ้าสร้างโรงเรือนแคบเกินไปฝนจะสาดเข้ามาภายในโรงเรือนได้

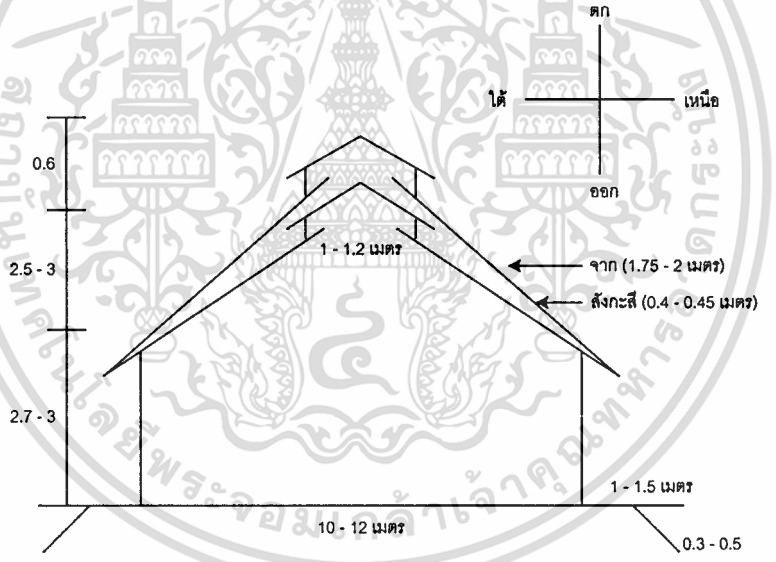
2 ความยาว ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและกับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น จำนวนไก่ที่เลี้ยง พื้นที่ตามความยาวของเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ และความสะดวกในการปฏิบัติงาน แต่อย่างไรก็ตามไม่ควรสร้างยาวเกิน 105 เมตร และควรกั้นเป็นห้องๆ ละ 20 เมตร

3 ความสูง จากพื้นถึงชายคา ประมาณ 8 - 10 ฟุต (2.4 – 3 เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 หลังคา นิยมใช้หลังคาแบบหน้าจั่ว 2 ชั้น เพราะช่วยระบายอากาศได้ดีกว่าแบบอื่น ความลาดเอียงของหลังคา ถ้ามุงจากเอียง 30 - 45 องศา สังกะสีเอียง 8 - 15 องศา กระเบื้องลอนคู่เอียง 20 องศา ชายคากว้าง 1 - 1.5 เมตร (ภาพที่ 2.1) ความลาดเอียงของหลังคามีผลต่อการครอบคลุมพื้นที่ของโรงเรือน การระบายอากาศ และการระบายน้ำฝน หลังคาที่ปูด้วยกระเบื้องจะมีความทนทานมากกว่า

5 พื้นคอก แบ่งออกเป็น แบบพื้นคอนกรีต หรือพื้นดิน แบบยกพื้นซึ่งอาจเป็นพื้นไม้ระแนง พื้นลวด หรือกึ่งพื้นคอนกรีต กึ่งพื้นระแนงในสัดส่วน 60 : 40 พื้นคอนกรีตทำความสะอาดได้ง่ายและปูด้วยวัสดุรองพื้น พื้นลวดหรือพื้นไม้ระแนง โดยยกสูงจากพื้น ประมาณ 1 เมตร ทำให้มีการระบายอากาศดีกว่า พื้นลวดหรือไม้ระแนง อาจจะยกไว้ข้างใดข้างหนึ่งของคอกหรือ ยกพื้นไว้ทั้งสองด้านและตอนกลางเป็นพื้นคอนกรีตขนาดลวดตาข่าย 1/2 x 1/2 นิ้ว ในไก่เล็ก 0 - 2 สัปดาห์ และขนาด 3/4 x 3/4นิ้ว ในช่วง 2-6 สัปดาห์ และขนาด 1 x 1 นิ้ว ในช่วง 8-10 สัปดาห์ และขนาด 1x2 นิ้ว ในช่วงไก่ไข่



รูปที่ 2.1 แสดงความลาดเอียงของหลังคา

6 ฝาผนัง นิยมใช้ลวดตาข่ายกั้นด้านข้างโรงเรือนเพื่อให้มีการระบายอากาศดีและป้องกันนกต่างๆ เข้ามาแพร่เชื้อในโรงเรือน ด้านหัวและท้ายโรงเรือนจะปิดทึบก็ได้ ภายในโรงเรือนอาจใช้ลวดตาข่ายกั้นแบ่งออกตามการใช้ประโยชน์ ด้านข้างโรงเรือนใช้ผ้าม่านปิดกั้นป้องกันฝนสาดหรือลมในระยะไก่เล็ก

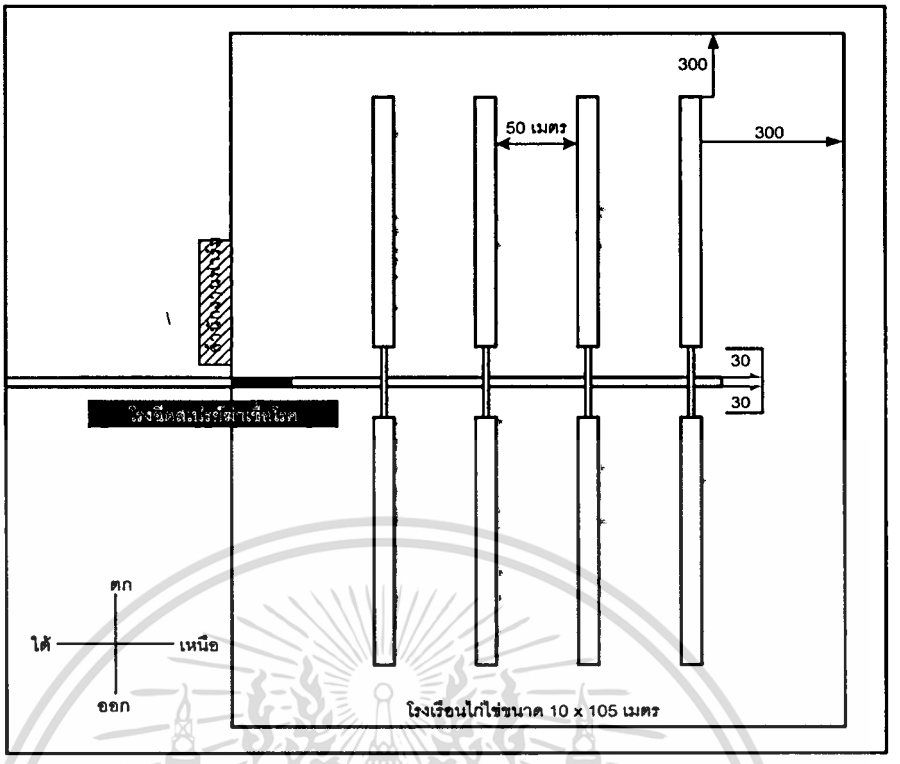
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 การวางผังฟาร์ม

การวางผังฟาร์มเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่ง ซึ่งมีผลต่อเนื่องไปถึงการจัดการฟาร์มและการป้องกันโรค การวางผังฟาร์มที่ไม่ถูกต้องมีผลทำให้การจัดการฟาร์มเป็นไปด้วยความยุ่งยากและอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตในฟาร์ม หลักการสำคัญในการวางผังฟาร์มมีดังนี้

1. ทิศทางของโรงเรือนควรสร้างให้ยาวอยู่ในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตกเสมอ เพราะจะช่วยลดความร้อนจากแสงแดดและอยู่ในแนวทิศทางลมธรรมชาติ ซึ่งจะพัดจากทิศเหนือไปทิศใต้ในหน้าหนาวและพัดจากทิศใต้ไปทิศเหนือในหน้าร้อนและหน้าฝน
2. ควรอยู่ห่างจากบริเวณที่มีการเลี้ยงไก่อย่างหนาแน่นและมีรั้วล้อมรอบอย่างมิดชิด
3. จัดให้มีทางเข้าออกเพียงทางเดียวและจะต้องผ่านโรงฉีดพ่นน้ำยาก่อนเข้าเขตเลี้ยงไก่
4. จัดให้มีสถานที่อาบน้ำยาฆ่าเชื้อโรคและเปลี่ยนเสื้อผ้าเป็นชุดของฟาร์ม โดยเฉพาะฟาร์มไก่พ่อแม่พันธุ์และโรงฟักเพื่อลดการปนเปื้อนจากภายนอก
5. จัดวางโรงเรือนเลี้ยงไก่และโรงเรือนอื่นๆอย่างมีระเบียบ ในกรณีเลี้ยงไก่ต่างกันหลายอายุให้โรงเรือนไก่เล็กอยู่ด้านในสุดและโรงเรือนไก่ใหญ่อยู่ด้านนอก ส่วนโรงเก็บอาหารให้อยู่ด้านนอกสุดเพื่อไม่ให้รถขนอาหารจากภายนอกเข้ามายังบริเวณฟาร์ม จากนั้นจงลำเลียงอาหารมายังโรงเรือนต่างๆโดยรถขนอาหารภายในฟาร์ม
6. โรงเรือนเลี้ยงไก่ควรอยู่ห่างกันไม่น้อยกว่า 50 เมตร สำหรับโรงเรือนที่เลี้ยงไก่อายุเท่ากันและห่างกัน 100 เมตร สำหรับโรงเรือนที่เลี้ยงไก่ต่างอายุกันโดยเฉพาะไก่เล็ก โรงเรือนเลี้ยงไก่จะต้องอยู่ห่างจากรั้วฟาร์มหรือเขตที่พักอาศัยไม่น้อยกว่า 300 เมตร
7. อาคารบ้านพักอาศัยควรแยกจากเขตเลี้ยงไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แผนผังฟาร์มเลี้ยงไก่

2.2.6 การระบายอากาศ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้น อุณหภูมิโดยทั่วไปจะสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส เพราะฉะนั้น การระบายอากาศภายในโรงเรือนจึงมีความสำคัญต่อการเลี้ยงไก่ ไก่ใหญ่อุณหภูมิจะผันแปรระหว่าง 105-107 ฟาเรนต์ไฮท์ (40.5 –41.6 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิที่สูงเกินกว่า 50 ฟาเรนต์ไฮท์ (27 องศาเซลเซียส) ไก่จะเริ่มอึดอัดและสมรรถภาพการผลิตเริ่มลดลง ที่อุณหภูมิ 100 ฟาเรนต์ไฮท์ (37.7 องศาเซลเซียส) ผลผลิตไข่จะเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วและไก่จะเริ่มตาย ความร้อนภายในโรงเรือนเกิดขึ้นจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ผ่านหลังคาเข้ามาภายในโรงเรือนและความร้อนจากการเผาผลาญอาหารของตัวไก่เอง ซึ่งปกติไก่จะกำจัดความร้อนส่วนเกินออกทางการหายใจและการแผ่รังสี เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ไก่จะกินอาหารลดลงเพื่อลดการเผาผลาญอาหาร และลดการเกิดความร้อน การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตไข่ลดลง ความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำลง อัตราการตายสูงขึ้น ไก่จะกินน้ำมากขึ้นและเพิ่มอัตราการหายใจ การระบายอากาศนอกจาจะช่วยลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพื่อให้ไก่อยู่อย่างสบายแล้ว ยังมีผลต่อการระบายความชื้น การกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจให้ก๊าซออกซิเจนและกำจัดก๊าซแอมโมเนีย ซึ่งเป็นก๊าซที่เกิดจากการแตกตัวของกรดยูริคโดยแบคที่เรียในมูลไก่ ก๊าซแอมโมเนียเป็นก๊าซที่เบากว่าอากาศ เมื่อเกิดก๊าซนี้จะกระจายอยู่ในฝูงไก่ ถ้าอุณหภูมิยิ่งสูงการแตกตัวยิ่งเร็ว ความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียที่เป็นพิษต่อร่างกายคือ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 100 พีพีเอ็ม อัตราการระบายอากาศภายในโรงเรือนจะแตกต่างกันตามชนิดของโรงเรือน ขนาดไก่ ความหนาแน่นของฝูง และอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม

ในระยะกกจะต้องควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้คงที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิกก แต่จะต้องมีการระบายอากาศอย่างเพียงพอ เพื่อป้องกันการสะสมของความชื้อและก๊าซเสียต่าง ๆ ซึ่งในช่วง 2 - 3 วันแรกต้องการระบายอากาศเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และจะค่อย ๆ เพิ่มมากขึ้นตามการเจริญเติบโตของไก่ สำหรับโรงเรือนเปิดจะใช้ผ้าม่านช่วยควบคุมการระบายอากาศให้สัมพันธ์กับอุณหภูมิของโรงเรือน การปรับระดับของผ้าม่านขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของอากาศและอายุของไก่ ในสภาพอากาศที่ร้อนให้ปรับผ้าม่านทางด้านใต้ของทิศทางลมให้ต่ำลงกว่าอีกด้านหนึ่งประมาณ 20 ซม. เพื่อเร่งการระบายอากาศจากโรงเรือน หรือปรับผ้าม่านโดยการเปิดจากด้านบนลงมาประมาณ 1 - 4 โดยเริ่มจากด้านใต้ทิศทางลมก่อน แล้วค่อยเปิดด้านเหนือลมสลับกันไปเรื่อย ๆ ถ้า สภาพอากาศร้อนให้เปิดผ้าม่านทั้งหมดเพื่อให้มีการระบายอากาศได้อย่างเต็มที่ การเปิดผ้าม่านเฉพาะในตอนเช้าและปิดเฉพาะในตอนเย็นนั้นยังไม่เป็นการพอเพียง อาจจะต้องมีการปรับผ้าม่านวันละหลาย ๆ ครั้ง ตามสภาพ อากาศ เช่น ลมแรง หรือฝนตก เป็นต้น การระบายอากาศที่ไม่เพียงพอจะส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพและสุขภาพของไก่ เมื่อไก่อายุได้มากขึ้นจะต้องมีการระบายอากาศเพิ่มขึ้นตามปริมาณคาวมชื้นและความร้อนที่ไก่ขับออกมา ซึ่งจะเพิ่มขึ้นตามอายุไก่และสภาพอากาศ

แนวทางแก้ไขในการลดอุณหภูมิในโรงเรือนนั้นสามารถทำได้หลายวิธีคือ

1. ติดพัดลมเพื่อช่วยระบายอากาศและความชื้น
2. บุฉนวนใต้หลังคาหรือเคลือบหลังคา
3. ทำหลังคาแบบเปิดได้เป็นช่วง ๆ
4. ใช้สปริงเกอร์พ่นบนหลังคา
5. ติดเครื่องพ่นน้ำแบบฝอย ให้พ่นโดยอัตโนมัติทุก ๆ ครึ่งชั่วโมง
6. พ่นน้ำรอบ ๆ โรงเรือน
7. ให้น้ำเย็นแม่ไก่ดื่มหรืออาจทำถังเก็บน้ำไว้ใต้ดิน
8. เพิ่มพื้นที่หรืออุปกรณ์ให้น้ำ
9. ปรับโปรแกรมแสงโดยให้แสงเพิ่มในช่วงอากาศเย็นเพื่อให้ไก่มีเวลากินอาหารเพิ่มขึ้น
10. ให้อาหารในช่วงเช้าหรือเย็น
11. ให้อาหารสูตรที่มีความเข้มข้นของโภชนะสูง
12. ปลูกต้นไม้รอบ ๆ โรงเรือน
13. ลดจำนวนไก่ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ลง

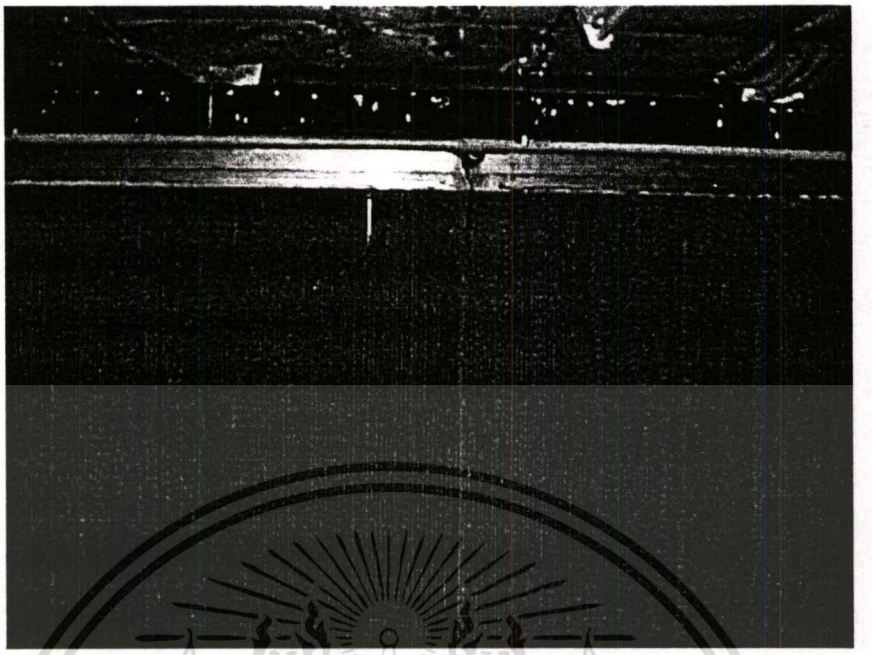
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ระบบอีแวปอเรเตอร์ และ อุณหภูมิที่เหมาะสม พัดลมและเครื่องปรับอากาศ

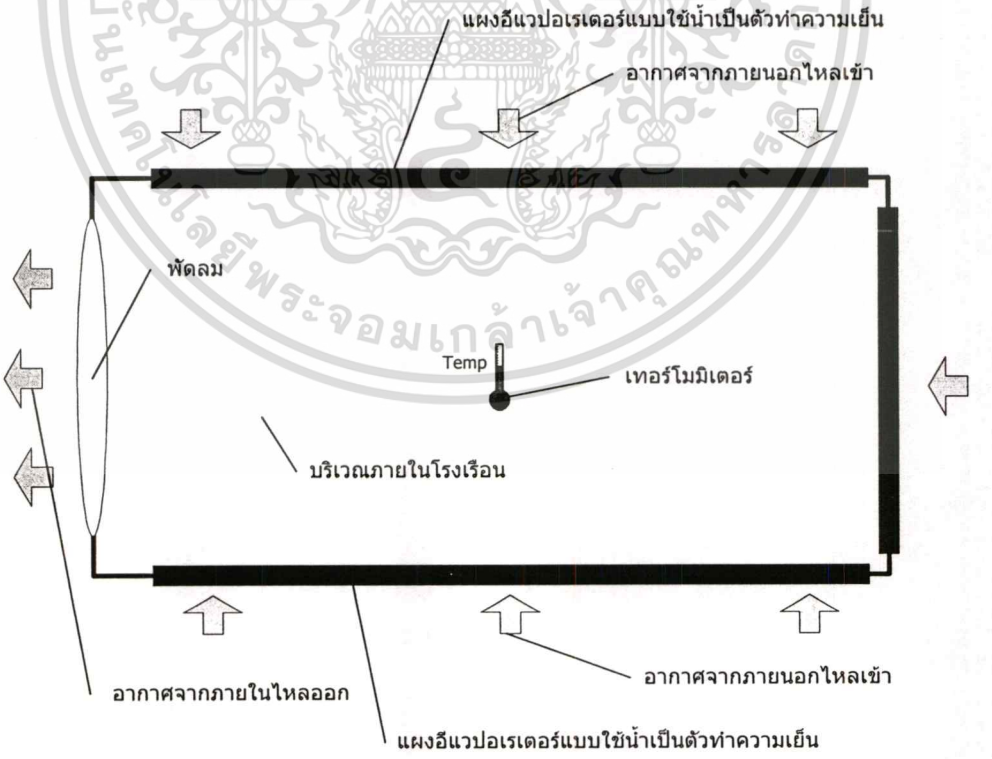
ระบบทำความเย็นด้วยการระเหยนั้นใช้น้ำเป็นขบวนการที่บังคับให้อากาศผ่านแผงระบายความร้อนหรือแผงทำความเย็นที่มีน้ำไหล (cooling pad) ซึ่งแผงนี้จะมีผิวหน้าสัมผัสมาก ความร้อนจากอากาศที่ผ่านเข้าไปจะทำให้เกิดการระเหย น้ำที่อยู่บริเวณผิวหน้าสัมผัสของแผงทำให้อุณหภูมิของอากาศที่ผ่าน เข้าไปลดลงและความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity, RH) เพิ่มขึ้น เช่น ถ้าอุณหภูมิของอากาศภายนอกโรงเรือนเท่ากับ 35 องศาเซลเซียส แต่เมื่อนำมาผ่านเข้าไปในแผงนี้อุณหภูมิจะลดลงเหลือ 28 องศาเซลเซียส (Lenjesson,1992) ระบบนี้ได้มีการนำมาใช้ในประเทศไทยในช่วง 4 - 5 ปีที่ผ่านมาและใช้ในโรงเรือนไก่พ่อแม่พันธ์มากกว่าไก่กระทง โดยติดตั้งในโรงเรือนไก่ที่มีขนาด 12 x 120 x 4 เมตร แผงระบายความร้อนมีความหนา 6 นิ้ว สูง 5 ฟุตและยาว 72 ฟุต อากาศจะไหลผ่านเข้าไปในโรงเรือนในอัตราความเร็ว 120 เมตรต่อนาที โดยใช้พัดลมขนาดใบพัด 48 นิ้ว จำนวน 8 ตัว เดิมทีเดียวติดเพียงด้านใดด้านหนึ่งของโรงเรือนต่อมาจึงติดตั้งทั้งสองด้าน โดยนำแผงขนาดดังกล่าวมาแบ่งเป็นสองส่วน ทำให้อากาศภายในโรงเรือนเย็นอย่างสม่ำเสมอ หลังคาโรงเรือนจะบุด้วยฉนวนที่ทำจากสาร Polyurethane เนื่องจากระบบนี้เป็นระบบปิดดังนั้นโครงสร้างโรงเรือนต้องป้องกันอากาศเข้า (air- tight) ผนังด้านข้างจะปิดด้วยผ้าม่านและรูต่าง ๆ จะปิดหมด

ระบบอีแวปอเรเตอร์เป็นระบบหนึ่งที่ใช้สำหรับการควบคุมระดับพลังงานความร้อนภายในโรงเรือน โดยมีส่วนประกอบและการทำงานดังนี้ แผงอีแวปอเรเตอร์ มีลักษณะเป็นวัสดุที่ดูดซับน้ำขณะใช้งานนั้นจะทำการสูบน้ำจากแหล่งจ่ายขึ้นหล่อเลี้ยง โดยติดตั้งเป็นผนังของโรงเรือน ทำงานร่วมกับ พัดลม ซึ่งทำหน้าที่ดูดอากาศให้เคลื่อนที่จากภายนอกผ่านแผงอีแวปอเรเตอร์ เป็นผลให้น้ำที่แผงอีแวปอเรเตอร์ระเหย เนื่องจากได้รับมวลอากาศที่อุณหภูมิสูงกว่าเข้ากระทบ จากนั้นความชื้นและมวลอากาศที่อุณหภูมิต่ำกว่าที่ผ่านเข้ามาภานในโรงเรือนจะถูกแลกเปลี่ยนความร้อนกับมวลของสัตว์ภายในโรงเรือนและไหลออกสู่ภายนอก เป็นผลให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงหรือสามารถควบคุมได้โดยควบคุมอัตราไหลของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะของวัสดุแผงอีแวปอเรเตอร์



รูปที่ 2.4 แสดงระบบอีแวปอเรเตอร์ที่ใช้ในโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของระบบ

1 ลดความเครียดจากอากาศร้อนและไก่มีสุขภาพดีขึ้น
2 ผลผลิตไก่พันธุ์สูงขึ้น
3 ลดอัตราการตายโดยเฉพาะในสภาพอากาศที่ร้อนมาก ๆ
4 ใช้พัดลมน้อยกว่าโรงเรือนแบบเปิด ทำให้ประหยัดไฟฟ้า
5 สามารถควบคุมแสงภายในโรงเรือนได้เพราะเป็นโรงเรือนปิด
6 อากาศที่หมุนเวียนอยู่ภายในโรงเรือนมีความสม่ำเสมอ
7 อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น

ข้อควรระวัง

1 ต้องมีเครื่องปั่นไฟสำรองและสัญญาณเตือนในกรณีไฟดับ ไก่จะตายอย่างรวดเร็วถ้าไฟดับนานเกิน 2 ชั่วโมง
2 หมั่นตรวจเช็คและทำความสะอาดพัดลม สายพาน ช่องอากาศเข้า
3 ในพื้นที่ที่มีระดับแคลเซียมสูงในน้ำจะต้องหมั่นล้างและทำความสะอาดแผงระบายความร้อนและถังเก็บน้ำเป็นระยะ ๆ เพื่อป้องกันการตกตะกอนของแคลเซียม
4 ต้องดูแลไม่ให้เกิดตะไคร่น้ำบนแผงระบายความร้อน
5 แผงระบายความร้อนจะต้องมีน้ำหล่อเลี้ยงอยู่เสมอ

2.4 ระบบแสงสว่างและมาตรฐานการใช้งาน

ความเข้มแสงมีผลต่อไก่อยู่ 2 ประการ ประการแรกเกี่ยวข้องกับระดับของกิจกรรมและรูปแบบของพฤติกรรม เช่น การจิกขน ซึ่งสามารถแก้ไขได้ด้วยการลดความเข้มของแสง หรือใช้แสงสีแดงเข้าช่วย เกี่ยวข้องกับการเจริญของระบบสืบพันธุ์และการสร้างไข่ แสงที่ไก่สามารถมองเห็นเป็นแสงมีความยาวช่วงคลื่นตั้งแต่ 400 - 700 นาโนเมตร เช่นเดียวกับมนุษย์ ไก่สามารถเห็นแสงที่มีช่วงคลื่นยาวได้ดีเป็นพิเศษ เช่น สีแดง สีส้ม สีเหลืองความเข้มของแสงขั้นต่ำที่ไก่มองเห็นจะเท่ากับ 0.001 ฟุตเทียน

2.5 สูตรจัดการผลิต

การกำหนดสถานะของสัตว์เลี้ยงได้ถูกกำหนดให้เป็นสูตรเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการ โดยนำข้อมูลจากผู้ที่ทำวิจัยด้านสัตว์เลี้ยงมาอ้างอิง สำหรับการวิจัยระบบอัตโนมัติในส่วนของวิทยานิพนธ์นี้ได้ออกแบบให้สามารถกำหนดสูตรจัดการได้สูงสุด 5 สูตร โดยแต่ละสูตรถูกแบ่งสถานะของสัตว์ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์เลี้ยงได้ 9 สถานะตามลักษณะวัยหรืออายุ แต่ละสถานะจะถูกกำหนดโดยคาบเวลา เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สถานะที่ 1 ตั้งแต่แรกเกิด – 5 วัน
- สถานะที่ 2 ตั้งแต่ 6 วัน – 15 วัน
- สถานะที่ 3 ตั้งแต่ 16 วัน – 25 วัน
- สถานะที่ 4 ตั้งแต่ 26 วัน – 40 วัน
- สถานะที่ 5 ตั้งแต่ 41 วัน – 55 วัน

ในแต่ละสถานะหรือคาบเวลาของการเจริญเติบโต จะถูกกำหนดค่าของตัวแปรสภาวะแวดล้อม เช่นอุณหภูมิ ความชื้น แสงส่องสว่าง ให้สอดคล้องกับชนิดของสัตว์นั้น ๆ เช่น

สถานะที่ 1 กำหนดค่าอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 % ความเข้มแสงส่องสว่างเป็นไปตามช่วงเวลาที่กำหนด ‘A’

สถานะที่ 2 กำหนดค่าอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 % ความเข้มแสงส่องสว่างเป็นไปตามช่วงเวลาที่กำหนด ‘B’ อาจจะเป็นลักษณะกลางวันยาวนานมากขึ้น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรจัดการผลิตเพื่อควบคุมสภาวะแวดล้อมสัตว์

	Period Start	Period end	Temperature	%RH	Light Intensity
State 1	0	5	30	70	A
State 2	6	15	28	65	B
State 3	16	25	25	64	C
State 4	26	40	24	63	D
State 5	41	55	23	62	E
State 6	-	-	-		
State 7	-	-	-		
State 8	-	-	-		
State 9	-	-	-		

Light Intensity Prog 'A'

	Start Time	End Time	%Intensity
Period 1	00.00	02.00	10
Period 2	02.00	05.00	50
Period 3	05.00	12.00	70
Period 4	12.00	15.00	100
Period 5	15.00	18.00	70
Period 6	18.00	20.00	50
Period 7	20.00	22.00	10
Period 8	22.00	24.00	0
-	-	-	-

รูปที่ 2. 5 แสดงสูตรจัดการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
โปรแกรมจัดการและโครงสร้างของเครื่องควบคุม

การออกแบบโปรแกรมเพื่อการควบคุม หรือขั้นตอนปฏิบัติการนั้น ต้องดำเนินการโดยคำนึงถึงตัวแปรที่เป็นเป้าหมายอันได้แก่ อุณหภูมิ หรือระดับพลังงานภายในโรงเรือนเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด โดยให้เหมาะสมกับสูตรจัดการผลิตว่าสัตว์ในวัยใดควรมีการควบคุมให้อยู่ในสภาวะแวดล้อมแบบใดถึงจะมีความสุข สามารถกินอาหารได้ดี และเจริญเติบโตได้ดีด้วย โดยแบ่งสถานะของสัตว์เลี้ยงไว้ 9 สถานะ ตามลักษณะของวัยหรืออายุ เนื่องจากสัตว์ที่มีการเจริญเติบโตเร็วจะมีพลังงานความร้อนที่สูงกว่า ควรจะต้องตั้งค่าอัตราไหลของอากาศเท่าใดหรือพารามิเตอร์ตัวใดบ้างที่จะต้องถูกกำหนด เช่นเดียวกันแสงสว่างภายในโรงเรือนควรมีการควบคุมอย่างไรเพื่อให้สัตว์มีพฤติกรรมการกินอาหารที่เปลี่ยนไปเมื่อเข้าใจว่าเป็นกลางวัน โดยแบ่งสถานะของสัตว์เลี้ยงไว้ 9 สถานะเช่นเดียวกัน ในส่วนความชื้นก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ต้องควบคุมรักษาไว้ไม่ให้เกินขอบเขตที่กำหนด เมื่อพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้ถูกกำหนดครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว เครื่องควบควบคุมจึงได้ถูกออกแบบขึ้นมาตามปัญหาและทฤษฎีของการผลิตสัตว์

3.1 การออกแบบฐานข้อมูลสำหรับจัดการ

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

สถานะจะประกอบด้วย

STATE RECORD OF

VENTILATION , COOLING, FAN, LIGHT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานะ				
VENT	COOLING	FAN	HUMIDITY	LIGHT

VENTILATION ระบายอากาศ 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 (%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

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)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ส่วนควบคุมอุณหภูมิ

ลักษณะของระบบอีแวปอเรเตอร์ ดังที่กล่าวในบทที่ 2 สำหรับใช้ในโรงเรือนนั้นพบว่าอุณหภูมิหรือระดับพลังงานความร้อนภายในโรงเรือนเป็นเป้าหมายการควบคุม การถ่ายเทความร้อนระหว่างแผงอีแวปอเรเตอร์ที่ใช้น้ำเป็นตัวทำความเย็นกับอากาศที่กำลังไหลเข้า อากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่ภายในและแลกเปลี่ยนความร้อนกับมวลของสัตว์เลี้ยง รูปที่ 3-2 (บน) ส่วนการดึงพลังงานความร้อนดังกล่าว จะต้องใช้การควบคุมอัตราไหลของมวลอากาศที่เหมาะสมเพียงพอ โดยการตั้งลำดับควบคุมการทำงานของพัดลม ดังแสดงตัวอย่างรูปที่ 3-1

3.1.2 ส่วนควบคุมความชื้น

ความชื้นภายในโรงเรือนขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ดูดซับภายในแผงอีแวปอเรเตอร์โดยการสูบของเครื่องสูบน้ำ เมื่อความชื้นเกินขอบเขตที่ควบคุมระบบระบายความชื้นจะทำงาน (Ventilation) โดยสั่งให้เครื่องสูบน้ำจะหยุดทำงานและม่านระบายอากาศจะเปิดออก และในทางกลับกัน เมื่อความชื้นต่ำกว่าขอบเขตการควบคุมระบบระบายจะหยุดทำงาน การตั้งค่าเป้าหมายของความชื้นจะเป็นลักษณะของช่วงการทำงาน (ค่าจำกัดต่ำ และค่าจำกัดสูง)

ตารางที่ 3.1 แสดงการตั้งลำดับควบคุมการทำงานของพัดลม

การควบคุมอุณหภูมิโดยกำหนดลำดับการเปิด/ปิด พัดลม 1 - 9

	FAN 1	FAN 2	FAN 3	FAN 4	FAN 5	FAN 6	FAN 7	FAN 8	FAN 9
25.0	●								
26.0	●	●							
27.0	●	●	●						
28.0	●	●	●	●					
29.0	●	●	●	●	●				
30.0	●	●	●	●	●	●			
31.0	●	●	●	●	●	●	●		
32.0	●	●	●	●	●	●	●	●	
33.0	●	●	●	●	●	●	●	●	●
34.0	●	●	●	●	●	●	●	●	●

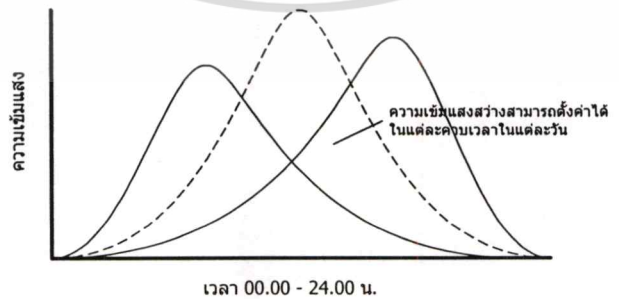
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ส่วนควบคุมแสงสว่าง

แสงสว่างภายในโรงเรือนจะใช้หลอดเรืองแสงสีขาว (Fluorescent) ที่สามารถปรับความส่องสว่างได้ ดังที่กล่าวมาแล้วการควบคุมแสงสว่างภายในโรงเรือนถูกจัดการเพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์ ในรูปที่ 3-2 (ล่าง) แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างคาบเวลากับความเข้มแสง และในรูปที่ 3-3 แสดงตัวอย่างวิธีการกำหนดค่าพารามิเตอร์เพื่อควบคุมในแต่ละสถานะ

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างการตั้งค่าความเข้มแสงสว่างตามคาบเวลาใน 1 วัน

คาบเวลา	ความเข้มแสงสว่าง %
00.00 – 02.00	10
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	10
22.00 – 24.00	0



รูปที่ 3-1 (บน) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับพลังงานความร้อน

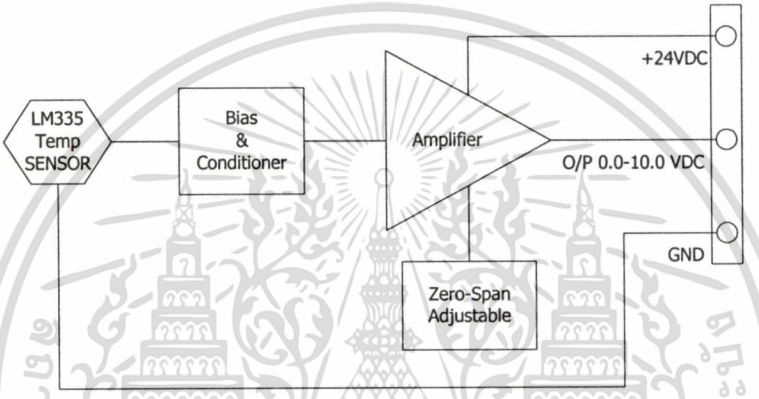
รูปที่ 3-1 (ล่าง) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบเวลากับความเข้มแสงที่โปรแกรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์ตรวจวัดและส่งสัญญาณ

3.2.1 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ

หลักการทำงานของวงจรคือใช้สารกึ่งตัวนำซึ่งเป็นวงจรรวม LM335 เป็นอุปกรณ์ในการตรวจจับระดับพลังงานความร้อนหรืออุณหภูมิและเปลี่ยนแปลงเป็นปริมาณทางไฟฟ้า ต่อมาได้ทำการขยายแรงดันด้วย LM358 ปรับสภาวะแรงดันด้วยความต้านทานและตัวเก็บประจุร่วมกันเพื่อให้สามารถวัดค่าของอุณหภูมิในช่วง 0 – 100 องศาเซลเซียส โดยให้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงระหว่าง 0.0 – 10.0 โวลท์ (ภายหลังการปรับเทียบ)

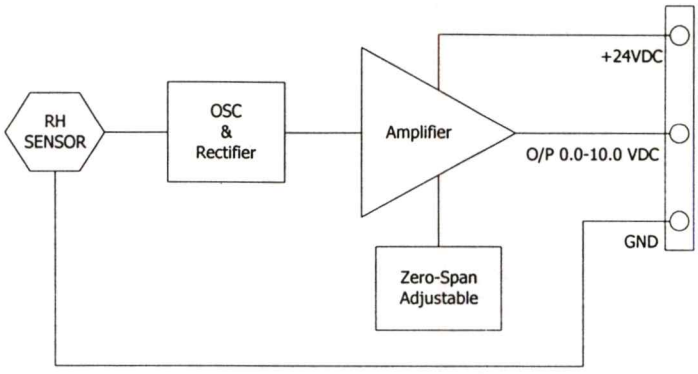


รูปที่ 3.2 แสดงวงจรตรวจวัดและส่งสัญญาณอุณหภูมิ

3.2.2 อุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์

หลักการทำงานของวงจรคือใช้อุปกรณ์ตรวจจับความชื้นสัมพัทธ์เป็นค่าความจุทางไฟฟ้า สร้างความถี่โดยวงจรกำเนิดความถี่ RC และผลการเปลี่ยนแปลงของความจุจะถูกนำไปเข้าวงจรปรับสภาวะแรงดันด้วยวงจรรวม ความต้านทางและตัวเก็บประจุเพื่อให้สามารถวัดค่าของความชื้นสัมพัทธ์ในช่วง 20 – 80 %RH โดยให้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงระหว่าง 2.0 – 8.0 โวลท์ (ภายหลังการปรับเทียบ) สำหรับในวิทยานิพนธ์นี้ผู้วิจัยทราบเพียงหลักการ และนำมาใช้งานร่วมกับระบบเท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียดที่ค่อนข้างมากและยุ่งยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



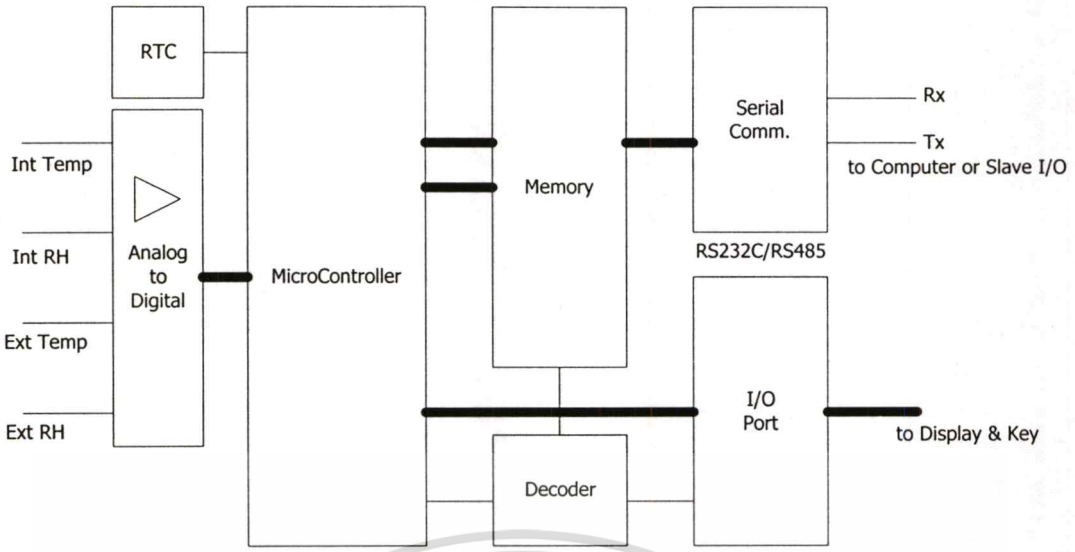
รูปที่ 3.3 แสดงวงจรตรวจวัดและส่งสัญญาณความชื้น

3.3 โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องควบคุมหลัก

โครงสร้างทางฮาร์ทแวร์ของเครื่องควบคุมหลักถูกออกแบบขึ้นโดยใช้ชิ้นส่วนของวงจรรวม (Integrate Circuit : IC) หลาย ๆ หน้าที่ นำขึ้นประกอบเป็นแผงวงจรไฟฟ้าและอีเล็กทรอนิกส์ (วงจรไฟฟ้าและแผงวงจรอีเล็กทรอนิกส์ดูภาคผนวก) แยกออกเป็นส่วนตามเป็นหน้าที่ทำงานดังนี้

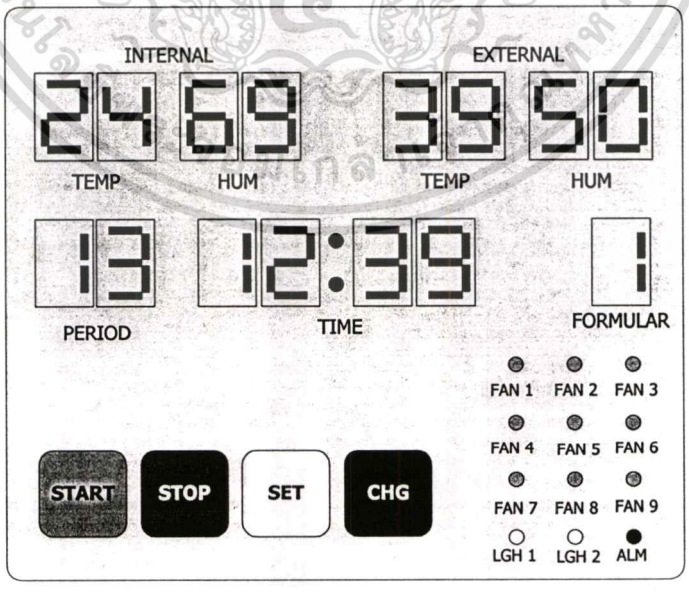
- หน่วยประมวลผล สามารถที่จะทำการประมวลผลข้อมูลที่ทำการตั้งไว้ล่วงหน้าอันได้แก่สูตรจัดการผลิต ที่ประกอบด้วยค่าอุณหภูมิควบคุม ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ค่าคาบเวลาและความเข้มแสง พารามิเตอร์ทั้งหมดถูกโปรแกรมโดยผ่านทาง อินพุท/เอาท์พุท แบบอนุกรมในส่วนของการสื่อสารข้อมูล
- หน่วยความจำ ที่ออกแบบมีขนาดเพียงพอสำหรับการใช้งานและบันทึกค่าสภาวะที่ทำการควบคุมเมื่อเวลาผ่านไปแล้วได้มากถึง 1500 เหตุการณ์ เพื่อให้บันทึกทุกๆ ชั่วโมง สามารถบันทึกได้มากกว่า 60 วัน
- อินพุทสำหรับรับค่าสภาวะแวดล้อม ประกอบด้วยตัวแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงเลข (Analog to Digital Converter)
- ส่วนสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Communication)
- ส่วนนาฬิกาแสดงเวลาจริง (Real Time Clock : RTC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ อินพุทสำหรับรับค่าสภาวะแวดล้อม ส่วนนาฬิกาแสดงเวลาจริง และส่วนสื่อสารข้อมูล

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



รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะของแผงควบคุมของหน่วยควบคุมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

หลักการทำงานของเครื่องควบคุมหลัก จะเป็นลักษณะการทำงานของโปรแกรมปฏิบัติการที่ได้ออกแบบโดยให้มีการทำงานผสานร่วมกันกับฮาร์ทแวร์ 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

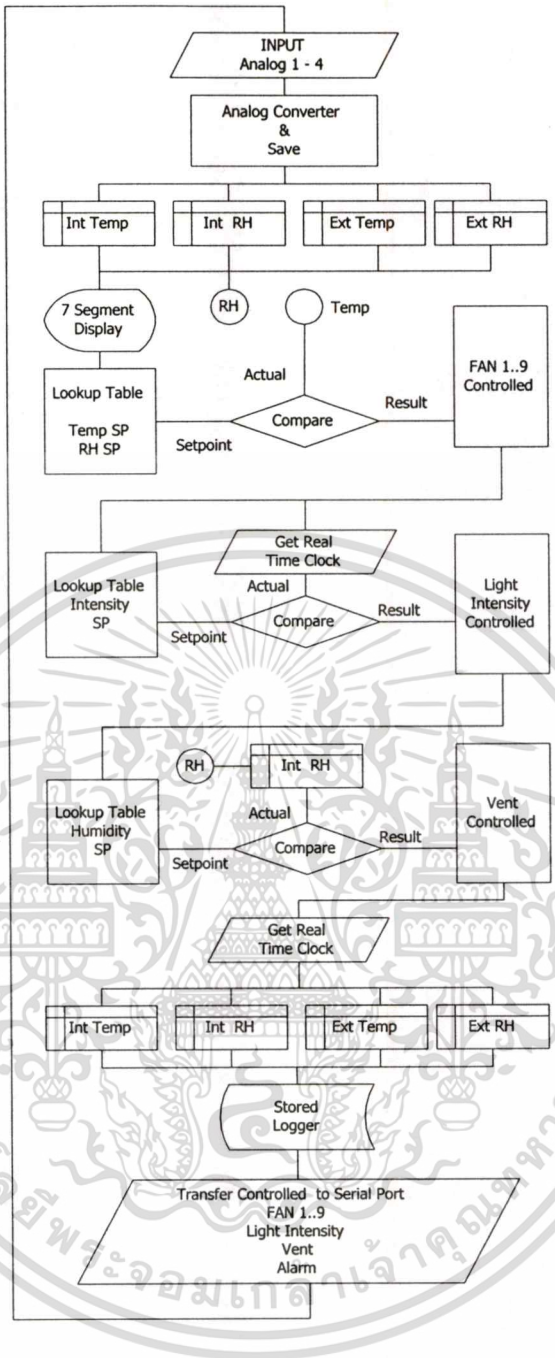
โครงสร้างทางฮาร์ทแวร์ของเครื่องควบคุมย่อยถูกออกแบบขึ้นโดยใช้ชิ้นส่วนของวงจรรวมเช่นเดียวกับเครื่องควบคุมหลัก โดยทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของพัดลม ระบบระบายอากาศ ระบบควบคุมความเข้มแสงสว่าง โดยรับคำสั่งทำงานจากเครื่องควบคุมหลักที่ส่วนสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม เหตุผลที่เครื่องควบคุมย่อยต้องถูกออกแบบขึ้นมาทำงานร่วมกับเครื่องควบคุมหลักก็เพื่อให้การควบคุมถูกแบ่งหน้าที่กระจา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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มแสงสว่าง และเดินสายควบคุมไม่ยุ่งยากและประหยัดสายไฟฟ้าได้มาก แยกออกเป็นส่วนตามหน้าที่การทำงานดังนี้

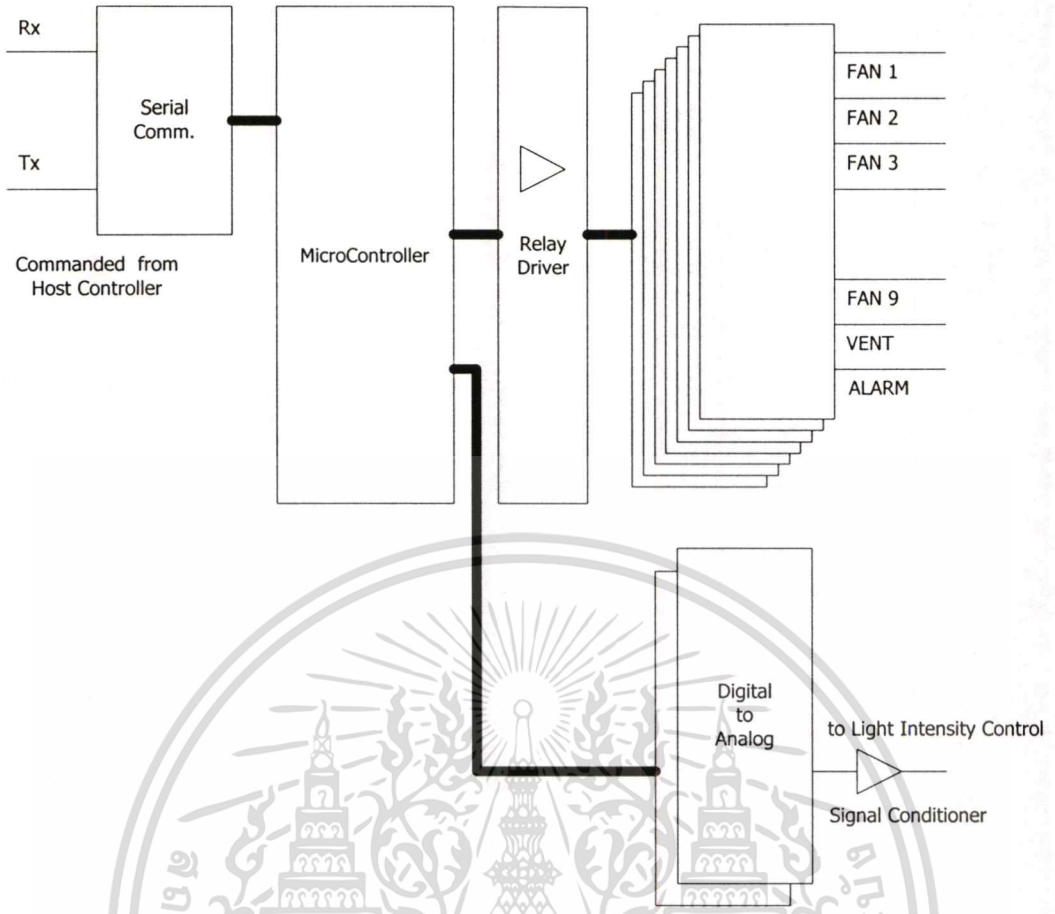
- หน่วยประมวลผล เครื่องควบคุมย่อยถูกออกแบบให้มีการคอยรับคำสั่งจากเครื่องควบคุมหลัก ซึ่งเป็นชุดคำสั่งผ่านทางหน่วยสื่อสารข้อมูล (Protocol) เมื่อไม่มีคำสั่งส่งมาอันเนื่องจากสาเหตุใดก็ตาม อาจจะสายสื่อสารขาดหรือเครื่องควบคุมหลักชำรุดเสียหายเกินกว่า 10 วินาที เครื่องควบคุมย่อยจะดำเนินการสั่งการเตือน พร้อมปิดอุปกรณ์ทั้งหมด เช่นพัดลมทั้ง 9 ตัว สั่งให้เปิดไฟแสงสว่างทั้งหมด หรือสั่งให้มีการระบายอากาศ เป็นต้น ตามเงื่อนไขของความปลอดภัย
- หน่วยเอาท์พุท เพื่อทำการขับเคลื่อนรีเลย์สำหรับขับวงจรพัดลม วงจรระบายอากาศ วงจรแสงสว่าง วงจรเตือนต่างๆ
- หน่วยแปลงสัญญาณเชิงเลขเป็นสัญญาณอนาลอก ทำหน้าที่รับคำสั่งจากเครื่องควบคุมหลักในรูปแบบของค่าความเข้มแสงสว่าง จะนำค่าเชิงเลขที่ได้ผ่านวงจรแปลงเป็นอนาลอกและขับดันให้มีค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่าง 0 – 10 โวลท์
- หน่วยสื่อสารข้อมูล ทำหน้าที่ส่งสัญญาณ ขับสัญญาณในสายตัวนำ 2 เส้นตามมาตรฐาน RS485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงโฟล์วชาร์ทหลักการทำงานเครื่องควบคุมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรขับเอาท์พุทเพื่อการควบคุม

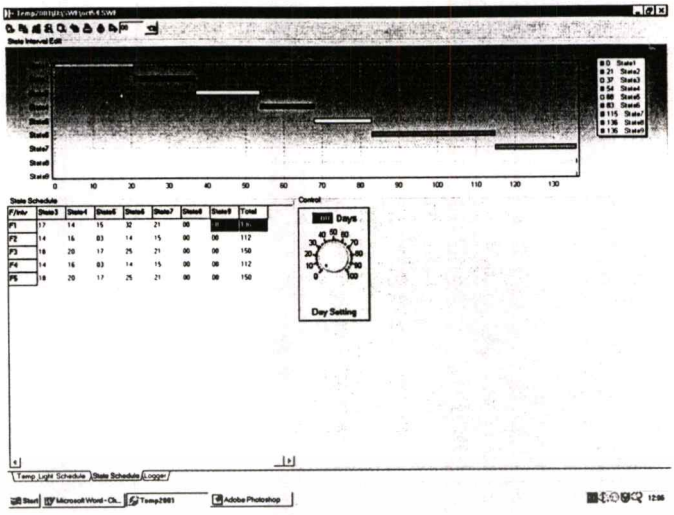
3.5 โปรแกรมบริหารสูตรจัดการผลิต

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

3.5.1 ส่วนโปรแกรมตั้งค่าสถานะ

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

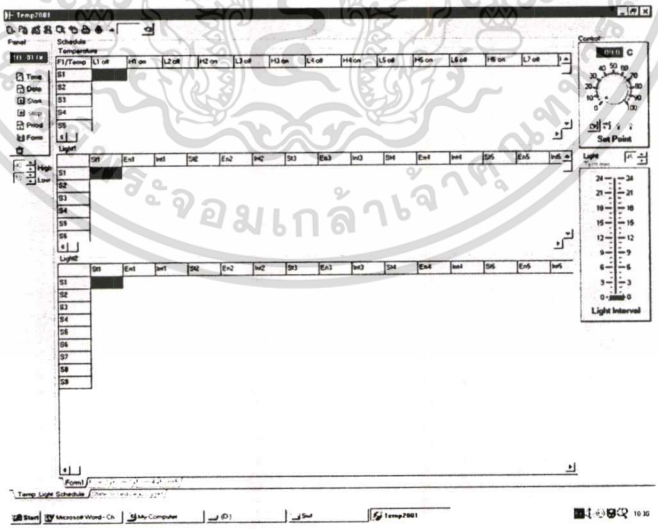
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ส่วนโปรแกรมตั้งค่าสถานะ

3.5.2 ส่วนโปรแกรมตั้งค่าสภาวะแวดล้อม

การตั้งค่าของอุณหภูมิเพื่อให้พัดลมแต่ละตัวทำงาน ตั้งค่าความชื้นเพื่อการระบายออก ขนาดความเข้มของแสง โดยกรอกใส่เข้าในตารางโดยตรง อย่างไรก็ตามการใส่ข้อมูลจะต้องถูกกระทำโดยเกษตรกรที่มีความชำนาญในผลิตภัณฑ์ของตนเองประกอบกับลักษณะของโรงเรือนต้องเป็นข้อมูลที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน นอกจากนั้นแล้วแผงควบคุมก็สามารถตั้งค่าเวลาปัจจุบัน แจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินกำหนด ดังภาพที่ 3.11

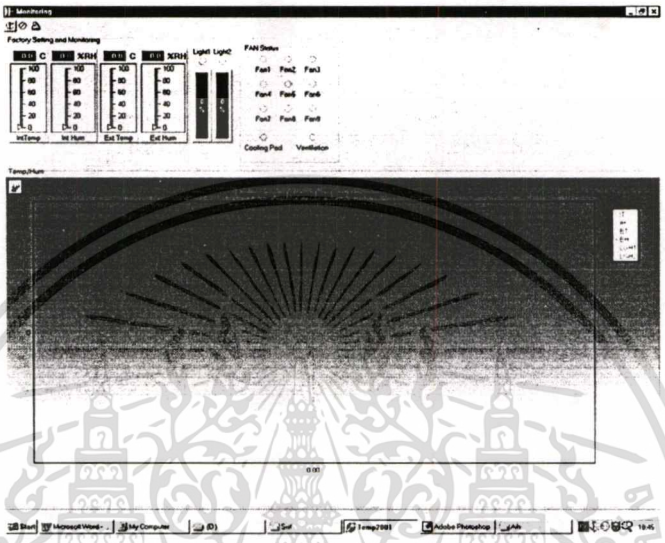


รูปที่ 3.9 ส่วนโปรแกรมตั้งค่าสภาวะแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 ส่วนโปรแกรมเฝ้ามองสถานะการทำงานของเครื่องควบคุม

ถูกใช้เพื่อเฝ้ามองสังเกตค่าสภาวะแวดล้อมของโรงเรือนว่าอยู่ในเกณฑ์ค่าเป้าหมายหรือไม่ โดยค่าดังกล่าวจะถูกส่งออกมาจากเครื่องควบคุมตลอดเวลาเพื่อสั่งการอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายผ่านให้เครื่องควบคุมย่อยโดยสายสื่อสาร ขณะเดียวกันโปรแกรมเฝ้ามองดังกล่าวสามารถรับค่าได้และถูกแปลความส่งแสดงผล

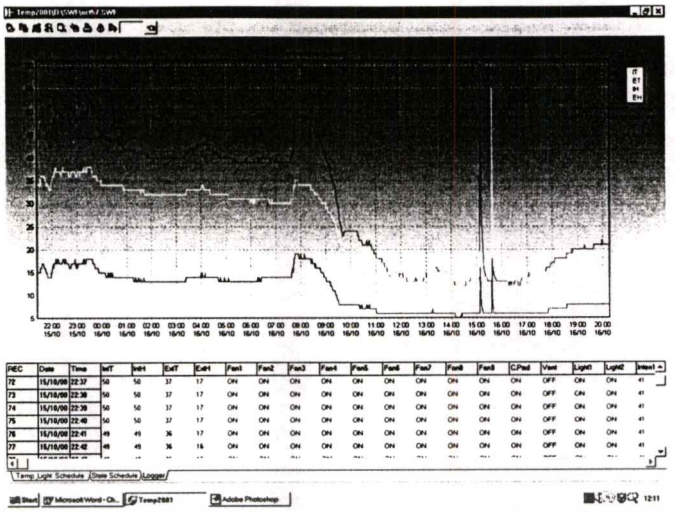


รูปที่ 3.10 ส่วนโปรแกรมตั้งค่าสภาวะแวดล้อม

3.6 โปรแกรมแสดงผลข้อมูลที่ทำการบันทึก

ในระหว่างการควบคุมสภาวะแวดล้อมในโรงเรือนของเครื่องควบคุมที่กำลังเป็นไปนั้นจะมีการบันทึกค่าสภาวะที่ทำการควบคุมไว้ตลอดเวลาทุกๆ 1 ชั่วโมงจะมีการบันทึกค่าอุณหภูมิทั้งภายในและภายนอก บันทึกค่าความชื้นทั้งภายในและภายนอก ค่าความเข้มแสงสว่าง บันทึกสถานะของพัดลมทุกตัว สถานะเครื่องสูบน้ำ ช่องระบายอากาศ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการผลิตในแต่ละรุ่นแล้ว ข้อมูลที่บันทึกไว้สามารถที่จะนำมาวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตได้ หรือสามารถที่จะหาข้อสังเกต ข้อผิดพลาด อันเกิดจากการตั้งค่าอุณหภูมิหรือความชื้นเพื่อการวิจัยในงานผลิต ดังแสดงในภาพที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงโปรแกรมแสดงผลข้อมูลที่ทำการบันทึก

3.7 โปรโตคอลและการสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องควบคุมและโปรแกรมบริหารการจัดการที่ออกแบบ หรือระหว่างเครื่องควบคุมหลักกับเครื่องควบคุมย่อยนั้นจำเป็นต้องมีข้อกำหนดเพื่อให้การรับส่งข้อมูลเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่สับสนทั้งเครื่องควบคุมและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นผู้บริหารจัดการ ข้อกำหนดถูกออกแบบให้มีลักษณะเป็นประโยคสื่อสารที่ประกอบด้วยอักขระดังรายละเอียดนี้

@	nn	HH	dddd	*	XX	CR

@	เพื่อเริ่มประโยคในการสื่อสาร
nn	เพื่อกำหนดตำแหน่งหรือจุดสื่อสาร
HH	เป็นคำสั่งเพื่อให้ทำการ
dddd	เป็นข้อมูลที่กำกับการทำงานของคำสั่ง
*	อักขระที่แสดงว่าหมดข้อมูล
XX	รหัสที่สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของประโยค
CR	อักขระเพื่อปิดประโยค

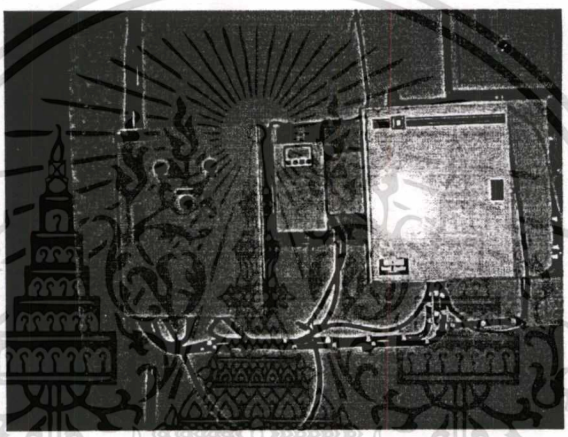
@01WR0123*XX	เครื่องควบคุมส่งข้อมูลไปเพื่อให้เครื่องควบคุมย่อยสั่งการอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายทำงานอันได้แก่ พัดลม เครื่องสูบน้ำ ช่องระบายอากาศ
@01WA0080*XX	เครื่องควบคุมส่งข้อมูลไปเพื่อให้เครื่องควบคุมย่อยสั่งการอุปกรณ์ควบคุมความเข้มแสงสว่างที่ 0 % และ 50% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การประยุกต์ใช้งาน

4.1 การประยุกต์ใช้งานรวมทั้งระบบ

จากการประยุกต์ใช้งานทั้งระบบ ทำได้โดยการติดตั้งตัวควบคุม ติดตั้งระบบปั๊มน้ำและแผงอีแวปอเรเตอร์ และติดตั้งระบบพัดลม ไว้ในโรงเรือน และทำการเดินสายไฟ จากระบบพัดลมและระบบปั๊มน้ำ และ แผงอีแวปอเรเตอร์ มายังเครื่องควบคุม ดังรูปที่ 4.1 และ4.2 จากนั้นทำการโปรแกรมสูตรการจัดการการผลิตดังหัวข้อที่ 4.2



รูปที่ 4.1 แสดงการติดตั้งตัวควบคุม

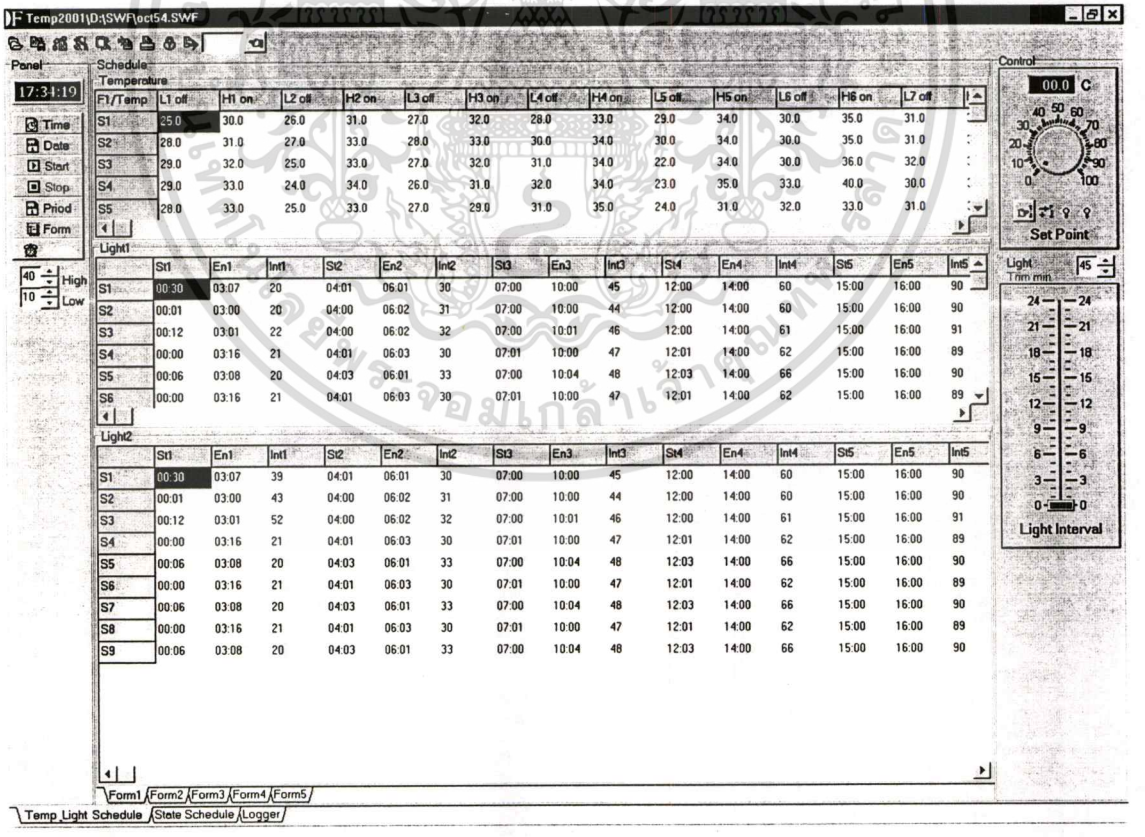
รูปที่ 4.2 แสดงการติดตั้งแผงอีแวปอเรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การโปรแกรมสูตรจัดการผลิต

สูตรการผลิตทั้งหมด มี 5 สูตร และในแต่ละสูตร จะมี 9 สถานะ ในการโปรแกรมสูตรจัดการผลิตสามารถทำได้ดังนี้

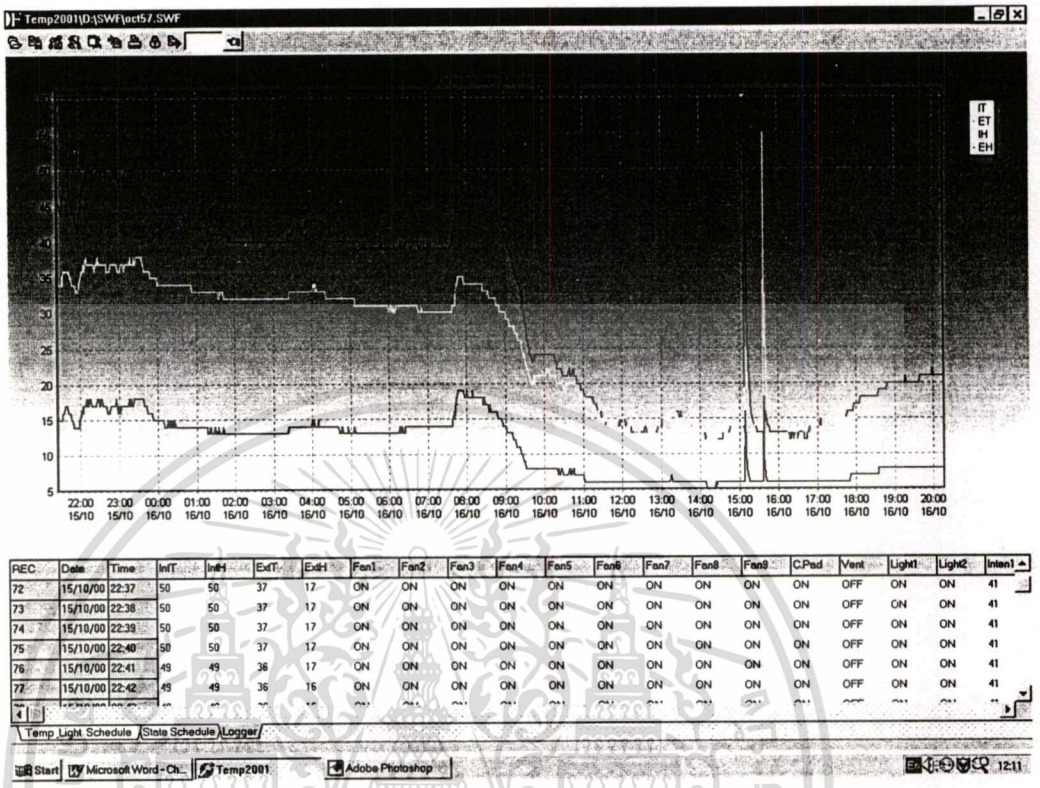
- S หมายถึงสถานะ
- L off หมายถึงอุณหภูมิต่ำสุดที่พัดลมดับ
- H on หมายถึงอุณหภูมิสูงสุดที่พัดลมติด
- CPL หมายถึงสถานะที่ระบบอีแวปอเรเตอร์ทำงานที่อุณหภูมิต่ำสุด
- CPH หมายถึงสถานะที่ระบบอีแวปอเรเตอร์ทำงานที่อุณหภูมิสูงสุด
- VENT on หมายสภาวะที่เราต้องการระบายความชื้นออก
- VENT off หมายสภาวะที่เราไม่ต้องการระบายความชื้นออก
- HUM low หมายถึงความชื้นต่ำสุด
- HUM off หมายถึงความชื้นสูงสุด
- Light หมายถึงแสงสว่างที่เราต้องการ



รูปที่ 4.3 แสดงการโปรแกรมสูตรจัดการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การเฝ้ามองสถานะและบันทึกผล



รูปที่ 4.4 แสดงการเฝ้ามองสถานะและบันทึกผล

4.4 ผลการทดลอง

เนื่องจากระบบควบคุมที่ออกแบบมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ เมื่อนำไปใช้ในงานเลี้ยงไก่แล้วทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และใช้ระยะเวลา ในการเลี้ยงสั้นลง และจำนวน ไก่ที่เลี้ยงตาย น้อยลงทำ ให้ต้นทุนในการไก่ผลิตต่ำ เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

เครื่องควบคุม ที่ได้ออกแบบและ พัฒนาขึ้นมานี้สามารถใช้ ในงานควบคุม การเลี้ยงสัตว์ ได้เหมือน เครื่องควบคุมที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ทั่ว ๆ ไปที่มีขาย ตามท้องตลาด ในปัจจุบันนี้ แต่มีราคาถูกว่า หลายเท่าตัว ซึ่ง เกษตรกร ลายเล็ก ๆ และขนาดกลาง และใหญ่สามารถใช้ได้ อีกทั้งยังเป็นการช่วยเพิ่มผลผลิต ให้กับเกษตรกร และช่วยลดระยะเวลา และแรงงานในการผลิตสัตว์ นอกจากนี้ยังเป็นการ ประหยัดเงิน ไม่ให้สูญเสียออกนอก ประเทศ ได้อีกทางหนึ่ง . และยังทำ ให้ความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของระบบการผลิตสัตว์ ด้วยเครื่องควบคุมการผลิตทำให้ได้ผลผลิตดีขึ้น เมื่อเทียบกับระบบการผลิตแบบเดิม

อย่างไรก็ดี เครื่องควบคุมที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นมานี้ สามารถ ใช้ในงานการผลิตสัตว์ ที่มีความสลับซับซ้อนในการผลิตนั้น อาจจะต้องเพิ่ม อุปกรณ์ต่อพ่วงเพื่อช่วยให้การทำงาน มีประสิทธิภาพมากขึ้น แนวทางการพัฒนา สามารถ นำเครื่องควบคุมที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้ ไปประยุกต์ใช้งานในการปลูกพืช ที่ต้องการอุณหภูมิต่ำ และความชื้นสูง เช่น กล้วยไม้ หรือ พัก ผลไม้ จากต่างประเทศ ได้ และนอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ โรงงานอุตสาหกรรม หรือควบคุมเครื่องจักร ในโรงงานอุตสาหกรรมได้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คงจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และต้องการจะทำการศึกษา วิจัยเกี่ยวกับเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงเรือนปศุสัตว์ และคาดว่าเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงเรือนปศุสัตว์ที่ได้ออกแบบ และ พัฒนาสร้างขึ้นมานี้จะเป็นประโยชน์ ต่อวงงานการเกษตร และงานอุตสาหกรรมของประเทศต่อไปในอนาคต

5.2 ปัญหาที่พบในการทำวิจัย

ปัญหาที่พบในการทำวิจัยคือ

1.ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์เนื่อง จากมีราคาสูงและหาซื้อได้ยาก

2.โรงเรือนที่ใช้ทดสอบความถูกต้องของเครื่องควบคุมที่สร้างขึ้นมานั้นหาได้ยากและจึงต้องทำการจำรองโรงเรือนขึ้นมาเพื่อใช้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนา

งานวิจัยนี้ สามารถพัฒนาเครื่องควบคุมที่ได้ออกแบบขึ้นมานั้นใช้การ ผลิตสัตว์ที่มีความสลับซับซ้อนในการผลิตนั้น อาจต้องเพิ่ม อุปกรณ์ต่อพ่วงเพื่อช่วยให้การทำงาน มีประสิทธิภาพมากขึ้น

แนวทางการพัฒนา สามารถนำเครื่องคาบคุมที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้ ไปประยุกต์ใช้งานในการปลูกพืช ที่ต้องการอุณหภูมิต่ำ และความชื้นสูง เช่น กล้วยไม้ หรือ พัก ผลไม้ จากต่าง ประเทศ ได้ และนอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรม หรือควบคุมเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมปศุสัตว์., การเลี้ยงไก่ลูกผสมและการจัดการด้านสุขภาพสัตว์ปีก., พิมพ์ครั้งที่ 2จำนวน 3000 เล่ม., โรงพิมพ์สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

[2] กรมปศุสัตว์., "การตรวจมาตรฐานฟาร์มไก่เนื้อ".

[3] อาวุธ ตันโช., การผลิตสัตว์ปีก., กรุงเทพฯ., สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง., 2540.

[4] อภิชัย รัตนวราหะ. ไก่พื้นเมือง. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2543. กรุงเทพฯ., สำนักพิมพ์มติชน

[5] โฆษิต เที่ยงทองกุล., ไก่บ้านแก้จน., กรุงเทพฯ., สำนักพิมพ์มติชน. 2542

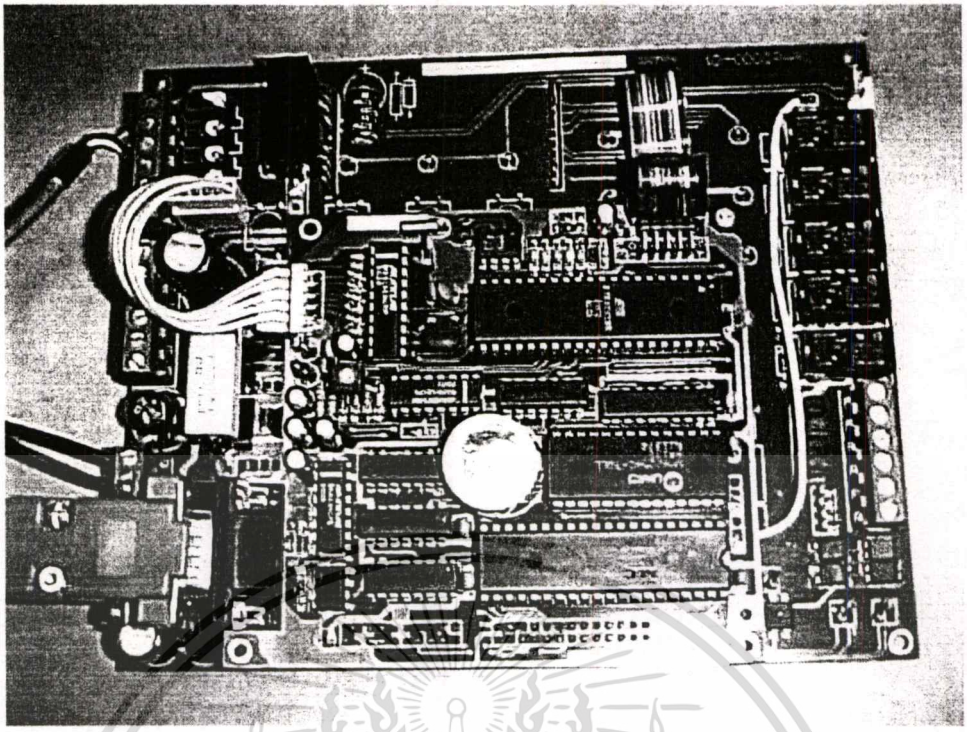
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

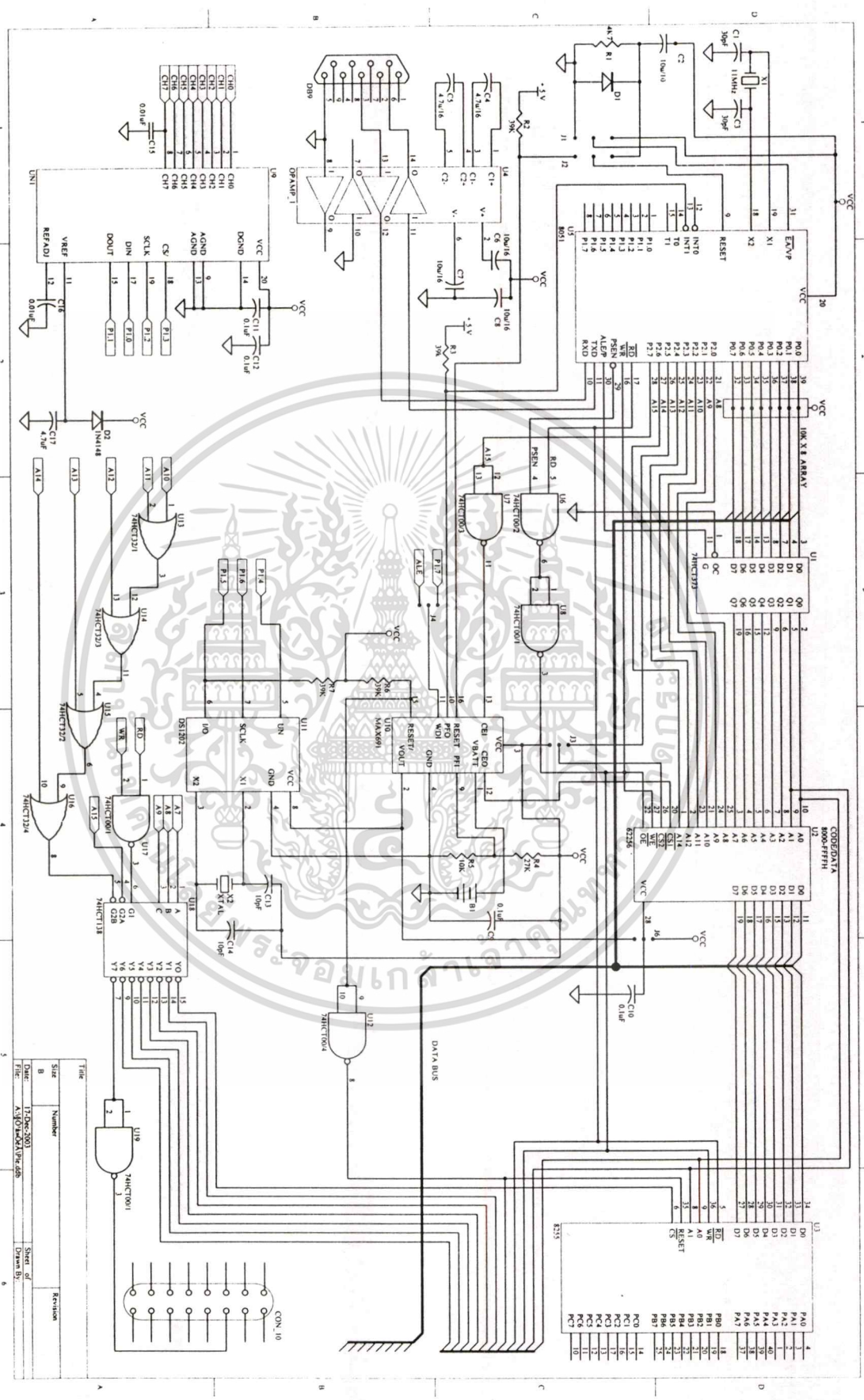
ภาคผนวก ก
เครื่องควบคุมหลักที่ใช้ในการควบคุม
วงจรเครื่องควบคุมหลัก
เครื่องควบคุมย่อย
อุปกรณ์ตรวจวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

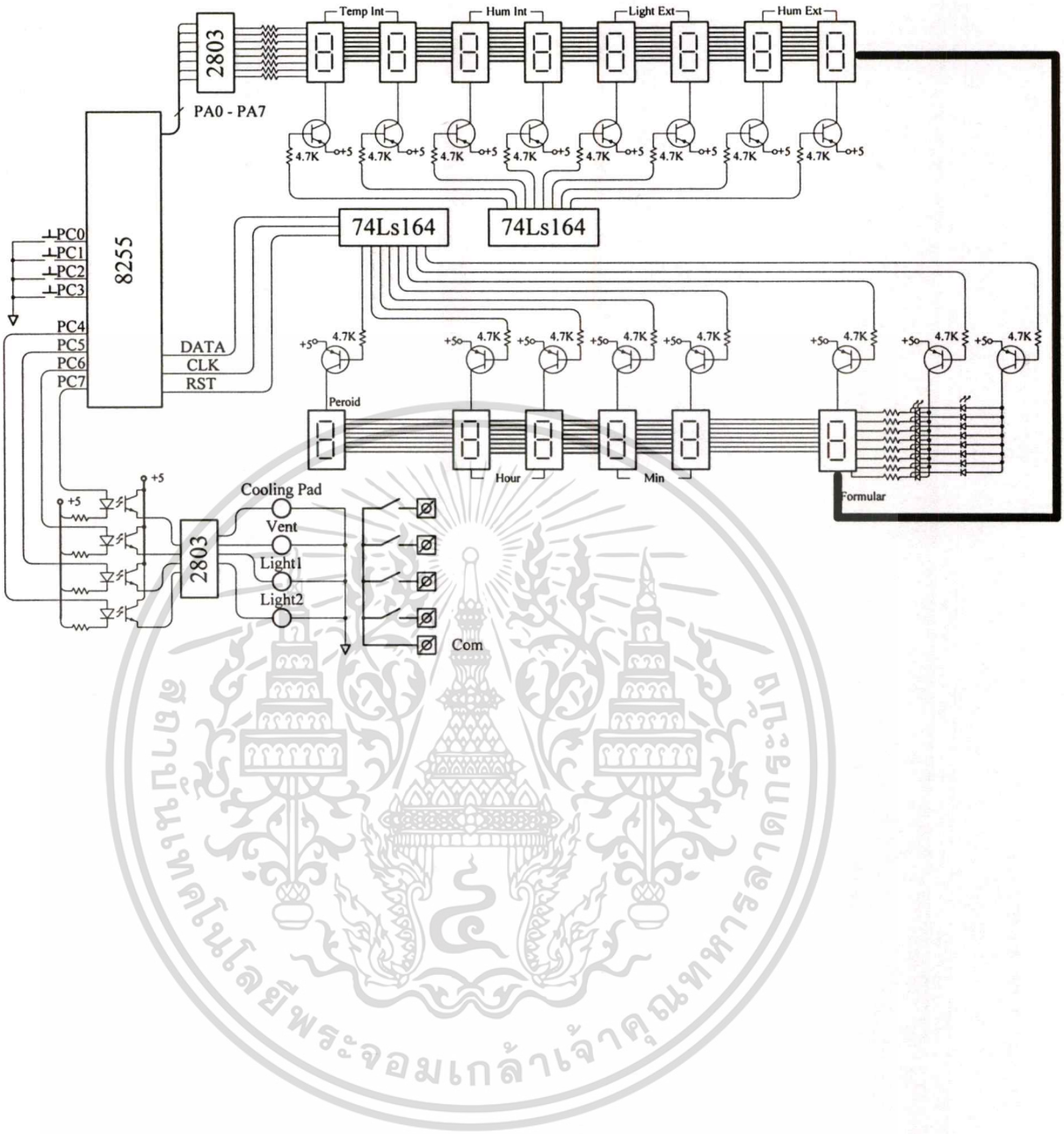


เครื่องควบคุมหลักที่ใช้ในการควบคุม

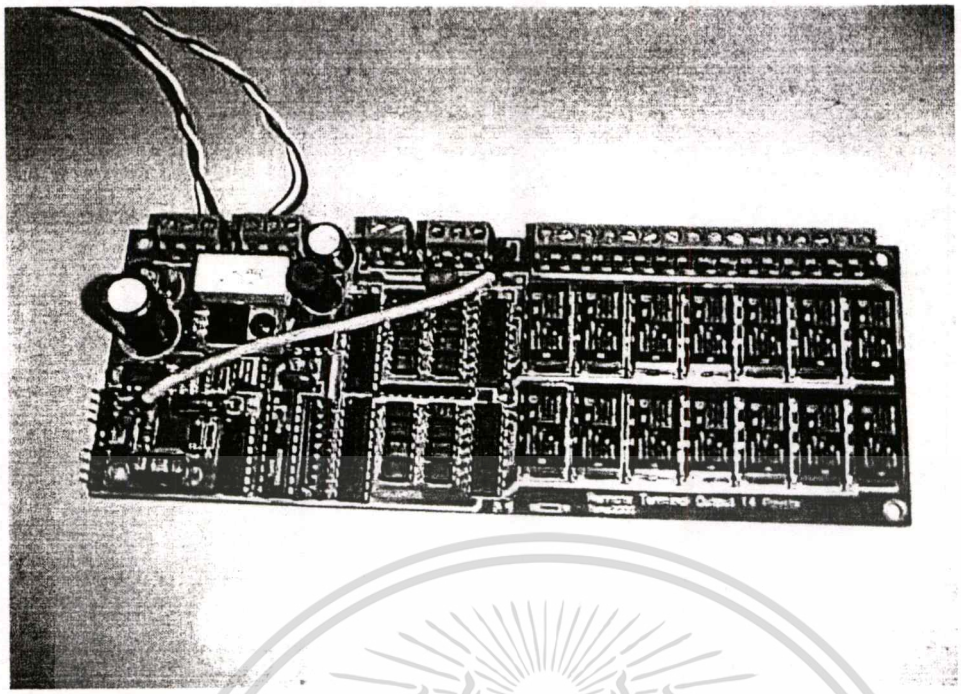
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



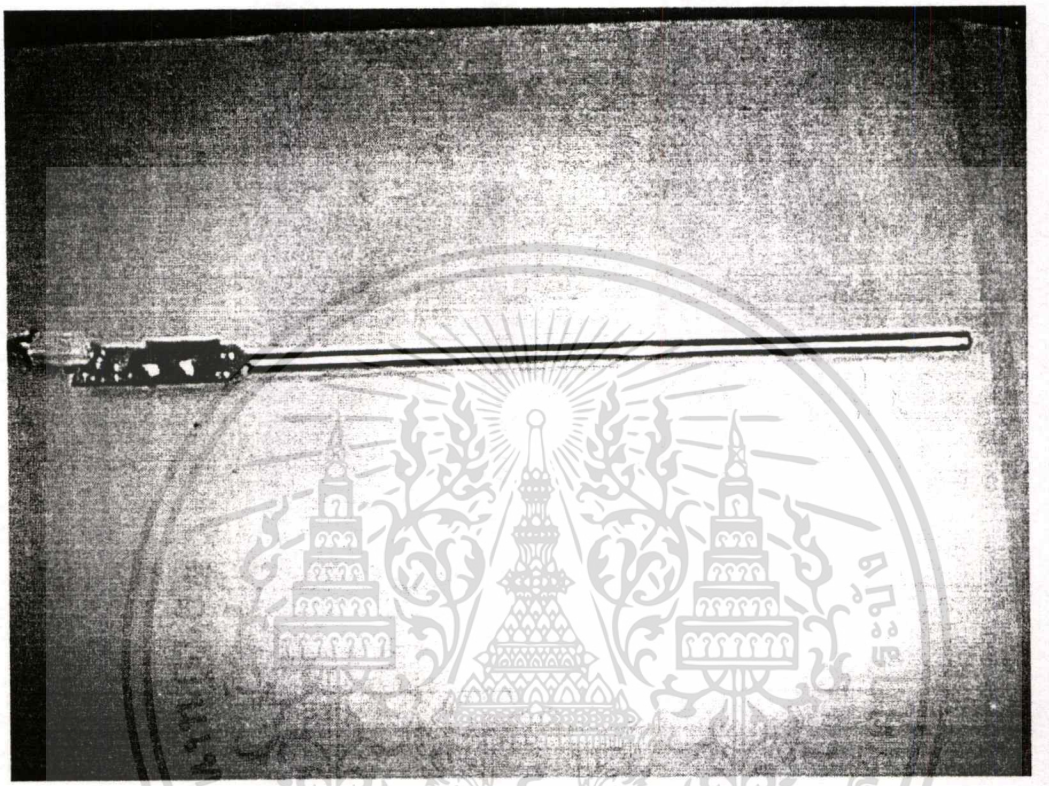
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เครื่องควบคุมย่อย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์และได้รับการตีพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Proceedings of the 3rd
Asian Control Conference
July 4-7,2000,Shanghai

Design of the PLC networks Using Remote I/O module Applications for A multi group of machine

T. Suesut*, P. Rerngruen*, V. Tipsuwanporn*, S. Kulphanich* and S. Chuenarom**
*Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand
(E-mail:kstaweep@kmitl.ac.th)
**Faculty of Engineering, South-East Asia University,Bangkok 10160,Thailand

Abstract

In this paper, a design of the programmable logic controller (PLC) with network system using remote I/O module is presented. To distribute the control points with a long distance and different location of machine are developed. The communication and controlling on the network should have the same protocol and are interfaced through RS 485. The maximum of 32 remote I/O module can be linked to one controller. Each remote I/O is programmed for interrupt request to controller independently. Therefore, there is no affect to the scan time of the controller. Using this technique, the PLC can be efficiently applied to the several hundred meters different control points such as the ON-OFF control for a multi group of machine control.

1. Introduction

A programmable logic controller (PLC) is widely used in the industrial control system. The developments of PLC are to expand the control points, to develop the instruction programming to be easily used, and more intelligence, to develop the interfacing with the other system and to develop the controlling with long distance. This paper presents a technique to expand the input/output (I/O) of the PLC using the remote I/O module. Typically, there are many methods to expand the control points such as the parallel bus connection with I/O expansion module, additional of the controller numbers. But there is limitation in distance in the control task and difficult to centralize control in both methods. Generally, the communication between the controller and the remote I/O module is the polling method. The controller has to polled data with every module.

A technique to designs the PLC in this paper is used by some concept of fieldbus technique. The remote I/O module which is connected to the PLC by the serial communication of the IEC fieldbus RS485 standard [1]. The communication media is the twisted pair with the several hundred meters for each remote I/O module. Each remote I/O module consists of 16-bit digital input and 16-bit digital output, and the maximum of 32 remote I/O modules can be linked to one controller. This means that the maximum control points 512 points are arranged. Furthermore, this technique has the interrupt instruction in the PLC. Each remote I/O module is programmed for interrupt by this instruction. Therefore, the scan-time of the controller is not effected.

The automatic control system in industries have many kinds of field device (e.g. sensor, actuators), and many kinds of process control. The fieldbus concept needed to combine the signals from many kinds of the process control equipment to be the same signal by digital communication [1], [2], [3].
The traditional communication standard known as 4-20mAdc [2] (e.g. transmitter, I/P transmitter). This standard provides for point-to-point connection which consists of all information exchanged between field and control devices in both directions. The great number of field devices being used require a lot of cables. This is the problem in installation and maintenance and the documentation work as well.

The fieldbus concept is basically a digital communication, which is capable of interconnecting field devices with control system in any process control environment. The fieldbus communication architecture in the term of node will be used to refer to a field device. The fieldbus devices have wide varieties of field devices. There are simple devices such as the limit switches, relays, single-contact device and dumb actuators; the simple intelligent devices such as the transmitters, the receivers; the intelligent actuators; smart sensors; the complex devices such as the programmable controllers, PID and other loop controllers, etc. The fieldbus supervisor is the central controller that takes the total responsibility for initializing the bus, establishing what devices are attached to it and monitoring its activities. The fieldbus system are currently available in the market several venders. But none of them used an international standard, and only the IEC/ISA fieldbus communication system that is in the final stage of standardization [2].

2. Network System Configurations

The system consists of the PLC to be used as the fieldbus supervisor and the remote I/O module as the fieldbus device. The fieldbus device and fieldbus supervisor are connected through the twisted pair in form of the bus topology. Each remote I/O module has the unit number in order to identify the fieldbus device. Fig. 1 shows the connecting between the PLC and the remote I/O module. The unit number can be set from the dip switch which run from the unit 00 to unit 31. The unit number must have the different number.

ห้องสมุดเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

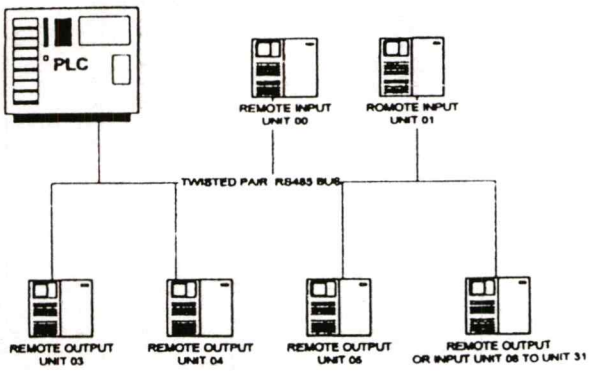


Fig. 1. The connecting between the PLC and the remote I/O modules.

3. Hardware design

In Fig.2, shows the PLC that used microprocessor No. Z84c11 [4] as the Central Processing Unit (CPU). The PLC consists of opto-isolated 24 inputs and 12 outputs The sequential operation control program and the special function, such as shift register, can be written down to PLC through build in keyboard. The PLC has the build-in serial port RS485 to expand the control points by remote I/O module. The programming language being used is the Ladder Diagram instruction. The monitoring function which used to observe the status of the PLC operation is also included. Fig. 3 shows the remote I/O module that used the microcontroller MCS-51 as the CPU for manages the digital communication, such as the protocol and the interfacing with I/O port. The input output port is protected from the outside electrical signal by the opto–isolator.

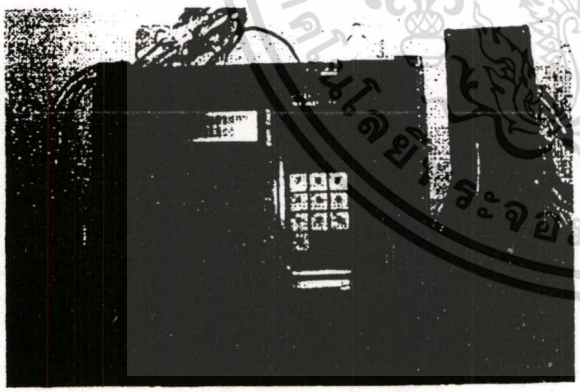


Fig. 2. The programmable logic controller (PLC).

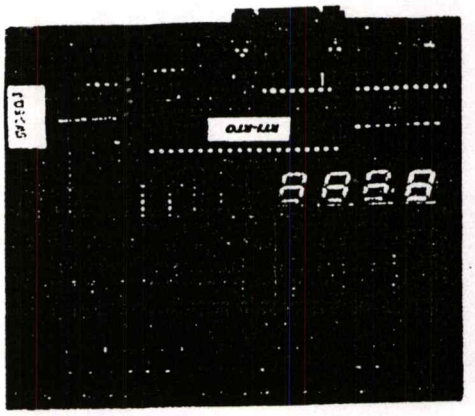


Fig. 3. The remote I/O module.

4. The protocol design

The controller and the remote I/O module use the same protocol. When the controller is programmed to request the data from the remote I/O module, the controller has to send the command block through all of the fieldbus devices. Then the remote I/O module which be requested will send back the response block immediately. Fig. 4 shows the block format.

@	Unit Number	Header	Data	*	FCS	[CR]

Fig. 4. The block formats.

The meaning of each section in the block format is explained in the Table 1 and Table 2, respectively.

@	Start block character
Unit Number	Node number refer to field devices (00 - 31)
Header	Command code (ASCII Code 2 characters) **RD** : Read data from input module **WR** : Write data to output module **MD** : Module Description to check modules which are connected. (The type of modules)
Data	Information message (ASCII Code 2 - 4 character) **RD** : None information. **WR** : The hexadecimal code data instead of the binary 16 bits **MD** : None information.
*	Close block character.
FCS	Frame Check Sequence to recheck data by XOR each of character and compared the result of XOR calculated between source and destination. The result has to match.
[CR]	Carriage Return code

Table 1. Command block.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

@	Start block character
Unit Number	Node number refer to field devices (00 - 31)
Header	Response code (ASCII Code 2 characters) **RD** : Return Data from Input module to the PLC. **MD** : Module Description is the type of module.
Data	Information massage (ASCII Code 2 - 4 character) **RD** : The hex code data instead the binary 16 bits. **MD** : 00 : Output module. 01: Input module. **ER** : 00: Over range character. 01: Format error 02: Unknown command. 04: Execute error.
*	Close block character.
FCS	Frame Check Sequence to recheck data by XOR each of character and compared the result of XOR calculated between source and destination. The result has to match.
[CR]	Carriage Return code

Table 2. Response block.

5. Operation of the Instructions

The instruction used the ladder diagram programming in order to send or receive the information with the remote I/O module. The ladder diagram programming is named as RDI is the instruction to read data from remote I/O and WRO is the instruction to write data to remote I/O. This ladder instruction is controlled by the interrupt request control relay. If the condition of the interrupt request control relay is logical "1" then the controller will create and send block command to read or write data depend on the program requested. Therefore the controller not necessary to communicate with the unconcerned remote I/O module. In this case, the scan time of the controller is not effected. Moreover, adding or removing of the remote I/O module can be done independently. The flowchart of the WRO and RDI instruction is shown in Fig. 5.

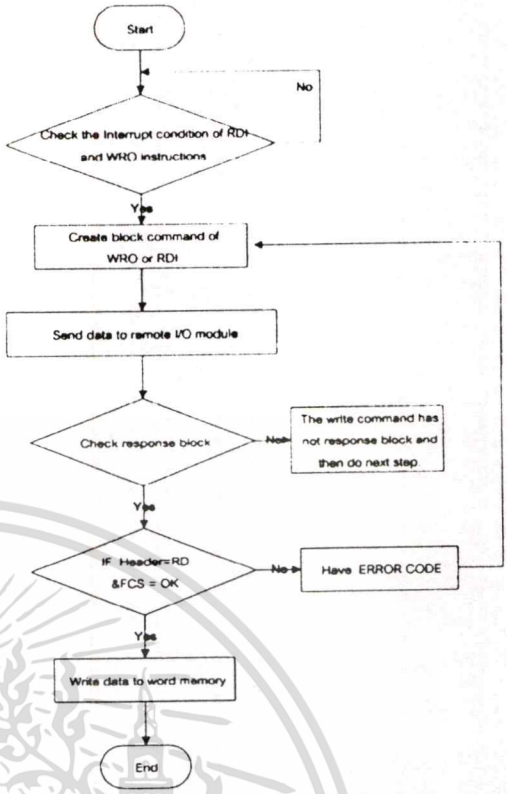


Fig. 5. The flowchart of the WRO and RDI instruction.

When the remote I/O module received the command block, the remote I/O, which is defined by unit number, will send the response block to the PLC. If there is any error occur, the write command will send only the response block to the PLC. The PLC will check the header and the FCS calculations from the read command response block if the error was not found, and the PLC will write data to the word memory.

RDI instruction (FUN70)

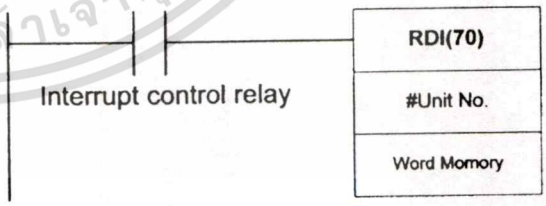


Fig. 6. The RDI ladder instruction.

In Fig. 6, the RDI instruction is the function number 70 in the ladder instruction of this PLC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WRO instruction (FUN71)

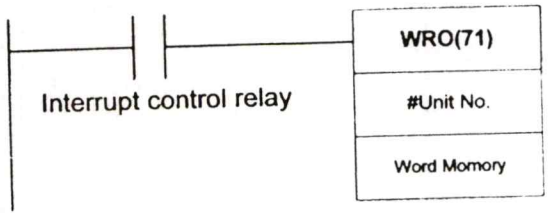


Fig. 7. The WRO ladder instruction.

In Fig. 7, the WRO instruction is the function number 71 in the ladder instruction of this PLC. Both instructions have to determine the unit number of the remote I/O module, which requested information. The WD is the word memory in the controller as hexadecimal code for 16-bit binary system. The data from the remote I/O should have temporary storage area in the word memory, which is determined. Therefore, the remote I/O memory is considered as the PLC memory. There are many kinds of word memories in the PLC such as Internal Relay (IR), Holding Relay (HR), and Data Memory (DM), respectively.

6. Implementation

This system can be applied to the multi groups' ON-OFF control with long distance (maximum distance 4,000 feet at 100 kbps data transmission rate). In this experiment the 9,600 bps data transmission rate with 200 meters distance is used. The case study model consists of the main conveyer and subs conveyer A, B, C, respectively. The products are moved by the main conveyer and are detected by sensor1, sensor2 and sensor3. If the product is identified for arranging to sub-conveyerA, the cylinder1 will move out to turn the product to the sub-conveyerA. So the interrupt control relay which control the operation of remote input number 00 and remote output number 01 will operate by the condition of timer for 20 seconds.

Therefore, the controller dose not necessary to update data of the other remote input/output module every scan-time.

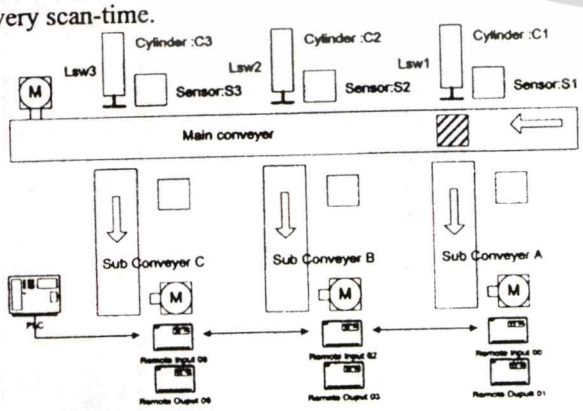


Fig. 8. The application example.

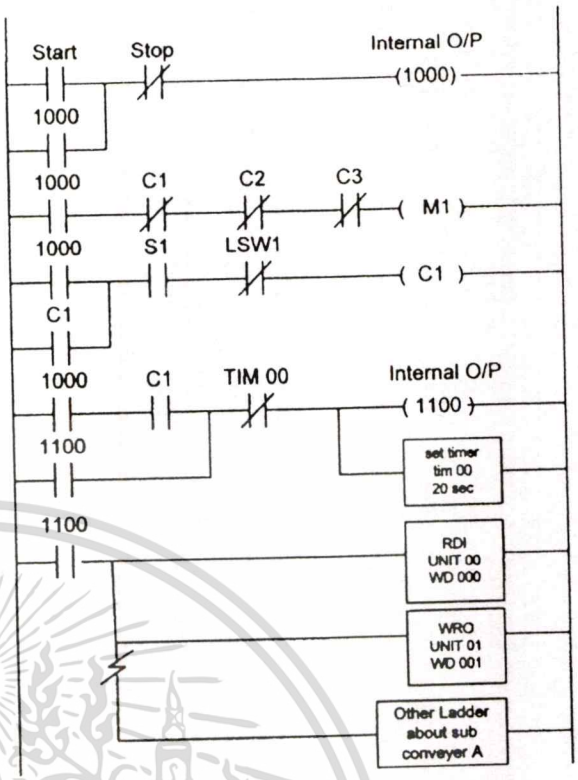


Fig. 9. The ladder program.

7. Conclusions

The paper shows the technique to design the PLC system in order to expand the input and output with the remote I/O module. This PLC system can be used to control many devices with long distance as same as the fieldbus technique. The instruction being designed in this PLC is very elastics and suitable for the ladder diagram programming. The PLC can be efficiently applied to the ON-OFF control.

References

[1] F. Russo, L. Capetta, M. Giraudi, P. Leviti, O.Mirabella and S.Cavalieri, "The Fieldbus IEC: A concise Overview," *Proceedings International Conference on Automation held in BIAS'96*, Milan, Italy, pp.182-198, Nov. 26-28, 1996.

[2] M.G. Rodd and F Deravi, *Communication Systems for Industrial Automation, Prentic Hall International, UK.*, 1989.

[3] J.D. Decotignie and P. Pleinevaux, "Time Critical Communication Network: FieldBus," IEEE Network, vol.2, No.3, May 1998.

[4] Zilog Intelligent Peripheral Controllers Databook.

[5] J.R Jordan, *Serial network field instrumentation, Chichster, Johnwiley and Sons*, 1995.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CCECE 2001 CCGÉI

Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering

Congrès Canadien en Génie Électrique et Informatique

Paper Index

Author Index

Keyword Search

Welcome to CCECE

About this CD

About CCECE

Organized by the Sections of the Central Canada Council of IEEE Canada.

SPONSORS of CCECE 2001

IEEE Catalog Number 01TH855C

ISBN: 0-7803-6716-2

Copyright ©2001 IEEE

Technology for the Millennium

Technologié pour le Millenairé

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Return to Index

DESIGN OF PLC NETWORKS USING REMOTE I/O MODULE BASED ON CONTROLLER AREA NETWORK

P. Roengruen, T.Suesut, V.Tipsuwanporn, V. Kongratana and S.Kulphanich

Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok Thailand
Tel(662)-326-7346-7 ext 102 E-mail : ktvittay@kmitl.ac.th

ABSTRACT

In this paper, the design of the networks system through CAN bus is presented. To distribute the control points with a long distance and different located for the application to on – off electrical equipment by the remote I/O module. The controlling and communication between the PLC and the remote I/O modules are used by the CAN bus serial communication. In this paper, the experiment has been set up the maximum of 32 remote I/O modules. Each remote I/Os are linked to host PLC programmed for handling a interrupt request from any remote I/O independently. Therefore, the scanning time of the controller not effects. By using this technique, the controller(PLC) can be efficiently applied to the several hundred meters

1. INTRODUCTION

A programmable logic controller is widely used in the industrial control system. The development id proposed to expand the control points, develop the instruction set for easier programming to more intelligence, the interfacing with the other system , the controlling with long distance.

Controller Area Network (CAN) is a well-known bus technology in industrial communication system. Two versions of CAN differing in the size of the identifier exist that consist of CAN 2.0A with an 11-bit identifier and CAN 2.0B with a 29 bit identifier. This paper focuses of CAN 2.0A providing a sufficient number of identifiers for design PLC with low cost network.

The communication media used a twisted pair with the several hundred meters for each remote I/O modules. Each of remote I/O modules consists of 16-bit digital input and 16-bit digital output, and the maximum of 32 remote I/O modules can be linked to host PLC mean that the maximum control points are of 512 points.

The automatic control systems in industries have many kinds of field device (e.g. sensor, actuators), and many kinds of process control. The fieldbus concept needed to combine the signals from many kinds of the process control equipment to be the same signal by digital communication.

The traditional communication standards know as 4-20mAdc (e.g. transmitter, I/P transmitter). This standard provides for point-to-point connection, which consists of all information exchanged between field and control devices in both directions. The great number of field devices being used requires a lot of cables. This is the problem in installation and maintenance and the documentation work as well.

The fieldbus concept is basically a digital communication, which is capable of interconnection field devices with control system in any process control environment. The fieldbus communication architecture in the term of node will be used to refer to a field device. The fieldbus devices have wide varieties of field devices. There are simple devices such as the limit switches, relays, single-contact device and dumb actuators, smart sensor, the complex devices such as the programmable controllers, PID and loop controllers, etc. The fieldbus supervisor is the central controller that takes the total responsibility for initializing the bus, establishing what devices are attached to it and monitoring its activities.

In the past, incompatible vendor-specific fieldbus were frequently used. Many fieldbus systems today are open standard system. The user is no longer tied to individual vendors and is able to select the best and most economical product from a wide variety of products. Today, all leading manufacturers of automation technology offer fieldbus interfaces for their devices. That is why the fieldbus systems present very dynamically growing branch of science and development directly applied in industry. These technologies are developed and administrated by user organizations (CAN in Automation, Open DeviceNet Vendor Association [8], Fieldbus Foundation[1,3], Profibus International[2,5] etc.).

The popularity of CAN is due to its ease of use, to its extremely high efficiency and reliability and to the low costs of CAN implementations. Therefore, in this paper focuses on the Controller Area Network to design the PLC network.

CCECE/CCGEI 2001 0-7803-6715-4/01/$10.00 ©2001 IEEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. CONTROLLER AREA NETWORK

Electronic units began to equip vehicles in the early '80s. Gradually, they increased the need for real-time communications with in a vehicle. However, adding more dedicated signal lines soon became impossible because of cost, reliability and repair problems.(The total length of cables in some high-end European cars released in the late '80s was estimated to be over 2 km!) To fulfill this sharp need for multiplexed communication, the "Robert Bosch GmbH" company designed the CAN network. Although specifically conceived for the automotive industry, it is widely used in automation mainly due to the low price of CAN communication solutions.

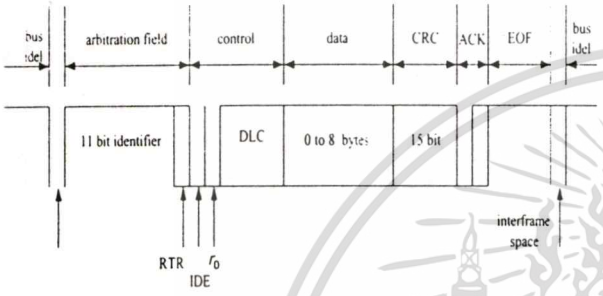


Fig.1 Format of a CAN telegram.

CAN is a broadcast bus, with priority-base access to the medium and non-destructive collision resolution: when two or more nodes try simultaneously to transmit a message, the lowest priority frames lose the contention. But, the highest priority message successfully destination without being destroyed by the collision. Nodes do not possess an address, and none of them play a preponderant role in the protocol. A message contains and identifier, unique to the whole system, that serves two purposes:1 assigning a priority for the transmission (the lower the numerical value, the greater the priority) and 2 allowing message filtering upon reception. Data, possibly segmented in several frames, may be transmitted periodically, sporadically or on-demand. A minimal, CAN communication profile has a three-layered architecture: a physical layer, a Data-Link Layer (DLL) and an application layer. The DLL is implanted in an electronic component called a CAN-Controller.

The ISO standards 11519-2 and 11898 on define the physical layer and the DLL. However, standard proposals have been made for the application layer (CAN Application Layer, or CAL) or for complete profiles based on the two normalized layers (Smart Distributed Systems, of SDS, DeviceNet)

Due to the medium access technique (Priority-based Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection), the maximum data rate that can be achieved essentially depends on the bus' length. For example, the maximum data rate for 30 and 500 meter buses are respectively 1Mbit/sec and 100kbit/sec [6].

2.1 Format of a CAN telegram

The CAN message format that uses 11-bit identifiers (2.0 A format); however, an extended CAN format (2.0 B format) also exits that uses 29-bit identifiers instead. CAN controllers supporting the extended format will in general also work with the standard format communication using 11-bit identifiers although the reverse is not always true. Some devices supporting purely the standard format will be able to tolerate other devices transmitting CAN frames using the extended format (2.0B passive devices) and function correctly.

A message in the standard format begins with the start bit or start of frame (SOF). This is followed by the arbitration field which contains the identifier of the CAN telegram and is used to arbitrate access to the bus . Also part of the arbitration field is the RTR bit (remote transmission request) which indicates whether the frame is a request frame (without any data , this type of message is used to trigger a transmission by another node) or a data frame.

The control field contains the IDE bit (identifier extension), which indicates whether the frame is a standard format frame or an extended one, the r0 bit that is reserved for future extensions and four additional bits containing the length of the data field (data length code). Next comes the data field which can be from zero to eight bytes in length and the CRC field that contains a 15-bit code that is used to check frame integrity.

The acknowledge(ACK) field comprises an ACK slot bit and an ACK delimiter bit. The ACK slot is transmitted as a recessive bit (a bit with a value of 1) and receivers that retrieve the message correctly (regardless of whether the message is meant for the controller or not) overwrite this field with a dominant bit (a bit with a value of 0). The detection of this dominant bit by the transmitter means that the message was accepted by at least one node and was therefore error-free.

The end of frame field (EOF) denotes that the frame terminated. Finally, the intermission (Int) space represents the minimum number of bit periods that need to elapse following the frame before another station is allowed to transmit a message. If no other transmissions follow the frame the bus remains in its bus idle state.

2.2 CAN hardware mechanisms

Two basic mechanisms exist for integrating CAN in to a product. For existing products a standalone CAN controller can be interfaced to the same micro controller using the external address and data bus. For new products

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a different microcontroller with integrated CAN interface can be used. The two are shown in Fig.2.

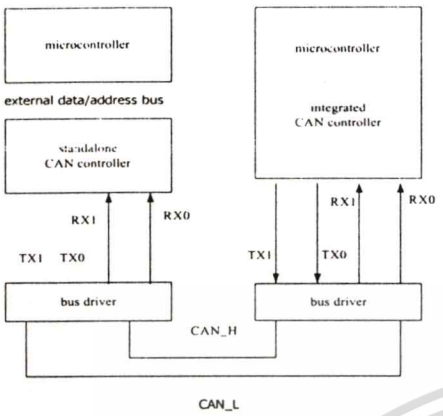


Fig.2.Variant of CAN hardware.

3. NETWORK SYSTEM CONFIGURATIONS

The system consists of the PLC to be used as the fieldbus supervisor and the remote I/O module as the fieldbus device. The fieldbus device and fieldbus supervisor are connected through the twisted pair inform of bus topology by CAN bus. Each remote I/O module has the unit number in order to set the identifier on CAN protocol. The unit number can be set from the dipswitches, which run from unit 00 to unit 31 the lowest value of unit number is the highest priority so that user can select the priority of any device. Fig. 3 shows the connecting between the PLC and the remote I/O module.

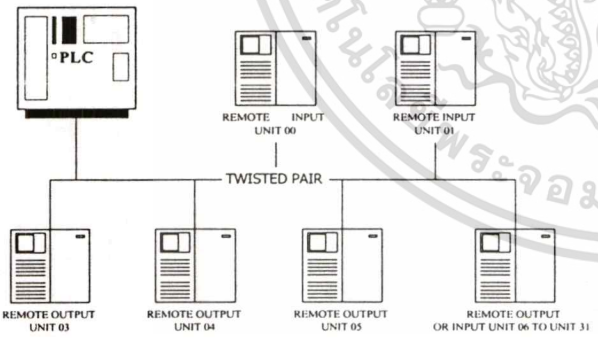


Fig.3 The connecting between the PLC and the remote I/O modules.

4. HARDWARE DESIGN

In Fig 4, shows the PLC that used microprocessor part No. Z84C11[7] as the central Processing Unit (Host CPU). The PLC consists of opto-isolated 24 inputs and 12 output, the sequential operation control program and the special function, such as shift register, can be written down to PLC through build in keyboard. The PLC has the CAN controller part No. DS80C390 (DALLAS semiconductor) [9] and CAN transceiver chips part No. 82C251 (Philips semiconductor) in order to communicate with the remote I/O modules. The programming language being used is the Ladder Diagram instruction. The monitoring function, which used to observe the status of the PLC operation, is also included. The remote I/O module used the similar CAN controller and CAN transceiver. The input output port is protected from the outside electrical signal by the opto-isolator

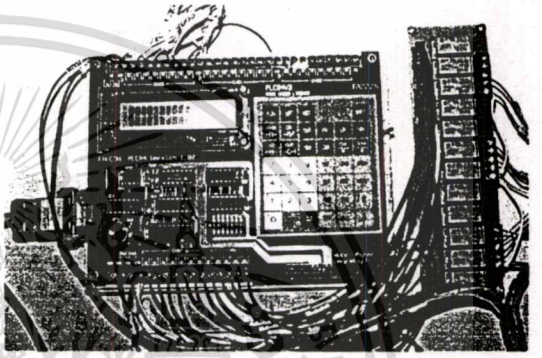


Fig.4. The programmable logic controller(PLC).

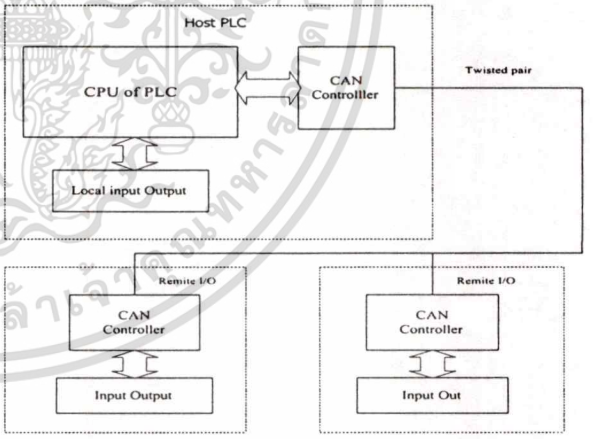


Fig.5. The structure of PLC and remote I/O modules.

5. OPERATION OF THE INSTRUCTIONS

The instruction used the ladder diagram programming in order to send or receive the information with the remote I/O module. The ladder diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

programming is named as RDI is the instruction to read data from remote I/O and WRO is the instruction to write data to remote I/O. This ladder instruction is controlled by the interrupt request control relay. If the condition of the interrupt request control relay is logical "1" then the controller will create and send block command to read or write data depend on the program requested. Therefore the controller not necessary to communicate with the unconcerned remote I/O module. In this case, the scan time of the controller is not effected. Moreover, adding or removing of the remote I/O module can be done independently.

RDI instruction (FUN70)

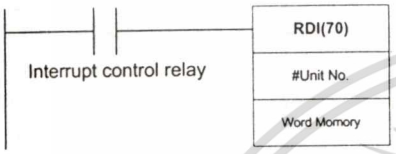


Fig. 6. The RDI ladder instruction.

In Fig. 6, the RDI instruction is the function number 70 in the ladder instruction of this PLC.

WRO instruction (FUN71)

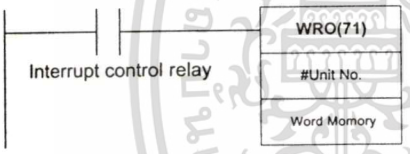


Fig. 7. The WRO ladder instruction.

In Fig. 7, the WRO instruction is the function number 71 in the ladder instruction of this PLC.
Both instructions have to determine the unit number of the remote I/O module, which requested information. The WD is the word memory in the controller as hexadecimal code for 16-bit binary system. The data from the remote I/O should have temporary storage area in the word memory, which is determined. Therefore, the remote I/O memory is considered as the PLC memory. There are many kinds of word memories in the PLC such as Internal Relay (IR), Holding Relay (HR), and Data Memory (DM), respectively.

6. IMPLEMENTATION

In Fig. 8 ,The system can be applied to the multi groups' ON-OFF control with long distance (maximum distance 48 meters at 1Mbps data transmission rate). In this experiment the 100 kbps data transmission rate with 200 meters distance is used. The case study model consists of the main conveyer and subs conveyer A, B, C, respectively. The products are moved by the main conveyer and are detected by sensor1, sensor2 and sensor3. If the product is identified for arranging to sub-conveyerA, the cylinder1 will move out to turn the product to the sub-conveyerA. So the interrupt control relay which control the operation of remote input number 00 and remote output number 01 will operate by the condition of timer for 20 seconds.

Therefore, the controller dose not necessary to update data of the other remote input/output module every scan-time. The ladder programming that show in Fig. 9.

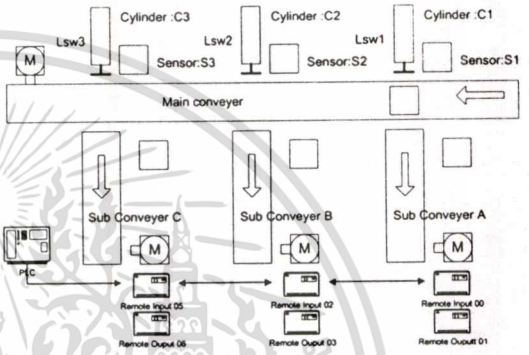


Fig. 8. The application example.

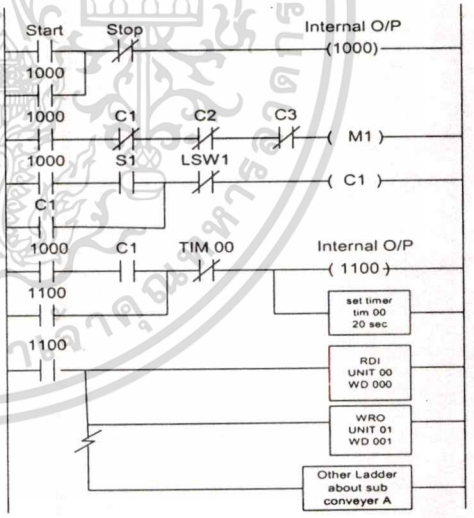


Fig. 9. The ladder program.

7. CONCLUSIONS

The paper shows the technique to design the PLC system in order to expand the input and output with the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

remote I/O module based on CAN bus. This PLC system can be used to control many devices with long distance as same as the fieldbus technique. The instruction being designed in this PLC is very elastics and suitable for the ladder diagram programming. The PLC can be efficiently applied to the ON-OFF control.

8. REFERENCES

[1] F. Russo, L. Capetta, M. Giraudi, P. Leviti, O.Mirabella and S.Cavalieri, "The Fieldbus IEC: A concise Overview," *Proceedings International Conference on Automation held in BIAS'96*, Milan, Italy, pp.182-198, Nov. 26-28, 1996.

[2] M.G. Rodd and F Deravi, "*Communication Systems for Industrial Automation", Prentic Hall International, UK.*, 1989.

[3] J.D. Decotignie and P. Pleinevaux, "Time Critical Communication Network: FieldBus," IEEE Network, vol.2, No.3, May 1998.

[4] Zilog Intelligent Peripheral Controllers Databook.

[5] J.R Jordan, *Serial network field instrumentation, Chichster, Johnwiley and Sons*, 1995.

[6] M.Farsi, K. Ratctiff, Manuel Barbosa, "An overview of Controller Area Network Computing & Control engineering journal" , June 1999.

[7] M.Farsi, "Application of A PLC as a Cell Controller Using a Communication Network", University of Newcastle Upon Tyne, 1996.

[8] Roert Bosch , "CAN Specification 2.0", Part A and B , September 1999.

[9] DS80C390 Dallas Semiconductor Data sheet, Nov. 1999.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายประภาส เริงรื่น เกิดเมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2514 ที่จังหวัดปทุมธานี สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสบัณฑิต (วิศวกรรมการวัดคุม) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2539 และ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (อิเล็กทรอนิกส์) จากมหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ปีการศึกษา 2535

ปี พ.ศ. 2538 เข้าทำงาน ตำแหน่งนายช่างเทคนิกส์ สังกัดภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ถึงปัจจุบัน รับราชการในตำแหน่งอาจารย์ สังกัดหน่วยงานเดิม

ผลงานทางวิชาการ

[1] T. Suest , P. Rerngruen ,V. Tipsuvanporn, S. Kulphanich and S.Chuenarom "Design of the PLC Networks Using Remote I/O module Applications for A multi group of machine," Proceeding of the 3rd Asian control conference , Shanghai , 2000

[2] P. Roengruen , T. Suest , V. Tipsuvanporn, V. Kongratna and S. Kulphanich , "Design of the PLC Networks Using Remote I/O Module Based on Controller Area Network" Canada Conference on Electrical and Computer Engineering, Canada, 2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้