ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องฟักไข่อัตโนมัติ

Hatching Machine

ชื่อนักศึกษา

1. นายกมลศักดิ์	ทิยาว	รหัสประจำตัว	44035433
2. นายณัฐชัย	พิทักษ์อรรณพ	รหัสประจำตัว	44035441
3. นางสาวพรศรี	เปรียบสม	รหัสประจำตัว	44035452
4. นายร่มขวัญ	จักสี	รหัสประจำตัว	44035456

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์โกศล ตราชู

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สุชิน	อาจหาญ	
2. อาจารย์โกศล	ตราชู	
3. อาจารย์ปิยะ	จิตธรรมมาภิรมย์	
4. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	
5. อาจารย์สุรพงษ์	สิริพงศ์ดี	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันอังคารที่ 11 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546 เวลา 16:00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(นายสุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 31 เดือน พ.ค. พ.ศ. 46

<BT4610272>

เครื่องฟักไข่อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องฟักไข่อัตโนมัติ

HATCHING MACHINE

T051068

นายกมลศักดิ์ ทิยาว
นายณัฐชัย พิทักษ์อรรณพ
นางสาวพรศรี เปรียบสม
นายรมขวัญ จักสี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51068
วัน,เดือน,ปี 29 มิ.ย. 2547

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องฟักไข่อัตโนมัติ

Hatching Machine

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการทำงานเครื่องฟักไข่
2. เพื่อออกแบบเครื่องฟักไข่และออกแบบวงจรทำงาน
3. เพื่อสร้างเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ
4. เพื่อทดสอบและแก้ไขข้อบกพร่องในการทำงานของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ
5. เพื่อนำเครื่องฟักไข่อัตโนมัติไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้จากการศึกษาการทำงานของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ
2. ได้วงจรการทำงานของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ
3. ได้เครื่องฟักไข่อัตโนมัติ
4. ได้ผลการทดลองและแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องฟักไข่
5. ได้นำเครื่องฟักไข่ไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องฟักไข่อัตโนมัติ	
นักศึกษา	นายกมลศักดิ์	ทิยาว
	นายณัฐชัย	พิทักษ์อรรณพ
	นางสาวพรศรี	เปรียบสม
	นายร่มขวัญ	จักสี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์โกศล	ตราชู
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ปิยะ	จิตธรรมมาภิรมย์
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการสร้างเครื่องฟักไข่อัตโนมัติซึ่งสามารถฟักไข่ได้ 3 ชนิด คือ ไข่ไก่ ไข่เป็ด ไข่ห่าน เครื่องฟักไข่อัตโนมัตินี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนของการฟักไข่ ซึ่งมีชุดกลับไข่อัตโนมัติ โดยใช้ลิมิตสวิตช์เป็นตัวกำหนดองศาที่ใช้พลิกไข่ และใช้เซนเซอร์เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในการฟักไข่ ส่วนที่สองเป็นส่วนที่ใช้สำหรับแสดง วัน/เดือน/ปี และเวลาในการฟักไข่ ซึ่งเครื่องฟักไข่อัตโนมัตินี้สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรด้านการผลิตสัตว์ปีกได้ และยังได้ศึกษาการทำงานของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Hatching Machine	
Students	Mr. Kamolsak	Tiyao
	Mr. Natthachai	Pitakannop
	Miss Pornsri	Preabsom
	Mr. Romkuan	Jugsi
Advisor	Mr. Koson	Trachu
Co – Advisor	Mr. Piya	Jitthammapirom
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Industrial Instrument Technology	
Academic Year	2003	

ABSTRACT

This thesis presents the Hatching Machine. This machine can hatch 3 types of eggs, chicken's egg, duck's egg and goose's egg. The Hatching Machine is divided into 2 parts. The first part is the hatching part. It has an auto matic eggs mat by using limit switch to control the degree to twist that eggs and used the sensor to control temperature and relative humidity of hatching eggs. The second part is used to show the date, month, year and time for hatching eggs. This Hatching Machine will increase the productivity in terms of agriculture products and poultry's product. From this project they have learned how to invent the hatching machine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์โกศล ตราชู อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์ คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมทั้งคำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	X
สารบัญรูป	XII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.3 การคัดเลือกไข่ฟัก	4
2.3.1 ขนาดและน้ำหนักของไข่	4
2.3.2 รูปร่างของไข่	5
2.3.3 คุณภาพของเปลือกไข่	6
2.3.4 คุณภาพภายในฟองไข่	6
2.3.5 สีของเปลือกไข่	6
2.4 การรักษาคุณภาพของไข่ฟัก	7
2.5 การรักษาคุณภาพของไข่ฟักในโรงเรือนไก่ผสมพันธุ์	7
2.5.1 วัสดุรองรังไข่	7
2.5.2 การเก็บไข่จากรังไข่	8
2.5.3 ภาชนะบรรจุไข่	8
2.6 การเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำเข้าตู้ฟักไข่	9
2.6.1 การฆ่าเชื้อโรคบนฟองไข่	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.7 อุณหภูมิในห้องเก็บไข่	11
2.8 ความชื้นในห้องเก็บไข่	12
2.9 ระยะเวลาในการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำไข่เข้าฟัก	12
2.10 การวางไข่และการกลับไข่ในห้องเก็บไข่	13
2.11 การขนส่งไข่ฟัก	14
2.12 ปัจจัยที่สำคัญในการฟักไข่	14
2.13 ปัจจัยต่าง ๆ ในตู้ฟักไข่ที่มีความสำคัญในการฟักไข่	14
2.13.1 อุณหภูมิ	14
2.13.2 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการฟักตัวของลูกไก่ระยะต่างๆ	16
2.13.3 ความทนทานต่อความเย็นของตัวอ่อน	17
2.13.4 ความต้านทานต่อความร้อนสูงเกินไปของตัวอ่อน	17
2.13.5 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินในโรงฟักไข่	18
2.13.6 การตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ในตู้ฟักไข่	18
2.13.7 ความชื้น	19
2.13.8 ความชื้นในช่วง 18 วันแรกของการฟักไข่	20
2.13.9 ความชื้นในช่วงวันที่ 19 ถึง 20 ของการฟักไข่	20
2.14 การสูญเสียน้ำหนักของไข่ฟักระหว่างการฟักไข่	20
2.15 อากาศในตู้ฟัก	22
2.15.1 ออกซิเจนในตู้ฟักไข่	22
2.15.2 คาร์บอนไดออกไซด์ในตู้ฟักไข่	23
2.16 การวางไข่ในตู้ฟักไข่และการกลับไข่ฟัก	25
2.16.1 การกลับไข่	26
2.16.2 การแยกตู้ฟักและตู้เกิด	28
2.17 การส่องไข่	29
2.18 ความดันของอากาศในตู้ฟักไข่	29
2.19 ปัจจัยอื่น ๆ	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.19.1 การฟักไข่ของแม่ไก่	31
2.19.2 ภูมิอากาศ	31
2.19.3 เสียง	31
2.19.4 แสงสว่าง	31
2.19.5 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาในการฟัก	32
2.20 การฟักไข่และตู้ฟักไข่	33
2.20.1 การฟักไข่โดยใช้แม่ไก่ฟักตามธรรมชาติ	33
2.20.2 การคัดเลือกและการเตรียมแม่ไก่ฟัก	34
2.20.3 การเตรียมรังฟักไข่	34
2.20.4 การฟักไข่โดยแม่ไก่ตามธรรมชาติ	35
2.20.5 การฟักไข่โดยไม่ใช้แม่ไก่ฟัก	35
2.20.6 วิวัฒนาการของการฟักไข่	35
2.20.7 การฟักไข่แบบอียิปต์	36
2.21 การฟักไข่ในปัจจุบัน	37
2.21.1 ตู้ฟักไข่ในปัจจุบัน	38
2.21.2 ชนิดของตู้ฟักไข่ในปัจจุบัน	38
2.21.3 ตู้ฟักไข่แบบถาดไข่ชั้นเดียว	38
2.21.4 ตู้ฟักไข่ขนาดใหญ่	39
2.21.5 ตู้ฟักไข่แบบห้องฟักไข่	40
2.22 อุปกรณ์ต่างๆ ของตู้ฟักไข่ในสมัยปัจจุบัน	42
2.22.1 อุปกรณ์ให้ความร้อนในตู้ฟักไข่	42
2.22.2 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิในตู้ฟักไข่	42
2.22.3 อุปกรณ์ทำความชื้นและการควบคุมความชื้นในตู้ฟักไข่	47
2.22.4 การระบายอากาศและอุปกรณ์ควบคุมการระบายอากาศในตู้ฟักไข่	50
2.22.5 อุปกรณ์กลับไข่ในตู้ฟักไข่	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	52
3.1 กล่าวนำ	52
3.2 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	53
3.2.1 การออกแบบและการสร้าง	53
3.2.2 การทำงาน	53
3.3 วงจรควบคุม	54
3.3.1 การออกแบบและการสร้าง	54
3.3.2 การทำงาน	55
3.4 วงจรสร้างฐานเวลา	55
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	55
3.4.2 การทำงาน	55
3.5 วงจรแสดงผล	56
3.5.1 การออกแบบและการสร้าง	56
3.5.2 การทำงาน	57
3.6 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น	58
3.6.1 การออกแบบและการสร้าง	58
3.7 วงจรขับมอเตอร์	59
3.7.1 การออกแบบและการสร้าง	59
3.7.2 การทำงาน	59
3.8 โครงสร้างของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ	60
3.8.1 การออกแบบโครงสร้างของตู้	60
3.8.2 ส่วนของชุดโครงสร้างภายนอก	60
3.8.3 ส่วนของโครงสร้างภายใน	61
3.8.4 ส่วนของชุดเก็บวงจรควบคุมและชุดแสดงผล	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	63
4.1 กล่าวนำ	63
4.2 การทดลองส่วนของการแสดงผลเป็น วัน/เดือน/ปี และเวลา	63
4.2.1 การทดลอง	63
4.2.2 ผลการทดลอง	64
4.3 การทดลองส่วนของการแสดงผลจำนวนวันที่เหลือในการฟัก	64
4.3.1 การทดลอง	64
4.3.2 ผลการทดลอง	65
4.4 การทดลองวงจรตรวจวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้น	65
4.4.1. การทดลอง	65
4.4.2 ผลการทดลอง	66
4.5 การทดลองส่วนวงจรขับมอเตอร์	66
4.5.1 การทดลอง	66
4.5.2 ผลการทดลอง	67
4.6 บันทึกผลการทดลองการฟักไข่จากเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ	67
บทที่ 5 บทสรุป	70
5.1 สรุป	70
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	70
5.2.1. สาเหตุของการฟักออกเป็นตัวต่ำและแนวทางแก้ไข	71
5.3 แนวทางการพัฒนา	72
บรรณานุกรม	73
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	74
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	78
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	84
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	88
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ประวัติผู้แต่ง	119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักไข่และน้ำหนักของลูกไก่เมื่อฟักออกเป็นตัว	5
2.2 ผลของไข่ฟักที่มีรูปร่างผิดปกติต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่	5
2.3 ผลของสีเปลือกไข่ของไก่พันธุ์นิวแฮมเชียร์ ต่อการฟักออกเป็นตัว	7
2.4 จำนวนของแบคทีเรียบนเปลือกไข่ของไข่ที่มีอายุต่างกัน	9
2.5 จำนวนของแบคทีเรียบนเปลือกไข่ในสภาพต่างกัน	10
2.6 ผลการใช้ยาฆ่าเชื้อชนิดต่างๆ ต่อการเจริญของแบคทีเรียที่เปลือกไข่ แบคทีเรียในฟองไข่และการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่	11
2.7 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาไข่ฟักต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่	13
2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเปลือกไข่กับการสูญเสียน้ำหนักของฟองไข่ ในช่วง 18 วันแรกของการฟัก (ความชื้นในตู้ฟัก 57%)	21
2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในตู้ฟักขนาดของฟองไข่ และการสูญเสียน้ำหนักจากฟองไข่	21
2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับขนาดของไข่ฟักที่ทำให้ไข่ฟักขนาดต่างๆ สูญเสียน้ำหนักจากฟองไข่ 10.5% ในช่วง 19 วันแรกของการฟัก	22
2.11 ความต้องการออกซิเจนและการขับถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ของไข่ฟัก อายุต่างๆ กันจำนวน 100 ฟอง	24
2.12 ผลของมุมที่ใช้ในการกลับไข่ฟักต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่	27
2.13 ผลของจำนวนครั้งในการกลับไข่ต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่	27
2.14 ผลของการวางไข่และการกลับไข่ต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ และการตายของตัวอ่อนระยะต่าง ๆ	28
2.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง ความดันของอากาศ ปริมาณออกซิเจนในอากาศ	30
2.16 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในตู้ฟักเมื่อทราบอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์	49
4.1 บันทึกผลการทดลองในการฟักไข่ไก่	67
4.2 บันทึกผลการทดลองในการฟักไข่เป็ด	68
4.3 บันทึกผลการทดลองในการฟักไข่ห่าน	69
5.1 การวิเคราะห์สาเหตุของการฟักออกเป็นตัวต่ำ	71
ค.1 รายการอุปกรณ์ของแหล่งจ่ายแรงดัน	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุม	86
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลหกส่วน วัน/เดือน/ปี/เวลา	86
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลสองส่วน	87
ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดขับมอเตอร์	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักไข่ต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่	4
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างผลของอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ต่อการฟักออกเป็นตัวของไข่มีเชื้อ	15
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ต่อระยะเวลาในการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ในตู้ฟักไข่ที่มีอุณหภูมิระหว่าง 96.0° F ถึง 103.5° F	16
2.4 ขนาดของช่องอากาศของไข่ฟักที่มีเชื้อเมื่อระยะเวลาฟักแตกต่างกัน	19
2.5 ผลของความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่	19
2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับออกซิเจนในตู้ฟักต่อ % การฟักออกเป็นตัวของไข่มีเชื้อ	23
2.7 การกลับไข่ฟักในตู้ฟักเป็น 90 องศา	26
2.8 ความสูงจากระดับน้ำทะเลของตู้ฟักไข่กับการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่	30
2.9 ขนาดของรังไข่ที่เหมาะสมสำหรับให้แม่ไก่ฟักไข่ตามธรรมชาติ	34
2.10 ภาพแสดงลักษณะของที่ฟักไข่ของคนจีนโบราณ	36
2.11 โครงสร้างของตู้ฟักไข่แบบถาดไข่ชั้นเดียวโดยใช้ความร้อนจากลมร้อน	38
2.12 โครงสร้างของตู้ฟักไข่แบบถาดไข่ชั้นเดียวโดยใช้ความร้อนจากไฟฟ้า	39
2.13 โรงฟักไข่ที่มีตู้ฟักไข่แบบห้องฟักไข่ 6 ห้อง	40
2.14 ลักษณะการหมุนเวียนอากาศและระบบการจัดการไข่ฟักในห้องฟักไข่	41
2.15 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบกระเปาะโลหะบรรจุอีเทอร์แบบต่างๆ	43
2.16 ลักษณะของอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ แบบกระเปาะโลหะบรรจุอีเทอร์ร่วมกับสวิตซ์ไฟฟ้าแบบปรอท	44
2.17 ลักษณะของเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิ	45
2.18 วงจรไฟฟ้าและการทำงานของอุปกรณ์ให้ความร้อนและอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทควบคุม	46
2.19 ลักษณะเทอร์โมมิเตอร์เปียกและการทำงานของอุปกรณ์ให้ความชื้นและควบคุมความชื้น	48
3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ	52
3.2 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	53
3.3 วงจรควบคุม	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.4 วงจรสร้างฐานเวลา	55
3.5 วงจรภาคแสดงผล	56
3.6 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น	58
3.7 วงจรขับมอเตอร์	59
3.8 ชุดโครงสร้างภายนอกด้านหน้า	60
3.9 โครงสร้างภายใน	61
3.10 ชุดเก็บวงจรควบคุมและชุดแสดงผล	62
4.1 วงจรควบคุมและวงจรแสดงผลเวลา	63
4.2 วงจรนับถอนลง (จำนวนวันที่เหลือในการฟักไข่)	64
4.3 การต่อวงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น	65
4.4 วงจรขับมอเตอร์	66
ก. 1 เครื่องฟักไข่อัตโนมัติ	75
ก. 2 วงจรควบคุม	75
ก. 3 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น	76
ก. 4 ส่วนแสดงวัน/เดือน/ปี และเวลา	76
ก. 5 ส่วนแสดงจำนวนวันที่เหลือในการฟักไข่	77
ข.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	79
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	79
ข.3 การวางอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน	80
ข.4 วงจรแสดงผลแอลอีดีหกหลัก	81
ข.5 การวางอุปกรณ์ของวงจรพิมพ์วงจรแสดงผลแอลอีดีหกหลัก	81
ข.6 วงจรแสดงผลแอลอีดีสองหลัก	82
ข.7 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผลแอลอีดีสองหลัก	82
ข.8 การวางอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแอลอีดีสองหลัก	83
ข.9 วงจรขับมอเตอร์	83
ง.1 ผังงานโปรแกรมหลักการทำงานของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ	89
จ.1 ส่วนประกอบ และปุ่มควบคุมของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเลี้ยงไก่เนื้อ สามารถให้ผลตอบแทนที่ดีและคุ้มค่า แต่อย่างไรก็ตามการเลี้ยงไก่นั้นหากปล่อยให้แม่ไก่ฟักไข่เองตามธรรมชาติ ผลตอบแทนที่ได้รับจะมีปริมาณน้อยมากเนื่องจากการฟักไข่แต่ละครั้งแม่ไก่จะต้องเสียเวลา 18 ถึง 21 วัน และต้องเลี้ยงลูกไก่อีกประมาณ 2 เดือน ทำให้เสียเวลาโดยเฉลี่ยแล้วแม่ไก่จะต้องให้ลูกปีละ 4 ครั้ง ครั้งละประมาณ 10 ตัว แต่ถ้าเปลี่ยนมาใช้เครื่องช่วยฟักหรือตู้ฟักไข่ แม่ไก่จะสามารถให้ไข่ประมาณปีละ 100 ถึง 150 ฟอง หรือให้ลูกไก่ประมาณ 80 ถึง 120 ตัวต่อปี การฟักไข่โดยใช้ตู้ฟักไข่เป็นการเลียนแบบมาจากการฟักไข่ของแม่ไก่ตามธรรมชาติ โดยปกติแม่ไก่จะปรับสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ความชื้น อุณหภูมิ การระบายอากาศ การวางไข่ และการกลับไข่ ให้เหมาะสมที่จะฟัก เพื่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนในไข่จนกระทั่งฟักออกเป็นตัวลูกไก่ที่มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง สามารถมีชีวิตอยู่รอดต่อไปได้

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถฟักไข่ได้ 3 ชนิด คือ ไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่ห่าน
2. สามารถบอกอุณหภูมิเป็นตัวเลขได้
3. สามารถบอกวันเวลาเป็นวันเดือนปีได้ตามกำหนดเวลาในการฟัก
4. สามารถพลิกไข่เองอัตโนมัติ
5. สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้
6. สามารถเตือนว่าถึงกำหนดเวลาที่ทำการตั้งไว้ในการฟักไข่โดยมีไฟเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ รวมถึงขีดความสามารถของโครงงานและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วย ทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับโครงสร้างของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ หลักการทำงานของเครื่องฟักไข่ และการเลือกไข่ที่ใช้สำหรับฟักไข่ เป็นต้น

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับแผนผังการทำงานของโครงงาน ผังอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน เช่น พัดลมกระจายความร้อน ตัววัดอุณหภูมิ และตัววัดความชื้น เป็นต้น ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ

บทที่ 4 ประกอบด้วยการทดลองและผลการทดลองของเครื่องฟักไข่

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางในการพัฒนา

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในการผลิตสัตว์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจต่างๆ ในปัจจุบันนี้สัตว์ปีกโดยเฉพาะอย่างยิ่งไก่เนื้อและไก่ไข่ นับว่าเป็นสัตว์ที่สามารถให้ผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุดแม่ไก่พันธุ์เนื้อเพียงตัวเดียวน้ำหนักประมาณ 2.5 กิโลกรัม สามารถให้ผลผลิตลูกไก่พันธุ์เนื้อได้ถึง 150 ตัว ในระยะเวลา 1 ปี ซึ่งหมายความว่าจะสามารถผลิตเนื้อไก่ได้อย่างน้อย 250 ถึง 300 กิโลกรัม ในระยะเวลา 1 ปี การที่สามารถผลิตเนื้อไก่ได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นนี้ เนื่องจากข้อได้เปรียบทางด้านการสืบพันธุ์ของไก่ เห็นได้ว่าสิ่งที่ช่วยให้การขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนของไก่ ให้มีประสิทธิภาพสูงมากเช่นนี้ คือการฟักไข่โดยใช้ตู้ฟักไข่ การฟักไข่โดยใช้ตู้ฟักไข่แทนการฟักไข่โดยแม่ไก่ทำให้แม่ไก่สามารถที่จะให้ผลผลิตไข่ได้อย่างเต็มที่ โดยที่ไม่ต้องเสียเวลาฟักไข่เอง ถ้าไม่มีการฟักไข่ด้วยตู้ฟักไข่แล้ว ประสิทธิภาพในการผลิตของไก่จะลดลงอย่างมาก เช่น แม่ไก่ 1 ตัว ให้ไข่ครั้งหนึ่งประมาณ 10 ถึง 16 ฟอง ก็ต้องหยุดให้ไข่มาฟักไข่แทนเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ลูกไก่ออกเป็นตัวก็ต้องเลี้ยงลูกไก่ต่อไปอีกประมาณ 6 สัปดาห์ จึงจะเริ่มให้ไข่ใหม่ ฉะนั้นระยะเวลา 3 เดือน แม่ไก่สามารถผลิตลูกไก่ได้ 10 ตัว หรือปีละประมาณ 40 ตัวเท่านั้น

การฟักไข่โดยใช้ตู้ฟักไข่นั้น เป็นขบวนการที่เลียนแบบการฟักไข่โดยแม่ไก่ตามธรรมชาติ โดยต้องปรับสภาพแวดล้อมต่างๆ อาทิเช่น อุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศ การวางไข่ และการกลับไข่ ความดันของอากาศ ฯลฯ ให้เหมาะสมกับความต้องการเพื่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนในฟองไข่ จนกระทั่งฟักออกเป็นตัวลูกไก่ที่มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรงและสามารถมีชีวิตอยู่รอดได้ต่อไป ดังนั้นในการจะฟักไข่ที่ให้ผลดีนั้น จึงจำเป็นที่ต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ความสามารถมากด้วยประสบการณ์ และความละเอียดรอบคอบในการดำเนินการฟักไข่ จึงจะทำให้การฟักไข่ได้ลูกไก่ที่สมบูรณ์และแข็งแรงสามารถเลี้ยงรอดได้สูง

ประเทศไทยในปัจจุบันนี้ เป็นประเทศที่สามารถผลิตไก่ ทั้งไก่เนื้อและไก่ไข่ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง อยู่ในระดับแนวหน้าของประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จนสามารถส่งผลิตผลที่ได้จากไก่ไปจำหน่ายยังประเทศใกล้เคียงได้ จากการรายงานของฝ่ายเศรษฐกิจการผลิตปศุสัตว์ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ในปี พ.ศ. 2545 ประเทศไทยมีแม่ไก่พันธุ์เนื้อ ที่กำลังให้ผลผลิตประมาณ 2,167,000 ตัว ซึ่งสามารถผลิตลูกไก่พันธุ์เนื้อได้ประมาณ 5,000,000 ตัว/สัปดาห์ นอกจากนี้ ไก่แม่พันธุ์ที่เลี้ยงไว้ทดแทน แม่พันธุ์ไก่ที่กำลังให้ผลผลิตอยู่อีกประมาณ 650,000 ตัว อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

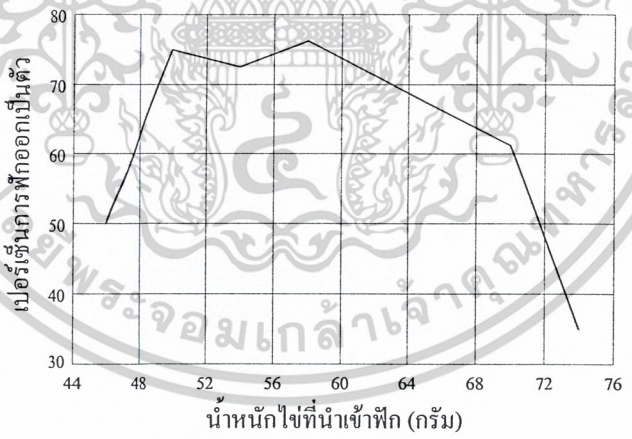
ในการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ของการทำโครงงานเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ ได้ทำการศึกษาเอกสารเป็น 2 หัวข้อใหญ่ๆ คือ ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับไข่และการฟักไข่และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเครื่องฟักไข่

2.3 การคัดเลือกไข่ฟัก

ไข่ที่จะนำเข้าตู้ฟักนั้น นอกจากจะต้องได้จากฝูงไก่ผสมพันธุ์ ที่มั่นใจว่าไข่ฟักนั้น มีความสมบูรณ์สูงแล้ว ยังจะต้องทำการคัดเลือกเอาเฉพาะไข่ที่มีคุณภาพดีเท่านั้น คุณสมบัติของไข่ฟักที่ดีนั้น จะสามารถพิจารณาได้จากลักษณะต่างๆ ได้แก่

2.3.1 ขนาดและน้ำหนักของไข่

ขนาดของไข่ฟักนั้น จะมีผลต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ ไข่ที่มีขนาดใหญ่หรือเล็กกว่าปกติ จะมีการฟักออกเป็นตัวต่ำกว่าไข่ที่มีขนาดปานกลาง ดังนั้นไข่ฟักที่มีขนาดใหญ่ ไข่แฝด และไข่ที่มีขนาดเล็กเกินไป จึงไม่ควรนำเข้าฟัก ไข่ที่มีขนาดเหมาะสมสำหรับนำไปฟัก ควรมีน้ำหนักระหว่าง 50 ถึง 60 กรัม เพราะจะให้ผลการฟักออกเป็นตัวสูง ผลของน้ำหนักไข่ต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่แสดงไว้ในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักไข่ต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้น้ำหนักของไข่นั้น จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับน้ำหนักตัวของลูกไก่ เมื่อฟักออกเป็นตัว ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1 แต่ว่าน้ำหนักตัวของลูกไก่ เมื่อฟักออกเป็นตัวจะไม่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวของไก่เมื่ออายุ 8 สัปดาห์

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักไข่และน้ำหนักของลูกไก่เมื่อฟักออกเป็นตัว

น้ำหนักไข่ฟัก (กรัม)	น้ำหนักลูกไก่ (กรัม)
45 – 49	29.3
50 – 54	32.3
55 – 59	34.6
60 – 64	37.7
65 – 69	41.1

2.3.2 รูปร่างของไข่

ไข่ที่มีรูปร่างผิดปกติต่างๆ จะมีโอกาสฟักออกเป็นตัวต่ำ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ผลของไข่ฟักที่มีรูปร่างผิดปกติต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่

ลักษณะของไข่	% ไข่มีเชื้อ	% การฟักออกเป็นตัวของลูกไก่	
		ไข่มีเชื้อ	ไข่ที่นำเข้าฟัก
ไข่ปกติ	82.3	87.2	71.7
ไข่มีรอยร้าวเล็กน้อย	74.6	53.2	39.7
ไข่ที่มีรูปร่างผิดปกติ	69.1	48.9	33.8
ไข่ที่มีเปลือกไข่เหลว	72.5	47.3	33.4
ไข่ที่ฟองอากาศหลุดลอย	72.3	32.4	23.4
ไข่ที่ฟองอากาศผิดที่	81.1	68.1	53.2
ไข่ที่มีจุดเลือดขนาดใหญ่	78.7	71.5	56.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะรูปร่างของฟองไข่ เป็นลักษณะที่มีความสามารถในการถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ได้สูงมาก มีอัตราทางพันธุกรรมประมาณ 0.6 ดังนั้นไข่ที่มีรูปร่างผิดปกติ จึงไม่สมควรจะนำไปฟักเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจาก จะมีโอกาสฟักออกเป็นตัวต่ำแล้วยังจะเป็นการรักษาลักษณะนี้ไว้ในฝูงไก่อีกด้วย ดังนั้นไข่ที่มีรูปร่างผิดปกติไม่ควรนำเข้าฟัก

2.3.3 คุณภาพของเปลือกไข่

ไข่ที่มีเปลือกคุณภาพต่ำ เช่น เปลือกมีรูพรุนมากเกินไป เปลือกไข่บางไม่แข็งแรงจะมีการฟักออกเป็นตัวต่ำกว่าไข่ที่มีเปลือกหนาและแข็งแรง สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการสูญเสียน้ำออกจากฟองไข่มากกว่าปกติ

ลักษณะคุณภาพเปลือกไข่นี้ จะสามารถถ่ายทอดกันทางกรรมพันธุ์ได้ปานกลาง ซึ่งมีอัตราพันธุกรรมประมาณ 0.25 นอกจากนี้อาหารและสภาพแวดล้อมรอบๆ ก็มีอิทธิพลต่อคุณภาพของเปลือกไข่มากอีกด้วย เช่น ถ้าในอาหารขาดแคลเซียมหรือวิตามินดี จะทำให้ไข่ที่ได้รับเปลือกบางกว่าปกติหรือเลี้ยงไก่ไว้ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง ก็จะทำให้แม่ไก่ให้ไข่ที่เปลือกบางได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ไข่ที่ได้จากแม่ไก่แก่จะมีคุณภาพของเปลือกไข่ต่ำกว่าปกติ

2.3.4 คุณภาพภายในฟองไข่

จากการศึกษาพบว่าไข่ที่มีอัตราส่วนของไข่ขาวต่อไข่แดงเป็น 2:1 จะฟักออกเป็นตัวได้สูงกว่าไข่ที่มีอัตราส่วนสูงหรือต่ำกว่า

สีของไข่แดงก็มีผลต่อการฟักออกเป็นตัวเช่นกัน โดยไข่ที่มีไข่แดงสีอ่อน มีแนวโน้มที่จะมีการฟักออกเป็นตัวต่ำกว่าไข่ที่มีไข่แดงสีเข้ม ซึ่งอาจจะเป็นผลเนื่องมาจาก ไข่ที่มีไข่แดงสีอ่อนนั้นมีวิตามินเอไม่เพียงพอกับความต้องการในการเจริญเติบโตของตัวอ่อน จนฟักออกเป็นตัว

ไข่ที่มีฟองอากาศหลุดลอย ฟองอากาศอยู่ทางด้านแหลม ไข่ที่มีจุดเลือดหรือจุดเนื้อขนาดใหญ่ ก็ล้วนมีผลอย่างมากต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ ซึ่งทำให้การฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ต่ำกว่าปกติ ดังนั้นถ้าตรวจพบไข่ที่มีลักษณะต่างๆ เหล่านี้ควรคัดทิ้งไม่ควรนำเข้าตู้ฟัก

2.3.5 สีของเปลือกไข่

ไก่ที่ให้ไข่เปลือกสีน้ำตาล ถ้าเปลือกไข่มีสีน้ำตาลเข้ม จะมีแนวโน้มว่าจะมีการฟักออกเป็นตัวสูงกว่าไข่ที่มีเปลือกสีน้ำตาลอ่อน แต่สีของเปลือกไข่นี้ ยังไม่ถือว่าเป็นลักษณะที่สำคัญในการใช้คัดเลือกไข่เข้าฟักเท่ากับลักษณะอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผลของความเข้มของสีเปลือกไข่กับการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.3 ดังนั้นในการคัดเลือก จึงควรคัดเลือกไก่ที่ให้เปลือกไข่สีเข้มไว้ทำพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ผลของสีเปลือกไข่ของไก่พันธุ์นิวแฮมเชียร์ ต่อการฟักออกเป็นตัว

สีของเปลือกไข่	จำนวนแม่ไก่ (ตัว)	% ผลผลิตไข่เฉลี่ยในช่วงทำการทดลอง	% การฟักออกเป็นตัว
สีน้ำตาลอ่อน	12	90.8	56.7
สีน้ำตาล	134	95.9	68.3
สีน้ำตาลเข้ม	60	82.1	76.9

2.4 การรักษาคุณภาพของไข่ฟัก

การรักษาคุณภาพของไข่ฟักให้มีคุณภาพดี จนนำไข่ไปเข้าตู้ฟักนั้นเป็นสิ่งสำคัญ ไข่ที่ได้รับความกระทบกระเทือนจากสภาพแวดล้อมต่างๆ น้อยที่สุด ย่อมมีโอกาสที่ฟักออกเป็นตัวได้สูงกว่าไข่ที่ได้รับความกระทบกระเทือน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการจัดการต่อไข่ฟักนั้นอย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันการสูญเสียต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นกับไข่ฟัก

2.5 การรักษาคุณภาพของไข่ฟักในโรงเรือนไก่ผสมพันธุ์

ปกติไข่ที่ได้จากฝูงไก่ผสมพันธุ์ จนกระทั่งนำเข้าตู้ฟักนั้น ควรเป็นไข่ที่สะอาดและไม่ควรมีการแตกหรือร้าวเกิน 1% ถ้าไข่สกปรกหรือมีการแตกร้าวของไข่ฟักสูงกว่านี้ ถือว่ามีปัญหาในการจัดการฟาร์มไก่ผสมพันธุ์ จึงจำเป็นจะต้องหาแนวทางในการแก้ไข ซึ่งจะต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆ ดังนี้

2.5.1 วัสดุรองรังไข่

ไข่จำนวนมากจะมีการแตกร้าวในรังไข่ อันมีสาเหตุจากวัสดุรองรังไข่ไม่เหมาะสม เช่น มีความแข็งแรงมากเกินไปหรือมีวัสดุรองรังไข่น้อยเกินไป วัสดุรองรังไข่นอกจากจะช่วยป้องกันการแตกหรือร้าวของฟองไข่แล้ว ควรมีคุณสมบัติที่ป้องกันไม่ให้ฟองไข่นั้นมีรอยเปื้อนสกปรก ดังนั้นจึงควรเป็นวัสดุที่มีความอ่อนนุ่ม มีความสามารถดูดซับความชื้นได้สูง มีอายุการใช้งานได้ทนทาน ไม่เสื่อมคุณภาพง่าย ไม่เป็นฝุ่น หาซื้อได้ง่าย และมีราคาถูก ซึ่งได้แก่ แกลบ เปลือกถั่วลิสง ชานอ้อย ซังข้าวโพด ฟางข้าว และหญ้าแห้ง เป็นต้น

นอกจากจะต้องหาวัสดุที่รองรังไข่ที่ดีแล้ว อาจจำเป็นที่จะต้องฝึกหัดไก่ ให้เข้าไปไข่ในรังไข่ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ควรนำรังไข่ที่มีวัสดุรองรังไข่ที่ดีแล้วเข้าไปไว้ในโรงเรือนไก่ผสมพันธุ์นั้น ก่อนที่แม่ไก่จะให้ไข่ฟองแรก พยายามรักษาวัสดุรองรังไข่ให้สะอาดอยู่เสมอ รังไข่ที่สกปรกแม่ไก่จะไม่เข้าไปไข่

2. ควรรักษาปริมาณของวัสดุรองพื้นรังไข่ให้เพียงพออยู่เสมอ ถ้าวัสดุรองพื้นยุบตัวลงเหลือปริมาณน้อยเกินไปหรือเก่าเกินไปควรเปลี่ยนใหม่

3. พยายามป้องกันบริเวณมุมเล้าไก่ไม่ให้รกรุงรัง เพราะไก่อาจจะเข้าไปไข่ในบริเวณนั้นได้

4. ควรจัดหารังไข่ให้มีจำนวนเพียงพอต่อจำนวนแม่ไก่ เพราะถ้าหากแม่ไก่เข้าไปไข่ในรังไข่ไม่ได้แม่ไก่จะไข่บนพื้น ตามปกติรังไข่ 1 รังไข่ สำหรับแม่ไก่ 4 ตัว

5. ควรกำจัดไก่ฟักออกจากฝูงไก่ผสมพันธุ์ เพราะไก่นั้นจะเข้าไปฟักในรังไข่ ทำให้ไก่ตัวอื่นๆ เข้าไปไข่ไม่ได้ นอกจากนี้ไก่ฟักจะไม่ให้ไข่ ทำให้สูญเสียอาหารเลี้ยงดูโดยเปล่าประโยชน์ ลักษณะการฟักไข่นี้ สามารถถ่ายทอดได้ทางกรรมพันธุ์ จึงควรคัดออกจากฝูงไก่ด้วย

6. รังไข่ควรมีการระบายอากาศที่ เพื่อทำให้วัสดุรองรังไข่แห้งอยู่เสมอและไม่มีกลิ่นเหม็น

7. ชั้นล่างสุดของรังไข่ ควรอยู่สูงจากพื้นอย่างน้อยประมาณ 70 เซนติเมตร

2.5.2 การเก็บไข่จากรังไข่

ควรที่จะเก็บไข่ออกจากรังไข่ให้บ่อยเท่าที่จะทำได้ การที่ไข่อยู่ในรังไข่ยิ่งนานเท่าไร ก็ยิ่งมีโอกาสที่จะสูญเสียหรือคุณภาพต่ำลงมากขึ้น เช่น ทำให้ไข่มีโอกาสที่จะแตกร้าวมากขึ้นหรือมีไข่ที่สกปรกมากขึ้นเป็นต้น ตามปกติในฟาร์มไก่ผสมพันธุ์นั้น ควรเก็บไข่อย่างน้อยวันละ 4 ครั้ง ถ้าอากาศร้อนการเก็บไข่บ่อยๆ นั้นจะช่วยให้คุณภาพของไข่ฟักดีขึ้น

ในแต่ละวันควรจะเก็บไข่ออกจากรังไข่ให้หมด ไม่ควรทิ้งไข่ไว้ในรังไข่ข้ามคืน เพราะจะทำให้ไข่ฟักมีคุณภาพลดลง ควรปิดรังไข่ในตอนกลางคืน เพื่อป้องกันไม่ให้ไก่เข้าไปนอนในรังไข่ และควรเปิดรังไข่ใหม่ในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น ก่อนที่ไก่จะเริ่มให้ไข่ การที่ปิดรังไข่เวลากลางคืนนี้ช่วยทำให้รังไข่ไม่สกปรกได้เป็นอย่างดี

2.5.3 ภาชนะบรรจุไข่

การใช้ตะกร้าเป็นภาชนะบรรจุไข่ฟักในการเก็บไข่จากรังไข่นั้น ทำให้ไข่ที่อยู่ชั้นล่างๆ ในตะกร้ามีโอกาสกระทบกระเทือนและเกิดการแตกร้าวได้ง่าย นอกจากนั้นเมื่อเก็บไข่ออกมาแล้วยังต้องย้ายไข่จากตะกร้าไปใส่ภาชนะอื่นนั้น จะเป็นการเพิ่มโอกาสให้ไข่แตกร้าว ซึ่งจะทำให้ไข่ฟักได้รับการกระทบเทือนมากขึ้น การใช้ถาดไข่พลาสติกในการเก็บไข่นั้น จะแก้ปัญหาต่างๆ เหล่านี้ได้เป็นอย่างดี

ไข่ที่เก็บจากโรงเรือนผสมพันธุ์มาแล้วนั้น ควรจะมีการนำมาคัดแยกไข่ที่มีขนาดใหญ่ ไข่ที่เล็กผิดปกติ และไข่ที่แตกร้าวออก เพื่อให้เหลือเฉพาะไข่ที่เหมาะสมสำหรับการฟักเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวางไข่ลงในถาดตั้งแต่เก็บจากรังไข่ ควรเอาทางที่มีช่องอากาศ (ด้านป้าน) ไว้ด้านบนเสมอ

2.6 การเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำเข้าตู้ฟักไข่

โรงฟักไข่ต่างๆ จะนำไข่เข้าฟักสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ดังนั้นเมื่อเก็บไข่จากโรงเรือนไก่ผสมพันธุ์แล้ว จึงจำเป็นต้องเก็บรวบรวมไข่ฟักนั้นไว้ ให้มีจำนวนเพียงพอที่จะนำเข้าตู้ฟัก ในช่วงระยะเวลาที่เก็บรักษาไข่ฟักไว้เพื่อรอเข้าฟักนี้ จะมีผลกระทบกระเทือนต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ได้มากถ้าไม่ระมัดระวัง เช่น เก็บไข่ไว้ในที่มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป จะเกิดผลเสียต่อไข่ฟักเหล่านั้น จำเป็นที่ต้องเก็บรักษาไข่ฟักไว้อย่างระมัดระวัง ปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาคุณภาพของไข่ฟักก่อนนำเข้าตู้ฟักได้แก่

2.6.1 การฆ่าเชื้อโรคบนฟองไข่

ไข่ไก่ซึ่งออกมาใหม่ๆ นั้นมักจะมีเชื้อโรคอยู่บนผิวของเปลือกไข่มากมาย เนื่องจากไข่จะเปื้อนสิ่งขับถ่ายต่างๆ ของไก่ เช่น อุจจาระ ปัสสาวะ เป็นต้น เชื้อโรคต่างๆ บนผิวของฟองไข่นั้นจะเจริญขึ้นได้อย่างรวดเร็วหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับความสกปรกของเปลือกไข่ก่อนออกไข่บนผิวฟองไข่จะมีเชื้อโรคอยู่จำนวนหนึ่งอยู่แล้ว จำนวนแบคทีเรียบนผิวของฟองไข่นั้นได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4 และตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.4 จำนวนของแบคทีเรียบนเปลือกไข่ของไข่ที่มีอายุต่างกัน

อายุของไข่	จำนวนแบคทีเรียบนเปลือกไข่ (เซลล์)
ก่อนออกไข่	300 – 500
หลังจากออกไข่ 15 นาที	1,500 – 3,000
หลังจากออกไข่ 1 ชั่วโมง	20,000 – 30,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 จำนวนของแบคทีเรียบนเปลือกไข่ในสภาพต่างกัน

สภาพของไข่	จำนวนแบคทีเรียบนเปลือกไข่ (เซลล์)
สะอาด	3,000 – 3,400
สกปรกเล็กน้อย	25,700 – 28,100
สกปรกมาก	390,000 – 430,000

การล้างทำความสะอาดฟองไข่นั้นไม่ใช่วิธีการลดจำนวนเชื้อโรคบนฟองไข่ แต่จะยิ่งทำให้เชื้อโรค สามารถเข้าทำลายส่วนประกอบภายในของฟองไข่ได้ง่ายขึ้น เนื่องจากการล้างไข่นั้นทำให้ส่วนเปลือกนอกถูกล้างออกไป ทำให้คุณสมบัติในการต่อต้านเชื้อโรค ของเปลือกไข่ลดลงและเชื้อโรคจะแพร่ไปสู่ไข่ฟองอื่นๆ ได้ด้วย แต่ถ้ามีความจำเป็น ก็อาจจะทำได้โดยการเก็บรักษาไข่ไว้ในอุณหภูมิ 65° F เป็นเวลา 8 ถึง 12 ชั่วโมง แล้วนำไข่นั้นไปล้างในน้ำที่มีอุณหภูมิ 110° F แล้วนำไปจุ่มลงในน้ำคลอรีน ที่มีความเข้มข้นของคลอรีน 200 ppm ที่มีอุณหภูมิ 115° F ส่วนน้ำที่ใช้ล้างเสร็จแล้ว ควรทิ้งไปไม่ควรนำกลับมาใช้อีก

ไข่ฟักที่เห็นว่ามีเปลือกสะอาดดีอยู่แล้วนั้น บนเปลือกไข่จะยังมีเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรีย ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ไข่ฟักนั้น ฟักออกเป็นตัวและการมีชีวิตอยู่รอดของลูกไก่ต่ำ เพื่อป้องกันการสูญเสียจากสาเหตุดังกล่าว จึงควรทำการฆ่าทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อนที่จะนำไข่ไปเก็บรักษาไว้ เพื่อเตรียมนำเข้าฟัก

ชนิดของยาที่ใช้ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บนฟองไข่ที่นิยมใช้มี 3 ชนิดคือ

1. ก๊าซฟอร์มัลดีไฮน์ (Formaldehyde gas) โดยใช้ความเข้มข้นของก๊าซ 3 เท่า (3x) เป็นเวลา 20 นาที

2. ควอท์เทอร์นารีแอมโมเนีย (Quaternary ammonia) โดยละลายให้อุ่นๆ ที่ความเข้มข้น 200 ppm พ่นเป็นฝอยลงบนฟองไข่ ควรทำให้เร็วที่สุดหลังจากการเก็บไข่นั้นจากโรงเรือน

3. คลอรีนไดออกไซ (Chlorine dioxide) ใช้สารละลายอุ่นๆ ของ Chlorine dioxide เข้มข้น 80 ppm. พ่นเป็นฝอยลงบนฟองไข่ ควรทำให้เร็วที่สุดหลังจากเก็บไข่นั้นจากโรงเรือน

การใช้ยาฆ่าเชื้อบนฟองไข่นี้ จะได้ผลหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ยา ถ้าฆ่าเชื้อก่อนที่เชื้อจะเข้าไปในฟองไข่ก็จะได้ผลดี นั่นคือจำเป็นจะต้องฆ่าเชื้อให้เร็วที่สุด ภายหลังจากไก่ให้ไข่ออกมา แต่ในทางปฏิบัตินั้น จะทำการเก็บไข่ฟักออกจากรังไข่ทุกๆ 2 ถึง 3 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลานานเช่นนี้เชื้อแบคทีเรียก็จะเข้าไปในฟองไข่บ้างแล้ว ดังนั้นการใช้ยาฆ่าเชื้อที่เปลือกไข่ จึงไม่อาจฆ่าเชื้อโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้หมดสิ้น ผลของการที่ใช้ยาฆ่าเชื้อชนิดต่างๆ ต่อจำนวนแบคทีเรียบนเปลือกไข่ และการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่แสดงไว้ในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ผลการใช้ยาฆ่าเชื้อชนิดต่างๆ ต่อการเจริญของแบคทีเรียที่เปลือกไข่ แบคทีเรียในฟองไข่และการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่

ชนิดยาฆ่าเชื้อ	% การฟักออกเป็นตัว	การเจริญของแบคทีเรียที่เปลือกไข่*	การเจริญของแบคทีเรียในฟองไข่*
ไม่ใช้ยาฆ่าเชื้อ	83.4	4.0	3.8
Formaldehyde gas	83.8	2.0	2.8
Quaternary ammonia	84.2	2.3	2.0
Chlorine dioxide	84.6	1.0	1.0

หมายเหตุ * 1-ต่ำ, 4-สูง

นอกจากการฆ่าเชื้อโรคบนเปลือกไข่แล้ว ก่อนที่จะนำไข่ไปเก็บไว้ในห้องเก็บไข่และก่อนที่จะนำไข่ฟักไปเข้าตู้ฟัก ควรทำการฆ่าเชื้อโรคบนเปลือกไข่อีกครั้งหนึ่งเสียก่อนเสมอ เพื่อผลการฟักออกเป็นตัวที่ดี

ในทางปฏิบัตินั้น จะไม่แนะนำให้ล้างทำความสะอาดเปลือกไข่ฟัก เพราะถ้าทำไม่ถูกวิธีจะเป็นผลเสียต่อการฟักไข่ การทำความสะอาดที่ถูกวิธีควรทำความสะอาดแบบแห้ง โดยใช้กระดาษทรายหยาบถูเปลือกไข่ที่สกปรกๆ ให้เปลือกไข่สะอาดก็สามารถนำเข้าฟักได้ แต่ถ้าไข่สกปรกมากแนะนำให้คัดทิ้งเสีย

2.7 อุณหภูมิในห้องเก็บไข่

ในขณะที่ไข่อยู่ในตัวแม่ไก่ ซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 105° F ตัวอ่อนของไก่ในฟองไข่นั้นก็จะมีการเจริญขึ้นได้ เนื่องจากมีอุณหภูมิสูงเพียงพอ จากการศึกษาพบว่าภายหลังจากการตกไข่เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ไข่ที่ได้รับการผสมจากอสุจิก็จะเริ่มมีการแบ่งเซลล์เจริญขึ้น เมื่อฟองไข่ผ่านมาเชื่อมต่อคัพภะนั้น จะมีเซลล์ 16 เซลล์ เมื่อฟองไข่ผ่านเข้าไปอยู่ในส่วนของมดลูก 4 ชั่วโมง จะมีเซลล์ 256 เซลล์ และเมื่อแม่ไก่ให้ไข่ออกมานั้น ตัวอ่อนจะมีเซลล์อยู่หลายพันเซลล์ ซึ่งสามารถที่จะสังเกตเห็นด้วยตาเปล่าได้ โดยการตอกไข่ออกดู โดยการแบ่งเซลล์จะดำเนินต่อไปเรื่อยๆ ถ้าฟองไข่นั้นมีอุณหภูมิสูงกว่า 75° F แต่ถ้าไข่นั้น มีอุณหภูมิต่ำกว่านี้จะไม่มีการแบ่งเซลล์อีกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าไข่ฟักนั้น มีการแบ่งเซลล์มาก่อนที่จะนำไปเก็บรักษาในห้องเก็บไข่ฟัก ก็ยิ่งจะทำให้ตัวอ่อนมีโอกาสกระทบกระเทือนมากขึ้น และการฟักออกเป็นตัวจะลดลง จึงควรที่จะหาทางนำไข่ฟักเข้ามาเก็บในห้องเก็บไข่ให้เร็วที่สุด

ปกติห้องเก็บไข่ฟักนั้น ควรมีอุณหภูมิประมาณ 50° F ถึง 60° F เพื่อให้แน่ใจว่าไข่นั้นจะไม่มีการแบ่งเซลล์อีกต่อไป จนกว่าจะนำไข่นั้นไปเข้าตู้ฟัก ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่านี้จะทำให้การฟักออกเป็นตัวลดลง

ในกรณีที่ต้องการจะเก็บรักษาไข่ฟักไว้นานเกิน 14 วัน ก็ควรจะเก็บรักษาไข่ไว้ในอุณหภูมิ 51° F จะทำให้การฟักออกเป็นตัวสูงกว่าการเก็บไข่ไว้ที่อุณหภูมิสูงกว่านี้

ข้อควรระวังในการเก็บรักษาไข่ฟักในห้องเก็บไข่คือ ควรจะค่อยๆ ลดอุณหภูมิของฟองไข่นั้นลงทีละน้อย เพราะถ้าอุณหภูมิของไข่ลดลงอย่างรวดเร็วเกินไปก็จะทำให้ตัวอ่อนตายได้ การลดอุณหภูมิจาก 105° F จนถึง 65° F นั้นควรจะใช้เวลาประมาณ 1 วัน

2.8 ความชื้นในห้องเก็บไข่

เมื่อแม่ไก่ไข่ออกมาแล้วไข่ฟองนั้นก็จะมีการสูญเสียน้ำออกจากฟองไข่ตลอดเวลา โดยการระเหยออกทางรูพรุนของเปลือกไข่ การสูญเสียน้ำจากฟองไข่นี้จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณภาพของเปลือกไข่ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงน้ำจะระเหยออกจากฟองไข่ได้ช้า

วัตถุประสงค์ในการเก็บรักษาไข่ฟักคือ การรักษาสภาพต่างๆ ของไข่ฟักให้เหมือนกับไข่ที่ออกใหม่มากที่สุด ดังนั้นจึงควรจะป้องกันไม่ให้มีการระเหยน้ำออกจากฟองไข่ ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นเราทำไม่ได้ เพราะเราต้องทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเก็บไข่สูงถึง 100% ความชื้นในระดับนี้จะทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ต่างๆ มาก ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเก็บไข่ควรจะอยู่ในช่วง 75% ถึง 80% ก็จะทำให้ไข่ฟักออกเป็นตัวดี เป็นที่น่าพอใจและไม่ทำความเสียหายแก่อุปกรณ์อื่นๆ มากนัก

2.9 ระยะเวลาในการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำไข่เข้าฟัก

การนำไข่เข้าฟักให้เร็วที่สุด จะทำให้ไข่ฟักได้รับการกระทบกระเทือนจากสภาพแวดล้อมต่างๆ น้อยและคุณภาพภายในของไข่ดี ทำให้ไข่สามารถฟักออกเป็นตัวได้สูง การเก็บไข่ไว้นอกตู้ฟักนานเกินไปจะทำให้การฟักออกเป็นตัวลดลงตามลำดับ จากการศึกษาทดลองพอที่สรุปได้ว่าการเก็บรักษาไข่ฟักไว้นอกตู้ฟักนานเกิน 4 วัน จะทำให้อัตราการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ลดลงร้อยละ 4% และการฟักออกจะช้ากว่าปกติครึ่งชั่วโมงต่อระยะเวลาเก็บรักษาไข่ฟักที่เพิ่มขึ้น 1 วัน ดังนั้นถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีความจำเป็นก็ไม่ควรเก็บไข่ฟักไว้นานเกิน 4 วัน ในการฟักไข่แบบการค้านั้นจะนำไข่เข้าตู้ฟักสัปดาห์ละ 2 ครั้ง จึงไม่กระทบกระเทือนต่อการออกเป็นตัวของลูกไก่ ผลการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำเข้าตู้ฟักแสดงไว้ในตารางที่ 2.7 อย่างไรก็ตามผลจากการปฏิบัติจริงในโรงฟักไข่ที่ทันสมัย ในปัจจุบันนั้นปรากฏว่า ถ้าเก็บไข่ฟักไว้ในสภาพที่เหมาะสม การฟักออกเป็นตัวของลูกไก่จะไม่ลดลงมากเท่ากับที่แสดงไว้ในตารางดังกล่าว

ตารางที่ 2.7 ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาไข่ฟักต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่

จำนวนวันที่เก็บรักษาไข่ฟัก	% การฟักออกเป็นตัวของไข่มีเชื้อ	ระยะเวลาที่ใช้ในการฟักไข่เพิ่มขึ้น (ชั่วโมง)
1	88	0
4	87	0.7
7	79	1.8
10	68	3.2
13	56	4.6
16	44	6.3
16	30	8.0
22	26	9.7
25	0	11.8

2.10 การวางไข่และการกลับไข่ในห้องเก็บไข่

ในช่วงของการเก็บรักษาไข่ฟักนั้น ถ้าวางไข่ฟักไว้ในถาดไข่ โดยการเอาทางด้านแหลมขึ้นด้านบนนั้น จะทำให้การฟักออกเป็นตัวได้ดีกว่าการวางไข่ โดยการเอาด้านป้านขึ้นด้านบนเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามในโรงฟักไข่ต่างๆ ก็ยังนิยมวางไข่เอาด้านป้านขึ้นซึ่งสะดวกต่อการจัดการมากกว่า

การกลับไข่ในช่วงการเก็บรักษาไข่ฟักถ้าเก็บไข่ไว้ไม่ถึง 7 วัน ไม่จำเป็นต้องกลับไข่ แต่ถ้าจะเก็บไว้นาน ก็จำเป็นต้องกลับไข่โดยการพลิกไข่กลับไปมา ให้แกนของไข่ทำมุม 45° กับแนวดิ่ง และกลับไข่วันละ 2 รั้ง ก็จะทำให้อัตราการฟักออกเป็นตัวสูงขึ้น การกลับไข่ในห้องเก็บไข่ทำได้ง่ายๆ โดยใช้อิฐบล็อกหนุนถาดไข่ด้านหนึ่งสลับไปมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 การขนส่งไข่ฟัก

โรงฟักไข่ ควรมีที่ตั้งอยู่ไม่ห่างจากฟาร์มแม่พันธุ์ไก่มากนัก เพื่อความสะดวกในการขนส่งไข่ฟักจากฟาร์มไปยังโรงฟักไข่ และไข่ฟักจะไม่ได้รับการกระทบกระเทือนมากนัก การขนส่งไข่ฟักไปที่ไกลๆ จะทำให้ไข่นั้นได้รับความกระทบกระเทือน จึงมีโอกาสแตกร้าวและฟองอากาศหลุดลอยได้มากทำให้ผลของการฟักไข่ไม่ดีเท่าที่ควรได้

ในกรณีที่จำเป็นต้องขนส่งไข่ฟักไปยังที่ไกลๆ นั้นจำเป็นต้องบรรจุไข่ฟักลงในหีบห่อที่มิดชิดและสามารถป้องกันการกระทบกระเทือนได้ดี แต่ถ้าหากระยะทางไม่ไกลนักก็สามรถใช้ถาดไข่กระดาษหรือพลาสติกบรรจุไข่ฟักเพื่อขนส่งได้

2.12 ปัจจัยที่สำคัญในการฟักไข่

การเจริญเติบโตของตัวอ่อนในฟองไข่ ไปจนกระทั่งลูกไก่สามารถฟักออกมาเป็นตัวได้นั้น จำเป็นที่จะต้องอาศัยปัจจัยต่างๆ หลายปัจจัยอย่างเพียงพอและเหมาะสมจึงจะได้ผลดี ในปัจจุบันนี้ได้มีการศึกษาสภาพต่างๆ ที่เหมาะสมสำหรับการฟักไข่กันอย่างลึกซึ้ง จนกระทั่งทำให้การฟักไข่ประสบผลสำเร็จได้เป็นอย่างดี จนอาจจะกล่าวได้ว่า การฟักไข่โดยใช้เครื่องฟักไข่ที่ทันสมัยในสมัยปัจจุบันนี้สามารถฟักไข่ได้ผลดีกว่าการฟักไข่โดยแม่ไก่ตามธรรมชาติ

2.13 ปัจจัยต่าง ๆ ในตู้ฟักไข่ที่มีความสำคัญในการฟักไข่

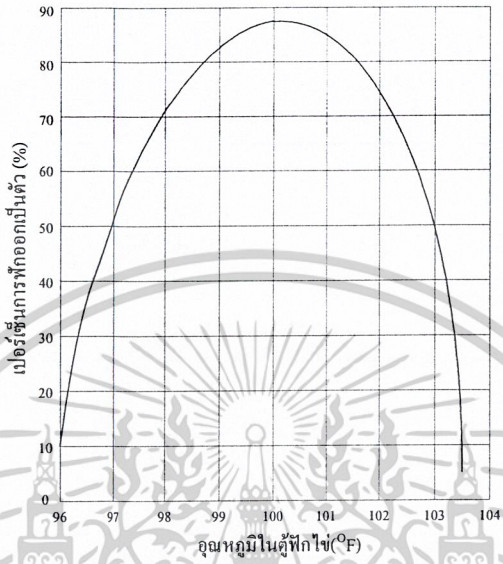
2.13.1 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของการฟักไข่ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญเป็นอันดับแรกของการฟักไข่ ในธรรมชาติแล้วความร้อนที่ใช้ในการฟักไข่นั้น จะได้จากความร้อนที่ผลิตขึ้นในร่างกายของแม่ไก่ แม่ไก่ที่กำลังอยู่ในระยะฟักไข่ จะมีอุณหภูมิร่างกายที่ต่ำกว่าแม่ไก่ปกติเล็กน้อย ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการฟักไข่ในตู้ฟักนั้น ก็ควรจะใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่แม่ไก่ฟักไข่ตามธรรมชาติ

เมื่อนำไข่ที่มีเชื้อเข้าตู้ฟักไข่ ตัวอ่อนของไก่ก็จะเริ่มแบ่งเซลล์เจริญขึ้น และจะเป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาในการฟักไข่ ระยะนี้ถ้าอุณหภูมิไม่เหมาะสมกับการเจริญของตัวอ่อนจะทำให้ตัวอ่อนได้รับการกระทบกระเทือนอย่างมาก จากการศึกษาทดลองทำให้พบว่า ลูกไก่สามารถฟักออกเป็นตัวได้ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 95° F ถึง 104° F แต่ว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการฟักไข่ไก่ในช่วงวันที่ 1 ถึง 18 ของการฟักไข่อยู่ในช่วงระหว่าง 98.6° F ถึง 100° F และวันที่ 19 ถึง 21 ตู้เกิดควรมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 97° F ถึง 99° F ถ้าหากอุณหภูมิในตู้ฟักไข่และตู้เกิดสูงหรือต่ำกว่านี้จะทำให้การฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ไม่ดีเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิในตู้ฟักไข่สูงเกินไป จะมีผลกระทบกระเทือนต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่มากกว่าอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ที่ต่ำเกินไป ผลของอุณหภูมิต่อการฟักไข่แสดงไว้ในรูปที่ 2.2

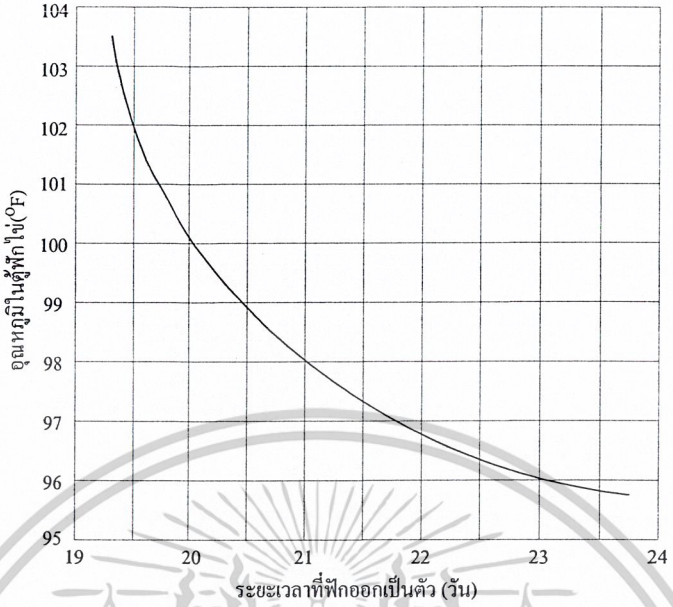


รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างผลของอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ต่อการฟักออกเป็นตัวของไข่มีเชื้อ

สำหรับตู้ฟักไข่ขนาดเล็ก จะไม่มีการหมุนเวียนอากาศ และอุณหภูมิภายในตู้ฟักนั้นจะสูงกว่าอุณหภูมิในตู้ฟักขนาดใหญ่ ที่มีระบบการหมุนเวียนอากาศดีประมาณ 1° F

อุณหภูมิในตู้ฟักไข่ นอกจากมีผลต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่แล้ว ยังมีผลต่อระยะเวลาในการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่อีกด้วย เพราะว่าถ้าอุณหภูมิในตู้ฟักไข่สูงเกินไป ระยะฟักตัวของลูกไก่จะสั้นกว่าปกติ แต่ถ้าในตู้ฟักไข่มีอุณหภูมิต่ำเกินไป ระยะฟักตัวของลูกไก่ก็จะยาวกว่าปกติผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่อระยะเวลาในการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ แสดงไว้ในรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ต่อระยะเวลาในการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ในตู้ฟักไข่ที่มีอุณหภูมิระหว่าง 96.0° F ถึง 103.5° F

2.13.2 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการฟักตัวของลูกไก่ระยะต่างๆ

การเจริญของลูกไก่ภายในฟองไข่นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ ในแต่ละระยะของการเจริญนั้น มีความต้องการอุณหภูมิในการฟักตัวแตกต่างกันพอสรุปได้ดังนี้

ระยะที่ 1 เป็นการเจริญของตัวอ่อน ในขณะที่ไข่ยังอยู่ในร่างกายของแม่ไก่ ในระยะนี้ไข่ไก่ที่ได้รับการผสมจากอสุจิ จะอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมของร่างกายแม่ไก่ ซึ่งจะมีอุณหภูมิประมาณ 105° F ถึง 107° F ตัวอ่อนนั้นก็จะทำการแบ่งเซลล์อยู่ตลอดเวลา เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง เมื่อแม่ไก่ให้ไข่ออกมาแล้ว ถ้าไข่นั้นได้รับการฟักหรืออยู่ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงที่ 70° F ขึ้นไปตัวอ่อนก็จะสามารถเจริญแบ่งเซลล์ได้ต่อไป แต่ถ้าไข่นั้นถูกนำไปเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำกว่า 75° F ไข่นั้นก็จะไม่มีการเจริญแบ่งเซลล์อีกต่อไป อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาไข่ในช่วงนี้ โดยไม่ให้ไข่มีการเจริญแบ่งเซลล์คือ เก็บไข่ไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิ 65° F

ระยะที่ 2 การเจริญของตัวอ่อนในช่วง 18 วันแรกของการฟักไข่ ซึ่งในช่วงนี้อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับตู้ฟักไข่ที่มีระบบการหมุนเวียนอากาศอยู่ในช่วง 99.5° F ถึง 99.75° F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระยะที่ 3 การเจริญของตัวอ่อนในช่วงวันที่ 19 ถึง 21 ของการฟัก ซึ่งระยะนี้ไข่ที่ฟักจะมีความต้องการอุณหภูมิที่ฟักไข่ต่ำกว่าระยะที่ 2 เล็กน้อย โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 97° F ถึง 99° F

เนื่องจากไข่ฟักแต่ละระยะ จะมีความต้องการสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังนั้นตู้ฟักไข่ที่ทันสมัยจึงต้องแยกตู้ฟักไข่และตู้เกิดออกจากกันเป็น 2 ส่วน คือ ตู้ฟักไข่ และตู้เกิดลูกไก่

2.13.3 ความทนทานต่อความเย็นของตัวอ่อน

การฟักไข่โดยแม่ไก่ตามธรรมชาตินั้น แม่ไก่อาจจะออกจากรังที่ฟักไข่วันละหลายๆ ครั้ง เพื่อหาอาหาร ดังนั้นไข่ฟักก็จะมีอุณหภูมิลดต่ำลงด้วย จากการศึกษาพบว่าเหตุการณ์เช่นนี้ ไม่ได้มีผลกระทบกระเทือนต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ และยังพบว่าในการฟักไข่ในตู้ฟักแบบอากาศหมุนเวียน การที่มีช่วงทำให้ไข่ฟักเย็นลงเป็นระยะๆ นั้นจะทำให้การฟักไข่ได้ผลดีขึ้น คือการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่จะสูงขึ้น 2% ถึง 3% (ในทางปฏิบัตินั้นการลดหรือเพิ่มอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ทำได้ยากและมีปัญหามากทำให้ผลดีที่ได้ไม่คุ้มค่าจึงไม่ปฏิบัติกัน) แต่ถ้าไข่ฟักนั้นมีอุณหภูมิลดลงก็จะทำให้การฟักออกเป็นตัวช้าลง และถ้าลดลงถึง 65° F ก็จะเกิดผลเสียหายต่อการฟักไข่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฟักไข่ในช่วงสุดท้าย (วันที่ 19 ถึง 21 ของการฟัก) แม้จะเป็นเพียงระยะเวลาสั้นๆ ก็ตาม

2.13.4 ความต้านทานต่อความร้อนสูงเกินไปของตัวอ่อน

จากการศึกษา ความต้านทานต่อความร้อนสูงเกินไปโดย Thompson และเพื่อนร่วมงานพบว่าไข่ฟักอายุ 16 วัน ถึงแม้ได้รับอุณหภูมิสูง 104° F เป็นเวลานานถึง 24 ชั่วโมง ก็ยังไม่มีผลเสียหายต่อการฟักออกเป็นตัว แต่ถ้าหากว่าได้รับอุณหภูมิสูงถึง 110° F เป็นเวลาเพียง 6 ชั่วโมง เท่านั้น ก็ทำให้การฟักออกเป็นตัวลดลง แต่ถ้าอุณหภูมิสูงถึง 110° F เป็นเวลานานถึง 9 ชั่วโมง ก็มีผลเสียหายต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ ถ้าหากเพิ่มอุณหภูมิให้สูงกว่านี้ เช่น อุณหภูมิสูง 115° F เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรืออุณหภูมิ 120° F เป็นเวลาเพียงแค่ 1 ชั่วโมง เท่านั้นตัวอ่อนของลูกไก่ก็จะตายทั้งหมด สำหรับลูกไก่ที่เกิดมาในสภาพที่ได้รับอุณหภูมิสูงเกินไปนี้จะมีลักษณะพิการมากกว่าปกติ เช่นขาเก ขนอ่อนแข็งไม่ปุยเหมือนลูกไก่ปกติ และเดินโซเซไม่มั่นคงเป็นต้น

จะเห็นได้ว่าไม่ว่าอุณหภูมิในตู้ฟักไข่จะสูงหรือต่ำเกินไป ก็จะมีผลเสียหายต่อการฟักไข่ไม่มากก็น้อย ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องรักษาอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ให้เหมาะสมตลอดระยะฟักไข่จนกระทั่งไข่ฟักออกเป็นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51068

2.13.5 การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินในโรงฟักไข่

ตู้ฟักไข่ที่ทันสมัยในปัจจุบัน จะมีระบบการให้ความร้อนและระบบการทำงานอื่นๆ ด้วยไฟฟ้าดังนั้นถ้าไฟฟ้าดับระบบการทำงานต่างๆ ของตู้ฟักไข่ก็จะหยุดชะงักทันทีและจะเกิดปัญหาอย่างร้ายแรงต่อการฟักไข่ เช่น เมื่อไฟฟ้าดับลงพัดลมในตู้ฟักไข่ซึ่งทำหน้าที่กระจายความร้อนในตู้ฟักไข่ให้สม่ำเสมอนั้นก็จะหยุดทำงาน ทำให้อากาศร้อนในตู้ฟักก็จะลอยตัวขึ้นสูงทำให้ตอนบนของตู้ฟักมีอุณหภูมิสูงขึ้น ไข่ฟักที่อยู่ตอนบนของตู้ฟัก ก็จะได้รับอุณหภูมิสูงเกินไป ขณะที่ไข่ในตู้ฟักส่วนล่างจะได้รับอุณหภูมิต่ำเกินไป ซึ่งก็จะก่อให้เกิดผลเสียต่อการฟักไข่ ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น นอกจากนี้ ระบบการระบายอากาศของตู้ฟักไข่ ก็จะหยุดทำงานด้วย ซึ่งจะทำให้ระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในตู้ฟักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนถึงระดับอันตรายต่อตัวอ่อนได้ ดังนั้นในโรงฟักไข่ทุกโรง จึงจำเป็นต้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินไว้ เพื่อป้องกันเหตุการณ์ดังกล่าวเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ อาจจะต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าปกติไว้ และติดอุปกรณ์อัตโนมัติ เพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน สามารถเดินเครื่องได้เองโดยอัตโนมัติ เมื่อไฟฟ้าเกิดดับ อุปกรณ์ดังกล่าวจะช่วยป้องกันความเสียหายในการฟักไข่ได้เป็นอย่างดี

2.13.6 การตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ในตู้ฟักไข่

อุณหภูมิในตู้ฟักไข่นั้น เป็นปัจจัยที่จำเป็นที่สุดในการฟักไข่ ซึ่งจะต้องมีอุณหภูมิสม่ำเสมอและต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน จนกว่าไข่ที่ฟักนั้นจะฟักออกเป็นตัว อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิภายในของตู้ฟักไข่ก็คือ เทอร์โมมิเตอร์ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของเทอร์โมมิเตอร์ ในตู้ฟักเสมอๆ โดยนำไปเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐาน วิธีการตรวจสอบความแม่นยำของเทอร์โมมิเตอร์ทำได้ดังนี้ นำภาชนะใส่น้ำแล้วอุ่น เพื่อให้อุณหภูมิของน้ำอยู่ประมาณ 100° F นำเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐาน และพวกที่จะตรวจสอบจุ่มแช่ไว้ในน้ำดังกล่าวนั้น แล้วคนน้ำในภาชนะนั้น เพื่อให้มีอุณหภูมิสม่ำเสมอทั่วกัน แล้วทำการตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ที่ต้องการจะตรวจสอบ โดยการนำมาเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานนั้นๆ ตามปกตินั้นอาจจะพบเทอร์โมมิเตอร์ ที่มีลักษณะปรอทแยกจากกัน ทำให้อ่านค่าอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์นั้นได้ไม่ถูกต้อง ซึ่งวิธีการแก้ไขเทอร์โมมิเตอร์ดังกล่าวให้กลับสู่สภาพปกตินั้น สามารถทำได้ 2 วิธี ด้แก่

1. นำเทอร์โมมิเตอร์ตัวนั้น ไปไว้ในช่องทำน้ำแข็งในตู้เย็นเป็นเวลาประมาณ 30 นาที แล้วนำเอาเทอร์โมมิเตอร์ออกมาแล้วทำการสะบัด เพื่อให้ปรอททั้งหมดในเทอร์โมมิเตอร์ ลงไปอยู่ในกระเปาะให้หมดแล้วทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง สักครู่ปรอทก็จะขยายตัวขึ้นมาเองตามท่อโดยที่ไม่มีฟองอากาศแทรกอยู่ระหว่างปรอทอีก

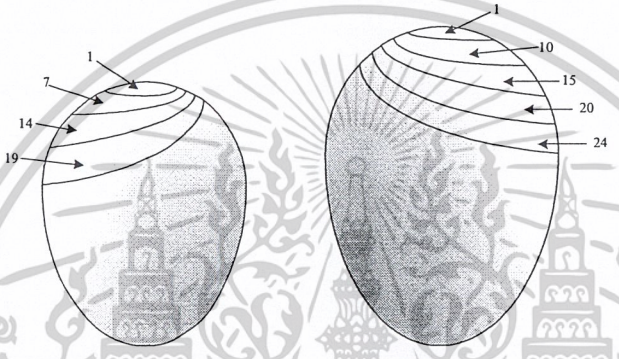
2. นำเทอร์โมมิเตอร์ไปแช่ไว้ในน้ำอุ่น ที่มีอุณหภูมิสูงพอที่จะทำให้ปรอทในเทอร์โมมิเตอร์ขยายตัว จนกระทั่งขึ้นไปถึงกระเปาะด้านบนของเทอร์โมมิเตอร์ แล้วจึงทำการนำเทอร์โมมิเตอร์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

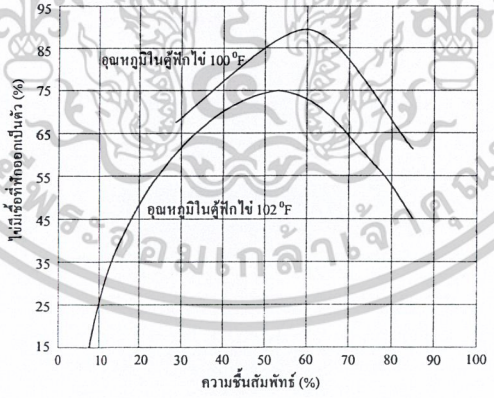
ออกมาสะบัดให้ปรอทลงมาอยู่ในท่อ เนื่องจากอุณหภูมิลดลง วิธีการนี้ควรระวังอย่าให้น้ำร้อนจนเกินไป เพราะถ้าน้ำร้อนเกินไปปรอทจะขยายตัวมาก จนทำให้เทอร์โมมิเตอร์แตกเสียหายได้

2.13.7 ความชื้น (Humidity)

ความชื้นในตู้ฟักไข่นั้น เป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญมากในการฟักไข่ ซึ่งไข่ที่ฟักจะมีการสูญเสียความชื้นออกจากฟองไข่ตลอดเวลา ซึ่งเราก็จะสามารถสังเกตได้ จากขนาดของช่องอากาศในฟองไข่ซึ่งจะมีขนาดขยายใหญ่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และเมื่อฟักไข่ไก่ไปได้ 19 วัน ฟองอากาศก็จะมีปริมาตรประมาณ ½ ของฟองไข่ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ขนาดของช่องอากาศของไข่ฟักที่มีเชื้อเมื่อระยะเวลาฟักแตกต่างกัน



รูปที่ 2.5 ผลของความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นที่เหมาะสำหรับการฟักไข่นั้นแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วง 18 วันแรกของการฟักไข่ ตู้ฟักไข่ควรมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ประมาณ 60% และในช่วง 3 วันสุดท้ายของการฟักไข่ ไข่ฟักจะมีความต้องการความชื้นสูงขึ้นเล็กน้อย ดังนั้นตู้เกิดจึงควรมีความชื้นประมาณ 70% ถึง 75% ถ้าความชื้นในตู้ฟักไข่แต่ละช่วงไม่เหมาะสม จะทำให้การระเหยของน้ำออกจากฟองไข่มากหรือน้อยผิดปกติ ซึ่งทำให้เกิดผลเสียต่อการฟักไข่อย่างมาก ผลของความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่แสดงไว้ในรูปที่ 2.5

2.13.8 ความชื้นในช่วง 18 วันแรกของการฟักไข่

ถ้าความชื้นในตู้ฟักไข่ในช่วง 18 วันแรกของการฟักสูงเกินไป จะทำให้ระยะเวลาในการฟักออกเป็นตัวเร็วกว่าปกติ ลูกไก่ที่ฟักออกมาจะมีขนาดใหญ่โตกว่าปกติ ท้องป่องและนิ่ม สะดือไม่แห้ง น้ำหนักตัวจะมากแต่ลูกไก่ไม่แข็งแรง ถ้าความชื้นต่ำเกินไปลูกไก่จะฟักออกเป็นตัวช้ากว่าปกติ ลูกไก่ที่ฟักออกมีขนาดตัวเล็กและแห้ง ซึ่งจะสามารถสังเกตได้จากส่วนของหน้าแข้ง ซึ่งจะแห้งและขนาดเล็กกว่าปกติ น้ำหนักตัวจะน้อยและลูกไก่ไม่แข็งแรงเช่นเดียวกัน

2.13.9 ความชื้นในช่วงวันที่ 19 ถึง 20 ของการฟักไข่

ความชื้นของตู้ฟักไข่ในช่วงนี้ จะมีความสำคัญต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่เป็นอย่างยิ่ง ถ้ามีความชื้นพอเหมาะ ลูกไก่ก็จะเจาะเปลือกไข่ และออกจากเปลือกไข่ได้ตามปกติ และมีความแข็งแรงดี แต่ถ้าความชื้นสูงเกินไป ลูกไก่ก็จะฟักออกเป็นตัว ซึ่งมีขนาดใหญ่ ท้องป่องและนิ่ม สะดือไม่แห้ง ลูกไก่ก็จะไม่แข็งแรง แต่ถ้าความชื้นต่ำเกินไปเมื่อลูกไก่เจาะเปลือกเป็นรูก็จะสูญเสียความชื้นออกจากฟองไข่อย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้ลูกไก่แห้งอยู่ในฟองไข่ไม่สามารถเจาะเปลือกไข่ให้รอบฟองไข่และไม่สามารถถีบตัวออกมาจากฟองไข่นั้นได้ ทำให้ลูกไก่ตายคาเปลือกไข่ได้ในที่สุด ซึ่งเป็นสาเหตุของการสูญเสียในการฟักไข่

2.14 การสูญเสียน้ำหนักของไข่ฟักระหว่างการฟักไข่

การฟักที่จะฟักไข่ให้ได้ผลดีนั้น ไข่ที่ฟักควรจะสูญเสียน้ำหนักจากฟองไข่ประมาณ 10.5% ในช่วง 16 วันแรกของการฟัก จึงจะพอเหมาะ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียน้ำหนักของไข่ฟักได้แก่ คุณภาพของเปลือกไข่ และขนาดของฟองไข่ น้ำหนักไข่จะสูญเสียไปอย่างช้าๆ ในช่วงวันแรกๆ และจะมากขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 ของการฟัก ไข่ฟักจะสูญเสียน้ำหนักอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 17 ถึง 19 ของการฟักไข่

คุณภาพของเปลือกไข่ เช่น ไข่เปลือกบางและไม่แข็งแรงหรือไข่ที่มีรูพรุนมากเกินไปจะมีการสูญเสียน้ำหนักของฟองไข่ได้มากกว่าไข่ที่มีเปลือกหนาและแข็งแรง การสูญเสียน้ำหนักของฟองไข่ที่มีคุณภาพของเปลือกแตกต่างกันแสดงไว้ในตารางที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของเปลือกไข่กับการสูญเสียน้ำหนักของฟองไข่ในช่วง 18 วันแรกของการฟัก (ความชื้นในตู้ฟัก 57%)

น้ำหนักไข่ (กรัม/ฟอง)	ความหนาของเปลือกไข่	น้ำหนักที่สูญเสียไป (%)
56.7	ปานกลาง	10.5
56.7	บาง	13.5
56.7	หนา	8.0

ขนาดของฟองไข่นั้น จะเกี่ยวข้องกับการสูญเสียน้ำหนักจากฟองไข่ ในระหว่างการฟักไข่ ไข่ฟักที่มีขนาดเล็กจะมีการสูญเสียน้ำหนักของฟองไข่มากกว่าไข่ที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้นไข่ที่มีขนาดแตกต่างกัน จึงมีความต้องการความชื้นในตู้ฟักแตกต่างกัน เพื่อทำให้ไข่แต่ละฟองสูญเสียน้ำหนักในระหว่างฟัก ประมาณ 10.5% ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดไข่กับความชื้นในตู้ฟักไข่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.9 และ 2.10

ตารางที่ 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในตู้ฟักขนาดของฟองไข่และการสูญเสียน้ำหนักจากฟองไข่

ความชื้นสัมพัทธ์ในตู้ฟัก (%)	น้ำหนักไข่ (กรัม/ฟอง)				
	52.0	56.7	61.4	66.1	70.9
	น้ำหนักไข่ที่สูญเสียไปในช่วง 18 วันแรกของการฟัก (%)				
70-80	9.2	8.8	8.5	8.2	8.1
60-70	10.1	9.6	9.2	9.0	8.8
50-60	11.0	10.5	10.1	9.8	9.6
40-50	12.2	11.6	11.2	10.5	10.6
30-40	13.4	12.8	12.3	11.9	11.7
20-30	15.0	14.3	13.8	13.4	13.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับขนาดของไข่ฟักที่ทำให้ไข่ฟักขนาดต่างๆ สูญเสียน้ำหนักจากฟองไข่ 10.5% ในช่วง 19 วันแรกของการฟัก

น้ำหนักไข่เมื่อเริ่มเข้าฟัก (กรัม/ฟอง)	ความชื้นสัมพัทธ์ในตู้ฟัก (%)
52.0	55-65
54.3	52-62
56.7	50-60
59.1	47-57
61.4	45-55
63.8	42-52
66.1	40-50

2.15 อากาศในตู้ฟัก

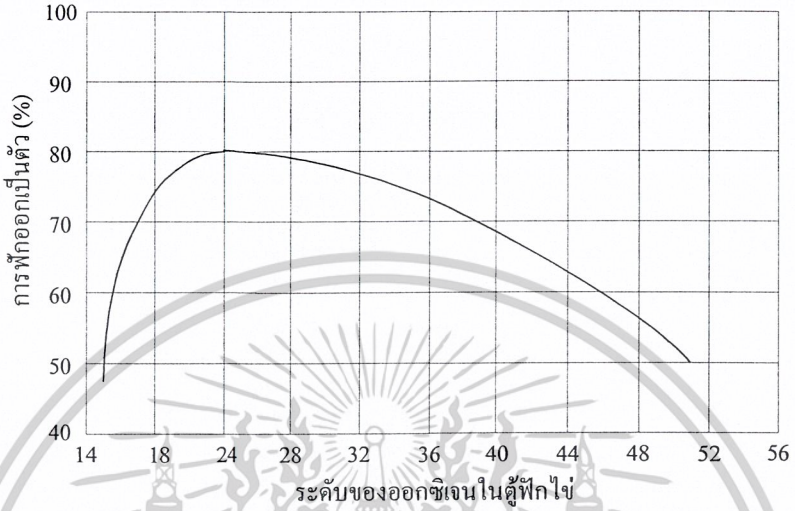
ในการเจริญเติบโตของตัวอ่อนในฟองไข่นั้น จำเป็นที่จะต้องอาศัยออกซิเจนเพื่อใช้ในการเผาผลาญ และจะขับถ่ายเอาคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ดังนั้นภายในตู้ฟักไข่จึงจำเป็นจะต้องมีการระบายอากาศ เพื่อให้มีออกซิเจนเพียงพอกับความต้องการของตัวอ่อน และเพื่อลดระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ให้ต่ำกว่าระดับที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อการเจริญเติบโต และการมีชีวิตของตัวอ่อนในฟองไข่ได้ อย่างไรก็ตามตัวอ่อนในช่วงแรกๆ ของการฟักไข่นั้น ไข่จะมีความต้องการใช้ออกซิเจนต่ำและต้องการคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อใช้ในการลำเลียงแคลเซี่ยมจากเปลือกไข่เพื่อที่จะมาใช้ในการสร้างโครงร่างของร่างกายด้วย แต่เนื่องจากระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ ในอากาศปกติก็จะอยู่ในระดับเพียงพอสำหรับตัวอ่อน จึงไม่ค่อยมีการศึกษาเรื่องนี้กันมากนัก แต่ความรู้นี้ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการออกแบบตู้ฟักไข่ได้

2.15.1 ออกซิเจนในตู้ฟักไข่

ตามปกติในอากาศที่ระดับน้ำทะเลจะมีออกซิเจนอยู่ประมาณ 21% ดังนั้นถ้าในตู้ฟักมีการระบายอากาศที่ดีออกซิเจนในระดับนี้ ก็สามารถที่จะทำให้ลูกไก่ฟักออกเป็นตัวได้อย่างปกติ แต่ถ้าในตู้ฟักไข่มีออกซิเจนลดลงต่ำกว่าระดับนี้ ก็จะมีผลทำให้อัตราการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ลดลง แต่ถ้าอากาศในตู้ฟักมีออกซิเจนลดลง 5% หรือถ้าในตู้ฟักที่มีออกซิเจนสูงกว่า 21% ก็มีผลทำให้การฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ลดลงเช่นกัน แต่ตัวอ่อนจะมีความทนทานต่อสภาวะที่มีออกซิเจนสูงได้ดีกว่าสภาวะขาดออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม Wilgus, H.S และ W.Sadler. ได้ทำการทำลองและพบว่าถ้าเพิ่มออกซิเจนในตู้ฟักให้สูงขึ้นถึงระดับ 23 ถึง 23.5% จะส่งผลทำให้การฟักออกเป็นตัวของลูกไก่สูงขึ้นมาก



รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับออกซิเจนในตู้ฟักต่อ % การฟักออกเป็นตัวของไข่มีเชื้อ

ในที่สูงจากระดับน้ำทะเลมากๆ ความดันของอากาศก็จะลดลงและออกซิเจนในบรรยากาศจะลดลงด้วย เพราะฉะนั้นระดับความสูงของสถานที่ฟักไข่ จึงมีผลต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ด้วย Card, L.E. และ M.E Nesheim อ้างถึงรายงานการทดลองของสหรัฐอเมริกาว่า ถ้าทำการฟักไข่ในที่ๆ มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 240, 3,950 และ 7,160 ฟุต จะทำให้ลูกไก่สามารถฟักออกเป็นตัวได้ร้อยละ 85, 74 และ 64% ตามลำดับ และพบว่าถ้ายิ่งเพิ่มออกซิเจนในตู้ฟักไข่ที่อยู่ในที่สูงให้มีความเข้มข้นของออกซิเจนสูงขึ้น จะทำให้การฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ดีขึ้น

2.15.2 คาร์บอนไดออกไซด์ในตู้ฟักไข่

โดยทั่วไปแล้วในบรรยากาศที่ปกติ อากาศที่บริสุทธิ์จะมีระดับของคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ระหว่างร้อยละ 0.03 ถึง 0.08 แต่ถ้าเป็นอากาศในเมืองใหญ่ๆ จะมีคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่านี้ ในบรรยากาศของห้องทำงานที่มีการถ่ายเทอากาศที่ไม่ดี ระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ก็อาจจะสูงถึงร้อยละ 0.4 และจากการศึกษาพบว่าห้องฟักไข่ ที่จะทำให้การเจริญของตัวอ่อนเป็นไปตามปกตินั้นควรจะมีระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศประมาณ ร้อยละ 0.4 ถึง 0.6

ในการเจริญเติบโตของตัวอ่อนนั้นจำเป็นต้องใช้ออกซิเจน เพื่อที่จะนำไปเผาผลาญอาหารต่างๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตและเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของตัวอ่อนด้วย ผลของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เผาผลาญจะได้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะต้องกำจัดออกจากฟองไข่ถ้าในตู้ฟักมีระดับของคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในระดับร้อยละ 0.5 การฟักออกเป็นตัวก็จะเป็นปกติ แต่ถ้าอากาศในตู้ฟักมีคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นถึงระดับร้อยละ 1 จะทำให้ตัวอ่อนตายมาก อัตราการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่จะลดลงอย่างเห็นได้ชัด และถ้าระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ สูงขึ้นจนถึงระดับร้อยละ 2 คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในฟองไข่ จะไม่สามารถถูกกำจัดออกจากระบบหมุนเวียนโลหิตของตัวอ่อนได้ และจะทำให้ตัวอ่อนตายได้ เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมอยู่ในเส้นเลือดสูงเกินไปการทดสอบระดับของคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องฟักไข่ ในทางปฏิบัติทำได้จากการเข้าไปทำงานในห้องฟักไข่ ถ้าระดับคาร์บอนไดออกไซด์ไม่สูงเกินกว่าระดับร้อยละ 0.5 จะไม่รู้สึกอึดอัด แต่ถ้ารู้สึกอึดอัดก็แสดงว่าระดับของคาร์บอนไดออกไซด์สูงเกินไป ต้องทำการแก้ไขโดยการระบายอากาศให้มากขึ้น

ความต้องการออกซิเจนและการขับถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ของไข่ฟัก ในช่วงระยะแรกๆ จะต่ำและจะสูงขึ้นเมื่อไข่นั้นได้รับการฟักนานขึ้น ไข่ที่ฟักในช่วงวันที่ 21 ของการฟัก จะมีความต้องการออกซิเจนสูงกว่าไข่ที่ฟักในช่วงวันที่ 1 ของการฟักถึง 100 เท่า ความต้องการออกซิเจนของไข่ฟักที่อายุต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 2.11 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการระบายอากาศในตู้ฟักในระยะหลังๆ ของการฟักจะต้องระบายอากาศมากกว่าระยะแรกๆ ของการฟัก ดังนั้นในตู้เกิดลูกไก่จึงจำเป็นที่จะต้องมีการระบายอากาศมากกว่าในตู้ฟักไข่ นอกจากนี้ในตู้ฟักไข่แบบห้องฟักไข่นั้นจะมีการออกแบบให้ติดตั้งพัดลมระบายอากาศ ซึ่งจะทำให้อากาศในบริเวณที่ไข่ฟักอายุมาก มีอากาศบริสุทธิ์

ตารางที่ 2.11 ความต้องการออกซิเจนและการขับถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ของไข่ฟักอายุต่างๆ กันจำนวน 100 ฟอง

อายุของไข่ฟัก	ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ/วัน (ลูกบาศก์ฟุต)	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ขับถ่ายออก/วัน (ลูกบาศก์ฟุต)
1	0.5	0.29
5	1.17	0.58
10	3.79	1.92
15	22.70	11.50
18	30.00	15.40
21	45.40	23.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวเลข แสดงความต้องการออกซิเจนของตัวอ่อนอายุต่างๆ ในตารางสามารถนำไปใช้ในการคำนวณการระบายอากาศในตู้ฟักไข่ เพื่อที่จะสร้างตู้ฟักไข่ที่เหมาะสมในการใช้งานได้ เช่น ตู้ฟักไข่ขนาดบรรจุไข่ฟัก 1,000 ฟอง ในวันที่ 18 ของการฟักจะต้องถ่ายเทอากาศออกจากตู้ฟักไข่ 1,428.6 ลูกบาศก์ฟุต โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

ไข่อายุ 18 วัน จำนวน 100 ฟอง ต้องการออกซิเจนวันละ	= 30	ลูกบาศก์ฟุต
ไข่อายุ 18 วัน จำนวน 1,000 ฟอง ต้องการออกซิเจนวันละ	= 300	ลูกบาศก์ฟุต
ออกซิเจน 21 ลูกบาศก์ฟุต ต้องใช้อากาศทั้งสิ้น	= 100	ลูกบาศก์ฟุต
ออกซิเจน 300 ลูกบาศก์ฟุต ต้องใช้อากาศทั้งสิ้น	= (100x300)/21	ลูกบาศก์ฟุต
	= 1,428.6	ลูกบาศก์ฟุต

2.16 การวางไข่ในตู้ฟักไข่และการกลับไข่ฟัก

ลูกไก่ในขณะที่อยู่ในฟองไข่นั้น โดยปกติหัวของลูกไก่จะอยู่ทางด้านป้านของฟองไข่และเมื่อไข่ฟักนั้น มีอายุมากขึ้นส่วนหัวและปากของลูกไก่ ก็จะเข้าไปอยู่ใกล้ช่องอากาศ ได้มากยิ่งขึ้น เพื่อที่จะเตรียมตัวเอาจะงอยปากเจาะเข้าสู่ช่องอากาศ เพื่อหายใจในขณะที่จะเจาะเปลือกไข่ได้อย่างสะดวก โดยตามธรรมชาติแล้วการเจริญของลูกไก่ในฟองไข่นั้น ลูกไก่จะหันหัวขึ้นสู่ด้านบนเสมอ ซึ่งจากลักษณะทางธรรมชาติทั้งสองข้อนี้ การที่จะวางไข่ฟักในตู้ฟัก จึงควรจะวางไข่ให้เหมาะสมกับความต้องการทางธรรมชาติคือ การวางไข่ฟักในตู้ฟักควรเอาด้านป้านขึ้นข้างบน ในการฟักไข่นั้นถ้าวางไข่ฟักในตู้ฟัก โดยเอาทางด้านแหลมของฟองไข่ขึ้นข้างบน ลูกไก่ในฟองไข่ฟักประมาณ 60% จะหันหัวไปทางด้านแหลมของฟองไข่ ซึ่งเป็นลักษณะที่ผิดธรรมชาติ ดังนั้นเมื่อถึงเวลาเกิดลูกไก่ก็ไม่สามารถเจาะเยื่อหุ้มฟองไข่เข้าสู่ช่องอากาศได้ ซึ่งในขณะนั้น ลูกไก่ก็เริ่มต้นหายใจด้วยปอด ในช่วงนี้จะมีลูกไก่จำนวนมากที่ไม่สามารถเจาะเปลือกไข่ออกมาได้สำเร็จ จึงตายในฟองไข่นั่นเอง ทำให้การฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ต่ำกว่าปกติประมาณ 10% ถึง 20% และลูกไก่ที่ฟักออกเป็นตัวมีคุณภาพต่ำ 35% ถึง 40%

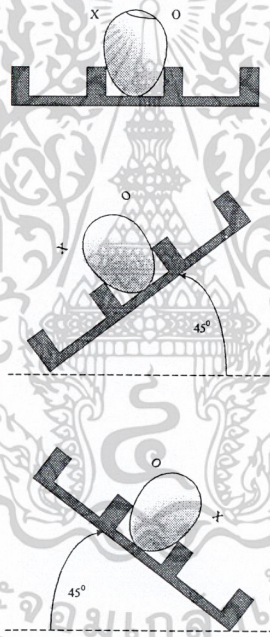
สำหรับการฟักไข่ในช่วงวันที่ 19 ถึง 21 ของการฟักไข่นั้น ไม่จำเป็นต้องวางไข่ฟักให้ทางด้านป้านขึ้นด้านบนเพราะลูกไก่ที่ฟักในช่วง 18 วันแรก ถ้าวางไข่ฟักถูกต้องตัวอ่อนของไก่ก็จะอยู่ในท่าที่ถูกต้องคือ หัวของลูกไก่จะอยู่ทางด้านป้านของฟองไข่อยู่แล้ว และเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานในขณะที่ลูกไก่เกิด จึงควรวางไข่ฟักในช่วงนี้ไว้ในถาดสำหรับลูกไก่เกิด ไข่ฟักนั้นจะอยู่ในแนวนอน ซึ่งไม่มีผลเสียต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่แต่อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16.1 การกลับไข่

การฟักไข่โดยแม่ไก่ตามธรรมชาติ แม่ไก่จะทำการพลิกไข่หรือกลับไข่วันละหลายๆ ครั้ง Olsen, M.W. ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการกลับไข่ของแม่ไก่แล้ว จึงพบว่าแม่ไก่จะกลับไข่โดยเฉลี่ยถึงวันละ 96 ครั้ง จากการศึกษาพบว่าถ้าฟักไข่ โดยไม่มีการกลับไข่ในช่วงระยะ 18 วันแรกของการฟักจะทำให้ตัวอ่อนในฟองไข่นั้นตายได้มาก แต่ว่าในช่วงวันที่ 19 ถึง 21 ของการฟักไข่นั้นพบว่าการกลับไข่ไม่มีผลต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ จึงไม่จำเป็นต้องมีการกลับไข่

สิ่งที่มีความสำคัญและต้องพิจารณาในการกลับไข่ ก็คือมุมที่ใช้กลับไข่และจำนวนครั้งในการกลับไข่แต่ละวันและพบว่า มุมที่ใช้ในการกลับไข่ ซึ่งทำให้การฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ดีที่สุดควรจะกลับไข่ให้แกนของฟองไข่ทำมุมที่ 45 องศา กับแนวดิ่งกลับไปมา ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ผลของมุมที่ใช้ในการกลับไข่กับการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่แสดงไว้ในตารางที่ 2.11



รูปที่ 2.7 การกลับไข่ฟักในตู้ฟักเป็น 90 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.12 ผลของมุมที่ใช้ในการกลับไข่ฟักต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่

มุมที่ใช้ในการกลับไข่จากแนวดิ่ง	% การฟักออกเป็นตัวของไข่มีเชื้อ
20	69.3
30	78.9
45	84.6

จำนวนครั้งในการกลับไข่ในช่วงการฟักไข่ 1 ถึง 18 วันแรก ก็มีผลต่อการฟักที่ออกเป็นตัวเช่นเดียวกัน ในแต่ละวันถ้าเรากลับไข่น้อยครั้งเกินไป ทำให้การฟักออกเป็นตัวต่ำ แต่ถ้ากลับไข่วันละมากครั้งเกินไป ก็ไม่ทำให้การฟักออกเป็นตัวของลูกไก่เพิ่มขึ้นแต่อย่างไร ทำให้สิ้นเปลืองแรงงานไปโดยเปล่าประโยชน์ การทดลองทำให้พบว่าถึงแม้จะกลับไข่ฟักทุกๆ 15 นาที ก็ไม่ได้ทำให้การฟักออกเป็นตัวดีกว่าการกลับไข่วันละ 6 ถึง 10 ครั้งแต่อย่างใด ดังนั้นในการฟักไข่ด้วยตู้ฟักไข่จึงควรกลับไข่ฟักวันละไม่ต่ำกว่า 6 ถึง 10 ครั้ง ซึ่งผลของจำนวนครั้งในการกลับไข่ต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.13 แต่สำหรับตู้ฟักไข่หรือโรงฟักไข่ซึ่งมีการกลับไข่อัตโนมัติ จะทำการกลับไข่ชั่วโมงละครั้งหรือวันละ 24 ครั้ง

ตารางที่ 2.13 ผลของจำนวนครั้งในการกลับไข่ต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่

จำนวนครั้งในการกลับไข่แต่ละวัน	% การฟักออกเป็นตัวของไข่มีเชื้อ
2	68.2
4	71.3
6	74.6
8	74.8
10	74.7

จากตารางที่ 2.13 ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง 2 ครั้งใช้ไข่ฟักทั้งสิ้น 1,200 ฟอง นอกจากผลการฟักออกเป็นตัว ที่แสดงเป็นตัวเลขในตารางแล้ว ลูกไก่ที่เกิดจากไข่ที่ไม่ได้กลับไข่เป็นลูกไก่ที่มีคุณภาพต่ำอย่างเห็นได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.14 ผลของการวางไข่และการกลับไข่ต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่และการตายของตัวอ่อนระยะต่าง ๆ

การจัดการไข่ฟัก	การฟักออกเป็นตัว (ร้อยละ)	ตัวอ่อนตายในระยะแรก (1-18 วัน) (ร้อยละ)	ตัวอ่อนตายในระยะหลัง (19-21 วัน) (ร้อยละ)
ไข่ปกติด้านป้านขึ้นบน กลับไข่วันละ 8 ครั้ง	86.1	10.3	3.6
ไข่ฟัก ด้านแหลมขึ้นบน กลับไข่วันละ 8 ครั้ง	74	18	8
ไข่ฟักวางนอนไม่กลับไข่	46	46	8

2.16.2 การแยกตู้ฟักและตู้เกิด

ตู้ฟักไข่ที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูง ในปัจจุบันตู้ฟักไข่จะถูกแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ ตู้ฟักไข่ และตู้เกิดลูกไก่ ตู้ฟักไข่นั้นใช้สำหรับการฟักไข่ในช่วง 18 วันแรกของการฟัก ส่วนไข่ที่ฟัก 3 วันสุดท้ายจะนำไปเข้าตู้เกิดลูกไก่ เหตุผลต่างๆ ที่จำเป็นต้องแยกตู้ฟักไข่และตู้เกิดลูกไก่จากกันก็คือ

1. ช่วงระยะแรกของการฟักคือ วันที่ 1 ถึง วันที่ 18 กับช่วงระยะหลังของการฟัก คือ วันที่ 19 ถึง วันที่ 21 ไข่ที่ฟักนั้น จะมีความต้องการสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ทั้งอุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศ และการกลับไข่ ดังได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น

2. ในช่วงที่ลูกไก่เกิด จำเป็นต้องใช้ถาดเกิดลูกไก่ ซึ่งแตกต่างจากถาดฟักไข่มาก ถาดเกิดลูกไก่เป็นถาดซึ่งออกแบบไว้ เพื่อป้องกันลูกไก่ที่เกิดใหม่ไม่ให้ตกลงจากถาดและยังสามารถรองรับสิ่งปฏิกูลต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการฟักได้เป็นอย่างดี

3. ในขณะที่ลูกไก่เกิดนั้น จะมีสิ่งปฏิกูลมากมาย เช่น ขนลูกไก่ สิ่งขับถ่ายต่างๆ ของลูกไก่ และเปลือกไข่เป็นต้น ซึ่งสิ่งขับถ่ายต่างๆ เหล่านี้จะเป็นอาหารอย่างดีสำหรับเชื้อโรค ดังนั้นเพื่อให้เราสามารถที่จะกำจัดสิ่งปฏิกูลต่างๆ ได้สะดวก และสามารถทำความสะอาด ทำการฆ่าเชื้อโรคในตู้เกิดได้ โดยไม่กระทบกระเทือนต่อไข่ฟักอื่นๆ จึงควรจะแยกตู้ฟักไข่และตู้เกิดลูกไก่ออกจากกัน จะทำให้การจัดการฟักไข่สะดวกและได้ผลดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17 การส่องไข่

การส่องไข่นั้นมีประโยชน์ในด้านการฟักไข่คือ ทำให้สามารถตรวจสอบหาเปอร์เซนต์ของไข่ที่มีเชื้อและไข่ที่เชื้อตายในระยะแรกได้ โดยใช้เครื่องมือส่องไข่ซึ่งมีหลายแบบ ไข่ฟักที่มีเปลือกไข่สีขาวนั้นสามารถส่องเห็นได้ง่ายกว่าไข่ที่มีเปลือกสีน้ำตาล โดยปกติเราแยกไข่ฟักมีเชื้อกับไข่ไม่มีเชื้อออกจากกัน ซึ่งจะสามารถทำได้ตั้งแต่เมื่อนำไข่ฟักนั้นเข้าฟัก 15 ถึง 18 ชั่วโมง ขึ้นไป แต่ในทางปฏิบัติแล้ว จะทำการส่องไข่ที่ฟักในวันที่ 3 ของการฟักสำหรับไข่ที่มีเปลือกสีขาว และสำหรับไข่เปลือกสีน้ำตาลนั้น ควรจะส่องในวันที่ 5 ของการฟัก เนื่องจากไข่เปลือกสีน้ำตาลเมื่อส่องดูจะมีลักษณะทึบ ทำให้มองเห็นรายละเอียดได้ยาก จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการฟักนานขึ้นเพื่อสามารถดูรายละเอียดต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

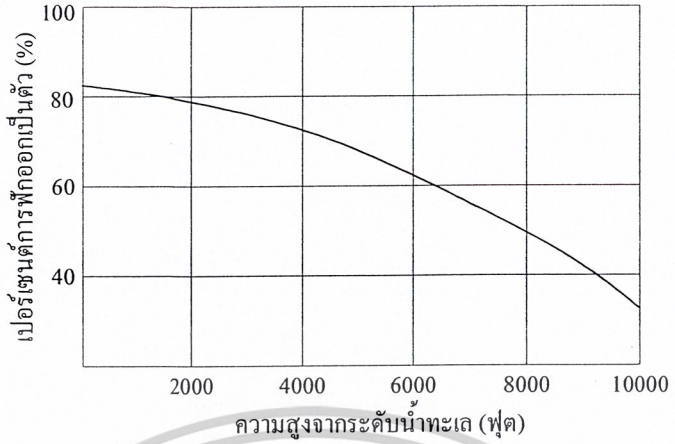
สำหรับโรงฟักไข่ที่ทันสมัยในปัจจุบันนี้ จะทำการส่องไข่เพียงครั้งเดียวคือ ส่องไข่ในวันที่ย้ายไข่จากตู้ฟักไข่เข้าตู้เกิด ซึ่งสามารถแยกไข่ที่มี เชื้อไข่ไม่มีเชื้อและไข่เชื้อตายในระยะต่างๆ ได้อย่างชัดเจน จนไม่ทำให้ไข่นั้นได้รับการกระทบเทือนจากการส่องไข่มากนัก ถ้าไม่ทำการส่องไข่ฟักในช่วงนี้ก่อนนำไข่เข้าตู้เกิด อาจจะก่อให้เกิดผลเสียหายต่อการฟักไข่ได้ เพราะถ้ามีไข่ไม่มีเชื้อหรือไข่เชื้อตายจนกลายเป็นไข่เน่าหลงเข้าไปในตู้เกิดแล้วแตกในตู้เกิด จะทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟต์ (H_2S) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในตู้เกิดมาก ซึ่งจะมีผลกระทบกระเทือนต่อไข่ฟักอื่นๆ และลูกไก่ที่เกิดใหม่ได้มาก

ในการส่องไข่ ต้องทำอย่างระมัดระวัง ไม่ให้ไข่ได้รับความกระทบกระเทือน การขนย้ายไข่ฟักเพื่อนำไปส่อง ควรทำอย่างนุ่มนวล และป้องกันการกระแทกอย่างรุนแรง ต้องทำด้วยความรวดเร็วแล้วนำเข้าตู้เกิดให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้ตัวอ่อนในฟองไข่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขณะส่องไข่ เป็นต้น

2.18 ความดันของอากาศในตู้ฟักไข่

การฟักไข่ในที่สูง ซึ่งความดันของอากาศต่ำนั้น จะมีผลทำให้การฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ลดลง จากการทดลองพบว่าถ้าไข่ในที่สูง 2,500 ฟุต จากระดับน้ำทะเลการฟักออกเป็นตัวจะลดลงเล็กน้อย แต่ถ้าฟักไข่ในที่สูง 3,500 ฟุต จากระดับน้ำทะเลขึ้นไปจะทำให้การฟักออกเป็นตัวลดลงมาก ผลของความสูงต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ แสดงไว้ในรูปที่ 2.8 และยังพบว่าถ้าฟักไข่ในที่สูงจากระดับน้ำทะเลมากๆ เมื่อทำการเพิ่มความดันอากาศภายในตู้ฟัก ให้เท่ากับความดันของอากาศที่ระดับน้ำทะเล จะทำให้ผลการฟักไข่เป็นปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ความสูงจากระดับน้ำทะเลของตู้ฟักไข่กับการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่

ระดับความสูงหรือความดันของอากาศนั้น มีความเกี่ยวข้องกับออกซิเจนในอากาศ ในที่สูงความดันอากาศน้อย ถ้าปริมาตรอากาศที่เท่ากันกับระดับน้ำทะเลจะมีออกซิเจนต่ำกว่าเสมอ ผลของความสูงกับความดันของอากาศ และปริมาณของออกซิเจนแสดงไว้ในตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูง ความดันของอากาศ ปริมาณออกซิเจนในอากาศ

ความสูงจากระดับน้ำทะเล		ความดันของอากาศ (นิ้วของปรอท)	น้ำหนักของออกซิเจน ลดลง (%)
ฟุต	เมตร		
0	0	29.92	0
2,0000	609	27.82	5.1
4,000	1,217	25.84	11.2
6,0000	1,829	23.98	16.4
8,0000	2,438	22.22	21.4
10,0000	3,048	20.58	26.2
12,0000	3,658	19.03	30.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.19 ปัจจัยอื่น ๆ

นอกจากปัจจัยที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกมากที่มีผลต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ แม้ปัจจัยเหล่านี้จะมีผลไม่มากนักแต่ถ้าหลายๆ ปัจจัยรวมกันก็อาจจะส่งผลทำให้การฟักออกเป็นตัวลดลงได้มาก ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ได้แก่

2.19.1 การฟักไข่ของแม่ไก่

ไข่ฟองแรกๆ ที่แม่ไก่ไข่ออกมานั้นจะมีอัตราการฟักออกเป็นตัวต่ำกว่าปกติ ดังนั้นในการจัดการฟาร์มไก่แม่พันธุ์นั้น จะไม่นำไข่ที่ได้ใน 2 สัปดาห์แรกเข้าฟัก เพราะนอกจากจะให้ผลการฟักออกเป็นตัวต่ำแล้ว ลูกไก่ที่ได้ก็จะมีขนาดเล็กกว่าปกติด้วย เพราะไข่ใน 2 สัปดาห์แรกนั้นมีขนาดเล็ก และนอกจากนี้ไข่ที่ได้จากแม่ไก่ในช่วงปลายๆ ปีของการให้ผลผลิต ก็จะมีอัตราการฟักออกเป็นตัวต่ำกว่าปกติด้วย

ตามปกติแล้ว อัตราของการฟักออกเป็นตัวของไข่ฟักจะเพิ่มจากไข่ฟองแรก จะมีอัตราการฟักออกเป็นตัวสูงสุดในช่วงสัปดาห์ที่ 12 ถึง 14 ของการให้ผลผลิต ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางการให้ผลผลิตของไก่ในภาคผนวก

นอกจากนี้ ยังพบว่าไข่ของแม่ไก่ที่ให้ไข่ดกจะมีอัตราการฟักออกเป็นตัวสูงกว่าไข่ที่ได้จากแม่ไก่ที่ให้ไข่ไม่ดก ไข่จากแม่ไก่ที่มีตับไข่ยาวจะมีอัตราการฟักออกเป็นตัวสูง และไข่ฟองท้ายๆ ของตับไข่ก็มีโอกาสที่จะฟักออกเป็นตัวสูงกว่าไข่ฟองแรกๆ ของตับไข่นั้นด้วย

2.19.2 ภูมิอากาศ

ถ้าสภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าอากาศหนาวหรือร้อนกว่าปกติ จะมีผลทำให้อัตราการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ลดลง เนื่องจากจะทำให้แม่พันธุ์กินอาหารน้อยลง ภาชนะที่จะนำไปสร้างไข่อาจจะไม่เพียงพอ ส่วนในกรณีที่อากาศร้อนกว่าปกติ อุณหภูมิจะมีผลโดยตรงต่อการเก็บรักษาไข่ฟัก ทำให้คุณสมบัติของไข่ฟักต่ำลงด้วย

2.19.3 เสียง

Heinemann (1969) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับผลของเสียงต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ โดยทำการทดลองฟักไข่ใกล้ๆ กับสนามบิน และสรุปได้ว่าเสียงไม่มีอิทธิพลต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่

2.19.4 แสงสว่าง

การให้แสงสว่างในตู้ฟักไข่ โดยการใช้หลอดไฟขนาด 40 แรงเทียน ซึ่งแขวนไว้สูงจากไข่ฟัก 9 นิ้วฟุต พบว่าไข่ที่ฟักโดยมีแสงสว่างในช่วง 1 ถึง 19 วัน จะมีการฟักออกเป็นตัวสูงขึ้น แต่ต่อมา Gold และ Kalb (1976) พบว่าการที่ลูกไก่ฟักออกเป็นตัวสูงขึ้นนั้น เกิดจากความร้อนที่เกิดจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดไฟมากกว่าผลของแสงสว่าง ความร้อนที่เพิ่มขึ้นนี้ จะทำให้ลูกไก่ฟักออกเป็นตัวเร็วขึ้นและลูกไก่จะมีน้ำหนักมากกว่าปกติด้วย แต่อย่างไรก็ตามมีผู้รายงานว่าการเปิดไฟฟ้าแสงสว่างในตู้ฟักไข่ระหว่างการฟัก จะทำให้ลูกไก่ฟักออกเป็นตัวน้อยกว่าปกติ ระยะในการฟักออกเป็นตัวยาวขึ้นและมีลูกไก่พิการมากขึ้นด้วย ความรู้ที่เกี่ยวกับแสงสว่างต่อการฟักไข่ยังมีความขัดแย้งกันมาก และผลของมันไม่ทำให้การฟักออกเป็นตัวแตกต่างกันมาก ดังนั้นในการฟักไข่ในปัจจุบันจึงไม่เปิดแสงสว่างในตู้ฟักเพราะประหยัดกว่า

2.19.5 ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาในการฟัก

ตามปกติแล้วการฟักไข่ไก่ จะใช้เวลาในการฟักประมาณ 21 วัน แต่ในทางปฏิบัติระยะฟักนี้อาจแปรผันไปได้มาก ความผันแปรนี้นอกจากจะทำให้ยุ่งยากต่อการจัดการโรงฟักแล้วลูกไก่ที่ได้อาจมีคุณภาพต่ำลงด้วย ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อระยะเวลาในการฟักไข่ที่นอกเหนือจากอุณหภูมิและความชื้นได้แก่

1. โรคภัยหรือความเครียดของแม่พันธุ์ จะมีผลทำให้ระยะฟักไข่นานขึ้น

2. ไข่ที่ได้จากแม่ไก่ที่ให้ไข่มานาน จะใช้เวลาในการฟักเป็นตัวนานกว่าไข่ที่ได้จากแม่ไก่ที่เริ่มให้ไข่หรือให้ไข่ในระยะแรกๆ

3. ถ้าไข่อยู่ในตัวแม่ไก่นานกว่าปกติ ตัวอ่อนในระยะแรกเริ่มจะเจริญเติบโตมากกว่าปกติจะทำให้ระยะฟักไข่สั้นลง

4. ไข่ของไก่พันธุ์เล็กฮอร์น จะมีระยะฟักสั้นกว่าระยะฟักของไข่ไก่พันธุ์เนื้อ หรืออาจพูดได้ว่าไก่พันธุ์เบาใช้ระยะเวลาในการฟักไข่สั้นกว่าไก่พันธุ์หนัก

5. ไข่ที่ได้ในช่วงฤดูร้อน ที่มีอุณหภูมิของอากาศสูง จะใช้เวลาในการฟักไข่สั้นกว่าไข่ที่ได้ในฤดูหนาว เนื่องมาจากตัวอ่อนในระยะเริ่มต้นเจริญขึ้นได้มากกว่า

6. ไข่ที่มีเปลือกหนา ใช้ระยะเวลาในการฟักนานกว่าไข่ที่มีเปลือกบาง

7. ไข่ฟักก่อนนำเข้าฟักถ้าอยู่ในอุณหภูมิสูงกว่า 75° F เป็นเวลานาน จะใช้เวลาในการฟักสั้นลง

8. ไข่ที่เก็บไว้ในห้องเก็บไข่ยิ่งนานขึ้น ก็จะใช้เวลาในการฟักไข่นานขึ้น

9. ไข่ที่มีขนาดเล็ก จะฟักออกเป็นตัวเร็วกว่าไข่ที่มีขนาดใหญ่ ถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมเหมือนกัน

10. ตัวอ่อนในฟองไข่ที่อยู่ในท่าผิดปกติ จะใช้เวลาในการเจาะเปลือกนานกว่าลูกไก่ในท่าปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.20 การฟักไข่และตู้ฟักไข่

การฟักไข่สามารถที่จะแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ การฟักไข่โดยใช้แม่ไก่ฟักตามธรรมชาติ และการฟักไข่โดยการใช้ตู้ฟักไข่

2.20.1 การฟักไข่โดยใช้แม่ไก่ฟักตามธรรมชาติ

ตามธรรมชาติของไก่นั้น จะออกลูกเป็นไข่และไข่ จะถูกฟักเป็นตัวนอกร่างกายของแม่ไก่ ดังนั้นตามธรรมชาติแม่ไก่ทุกตัวจะต้องฟักไข่เป็น แต่ในปัจจุบันวิทยาการทางด้านการผลิตสัตว์ปีกนั้นเจริญก้าวหน้าไปมาก ทำให้สามารถคัดเลือกและปรับปรุงสายพันธุ์ไก่ให้มีความสามารถในการให้ไข่สูงมาก จนไก่บางพันธุ์ในปัจจุบันไม่มีพฤติกรรมในการฟักไข่อยู่อีกเลย ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในปัจจุบันสามารถฟักไข่โดยอาศัยเครื่องฟักไข่อย่างได้ผล จึงไม่จำเป็นต้องพึ่งการฟักของแม่ไก่อีกต่อไป และอีกประการหนึ่งคือ ในช่วงที่แม่ไก่กำลังฟักไข่อยู่นั้น แม่ไก่จะไม่ให้ไข่อีกเลยทำให้ไก่นั้นมีความสามารถในการให้ผลผลิตต่ำ และทำให้จัดการเลี้ยงดูไก่มีปัญหามาก

อย่างไรก็ตามสำหรับไก่พื้นเมืองและไก่พันธุ์แท้บางพันธุ์ ก็ยังคงมีพฤติกรรมการฟักไข่อยู่ เมื่อแม่ไก่ให้ไข่หมดชุดประมาณ 10 ถึง 16 ฟอง ก็จะมีพฤติกรรมในการฟักไข่เกิดขึ้น คือแม่ไก่จะหมอบในลักษณะกกไข่อยู่ในรังไข่ เมื่อมีสิ่งอื่นเข้าไปใกล้แม่ไก่จะร้องขู่และจิกทันที แม่ไก่จะฟักไข่จนครบกำหนดลูกไก่ออกเป็นตัว จากนั้นพฤติกรรมการฟักไข่จะหมดไป แต่ว่าแม่ไก่จะยังมีพฤติกรรมการเลี้ยงลูกแทน เมื่อลูกไก่เติบโตจนอายุประมาณ 4 ถึง 6 สัปดาห์ พฤติกรรมต่างๆ ในการเลี้ยงลูกก็จะค่อยๆ ลดลงและหมดไปในที่สุด

การฟักไข่โดยอาศัยแม่ไก่ฟักตามธรรมชาตินั้น แม้จะไม่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ในปัจจุบันก็ตาม แต่ในบางกรณีและบางสภาพก็ยังมีความเหมาะสมกว่าการใช้ตู้ฟักไข่แบบต่างๆ ได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่น ในท้องถิ่นชนบทที่ยังไม่มีไฟฟ้าใช้จำเป็นต้องผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้นใช้เอง การใช้ตู้ฟักไข่แบบไฟฟ้าจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากไม่คุ้มค่า และในท้องถิ่นชนบทชาวบ้านจะนิยมเลี้ยงไก่พันธุ์พื้นเมืองไว้ที่หลังบ้าน เพื่อบริโภคไข่กับเนื้อ และไม่ได้เลี้ยงกันเป็นอาชีพหลัก แต่ละบ้านจะเลี้ยงไก่จำนวนไม่มากนัก การใช้เครื่องฟักไข่ไฟฟ้าย่อมไม่คุ้มค่าส่วนในกรณีของการใช้เครื่องฟักไข่ ที่ใช้ระบบให้ความร้อน โดยน้ำร้อนหรือลมร้อนนั้น ก็มีราคาแพงและการควบคุมปัจจัยต่างๆ ในตู้ฟักทำได้ไม่ดีเท่ากับเครื่องฟักไข่แบบไฟฟ้า เช่น การควบคุมอุณหภูมิภายในของตู้ฟักไข่เป็นต้น ดังนั้นตู้ฟักแบบนี้ จึงใช้ได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร นอกจากนี้ ไก่พื้นเมืองเหล่านั้นยังมีคุณสมบัติในการฟักไข่ และเป็นแม่ไก่ที่ดีอยู่แล้ว จึงควรปล่อยให้แม่ไก่ ฟักไข่เองตามธรรมชาติจะเหมาะสมกว่า การจะปรับปรุงประสิทธิภาพของการฟักไข่โดยใช้แม่ไก่ทำได้โดยการช่วยจัดการให้แม่ไก่สามารถฟักไข่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

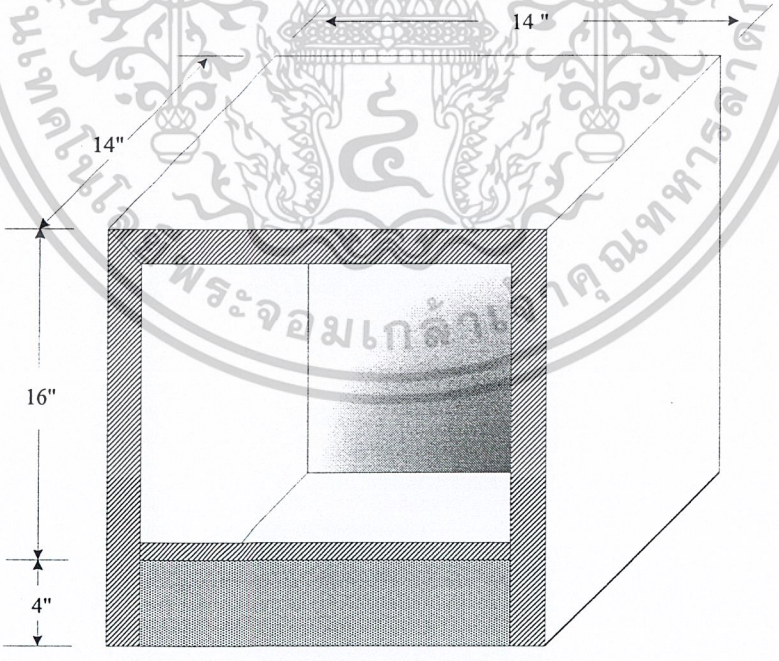
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.20.2 การคัดเลือกและการเตรียมแม่ไก่ฟัก

แม่ไก่ที่จะนำมาฟักไข่นั้น ควรจะเลือกแม่ไก่ ที่กำลังมีพฤติกรรมการฟักไข่ มีรูปร่างใหญ่และสุขภาพสมบูรณ์ดี และควรตรวจดูแม่ไก่ว่ามีพยาธิ ทั้งพยาธิภายในและภายนอกรบกวนหรือไม่ ถ้าพบว่ามีก็ควรกำจัดพยาธิต่างๆ เพราะถ้าแม่ไก่มีพยาธิต่างๆ พยาธิเหล่านั้นรบกวนในขณะที่ฟักไข่จะทำให้แม่ไก่เกิดความรำคาญและเสียสุขภาพมากทำให้ผลของการฟักไข่ไม่ดีเท่าที่ควรได้

2.20.3 การเตรียมรังฟักไข่

รังฟักไข่ที่จะใช้สำหรับให้แม่ไก่ฟักไข่นั้น ควรจะเป็นรังไม้ขนาดพอเหมาะ ที่ให้แม่ไก่เข้าไปนอนฟักไข่ได้อย่างสบายไม่อึดอัด พื้นของรังไข่ควรจะปูด้วยหญ้าแห้ง ฟาง หรือวัสดุอย่างอื่นที่อ่อนนุ่มดูดซับความชื้นได้ดีและสะอาด ควรปูวัสดุรองพื้นรังฟักไข่ให้หนาพอสมควรแล้วแต่งให้เห็นก้นกระทะตรงกลางรังฟักไข่นั้น เพื่อให้แม่ไก่สามารถฟักไข่ได้อย่างสบาย ขนาดของรังไข่ที่เหมาะสมควรทำด้วยไม้มีขนาดกว้าง 14 นิ้ว ยาว 14 นิ้ว สูง 16 นิ้ว ด้านหน้าของรังฟักไข่ปิดด้วยแผ่นไม้ให้สูงจากพื้นประมาณ 4 นิ้ว ส่วนด้านหน้าตอนบนเปิดไว้สำหรับให้แม่ไก่นั้นเข้าออกได้สะดวก รังฟักไข่ควรตั้งไว้ในที่ร่มอากาศเย็นสบายมีการระบายอากาศดี แต่ไม่มีลมโกรกและเป็นที่ลับตาพอสมควร เพื่อให้ปลอดจากการรบกวนของไก่ตัวอื่นๆ และปลอดภัยจากศัตรู เช่น แมว สุนัข งู เป็นต้น ตัวอย่างของรังฟักไข่ที่เหมาะสมแสดงไว้ในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ขนาดของรังไข่ที่เหมาะสมสำหรับให้แม่ไก่ฟักไข่ตามธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.20.4 การฟักไข่โดยแม่ไก่ตามธรรมชาติ

ในระหว่างที่แม่ไก่กำลังฟักไข่อยู่นั้น ควรจัดหาน้ำสะอาดและอาหารตั้งไว้ใกล้กับรังฟักไข่นั้น เมื่อแม่ไก่หิวก็สามารถออกมากินอาหารได้สะดวกโดยไม่ต้องออกไปหากินไกลๆ การที่แม่ไก่ทิ้งไข่ฟักออกไปหากินเป็นเวลานานนั้น จะทำให้ไข่ฟักได้รับการกระทบกระเทือนจากอากาศที่เย็น ทำให้ผลการฟักออกเป็นตัวต่ำ ตามปกติแม่ไก่ฟักจะออกจากรังไข่ครั้งละไม่เกิน 20 นาที

เมื่อแม่ไก่ฟักไข่ได้ 20 วัน ลูกไก่ก็จะเริ่มเจาะเปลือกไข่ จนกระทั่งฟักออกเป็นตัว จะใช้เวลาประมาณ 1 วัน แม่ไก่จะกกลูกไก่ จนกระทั่งขนแห้งดีแล้วในวันที่ 22 จึงนำไก่ทั้งหมดออกจากรังฟักไข่ได้ หรืออาจปล่อยให้แม่ไก่ฟักลูกไก่ในรังฟักไข่ต่อไปอีก 1 ถึง 2 วัน จนกว่าแม่ไก่จะพาลูกไก่ออกจากรังฟักเองก็ได้

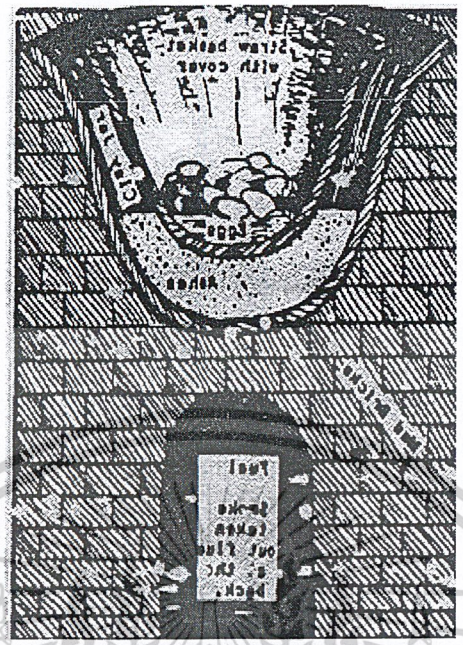
2.20.5 การฟักไข่โดยไม่ใช้แม่ไก่ฟัก

มนุษย์ได้คิดค้นที่จะฟักไข่ โดยไม่ต้องอาศัยแม่ไก่มาตั้งแต่สมัยโบราณและปรากฏหลักฐานว่าชาวจีนและชาวอียิปต์ ได้ทำการฟักไข่ โดยไม่ต้องใช้แม่ไก่ ได้ผลมาตั้งแต่ก่อนคริสต์กาลถึง 1 พันปี แต่การพัฒนาการฟักไข่ก็ยังเป็นไปอย่างช้าๆ จนกระทั่งเมื่อประมาณ 200 ปี การฟักไข่ด้วยเครื่องฟักไข่แบบต่างๆ ได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วและทันสมัย เพื่อรองรับการพัฒนาการผลิตสัตว์ปีกด้านอื่นๆ จนทำให้อุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีกในปัจจุบันนี้ก้าวหน้ามากกว่าการผลิตสัตว์ชนิดอื่นๆ

2.20.6 วิวัฒนาการของการฟักไข่

ในระยะแรกๆ ก็อาศัยการเลียนแบบการฟักไข่ของแม่ไก่คือ การใช้ความร้อนจากร่างกายในระยะการฟัก ซึ่งการฟักโดยวิธีนี้ได้มีการเล่าขานกันต่อๆ กันมา ต่อมาคือระยะประมาณ 400 ปีก่อนคริสต์กาล มีบันทึกไว้ว่าชาวอียิปต์ได้ฟักไข่โดยอาศัยความร้อนจากการหมักของมูลสัตว์ และในประเทศจีนในช่วงก่อนคริสต์กาลประมาณ 246 ถึง 207 ปี ได้มีการสร้างอุปกรณ์ฟักไข่ได้ผลมากขึ้น แต่ว่าอุปกรณ์ฟักไข่แบบนี้ก็ฟักไข่ได้ครั้งละไม่มากนัก จึงมีวิวัฒนาการในการฟักไข่โดยไม่ต้องอาศัยแม่ไก่ขึ้นมาตามลำดับ บางแบบยังใช้กันอยู่ถึงปัจจุบัน เช่น การฟักไข่แบบจีน และการฟักไข่ในโรงฟักไข่ของชาวอียิปต์โบราณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ลักษณะของที่ฟักไข่ของคนจีนโบราณ

หลักการในการฟักไข่เป็ดแบบจีนคือ ใช้แหล่งความร้อนเริ่มต้นจากการคั่วข้าวเปลือกจนมีอุณหภูมิพอเหมาะใช้ฟักไข่เป็ดรุ่นแรกในช่วงเริ่มต้นและไข่เป็ดรุ่นต่อๆ มาจนใช้ความร้อนจากการเผาผลาญของตัวอ่อนในรุ่นก่อนๆ มาทำการฟักต่อเนื่องกัน ไปจนกระทั่งลูกเป็ดฟักออกมาเป็นตัว การฟักไข่แบบจีนนี้ใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงน้อย แต่ว่ามีวิธีการที่สลับซับซ้อนต้องอาศัยผู้ที่มีประสบการณ์สูง ใช้แรงงานในการปฏิบัติงานมากและต่อเนื่อง จึงทำให้ปัจจุบันไม่มีผู้นิยมใช้ อย่างไรก็ตามวิธีการฟักแบบนี้ ก็ยังมีการใช้กันอยู่ในหมู่คนจีนในการฟักไข่เป็ด และอาจได้รับการถ่ายทอดต่อกันไปในอนาคต

2.20.7 การฟักไข่แบบอียิปต์

โรงฟักไข่โรงแรกของโลกนั้นสร้างขึ้นโดยชาวอียิปต์โบราณ เป็นโรงฟักไข่ที่มีขนาดใหญ่ และสามารถฟักไข่ได้ถึง 90,000 ฟอง มีลักษณะเป็นอุโมงค์สร้างขึ้นด้วยอิฐให้ความร้อนแก่ไข่โดยการเผาไหม้เชื้อเพลิงในห้องเผาเชื้อเพลิงหรือห้องสำหรับฟักไข่ โดยได้มีการระบายควันและอากาศเสียออกทางช่องระบายอากาศที่อยู่บนเพดานของอุโมงค์

ตู้ฟักไข่แบบนี้ ยังมีใช้กันในประเทศอียิปต์มาจนถึงปี ค.ศ. 1967 และได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของโรงฟักไข่แบบนี้ ปรากฏว่าไข่ที่ฟักในโรงฟักไข่แบบนี้สามารถฟักออกเป็นตัวได้ถึงร้อยละ 70 ของไข่ที่มีเชื้อ หรือประมาณร้อยละ 60 ของไข่ที่นำเข้าฟัก และมากกว่าร้อยละ 95 ของลูกไก่ที่ฟัก ในประเทศอียิปต์ในสมัยนั้นได้ทำการฟักโดยโรงฟักไข่แบบนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.21 การฟักไข่ในปัจจุบัน

2.21.1 ตู้ฟักไข่ในปัจจุบัน

ตู้ฟักไข่ในสมัยปัจจุบันนั้น ได้เริ่มต้นพัฒนาขึ้นเมื่อประมาณ 230 ปีมานี้ ในปี ค.ศ. 1749 นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศสชื่อ Reaumur ได้ทำการรายงานว่าสามารถฟักไข่ในกล่องซึ่งออกแบบขึ้นโดยให้มีการควบคุมอุณหภูมิด้วยเครื่องมือควบคุม ในปี ค.ศ. 1770 John Campion ได้ฟักไข่ในห้องพิเศษที่ให้ความร้อนด้วยหม้อน้ำร้อน ในปี ค.ศ. 1783 Jacob Graves ก็ได้สร้างโรงฟักไข่ขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นโรงแรก ในปี ค.ศ. 1881 Mr.Hearson ชาวอังกฤษได้ประดิษฐ์ตู้ฟักไข่ซึ่งควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ ต่อมาในปี ค.ศ. 1895 C.A.Cypher ชาวอเมริกันได้สร้างตู้ฟักไข่ที่มีขนาดใหญ่สามารถฟักไข่ได้ครั้งละ 20,000 ฟอง

ตู้ฟักไข่ สมิทฟอร์คกรัคอินคูบาร์เตอร์ (Smith force draught incubator) เป็นตู้ฟักไข่ตู้แรกที่มีการระบายอากาศในตู้ฟักโดยใช้พัดลม สร้างโดย Smith ในปี ค.ศ. 1911 และได้นำออกแสดงในงาน อินเตอร์เนชั่นแนลเบบี้ชิคแอสโซซิเอชั่นส์คอนเวนชั่น (International Baby Chick Association's Convention) ที่รัฐโอไฮโอในปี ค.ศ. 1922 และในปีเดียวกันนั้นชาวอเมริกันชื่อ Peter sime ก็ได้ผลิตตู้ฟักไข่ไฟฟ้า ที่ใช้ไฟฟ้าให้ความร้อนและควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องฟักไข่ ต่อจากนั้น ตู้ฟักไข่ก็ได้รับการปรับปรุงให้ใช้งานได้สะดวกและมีประสิทธิภาพในการฟักไข่สูงจนเป็นตู้ฟักไข่ที่ทันสมัยในปัจจุบัน

ตู้ฟักไข่ขนาดใหญ่ ตู้แรกจะมีส่วนสำหรับฟักไข่ และส่วนสำหรับลูกให้ลูกไก่เกิด ซึ่งจะแยกส่วนกัน แต่ก็ยังอยู่ในตู้เดียวกัน ภายใต้อุณหภูมิและความชื้นเดียวกัน ต่อมาไม่นานได้มีการปรับปรุง โดยแยกส่วนของตู้เกิดลูกไก่ออกจากส่วนของตู้ฟักไข่ โดยปรับปรุงสภาพแวดล้อมในตู้เกิดลูกไก่ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และการระบายอากาศให้เหมาะสมสำหรับการฟักไข่ในระยะลูกไก่เกิด ส่วนในห้องฟักไข่ก็ยังคงสภาพเดิมไว้ การแยกตู้ฟักไข่กับตู้เกิดลูกไก่นั้น ช่วยแก้ปัญหาสิ่งขับถ่ายและขนอ่อนของลูกไก่ ที่ทำให้เกิดความสกปรกในตู้เกิดลูกไก่และสามารถฆ่าเชื้อโรคในตู้เกิดลูกไก่ โดยไม่กระทบกระเทือนต่อไข่ฟักอื่นๆ ในตู้ฟักไข่เป็นอย่างดีอีกด้วย

โดยทั่วไปตู้ฟักไข่จะมีลักษณะเป็นตู้ปิด ผนังตู้เป็นวัสดุที่เป็นฉนวน มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และการระบายอากาศอย่างเข้มงวด ตู้ฟักไข่ส่วนใหญ่นั้น จะมีช่องกระจกเพื่อประโยชน์ในการสำรวจความเรียบร้อยภายในตู้ฟักไข่และอ่านค่าต่างๆ จากอุปกรณ์ควบคุมภายในตู้ฟักไข่ได้โดยไม่จำเป็นต้องเปิดตู้ฟักไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

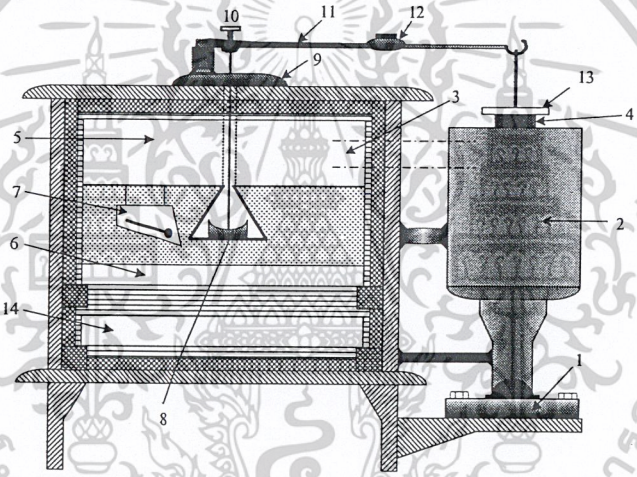
2.21.2 ชนิดของตู้ฟักไข่ในปัจจุบัน

ตู้ฟักไข่ในสมัยปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบได้แก่

1. ตู้ฟักไข่แบบถาดไข่ชั้นเดียว
2. ตู้ฟักไข่ขนาดใหญ่
3. ตู้ฟักไข่แบบห้องฟักไข่

2.21.3 ตู้ฟักไข่แบบถาดไข่ชั้นเดียว

ตู้ฟักไข่แบบนี้ เป็นตู้ฟักไข่ขนาดเล็ก มีถาดสำหรับใส่ไข่ชั้นเดียวซึ่งสามารถฟักไข่ได้ครั้งละประมาณ 50 ถึง 150 ฟอง ตู้ฟักไข่แบบนี้ ในสมัยก่อนออกแบบมาเพื่อใช้ฟักไข่ด้วยความร้อนจากอากาศร้อนหรือน้ำร้อน โดยการเผาไหม้จากตะเกียงน้ำมัน หรือตะเกียงก๊าซ (แก๊ส) จากภายนอกตู้ฟักและไม่มีการหมุนเวียนอากาศ



รูปที่ 2.11 โครงสร้างของตู้ฟักไข่แบบถาดไข่ชั้นเดียวโดยใช้ความร้อนจากลมร้อน

ส่วนประกอบต่างๆ และการทำงานของตู้ฟักไข่ แบบถาดไข่ชั้นเดียว โดยอาศัยความร้อนจากตะเกียงก๊าซ จากรูปที่ 2.11 มีดังนี้

1. ตะเกียงน้ำมันหรือตะเกียงก๊าซ
2. อุโมงค์อากาศร้อน ซึ่งจะมีช่องทางให้อากาศผ่านได้ 2 ทาง คือ ช่องทางให้อากาศร้อนผ่านเข้า และช่องระบายอากาศร้อน
3. เป็นช่องทางที่ให้อากาศร้อนผ่านเข้าสู่ห้องอากาศร้อนที่ให้ความร้อนแก่ตู้ฟัก
4. ช่องระบายอากาศร้อน จะเปิดให้อากาศร้อนออก เมื่อความร้อนในตู้ฟักไข่สูงเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เป็นห้องอากาศร้อนที่ให้ความร้อนแก่ตู้ฟักไข่

6. ถาดสำหรับใส่ไข่ฟัก

7. เทอร์โมมิเตอร์สำหรับอ่านค่าอุณหภูมิในตู้ฟักไข่

8. อุปกรณ์บังคับการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ จะขยายตัวเมื่ออากาศร้อนและหดตัวเมื่ออุณหภูมิในตู้ฟักไข่เย็นลง โดยทั่วไปเป็นกระเปาะโลหะภายในบรรจุของเหลว

9. แกนเหล็กตั้งอยู่บนอุปกรณ์บังคับการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ

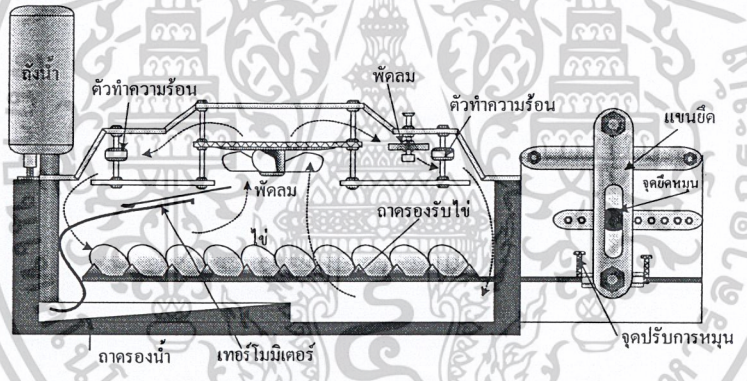
10. สกรูสำหรับปรับระยะระหว่างแกนเหล็ก

11. แกนเหล็กสำหรับฝาปิดช่องระบายอากาศร้อน

12. ลูกตุ้มน้ำหนักใช้ปรับน้ำหนักที่จะใช้ปิดฝาช่องระบายอากาศ

13. ฝาปิดช่องระบายอากาศร้อน

14. ถาดสำหรับใส่ไข่ฟักในระยะเกิดของลูกไก่



รูปที่ 2.12 โครงสร้างของตู้ฟักไข่แบบถาดไข่ชั้นเดียวโดยใช้ความร้อนจากไฟฟ้า

2.21.4 ตู้ฟักไข่ขนาดใหญ่

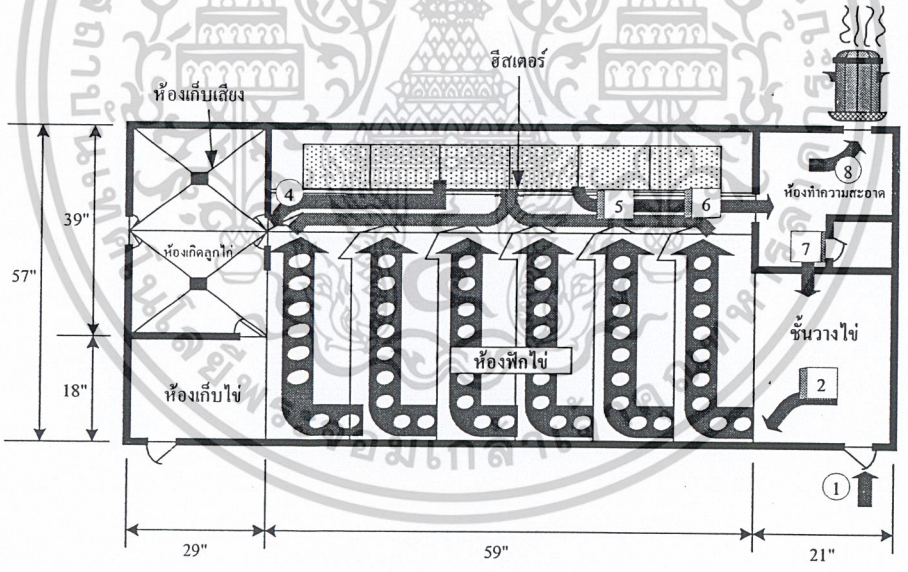
ตู้ฟักไข่ขนาดใหญ่นี้ มีลักษณะรูปร่างเป็นตู้ที่สามารถจะใส่ไข่ฟัก ได้ครั้งละเป็นจำนวนมาก (500 ถึง 12,000 ฟอง) มีถาดเพื่อใส่ไข่ฟักหลายชั้น และมีส่วนหนึ่งของตู้ฟักไข่ ซึ่งจัดไว้สำหรับเป็นที่เกิดลูกไก่ ซึ่งจะมีถาดไข่สำหรับเกิดลูกไก่ แตกต่างจากถาดไข่สำหรับฟัก ตามปกติถาดไข่ฟักนั้นจะมีจำนวนเป็น 3 เท่า ของจำนวนถาดเกิดลูกไก่ ตู้ฟักไข่แบบนี้ มีอุปกรณ์ควบคุมการฟักไข่ที่ทำงานโดยใช้ไฟฟ้าเกือบทั้งหมด ซึ่งจะสามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น การหมุนเวียนอากาศและการระบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อากาศในตู้ฟักได้ดี และให้ผลการฟักออกเป็นตัวได้ดี ตู้ฟักไข่แบบนี้ในสมัยก่อนนิยมใช้ในฟาร์มขนาดกลาง

2.21.5 ตู้ฟักไข่แบบห้องฟักไข่

ตู้ฟักไข่แบบนี้มีลักษณะเป็นห้องที่มีขนาดใหญ่ ในห้องฟักไข่แต่ละห้องนั้น สามารถบรรจุไข่ฟักได้ถึง 77,760 ฟอง แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ห้องฟักไข่มีความจุ 64,800 ฟอง และห้องเกิดลูกไก่มีความจุ 12,960 ฟอง ห้องฟักไข่มีขนาดใหญ่ พนักงานสามารถเข้าไปสำรวจและตรวจสอบการทำงานภายในห้องฟักไข่ได้ โรงฟักไข่ที่ทันสมัยในปัจจุบันนี้ใช้ตู้ฟักไข่แบบนี้ทั้งสิ้น เนื่องจากเป็นตู้ฟักไข่ที่มีประสิทธิภาพสูง และยังเป็นการประหยัดเนื้อที่ได้มากด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ในตู้ฟักไข่สามารถควบคุมการทำงานได้อย่างอัตโนมัติทุกส่วน กำลังการผลิตของโรงฟักไข่ที่ใช้ตู้ฟักไข่แบบนี้ จะขึ้นอยู่กับจำนวนของห้องฟักไข่ ถ้าโรงฟักไข่มีห้องฟักไข่ 6 ห้อง โรงฟักไข่นั้นก็จะมีความจุไข่เข้าฟักได้ถึง 143,520 ฟอง/สัปดาห์ ซึ่งถ้าโรงฟักไข่นี้สามารถฟักไข่ออกเป็นตัวได้ 80% ถึง 85% ของไข่ที่นำเข้าฟักทั้งหมดโรงฟักไข่นี้ก็จะมีกำลังผลิตลูกไก่ได้ประมาณ 120,000 ตัว/สัปดาห์ ตัวอย่างโรงฟักไข่ที่มีตู้ฟักไข่แบบห้องฟักไข่ 6 ห้องแสดงไว้ในรูปที่ 2.13



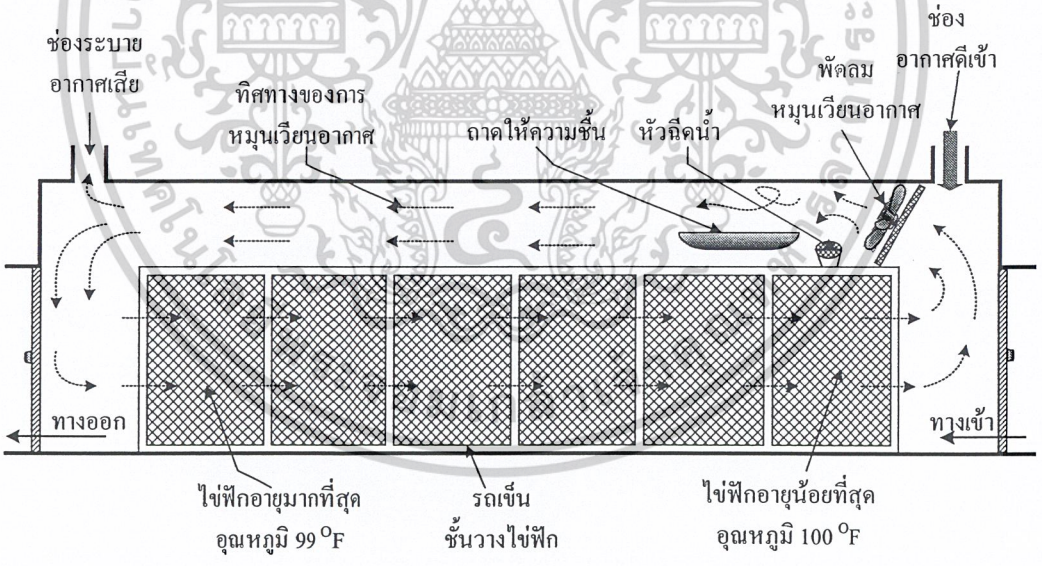
รูปที่ 2.13 โรงฟักไข่ที่มีตู้ฟักไข่แบบห้องฟักไข่ 6 ห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของโรงฟักไข่ที่มีตู้ฟักไข่แบบห้องฟักไข่ 6 ห้อง

1. ไข่ฟักจากรถขนไข่เข้าห้องเก็บไข่ฟัก
2. ไข่ฟักที่บรรจุในรถเข็นชั้นวางไข่ฟักเข้าสู่ห้องฟักไข่
3. ไข่ฟักอายุ 18 วัน นำออกจากตูฟักไข่นำเข้าตู้เกิดลูกไก่
4. ลูกไก่จากตู้เกิดลูกไก่เข้าห้องเก็บลูกไก่
5. **รถเข็นชั้นวางไข่ฟักเข้าสู่ห้องทำความสะอาดอุปกรณ์**
6. รถเข็นชั้นเกิดลูกไก่เข้าสู่ห้องทำความสะอาดอุปกรณ์
7. รถเข็นชั้นวางไข่ฟักเข้าสู่ห้องเก็บไข่ฟักเพื่อบรรจุไข่ฟักเข้าตู้ฟักไข่ต่อไป
8. ของเสียต่างๆ จากการฟักไข่นำไปกำจัดทิ้งภายนอกโรงฟักไข่

จากรูปที่ 2.13 ลูกศรในห้องฟักไข่แต่ละอัน หมายถึงห้องฟักไข่ 1 ห้อง ซึ่งจะสามารถบรรจุรถเข็นชั้นวางไข่ฟักถึง 12 คัน แบ่งเป็น 2 แถวๆ ละ 6 คัน และในตู้เกิดลูกไก่จะสามารถบรรจุรถเข็นชั้นวางไข่สำหรับตู้เกิดลูกไก่ได้ 2 คัน คือรถเข็นชั้นวางไข่ฟัก และรถเข็นชั้นวางไข่สำหรับตู้เกิดลูกไก่ โดยแต่ละคันสามารถบรรจุไข่ฟักได้ 6,480ฟอง



รูปที่ 2.14 ลักษณะการหมุนเวียนอากาศและระบบการจัดการไข่ฟักในห้องฟักไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.22 อุปกรณ์ต่างๆ ของตู้ฟักไข่ในสมัยปัจจุบัน

โรงฟักไข่สมัยปัจจุบัน เป็นโรงฟักไข่ที่มีขนาดใหญ่ มีกำลังผลิตที่สูงมากและสามารถฟักไข่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตู้ฟักไข่ทั้งหมดเหล่านี้ ใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งความร้อนและควบคุมระบบการทำงานต่างๆ ของตู้ฟักทั้งหมด อุปกรณ์ต่างๆ ของตู้ฟักไข่เหล่านี้มีดังนี้

2.22.1 อุปกรณ์ให้ความร้อนในตู้ฟักไข่

พลังงานความร้อนของตู้ฟักไข่ปัจจุบัน ได้จากพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสามารถให้ความร้อนด้วยขดลวดความร้อนแบบที่ใช้กับเตาไฟฟ้า หรือแผ่นความร้อน การกระจายความร้อนจากอุปกรณ์ให้ความร้อน ทำได้โดยการใช้พัดลม ซึ่งพัดลมมีหน้าที่ทั้งการกระจายความร้อนให้สม่ำเสมอทั่วตู้ฟักหมุนเวียนอากาศในตู้ฟัก และช่วยในการระบายอากาศของตู้ฟักไข่ด้วย

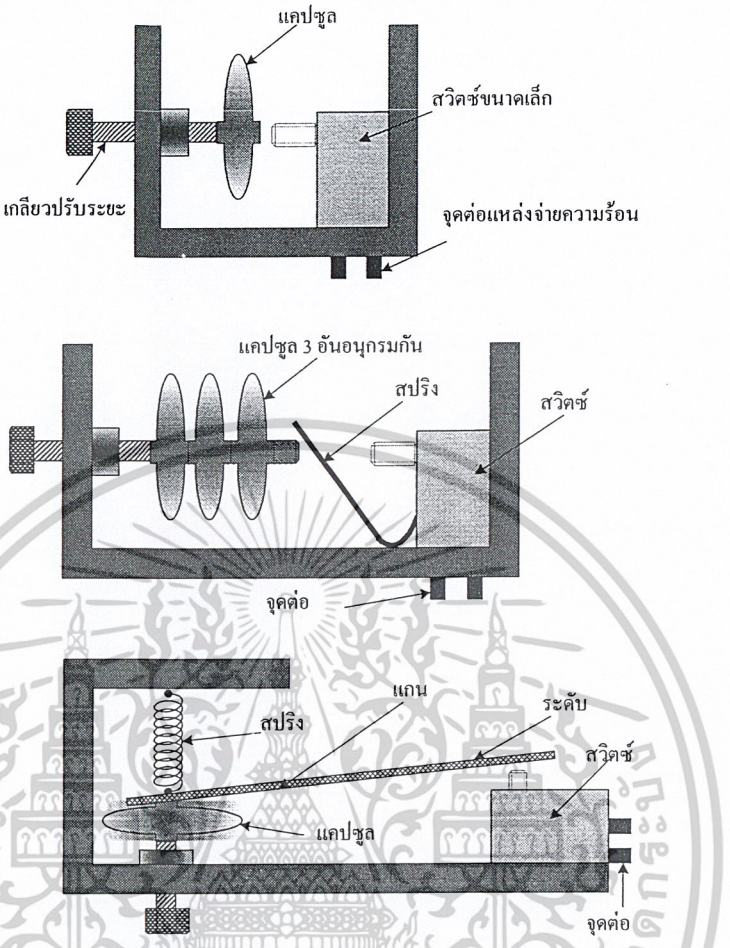
อุณหภูมิภายในตู้ฟักไข่นั้น สามารถอ่านค่าได้จากเทอร์โมมิเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมในตู้ฟักไข่ โดยทั่วไปมักจะติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่วางไข่ฟัก

2.22.2 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิในตู้ฟักไข่

อุปกรณ์ที่ควบคุมอุณหภูมิ เป็นส่วนสำคัญของตู้ฟักไข่ เพื่อใช้ในการควบคุมอุณหภูมิในตู้ฟักไข่หรือตู้เกิดลูกไก่ให้อยู่ในระดับที่ต้องการ และคงที่ตลอดการฟักไข่ อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิจะประกอบด้วย ตัวรับความรู้สึก กับอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งโดยทั่วไปก็คือสะพานไฟหรือสวิตซ์ โดยที่อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิมีหลายแบบ แต่ละแบบจะมีคุณสมบัติและประสิทธิภาพในการใช้งานแตกต่างกันไปพอสรุปได้ดังนี้

1. แบบกระเปาะโลหะที่บรรจุอีเทอร์ร่วมกับสวิตซ์ขนาดเล็ก หลักการทำงานของอุปกรณ์ชนิดนี้คือ ใช้กระเปาะโลหะซึ่งทำมาจากโลหะบางๆ 2 แผ่น มาประกบติดกันภายในจะบรรจุสารระเหยง่าย เช่น อีเทอร์ หรือแอลกอฮอร์ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสารในกระเปาะจะขยายตัว กระเปาะโลหะก็จะโป่งออกเรื่อยๆ จนถึงจุดอุณหภูมิที่กำหนด กระเปาะโลหะก็จะไปดันสวิตซ์ควบคุมทางวงจรไฟฟ้าขนาดเล็ก ทำให้ไฟฟ้าไม่ครบวงจร อุปกรณ์ให้ความร้อนก็จะไม่ทำงานและอุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลง และเมื่ออุณหภูมิลดลงจนต่ำกว่าอุณหภูมิที่กำหนด กระเปาะโลหะจะแฟบลงสวิตซ์ควบคุมวงจรไฟฟ้าก็จะครบวงจร อุปกรณ์ให้ความร้อนก็จะทำงานใหม่สลับกันไปตลอดเวลาซึ่งทำให้อุณหภูมิของตู้ฟักไข่คงที่ในจุดที่กำหนดให้ตลอดเวลา อุปกรณ์ให้ความร้อนปกติจะต้องใช้กำลังไฟสูง ถ้าใช้สวิตซ์ขนาดเล็กเป็นสะพานไฟโดยตรงนั้นทำไม่ได้ เพราะหน้าสัมผัสของสวิตซ์ขนาดเล็กไม่เพียงพอให้กระแสไฟฟ้าผ่านเข้าสู่อุปกรณ์ให้ความร้อนได้ และสวิตซ์ก็จะเกิดการเสียหายจึงจำเป็นต้องต่อวงจรไฟฟ้า จากสวิตซ์เข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า รีเลย์ (Relay) แล้วจึง

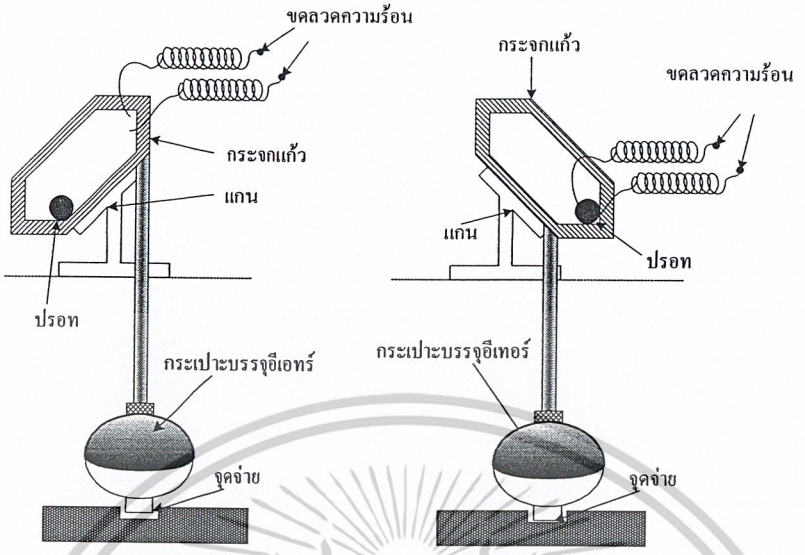
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบกระเปาะโลหะบรรจุอีเทอร์แบบต่างๆ

ต่ออุปกรณ์ให้ความร้อนเข้ากับ รีเลย์ อีกทอดหนึ่ง โดยทั่วไป รีเลย์ จะสามารถใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ประมาณ 10 แอมแปร์ อุปกรณ์แบบนี้ เหมาะสำหรับตู้ฟักไข่ขนาดเล็ก ไปจนถึงตู้ฟักไข่ขนาดใหญ่ ความละเอียดในการควบคุมอุณหภูมิ ก็จะขึ้นอยู่กับจำนวนกระเปาะโลหะ ถ้าต้องการควบคุมอุณหภูมิละเอียดมากก็ใช้จำนวนของกระเปาะโลหะบรรจุอีเทอร์มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ลักษณะของอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ แบบกระเปาะโลหะบรรจุอีเทอร์ร่วมกับสวิตซ์ไฟฟ้าแบบปรอท

2. แบบกระเปาะโลหะบรรจุอีเทอร์ร่วมกับสวิตซ์แบบปรอท หลักการทำงานของอุปกรณ์แบบนี้จะคล้ายกับแบบแรก แต่แทนที่จะใช้กระเปาะโลหะบรรจุอีเทอร์ไปปิดเปิดสวิตซ์ขนาดเล็กก็เปลี่ยนมาใช้สะพานไฟแบบปรอทแทน โดยที่สะพานไฟแบบปรอทจะเป็นกระเปาะแก้วที่มีสายไฟแหย่ปลายเข้าไปข้างในกระเปาะแก้ว ในกรณีที่ไม่มีปรอทมาท่วมสายไฟทั้ง 2 เส้น สะพานไฟก็จะขาด แต่ถ้าหากปรอทไหลมาท่วมสายไฟทั้ง 2 เส้น ไฟฟ้าก็จะครบวงจร ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ควบคุมความร้อนทำงาน และหยุดทำงานสลับกันไป สวิตซ์ไฟฟ้าแบบปรอทนี้ สามารถใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ให้ความร้อนที่ไม่ใหญ่มากนักได้โดยตรง เพราะสวิตซ์ไฟฟ้าแบบปรอทนี้ มีขนาดใหญ่พอที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มาก

การตั้ง เทอร์โมสตัส (Thermostat) สามารถทำได้โดย การอ่านค่าอุณหภูมิในตู้ฟักไข่จากเทอร์โมมิเตอร์ ถ้าอุณหภูมิมีค่าใกล้กับอุณหภูมิที่เราต้องการ ก็ค่อยๆ หมุนสกรูสำหรับตั้ง เทอร์โมสตัส ให้คลายออกอย่างช้าๆ จนกระทั่งอุปกรณ์ทำความร้อนนั้นเริ่มทำงานอีกครั้งหนึ่ง รอดูว่าอุณหภูมิในตู้ฟักไข่เท่ากับที่เราต้องการแล้ว เทอร์โมสตัส จะทำการตัดวงจรไฟฟ้าถูกต้องหรือไม่ถ้ายังไม่เรียบร้อยก็ปรับสกรูตั้ง เทอร์โมสตัส ใหม่เช่นเดียวกับที่ได้กล่าวมาแล้ว จนกระทั่งสามารถควบคุมอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ได้ตรงตามต้องการ ตามปกติแล้ววงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ทำความร้อนมักจะติดตั้งหลอดไฟฟ้าขนาดเล็กๆ ไว้เพื่อเป็นจุดสังเกต ถ้าวงจรขาดหลอดไฟสัญญาณ ก็จะดับและ

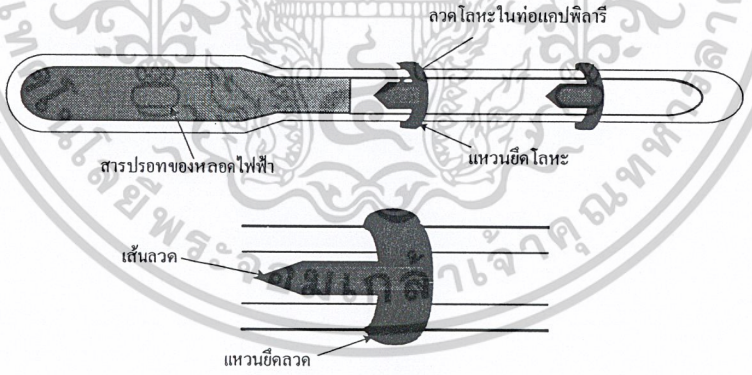
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าไฟฟ้าครบวงจรอุปกรณ์ทำความร้อนก็จะ ทำงานหลอดไฟสัญญาณก็จะติดสว่างขึ้นอีก ทำให้ง่ายต่อการสำรวจการทำงานของอุปกรณ์ทำความร้อน และอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่ยิ่งขึ้น

อุณหภูมิในตู้ฟักไข่นั้น มีความสำคัญมากต่อการฟักไข่ตลอดระยะเวลา 21 วัน ของการฟักไข่ เมื่อนำไข่เข้าฟักในตู้ฟักแล้วระบบต่างๆ ในตู้ฟักก็จะต้องทำงานอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งฟักลูกไก่ออกเป็นตัว แต่ถ้าหากในระหว่างฟักมีอุปกรณ์ส่วนใดชำรุดขึ้นจะทำให้เกิดผลเสียหายต่อการฟักไข่ได้ โดยเฉพาะย่างยิ่งอุปกรณ์ทำความร้อน และอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ฟักไข่ ดังนั้นก่อนที่จะนำไข่เข้าตู้ฟัก จะต้องลองเดินเครื่องตู้ฟักไข่ก่อนอย่างน้อย 24 ถึง 48 ชั่วโมง เพื่อสำรวจความเรียบร้อยในการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ว่าไม่มีอุปกรณ์ส่วนใดบกพร่องแล้วจึงนำไข่เข้าฟักได้

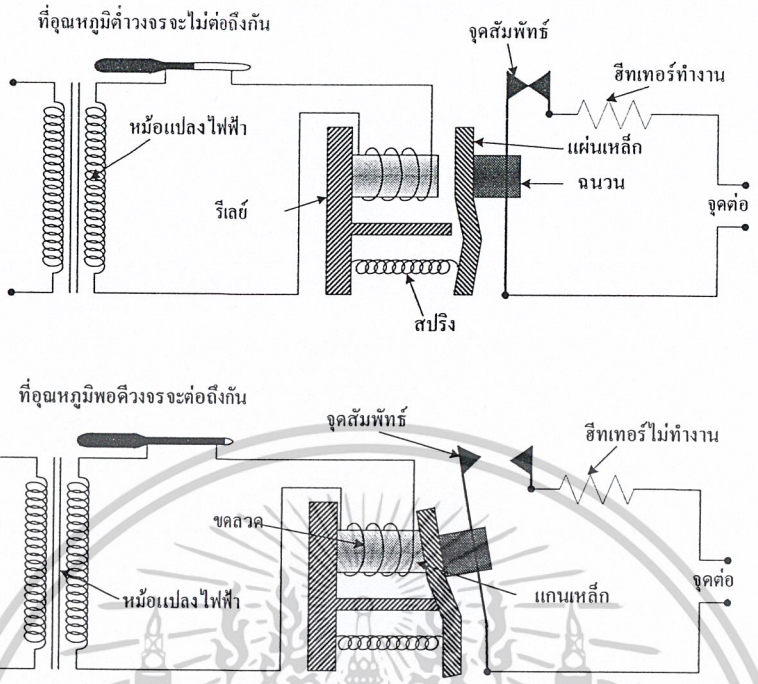
นอกจากนี้ ยังมีความจำเป็นที่จะต้องตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินประจำโรงฟักไข่ ให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย เพื่อให้พร้อมที่จะรับเหตุการณ์ต่างๆ เมื่อไฟฟ้าปกติเกิดชำรุดขึ้น

3. แบบเทอร์โมมิเตอร์ปรอท หลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ควบคุมอุณหภูมิแบบนี้คือ ใช้เทอร์โมมิเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่ให้ความร้อน โดยเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้จะเป็นเทอร์โมมิเตอร์พิเศษคือ จะต้องเป็นเทอร์โมมิเตอร์แบบใช้ปรอทและมีสายไฟเล็กๆ แหย่เข้าไปในหลอดแก้วของเทอร์โมมิเตอร์ทั้ง 2 จุด



รูปที่ 2.17 ลักษณะของเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 วงจรไฟฟ้าและการทำงานของอุปกรณ์ให้ความร้อนและอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทควบคุม

4. แบบอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ การทำงานของอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบนี้ทำโดยการใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์เป็นตัววัดอุณหภูมิ มีหลายแบบแต่ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะที่มีใช้ในตู้ฟักไข่เท่านั้น

5. เทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouples) คืออุปกรณ์ที่ประกอบด้วยโลหะชิ้นเล็กๆ 2 ชิ้น ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่น ทองแดงกับโลหะผสมระหว่างทองแดงร้อยละ 60 กับนิกเกิลร้อยละ 40 นำปลายทั้งสองของชิ้นโลหะทั้งสองมาเชื่อมต่อกัน ถ้าหากจุดที่เชื่อมต่อกันนี้อยู่ในที่ๆ อุณหภูมิแตกต่างกันจะเกิดการถ่ายเทของอิเล็กตรอนขึ้น ณ บริเวณที่เป็นรอยต่อ ระหว่างโลหะทั้งสองนั้น ซึ่งจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้น เมื่อนำแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้ มาขยายสัญญาณจะสามารถนำไปใช้ในการควบคุมการทำงานของสะพานไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมระบบให้ความร้อน ตัวอย่างเช่น ถ้าใช้โลหะ 2 ชนิด ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ถ้าปลายข้างหนึ่งอยู่ในที่อุณหภูมิ 0 องศา และปลายอีกข้างหนึ่งอยู่ในจุดที่ต้องการวัดอุณหภูมิ จะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้น 39 ไมโครโวลท์ต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนไป 1 องศาเซลเซียส

6. อิเล็กทริกคอลรีซีสแตนท์ (Electrical Resistance) อุปกรณ์แบบนี้จะอาศัยคุณสมบัติของความต้านทานไฟฟ้าเป็นเครื่องวัดความแตกต่างของอุณหภูมิ โดยการอาศัยหลักการที่กล่าวว่าถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากอุณหภูมิเกิดการเปลี่ยนแปลงไปค่าความต้านทานไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำไฟฟ้า หรือโลหะที่เป็นตัวนำไฟฟ้า ก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วยเราก็สามารถนำการเปลี่ยนแปลงทางคุณสมบัติของความต้านทานไฟฟ้านี้ ไปใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ให้ความร้อนได้

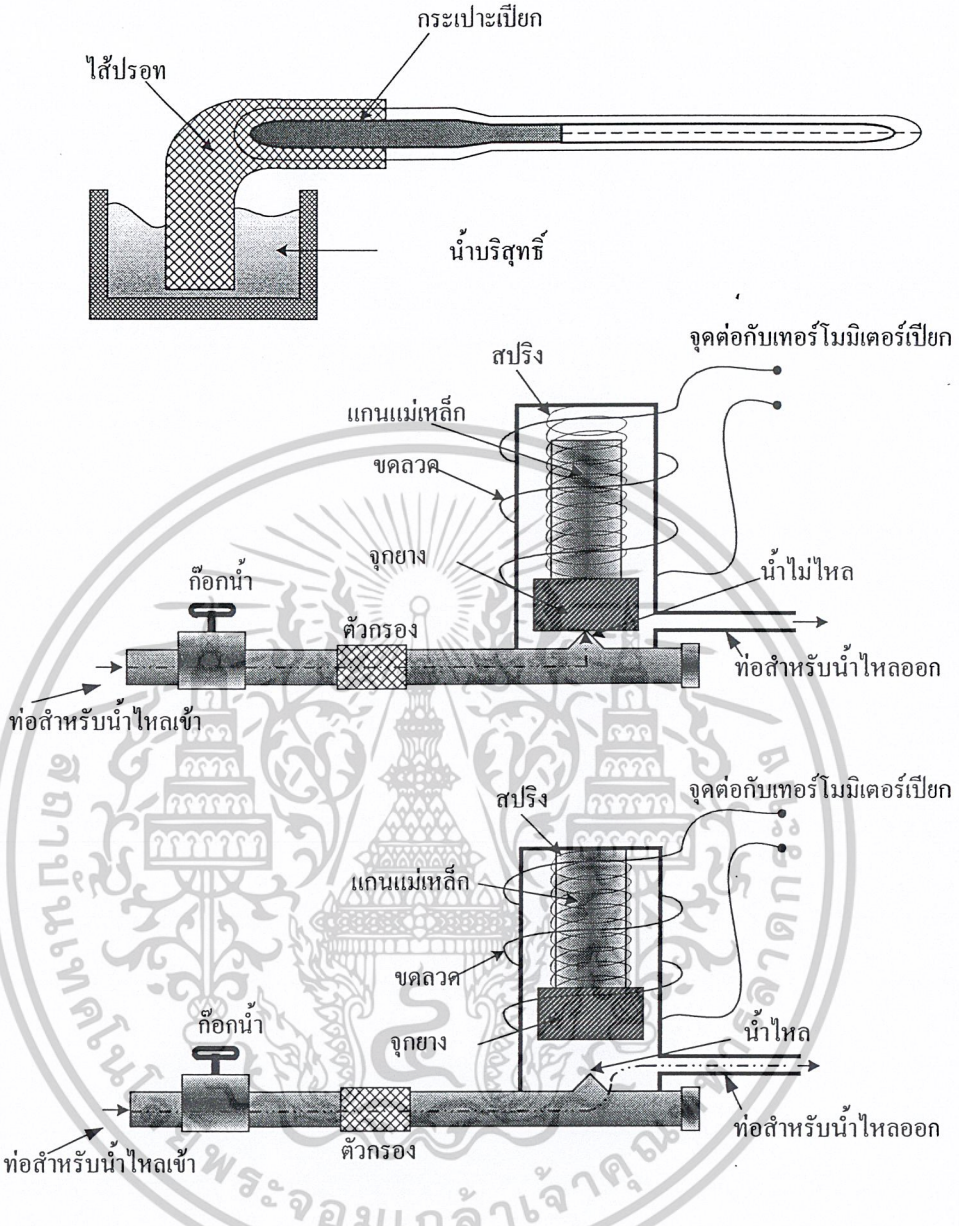
7. เทอร์มีสเตอร์ (Thermister) คือ อุปกรณ์ที่ใช้สารกึ่งตัวนำไฟฟ้าวัดค่าความแตกต่างกันของอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความต้านทานไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำไฟฟ้าจะลดลง นำความเปลี่ยนแปลงของความต้านทานไฟฟ้านี้ มาใช้เป็นเครื่องมือที่วัดอุณหภูมิและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์แบบนี้ มีใช้ในระบบควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่ที่ทันสมัยในปัจจุบัน

2.22.3 อุปกรณ์ทำความชื้นและการควบคุมความชื้นในตู้ฟักไข่

1. อุปกรณ์ให้ความชื้น ความชื้นในตู้ฟักไข่ได้จากการระเหยของน้ำหรือจากการใช้หัวฉีดน้ำให้เป็นละอองฝอยเข้าไปในตู้ฟักไข่ สำหรับตู้ฟักไข่ขนาดเล็กหรือตู้ฟักไข่ขนาดใหญ่ การจะให้ความชื้นในตู้ฟักไข่จะใช้วิธีการระเหยของน้ำ ซึ่งจะเพิ่มหรือลดความชื้นได้ โดยการเพิ่มพื้นที่ผิวในการระเหยน้ำ การเพิ่มพื้นที่ผิวของน้ำทำได้ โดยการเพิ่มขนาดของภาชนะบรรจุน้ำ การใช้ผ้าหรือวัสดุที่สามารถดูดซึมน้ำได้ดีแขวนไว้ในตู้ฟักไข่ โดยที่จะให้ปลายผ้าด้านหนึ่งจุ่มอยู่ในน้ำ เป็นต้น สำหรับในตู้ฟักไข่แบบห้องฟักไข่นั้น การเพิ่มความชื้นในตู้ฟักไข่และตู้เกิดลูกไก่ อาศัยพัดลมอันเดียวกันกับพัดลมที่ใช้ในการกระจายอุณหภูมิในตู้ฟักไข่หรือตู้เกิดลูกไก่

2. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดความชื้น เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดความชื้นในตู้ฟักไข่ได้แก่ ไฮโกรมิเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความชื้น ซึ่งจะประกอบไปด้วยเทอร์โมมิเตอร์ 2 อัน อันหนึ่งเป็นเทอร์โมมิเตอร์แบบแห้งธรรมดา ส่วนอีกอันหนึ่งเป็นเทอร์โมมิเตอร์แบบเปียกซึ่งทำได้โดยการใช้ผ้าเปียกห่อหุ้มตรงกระเปาะปรอทของเทอร์โมมิเตอร์ การวัดค่าความชื้น ทำได้โดยการอ่านค่าของอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ทั้ง 2 อัน แล้วนำค่าความแตกต่างนี้ ไปเทียบกับตาราง มาตรฐานในตารางที่ 2.15 หรืออาจจะใช้ ไซโครเมติกชาร์ท (Phychrometric Chart) ในภาคผนวกก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 ลักษณะเทอร์โมมิเตอร์เปียกและการทำงานของอุปกรณ์ให้ความชื้นและควบคุมความชื้น

3. อุปกรณ์ควบคุมความชื้นอัตโนมัติในตู้ฟักไข่ ตามธรรมชาติหากใช้เทอร์โมมิเตอร์แห้งกับเทอร์โมมิเตอร์เปียก วัดอุณหภูมิแล้วค่าอุณหภูมิที่วัดได้เท่ากัน แสดงว่าความชื้นสัมพัทธ์ในนั้นเป็น 100% แต่ถ้าวัดแล้วค่าอุณหภูมิแตกต่างกัน ก็แสดงว่าความชื้นสัมพัทธ์ในที่นี้ ก็จะต่ำกว่า 100% ถ้าค่าความแตกต่างของเทอร์โมมิเตอร์ทั้ง 2 อัน ยิ่งมากขึ้นค่าความชื้นสัมพัทธ์ในที่นั้นก็จะยิ่งต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตู้ฟักไข่ต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ประมาณ 99.75° F และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 60 ดูจากตาราง หรือ ไซโครเมติกชาร์ท จะเห็นว่าเทอร์โมมิเตอร์เปียกจะอยู่ระหว่าง 86° F ถึง 87° F และตู้เกิดลูกนั้น ไก่ควรที่จะควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ประมาณ 99° F และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 75 เทอร์โมมิเตอร์เปียกจะอยู่ประมาณ 92° F

เมื่อเราทราบอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์เปียกที่ต้องการ ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมความชื้น โดยการออกแบบ ให้ใช้เทอร์โมมิเตอร์เปียกแบบปรอทที่มีลวด แหย่เข้าไปในช่องบรรจุปรอท โดยลวดเส้นหนึ่งอยู่ต่ำกว่าอุณหภูมิที่กำหนด ส่วนอีกเส้นหนึ่งจะแหย่เข้าไปตรงจุดอุณหภูมิที่กำหนด (ลักษณะเหมือนกับเทอร์โมมิเตอร์ปรอทที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิ) แล้วจึงใช้ลวดทั้ง 2 ของเทอร์โมมิเตอร์ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าที่ต่อกับอุปกรณ์ให้ความชื้นแบบหัวฉีด โดยจะออกแบบไว้เมื่ออุณหภูมิถึงจุดที่กำหนด วงจรไฟฟ้าก็จะครบวงจร จะทำงานให้วงจรไฟฟ้าหลัก ที่จ่ายไฟฟ้าให้กับแมคเนติกส์วาลว์ไม่ครบวงจร วาล์วก็จะปิด หัวฉีดก็จะหยุดฉีดน้ำ เพราะว่าได้ความชื้นสัมพัทธ์สูงตามที่ต้องการแล้ว แต่ถ้าหากความชื้นสัมพัทธ์เกิดลดลงอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์เปียกก็จะลดลง วงจรไฟฟ้าของแมคเนติกส์สวิตซ์ จะเปิดออก แมคเนติกส์สวิตซ์ก็จะหยุดทำงานสะพานไฟฟ้าหลักก็จะครบวงจร แมคเนติกส์วาลว์ก็จะทำงานทำให้น้ำพ่นออกจากหัวฉีด ความชื้นจะค่อยๆ สูงขึ้นจนอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์เปียกถึงจุดที่กำหนดอีกครั้ง หัวฉีดก็จะหยุดทำงานสลับกันไป

อุปกรณ์ควบคุมความชื้นอัตโนมัตินี้มักใช้ในเครื่องฟักไข่ขนาดใหญ่ที่ทันสมัยและใช้ในเครื่องฟักไข่แบบห้องฟักไข่ เป็นต้น

ตารางที่ 2.16 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในตู้ฟักเมื่อทราบอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์

เทอร์โมมิเตอร์เปียก° F							
เทอร์โมมิเตอร์แห้ง° F		**ความชื้นสัมพัทธิ์**					
		60%	65%	70%	75%	80%	85%
สำหรับห้องเก็บไข่	50	44.2	45.0	45.8	46.5	47.2	47.9
	52	46.0	46.8	47.6	48.4	49.1	49.8
	54	47.7	48.6	49.4	50.2	51.0	51.7
	56	49.5	50.4	51.2	52.1	52.9	53.6
	58	51.3	52.2	53.0	53.9	54.7	55.5
	60	53.0	54.0	54.8	55.8	56.6	57.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.16 (ต่อ) ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในตู้ฟักเมื่อทราบอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์

เทอร์โมมิเตอร์เปียก° F							
เทอร์โมมิเตอร์แห้ง° F		ความชื้นสัมพัทธ์					
		60%	65%	70%	75%	80%	85%
สำหรับตู้ฟักไข่	99	86.8	88.5	90.2	91.8	93.2	94.8
	99.5	87.2	88.9	90.7	92.2	93.6	95.3
	100	87.7	89.3	91.2	92.7	94.1	95.8
	100.5	88.1	89.7	91.6	93.2	94.6	96.3
	101	88.5	90.2	92.1	93.6	95.1	96.8
	101.5	88.9	90.6	92.5	94.1	95.5	97.3
	102	89.3	91.0	93.0	94.5	96.0	97.8
	102.5	89.7	91.4	93.5	95.0	96.5	98.3
	103	90.2	91.8	93.9	95.5	97.0	98.8

2.22.4 การระบายอากาศและอุปกรณ์ควบคุมการระบายอากาศในตู้ฟักไข่

อุปกรณ์สำหรับที่ใช้สำหรับระบายอากาศในตู้ฟักไข่ ได้แก่ พัดลม และช่องระบายอากาศ ตู้ฟักไข่ขนาดเล็กการระบายอากาศไม่มากนัก พัดลมที่ใช้ระบายอากาศ ก็เป็นพัดลมเครื่องเดียวกับพัดลมที่ใช้กวนอากาศและหมุนเวียนอากาศภายในตู้ฟัก การที่จะระบายอากาศในตู้ฟักไข่ขนาดเล็กจะมากหรือน้อยนั้น ก็ขึ้นอยู่กับการปรับความกว้างของช่องระบายอากาศ ส่วนตู้ฟักไข่ขนาดใหญ่หรือตู้ฟักไข่แบบห้องฟักไข่นั้น จะมีพัดลมที่ใช้สำหรับระบายอากาศโดยเฉพาะ เนื่องจากในตู้ฟักไข่มีไข่ฟักอยู่เป็นจำนวนมาก จึงมีความต้องการออกซิเจน และมีการขับถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์เป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องมีการระบายอากาศออกจากตู้ฟักไข่ที่ดี และมีประสิทธิภาพ ตู้ฟักไข่แบบห้องฟักไข่จะมีพัดลมสำหรับกวนอากาศและหมุนเวียนอากาศ 1 เครื่อง และพัดลมสำหรับดูดอากาศออกจากตู้ฟักไข่ 1 เครื่อง สำหรับในตู้เกิดลูกไก่ก็เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.22.5 อุปกรณ์กลับไข่ในตู้ฟักไข่

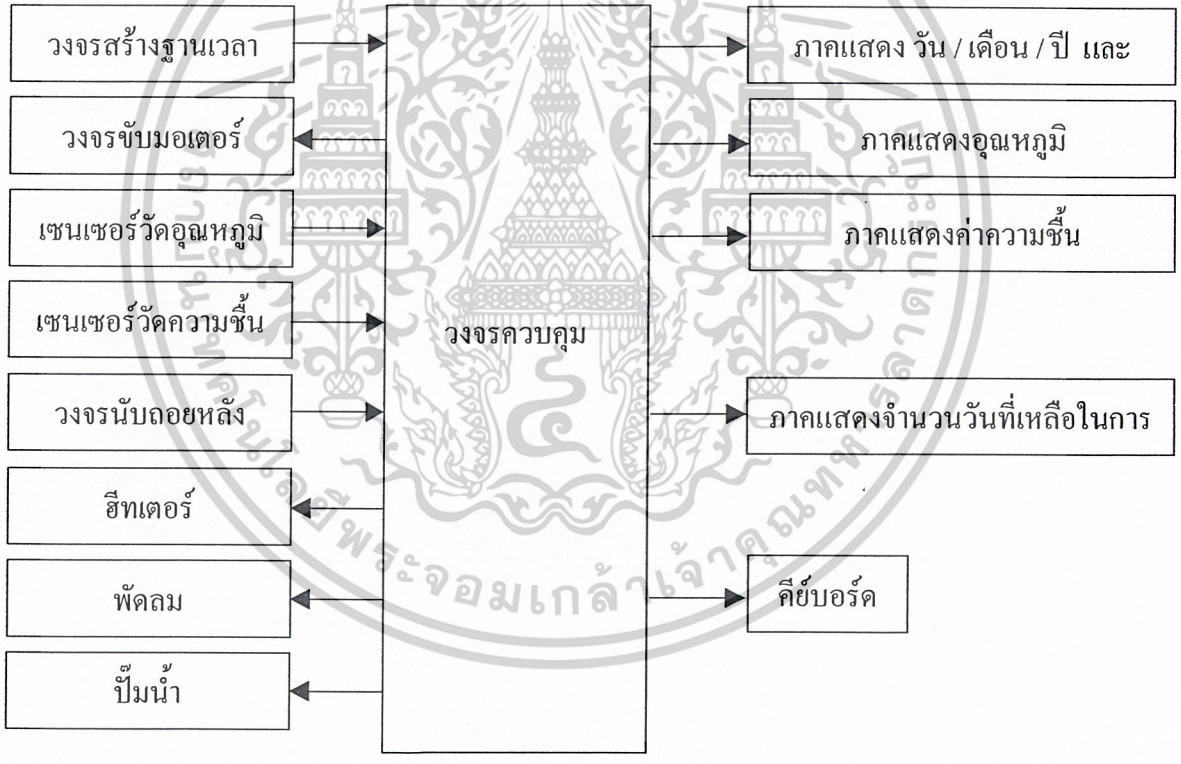
ตู้ฟักไข่ขนาดเล็กและตู้ฟักไข่ขนาดใหญ่ จะมีอุปกรณ์ที่กลับไข่ โดยการใช้พนักงานในโรงฟักไข่เป็นผู้ปฏิบัติ โดยจะกลับไข่ฟักวันละ 6 ถึง 10 ครั้ง อุปกรณ์กลับไข่มีลักษณะเป็นคันโยกซึ่งต่อออกมาจากชั้นวางไข่ฟัก เมื่อโยกคันโยก ก็จะทำให้ไข่ในตู้ฟักเปลี่ยนตำแหน่งไปด้วย แต่สำหรับตู้ฟักไข่แบบห้องฟักไข่ จะมีระบบกลับไข่โดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถทำการกลับไข่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามเวลาที่กำหนดไว้ในโปรแกรม โดยปกติแล้วตู้ฟักไข่แบบนี้จะตั้งโปรแกรมกลับไข่ไว้ชั่วโมงละ 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ จะประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้คือ ส่วนของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน ส่วนของวงจรควบคุมภาคแสดงผลเป็น วัน/เดือน/ปี วงจรสร้างฐานเวลา วงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น วงจรนับถอยหลัง วงจรภาคขับมอเตอร์ และส่วนของโครงสร้างของตู้ ในรูปที่ 3.1 แสดงแผนผังการทำงานของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ



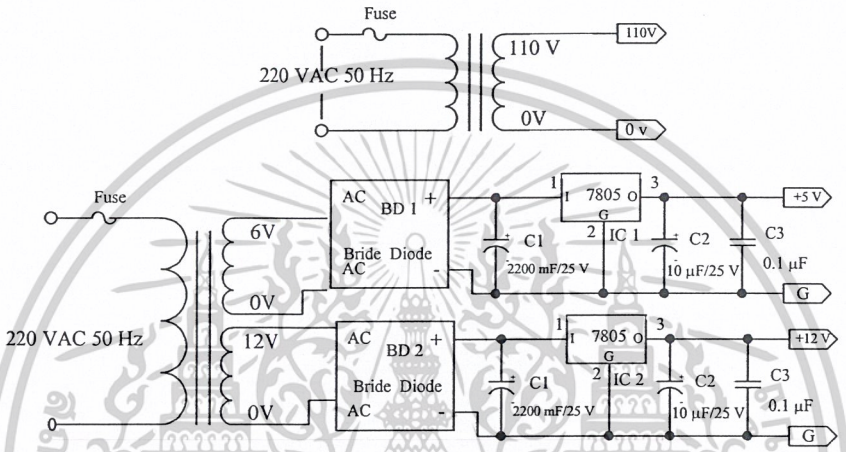
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

3.2.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรแหล่งจ่ายแรงดันของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ จะประกอบด้วยส่วนของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าสลับลง ส่วนของวงจรกรองความถี่ ไดโอดบริดจ์เร็กติไฟเออร์ และไอซีเร็กกูเลเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

3.2.2 การทำงาน

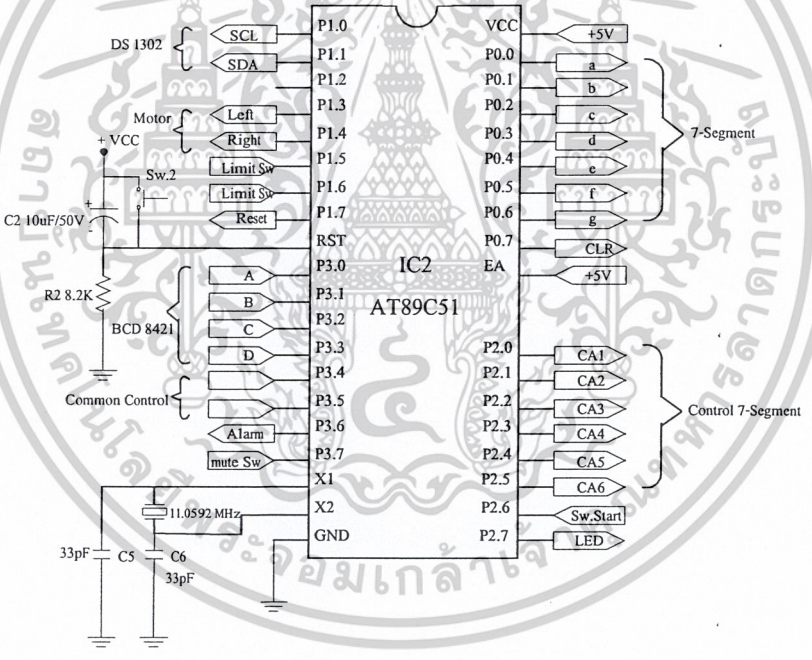
การทำงานของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน เริ่มจากเมื่อไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V เข้ามาผ่านหม้อแปลงแรงดันไฟกระแสสลับลง ทำให้ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 6 V_{AC} ผ่านไดโอดบริดจ์เร็กติไฟเออร์ เพื่อทำหน้าที่ตัดสัญญาณไฟกระแสสลับทางด้านลบออกไป ให้เหลือทางซีกบวกอย่างเดียว แรงดันที่ออกจากไดโอดบริดจ์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง แต่ยังเป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่ยังไม่เรียบ ต้องทำการเรียงกระแสให้เรียบ โดยผ่านวงจรกรองความถี่ ซึ่งจะใช้ตัวเก็บประจุอิเล็กโตไลต์ทำการเรียงกระแสไฟฟ้าตรงให้เรียบ และใช้ตัวเก็บประจุแบบเซรามิกค่า 0.1 ไมโครฟารัด ทำการกรองสัญญาณรบกวน โดยโครงงานนี้จะใช้ไฟฟ้ากระแสตรง +5 โวลต์, +12 โวลต์ และ +24 โวลต์ โดยใช้ ไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ 7805, 7812 ส่วนไฟ +24โวลต์ จะใช้แรงดันโดยตรงที่ไม่ต้องผ่านไอซีเร็กกูเลเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรควบคุม

3.3.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรควบคุมแบ่งออกเป็น 2 ชุด โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 เป็นตัวควบคุมการทำงาน ในชุดที่ 1 จะใช้ควบคุมการทำงานของการตรวจวัดวัดอุณหภูมิและความชื้น ส่วนของการทำงานในชุดที่ 2 เป็นตัวควบคุมมอเตอร์ให้หมุนตามเวลาที่กำหนด โดยรับค่าจากลิมิตสวิตช์ที่ส่งมาทางพอร์ต P1.3 – P1.4 เพื่อตรวจสอบว่าการทำงานของมอเตอร์ ว่าได้มีการทำงานถูกต้องตามตำแหน่งหรือไม่ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ควบคุมการแสดงผลที่ ภาคแสดงผลเจ็ดส่วน ที่ P0.0 – P0.6 ในการแสดงผล วัน/เดือน/ปี และเวลา โดยทำการรับค่าฐานเวลาจริงจากวงจรสร้างฐานเวลาที่พอร์ต P1.0 – P1.1 รวมทั้ง การแสดงผลของวงจรนับลง รับค่าจากพอร์ต P1.0 – P3.3 ไปในส่วนของการแสดงผล ทางพอร์ต P2.0 – P2.5 ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

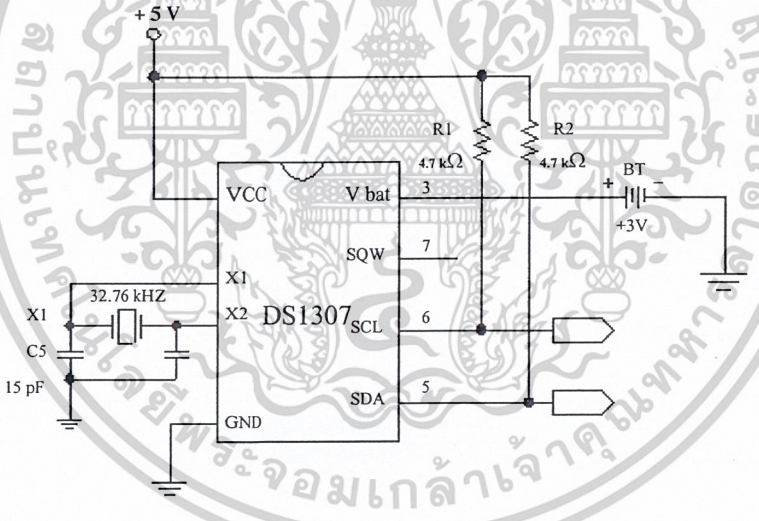
3.3.2 การทำงาน

การทำงานของวงจรควบคุม AT89C51 จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากด้านอินพุตเข้ามา แล้วนำมาประมวลผลข้อมูล จากนั้นก็ทำการส่งผลของข้อมูลออกทางเอาต์พุต เพื่อไปควบคุมส่วนของวงจรต่างๆ

3.4 วงจรสร้างฐานเวลา

3.4.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรสร้างฐานเวลาจะใช้ไอซีเบอร์ DS1307 โดยการต่อใช้งานขา VCC จะต่อกับไฟ +5 โวลต์, ขา GND จะต่อกับกราวด์, ขา X1 และ X2 จะต่อกับคริสตอลค่า 38.768 kHz, ขา X1 และ X2 จะต่อตัวเก็บประจุค่า 15 pF ลงกราวด์, ขา V_{bat} จะต่อกับแบตเตอรี่สำรอง ส่วนขา SCL, SDA จะต่อเข้ากับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรสร้างฐานเวลา

3.4.2 การทำงาน

การทำงานของวงจรสร้างฐานเวลาประกอบด้วยไอซี DS1307 ต่ออยู่กับ MCS-51 โดยไอซี DS1307 เป็นไอซีสร้างฐานเวลาโดยอาศัยสัญญาณนาฬิกาจาก MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงาน และ อาศัยสัญญาณนาฬิกาจากคริสตอลที่ขา 1 และ ขา 2 เป็นตัวป้อนให้เกิดการทำงานที่ความถี่มาตรฐาน 32.768 kHz สัญญาณควบคุมจาก MCS-51 จะมี 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 นำค่า วัน, เวลา ไปตั้งให้กับ DS1307 และรูปแบบที่ 2 อ่านค่าจาก DS1307 เพื่อนำออกไปแสดงผล ให้

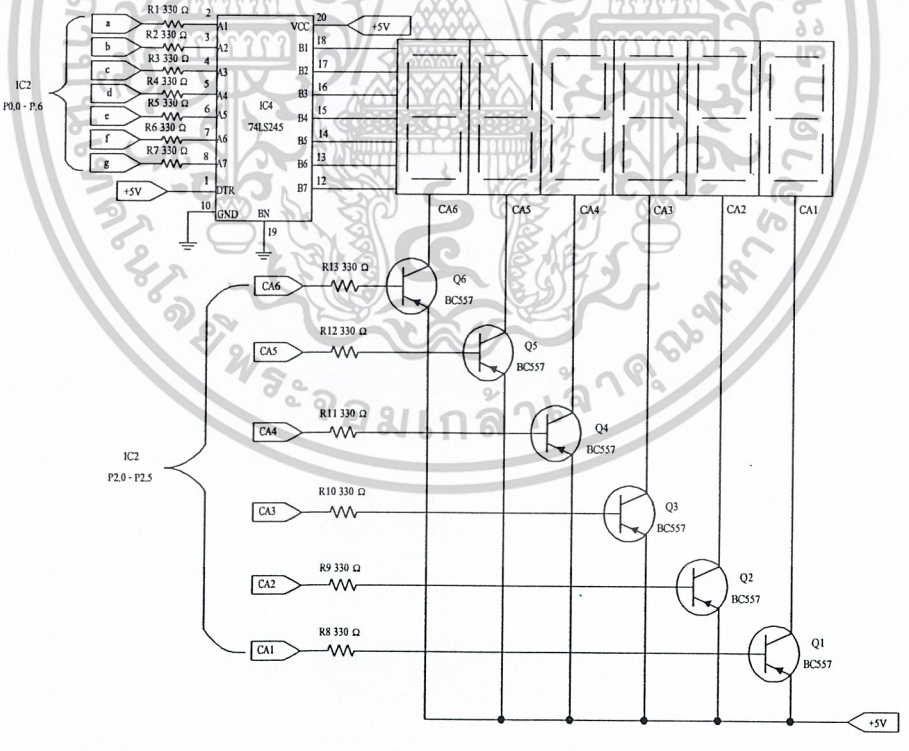
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1307 ทำงานตลอดเวลา เพื่อให้วันเวลาตรงกับความเป็นจริง โดยจะมีแบตเตอรี่สำรอง ถึงแม้ว่าไม่มีไฟเลี้ยง ไอซีก็ทำงานอยู่

3.5 วงจรแสดงผล

3.5.1 การออกแบบและการสร้าง

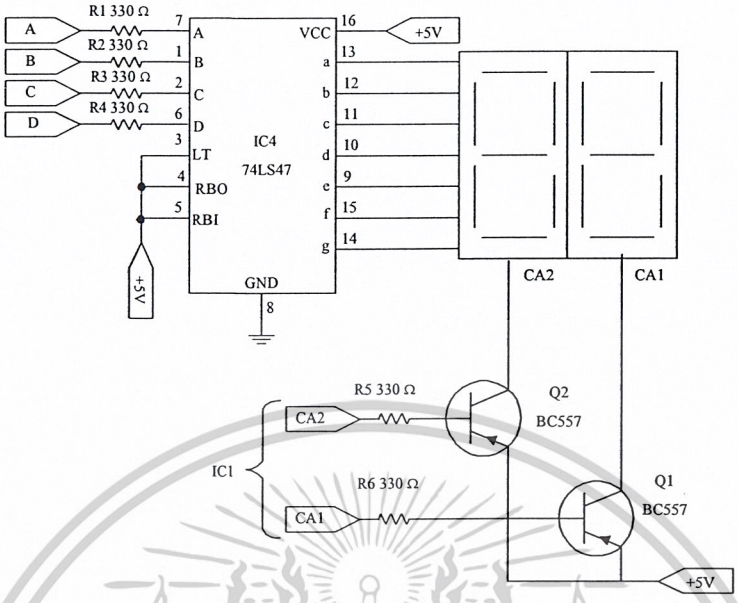
วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนที่ใช้ในโครงสร้างนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนแรกเป็นส่วนแสดงผล เวลา, วัน/เดือน/ปี ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการแสดงจำนวนนับถอยหลัง ส่วนแรกจะประกอบด้วยจะแอลอีดีเจ็ดส่วนจำนวน 6 ตัว ชนิดคอมมอนอาโนดต่อเข้าทางด้านเอาต์พุตของไอซี 74LS245 ซึ่งเป็นไอซีบัฟเฟอร์ ส่วนด้านอินพุตของ 74LS245 จะต่อเข้ากับพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนขาคอมมอนของแอลอีดีเจ็ดส่วนแต่ละตัวจะต่ออยู่กับขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ เบอร์ BC557 ของแต่ละตัว ซึ่งขาเบสของทรานซิสเตอร์ BC 557 แต่ละตัวจะต่อเข้ากับพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงในรูปที่ 3.5 (ก) และ (ข)



(ก) วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนหกหลัก

รูปที่ 3.5 วงจรภาคแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนสองหลัก

รูปที่ 3.5 (ต่อ) วงจรภาคแสดงผล

ส่วนที่แสดงผลขนาดสองหลัก จะประกอบด้วยแอลอีดีเจ็ดส่วนจำนวน 2 ตัว เป็นแบบคอมมอนอาโนด โดยทั้งสองตัว ขา a-g จะต่อขนานกัน และต่อเข้ากับไอซี 74LS47 ซึ่งเป็นไอซี BCD to 7-Segment ใช้เพื่อให้ประหยัดพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนด้านอินพุตของไอซี 74LS47 จะต่อเข้ากับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนขาคอมมอนจะต่อกับขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ BC557 ของแต่ละตัว และขาเบสของ BC557 แต่ละตัวจะต่อกับพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์

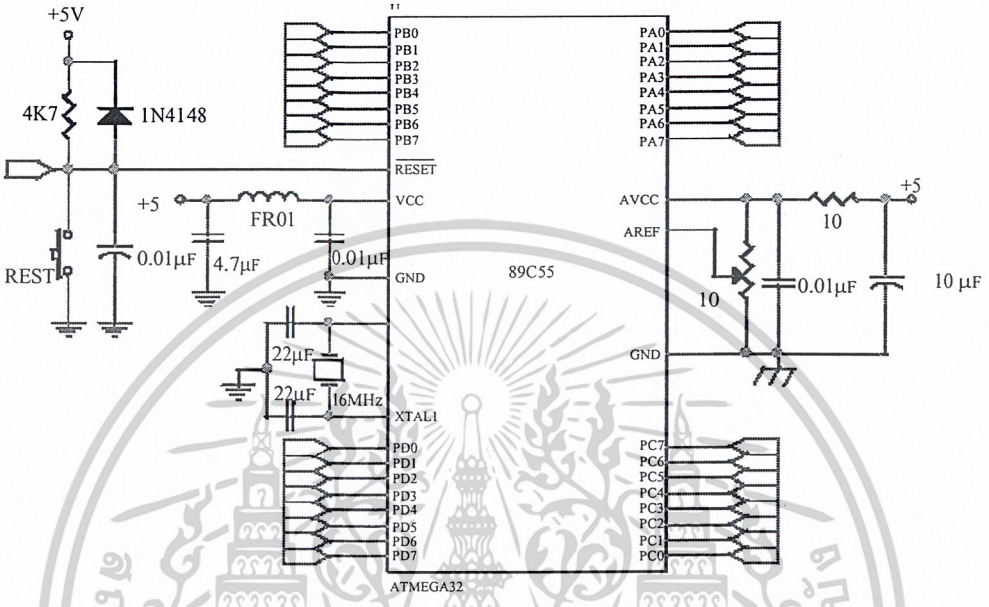
3.5.2 การทำงาน

เมื่อต้องการให้แอลอีดีเจ็ดส่วนทำงาน จะต้องป้อนลอจิก “0” เข้าที่อินพุตขาเบสของทรานซิสเตอร์ เช่น ถ้าต้องการให้หลักแรกทำงานต้องป้อนอินพุตลอจิก “0” เข้าที่ทรานซิสเตอร์ Q1 จากรูปที่ 3.6 (ข) ก็จะทำให้ Q1 นำกระแสส่งผลให้มีแรงดันไปไบอัสให้แอลอีดีเจ็ดส่วน โดยหลักแรกจะแสดงผลการทำงานของข้อมูลที่ป้อนเข้ามา

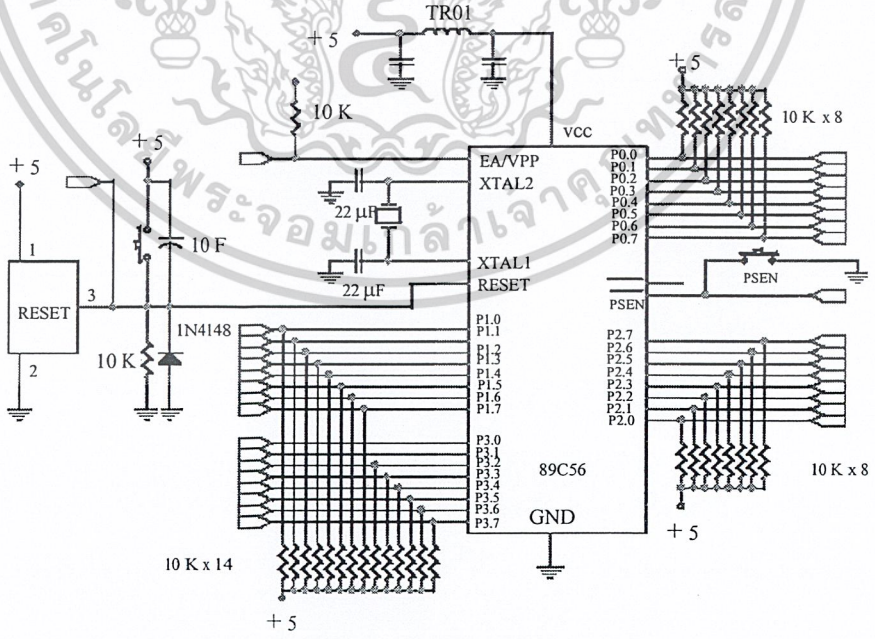
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น

3.6.1 การออกแบบและการสร้าง



รูปที่ 3.6 (ก) วงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ IC เบอร์ 89C55



รูปที่ 3.6 (ข) วงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้ IC เบอร์ 89C56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

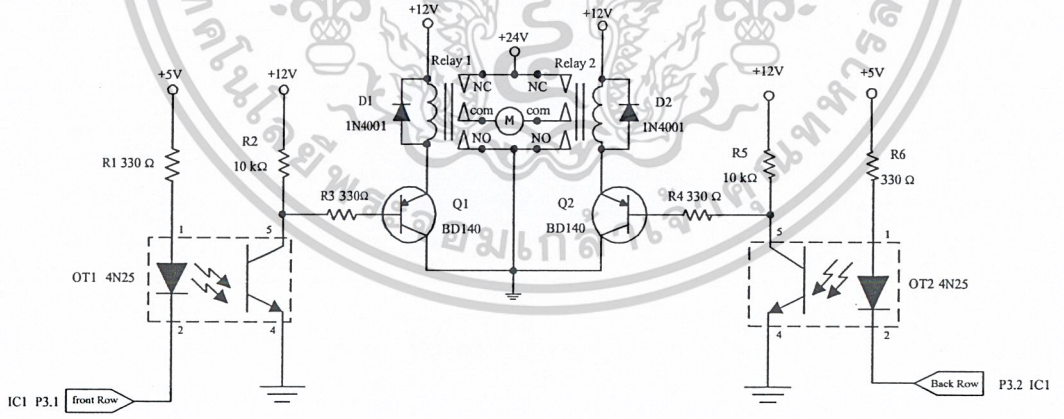
3.7 วงจรขับมอเตอร์

3.7.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรขับมอเตอร์ทั้งหมดในโครงงาน จะใช้วงจรขับมอเตอร์ด้วยรีเลย์ ในส่วนของวงจรขับมอเตอร์ด้วยรีเลย์ประกอบด้วยส่วนของรีเลย์ 2 ตัว การต่อ คือ ขา NC ของทั้งสองตัวต่อเข้าหากัน และต่อกับไฟเลี้ยง ขา NO ทั้งสองตัวต่อเข้าด้วยกัน และต่อลงกราวด์ ส่วนขา COM ทั้งสองขาต่อเข้ากับมอเตอร์ และใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ขาคอลเล็กเตอร์ต่อเข้ากับขดลวดรีเลย์ ส่วนขาเบสจะต่อเข้ากับขาคอลเล็กเตอร์ของโฟโต้ทรานซิสเตอร์

3.7.2 การทำงาน

การทำงานของวงจรขับมอเตอร์ด้วยรีเลย์ลักษณะการทำงาน คือ เมื่อป้อนสภาวะลอจิกเป็น “0” และ “1” เข้าที่อินพุต พร้อนโรว์ (Front Row) และ แบ็คโรว์ (Back Row) ทั้งคู่มอเตอร์จะไม่หมุน เมื่อป้อนอินพุต พร้อนโรว์ เป็นลอจิก “0” และ แบ็คโรว์ เป็นลอจิก “1” ทำให้โฟโต้ทรานซิสเตอร์ OT1 มีกระแสไหลและทำให้ Q1 นำกระแส ส่งผลให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำงานมอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา เมื่อป้อนอินพุต พร้อนโรว์ เป็นลอจิก “1” และ แบ็คโรว์ เป็นลอจิก “0” ทำให้โฟโต้ทรานซิสเตอร์ OT2 มี กระแสไหล และทำให้ Q2 นำกระแส ส่งผลให้รีเลย์ตัวที่ 2 ทำงานมอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา



รูปที่ 3.7 วงจรขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

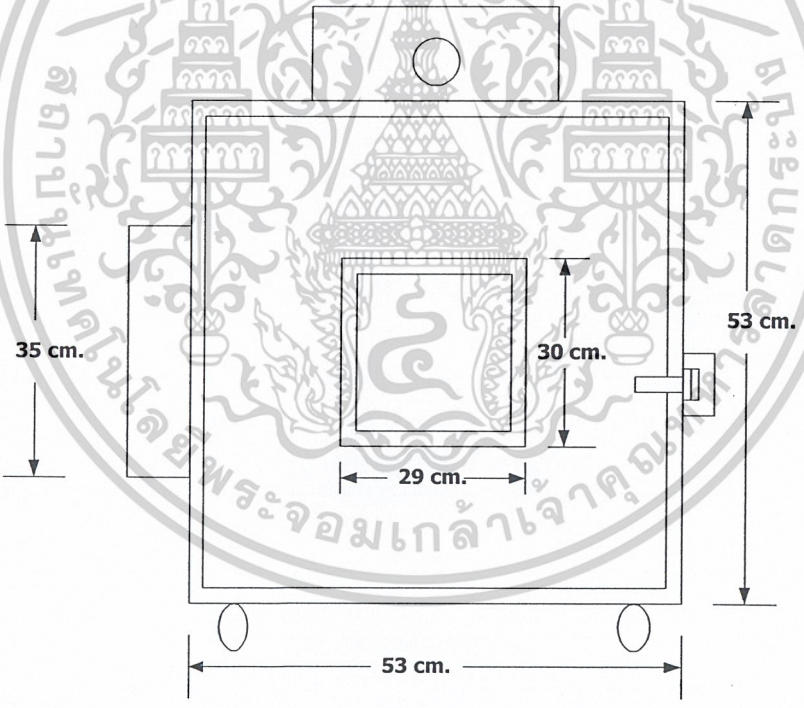
3.8 โครงสร้างของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ

3.8.1 การออกแบบโครงสร้างของตู้

โครงสร้างของตู้ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักๆ ส่วนแรกคือ ส่วนของชุดโครงสร้างภายนอก ส่วนที่สองคือ ส่วนของชุดโครงสร้างภายใน และส่วนที่สามคือ ส่วนของชุดเก็บวงจรและชุดแสดงผล จะมีรายละเอียดดังนี้

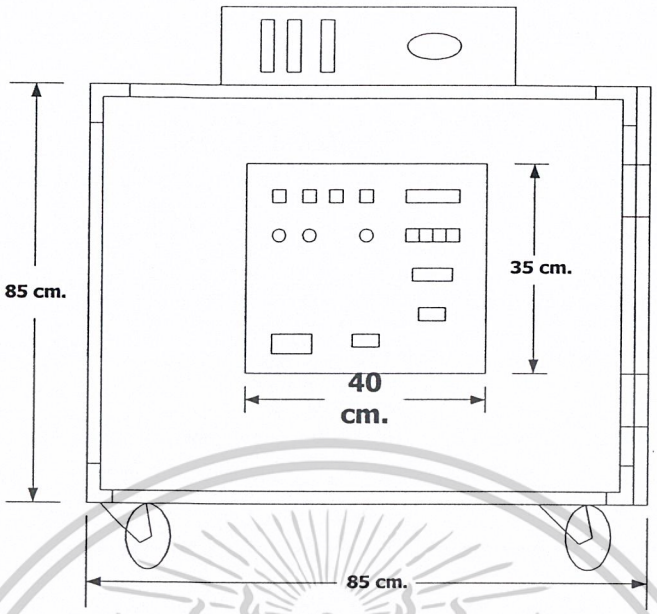
3.8.2 ส่วนของชุดโครงสร้างภายนอก

ประกอบด้วยส่วนโครงสร้างหลักที่มีลักษณะสี่เหลียมผืนผ้า ส่วนประตูของเครื่องฟักไข่สามารถเปิดปิดได้ มีช่องในการมองเห็นภายในตู้ที่เป็นแผ่นอาคิริคใส โดยสามารถมองเห็นชุดโครงสร้างภายในหรือขุดกลับไข่ การทำงานของเครื่องได้ และตัวของเครื่องฟักไข่ในส่วนล่างได้ติดตั้งล้อจำนวนสี่ล้อไว้เพื่อสะดวกกับการเคลื่อนย้ายเครื่อง ดังแสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ชุดโครงสร้างภายนอกด้านหน้า

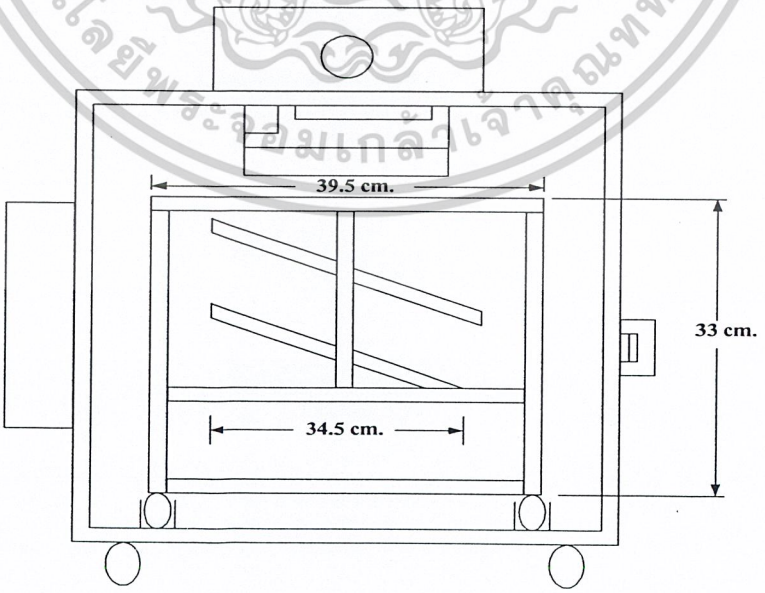
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 (ต่อ) ชุดโครงสร้างภายนอกด้านข้าง

3.8.3 ส่วนของโครงสร้างภายใน

ส่วนของชุดกลับไข่จะประกอบไปด้วยส่วนของชุดวางแผงไข่ ซึ่งจะมีสองชั้น ชั้นละสองแผง ส่วนของชุดกลับไข่โดยมีชุดของมอเตอร์ที่ต่อเกลียว ซึ่งจะต่อกับชุดวางแผงไข่ และส่วนของล้อที่ติดอยู่ด้านล่าง เพื่อในการเคลื่อนย้ายเข้าออกภายในตู้ โดยจะมีรางที่ติดอยู่ด้านล่างของตู้จำนวนสองราง โดยมีขนาดโครงสร้างภายใน แสดงดังรูปที่ 3. 9

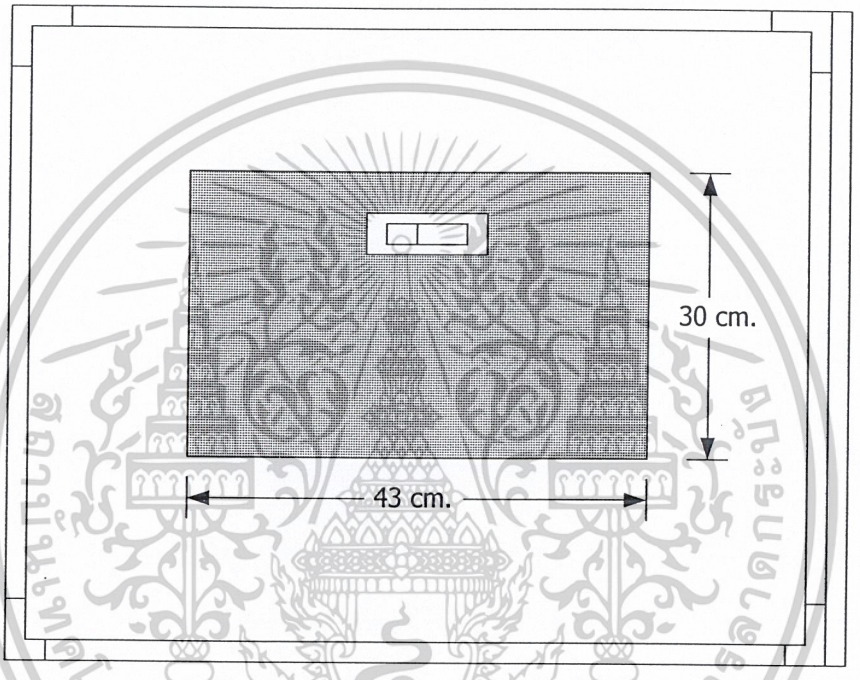


รูปที่ 3.9 โครงสร้างภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.4 ส่วนของชุดเก็บวงจรควบคุมและชุดแสดงผล

ส่วนของชุดเก็บวงจรควบคุมนั้น จะเป็นการรวมวงจรทั้งหมดไว้ในชุดนี้ ซึ่งติดตั้งไว้ด้านบนของเครื่องฟักไข่ และ ชุดแสดงผลเป็นการรวมของชุดแสดงผล วัน/เดือน/ปี สลับกลับ เวลา แสดงค่าอุณหภูมิและค่าความชื้น จำนวนนับวันที่เหลือในการฟักไข่ จะติดตั้งไว้ด้านข้างซ้ายของเครื่องฟักไข่ แสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ชุดเก็บวงจรควบคุมและชุดแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

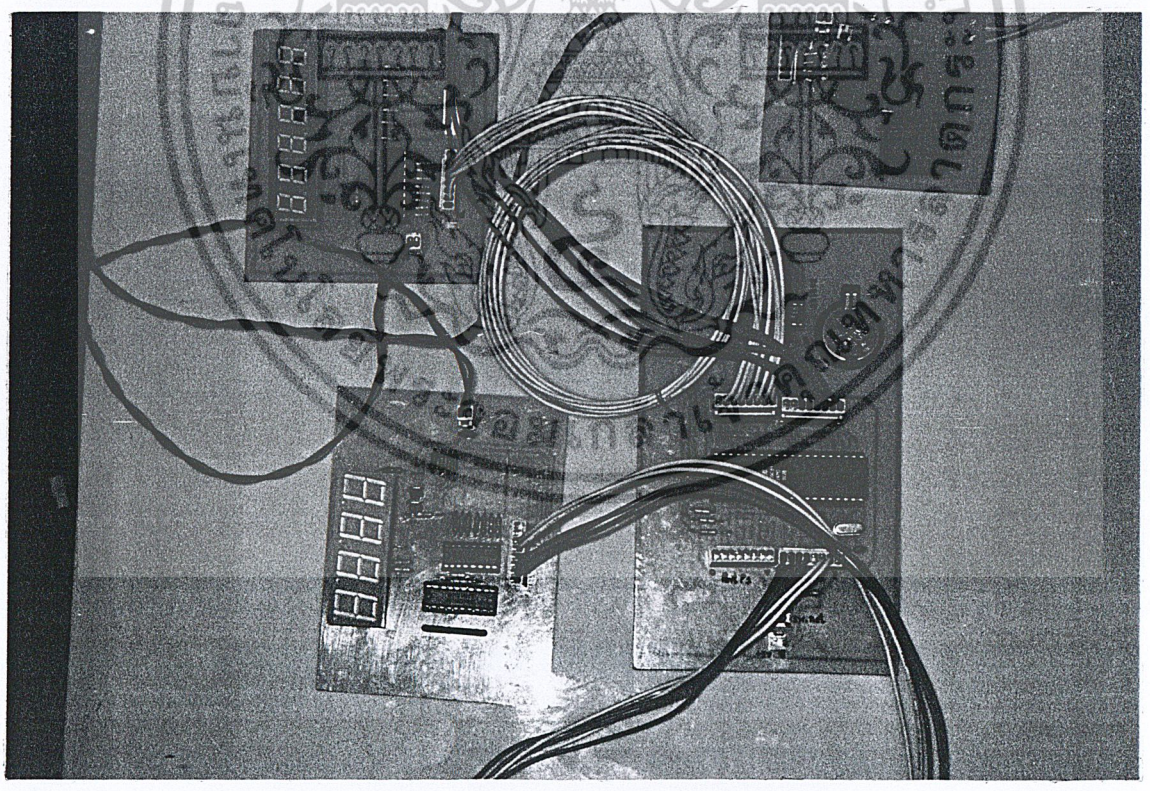
4.1 กล่าวนำ

จากการทดลอง และการตรวจสอบการทำงานของระบบ ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่หนึ่งการทดลองของวงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 ส่วนที่สองการทดลองวงจรขับมอเตอร์ ส่วนที่สามการทดลองการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น

4.2 การทดลองส่วนของการแสดงผลเป็น วัน/เดือน/ปี และเวลา

4.2.1 การทดลอง

1. ประกอบวงจรควบคุม และอุปกรณ์แสดงผลวงจรสร้างฐานเวลา ตามรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วงจรควบคุมและวงจรแสดงผลเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตรวจสอบความเรียบร้อยของวงจร

3. เขียนโปรแกรมแสดงเวลา,วัน/เดือน/ปี ออกชุดแสดงผลแอลอีดี เจ็ดส่วน 6 หลักออกพอร์ต P0.0-P0.7 และ P2.0-P2.5 ของไมโครคอนโทรลเลอร์

4. ทำการจ่ายไฟให้กับวงจร เพื่อทดลองโปรแกรมแสดงวัน/เดือน/ปีและเวลา

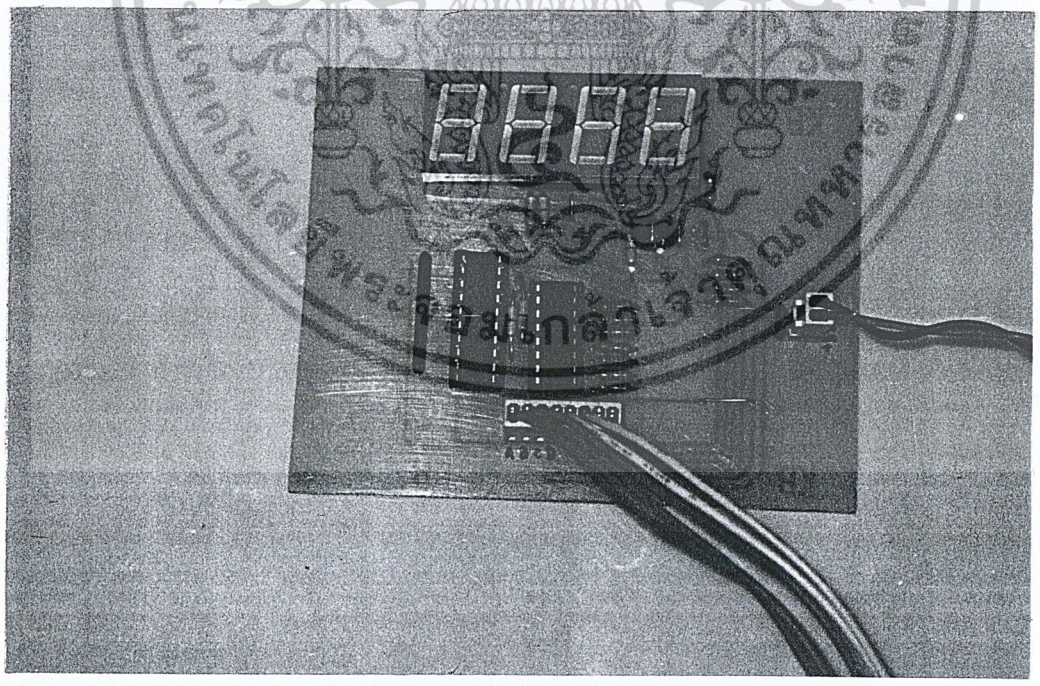
5. ทำการกดสวิตช์รีเซต เพื่อสังเกตการแสดงผลวัน/เดือน/ปี เวลา ที่ชุดแสดงผล

4.2.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองส่วนของวงจรควบคุม และอุปกรณ์แสดงผล ได้ทำการทดลองเขียนโปรแกรมแสดงผลออกทางพอร์ต P0.0 - P0.7 และ P2.0 – P2.5 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเขียนโปรแกรมแสดง วัน/เดือน/ปี และเวลา ให้แสดงผลที่ชุดแอลอีดีเจ็ดส่วน 6 หลัก จากการทดลองวงจรควบคุมสามารถส่งข้อมูล วัน/เดือน/ปี และเวลา ออกไปปรากฏที่อุปกรณ์แสดงผลตามที่ได้โปรแกรมไว้

4.3 การทดลองส่วนของการแสดงผลจำนวนวันที่เหลือในการฟัก

4.3.1 การทดลอง



รูปที่ 4.2 วงจรนับถอยหลัง (จำนวนวันที่เหลือในการฟักไข่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ต่อวงจรควบคุม และต่อชุดแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน 2 หลัก ตามรูปที่ 4.2

2. ตรวจสอบความเรียบร้อยของวงจร

3 เขียนโปรแกรมอ่านข้อมูลจากพอร์ต P1.0 – P1.2และให้แสดงผลออกที่อุปกรณ์แสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน 2 หลัก ที่พอร์ต P0.0 – P0.5 ตามข้อมูลที่ป้อน

4. ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทดลองโปรแกรมอ่านข้อมูล

5. กดสวิตช์รีเซต

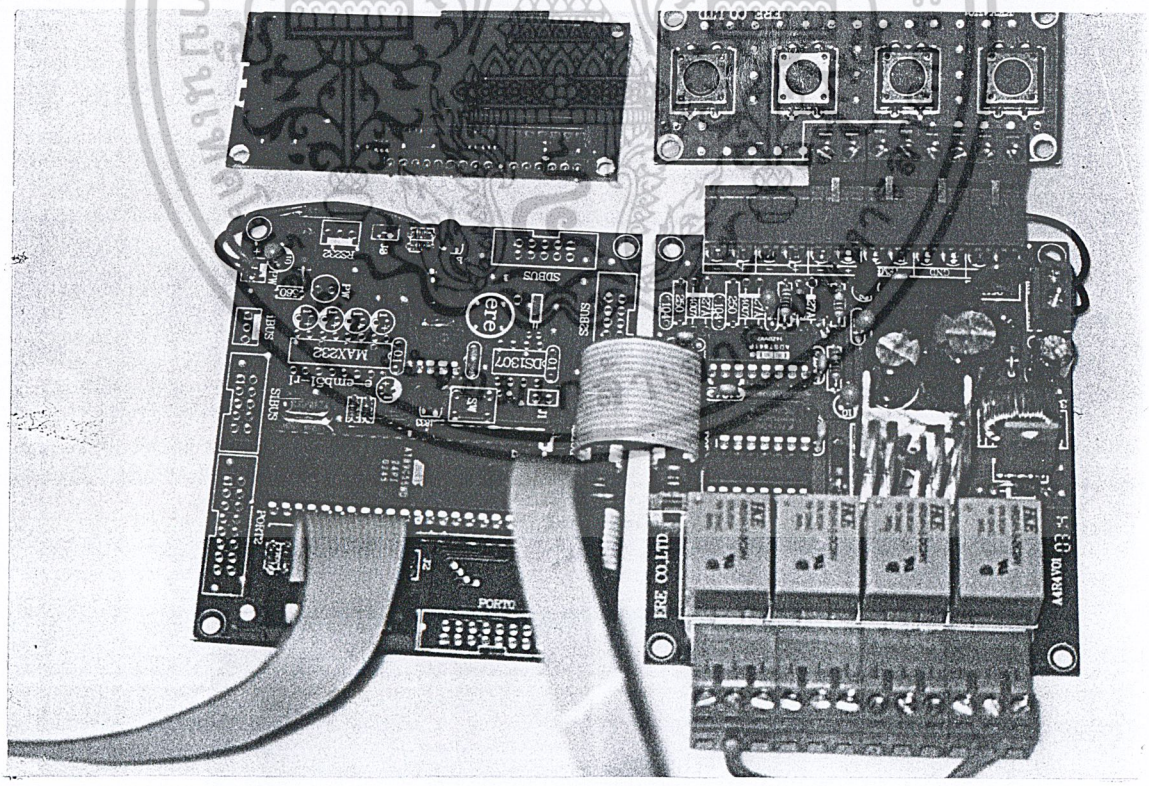
6. สังเกตการแสดงผลที่อุปกรณ์แสดงผลว่าได้ผลหรือไม่

4.3.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองการเขียนโปรแกรมรับค่าแล้ว ก็จะพบว่าอุปกรณ์แสดงผลจะปรากฏค่าที่ได้ตรงกัน

4.4 การทดลองวงจรตรวจวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้น

4.4.1. การทดลอง



รูปที่ 4.3 การต่อวงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำการต่อวงจรตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น เข้ากับ ฮีทเตอร์ เซนต์เซอร์วัดอุณหภูมิและเซนต์เซอร์ความชื้น รวมทั้งปั๊มน้ำขนาดเล็กและพัดลม

2. ตรวจสอบความเรียบร้อยของวงจร

3. ทำการเซตค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ต้องการในการฟักไข่

4. ทำการจ่ายไฟให้กับวงจร เพื่อทดลองการทำงานของวงจร

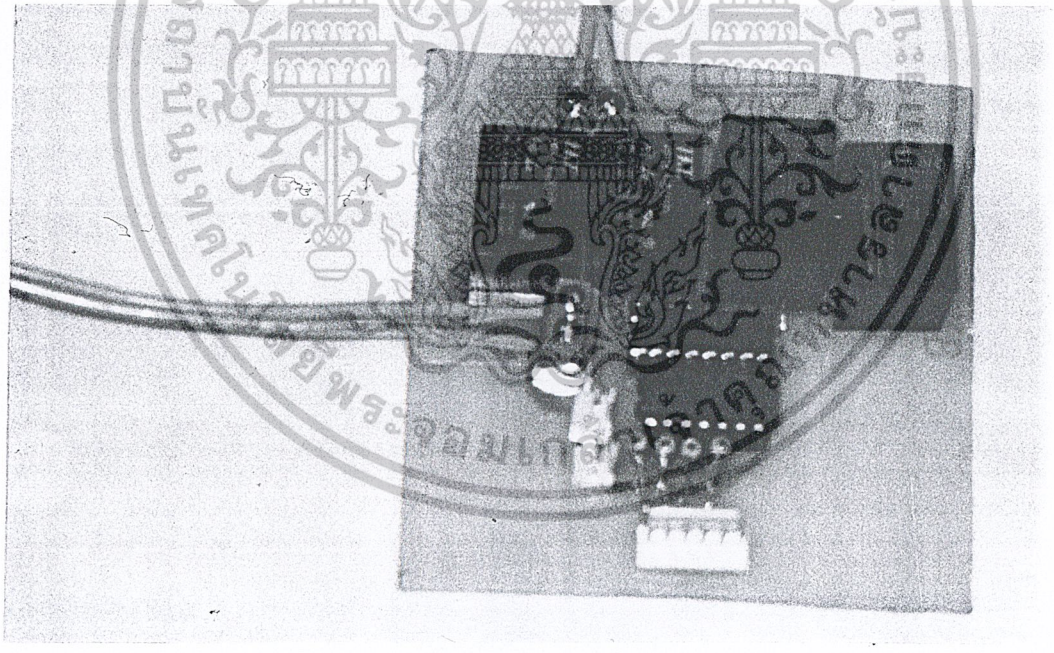
5. ทำการสังเกตุการทดลองว่าได้ผลหรือไม่

4.4.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า ค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ตรวจวัด รวมทั้งการทำงานของวงจรเป็นไปตามที่ได้ตั้งค่าไว้ดังข้างต้น

4.5 การทดลองส่วนวงจรขับมอเตอร์

4.5.1 การทดลอง



รูปที่ 4.4 วงจรขับมอเตอร์

1. นำวงจรขับมอเตอร์ต่อกับวงจรควบคุม และต่อมอเตอร์เข้ากับวงจรขับมอเตอร์ แสดงดังรูปที่ 4.4

2. ตรวจสอบความเรียบร้อยของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้มอเตอร์ไปทางซ้าย 3 ชั่วโมง และให้หมุนไปทางขวา 3ชั่วโมง

4. ทำการจ่ายไฟให้กับวงจร เพื่อทดลองโปรแกรมการสั่งให้มอเตอร์หมุน

5. กดสวิตช์รีเซต

6. ทำการสังเกตผลการหมุนของมอเตอร์

4.5.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองเขียนโปรแกรมการหมุนของมอเตอร์ ให้หมุนไปทางซ้าย 3 ชั่วโมง แล้วหยุด 2 วินาที และให้หมุนไปทางขวา 3 ชั่วโมง แล้วหยุด 2 วินาที แล้วให้กลับไปเริ่มหมุนไปทางซ้ายใหม่ ผลปรากฏว่ามอเตอร์ได้หมุนตรงตามโปรแกรมที่โปรแกรมไว้

4.6 บันทึกผลการทดลองการฟักไข่จากเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ

ตารางที่ 4.1 บันทึกผลการทดลองในการฟักไข่ไก่

เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	การกลับไข่	ความเรียบร้อยของตู้ฟัก	หมายเหตุ
08.00	37.3	60.5	กลับครั้งที่ 1	เรียบร้อย	
11.00	37.5	60.3	กลับครั้งที่ 2	เรียบร้อย	
14.00	37.6	60.2	กลับครั้งที่ 3	เรียบร้อย	
17.00	37.4	60.4	กลับครั้งที่ 4	เรียบร้อย	
20.00	37.8	60.1	กลับครั้งที่ 5	เรียบร้อย	
23.00	37.6	60.2	กลับครั้งที่ 6	เรียบร้อย	
02.00	37.2	60.6	กลับครั้งที่ 7	เรียบร้อย	
05.00	37.1	60.0	กลับครั้งที่ 8	เรียบร้อย	

หลอดไฟแสงสว่างในตู้ฟักไข่ ติด...✓....ดับ.....

ภายในตู้ฟักไข่มีเสียงผิดปกติของการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ หรือไม่ .....ไม่.....

น้ำในถาดล้นหรือไม่ ...ไม่ล้น

มีไข่ฟักตกบนพื้นหรือไม่ ไม่มี (ให้ทำความสะอาดด้วยยาฆ่าเชื้อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 บันทึกผลการทดลองในการฟักไข่เป็ด

เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	การกลับไข่	ความเรียบร้อยของตู้ฟัก	หมายเหตุ
08.00	37.3	60.5	กลับครั้งที่ 1	เรียบร้อย	
11.00	37.4	60.3	กลับครั้งที่ 2	เรียบร้อย	
14.00	37.5	60.2	กลับครั้งที่ 3	เรียบร้อย	
17.00	37.4	60.3	กลับครั้งที่ 4	เรียบร้อย	
20.00	37.5	60.2	กลับครั้งที่ 5	เรียบร้อย	
23.00	37.3	60.5	กลับครั้งที่ 6	เรียบร้อย	
02.00	37.4	60.3	กลับครั้งที่ 7	เรียบร้อย	
05.00	37.3	60.5	กลับครั้งที่ 8	เรียบร้อย	

หลอดไฟแสงสว่างในตู้ฟักไข่ ติด...✓...ดับ.....

ภายในตู้ฟักไข่มีเสียงผิดปกติของการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ หรือไม่ .....ไม่.....

น้ำในถาดล้นหรือไม่ ไม่ล้น

มีไข่ฟักตกบนพื้นหรือไม่ ไม่มี (ให้ทำความสะอาดด้วยยาฆ่าเชื้อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 บันทึกผลการทดลองในการฟักไข่ห่าน

เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	การกลับไข่	ความเรียบร้อยของตู้ฟัก	หมายเหตุ
08.00	37.2	60.6	กลับครั้งที่ 1	เรียบร้อย	
11.00	37.3	60.5	กลับครั้งที่ 2	เรียบร้อย	
14.00	37.3	60.5	กลับครั้งที่ 3	เรียบร้อย	
17.00	37.5	60.3	กลับครั้งที่ 4	เรียบร้อย	
20.00	37.4	60.2	กลับครั้งที่ 5	เรียบร้อย	
23.00	37.3	60.5	กลับครั้งที่ 6	เรียบร้อย	
02.00	37.4	60.2	กลับครั้งที่ 7	เรียบร้อย	
05.00	37.2	60.6	กลับครั้งที่ 8	เรียบร้อย	

หลอดไฟแสงสว่างในตู้ฟักไข่ ติด...✓...ดับ.....

ภายในตู้ฟักไข่มีเสียงผิดปกติของการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ หรือไม่ .....ไม่.....

น้ำในถาดล้นหรือไม่ ไม่ล้น

มีไข่ฟักตกบนพื้นหรือไม่ ไม่มี (ให้ทำความสะอาดด้วยยาฆ่าเชื้อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

เครื่องฟักไข่อัตโนมัติ เป็นการเลียนแบบการฟักไข่ของแม่ไก่ในธรรมชาติ โดยมีประสิทธิภาพในการฟักไข่ในปริมาณที่มากและช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดของลูกไก่ รวมทั้งทำให้แม่ไก่ไม่เสียเวลาในการฟักไข่ ซึ่งเครื่องฟักไข่อัตโนมัตินั้น มีส่วนของการควบคุมประกอบด้วยกัน 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คือส่วนของควบคุมการทำงานของการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น ต้องมีการทำงานที่สอดคล้องกัน โดยการปรับตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมกับการฟักไข่ ซึ่งเกี่ยวกับการทำงานของปั้มน้ำขนาดเล็กที่ทำการพ่นละอองน้ำ รวมทั้งพัดลมที่กระจายความร้อน ส่วนที่ 2 คือ ส่วนของการควบคุมมอเตอร์ให้มีการทำงานเอียงเป็นมุม 45 องศา ทุกๆ 3 ชั่วโมง ในการกลับไข่แล้วรวมทั้ง การนับวันเวลาที่เหลือในการฟักไข่ ซึ่งหากทำการฟักถึงเวลาที่กำหนดแล้วจะมีเสียงเตือนให้รู้ว่าครบกำหนด และวัน/เดือน/ปี และเวลาปัจจุบัน และสามารถบันทึกผลได้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้าง และทดสอบโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา ในการทดลองวงจรขับมอเตอร์ครั้งแรก ใช้ชุดวงจรขับมอเตอร์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์ในการขับมอเตอร์โดยตรง เวลาป้อนไฟทดลองโดยไม่ต่อกับ AT89C51 วงจรก็สามารถทำงานได้ตามปกติแต่เวลาที่ทดลองเชื่อมต่อกับ AT89C51 วงจรขับมอเตอร์ไม่ทำงาน

แนวทางแก้ไข ใช้ตัวเชื่อมต่อทางแสง (Opto Electronic) มาเชื่อมต่อกับทรานซิสเตอร์ภาคขับแล้วให้ ตัวเชื่อมต่อทางแสงเป็นตัวรับสัญญาณจากวงจรควบคุมวงจรขับมอเตอร์จึงสามารถใช้งานได้ตามปกติ

2. ปัญหา ในการทดลองส่วนของวงจรสร้างฐานเวลาเชื่อมต่อกับวงจรควบคุมนั้น ครั้งแรกทำวงจรแยกออกจากกัน ดังนั้นเวลาทำการเชื่อมต่อทำให้เกิดความไม่สะดวก และความไม่ปลอดภัยของไอซีสร้างฐานเวลากับไฟเลี้ยง

แนวทางแก้ไข ออกแบบลายวงจรที่ให้วงจรควบคุมเชื่อมต่อวงจรสร้างฐานเวลาอยู่บนบอร์ดเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1. สาเหตุของการฟักออกเป็นตัวต่ำและแนวทางแก้ไข

ในการฟักไข่บางครั้งมักประสบปัญหาเกี่ยวกับการที่ลูกไก่ฟักออกเป็นตัวต่ำ ตัวอ่อนมีการตายมากในระยะต่างๆ เราสามารถวิเคราะห์สาเหตุของการตายของตัวอ่อนเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขต่อไปได้ การวิเคราะห์สาเหตุการตายของตัวอ่อนแสดงไว้ในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การวิเคราะห์สาเหตุของการฟักออกเป็นตัวต่ำ

ลักษณะที่พบเห็น	สาเหตุ
ส่องไข่ใสไม่มีวงเลือดหรือเส้นเลือด	ไข่มีเชื้อ
	การเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำเข้าตู้ฟักไม่ถูกวิธีหรือเก็บไข่ฟักไว้นานเกินไป
	รมแก๊สฆ่าเชื้อบนฟองไข่ก่อนเข้าตู้ฟักมากเกินไป
ส่องไข่พบวงเลือด (ไข่เชื้อตาย) ในระยะแรก (2-4 วัน)	เกิดจากกรรมพันธุ์
	ผู่งแม่พันธุ์มีโรครบกวน
	ไข่เก่า
	ไข่ฟักได้รับการกระทบกระเทือนมาก
	อุณหภูมิในตู้ฟักไข่สูงหรือต่ำเกินไป
ช่องอากาศเล็กเกินไป	ความชื้นในตู้ฟักไข่วันที่ 1-18 สูงเกินไป
	แม่พันธุ์ไก่ได้รับโภชนะจากอาหารไม่เพียงพอ
	ไข่ฟองใหญ่เกินไป
ช่องอากาศใหญ่เกินไป	ไข่ฟองเล็กเกินไป
ลูกไก่เกิดเร็วกว่าปกติ	ไข่ฟองเล็กเกินไป
ลูกไก่เกิดช้ากว่าปกติ	ไข่เก่า
	ไข่ฟองใหญ่เกินไป
ลูกไก่เกิดไม่พร้อมกันหรือคุณภาพของลูกไก่ไม่สม่ำเสมอ	ไข่ฟักต่างพันธุ์
	ไข่ฟักมีขนาดแตกต่างกัน
	ไข่ฟักที่นำเข้าฟักมีอายุแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. เครื่องฟักไข่อัตโนมัติสามารถฟักไข่ได้หลายชนิดเพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับค่าอุณหภูมิและความชื้นของไข่ชนิดที่สามารถทำการฟักได้ ต้องทำการดัดแปลงและเปลี่ยนแผงใส่ไข่เพื่อให้เหมาะสมกับการฟักไข่ชนิดที่ต้องการฟัก

2. การพิมพ์ วัน/เดือน/ปี และเวลา รวมทั้งค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นที่ได้จากการวัดเพื่อให้มีผลการทดลองและสะดวกกับการเก็บรายละเอียดของการทำงานของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2523. การเลี้ยงไก่. โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, กรุงเทพมหานคร.

อาวุธ ตันโช. 2536. การผลิตสัตว์ปีก. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปฐม เลาหะเกษตร. 2529. การเลี้ยงไก่ไข่ให้ได้กำไร. สำนักงานหนังสือพิมพ์เพื่อนเกษตร.

สุชัน ตั้งทวีวิพัฒน์. 2542. พิมพ์ครั้งที่ 3. การจัดการผลิตสัตว์ปีก. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ศรีสกุล วรจันทรา. 2526. ปฏิบัติงานสัตว์ปีกให้เนื้อ. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปฐม เลาหะเกษตร. 2529. การเลี้ยงห่าน. สำนักพิมพ์รั้วเขียว.กรุงเทพฯ: บริษัทพี.เอ.ลีฟวิ่งจำกัด

โครงการหนังสือเกษตรชุมชน.2536. การเลี้ยงเป็ดไข่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นรินทร์ ทองวิทยา. 2527. การฟักไข่แบบจีน. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเกษตรศาสตร์ และชีววิทยา ครั้งที่ 22 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมชัย จันทร์สว่าง. 2527. การปรับปรุงพันธุ์สัตว์. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

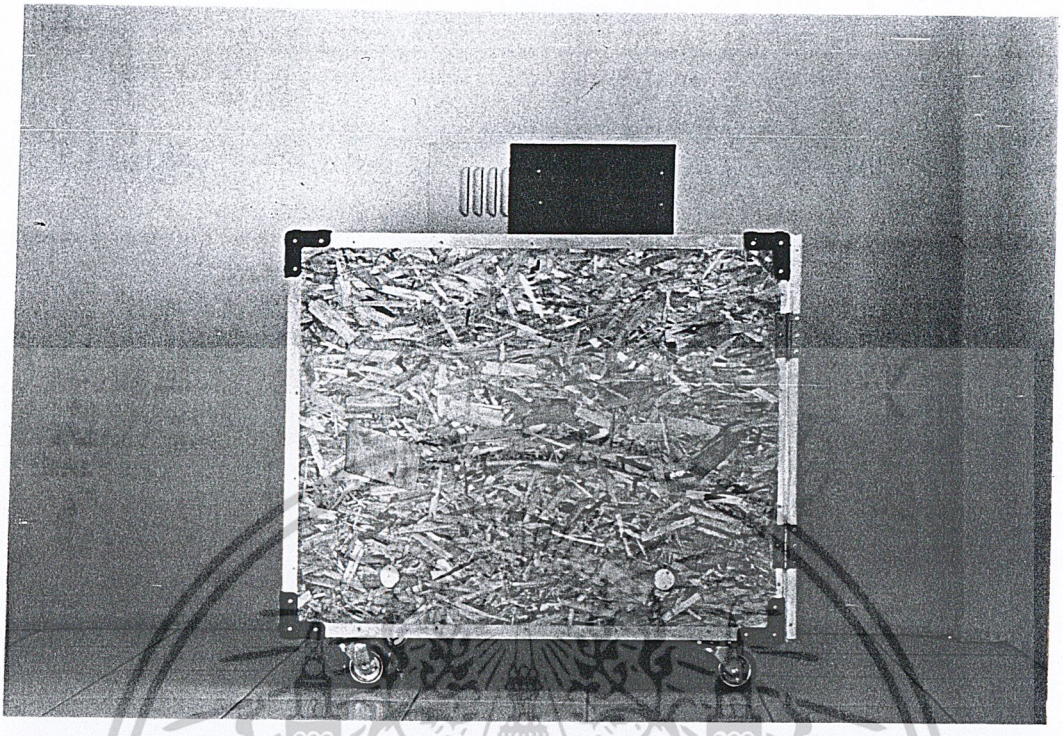
วรรณดา สุจริต. 2529. คัพภะวิทยาของสัตว์. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

จันทนา กุญชร ณ อยุธยา. 2529. โรคและการรักษาสัตว์ปีก. ดวงดีการพิมพ์. กรุงเทพมหานคร.

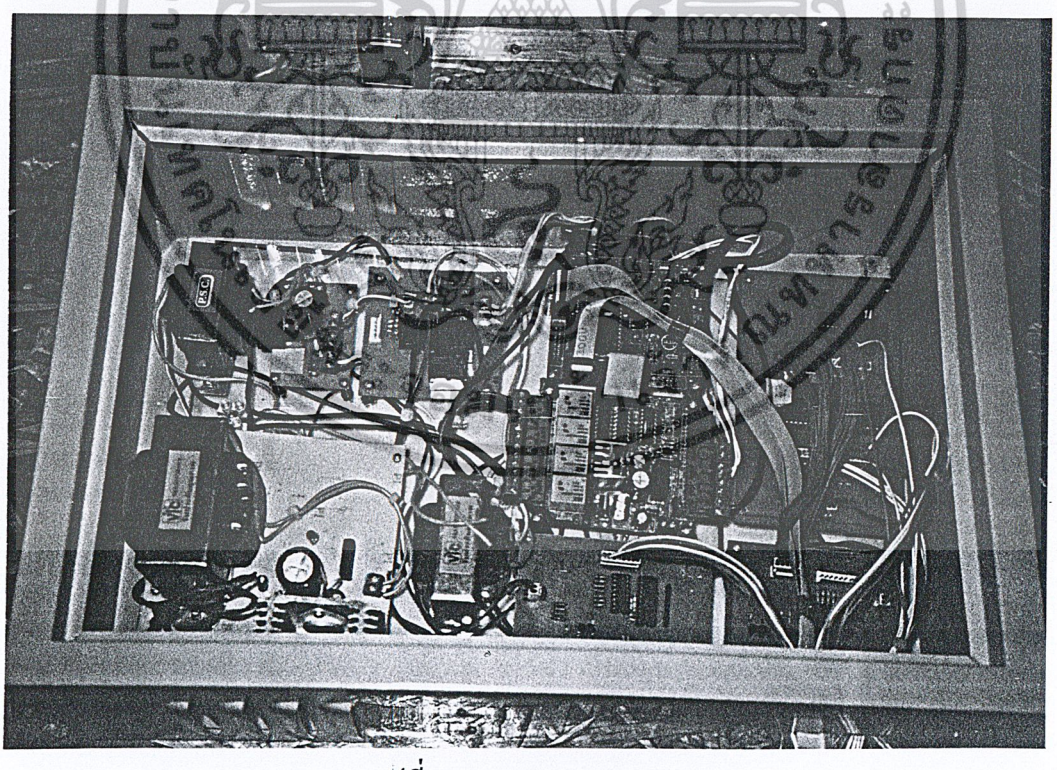
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

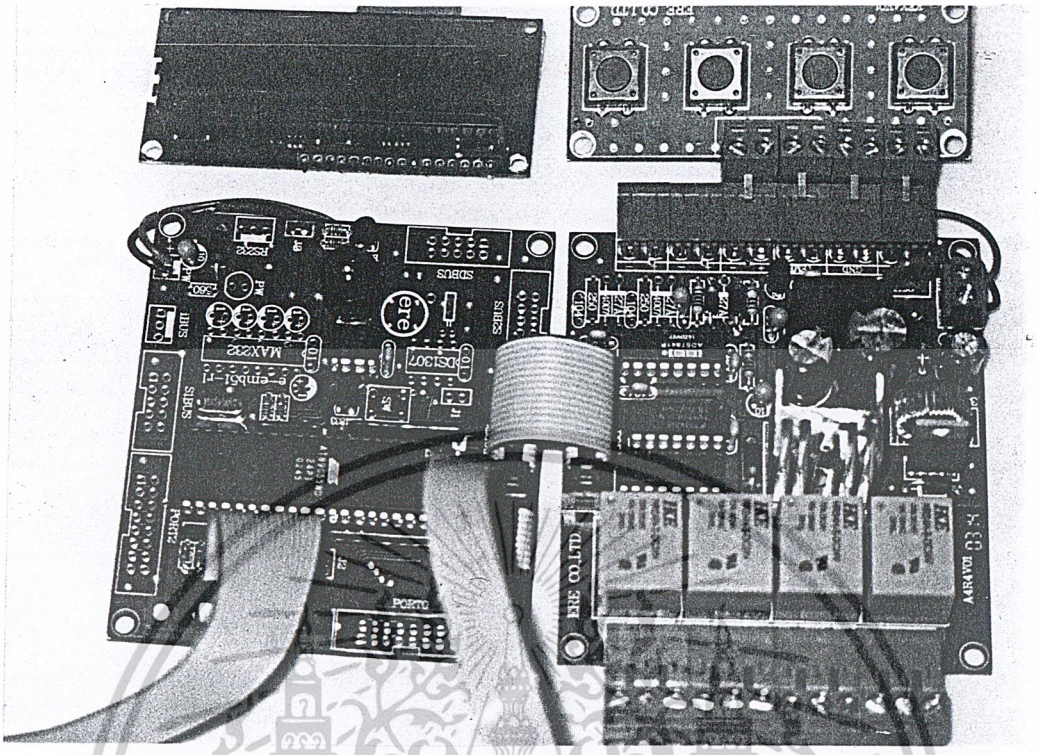


รูปที่ ก. 1 เครื่องฟักไข่อัตโนมัติ

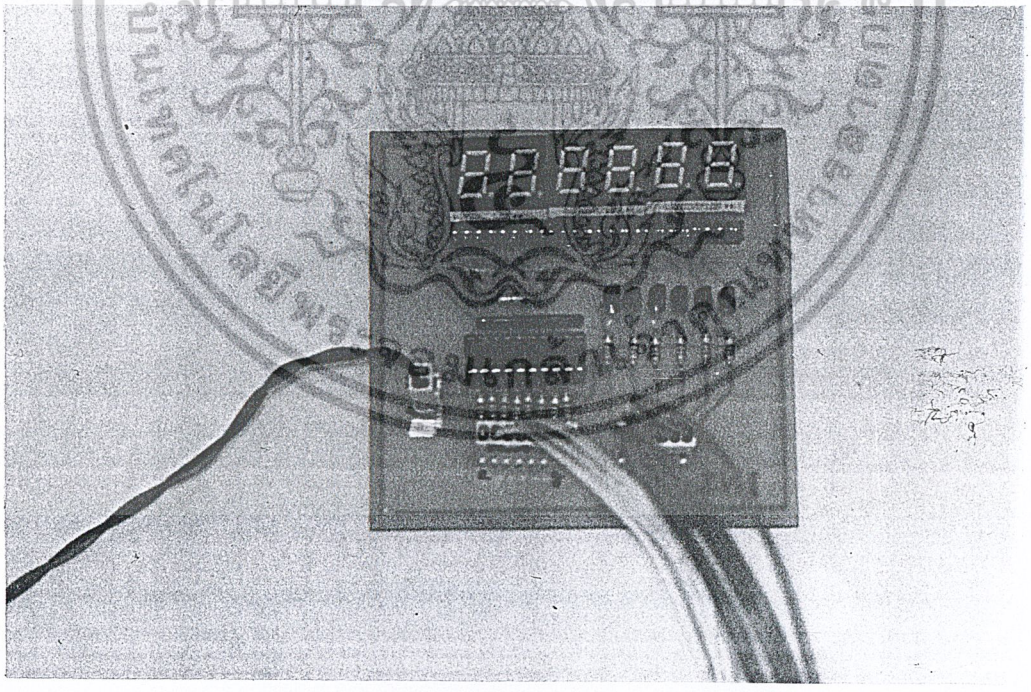


รูปที่ ก. 2 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

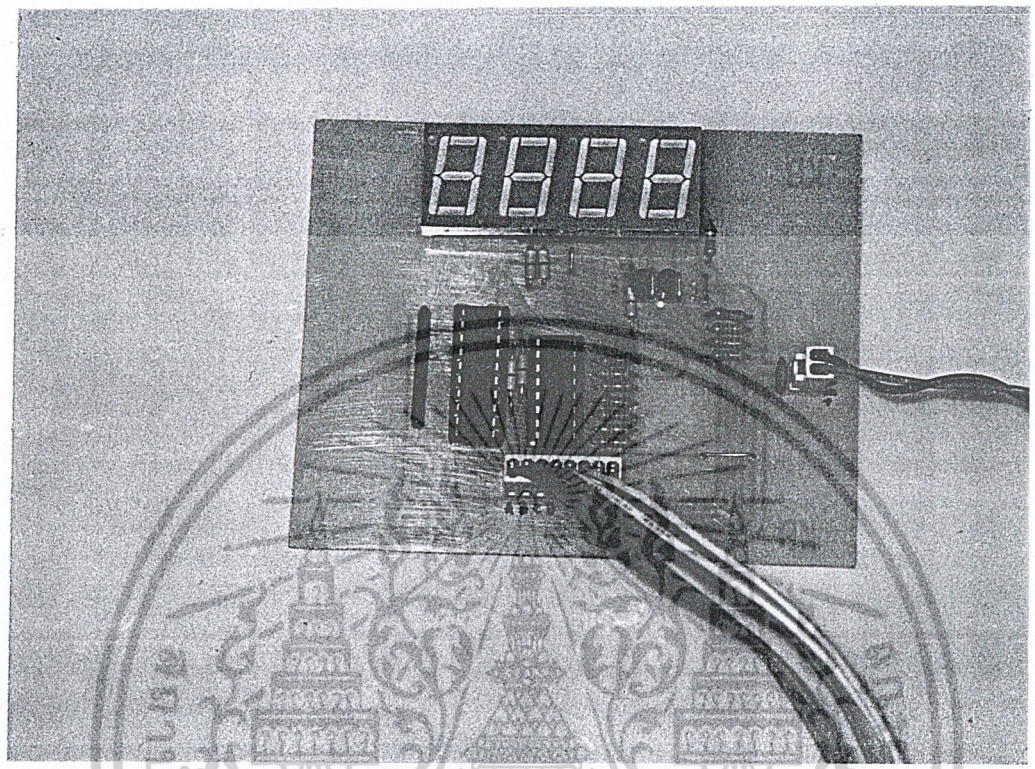


รูปที่ ก. 3 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น



รูปที่ ก. 4 ส่วนแสดงวัน/เดือน/ปี และเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

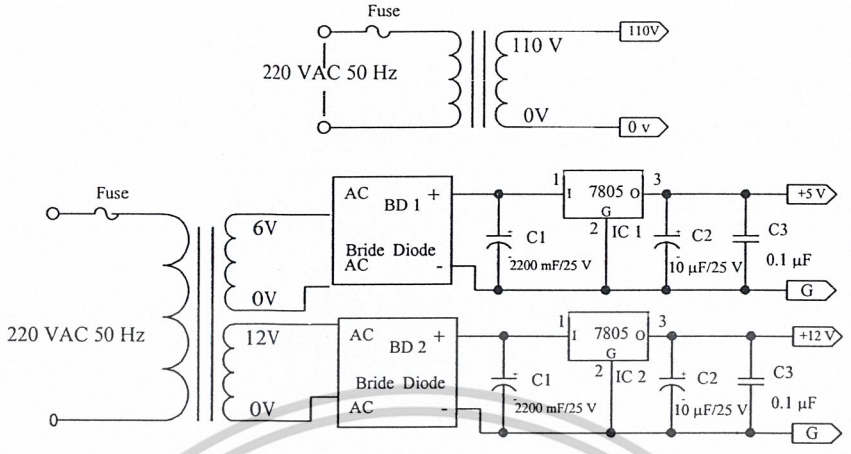


รูปที่ ก. 5 ส่วนแสดงจำนวนวันที่เหลือในการฟักไข่

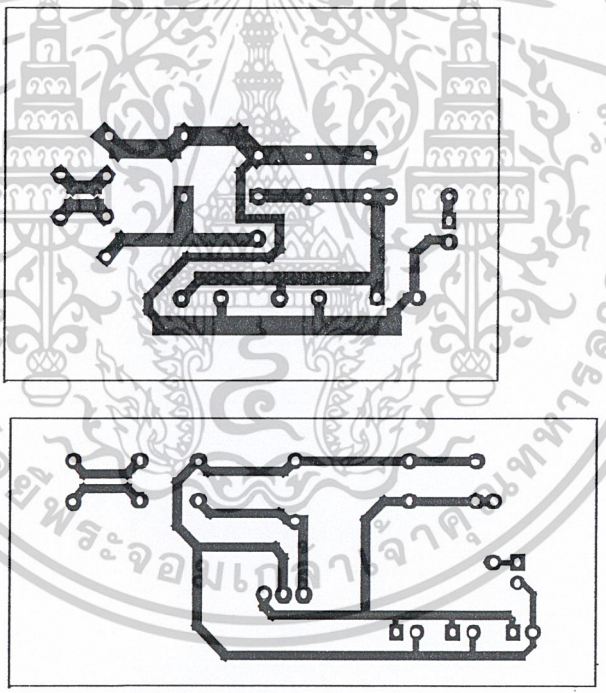
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

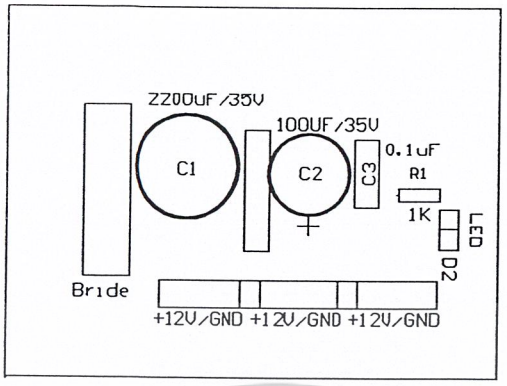


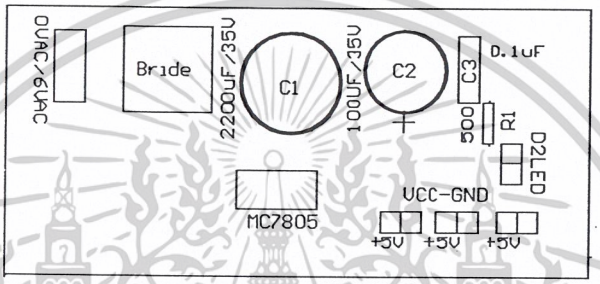
รูปที่ ข.1 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน



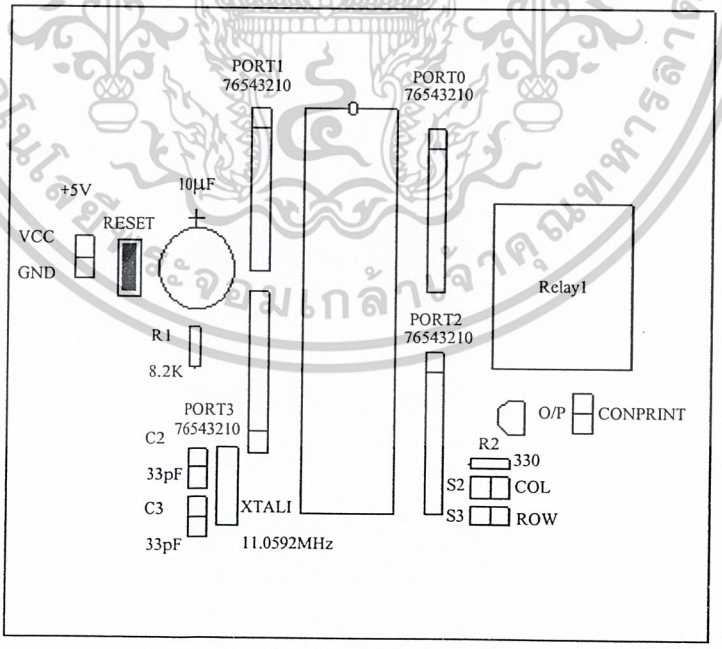
รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

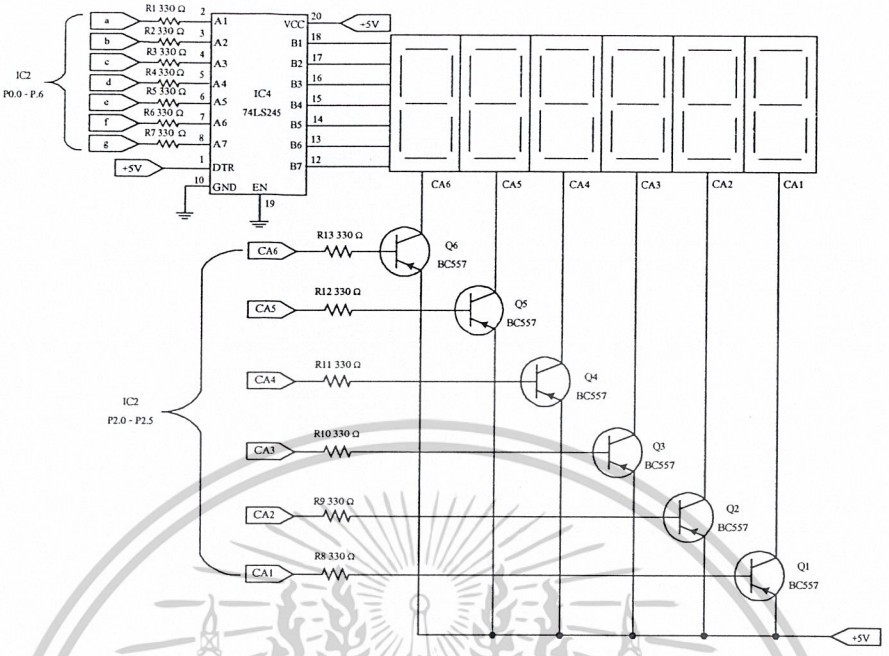




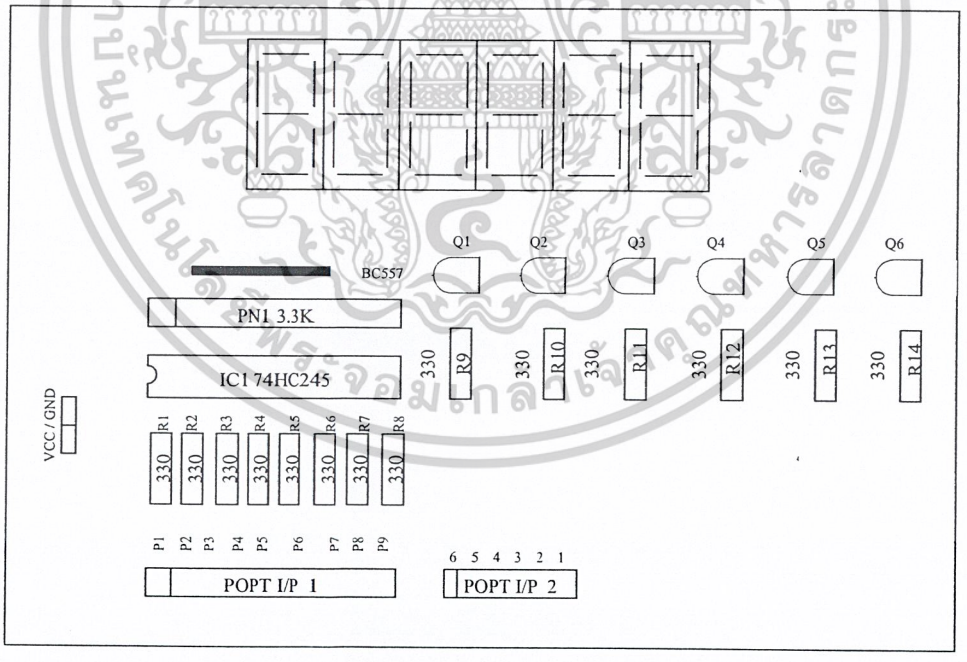
รูปที่ ข.3 การวางอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

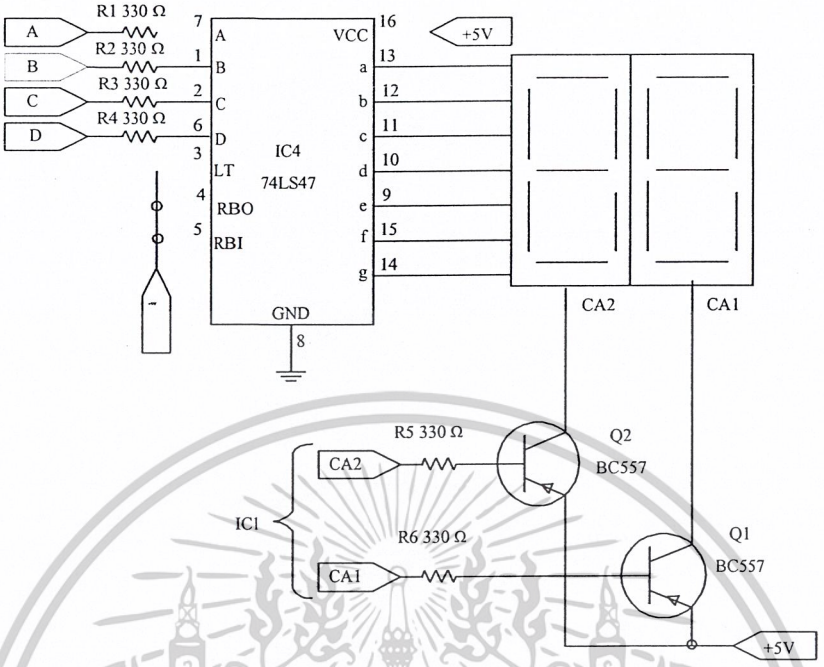


รูปที่ ข.4 วงจรแสดงผลแอลอีดีหกหลัก

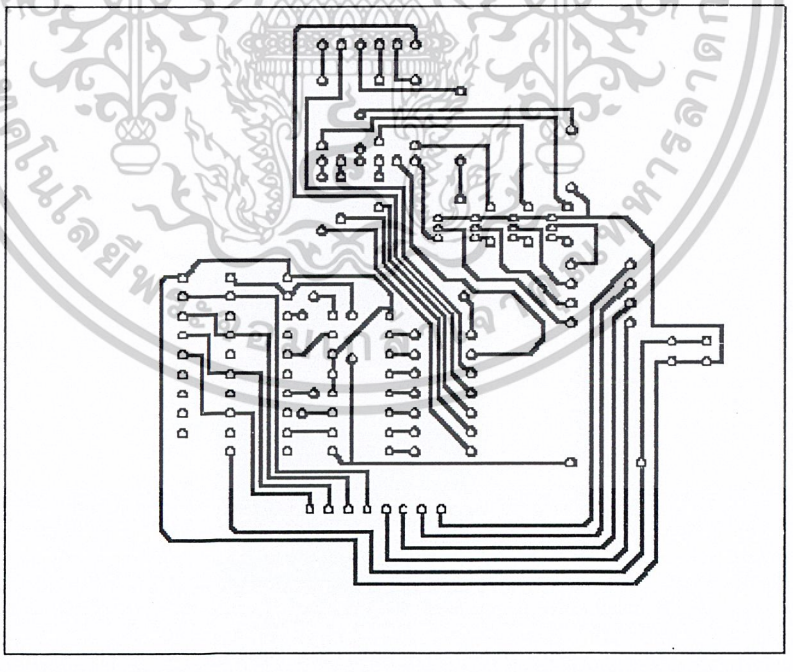


รูปที่ ข.5 การวางอุปกรณ์ของวงจรพิมพ์วงจรแสดงผลแอลอีดีหกหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

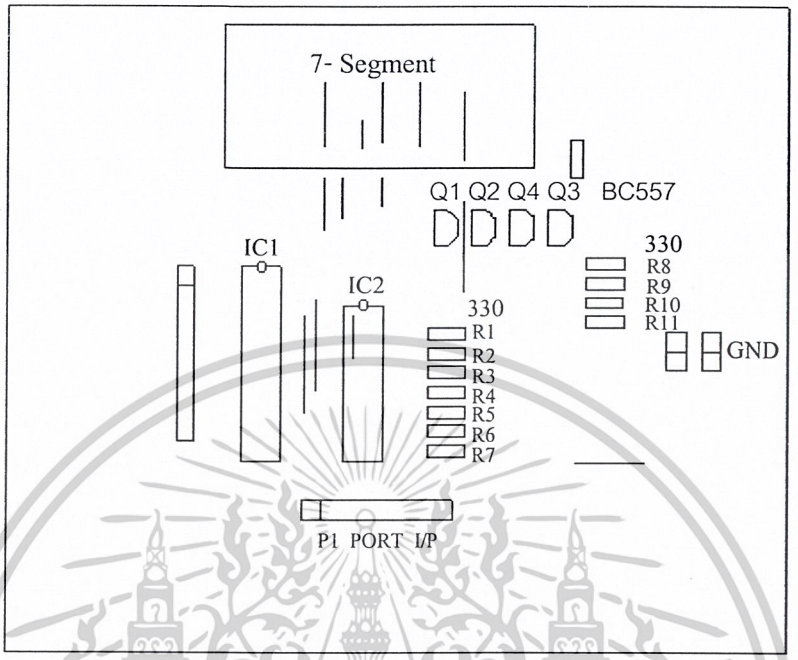


รูปที่ ข.6 วงจรแสดงผลแอลอีดีสองหลัก

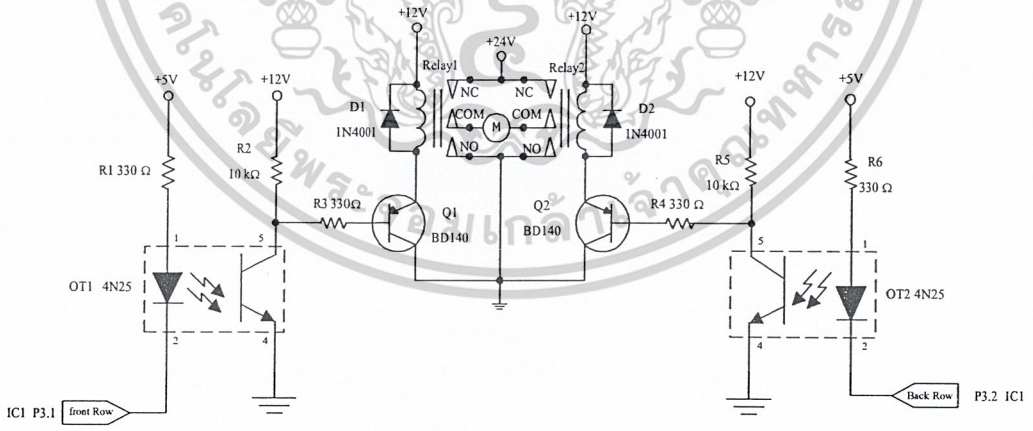


รูปที่ ข.7 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผลแอลอีดีสองหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.8 การวางอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแอลอีดีสองหลัก



รูปที่ ข.9 วงจรขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของแหล่งจ่ายแรงดัน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	MC 7805	1 ตัว
IC2	MC 7812	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
บริดจ์ไดโอด	BC 8 J 2 A	1 ตัว
บริดจ์ไดโอด	FL4018 5A	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1, C2, C4, C5	2200 μF 50 V อิเล็กโตรไลน์	4 ตัว
C3, C6	0.1 μF ไมล่า	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
หม้อแปลง	220 VAC 50 Hz 6-0-6 2A	1 ตัว
หม้อแปลง	220 VAC 50 Hz 9-0-9 4A	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุม

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1, IC2	AT89C51	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1, C4	10 μF 50 V	2 ตัว
C2, C3	33 pF เซรามิก	4 ตัว
C5, C6		
ตัวความต้านทาน		
R1, R2	8.2 kΩ 1/8 W	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
คริสตอล	11.0592 MHz	2 ตัว

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลหกส่วน วัน/เดือน/ปี/ เวลา

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC3	74LS245	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1, Q6	BC557	6ตัว
LED1 – LED6	7 segment สีแดง อาโนดร่วม ขนาด 1 นิ้ว	6 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1 – R13	330 Ω 1/8 W	13 ตัว
RN1	3.3 kΩ	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลสองส่วน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC4	74LS47	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q1, Q2	BC557	2ตัว
LED1 – LED2	7 segment สีแดง อาโนดร่วม ขนาด 1 นิ้ว	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1 – R6	330 Ω 1/8 W	6 ตัว

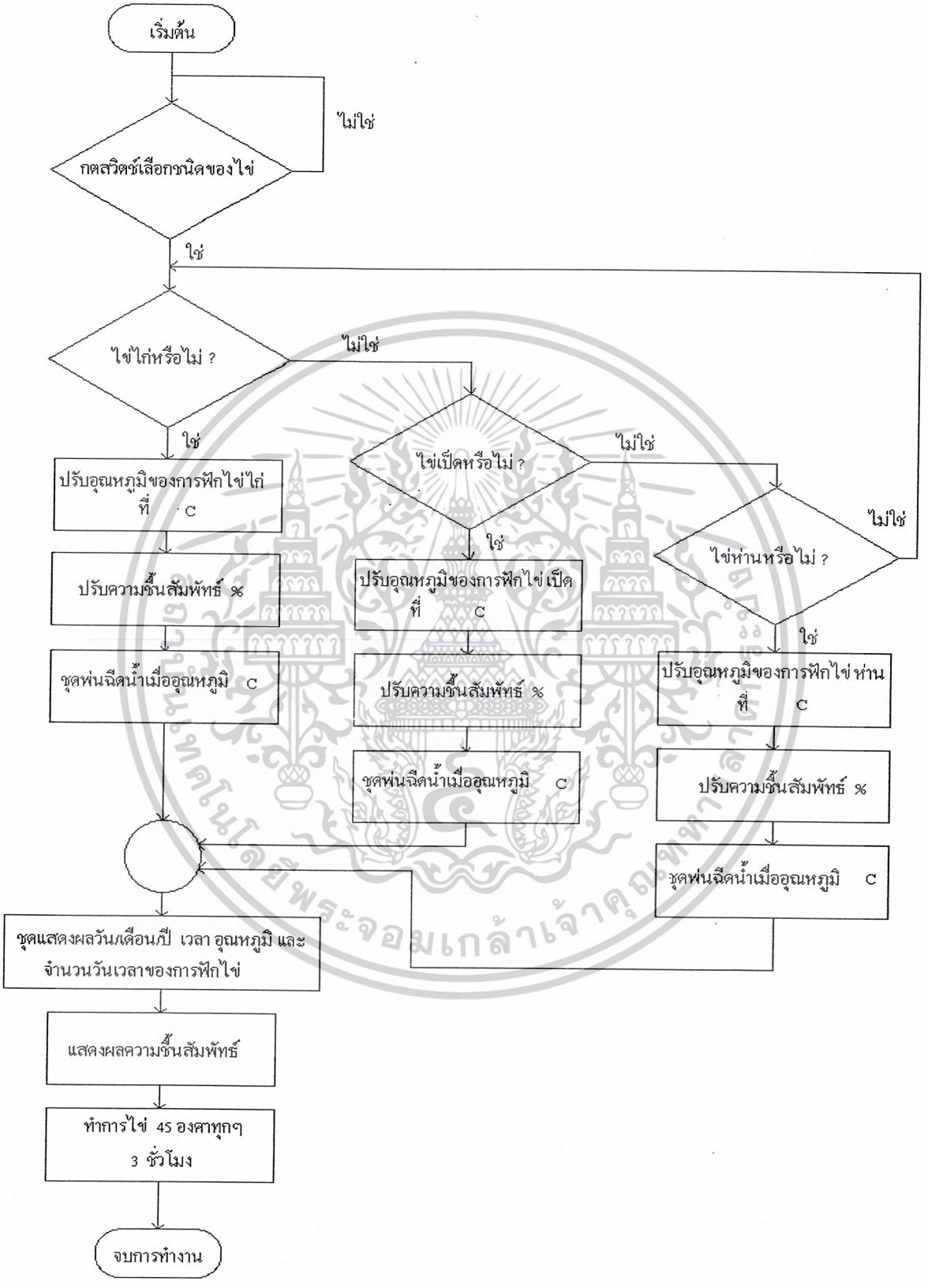
ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรชุดขับมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	ULM 2003	1 ตัว
IC2	74LS04	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1-R4	330 kΩ 1/8 W	4 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Relay1- Relay4	12 V	4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 ผังงานโปรแกรมหลักการทำงานของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมเวลา, วัน / เดือน / ปี

```
        ORG     0000H
        RTCCLK  EQU     P1.0
        RTCDAT  EQU     P1.1
        RTCRST  EQU     P1.2
        MONTH   EQU     31H
        YEAR    EQU     32H
        HOUR    EQU     33H
        MINUTE  EQU     34H
        SECOND  EQU     35H
        DAY     EQU     36H
        DATE    EQU     30H

        MOV     P3,#0FFH
        MOV     P2,#0FFH
        JB      P2.7,MAIN
        ACALL   SET_TIME

MAIN:
        ACALL   READ_RTC
        ACALL   DIS_PLAY_TIME
        AJMP    MAIN

DIS_PLAY_TIME:
        MOV     A,SECOND
        ANL     A,#0FH
        ACALL   BCD27SEGMENT
        CPL     A
        MOV     P0,A
        CLR     P2.0
        ACALL   DELAY_10MS
        SETB    P2.0
        MOV     A,SECOND
        SWAP    A
        ANL     A,#0FH
        ACALL   BCD27SEGMENT
        CPL     A
        MOV     P0,A
        CLR     P2.1
        ACALL   DELAY_10MS
        SETB    P2.1
        MOV     A,MINUTE
        ANL     A,#0FH
        ACALL   BCD27SEGMENT
        CPL     A
        MOV     P0,A
        CLR     P2.2
        ACALL   DELAY_10MS
        SETB    P2.2
        MOV     A,MINUTE
        SWAP    A
        ANL     A,#0FH
        ACALL   BCD27SEGMENT
        CPL     A
        MOV     P0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     P2.3
        ACALL   DELAY_10MS
        SETB    P2.3
        MOV     A,HOUR
        ANL     A,#0FH
        ACALL   BCD27SEGMENT
        CPL     A
        MOV     P0,A
        CLR     P2.4
        ACALL   DELAY_10MS
        SETB    P2.4
        MOV     A,HOUR
        SWAP    A
        ANL     A,#0FH
        ACALL   BCD27SEGMENT
        CPL     A
        MOV     P0,A
        CLR     P2.5
        ACALL   DELAY_10MS
        SETB    P2.5
        RET

SET_TIME:
        MOV     DATE,#09H
        MOV     MONTH,#03H
        MOV     YEAR,#46H
        MOV     HOUR,#15H
        MOV     MINUTE,#46H
        MOV     SECOND,#01H
        MOV     DAY,#09H
        RET

DIS_PLAY_DATE:
        MOV     A,YEAR
        ANL     A,#0FH
        ACALL   BCD27SEGMENT
        CPL     A
        MOV     P0,A
        CLR     P2.0
        ACALL   DELAY_10MS
        SETB    P2.0
        MOV     A,YEAR
        SWAP    A
        ANL     A,#0FH
        ACALL   BCD27SEGMENT
        CPL     A
        MOV     P0,A
        CLR     P2.1
        ACALL   DELAY_10MS
        SETB    P2.1
        MOV     A,MONTH
        ANL     A,#0FH
        ACALL   BCD27SEGMENT
        CPL     A
        MOV     P0,A
        CLR     P2.2
        ACALL   DELAY_10MS
        SETB    P2.2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,MONTH
        SWAP    A
        ANL     A,#0FH
        ACALL   BCD27SEGMENT
        CPL     A
        MOV     P0,A
        CLR     P2.3
        ACALL   DELAY_10MS
        SETB    P2.3
        MOV     A,DATE
        ANL     A,#0FH
        ACALL   BCD27SEGMENT
        CPL     A
        MOV     P0,A
        CLR     P2.4
        ACALL   DELAY_10MS
        SETB    P2.4
        MOV     A,DATE
        SWAP    A
        ANL     A,#0FH
        ACALL   BCD27SEGMENT
        CPL     A
        MOV     P0,A
        CLR     P2.5
        ACALL   DELAY_10MS
        SETB    P2.5
        RET

RTCRDA:
        CLR     RTCCLK
        CALL    RTCDL
        SETB    RTCRST
        CALL    RTCDL
        MOV     A,R2
        CALL    RTCWRC
        MOV     R4,#8
        CLR     A

RTCRD1:
        CLR     RTCCLK
        CALL    RTCDL
        MOV     C,RTCDAT
        RRC     A
        SETB    RTCCLK
        CALL    RTCDL
        DJNZ    R4,RTCRD1
        MOV     R3,A
        CLR     RTCRST
        CALL    RTCDL
        RET

RTCWRA:
        CLR     RTCCLK
        CALL    RTCDL
        SETB    RTCRST
        CALL    RTCDL
        MOV     A,R2
        CALL    RTCWRC
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R2,#8EH
        MOV     R3,#0
        CALL    RTCWRA
        MOV     R2,#86H
        MOV     R3,DATE
        CALL    RTCWRA
        MOV     R2,#88H
        MOV     R3,MONTH
        CALL    RTCWRA
        MOV     R2,#8CH
        MOV     R3,YEAR
        CALL    RTCWRA
        MOV     R2,#8AH
        MOV     R3,DAY
        CALL    RTCWRA
        MOV     R2,#84H
        MOV     R3,HOUR
        CALL    RTCWRA
        MOV     R2,#82H
        MOV     R3,MINUTE
        CALL    RTCWRA
        MOV     R2,#80H
        MOV     R3,SECOND
        CALL    RTCWRA
        MOV     R2,#8EH
        MOV     R3,#80H
        CALL    RTCWRA
        POP     03H
        POP     02H
        RET

DELAY_10MS:
        MOV     R7,#04

DELAY_10MS_1:
        MOV     R6,#0E6H

DELAY_10MS_2:
        NOP
        NOP
        DJNZ    R6,DELAY_10MS_2
        DJNZ    R7,DELAY_10MS_1
        RET

BCD27SEGMENT:
        CJNE    A,#01,B2S2
        MOV     A,#06H
        RET
B2S2:
        CJNE    A,#02,B2S3
        MOV     A,#5BH
        RET
B2S3:
        CJNE    A,#03,B2S4
        MOV     A,#4FH
        RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

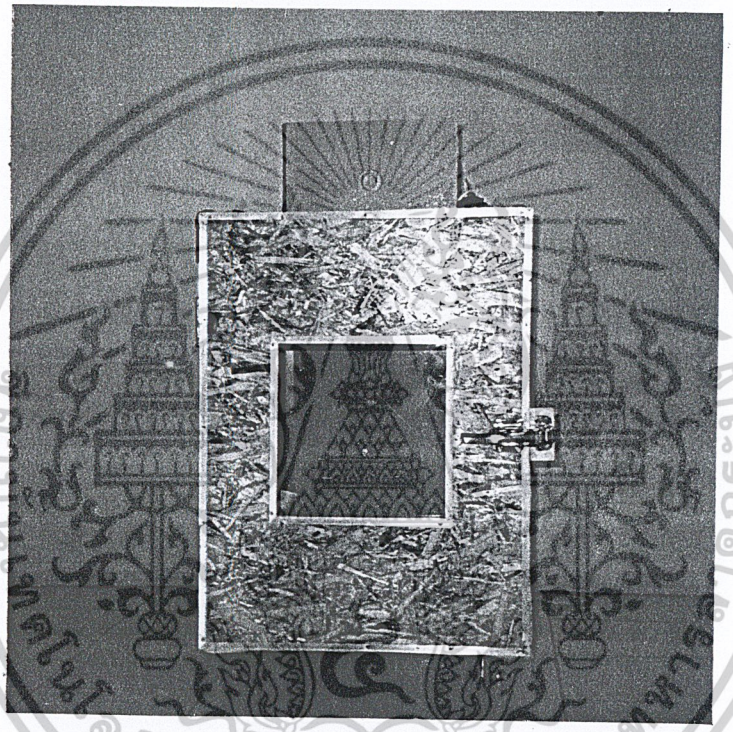
```
B2S4:
      CJNE    A,#04,B2S5
      MOV     A,#66H
      RET
B2S5:
      CJNE    A,#05,B2S6
      MOV     A,#6DH
      RET
B2S6:
      CJNE    A,#06,B2S7
      MOV     A,#7DH
      RET
B2S7:
      CJNE    A,#07,B2S8
      MOV     A,#07H
      RET
B2S8:
      CJNE    A,#08,B2S9
      MOV     A,#7FH
      RET
B2S9:
      CJNE    A,#09,B2S0
      MOV     A,#6FH
      RET
B2S0:
      CJNE    A,#00,B2S
      MOV     A,#3FH
      RET
B2S:
      RET
      END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องฟักไข่อัตโนมัติ



สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

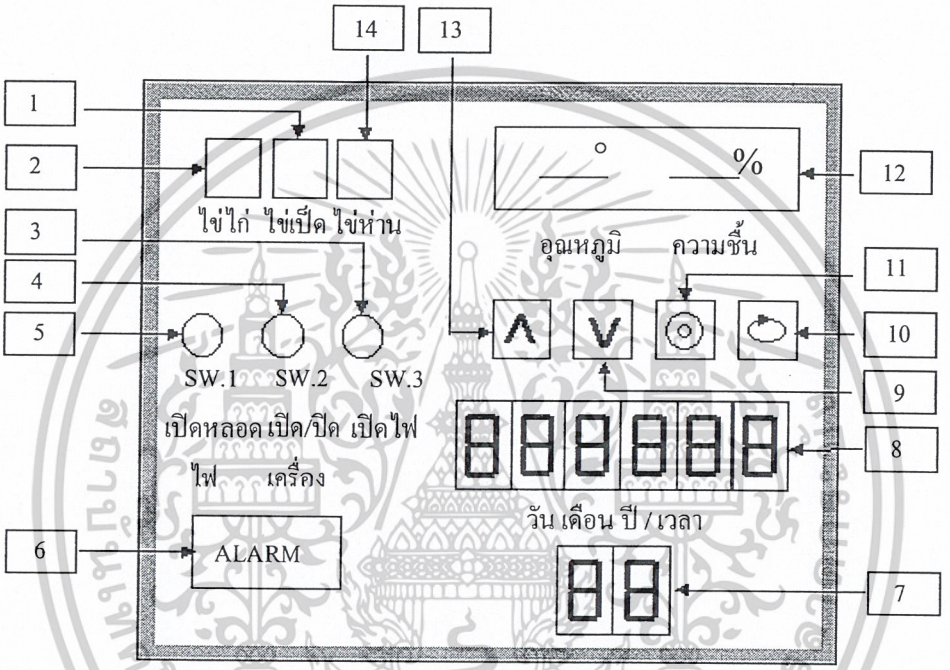
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้งานเครื่องฟักไข่อัตโนมัติควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อผลการทำงานที่ถูกต้อง และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบ และปุ่มควบคุมของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ

1. คือ สวิทช์เลือกไข่เป็ด
2. คือ สวิทช์เลือกไข่ไก่
3. คือ สวิทช์ไฟ
4. คือ สวิทช์ เปิด/ปิด เครื่อง
5. คือ สวิทช์เปิดหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. คือ เสียงเตือนเมื่อถึงกำหนดเวลา

7. คือ ตัวแสดงผลการนับวันถอยหลัง

8. คือ ตัวแสดงผลวัน เดือน ปี / เวลา

9. คือ ปุ่มตัวตั้งค่า อุณภูมิ ความชื้น เลื่อนลง

10. คือ ปุ่มเลื่อนเมนูในการตั้งค่า

11. คือ ปุ่มเลือกในการตั้งค่า

12. คือ ตัวแสดง อุณภูมิ ความชื้น

13. คือปุ่มตัวตั้งค่า อุณภูมิ ความชื้น เลื่อนขึ้น

14. คือ สวิทช์เลือกไข่ห่าน

3. การติดตั้งและใช้งาน

3.1 วางเครื่องฟักไข่อัตโนมัติในที่เหมาะสม และใกล้กับปลั๊กไฟฟ้า

3.2 เสียบปลั๊กไฟฟ้าของเครื่องฟักไข่อัตโนมัติกับปลั๊กไฟฟ้า 220 โวลต์

3.3 ดูที่ภาคแสดงผลว่ามีสภาวะการทำงาน หรือไม่โดยจะมีค่าต่างๆ ปรากฏขึ้นมา

3.4 ทำการเปิดสวิตช์ไฟตามลำดับ

3.5 ทำการเซตค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นตามความเหมาะสมกับชนิดของไข่ที่จะฟัก ซึ่งจะต้องศึกษาคู่มือรายละเอียด การเซตค่าอุณหภูมิและค่าความชื้น รวมทั้งการควบคุมการทำงานในส่วนของ ฮีทเตอร์ พัดลม และ ปั๊มน้ำขนาดเล็กด้วย ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่าต้องการการทำงานแบบไหน ในรายละเอียดส่วนนี้ สามารถที่จะศึกษาและเข้าใจได้ง่ายใน หัวข้อที่7

3.6 ถ้าถึงเวลาครบกำหนดในการฟักไข่จะมีเสียงเตือนให้ทราบ

3.7 หากจะเริ่มทำการฟักไข่ก็ทำตามวิธีเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องฟักไข่อัตโนมัติสามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
หลอดไฟไม่สว่าง	ตรวจสอบว่าเปิดสวิตช์ไฟหรือไม่ หากไม่สว่างก็ควรตรวจสอบหลอดไฟว่าขาดหรือไม่
ระบบภายในเครื่องฟักไข่ไม่ทำงาน	ขั้วต่อสายไฟภายในอาจหลุด หรือ ไม่ได้เปิดสวิตช์ไฟ
ค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นมีค่าผิดปกติ	ให้ดูการตั้งค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นว่ามีค่ามากน้อยเพียงไรรวมทั้งต้องตรวจสอบสภาพอากาศด้วยอีกทีเพื่อการเปรียบเทียบค่าที่ได้อาจเกิดที่การเซตค่า ดังนั้นควรเซตค่าใหม่ดีกว่าเพื่อให้การทำงานเป็นไปตามระบบ

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- เช็ดทำความสะอาดตัวเครื่อง อย่าใช้สารใดๆ ที่เป็นตัวทำละลายเพราะอาจส่งผลเสียหาย
- ตั้งห่างจากบริเวณที่มีความชื้นสูงหรือสารที่ก่อให้เกิดการเสียหายกับชุดควบคุม
- ดูแลอย่าให้สัตว์ต่างๆ เข้าไปทำรังหรือกัดแทะสายไฟฟ้าต่างๆ

5.2 ข้อควรระวัง

- การตั้งค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นให้เหมาะสมกับการฟักไข่ในแต่ล่ะชนิด
- การเคลื่อนย้าย ควรใช้วิธีการที่มีการกระแทกน้อยที่สุด ป้องกันการเสียหายของระบบกลไกต่างๆ
- ไม่ควรวางสิ่งของที่หนักบนเครื่องฟักไข่อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
การกลับไข่	ใช้มอเตอร์หมุนซึ่งไม่ทำให้เกิดปัญหาในการหมุน
ส่วนแสดงผล	จอแสดงผลแบบ 7 segment 6 หลักในส่วนแสดงเวลาและ 2 หลักในส่วนการนับถอยหลังในวันที่เหลือในการฟักไข่
ความเที่ยงตรง	95%
ความผิดพลาด	±5%
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50-60 เฮิรตซ์

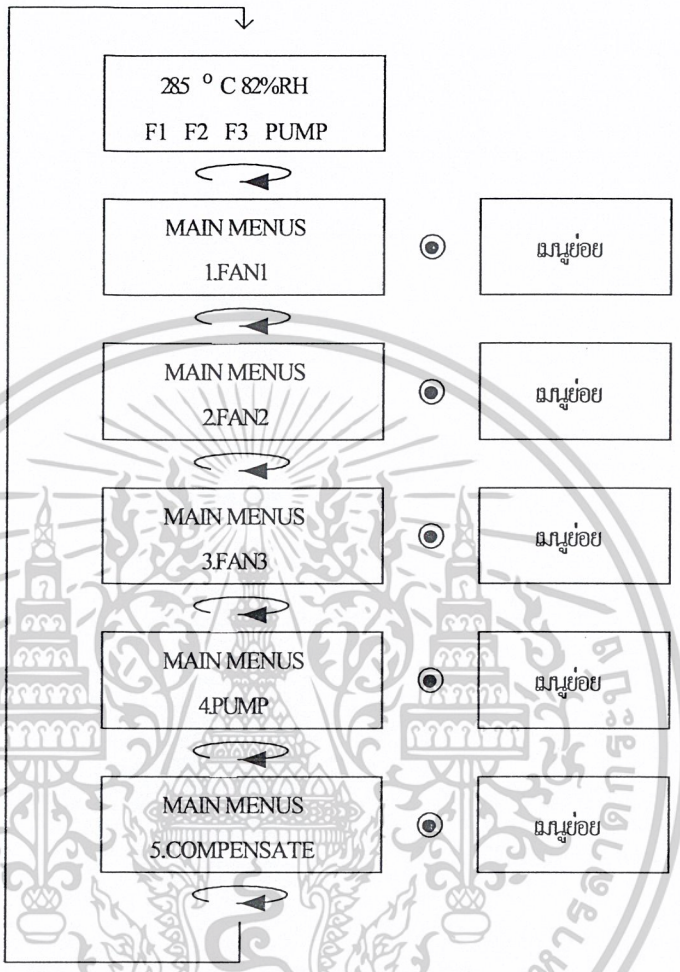
7. คู่มือการเซตค่าอุณหภูมิและค่าความชื้น รวมทั้งฮีทเตอร์ พัดลม ปั๊มน้ำขนาดเล็ก

รายละเอียดของปุ่มต่างๆ

- ⩓ ใช้เพิ่มค่า
- ⩔ ใช้ลดค่า
- ⊙ ใช้เลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์และตอบตกลง
- ☚ เลือกเมนูต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของเมนูต่างๆ



เราสามารถเลื่อนไปที่เมนูต่างๆ ด้วยการกดปุ่ม ⟲ และเข้าไปแต่ละเมนูย่อยด้วยปุ่ม ⊙

โครงสร้างของหน้าจอและเมนูต่างๆ

1. หน้าจอหลัก

   หน้าจอหลักจะแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น และสถานะการทำงานของพัดลมและปั๊มดังรูป

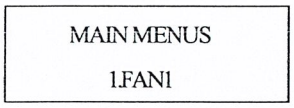
   28.5 °C 82%RH
   F1 F2 F3 PUMP

2. เมนูหลัก

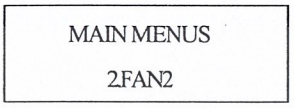
   เมนูหลักประกอบด้วย 5 เมนู เพื่อใช้ตั้งค่าต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

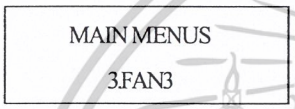
1. FAN1 ใช้ตั้งค่าการทำงานต่างๆ ของพัดลมตัวที่ 1



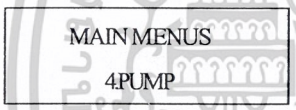
2. FAN2 ใช้ตั้งค่าการทำงานต่างๆ ของพัดลมตัวที่ 2



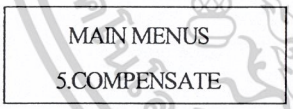
3. FAN3 ใช้ตั้งค่าการทำงานต่างๆ ของพัดลมตัวที่ 3



4. PUMP ใช้ตั้งค่าการทำงานต่างๆ ของปั๊ม



5. COMPENSATE ใช้ชดเชยความผิดพลาดของอุณหภูมิและความชื้น



เมื่อกดปุ่ม ⇦ หน้าจอจะวนแสดงจากหน้าจอหลัก และเลื่อนไปครั้งละเมนูจนครบและกลับมาแสดงหน้าจอหลักอีกครั้งหากต้องการเข้าเมนูใดให้กดปุ่ม ⊙

หากหน้าจอแสดงเมนูใดเมนูหนึ่ง และไม่มีการกดปุ่มใดๆ ระยะเวลาหนึ่ง เครื่องจะกลับสู่หน้าจอหลักโดยอัตโนมัติ

เครื่องจะสั่งงานพัดลมและปั๊มก็ต่อเมื่อหน้าจอแสดงหน้าจอหลัก (หากอยู่ในเมนูเครื่องจะไม่สั่งงาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของเมนูย่อยต่างๆ

1.FAN1

temp set point อุณหภูมิที่พัดลมตัวที่ 1 เริ่มทำงาน เมื่ออุณหภูมิเท่ากับหรือมากกว่าค่านี้พัดลมตัวที่ 1 จะเริ่มทำงาน

temp different อุณหภูมิที่พัดลมตัวที่ 1 หยุดทำงาน เมื่ออุณหภูมิเท่ากับหรือน้อยกว่า temp point – temp different เช่น temp set point = 25° C ,temp different = 0.5° C พัดลมตัวที่ 1 จะหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิเท่ากับ 24.5° C

on (duty) off ค่าเวลาที่ให้พัดลมตัวที่ 1 ทำงานเป็นคาบ เช่น ทำงาน 10 นาที 30 วินาที และหยุดทำงาน 5 นาที เป็นต้น

exit ออกจากเมนู FAN1

2.FAN2

temp set point อุณหภูมิที่พัดลมตัวที่ 2 เริ่มทำงาน เมื่ออุณหภูมิเท่ากับหรือมากกว่าค่านี้พัดลมตัวที่ 2 จะเริ่มทำงาน

temp different อุณหภูมิที่พัดลมตัวที่ 2 หยุดทำงาน เมื่ออุณหภูมิเท่ากับหรือน้อยกว่า temp point – temp different เช่น temp set point = 30° C ,temp different = 1° C พัดลมตัวที่ 2 จะหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิเท่ากับ 29° C

on (duty) off ค่าเวลาที่ให้พัดลมตัวที่ 2 ทำงานเป็นคาบ เช่น ทำงาน 10 นาที และหยุดทำงาน 10 นาที เป็นต้น

exit ออกจากเมนู FAN2

3.FAN3

temp set point อุณหภูมิที่พัดลมตัวที่ 3 เริ่มทำงาน เมื่ออุณหภูมิเท่ากับหรือมากกว่าค่านี้พัดลมตัวที่ 3 จะเริ่มทำงาน

temp different อุณหภูมิที่พัดลมตัวที่ 3 หยุดทำงาน เมื่ออุณหภูมิเท่ากับหรือน้อยกว่า temp point – temp different เช่น temp set point = 29° C ,temp different = 0.5° C พัดลมตัวที่ 3 จะหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิเท่ากับ 28.5° C

on (duty) off ค่าเวลาที่ให้พัดลมตัวที่ 3 ทำงานเป็นคาบ

exit ออกจากเมนู FAN3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.PUMP

temp set point อุณหภูมิที่ปั๊มเริ่มทำงาน เมื่ออุณหภูมิเท่ากับหรือมากกว่าค่านี้ปั๊มจะเริ่มทำงาน

temp different อุณหภูมิที่ปั๊มหยุดทำงาน ลักษณะการทำงานเหมือนกับพัดลม

humid set point ความชื้นที่ปั๊มหยุดทำงาน เมื่อความชื้นเท่ากับหรือมากกว่าค่าที่ตั้งนี้ ปั๊มจะหยุดทำงานทันที

humid different ความชื้นที่ปั๊มเริ่มกลับมาทำงาน เมื่อความชื้นเท่ากับหรือมากกว่าค่าที่ตั้งนี้ ปั๊มจะหยุดทำงานทันที humid set point - humid different ปั๊มจะเริ่มกลับมาทำงานอีกครั้ง เช่น humid set point = 80%RH และ humid different = 5%RH ปั๊มจะเริ่มกลับมาทำงานอีกครั้งเมื่อความชื้นเท่ากับ 75%RH

on (duty) off ค่าเวลาที่ให้ปั๊มทำงานเป็นคาบ จะทำงานเหมือนพัดลม

exit ออกจากเมนู PUMP

5.COMPENSATE

temp set point ชดเชยค่าความผิดพลาดของอุณหภูมิ

humid offset ชดเชยค่าความผิดพลาดของความชื้น

exit ออกจากเมนู compensate

การทำงานของพัดลม

พัดลมแต่ละตัวจะถูกสั่งงานตามอุณหภูมิอิสระจากกัน ซึ่งเราสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเปิด และ ช่วงปิด

ช่วงเปิด

ช่วงเปิดคือช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่า temp set point ตัวอย่างเช่น หากเราตั้งค่า temp set point เท่ากับ 27.5° C แต่ค่าอุณหภูมิที่วัดได้ เท่ากับ 28° C

ช่วงปิด

ช่วงปิดคือช่วงที่อุณหภูมิน้อยกว่า temp set point – temp different ตัวอย่างเช่น หากเราตั้ง temp set point เท่ากับ 27.5° C และตั้งค่า temp different เท่ากับ 0.5° C หากค่าอุณหภูมิที่วัดได้น้อยกว่า 27° C (27.5 – 0.5) พัดลมก็จะหยุดทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในช่วงเปิด ของพัดลม เราสามารถกำหนดให้พัดลมทำงานเป็นคาบเวลาได้ 3 รูปแบบ

1. เปิดปิดเป็นคาบ เช่น เปิด 10 นาที และ ปิด 5 นาที
2. ทำงานตามค่าอุณหภูมิ
3. ปิดตลอดเวลา

การทำงานของปั๊ม

ปั๊มจะถูกสั่งงานตามอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งเราสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเปิด และ ช่วงปิด

ช่วงเปิด

ช่วงเปิดคือช่วงที่อุณหภูมิสูงกว่า temp set point แต่ความชื้นไม่เกิน humid set point ตัวอย่างเช่น หากเราตั้ง temp set point เท่ากับ 28.5° C และตั้งค่า humid set point เท่ากับ 80%RH หากค่าอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 29° C และ 70%RH ตามลำดับ ปั๊มจะถูกสั่งให้ทำงาน

ช่วงปิด

ช่วงปิดสามารถแบ่งออกเป็น 2 เงื่อนไข

1. อุณหภูมิน้อยกว่า temp set point – temp different ตัวอย่างเช่น เราตั้งค่า temp set point เท่ากับ 28.5° C และตั้งค่า temp different เท่ากับ 0.5° C หากอุณหภูมิลดน้อยกว่า 28° C ปั๊มจะหยุดทำงาน
2. ความชื้นสูงเกิน humid set point ตัวอย่างเช่น เราตั้งค่า humid set point เท่ากับ 80%RH และตั้งค่า humid different เท่ากับ 5%RH หากความชื้นมีค่าสูงกว่า 80%RH ปั๊มจะถูกสั่งให้หยุดทำงาน และจะกลับมาทำงานอีกครั้งเมื่อความชื้นลดลงมาถึง 75%RH (80-5)

ภายใน ช่วงเปิด ของปั๊ม เราสามารถกำหนดให้ปั๊มทำงานเป็นคาบเวลาได้ 3 รูปแบบ

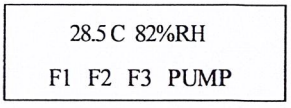
1. เปิดปิดเป็นคาบ เช่น เปิด 10 นาที และ ปิด 5 นาที
2. ทำงานตลอดค่าอุณหภูมิและความชื้น
3. ปิดตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

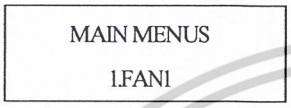
การตั้งพัดลมตัวที่ 1 (FAN1)

การตั้งค่าให้พัดลมตัวที่ 1 เริ่มทำงาน (TEMP SET POINT)

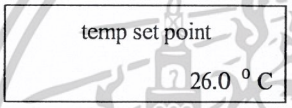
1. จากหน้าจอหลักดังรูป



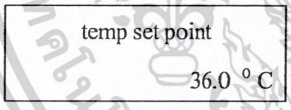
2. กดปุ่ม ⤻ หน้าจอจะแสดงดังรูป



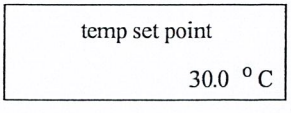
3. กดปุ่ม ⊙ หน้าจอจะแสดงดังรูป เป็นการตั้งค่าให้พัดลมตัวที่ 1 เริ่มทำงาน (temp set point)



4. จะเห็นเคอร์เซอร์กระพริบที่ตำแหน่งแรก เคอร์เซอร์จะกระพริบที่ตำแหน่งใดแสดงว่าสามารถแก้ไขข้อมูลที่ตำแหน่งนั้นได้ หากต้องการเลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ให้กดปุ่ม⊙
5. กดปุ่ม ⩓ หรือ ⩔ เพื่อแก้ไขข้อมูลในตำแหน่งแรกให้ได้ตามต้องการ (จากในรูป สมมุติต้องการแก้ไขให้เป็นเลข 3)

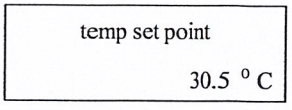


6. กดปุ่ม ⊙ เพื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งที่ 2 (หากเคอร์เซอร์ไม่อยู่ตำแหน่งที่ต้องการให้กดปุ่ม⊙ ไปเรื่อยๆ จนกว่าเคอร์เซอร์จะกลับมาอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ)
7. กดปุ่ม ⩓ หรือ ⩔ เพื่อแก้ไขข้อมูลตำแหน่งที่ 2 ให้ได้ตามต้องการ (สมมุติต้องการแก้ไขให้เป็นเลข 0)

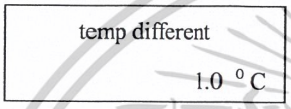


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. กดปุ่ม⊙ เพื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งที่ 3
9. กดปุ่ม ⩓ หรือ ⩔ เพื่อแก้ไขข้อมูลตำแหน่งที่ 3 ให้ได้ตามต้องการ (สมมุติต้องการแก้ไขให้เป็นเลข 5) ⊙



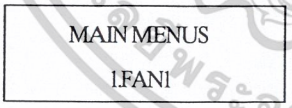
10. พัดลมตัวที่ 1 เริ่มทำงานที่อุณหภูมิ 30.5° C
11. กดปุ่ม ⇀ เพื่อไปยังเมนูถัดไป หน้าจอแสดงดังรูป



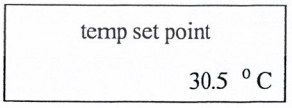
12. หากต้องการแก้ไขค่า temp different ให้เริ่มที่ขั้นตอนที่ 4 ในหัวข้อ การตั้งค่าเพื่อให้พัดลมตัวที่ 1 หยุดทำงาน (TEMP DIFFERENT)
13. หากต้องการออกจากเมนูให้ไปที่เมนู exit แล้วกดปุ่ม⊙ (ดูรายละเอียดในหัวข้อ การออกจากเมนู 1.FAN1)

การตั้งค่าเพื่อให้พัดลมตัวที่ 1 หยุดทำงาน (TEMP DIFFERENT)

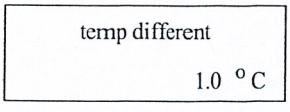
1. จากจอเมนูหลักดังรูป



2. กดปุ่ม⊙หน้าจอแสดงดังรูป



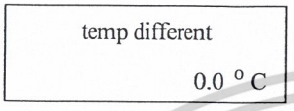
3. กดปุ่ม ⇀ เพื่อเลื่อนไปยังเมนู temp different ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

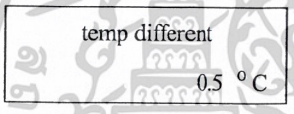
4. จะเห็นเคอร์เซอร์กระพริบอยู่ที่ตำแหน่งแรก (หากไปอยู่ตำแหน่งแรกให้กดปุ่ม เพื่อเลื่อนมาที่ตำแหน่งแรก)

5. กดปุ่ม ⩓ หรือ ⩔ เพื่อแก้ไขข้อมูลให้ได้ตามต้องการ (สมมุติต้องการแก้ไขให้เป็นเลข 0) ดังรูป



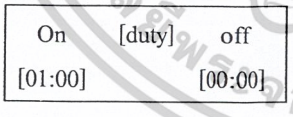
6. กดปุ่ม ⊙ เพื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังข้อมูลตำแหน่งถัดไป

7. กดปุ่ม ⩓ และ ⩔ เพื่อแก้ไขข้อมูลให้ได้ตามต้องการ (สมมุติต้องการแก้ไขให้เป็นเลข 5) ดังรูป



8. หากขั้นตอนที่ผ่านมาเราตั้งให้พัดลมตัวที่ 1 เริ่มทำงานที่อุณหภูมิ 30.5 C ส่วนในขั้นตอนนี้เราตั้งค่า temp different ไว้ที่ 0.5 C ดังนั้นพัดลมตัวที่ 1 จะหยุดทำงานที่อุณหภูมิลดลงมาถึง 30.0° C

9. กดปุ่ม ⤻ เพื่อเลื่อนไปยังเมนูถัดไป หน้าจอจะแสดงดังรูป



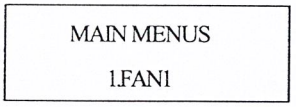
10. หากต้องการแก้ไขให้พัดลมทำงานเป็นคาบ ให้เริ่มต้นขั้นตอนที่ 5 ในหัวข้อ ในหัวข้อการตั้งให้พัดลมตัวที่ 1 ทำงานเป็นคาบ

11. หากต้องการออกจากเมนูให้ไปที่เมนู exit แล้วกดปุ่ม ⊙ (ดูรายละเอียดในหัวข้อ การออกจาเมนู 1.FAN1)

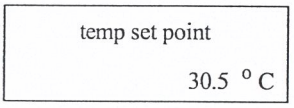
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งให้พัดลมตัวที่ 1 ทำงานเป็นคาบ

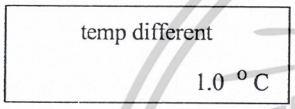
1. จากจอเมนูหลักดังรูป



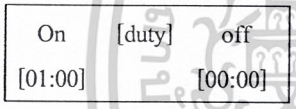
2. กดปุ่ม ⊙ หน้าจอจะแสดงดังรูป



3. กดปุ่ม ⤻ เพื่อเลื่อนไปยังเมนู temp different ดังรูป

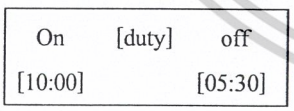


4. กดปุ่ม ⤻ อีกครั้งหน้าจอจะแสดงดังรูป

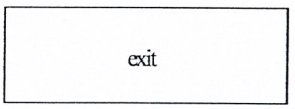


5. กดปุ่ม ⊙ เพื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งข้อมูลที่ต้องการแก้ไข

6. กดปุ่ม ⩓ และ ⩔ เพื่อแก้ไขข้อมูลให้ได้ตามต้องการ (สมมุติต้องการให้พัดลมตัวที่ 1 ทำงาน 10 นาที และ หยุดทำงาน 5 นาที 30 วินาที สลับกันไป ตลอดเวลาที่อุณหภูมิสูงกว่าค่า temp set point) ดังแสดงในรูป

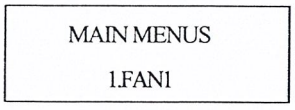


7. กดปุ่ม ⤻ เพื่อเลื่อนไปยังเมนูถัดไป หน้าจอจะแสดงดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. หากต้องการออกจากเมนู 1.FAN1 ให้กดปุ่ม ⊙ (ดูรายละเอียดในหัวข้อ การออกจากเมนู 1.FAN1)

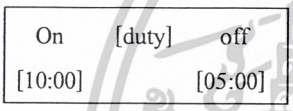


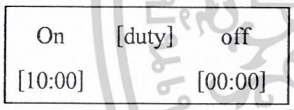
9. แต่หากต้องการกลับไปที่เมนู temp set point ให้กดปุ่ม ⤺ ไปเรื่อยๆ

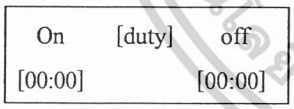
ลักษณะการตั้งคาบเวลา

การตั้งคาบเวลานั้นสามารถกำหนดได้ 4 รูปแบบ โดยคาบเวลาเปิดและปิดสามารถตั้งได้สูงสุด 99 นาที 59 วินาที การตั้งคาบเวลาน้อยเกินไป จะทำให้รีเลย์เกิดความเสียหายได้

ทำงานเป็นคาบ (มีทั้งช่วงเปิดและช่วงปิด)





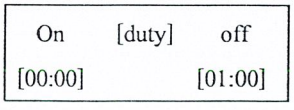


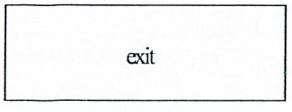
ทำงานตามอุณหภูมิ (มีช่วงเปิด พัดลมจะถูกเปิดตามค่าอุณหภูมิ โดยไม่สนใจการทำงานเป็นคาบ)

ทำงานตามอุณหภูมิ (ไม่มีทั้งช่วงเปิดและช่วงปิด เครื่องจะสนใจเฉพาะค่าอุณหภูมิ)

พัดลมจะหยุดทำงาน (ไม่มีช่วงเวลาเปิด มีเฉพาะช่วงเวลาปิด)

การออกจากเมนู 1.FAN1



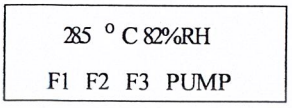


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กดปุ่ม ➪ จนกระทั่งหน้าจอแสดง

2. กดปุ่ม ⊙ จะออกจากเมนู 1.FAN1 หน้าจอจะแสดงดังรูป

3. กดปุ่ม ➪ เพื่อไปตั้งพัดลมตัวต่อไป หรือกดจนออกไปยังหน้าจอหลักดังรูป

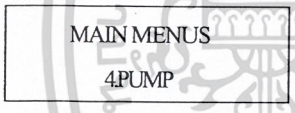


การตั้งค่าของพัดลมตัวที่ 2 และ ตัวที่ 3 จะเหมือนกับการตั้งค่าพัดลมตัวที่ 1

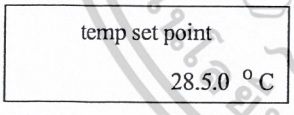
การตั้งการทำงานของปั๊มน้ำ (PUMP)

การตั้งค่าอุณหภูมิเพื่อให้ปั๊มเริ่มทำงาน

1. จากหน้าจอหลัก กดปุ่ม ➪ จนกระทั่งหน้าจอแสดง

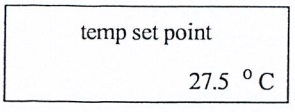


2. กดปุ่ม ⊙ เพื่อเข้าเมนู PUMP หน้าจอจะแสดง

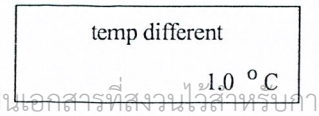


3. จะเห็นเคอร์เซอร์กระพริบที่ตำแหน่งแรก ให้กดปุ่ม ⊙ จนกระทั่งเคอร์เซอร์เลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการแก้ไขข้อมูล

4. กดปุ่ม ⩓ หรือ ⩔ เพื่อแก้ไขข้อมูลให้ได้ตามต้องการ (สมมุติต้องการให้ PUMP เริ่มทำงานที่ 27.5° C) ดังรูป



5. กดปุ่ม ➪ เพื่อเลื่อนไปยังเมนูถัดไป ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. หากต้องการแก้ไขค่า temp different ให้เริ่มที่ขั้นตอนที่ 4 ในหัวข้อ การตั้งค่าอุณหภูมิให้ปั๊มหยุดทำงาน

7. หากต้องการออกจากเมนูให้ไปที่เมนู exit แล้วกดปุ่ม ⊙ (ดูรายละเอียดในหัวข้อ การออกจากเมนู PUMP)

การตั้งค่าอุณหภูมิให้ปั๊มหยุดทำงาน

1. จากหน้าจอแสดงดังรูป

MAIN MENUS
4.PUMP

2. กดปุ่ม⊙ หน้าจอจะแสดงดังรูป

temp set point
27.5 °C

3. กดปุ่ม ⤻ หน้าจอแสดง

temp different
1.0 °C

4. กดปุ่ม⊙ เลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

5. กดปุ่ม ⩓ หรือ ⩔ เพื่อแก้ไขข้อมูลให้ได้ตามต้องการ (สมมุติต้องการให้ปั๊มหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าค่า temp set point 0.5° C) ดังรูป

temp different
0.5 °C

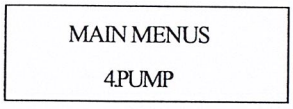
6. หากขั้นตอนผ่านมากำหนดให้ปั๊มทำงานที่ 27.5°C ดังนั้นปั๊มจะหยุดทำงานที่อุณหภูมิ 27.0°C

7. กดปุ่ม ⤻ เพื่อไปยังเมนูถัดไป

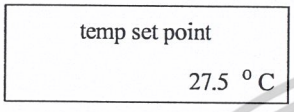
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งค่าให้ปั๊มหยุดทำงานเมื่อความชื้นเกิน

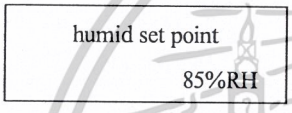
1. จากหน้าจอเมนูหลักดังรูป



2. กดปุ่ม ⊙☞ หน้าจอจะแสดง

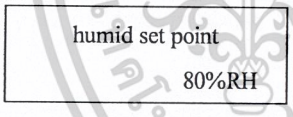


3. กดปุ่ม ☞ จนกระทั่งหน้าจอแสดง



4. กดปุ่ม ⊙ ให้เคอร์เซอร์อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการแก้ไขข้อมูล

5. กดปุ่ม ⩓ หรือ ⩔ เพื่อแก้ไขค่าให้ได้ตามต้องการ (สมมุติว่า หากความชื้นเกิน 80%RH แล้วให้ปั๊มหยุดทำงาน) ดังรูป



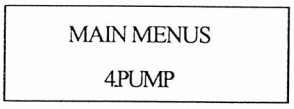
6. ปั๊มจะหยุดทำงานทันทีที่ความชื้นสูงถึง 80%RH (ถึงแม้ว่าอุณหภูมิจะเกินก็ตาม แต่พัดลมจะยังคงทำงานตามปกติ)

7. กดปุ่ม ☞ เพื่อเลื่อนไปยังเมนูถัดไป

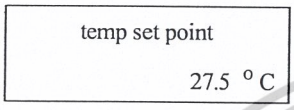
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งให้ปั๊มกลับมาทำงานอีกครั้งเมื่อความชื้นลดลง

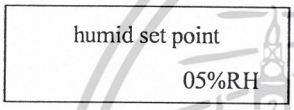
1. จากหน้าจอเมนูหลักดังรูป



2. กดปุ่ม ⊙ หน้าจอจะแสดง

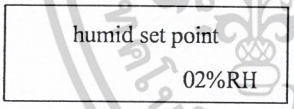


3. กดปุ่ม ⇀ จนกระทั่งหน้าจอแสดง



4. กดปุ่ม ⊙ เลื่อนเคอร์แซอร์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการแก้ไข

5. กดปุ่ม ⇈ หรือ ⇊ เพื่อแก้ไขข้อมูลให้ได้ตามต้องการ (สมมุติต้องการให้ปั๊มเริ่มทำงานเมื่อความชื้นลดลงจาก humid set point 2%RH)



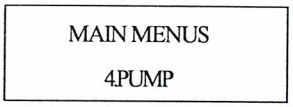
6. ในหัวข้อที่ผ่านมาเรากำหนด humid set point เท่ากับ 80%RH ปั๊มจะเริ่มทำงานอีกครั้งเมื่อความชื้นลดลงมาเท่ากับ 78%RH (humid set point – humid different)

7. กดปุ่ม ⇀ เพื่อเลื่อนไปยังเมนูถัดไป

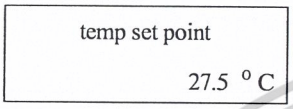
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งให้ปั๊มทำงานเป็นคาบเวลา

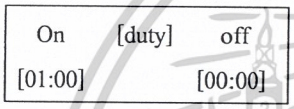
1. จากหน้าจอหลักดังรูป



2. กดปุ่ม ⊙ หน้าจอแสดง

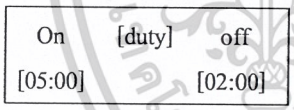


3. กดปุ่ม ⌐ จนกระทั่งหน้าจอแสดง



4. กดปุ่ม ⊙ เพื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

5. กดปุ่ม ⩓ หรือ ⩔ เพื่อแก้ไขค่าให้ได้ตามต้องการ (สมมุติต้องการตั้งให้ปั๊มทำงาน 5 นาที และหยุดทำงาน 2 นาที สลับกันไป) ดังรูป



6. ปั๊มจะทำงาน 5 นาที และหยุดทำงาน 2 นาที สลับกันไป โดยอุณหภูมิต้องสูงกว่า temp set point และ ความชื้นต้องน้อยกว่า humid set point

7. กดปุ่ม ⌐ เพื่อไปยังเมนูถัดไป

ลักษณะการตั้งคาบเวลา

การตั้งคาบเวลานั้นสามารถกำหนดได้ 4 รูปแบบ โดยคาบเวลาเปิดและปิดสามารถตั้งได้สูงสุด 99 นาที 59 วินาที การตั้งคาบเวลาน้อยเกินไปจะทำให้รีเลย์เกิดความเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานเป็นคาบ (มีทั้งช่วงเปิดและช่วงปิด)

On	[duty]	off
[10:00]		[05:00]

ทำงานตามอุณหภูมิและความชื้น (มีเฉพาะช่วงเปิด ไม่มีช่วงปิด)

On	[duty]	off
[10:00]		[00:00]

ทำงานตามอุณหภูมิและความชื้น (ไม่มีทั้งช่วงเปิดและช่วงปิด)

On	[duty]	off
[00:00]		[00:00]

ปั๊มจะหยุดทำงาน (ไม่มีช่วงเปิด มีเฉพาะช่วงเลาปิด)

On	[duty]	off
[00:00]		[01:00]

การออกจากเมนู PUMP

1. เมื่ออยู่ในเมนู 4.PUMP กดปุ่ม ⤺ จนกระทั่งหน้าจอแสดง

exit

2. กดปุ่ม ⊙ จะออกจากเมนู 4.PUMP หน้าจอจะแสดงดังรูป

MAIN MENUS
4.PUMP

3. กดปุ่ม ⤺ จนออกไปยังหน้าจอหลักดังรูป

28.5 °C 82%RH
F1 F2 F3 PUMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การชดเชยความผิดพลาดของอุณหภูมิ

1. จากหน้าจอหลัก กดปุ่ม ⤻ จนกระทั่งหน้าจอแสดง

MAIN MENUS
5.COMPENSATE

2. กดปุ่ม ⊙ หน้าจอจะแสดง

temp offset
+0.0 ° C

3. กดปุ่ม ⊙ เพื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งแรก (ตรงเครื่องหมาย+)

4. กดปุ่ม ⩓ เพื่อเปลี่ยนข้อมูลตำแหน่งนี้ให้เป็นเครื่องหมาย + หรือกดปุ่ม ⩔ เพื่อเปลี่ยนให้เป็นเครื่องหมาย –

5. กดปุ่ม ⊙ เพื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งอื่นๆ และกดปุ่ม⩓ หรือ ⩔ เพื่อแก้ไขข้อมูลให้ได้ตามต้องการ (สมมุติว่าอุณหภูมิที่วัดได้มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิจริง 0.5 C ดังนั้นเราจะต้องลบอุณหภูมิที่วัดได้ออก 0.5 C) ดังรูป

temp offset
-0.5 ° C

6. ค่าที่วัดได้จะตรงกับค่าอุณหภูมิจริง

7. กดปุ่ม ⤻ เพื่อไปยังเมนูถัดไป

การชดเชยความผิดพลาดของความชื้น

1. จากหน้าจอหลัก กดปุ่ม ⤻ จนกระทั่งหน้าจอแสดง

2. กดปุ่ม ⊙ หน้าจอจะแสดง

humid offset
+00%RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กดปุ่ม ➪ หน้าจอจะแสดง

4. กดปุ่ม ➪ เพื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งแรก (ตรงเครื่องหมาย +)

5. กดปุ่ม ➪ เพื่อเปลี่ยนข้อมูลตำแหน่งนี้ให้เป็นเครื่องหมาย + หรือ กดปุ่ม ➪ เพื่อเปลี่ยนให้เป็นเครื่องหมาย -

6. กดปุ่ม⊙ เพื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งอื่นๆ และกดปุ่ม⩓ หรือ⩔ เพื่อแก้ไขข้อมูลให้ได้ตามต้องการ (สมมุติว่าความชื้นที่วัดได้มีค่าน้อยกว่าความชื้นจริง 2%RH ดังนั้นเราจะต้องบวกความชื้นที่วัดได้อีก 2%RH) ดังรูป

humid offset
+02%RH

7. ค่าที่วัดได้จะตรงกับค่าความชื้นจริง

8. กดปุ่ม ➪ เพื่อไปยังเมนูถัดไป

การออกจากเมนูชดเชยค่าความผิดพลาด

1. เมื่ออยู่ในเมนู 5.COMPENSATE กดปุ่ม ➪ จนกระทั่งหน้าจอแสดง

exit

2. กดปุ่ม⊙ จะออกจากเมนู 5.COMPENSATE หน้าจอจะแสดงดังรูป

MAIN MENUS
5.COMPENSATE

3. กดปุ่ม➪ เพื่อไปยังหน้าจอหลักดังรูป

28.5 °C 82%RH
F1 F2 F3 PUMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายกมลศักดิ์ ทิยาว
วันเดือนปีเกิด	26 ตุลาคม พ.ศ. 2522
ภูมิลำเนา	72/1 หมู่ที่4 ต.บ่อแฮ้ว อ.เมือง
	จังหวัดลำปาง 52100
	โทรศัพท์ 054-360561
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลลำปาง จังหวัดลำปาง
มัธยมศึกษา	โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จังหวัดลำปาง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคลำปาง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคลำปาง
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ล้มกี่ครั้งก็ยังต้องลุกขึ้นสู้ เพื่อสิ่งที่ดีวันที่ดีๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์ นายณัฐชัย พิทักษ์อรรณพ

วันเดือนปีเกิด 30 กรกฎาคม พ.ศ. 2522

ภูมิลำเนา 10/8 ซอยสายชม1 ตำบลหนองแค อำเภอหนองแค
จังหวัดสระบุรี 18140
โทรศัพท์ 0-3637-1986

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนกลั่นวิทยา จังหวัดสระบุรี
มัธยมศึกษา	โรงเรียนหนองแคสรกิจพิทยา จังหวัดสระบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครเหนือ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครเหนือ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ความล้มเหลวเป็นหนทางสู่ความสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นางสาวพรศรี เปรียบสม
วันเดือนปีเกิด	27 ธันวาคม พ.ศ. 2522
ภูมิลำเนา	10/1 หมู่ 5 ตำบลปะเคียบ อำเภอคูเมือง
	จังหวัดบุรีรัมย์ 31190
	โทรศัพท์ 09-5011177
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนโอภาสประชานุกูล จังหวัดบุรีรัมย์
มัธยมศึกษา	โรงเรียนโพธิสัมพันธ์พิทยาคาร จังหวัดชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	การเตรียมตัวที่พร้อมอยู่เสมอเป็นการนำพาตัวเราไปสู่ความ
	สำเร็จได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายร่มขวัญ จักสี
วันเดือนปีเกิด	9 มิถุนายน พ.ศ. 2522
ภูมิลำเนา	552 หมู่. 4 บ้าน ตำบลกลางเวียง อำเภอเวียงคำ
	จังหวัดน่าน 55100
	โทรศัพท์ 054-781627
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนศรีไพศาลวิทยาคาร จังหวัดน่าน
มัธยมศึกษา	โรงเรียนสา จังหวัดน่าน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคน่าน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคน่าน
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ปัญหามีไว้ให้แก้ ไม่ใช่มีไว้หนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้