



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก

Ecology Control Device for Feeding Catfish

ชื่อนักศึกษา

1. นายณัฐภูมิ อะทะยศ รหัสประจำตัว 44035442
2. นายสิทธิศักดิ์ แก้วธนกุล รหัสประจำตัว 44035466
3. นางสาวศิริลักษณ์ นวลศรี รหัสประจำตัว 44035467

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์โกศล ตราฐู

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	
2. อาจารย์โกศล ตราฐู	
3. อาจารย์ปิยะ สุภวราสุวัฒน์	
4. อาจารย์กิตติพงศ์ มะโน	
5. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันศุกร์ที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 เวลา 9.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 30 เดือน 12 พ.ศ. 2546



<BT4503132>

เครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาอุก

ECOLOGY CONTROL DEVICE FOR FEEDING CATFISH



นายณัฐภูมิ อะทะยศ
นายสิทธิศักดิ์ แก้วรณกุล
นางสาวศิริลักษณ์ นวลศรี

เลขหม.....
เลขทะเบียน 48308
วัน, เดือน, ปี 10 ต.ค. 2546

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการควบคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก
Ecology Control Device For Feeding Catfish

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก และการทำงานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2) เพื่อออกแบบโครงสร้างการทำงานของเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก
- 3) เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก
- 4) เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก
- 5) เพื่อสามารถนำเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุกไปใช้งานได้จริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้มีความรู้ในหลักการการทำงานของเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก
- 2) ได้โครงสร้างการทำงานของเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก
- 3) ได้เครื่องต้นแบบของเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก
- 4) ได้ปรับปรุงการทำงานของเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุกให้เป็นไปตามการเจริญเติบโตของปลา
- 5) ได้เครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุกไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I

ชื่อหัวข้อ	เครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลา	
นักศึกษา	นายณัฐภูมิ	อะทะยศ
	นายสิทธิศักดิ์	แก้วธนกุล
	นางสาวสิริลักษณ์	นวลศรี
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์โกศล	ตราชู
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการควบคุมทางอุตสาหกรรม	
ปีการศึกษา	2545	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอ การนำเอาอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ , ไฟฟ้า และเครื่องกล นำมาสร้างเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติ ในกระบวนการควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลา โดยใช้ อุปกรณ์หลักๆ อันได้แก่ อุปกรณ์ทางด้านนิวแมติกส์อุตสาหกรรม , อุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์, ไมโครคอนโทรลเลอร์ ฯลฯ จุดประสงค์ เพื่อที่จะศึกษาถึงการนำเอาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์เข้ากับระบบทางไฟฟ้า เพื่อนำมาสร้างเป็นระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม โดยหัวใจหลักของระบบนี้ คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS - 51 มาใช้เป็นตัวควบคุมระบบดังกล่าว

II

Thesis Title	Ecology Control Device For Feeding Catfish	
Students	Mr.Nuttapoom	Atayos
	Mr.Sittisuk	Kheawtanakool
	Miss Siriluk	Nuansri
Advisor	Mr.Amornchai	Chaichana
Co-Advisor	Mr.Koson	Trachu
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Industrial Instrument Technology	
Academic Year	2002	

ABSTRACT

This thesis presents a provide device of Electronics ,Electrical and Machanic take to build automatic control system. in presents of Animal food mixture by using main devide such as Pneumatic device , Tranducer , Microcontroller etc. The objective for studied toaddition Microcontroller system to apply in Electronics system for the industrial automatic system.The Main purpose to used Microcontroller MCS-51 family for control system.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพราะความร่วมมือ ร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มซึ่งทุ่มเททั้งกำลังกายกำลังใจ กำลังสมองและกำลังทรัพย์เป็นเวลานานกว่าจะถึงวันนี้ รวมทั้งได้รับความช่วยเหลือจากท่าน อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ อาจารย์โกศล ตราชู และอาจารย์ในภาควิชาทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้คำปรึกษา แนะนำอำนวยความสะดวกในการทำปริญญานิพนธ์อย่างเต็มที่ และที่สำคัญหาที่เปรียบมิได้คือ บุพการีที่ให้กำเนิดอบรมเลี้ยงดูให้โอกาสทางการศึกษา รวมทั้งเพื่อนๆ ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญญานิพนธ์	1
1.2 จัดความสามารถของโครงการ	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ทฤษฎีการเจริญเติบโตของปลาดุกในธรรมชาติ	3
2.2.1 การหาอาหาร	3
2.2.2 การวางไข่	3
2.2.3 ลักษณะทั่วไป	4
2.2.4 พันธุ์ปลาดุก	4
2.2.5 โรคที่เกิดกับปลาดุก	7
2.3 หลักการเลี้ยงปลาดุกในบ่อระบบน้ำหมุนเวียน	9
2.3.1 ระบบน้ำและการถ่ายเทน้ำ	10
2.3.2 อาหารและการให้อาหาร	11
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์	12
2.5 คุณลักษณะพื้นฐานของ 8051	13
2.6 ฐานเวลาในการทำงานของ ซีพียู ภายใน	14
2.7 กระบอกสูบ	16
2.7.1 กระบอกสูบลมทำงานทางเดียว	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.7.2 กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง	18
2.7.3 กระบอกสูบแบบก้านสูบอยู่กับที่ลูกสูบเคลื่อนที่	19
2.8 วงจรนิวแมติกส์	20
2.8.1 การควบคุมกระบอกสูบแบบทิศทางเดียว	20
2.8.2 การควบคุมกระบอกสูบทิศทางเดียวในระยะไกล	23
2.8.3 การควบคุมกระบอกสูบสองทิศทางในระยะไกล	24
2.9 เซนเซอร์ชนิดใช้แสง	25
2.9.1 ชนิดของตัวรับแสงและส่งแสง	26
2.9.2 เทคนิคในการรับส่งลำแสง	28
2.9.3 โครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับส่งแสง	28
2.9.4 เซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด	29
2.9.5 เซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ	30
2.9.6 เซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง	31
2.9.7 หลักการเลือกใช้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงให้เหมาะสมกับงาน	33
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	37
3.1 กล่าวนำ	37
3.2 ขั้นตอนการทำงาน	37
3.2.1 การทำงานของแผนผังโครงการ	38
3.3 การออกแบบเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลา	38
3.3.1 การออกแบบตัวถังเก็บอาหาร	39
3.3.2 การออกแบบถังวัดระดับอาหาร	39
3.3.3 การออกแบบรางปล่อยอาหาร	40
3.4 การทำงานของวงจรต่างๆ	40
3.4.1 วงจรขับโซลินอยด์	40
3.4.2 วงจรแสดงผล	41
3.4.3 วงจรรับส่งอินฟาเรด	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4.4 วงจรควบคุม	43
3.5 การสร้างเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลา	44
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	45
4.1 วงจรตั้งเวลา	45
4.1.1 การทดลอง	45
4.1.2 ผลการทดลอง	45
4.2 วงจรภาครับส่งอินฟราเรด	46
4.2.1 การทดลอง	46
4.2.2 ผลการทดลอง	46
4.3 กระบอกสูบ	47
4.3.1 การทดลอง	47
4.3.2 ผลการทดลอง	47
4.4 วงจรควบคุม	48
4.4.1 การทดลอง	48
4.4.2 ผลการทดลอง	48
4.5 เครื่องปั้มน้ำ	49
4.5.1 การทดลอง	49
4.5.2 ผลการทดลอง	49
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไข และพัฒนา	50
5.1 สรุป	50
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	50
5.3 แนวทางการพัฒนา	51
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	52
ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์	71
ภาคผนวก จ รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์	75
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	84
บรรณานุกรม	88
ประวัติผู้แต่ง	89



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ปริมาณการให้อาหาร	11
ตารางที่ 2.2 การปฏิบัติงาน	12
ตารางที่ 2.3 ระยะกันกระแทกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	17
ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียตามชนิดของแสง	27
ตารางที่ 2.5 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด	30
ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ	30
ตารางที่ 2.7 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง	31



สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 หน่วยทำงานพื้นฐานของ MCS 51	13
รูปที่ 2.2 การกำหนดหน้าที่ขาสัญญาณของไอซี	14
รูปที่ 2.3 การใช้คริสตอลภายนอกต่อเข้ากับวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน 8051	15
รูปที่ 2.4 ลักษณะโครงสร้างของกระบอกสูบลม	17
รูปที่ 2.5 ลักษณะของกระบอกสูบแบบทำงานทางเดียว	18
รูปที่ 2.6 ลักษณะของกระบอกสูบลมแบบสองทาง	19
รูปที่ 2.7 ลักษณะและการนำไปใช้งาน	20
รูปที่ 2.8 กระบอกสูบแบบทิศทางเดียว	20
รูปที่ 2.9 การควบคุมกระบอกสูบแบบทิศทางเดียว	21
รูปที่ 2.10 วาล์ว 5/2 และวาล์ว 4/2	22
รูปที่ 2.11 การควบคุมกระบอกสูบแบบทิศทางเดียวแบบระยะไกล	23
รูปที่ 2.12 การควบคุมกระบอกสูบสองทิศทางแบบระยะไกล	24
รูปที่ 2.13 การควบคุมกระบอกสูบแบบทิศทางเดียวแบบระยะไกล	25
รูปที่ 2.14 วิธีการรับส่งแสงแบบทั่วไป	28
รูปที่ 2.15 วิธีการรับส่งแสงแบบพัลส์	28
รูปที่ 2.16 เซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด	29
รูปที่ 2.17 เซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ	30
รูปที่ 2.18 เซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง	31
รูปที่ 2.19 การใช้สายใยแก้วร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับโดยตรง	32
รูปที่ 2.20 การประยุกต์ใช้สายใยแก้วในการตรวจจับชิ้นงาน	32
รูปที่ 2.21 การประยุกต์ใช้สายใยแก้วในการตรวจสอบรูปร่างของชิ้นงาน	32
รูปที่ 2.22 การกำหนดระยะห่างระหว่างเซนเซอร์แต่ละชุด	35
รูปที่ 2.23 วิธีการสลับตำแหน่งของตัวรับและตัวส่ง	35
รูปที่ 2.24 แนวลำแสงตัดกันเป็นมุม	36
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของโครงงาน	37
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของวงจรควบคุม	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.3 โครงสร้างถังเก็บอาหาร	39
รูปที่ 3.4 โครงสร้างถังวัดระดับอาหาร	39
รูปที่ 3.5 โครงสร้างรางปล่อยอาหาร	40
รูปที่ 3.6 วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว	40
รูปที่ 3.7 วงจรแสดงผล	41
รูปที่ 3.8 วงจรภาคส่งสัญญาณอินฟาเรด	41
รูปที่ 3.9 วงจรภาคส่งสัญญาณอินฟาเรดกำลังสูง	42
รูปที่ 3.10 วงจรภาครับอินฟาเรด	42
รูปที่ 3.11 วงจรควบคุม	43
รูปที่ 3.12 โครงสร้างและขนาดของเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลา	44
รูปที่ 4.1 วงจรตั้งเวลา	45
รูปที่ 4.2 วงจรภาครับส่งอินฟาเรด	46
รูปที่ 4.3 กระบอกสูบ	47
รูปที่ 4.4 วงจรควบคุม	48
รูปที่ 4.5 เครื่องปั้มน้ำ	49
รูปที่ ก.1 ถังเก็บอาหาร	53
รูปที่ ก.2 ถังวัดระดับอาหาร	53
รูปที่ ก.3 รางปล่อยอาหาร	54
รูปที่ ก.4 อ่างเลี้ยงปลา	54
รูปที่ ก.5 เครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลา	55
รูปที่ ข.1 ภาครับสัญญาณอินฟาเรด	57
รูปที่ ข.2 ภาคส่งสัญญาณอินฟาเรดกำลังสูง	57
รูปที่ ข.3 ภาคส่งสัญญาณอินฟาเรด	57
รูปที่ ข.4 ภาคควบคุม	58
รูปที่ ค.1 ผังการทำงานของโปรแกรม	60
รูปที่ ค.2 โปรแกรมการใช้งานเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลา	70
รูปที่ ค.1 รายละเอียดของเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลา	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป
รูปที่ จ.2 ไทม์เมอร์

หน้า
86



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันนี้การเลี้ยงปลาถูก ผู้เลี้ยงต้องการเอาใจใส่ในการเลี้ยงปลาอย่างใกล้ชิด ทั้งยังต้องเลี้ยงดูให้เป็นไปตามความเหมาะสมในแต่ละวัยของปลา ทั้งยังเกิดปัญหาในเรื่องความตรงต่อเวลาในการให้อาหารของผู้เลี้ยงในแต่ละมือและปัญหาในด้านการดูแลสุขภาพน้ำอยู่เสมอ จึงได้มีการนำเสนอโครงการเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาขึ้นมา โดยมีการควบคุมอาหารแต่ละครั้งแน่นอน ตามความต้องการของปลา และใช้โปรแกรมควบคุมระบบการทำงานในส่วนต่างๆ สามารถลดปริมาณแรงงานคนลง โดยมีขีดความสามารถในการกำหนดเวลาในการให้อาหารได้ตรงตามความต้องการของปลา พร้อมทั้งมีส่วนแสดงผลการทำงานของเครื่อง เพื่อการใช้งานจริง

1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

- 1) สามารถกำหนดเวลาในการให้อาหาร ได้ตรงตามความต้องการของปลาเพื่อให้เจริญเติบโตได้เหมาะสมกับช่วงอายุ
- 2) สามารถควบคุมคุณภาพน้ำโดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำได้ตามเวลาที่กำหนด
- 3) สามารถกำหนดการให้อาหารของปลาดูกตรงตามความต้องการของช่วงอายุปลา
- 4) สามารถแสดงผลการทำงานของเครื่องในแต่ละสถานะการทำงาน
- 5) สามารถเตือนผู้เลี้ยงเมื่อถึงเวลาเปลี่ยนสูตรอาหาร

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ มีเนื้อหาดังนี้คือความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงการ และเนื้อหาโดยสังเขป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาดังในทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้ผู้อ่านได้มีความรู้ความเข้าใจที่เป็นพื้นฐานเสียก่อน อันจะเป็นประโยชน์ต่อความเข้าใจกับวงจรที่ใช้งานจริงต่อไป

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน รวมทั้งกล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ประกอบด้วย การทดลองไทม์เทอร์ การทดลองวงจรภาครับส่งอินฟราเรด การทดลองการทำงานของกระบอกสูบ และการทดลองวงจรควบคุมในระบบ

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไขและพัฒนา ประกอบด้วยขั้นตอนการสรุปผล ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดทำโครงงาน รวมทั้งแนวทางในการพัฒนา เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค ผังการทำงานและโปรแกรม

ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี และหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงการ โดยประกอบด้วย ทฤษฎีการเจริญเติบโตของปลาดุกในธรรมชาติ, หลักการเลี้ยงปลาดุกในบ่อระบบน้ำหมุนเวียน และอุปกรณ์ตรวจวัดความเครียดและน้ำหนัก

2.2 ทฤษฎีการเจริญเติบโตของปลาดุกในธรรมชาติ

ปลาดุกจะพบได้ทั่วไปในเขตร้อนแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศอินเดีย พม่า ไทย ลาว กัมพูชา เวียดนาม และมาเลเซีย เป็นต้น เป็นปลาที่อาศัยในแหล่งน้ำจืดทั่วไป แม้แต่ในหนองน้ำที่มีน้ำเพียงเล็กน้อยก็ยังพบปลาดุก ทั้งนี้เพราะว่าปลาดุกเป็นปลาที่มีอวัยวะพิเศษที่ช่วยในการหายใจเช่นเดียวกับปลาช่อน จึงสามารถที่จะดำรงชีวิตอยู่ในน้ำที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อยและในน้ำที่ค่อนข้างกร่อย ปลาดุกก็อาศัยอยู่ได้เป็นอย่างดี

2.2.1 การหาอาหาร

โดยปกติปลาดุกที่อาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ จะมีนิสัยชอบหาอาหารตามหน้าดิน โดยเฉพาะที่พื้นเป็นโคลนตม เนื่องจากปลาดุกมีตาที่เล็กไม่ได้สัดส่วนกับขนาดของตัว แต่มีหนวดที่รับความรู้สึกได้ดี ฉะนั้นปลาดุกจึงใช้หนวดมากกว่าใช้ตาในการหาอาหารตามพื้นผิวหน้าดิน ตามปกติปลาดุกมีการเคลื่อนไหวที่ปราดเปรียวว่องไวมาก ชอบกินอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ เช่น ตัวอ่อนของแมลงในน้ำ แมลง กุ้ง และลูกปลาเล็กๆบางชนิด นอกจากนี้ปลาดุกยังชอบอาหารประเภทเนื้อที่เน่าเปื่อยเช่นกัน แต่ถ้าเรานำปลาดุกมาเลี้ยงก็จะสามารถที่จะฝึกหัดให้ปลากินอาหารจำพวกปลาสดบดหรือปลาป่นผสมรำ และปลายข้าวต้มได้ ทั้งยังฝึกหัดให้ปลาดุกขึ้นมากินอาหารที่ใกล้ผิวน้ำได้ดี

2.2.2 การวางไข่

ปลาดุกที่อาศัยอยู่ตามธรรมชาตินั้น จะวางไข่ในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคม หลังจากที่ได้จับคู่จะผสมพันธุ์กันแล้ว ปลาตัวผู้และตัวเมียจะขุดหลุมหรือโพรงในดินได้ระดับน้ำประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร มีขนาดกว้างประมาณ 30 เซนติเมตร และลึกไปในดินประมาณ 20 เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นที่พักผสมพันธุ์และวางไข่ สำหรับแม่ปลาที่ได้น้ำหนัก 300 – 800

กรัม จะวางไข่ครั้งละประมาณ 5000 – 7000 ฟอง ซึ่งไข่ของปลาดุกจะเป็นไข่ที่วางหรือเกาะติดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับพื้นก้นหลุมหรือโพรง ไข่มีสีเหลืองอมน้ำตาล มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.3 – 1.6 มิลลิเมตร ไข่จะฟักออกเป็นตัวภายในเวลา 20 – 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิของน้ำ 25 – 32 องศาเซลเซียส และลูกปลาจะอยู่ในความดูแลของพ่อแม่ปลาประมาณ 7 – 10 วัน จากนั้นจึงเริ่มแยกย้ายออกจากโพรง เพื่อไปหากินต่อไป

2.2.3 ลักษณะทั่วไป

ปลาอุก ลำตัวจะมีรูปร่างยาว ส่วนหัวแบนลงมาก โดยจะประกอบด้วยแผ่นกระดูกบางๆ ต่อกันเป็นชั้นๆ ปกคลุมทั้งด้านบนและด้านล่าง ภายในกะโหลกหัวก็จะมีอวัยวะที่ช่วยในการหายใจที่เรียกว่า อะโบเรสเซนส์ ออร์แกน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับฟองไม้สีขาว ส่วนของกะโหลกทางด้านบนประกอบด้วยแผ่นกระดูก 2 ชั้น แต่ละชั้นก็จะมีรอยบุ๋มลงไป ปากจะเฉียงลงไปทางปลายสุดของหัว มีหนวด 4 คู่ คู่แรกอยู่หลังริมฝีปากบน มีลักษณะเป็นท่อสั้นๆ ส่วนคู่หลังๆ ถัดมา และหนวดคู่ที่อยู่กับรูจมูก มีลักษณะไม่เป็นท่อเช่นคู่แรก และกว้างกว่าคู่แรกอีกด้วย ตาเล็ก ลำตัวไม่มีเกร็ด ฐานครีบล้างยาวเกือบตลอดส่วนหลัง อาจติดหรือไม่ติดกับครีบบาง และมีก้านครีบเล็กๆ อยู่ระหว่าง 48 – 106 อัน ครีบบางมีลักษณะกลม ฐานครีบที่ก้นมีความยาวมากกว่าครึ่งหนึ่งของครีบล้าง มีเฉพาะก้านครีบเล็กๆ อยู่ระหว่าง 40 – 90 อัน มีครีบท้องที่อยู่ทั้งซ้ายและขวา และครีบอกแต่ละข้างก็จะมีก้านครีบที่แข็งแรงอยู่ข้างละ 1 อัน มีลักษณะที่สำคัญคือ จะมีปลายแหลม และเป็นรอยหยักคล้ายฟันเลื่อยตลอดก้านครีบ หรือที่เรียกกันว่า เหยิง นั่นเอง ครีบท้องมีก้านครีบ 6 อัน รวมกันเป็นแถบ หนึ่งปิดช่องเหงือกไม่ติดกับส่วนของชอกคอ กระดูกเหงือกมีจำนวน 13 – 30 อัน กระดูกหูกระดูกแก้มมีจำนวน 7 – 9 อัน ลำตัวมีสีเทาปนดำ อาจจะมีจุดหรือไม่มีก็ได้

2.2.4 พันธุ์ปลาอุก

เนื่องจากผู้เลี้ยงปลาอุกส่วนใหญ่ มักมีประสบการณ์เกี่ยวกับการคัดเลือกพันธุ์ซึ่งปลาอุกที่เลี้ยงกันในปัจจุบันมีการปะปนกันหลายชนิด ในบางชนิดก็เจริญเติบโตเร็ว แต่บางชนิดก็โตช้า ทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควร แต่ผู้เลี้ยงปลาอุกนั้นไม่ทราบลักษณะแตกต่างของปลาอุกแต่ละชนิด ดังนั้นควรที่จะได้ศึกษาในเรื่องนี้ไว้ เพื่อนำความรู้เหล่านั้นมาช่วยแก้ปัญหาการเลี้ยงปลาอุก เพื่อให้ได้ผลสำเร็จยิ่งขึ้น

จากการศึกษาพันธุ์ปลาอุกในประเทศ เราพบว่ามียู่ 2 สกุล 8 ชนิด ดังนี้

1) กลาเรียส ปลาอุกในสกุลนี้ก็เป็นปลาที่ไม่มีเกร็ด มีหนวด 4 คู่ ครีบล้างมีก้านครีบบ่อ่อนอยู่จำนวน 48 – 78 อัน ครีบก้นมีจำนวน 41 – 61 อัน ฐานของครีบล้างและครีบก้นไม่ติดกับครีบบาง ครีบอกมีก้านครีบแข็งแรงอยู่ข้างละ 1 อัน ลักษณะกลมใหญ่ปลายแหลม อาจจะหยักเป็นฟันเลื่อยหรือไม่ก็ได้ ลักษณะปลายกะโหลกท้ายทอยอาจแหลมหรือป้าน และความยาวของกระดูกท้ายทอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของปลาตุก อีกทั้งจุดเริ่มต้นของครีบลึงจะอยู่ใกล้หรือห่างจากกระดูกท้ายทอยก็ขึ้นอยู่กับชนิดของปลาตุกเช่นกัน สำหรับปลาตุกที่จัดอยู่ในสกุลนี้ก็มีอยู่ 5 ชนิดด้วยกันคือ

1.1) ปลาตุกด้าน ซึ่งพบอยู่ทั่วไป และที่เลี้ยงกันก็เป็นปลาตุกชนิดนี้ เป็นปลาตุกที่มีรูปร่างยาว ความลึกของลำตัวประมาณ 1 ใน 6 – 7.5 ของความยาว และหัวก็มีความยาวประมาณ 3.5 ของความยาว รอยบุ๋มบนหัวด้านหน้าใหญ่กว่าด้านหลังประมาณ 2 เท่า ลักษณะของกระดูกหัวขรุขระ ตามีขนาดเล็ก ช่องว่างระหว่างตาใหญ่กว่าช่องปาก แต่ตาเล็กกว่าหัว 2 เท่า หนวดที่ขากรรไกรยาวถึงก้านครีบลึง อันที่ 7 – 8 หนวดที่มุมจะยาวถึง 1/3 ของก้านครีบลึงของครีบอก และหนวดที่คางยาวถึงครีบอก ระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นของครีบลึงกับปลายกระดูกท้ายทอยยาวประมาณ 1 ใน 4 – 5.5 ของความยาวของหัว จำนวนก้านครีบลึงอยู่ระหว่าง 65 – 77 อัน ก้านครีบลึงมี 41 – 58 อัน ลักษณะของครีบลึงกลม และไม่ติดกับครีบลึงและครีบก้น ครีบท้องกลม มีก้านครีบลึง 6 อัน ยาวถึงครีบก้นและมีความยาวประมาณ 2 ใน 3 ของครีบอก ครีบอกกลม มีก้านครีบลึงข้างละ 1 อัน ปลายแหลมและหยักทั้งสองด้าน ความยาวเท่าๆ กับระยะห่างจากตาถึงช่องเปิดเหงือก ลักษณะของฟันที่เพดานปากและที่ขากรรไกรบนเป็นฟันซี่เล็กๆ จำนวนกระดูก ซึ่งรองเหงือกอยู่ระหว่าง 16-19 อัน ลำตัวปลาตุกด้านจะมีสีดำปนเทา หรือสีขาที่เราเรียกว่า ตุ๊กเผือก และสีค่อนข้างแดงที่เรียกว่า ตุ๊กแดง หรือ ตุ๊กเอน ปลาตุกชนิดนี้ส่วนมากจะไม่มีจุดขาวเล็กๆ ตามตัว

1.2) ปลาตุกอุย พบทั่วไปตามธรรมชาติ แต่ที่เลี้ยงในบ่อยังมีน้อยมาก ซึ่งปลาตุกชนิดนี้มีลักษณะคล้ายกับปลาตุกด้านมาก จะมีลักษณะที่แตกต่างกันก็คือ ที่ปลายกะโหลกท้ายทอยจะโค้งมน ความกว้างของฐานยาวประมาณ 3 – 5 เท่าของความยาวฐานครีบลึง ครีบก้น และครีบท้องไม่ติดกัน ระยะห่างจากปลายกระดูกท้ายทอยถึงจุดเริ่มต้นของครีบลึง ยาวประมาณ 1 ใน 5 – 7 ของความยาวของหัว ครีบลึงมีก้านครีบลึงอยู่ระหว่าง 68 – 72 อัน ก้านครีบลึงมี 47 – 52 อัน ลักษณะของฟันที่เพดานปากและที่ขากรรไกรเป็นฟันซี่เล็กๆ จำนวนกระดูกซึ่งรองเหงือกมีประมาณ 32 อัน

ลักษณะสีของลำตัวมีสีเทาปนดำและสีเหลือง ถ้าดูอย่างผิวเผินจะมีลักษณะคล้ายกับปลาตุกมาก แต่จะต่างเห็นตรงที่ก้านครีบลึงของครีบอก

1.3) ปลาตุกมาเลเซีย เป็นอีกชนิดหนึ่งที่พบเลี้ยงในบ่อที่รังสิตและที่ลาดกระบัง ซึ่งปลาตุกชนิดนี้จะมีลักษณะภายนอกเหมือนกับปลาตุกอุยในบ้านเรา แต่จะมีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน คือลักษณะของแถบฟันที่เพดานปากจะเป็นแถบโค้งกว้างมาก ส่วนของปลาตุกอุยจะเป็นแถบโค้งบ้างเล็กน้อย และแถบฟันตรงส่วนปลายทั้งสองข้างจะแคบกว่าแถบฟันตรงกลางมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4) ปลาฉีก เป็นปลาดุกอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งพบตามแหล่งน้ำจืดที่จังหวัดพิจิตรและนครสวรรค์ ปลาชนิดนี้มีลำตัวยาว ความลึกของส่วนตัวยาวประมาณ 1 ใน 5.5 – 7 ของความยาว มีหัวยาวประมาณ 1 ใน 5.5 – 5.75 ของความยาว ลักษณะของหัวแบนของด้านหลังเฉียงลาด กะโหลกหัวด้านบนขรุขระ ปลายกระดูกท้ายทอยป้านคล้ายกับปลาดุกอูย ระยะห่างระหว่างตายาวเกือบเท่าความกว้างของปาก มีหนวด 4 คู่ หนวดที่จมูกยาวถึงครีบท้อง หนวดที่ขากรรไกรยาวถึงครีบอก ส่วนหนวดที่กลางสั้นกว่าระยะห่างระหว่างครีบท้องถึงปลายกะโหลกท้ายทอยยาว 1 ใน 6 ของความยาวของหัว ครีบท้องมีก้านครีบ 52 – 61 อัน ครีบท้องมี 6 อัน ส่วนครีบอกมีก้านครีบที่แข็งแรง 1 อัน และมีครีบแข็ง 9 อัน ครีบท้องและครีบก้นไม่ติดกับครีบท้อง ลักษณะของครีบท้องกลมยาวถึงครีบก้น และมีความยาว 2 ใน 3 ของความยาวของครีบอก ครีบอกกลมและยาวกว่าหัว ฟันที่ขากรรไกรบนและล่างและที่ส่วนกลางของเพดานปาก มีลักษณะเป็นซี่เล็กๆ และแหลมคม มีกระดูกซี่โครงเหงือก 15 อัน และมี 2 อันที่อยู่ส่วนหน้า ปลาชนิดนี้มีลักษณะที่เด่นเห็นได้ชัดคือ ที่ก้านครีบแข็งของครีบอก ด้านหน้าจะเป็นหยักหรือเป็นหนามแหลมเห็นได้ชัด และนอกจากจะมีกะโหลกหัวคล้ายกับปลาดุกอูยแล้ว สีของลำตัวก็คล้ายกันอีกด้วย คือ มีสีดำ หรือ เทาดำปนเหลือง

1.5) ปลามัด ซึ่งได้สำรวจพบที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ปลาชนิดนี้มีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกับปลาดุกค้ำมาก และลำตัวนั้นค่อนข้างจะเรียวยาวกว่าปลาดุกค้ำ มีความลึกของลำตัวประมาณ 1 ใน 7.5 – 8.6 ของความยาวส่วนหัวมีความยาวประมาณ 1 ใน 4.5 ของความยาว และลักษณะของปลามัดที่แตกต่างจากปลาดุกค้ำอย่างเห็นได้ชัดคือ ระยะห่างจากปลายกระดูกท้ายทอยถึงจุดเริ่มต้นของครีบท้องห่างมากประมาณ 1 ใน 2 ของความยาวหัว ครีบท้องมีก้านครีบจำนวน 70 – 75 อัน ครีบก้นมีจำนวนครีบ 57 – 63 อัน ลักษณะของกระดูกซี่โครงเหงือกอันแรกยาว และมีจำนวนทั้งหมด 15 อัน ซึ่งมีจำนวนน้อยกว่าปลาดุกค้ำที่มี 16 – 19 อัน ปลามัดจะมีลักษณะลำตัวสีดำ และมีจุดสีขาวเรียงเป็นแถวตามขวางชัดเจนมาก และดูคล้ายกันรอยมดกัด หรือรอยมอดเจาะ ดังนั้นในบางท้องที่จึงเรียกกันว่า ปลามด หรือ ปลามอด ซึ่งก็คือปลามัดนั่นเอง

2) สกูลโปรฟากอรัส ปลาดุกในสกุลนี้มีลักษณะทั่วไปคล้ายกับปลาดุกในสกุลแรกมาก จะแตกต่างกันก็ตรงที่ครีบท้อง ครีบก้น และครีบท้องติดกัน ซึ่งลักษณะของการติดก็จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิด บางชนิดครีบท้องทั้งสามจะติดกันจนดูคล้ายกับว่าเป็นอันเดียวกัน แต่ในบางชนิดที่ติดกันนั้น ลักษณะการติดจะแยกออกให้เห็นได้ชัดเจนว่า ส่วนไหนเป็นครีบท้อง ครีบท้อง และครีบก้น อีกทั้งลักษณะฟันที่กระดูกส่วนกลางเพดานปากบางชนิดก็จะเป็นแถบกว้างโค้งตามรูปขากรรไกร แต่ในบางชนิดก็จะเป็นแถบที่ตรงกลางโค้งยื่นออกไปทางหลัง สำหรับปลาดุกในสกุลนี้มีอยู่ 3 ชนิดด้วยกันคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1) ปลาตุ๊กลำพัน พบในแหล่งน้ำธรรมชาติที่จังหวัดพัทลุง และที่จังหวัดชุมพร ปลาตุ๊กชนิดนี้มีลำตัวยาวมาก ความลึกของลำตัวประมาณ 1 ใน 8.8 - 9 และความยาวของหัวประมาณ 1 ใน 6.2 ของความยาว มีกระดูกท้ายทอยป้านคล้ายปลาตุ๊กอูย รอยบุ๋มบนหัวส่วนมากอยู่ห่างจากหลังขอบตามากและมีขนาดเท่ากับรอยบุ๋มบนหัวส่วนหลัง ระยะห่างระหว่างตายาวกว่าช่องเปิดของปาก หนวดที่จับูกยาวถึงรอยบุ๋มบนหัวส่วนหลัง หนวดที่ขากรรไกรบนยาวถึงปลายของครีบอก หนวดที่ปลายหางยาวถึงฐานครีบอก ระยะห่างจากปลายกระดูกท้ายทอยถึงหน้าครีบอกหลังห่างประมาณ 1 ใน 2.6 ของหัว ครีบอกกลม ฐานครีบอกหลัง ครีบก้น และครีบอกหางติดกัน โดยจะแยกกันตรงปลายครีบอกข้างเล็กน้อย ครีบอกสั้นกลม มีจำนวนครีบอกหลังอยู่ระหว่าง 87 - 106 อัน ครีบก้นมี 69 - 95 อัน ลักษณะของฟันบริเวณกระดูกส่วนกลางช่องบริเวณปากจะเป็นแถบโค้ง ปลาตุ๊กลำพันจะมีสีค่อนข้างดำ และมีจุดสีขาวตามลำตัว ยกเว้นบริเวณส่วนท้อง และทางด้านบนของลำตัวจะเป็นจุดสีขาวเช่นกัน โดยจะเรียงเป็นแถวตามขวางประมาณ 13 - 20 แถว

2.2) โปรฟากอรัส แคะแรคตัส (ฟาวเลอร์) ปลาตุ๊กชนิดนี้พบที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ลำตัวมีความลึกประมาณ 1 ใน 6.5 ของความยาว ส่วนหัวมีความยาวประมาณ 1 ใน 4.5 ของความยาว มีริมฝีปากยื่นออกมา ลักษณะของริมฝีปากบนและล่างเป็นตุ่ม ลักษณะฟันที่ขากรรไกรและที่เพดานปากเป็นแถบกว้างและโค้งตามรูปปาก ครีบอกหลังมีก้านครีบอกจำนวน 65 - 67 อัน และครีบก้นมีจำนวน 51 - 54 อัน ฐานครีบอกหลัง ครีบก้น และครีบอกหางติดกัน แต่ความยาวของก้านครีบอกหลังและก้านครีบก้นตอนท้ายๆ มีความยาวไม่ถึงปลายครีบอกหางก้านครีบอกแข็งแรง ครีบอกจะมีปลายแหลมกริบเรียว ยาวประมาณ 3 ใน 5 ของครีบอก และครีบอกมีก้านครีบอกแขนง 8 อัน ส่วนครีบอกท้องนั้นมีก้านครีบอกอยู่ 6 อัน สำหรับปลาตุ๊กชนิดนี้ ลักษณะของลำตัวที่บริเวณส่วนบนเหนือเส้นข้างลำตัวจะมีจุดขาวเล็กๆ ตามขวางประมาณ 12 แถว ส่วนล่างก็จะเป็นจุดตามความยาวของเส้นข้างลำตัว แต่ไม่ได้ต่อเนื่องเป็นเส้นยาวไปตลอดจะมีลักษณะขาดเป็นตอนๆ และส่วนที่ถัดลงไปก็จะมีจุดเป็นแนวเฉียงกับลำตัว

2.3) โปรฟากอรัส สปีชี เป็นปลาตุ๊กอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งพบที่จังหวัดนครศรีธรรมราช และที่แม่น้ำโขงจังหวัดหนองคาย ลำตัวมีความยาวประมาณ 1 ใน 5.8 ของความยาว ส่วนหัวมีความยาวประมาณ 1 ใน 3.3 ของความยาว มีริมฝีปากยื่นออกมา ลักษณะของริมฝีปากบนและล่างเป็นตุ่ม และมีลักษณะฟันเหมือนปลาตุ๊ก โปรฟากอรัส แคะแรคตัส (ฟาวเลอร์) ฐานครีบอกหลัง ครีบก้น และครีบอกหางติดกัน อีกทั้งปลายของครีบอกทั้งสามก็ติดกันเป็นพืดไม่แยกออกจากกัน ก้านครีบอกหลังมีจำนวน 52 - 57 อัน และครีบก้นนั้นมีก้านครีบอกจำนวน 41 - 47 อัน ลำตัวของปลาตุ๊กชนิดนี้ด้านบนจะเป็นสีดำ ส่วนด้านท้องจะเป็นสีขาวหรือสีน้ำตาลอ่อนที่ครีบอกหลังและครีบก้นจะเป็นสีดำปนเทา ส่วนที่ครีบอกหรือครีบอกท้องนั้นจะเป็นสีเทาอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 โรคที่เกิดกับปลาตก

โรคที่พบทั่วไปในปลาตก ส่วนใหญ่จะมีสาเหตุมาจากแบคทีเรีย รา พยาธิ และในบางครั้งจะพบโรคที่เกิดจากการขาดแร่ธาตุอาหารหรือวิตามินบางชนิดเช่น วิตามินซี ดังนั้นการรักษาก็ได้ผลดีมีประสิทธิภาพก็ขึ้นอยู่กับการวินิจฉัยโรค

1) โรคตกเลือด (Bacterial Hemorrhagic Septicemia) เป็นโรคแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการตกเลือดทั้งภายนอกและภายในลำตัวปลา บางครั้งจะพบปลาที่เป็นโรคนี้มีอาการบวมบริเวณท้อง มีน้ำเหลืองในช่องท้อง มีแผลเน่าแห้งๆ ทั่วตัว ตาบวม เหงือกเน่า ไตอักเสบ ซึ่งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคนี้คือ แอโรโมแนส ไฮโดรฟิลา (*Aeromonas Hydrophila*) และซูโดโมแนส (*Pseudomonas sp.*) สามารถที่จะรักษาได้ด้วยยาปฏิชีวนะบางชนิด ถ้ายังมีอาการของโรคไม่รุนแรง

2) โรคเอดวาร์ดเซียลโลซิส (Edwardsiellosis) เป็นโรคที่เกิดจากแบคทีเรียที่ชื่อว่า *Edwardsiella Tarda* ทำให้เกิดเป็นแผลแดงตามลำตัว ขอบแผลคล้ายอวัยวะภายใน เช่น ตับ ไตจะมีสีซีด บางครั้งเกิดอาการท้องบวม สามารถรักษาด้วยยาปฏิชีวนะ

3) โรคคอลัมน์เรียส (Columnaris) เป็นโรคแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการตัวขาวเป็นแถบๆ ทั่วลำตัว บางครั้งบริเวณขอบรอยขาวจะมีรอยชำแดง ส่วนใหญ่เกิดอาการภายนอกตัวปลา โรคนี้เกิดจากปลาที่เก็ตรอยชำมาๆ เช่น ปลาที่ถูกจับลำเลียง เป็นต้น แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคนี้คือ ฟลักซ์แบคเตอร์ คอลัมน์เรียส (*Flexibacter Columnaris*) สำหรับปลาที่เริ่มมีอาการหรือยังเป็นโรคในระยะเริ่มต้นสามารถรักษาได้ โดยใช้ยาปฏิชีวนะและสารเคมีบางชนิด

4) โรคจุดขาว (Whitespot Disease) เป็นโรคที่พบบ่อยในอากาศหนาว อาการที่เห็นจะเป็นจุดขาวหรือเทา ขนาด 0.5-1.0 มิลลิเมตรตามลำตัว ครีบ เหงือก บางครั้งจะพบได้ผิวหนังชั้นนอกเกิดจากเชื้อโปรโตซัว ชนิด *Ichthyophthirius sp.* ซึ่งเมื่อเชื้อนี้เจริญเต็มวัยแล้วจะออกจากตัวปลาจมสู่ก้นบ่อ สร้างเกราะหุ้มตัวแล้วแบ่งเซลล์ภายในเกราะ เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมเกราะจะแตกและตัวอ่อนก็จะว่ายเข้าหาปลาต่อไป สามารถกำจัดได้ด้วยสารเคมีบางชนิด

5) โรคพลิสโตฟอโรซิส (Pleistophorosis) เป็นโรคที่เกิดจากโปรโตซัวชนิดที่ทำให้เกิดอาการลำตัวและเหงือกชืดขาว ว่ายน้ำตะแคงข้างการทรงตัวผิดปกติ แยกตัวออกจากกลุ่มซุบพอม และตายในที่สุด โปรโตซัวชนิดนี้ คือ *Pleistophora sp.* ซึ่งยังไม่มียารักษาโรคชนิดนี้ เนื่องจากเป็นเชื้อโรคชนิดที่อยู่ในสปอร์

6) โรคแผลติดเชื้อหนอง (Acutesepsis Disease) เป็นโรคแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่ทำให้เกิดแผลตามลำตัว โดยจะเริ่มเป็นตุ่มน้ำเหลือง ลักษณะคล้ายแผลพุพองแตกง่าย ซึ่งเมื่อแตกออกแล้วแผลจะกลายเป็นหลุมลึก มีน้ำเหลือง ขอบแผลมีสีเทาปนขาว อวัยวะภายใน เช่น ตับ ไต มีจุดขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่องท้องมีน้ำเหลือง ทำให้ท้องบวม ซึ่งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค คือ *Pasteuralla* sp. สามารถรักษาโรคได้ด้วยยาปฏิชีวนะ

7) โรคเมือกแตก (Sliminess Disease) เกิดจากเชื้อโรค โปรโตซัว เช่น *Trichodina* sp. *Costia* sp. และอื่นๆ ทำให้ปลาจับเมือกออกมากผิดปกติ เนื่องจากว่าโปรโตซัวเหล่านี้จะไปทำให้เกิดความระคายเคือง นอกจากนี้โปรโตซัวเหล่านี้ยังเข้าไปทำลายเหงือกได้ด้วย ถ้าไม่รักษาปลาจะตายได้ การรักษาในระยะเริ่มแรกโดยใช้สารเคมีบางชนิดจะได้ผลดี

8) โรคพยาธิภายใน (Internal Parasites) พบน้อยมากในปลาดุก ทำให้ปลาเกิดอาการซูบผอม ไม่กินอาหารตามปกติ เป็นโอกาสให้เชื้อโรคชนิดอื่นเข้าทำลายได้ ซึ่งสาเหตุของโรคนี้มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น พยาธิใบไม้ พยาธิหัวหนาม พยาธิตัวกลม และพยาธิตัวแบน การรักษาสามารถช้ยาถ่ายพยาธิ ถ้าเชื้อพยาธิอยู่ในทางเดินอาหาร แต่ถ้าพยาธิอยู่ในกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อ การรักษาไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร

9) โรคปลิงใส (Monogenetic Trematode Disease) พบทั่วไปที่บริเวณเหงือกและเมือกของปลา ถ้าพบบริเวณเหงือกจะสังเกตเห็นกระพุ้งแก้มเพี้ยนเล็กน้อย เหงือกซีด ถ้าพบบริเวณลำตัวปลาจะจับเมือกออกมามากกว่าปกติ ปลิงใสเหล่านี้ขนาดเล็ก ลำตัวไม่มีปล้อง มีขอเกี่ยวใช้สำหรับเกาะยึดอยู่ทางส่วนท้ายของลำตัวถ้าปลามีเชื้อพวกนี้เข้ามาบริเวณมาก จะทำให้การดำรงชีวิตผิดปกติ เช่น หายใจผิดปกติ เนื่องจากเหงือกถูกทำลาย หรือเมือกมากกว่าปกติ เป็นโอกาสให้เชื้อชนิดอื่นเข้าทำลายได้ ปลิงใสที่พบอยู่มีอยู่หลายชนิด เช่น *Dactylogyrus* sp. *Gyrodactylus* sp. และ *Cleidodiscus* sp. การรักษาโดยใช้เคมีได้ผลดี

10) โรคหนอนสมอ (Lernaeosis) เป็นโรคที่เกิดกับปลาน้ำจืดทั่วไป พบบ้างในปลาดุก เชื้อโรคชนิดนี้ชื่อ *Lernaea* sp. ปลาที่เป็นโรคจะมีหนอนสมอตามลำตัวปลามองเห็นได้ชัดเจน โดยตัวหนอนจะใช้ส่วนหัวและอกฝังลงในเนื้อเยื่อตามผิวหนังปลา และจะยื่นส่วนท้ายลำตัวออกมานอกผิวหนังปลา ปลาที่ถูกหนอนสมอเจาะจะมีสีแดงตามผิวหนัง ซูบผอม กระพุ้งแก้มเปิดอ้า การรักษาใช้สารเคมีบางชนิดได้ผลดี

11) โรคเห็บ (Argulus Disease) เกิดจากเชื้อ *Argulus* sp. ปลาจะแสดงอาการระคายเคืองโดยพยายามถูลำตัวข้างบ่อ ซอกหิน หรือสิ่งต่างๆ ในน้ำ ลำตัวจะมีรอยแดง เมื่อตรวจดูจะเห็นเห็บปลาเกาะแนบอยู่ ลักษณะจานแบน เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 – 10 มิลลิเมตร มีสีเขียวย่นไปจนถึงสีเหลืองแกมเขียว และน้ำตาล มีอวัยวะคล้ายเหล็กในแทงเข้าไปใต้ผิวหนังของปลา เพื่อดูดเลือดหรือของเหลวในเนื้อเยื่อใต้ผิวหนังเป็นอาหาร บริเวณปากมีต่อมพิษปล่อยสารพิษออกมาทำอันตรายต่อปลา สามารถกำจัดได้ด้วยสารเคมี

2.3 หลักการเลี้ยงปลาในบ่อระบบน้ำหมุนเวียน

ปลาดุกนิยมเลี้ยงกันแพร่หลายเพราะมีวงจรชีวิตที่สั้น ประมาณ 4 เดือน ก็จับขายได้ สามารถเลี้ยงได้ในสภาพน้ำจืด ในอดีตปลาดุกที่จับขายได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ แต่ในระยะหลังแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้รับความกระทบกระเทือนและเสียหายมาก เนื่องจากการเสื่อมสภาพของแหล่งน้ำต่างๆ เพราะฉะนั้นการเลี้ยงปลาดุกในบ่อระบบน้ำหมุนเวียนจึงได้รับความนิยมมาก

2.3.1 ระบบน้ำและการถ่ายเทน้ำ

ระบบน้ำที่ใช้สำหรับการเลี้ยงปลาดุกในบ่อระบบน้ำหมุนเวียน มีอยู่ 2 ระบบด้วยกัน คือ

1) ระบบปิด เป็นการทำให้มีการนำเอาน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาดุกแล้วกลับมาใช้เลี้ยงใหม่ได้อีก โดยที่จะต้องมีย่อเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ 1 บ่อ ที่จะสามารถสูบน้ำกลับไปสู่อบ่อที่เลี้ยงปลาดุกได้ และน้ำที่ปล่อยออกมาจากบ่อเลี้ยงหรือน้ำเสีย ที่ระบายออกจากบ่อจะไหลสู่อบ่อเก็บน้ำนั้นตามเดิม ซึ่งการใช้น้ำระบบนี้ไม่ถูกสุขลักษณะเท่าใดนัก แต่ก็สามารถใช้ได้กับการเลี้ยงปลาที่ผสมผสาน คือในบ่อเก็บกักน้ำควรปล่อยปลาชนิดกินแพลงก์ตอนพืชหรือปลาชนิดกินสัตว์หน้าดิน เช่น ปลานิล ปลาไน ปลาจีน ลงเลี้ยงด้วย ทั้งนี้เพราะนอกจากแสงแดด และช่วงเวลาที่พักน้ำจะช่วยให้คุณสมบัติของน้ำดีขึ้นแล้วก่อนที่จะนำกลับมาใช้เลี้ยงปลาดุก ปลาที่ปล่อยเลี้ยงในบ่อเก็บกักน้ำ จะช่วยกินอาหาร และยังช่วยให้เกิดผลพลอยได้เพิ่มขึ้นอีกทาง

2) ระบบเปิด เป็นการสร้างบ่อเลี้ยงใกล้เคียงกับแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง อ่างเก็บน้ำ หรือคลองชลประทานที่สามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้เลี้ยงปลาดุกในบ่อ และระบายน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงลงสู่แหล่งน้ำ หรือลงสู่ที่ระบายน้ำ ซึ่งระบบน้ำแบบนี้น้ำการเติบโตของปลาดุกจะเป็นไปได้ดีกว่าการใช้น้ำระบบปิด

การถ่ายเทน้ำ เมื่อมีการเลี้ยงปลาดุก น้ำภายในบ่อก็จะมีคุณภาพเสื่อมลง อันเนื่องมาจากสิ่งขับถ่ายที่ออกจากตัวปลา และเศษอาหารที่หลงเหลือหรือตกค้างภายในบ่อ จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำภายในบ่อ โดยพิจารณาจากสีของน้ำที่มีสีเขียวเข้มขุ่น หรือการเปลี่ยนถ่ายน้ำ เช้า-เย็น เพื่อความสะดวกและช่วยลดเชื้อโรคภายในบ่อ ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำนั้น ขณะที่ระบายน้ำออกก็ควรระบายน้ำเข้าในเวลาเดียวกัน เพื่อเป็นการรักษาระดับน้ำให้คงที่ และค่อยๆ ปรับอุณหภูมิของน้ำที่ใส่น้อย ไม่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทั้งยังเป็นการเพิ่มออกซิเจนในน้ำไปพร้อมกับการระบายน้ำ เนื่องจากปลาดุกอดทนต่อสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี คือ สามารถอาศัยอยู่ในน้ำที่มีออกซิเจนน้อยได้ การถ่ายเทน้ำแบบนี้ นอกจากเป็นการเพิ่มระดับน้ำในบ่อแล้ว ยังเป็นการช่วยฝึกปลาให้มีการออกกำลังกายเพิ่มความร่าเริงและความแข็งแรงให้กับปลาดุกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 อาหารและการให้อาหาร

ปกติอาหารปลาดุกมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น ปลาเป็ดบดละเอียด อาหารแบบผง เช่น ปลาบ่น รำละเอียด กากถั่ว ปลาขี้ขาว หรือจะนำมาผสมกันเป็นก้อน หรือนำไปอัดเป็นเม็ดตากให้แห้ง แต่อย่างไรก็ตาม อาหารสำหรับใช้เลี้ยงปลาดุกที่สะดวกมีคุณภาพพอสมควรและเหมาะสมที่จะใช้เลี้ยงก็คือ อาหารผสมสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ แทนอาหารที่ผสมด้วยปลาเป็ดบดผสมละเอียด เพราะจะเป็นการช่วยลดปัญหาในเรื่องเศษอาหารตกค้างในบ่อ อันจะเป็นสาเหตุทำให้น้ำเน่าเสียได้ง่าย ซึ่งอาหารชนิดนี้ส่วนผสมจะไม่ฟุ้งกระจาย สะดวกต่อการใช้เลี้ยง ทำให้ทราบถึงปริมาณอาหารที่ปลากินว่ามีความเพียงพอหรือไม่ ทั้งยังง่ายต่อการเก็บรักษาอีกด้วย สำหรับปริมาณอาหารที่จะให้ปลาดุกกิน ควรปฏิบัติดังนี้

ตารางที่ 2.1 ปริมาณการให้อาหาร

สัปดาห์ที่	ปริมาณการให้อาหาร (ประมาณ%ของน้ำหนักตัวต่อวัน)
1	12
2	11
3	10
4	9
5	8
6	7.5
7	6.5
8	5.5
9	4.5
10	4
11	3.8
12	3.6
13	3.4
14	3.2
15	3
16	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งการให้อาหารชนิดนี้ก็ถือปฏิบัติดังนี้

- 1) อายุการเลี้ยง 12 สัปดาห์ ให้อาหารผสมสำเร็จรูปชนิดที่มีระดับโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์
- 2) อายุการเลี้ยง 16 สัปดาห์ ให้อาหารผสมสำเร็จรูปชนิดที่มีระดับโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์
- 3) อายุการเลี้ยง 16 สัปดาห์ ก็สามารถจับจำหน่ายได้

การเลี้ยงปลาในบ่อระบบน้ำหมุนเวียน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดมีแนวทางในการปฏิบัติในแต่ละวัน ดังนี้

ตารางที่ 2.2 การปฏิบัติงาน

เวลา	การปฏิบัติงาน
05.00 น.	ปล่อยน้ำก้นบ่อทิ้ง (ประมาณ 10 นาที)
06.00 น.	ให้อาหารมือที่ 1
10.00 น.	ให้อาหารมือที่ 2
14.00 น.	ให้อาหารมือที่ 3
17.30 น.	ปล่อยน้ำก้นบ่อทิ้ง (ประมาณ 10 นาที)
18.00 น.	ให้อาหารมือที่ 4

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

บรรดาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการผลิตจากบริษัทต่าง ๆ จำนวนมากนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ จากบริษัทอินเทล ในตระกูล MCS-51 ได้มีการนำไปใช้งานกันแพร่หลายมากนับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา ในระยะที่ผ่านมาก็ได้มีอีกหลายบริษัท เช่น บริษัทฟิลลิปส์ และ ซีเมนส์ เป็นต้น ได้รับลิขสิทธิ์ในการไปผลิตจำหน่ายและได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพต่าง ๆ ที่มีพื้นฐานมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ของบริษัทอินเทลอยู่เป็นจำนวนมาก

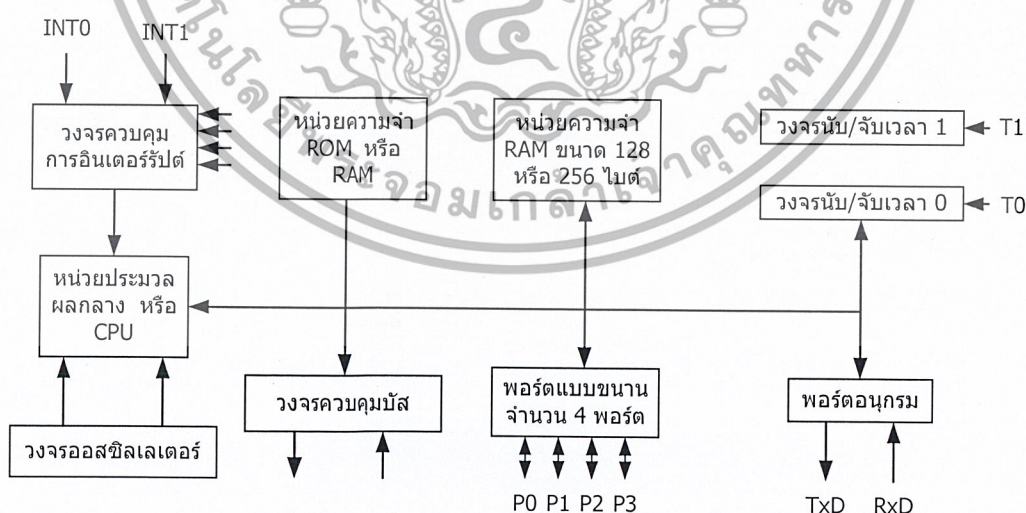
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์หลายรุ่น ซึ่งมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดหรือจำนวนของหน่วยทำงานภายในแตกต่างกันออกไป เพื่อความเหมาะสมในงานประยุกต์ต่าง ๆ ตามความต้องการ โดยมีลักษณะที่ใช้เทคโนโลยีการผลิตไอซีวงจรรวมความจุสูงมาก (LSI) แบบ HMOS หรือ CHMOS ซึ่งมีคุณลักษณะที่สูงมากขึ้น และสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าน้อยกว่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 คุณลักษณะพื้นฐานของ 8051

จากแผนภาพในรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงหน่วยการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ต่าง ๆ ที่จัดอยู่ภายในตระกูล MCS-51 นี้ประกอบด้วย

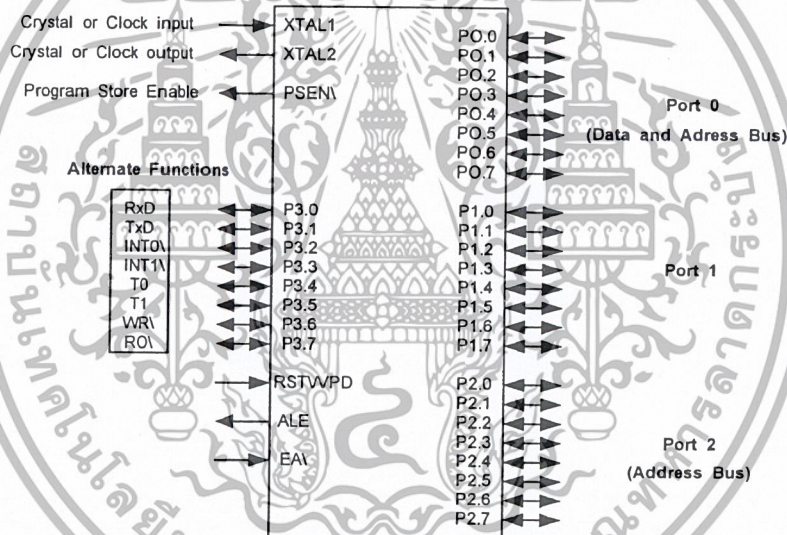
- 1) หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต
- 2) หน่วยประมวลผลสำหรับข้อมูลแบบบิต (Boolean Processor)
- 3) ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรม 64 กิโลไบต์
- 4) ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูล 64 กิโลไบต์
- 5) หน่วยความจำโปรแกรมภายใน ขนาด 4 กิโลไบต์ แบบ EPROM (เบอร์ 8751) หรือแบบ ROM (เบอร์ 8051)
- 6) หน่วยความจำแบบ RAM ภายในจำนวน 128 ไบต์
- 7) พอร์ตอินพุตต่อเอาต์พุตแบบขนานจำนวน 32 เส้น ซึ่งสามารถแยกทำงานอย่างอิสระ
- 8) วงจรนับ จับเวลาขนาด 16 บิต จำนวนสองวงจร
- 9) วงจรสื่อสารแบบอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex)
- 10) วงจรควบคุมการอินเทอร์รัปต์จากแหล่งกำเนิดสัญญาณ 6 ประเภท พร้อมการกำหนดลำดับความสำคัญได้สองระดับ
- 11) วงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน



รูปที่ 2.1 หน่วยทำงานพื้นฐานของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมากแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ มักจะมีรูปร่างของไอซีเป็นแบบ DIP ขนาด 40 ขา ดังแผนภาพในรูปที่ 2.2 ซึ่งแต่ละขาสัญญาณจะมีสัญญาณจะมีหน้าที่ระบุชัดเจนตามสัญลักษณ์ชื่อย่อที่กำกับในแต่ละขา อย่างไรก็ตามจะมีบางขาสัญญาณที่อาจจะมีหน้าที่ได้มากกว่าหนึ่งอย่าง (ซึ่งเขียนกำกับไว้ว่า Alternate Functions ในรูปที่ 2.2) ซึ่งจะไม่สามารถใช้งานในเวลาเดียวกันได้ตัวอย่างเช่น ขาสัญญาณบิต 0 ของพอร์ต 3 (ใช้ตัวอย่างเป็น P 3.0) อาจจะใช้เป็นขาสัญญาณเอาต์พุตและอินพุตตามปกติ หรืออาจทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณอินพุตของข้อมูลสื่อสารแบบอนุกรม (R x D) ให้กับวงจรสื่อสารแบบอนุกรมของ 8051 ได้ ซึ่งการกำหนดทำงานในลักษณะใดก็ขึ้นอยู่กับ การเชื่อมต่อวงจรเข้ากับขาสัญญาณและโปรแกรมควบคุมของระบบนั้น



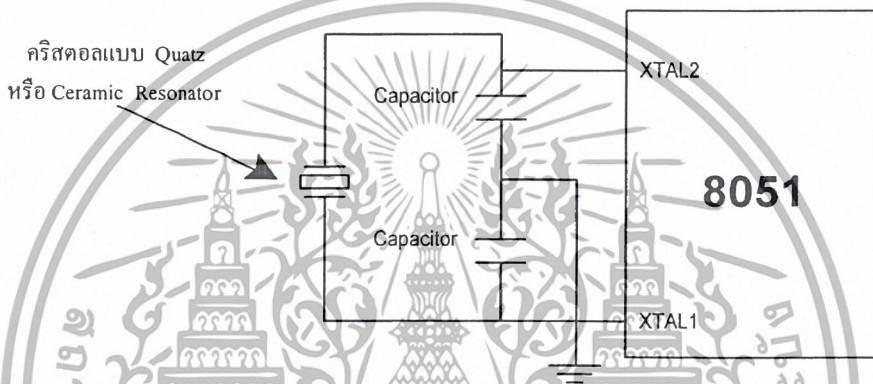
รูปที่ 2.2 การกำหนดหน้าที่ขาสัญญาณของไอซี 8051

2.6 ฐานเวลาในการทำงานของซีพียูภายใน 8051

8051 มีวงจรออสซิลเลเตอร์อยู่ภายใน สำหรับการสร้างพัลส์ของสัญญาณนาฬิกาซึ่งจะนำไปเป็นฐานเวลา หรือการกำหนดจังหวะการทำงานของหน่วยการทำงานทั้งหมดให้สอดคล้องกันโดยปกติแล้วมักจะทำได้โดยการใช้คริสตัลเชื่อมต่อเข้ากับขาสัญญาณ XTAL1 และ XTAL 2 พร้อมกับตัวเก็บประจุลักษณะดังรูปที่ 2.3 หรืออาจจะเป็นสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกพัลส์ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาจะเรียกว่า Pulse (ใช้สัญลักษณ์เป็นตัวอักษร P) และคาบของสัญญาณนาฬิกานี้เรียกว่า คาบเวลาออสซิลเลเตอร์ คาบเวลาออสซิลเลเตอร์จำนวนสองคาบ เรียกว่า State (ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์เป็นตัวอักษร S) ซึ่งจะนำไปใช้เป็นช่วงเวลาที่พื้นฐานการทำงานย่อยของไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น การนำคำสั่ง การถอดความหมาย การประมวลผลและการเขียนข้อมูล เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ช่วงเวลาของ State จำนวนหกครั้ง จะเรียกว่าแมชชีนไซเคิล (Machine Cycle) ดังนั้นค่าหนึ่ง แมชชีนไซเคิลจะใช้เวลา 12 คาบเวลาออสซิลเลเตอร์ ค่าของแมชชีนไซเคิลนี้จัดว่าเป็นช่วงเวลาที่น้อยที่สุด ในการทำคำสั่งใดคำสั่งหนึ่งซึ่งหากว่าเป็นคำสั่งที่ซับซ้อนมากก็จะต้องใช้เวลานานสองถึงสามแมชชีนไซเคิล



รูปที่ 2.3 การใช้คริสตัลภายนอกต่อเข้ากับวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน 8051

การคำนวณหาช่วงเวลาที่ใช้ในการทำคำสั่งใดงานเสร็จสิ้น จะต้องดูว่าคำสั่งนั้นใช้จำนวนแมชชีนไซเคิลเป็นเท่าไรในการประมวลผล เวลาที่ใช้จะคำนวณตามสูตร

$$T = \frac{CX12}{\text{CrystalFrequency}} \quad (2.1)$$

โดย C เป็นค่าจำนวนแมชชีนไซเคิลของคำสั่ง

Crystal Frequency เป็นค่าความถี่ของคริสตัลที่ใช้กับ 8051 อย่างไรก็ตาม ในบางครั้งอาจจะพบเห็นการใช้ค่าของคริสตัลเป็น 11.059 เมกะเฮิร์ตซ์ ทั้งนี้โดยมีเหตุผลเนื่องจาก สามารถนำค่าที่ได้ไปใช้ในการเป็นฐานเวลา สำหรับการสร้างความถี่ในการรับและส่งข้อมูลอนุกรมซึ่งเป็นหน่วยทำงานภายใน 8051 ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน คือ 19,200 9,600 4,800 2,400 1,200 และ 300 บิตต่อวินาที

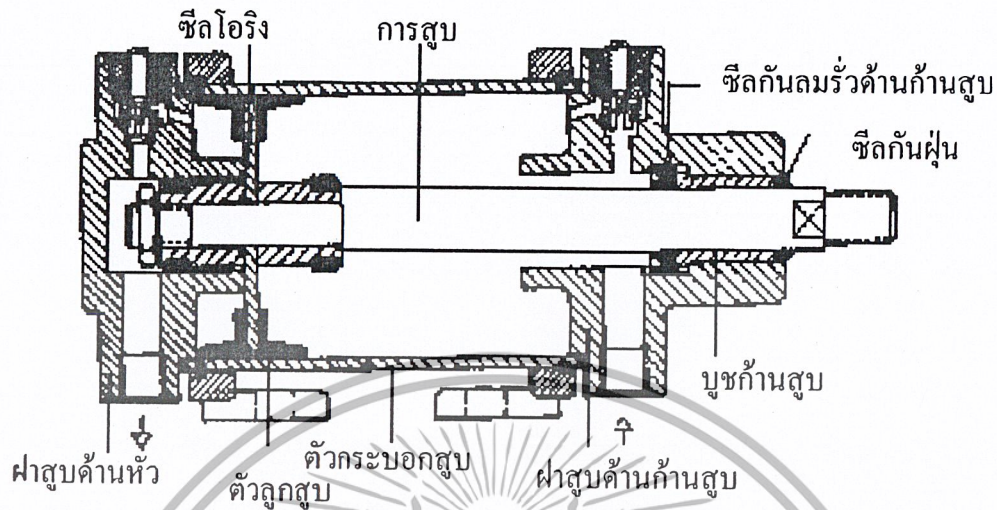
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 กระบอกสูบลม

กระบอกสูบลมจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล ลักษณะในการเครื่องจักรกลทั่วไปเท่านั้น ผู้อ่านที่มีความสนใจละเอียดยิ่งขึ้นอีก อาจจะหาดูได้จากรายการของผู้ผลิตทั่วไป เช่น NIN, STEYR, KOYO SKF, RHP, และ TIMKEN เป็นต้น

ตัวกระบอกสูบลมมักจะทำด้วยท่อชนิดไม่มีตะเข็บ เช่น เหล็ก, อะลูมิเนียม, ทองเหลือง และสแตนเลส ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ใช้ ภายในท่อจะต้องเจาะรูในให้เรียบเพื่อลดการสึกหรบของซีลที่จะเกิดขึ้น และยังลดแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบได้อีกด้วยตัวฝาสูบทั้งสองด้านส่วนใหญ่ นิยมการหล่อขึ้นรูป บางแบบอาจใช้การอัดขึ้นรูป การยึดตัวกระบอกสูบลมเข้ากับฝาอาจใช้เกลียวขัน เหมาะสำหรับกระบอกสูบที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 25 มิลลิเมตรลงมา ถ้าโตกว่านี้ นิยมใช้สกรูร้อยขันรัดหัวท้ายไว้ สำหรับก้านสูบอาจทำด้วยสแตนเลสหรือเหล็กชุบผิวโครเมียมที่เกลียวปลายก้านสูบจะทำด้วยกรรมวิธีรีดขึ้นรูป

การทำงานของกระบอกสูบลมตามรูปที่ 2.4 เป็นกระบอกสูบลมแบบมีระบบลมกันกระแทก ซึ่งส่วนใหญ่จะนิยมใช้กระบอกสูบแบบดังกล่าวในงานอุตสาหกรรมอย่างมาก อาจมีด้านเดียวหรือสองด้านก็ตาม เพื่อช่วยลดอัตราหนึ่งของลูกสูบเมื่อหยุดระยะชัก เป็นการป้องกันการกระแทกที่เกิดขึ้นระหว่างลูกสูบกับฝากระบอกสูบลม โดยการใช้วาล์วเข็ม (Needle Valve) ทำให้เกิดเบาะลมขึ้นระหว่างลูกสูบกับฝากระบอกสูบลม ลมที่มีความดันสูงก็จะทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความล่าช้า และจะเป็นการหน่วงความเร็วของลูกสูบลงตอนใกล้สู่ระยะชัก ทำให้ไม่เกิดกระแทก โดยทั่วไประยะกันกระแทกจะอยู่ระหว่าง 15 ถึง 40 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบตามตารางที่ 2.3 ที่ตัวกระบอกสูบจะมีวาล์วเข็ม เมื่อก้านลูกสูบเลื่อนไปถึงช่องกันกระแทกลมที่อยู่หน้าลูกสูบไม่สามารถผ่านออกไปได้อิสระ จะต้องผ่านออกไปทางวาล์วเข็มเท่านั้น ความเร็วของลูกสูบก็จะถูกหน่วงให้ลดลงตอนใกล้สู่ระยะชัก ในขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ออกมาลมส่วนหนึ่งจะผ่านวาล์วกันกลับเข้ามาได้ ทำให้ลมไปกระทำกับหน้าตัดของลูกสูบได้เต็มที่ ลูกสูบจะเคลื่อนที่ไปอย่างรวดเร็ว แต่พอใกล้สู่ระยะชัก คือเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ไปถึงเบาะลมลูกสูบก็จะเคลื่อนที่ช้าอีกเช่นเคย การทำให้เกิดแรงกันกระแทกได้มากนัก สามารถทำได้โดยการปรับวาล์วเข็มที่อยู่ตรงปลายของกระบอกสูบนั่นเอง



รูปที่ 2.4 ลักษณะ โครงสร้างของกระบอกสูบลม

ตารางที่ 2.3 ระยะกันกระแทกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

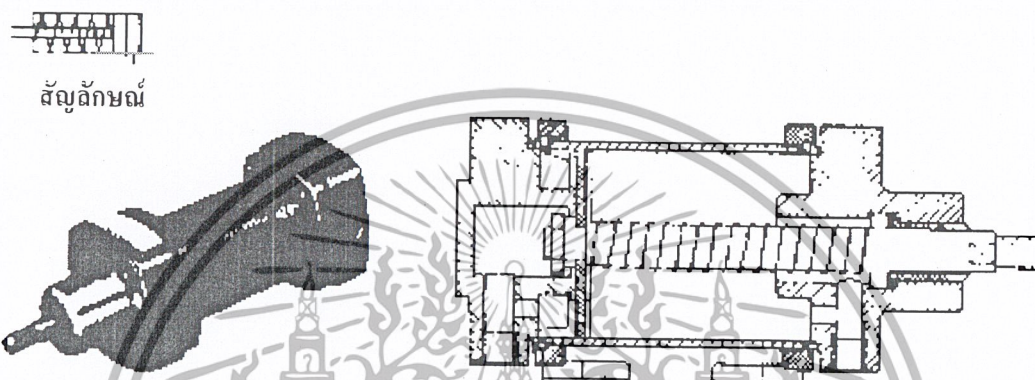
เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ (mm)	ระยะกันกระแทก (mm)
10	15 - 20
50	
63	
80	20 - 30
100	
125	
140	25 - 40
160	
180	

ในปัจจุบันได้มีการนำกระบอกสูบลมแบบต่าง ๆ เข้ามาใช้ในการอุตสาหกรรม ซึ่งแต่ละแบบก็มีลักษณะการทำงาน และการนำไปใช้งานแตกต่างกันไปดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 กระบอกสูบลมทำงานทางเดียว

จะใช้ลมดันทางด้านหัวของลูกสูบเพื่อดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกมา ส่วนในจังหวะลูกสูบเคลื่อนที่กลับนั้น เมื่อปล่อยลมทางด้านหัวลูกสูบระบายทิ้ง สปริงที่อยู่ภายในกระบอกสูบจะดันให้ก้านลูกสูบเคลื่อนที่กลับมาเอง ดูรูปที่ 2.5



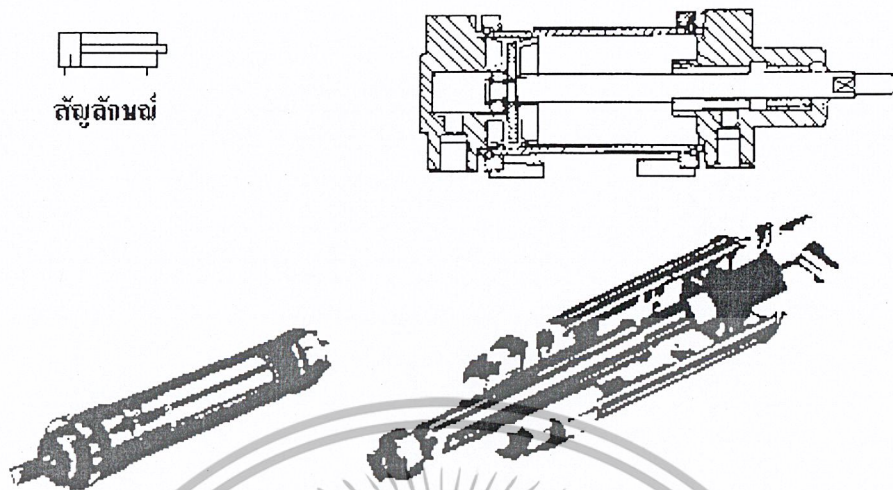
รูปที่ 2.5 ลักษณะของกระบอกสูบแบบทำงานทางเดียว

ภายในกระบอกสูบลมจะมีสปริงเพื่อคอยดันให้ก้านสูบกลับ ดังนั้นความยาวของระยะชักจึงมีขอบเขตจำกัด โดยทั่วไประยะชักของกระบอกสูบประเภทนี้ยาวสุดอยู่ระหว่าง 80 ถึง 100 มิลลิเมตร ลักษณะการนำไปใช้งานจะใช้ดันหรือดึงเพียงทิศทางเดียวเท่านั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะการติดตั้งสปริงดันภายในกระบอกสูบลม ตัวอย่างงานที่ใช้ เช่น งานจับยึด งานป้อนหรือผลักชิ้นงาน

2.7.2 กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง

จะใช้ลมดันหัวลูกสูบทั้งสองตอนเคลื่อนที่ออกและเคลื่อนที่กลับ ทำให้ได้แรงทั้งสองทิศทางเหมาะกับงานที่จะต้องการใช้แรงในตอนลูกสูบเลื่อนออกและเลื่อนเข้า รวมทั้งลักษณะงานที่ต้องการช่วงชักยาว ปัญหาที่เกิดขึ้นในกรณีที่ช่วงชักยาวเกินไปจะทำให้ก้านสูบเกิดการโค้งงอได้ ดังนั้นช่วงชักของกระบอกสูบแบบนี้ จะต้องมีการคำนวณหาระยะช่วงชักที่อนุญาตให้ใช้งานได้ นอกจากปัญหาดังกล่าวถ้ากระบอกสูบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตเกินไป จะทำให้เกิดความสิ้นเปลืองลมมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

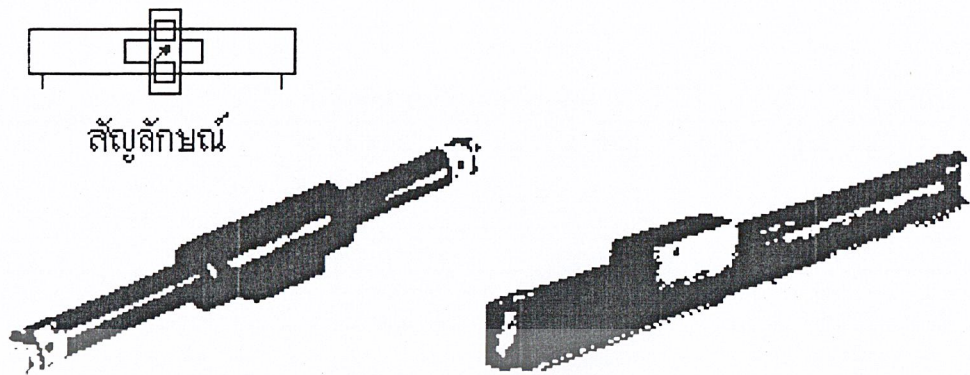


รูปที่ 2.6 ลักษณะของกระบอกสูบลมแบบสองทาง

ลักษณะของกระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรม เช่น กระบอกสูบลมชนิดที่ไม่มีเบาะลมนั้นกระแทก กระบอกสูบลมแบบนี้ดังรูปที่ 2.6 เป็นกระบอกสูบลมที่มีราคาถูกเหมาะกับการใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่มากนัก ถ้านำไปใช้กับการเคลื่อนเร็วจะทำให้ในปลายช่วงชักและตอนกลับสุดของลูกสูบ เกิดการกระแทกกับผนังหัวท้ายของกระบอกสูบทำให้เกิดความเสียหายได้

2.7.3 กระบอกสูบแบบก้านสูบอยู่กับที่ลูกสูบเคลื่อนที่

กระบอกสูบแบบนี้ตัวก้านสูบจะอยู่กับที่ส่วนตัวลูกสูบนั่นจะเคลื่อนที่ เหมาะสำหรับลักษณะงานที่ต้องการช่วงชักยาวและถ้านำกระบอกลมชนิดทำงานสองทางมาใช้จะเกิดปัญหาก้านสูบเล็กเกินไปอาจเกิดการโก่งงอขึ้นได้ระยะชักของกระบอกสูบแบบนี้สูงสุดถึง 5000 มิลลิเมตร ความเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุด 400 มิลลิเมตรต่อวินาที (ดูรูปที่ 2.7) การทำงานของกระบอกสูบแบบนี้จะใช้ลมอัดไปดันให้แม่เหล็กเคลื่อนและตัวแม่เหล็กนี้จะดึงให้ลูกสูบเคลื่อนตามไปด้วย ตัวอย่างที่ใช้กระบอกสูบประเภทนี้ได้แก่งานประเภทเคลื่อนย้ายจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง



รูปที่ 2.7 ลักษณะและการนำไปใช้งานของกระบอกสูบแบบก้านสูบอยู่กับที่ลูกสูบเคลื่อนที่

2.8 วงจรวินมอเตอร์

2.8.1 การควบคุมกระบอกสูบแบบทิศทางเดียว



รูปที่ 2.8 กระบอกสูบแบบทิศทางเดียว

กระบอกสูบแบบทิศทางเดียว เป็นกระบอกสูบชนิดที่มีรูลมเข้าเพียงรูเดียว คือ รูลมเข้าทางด้านลูกสูบ (อันที่จริงกระบอกสูบแบบทิศทางเดียวนี้นี้ ก็มีรูลมทางด้านก้านสูบด้วย แต่รูลมด้านนี้จะ เป็นรูลมที่ใช้ระบายลมที่มีอยู่ในกระบอกสูบด้านก้านสูบเท่านั้น) ถ้าเรามีวาล์วชนิด 3/2 แบบมีอกด

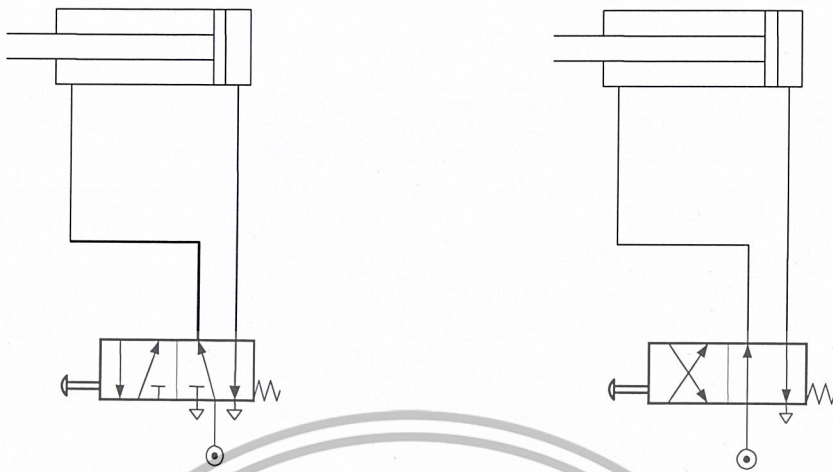
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลับด้านสปริง นำมาต่อเข้ากับกระบอกสูบแบบทิศทางเดียวตัวนี้ ดังรูปที่ 1 เมื่อกดควาล์วก็จะได้ลมออกไปดันกระบอกสูบ ทำให้ลูกสูบวิ่งออก ขณะที่ลูกสูบวิ่งออกนั้น ทำให้สปริงที่อยู่ภายในกระบอกสูบถูกอัดให้ยุบตัว เพราะฉะนั้นถ้าเราปล่อยมือที่กดควาล์วก็จะทำให้ไม่มีลมเข้าไปดันลูกสูบอีกต่อไป เป็นผลให้ลูกสูบถูกสปริงที่ยุบตัวนั้นคลายตัวออก ซึ่งหมายถึง ทำให้ลูกสูบวิ่งกลับตำแหน่งเดิม โปรดสังเกตว่า ถ้าใช้วาล์ว 2/2 เป็นตัวบังคับกระบอกสูบ เมื่อถึงจังหวะนี้จะทำให้ลูกสูบหดกลับไม่ได้ เพราะว่าไม่มีรูลมของวาล์ว 2/2 ต่อเข้ากับบรรยากาศ เพราะฉะนั้นลูกสูบจึงยังมีลมดันอยู่ตลอดเวลา แม้ว่าจะปล่อยมือที่กดควาล์วไว้แล้วก็ตาม



รูปที่ 2.9 กระบอกสูบแบบทิศทางเดียว

การใช้วาล์ว 2/2 เป็นตัวบังคับให้กระบอกสูบแบบทิศทางเดียว ทำงานในจังหวะต้องการให้ลูกสูบวิ่งกลับนั้นจะกระทำไม่ได้ ดังได้กล่าวมาแล้วในรูปที่ 2.8

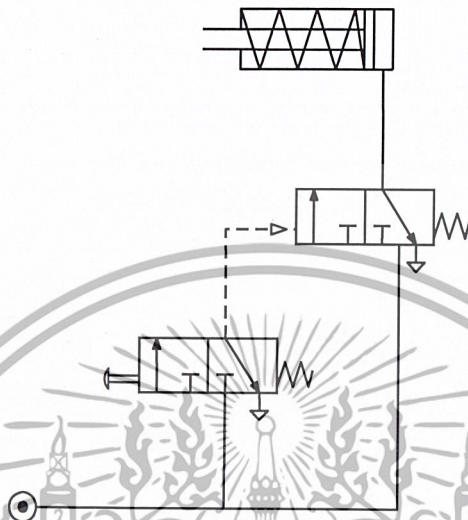


รูปที่ 2.10 วาล์ว 5/2 และวาล์ว 4/2

กระบอกสูบแบบสองทิศทาง เป็นกระบอกสูบที่ทำงานได้ทั้งสองทิศทาง เพราะฉะนั้นจึงต้องมีรูลมของกระบอกสูบ 2 รู คือรูลมด้านลูกสูบและรูลมด้านก้านสูบ ถ้าเอาลมเข้าไปดันด้านลูกสูบและให้ด้านก้านสูบต่อกับบรรยากาศ ก็สามารถทำให้ลูกสูบวิ่งออกจากกระบอกสูบได้ และเช่นเดียวกัน ถ้าให้ลมเข้าไปดันด้านก้านสูบและปล่อยให้รูลมด้านลูกสูบต่อกับบรรยากาศ ก็สามารถดันให้ลูกสูบหดเข้ากระบอกสูบได้ ลักษณะการทำงานเช่นนี้ เราสามารถใช้วาล์วมาบังคับได้ จากรูปที่ 3 ด้านซ้ายมือ เป็นวาล์วชนิด 5/2 แบบมือกดและกลับด้วยสปริง (Manual operated, Spring Return) นำมาต่อเข้ากับกระบอกสูบแบบสองทิศทาง ในขณะนี้ถ้าคุณจรแล้ว ความดันลม (เครื่องหมายวงกลมมีจุดตรงกลาง) จะออกจากวาล์วไปดันกระบอกสูบด้านก้านสูบ เป็นผลให้ลูกสูบหดเข้ากระบอกสูบ ถ้ากดวาล์วควบคุมที่ต่ออยู่จะทำให้วาล์วเปลี่ยนตำแหน่ง มีผลให้ทิศทางของลมที่ออกจากวาล์วเปลี่ยนไปด้วย คือเปลี่ยนไปเข้ากระบอกสูบทางด้านลูกสูบ ส่วนรูลมทางด้านก้านสูบจะต่อเข้ากับวาล์ว แต่รูวาล์วนั้นต่อกับบรรยากาศ เป็นผลให้ลูกสูบวิ่งกลับนั้น กระทำได้โดยปล่อยมือที่กดวาล์ว จะทำให้สปริงที่อยู่ภายในวาล์วยืดตัวออกและดันให้วาล์วเปลี่ยนตำแหน่งเหมือนกับตำแหน่งที่ยังไม่กดวาล์วซึ่งเราจะได้ลมออกจากวาล์วไปต่อกับกระบอกสูบด้านก้านสูบเป็นผลให้ลูกสูบหดกลับตำแหน่งปกติ

สำหรับรูปด้านขวามือ ใช้วาล์วควบคุมกระบอกสูบเป็นวาล์วชนิด 4/2 ส่วนหลักการทำงานจะเหมือนกับรูปด้านซ้ายมือทุกประการ ผิดกันเฉพาะชนิดของวาล์วเท่านั้น วาล์ว 5/2 จะมีรูระบายลม 2 รู ส่วนวาล์ว 4/2 จะมีรูระบายลมเพียง 1 รู

2.8.2 การควบคุมกระบอกสูบทิศทางเดียวในระบบไฮดรอลิก

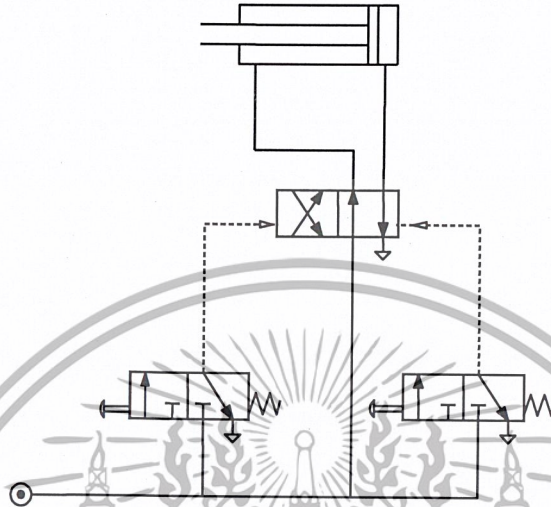


รูปที่ 2.11 การควบคุมกระบอกสูบทิศทางเดียวแบบระบบไฮดรอลิก

การควบคุมกระบอกสูบทิศทางเดียวแบบระบบไฮดรอลิก การควบคุมแบบนี้จะใช้วาล์ว 3/2 สองตัว โดยให้ตัวแรกเป็นชนิดทำงานด้วยลมและกลับด้วยสปริง ส่วนอีกตัวหนึ่งเป็นแบบทำงานด้วยมือกดกลับด้วยสปริง โดยใช้วาล์ว 3/2 ตัวที่ทำงานด้วยลมกลับด้วยสปริง ต่ออยู่กลับกระบอกสูบโดยตรงและรับสัญญาณมาจากวาล์ว 3/2 แบบมือกดกลับด้วยสปริง จากรูปนี้สัญญาณลมจะเข้าไปยังวาล์วทั้งสองตัว แต่ยังออกไม่ได้จนกว่าวาล์วจะเปลี่ยนตำแหน่ง เมื่อกดวาล์วแบบมือกดสัญญาณลมจะออกไปดันให้วาล์วตัวบนเปลี่ยนตำแหน่ง ซึ่งเป็นผลให้ลมออกไปดันกระบอกสูบให้ลูกสูบวิ่งออกไป

เหตุที่เรียกวงจรนี้ว่า เป็นวงจรควบคุมระบบไฮดรอลิก เพราะว่าวาล์วมือกดนั้นต่อห่างมาจากตัวกระบอกสูบ ซึ่งจะเห็นว่า การควบคุมกระบอกสูบแบบนี้ เป็นแบบการควบคุมโดยตรง ในวงจรนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานชนิดต่างๆ ที่ไม่ต้องการให้กระทำโดยตรงได้ อันเนื่องมาจากความร้อน ความเย็น หรือเป็นอันตรายได้

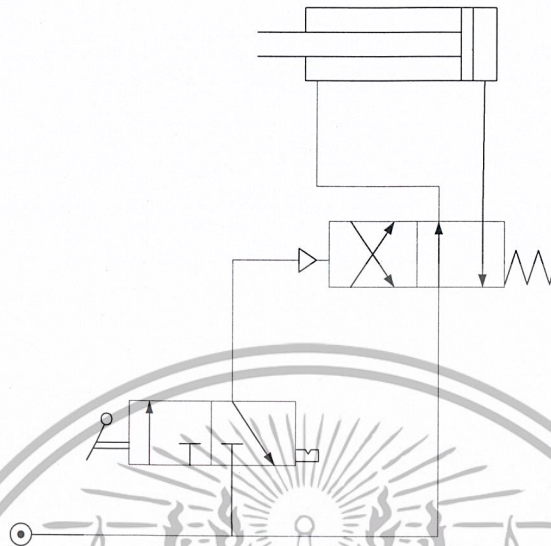
2.8.3 การควบคุมกระบอบอกสูบสองทิศทางในระยะไกล



รูปที่ 2.12 การควบคุมกระบอบอกสูบสองทิศทางแบบระยะไกล

การควบคุมกระบอบอกสูบแบบสองทิศทางในระยะไกล แบบนี้จะต้องใช้วาล์ว 3/2 สองตัว เพื่อบังคับให้กระบอบอกสูบลูกสูบวิ่งออกหนึ่งตัวและบังคับให้กระบอบอกสูบลูกสูบวิ่งกลับอีกหนึ่งตัว ในกรณีนี้ กระบอบอกสูบสามารถค้างตำแหน่งได้ เช่น ถ้ากดวาล์ว 3/2 ตัวซ้ายมือ จะทำให้กระบอบอกสูบลูกสูบวิ่งออก และค้างตำแหน่งนั้นๆอยู่ ถ้าต้องการให้ลูกสูบกลับตำแหน่งเดิมก็ให้กดวาล์ว 3/2 ตัวขวามือเป็นต้น

การควบคุมกระบอบอกสูบจะเป็นชนิดควบคุมระยะไกล ทั้งจังหวะวิ่งออกและวิ่งเข้า ถ้าเรา ต้อง การลดจำนวนวาล์วให้น้อยลงก็สามารถทำได้ โดยการเปลี่ยนวาล์วควบคุมกระบอบอกสูบให้ เป็นวาล์วชนิด 4/2 ทำงานด้วยลมและกลับด้วยสปริง เมื่อกล่าวถึงชื่อวาล์วชนิดกลับด้วยสปริงก็ให้ นึกถึงการให้สัญญาณค้างในวาล์วนั้นๆถ้าต้องการให้มีสัญญาณออกจากวาล์วตลอดเวลา ซึ่งในกรณี นี้จำเป็นต้องเปลี่ยนวาล์วสาร์ทใหม่ด้วย โดยการเปลี่ยนให้เป็นชนิดค้างตำแหน่งได้ ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การควบคุมกระบอกลูกสูบทิศทางเดียวแบบระยะไกล

ในรูปที่ 2.13 นี้ จังหวะที่ลูกสูบวิ่งออกจะเกิดจากการโยกวาล์วสตาร์ท ส่วนจังหวะสลับหัวลูกสูบก็เกิดจากการโยกวาล์วสตาร์ทกลับ เมื่อโยกวาล์วสตาร์ทกลับ มีผลให้สปริงของวาล์วควบคุมกระบอกลูกสูบดันให้วาล์วเปลี่ยนตำแหน่งกลับไปอยู่ในตำแหน่งเดิม ทำให้ความดันลมไปดันกระบอกลูกสูบด้านก้านสูบทำให้ลูกสูบหดกลับ

2.9 เซนเซอร์ชนิดใช้แสง (Optical Sensor)

ในงานบางลักษณะที่เราต้องการตรวจจับชิ้นงานที่มีระยะห่างจากตัวเซนเซอร์ค่อนข้างมากแล้วเราควรใช้เซนเซอร์ชนิดไหนดี แนวทางหนึ่งก็คือใช้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงในการตรวจจับ ส่วนเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำและชนิดเก็บประจุไม่สามารถที่จะใช้งานตรวจจับชิ้นงานที่มีระยะห่างได้เพราะระยะการตรวจจับสูงสุดคือ 50 มิลลิเมตร หรือ อย่างมากไม่เกิน 100 มิลลิเมตร

เซนเซอร์ชนิดใช้แสงนอกจากมีคุณลักษณะเด่นในเรื่องของระยะการตรวจจับที่ไกลแล้วเซนเซอร์แบบนี้ยังมีข้อดีอยู่อีกหลายประการด้วยกัน คือ สามารถตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกประเภท ความเร็วในการตรวจจับสูง มีรุ่นที่สามารถแยกความแตกต่างของสีได้ และนอกจากนี้ยังสามารถจับวัตถุในบริเวณที่เซนเซอร์แบบทั่วไปไม่สามารถใช้งานได้ เช่น บริเวณที่มีเนื้อที่ติดตั้งจำกัด บริเวณที่มีอุณหภูมิสูง ชิ้นงานที่มีขนาดเล็กๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 ชนิดของตัวรับแสงและส่งแสง

เซนเซอร์ชนิดใช้แสงประกอบด้วยส่วนที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ตัวส่งแสงและตัวรับแสง ลักษณะการตรวจจับนั้นเกิดขึ้นจากการที่ลำแสงจากตัวส่งไปสะท้อนกับวัตถุ หรือถูกขวางกั้นด้วยวัตถุ จะมีผลให้ตัวรับแสงรู้สถานะที่เกิดขึ้น โดยจะเปลี่ยนแปลงสถานะของสัญญาณเอาต์พุตเพื่อนำไปใช้งาน

1) ตัวรับแสง จะใช้ตัวอุปกรณ์ที่เรียกว่า โฟโตไดโอด (Photo Diode) หรือ โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) ทำหน้าที่เป็นตัวรับแสง และแปลงสัญญาณเป็นทางไฟฟ้า

2) ตัวกำเนิดแสง มีหลายประเภทด้วยกัน คือ

2.1) หลอดแบบมีไส้ เป็นเซนเซอร์รุ่นเก่าที่เคยใช้กัน มีข้อเสียตรงที่ขาดง่ายและมีขนาดเล็กค่อนข้างใหญ่ใช้พลังงานมาก ซึ่งในปัจจุบันก็ยังพอมิใช้งานกันอยู่ โดยใช้กับงานเฉพาะอย่าง

2.2) หลอด LED (Light Emitting Diode) เป็นอุปกรณ์กำเนิดแสงที่มีขนาดเล็ก มีความทนทานสูง นิยมใช้กันมากในเซนเซอร์รุ่นใหม่

2.3) LED แบบแสงอินฟราเรด (Infrared) จะเป็นแสงอินฟราเรด ที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 910 ถึง 950 นาโนเมตร มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ให้ความเข้มของแสงสูงจึงส่งไปได้เป็นระยะทางไกลและสามารถส่งทะลุวัตถุบางชนิดได้ แต่ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของสีได้

2.4) LED แบบแสงสีแดง เป็นแสงที่ตามองเห็น มีความยาวคลื่นประมาณ 660 นาโนเมตร ให้ความเข้มของแสงปานกลาง เซนเซอร์ที่ใช้แสงสีแดง จะสามารถตรวจจับเครื่องหมาย (Mark) สีดำ น้ำเงิน หรือเขียนบนพื้นสีขาวได้

2.5) LED แบบสีเขียว เป็นแสงที่ตามองเห็น มีความยาวคลื่นประมาณ 560 นาโนเมตร ให้ความเข้มของแสงต่ำ เซนเซอร์ที่ใช้แสงสีเขียว จะมีระยะการตรวจจับใกล้ แต่สามารถตรวจจับเครื่องหมาย (Mark) สีแดง บนพื้นสีขาวได้

2.6) LED แบบแสงเลเซอร์ แสงเลเซอร์ (Light Amplification By Stimulated Emission Radiation) เป็นแสงที่ถูกขยายโดยการกระตุ้นให้แฟรงส์ออก โดยปกติแล้วแสงที่เรามองเห็นทั่วไปไม่ว่าจะเป็นแสงจากหลอดไฟ แสงจากดวงอาทิตย์ จะเป็นแสงที่กระจายออกมาจากรอบจุดกำเนิด มีหลายความถี่หรือหลายสี แต่เลเซอร์จะมีคุณสมบัติให้แสงเดียว มีสีเดียวและเฟสเดียว ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้แสงเลเซอร์เป็นแสงที่มีความเข้มสูง แสงเลเซอร์จะมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.01 มิลลิเมตร หรืออยู่ในความถี่ช่วงประมาณ 10^{13} ถึง 10^{15} เฮิร์ตซ์ ปกติทั่วไปแล้วจะเป็นลำแสงสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

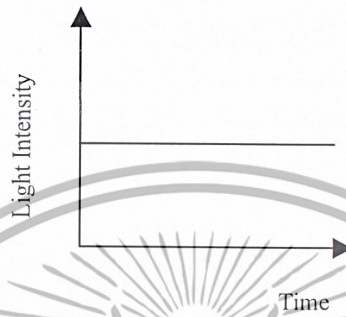
ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียตามชนิดของแสง

แหล่งกำเนิดแสง	ข้อดี	ข้อเสีย
1) แสงอินฟราเรด	1) ระยะเวลาตรวจจับไกล 2) ต้านทานต่อแสงรบกวน	1) ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของสีได้
3) แสงสีแดง	3) ระยะเวลาตรวจจับอยู่ในระหว่างแสงอินฟราเรดกับแสงสีเขียว 4) สามารถตรวจจับเครื่องหมาย สีดำ น้ำเงินหรือสีเขียวบนพื้นสีขาวได้ 5) ตามองเห็น	2) แสงจากภายนอกรบกวนได้ง่าย เครื่องหมายสีแดงบนพื้นสีขาวไม่ 3) สามารถตรวจจับได้
3) แสงสีเขียว	6) สามารถตรวจจับเครื่องหมาย สีดำ แดงบนพื้นสีขาวได้ 7) ตามองเห็น	4) ไม่สามารถตรวจจับเครื่องหมาย สีเขียวบนพื้นสีขาวได้
4) แสงสีขาว	8) แยกแยะความแตกต่าง ของสีได้เกือบทุกสี	5) แสงจากภายนอกรบกวนการทำงานได้ง่าย 6) อายุการใช้งานของหลอดไฟมีจำกัด
5) แสงเลเซอร์	9) ระยะเวลาตรวจจับไกลสุด 10) สามารถจับชิ้นงานหรือวัสดุเล็กๆได้	7) เป็นอันตรายต่อสายตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

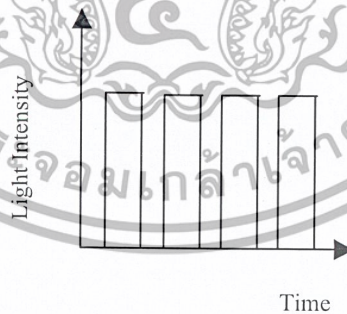
2.9.2 เทคนิคในการรับส่งลำแสง

1) วิธีการการรับส่งแบบทั่วไป เป็นวิธีที่ตัวส่งแสงส่งลำแสงไปอย่างต่อเนื่องเป็นปกติ เหมือนกับแสงธรรมชาติ วิธีนี้ระยะการตรวจจับจะไม่ไกลนักและอาจจะถูกแสงจากภายนอกรบกวนได้ง่าย



รูปที่ 2.14 วิธีการรับส่งแสงแบบทั่วไป

2) วิธีการรับส่งแบบพัลส์ เป็นวิธีที่ตัวส่งแสง จะส่งลำแสงเป็นจังหวะที่สม่ำเสมอด้วย อัตราความถี่ที่สูง และที่ส่วนของตัวรับก็จะถูกออกแบบมาสำหรับรับสัญญาณแสงนี้โดยเฉพาะ ด้วยวิธีนี้จะทำให้ระยะการตรวจจับทำได้ไกลและต้านทานต่อแสงรบกวนจากภายนอก



รูปที่ 2.15 วิธีการรับส่งแบบพัลส์

2.9.3 โครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับส่งลำแสง

โครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับส่งลำแสงโดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) วงจรกำเนิดคลื่นหรือพัลส์ความถี่สูง
- 2) แหล่งกำเนิดแสง ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ LED
- 3) อุปกรณ์รับแสง โดยส่วนมากจะใช้โฟโตไดโอด หรือ โฟโตทรานซิสเตอร์
- 4) อุปกรณ์ขยายสัญญาณ (Preamplifier)
- 5) อุปกรณ์เปรียบเทียบสัญญาณจากแหล่งกำเนิดคลื่นความถี่ และสัญญาณจากตัวรับ

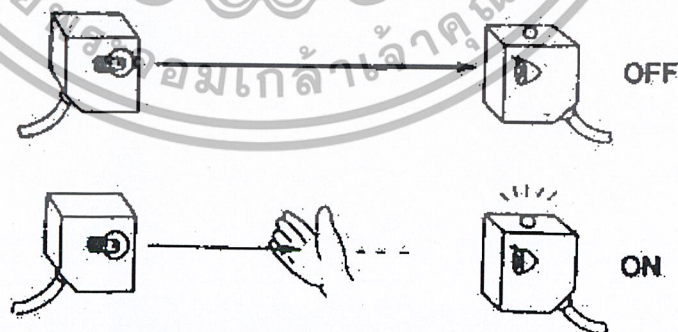
แสง (logic Operation)

- 6) อุปกรณ์แยกแยะสัญญาณให้ทำงานหรือไม่ทำงาน
- 7) หลอดไฟแสดงการทำงาน
- 8) เอาต์พุตและวงจรป้องกัน
- 9) แหล่งจ่ายแรงดันจากภายนอก
- 10) วงจรรักษาระดับแรงดันให้คงที่

เซนเซอร์ชนิดใช้แสงที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น หากแบ่งตามวิธีการตรวจจับสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มด้วยกันซึ่งทั้งนี้ตัวส่งและตัวรับแสงอาจจะอยู่ภายในห้องเดียวกันหรือแยกกันอยู่คนละที่ก็ได้

2.9.4 เซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด (Through – Beam Sensor)

เซนเซอร์แบบนี้จะแยกตัวส่งและตัวรับสัญญาณออกจากกัน และให้วัตถุที่ต้องการตรวจจับเคลื่อนที่ผ่านระหว่างกลาง



รูปที่ 2.16 เซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด

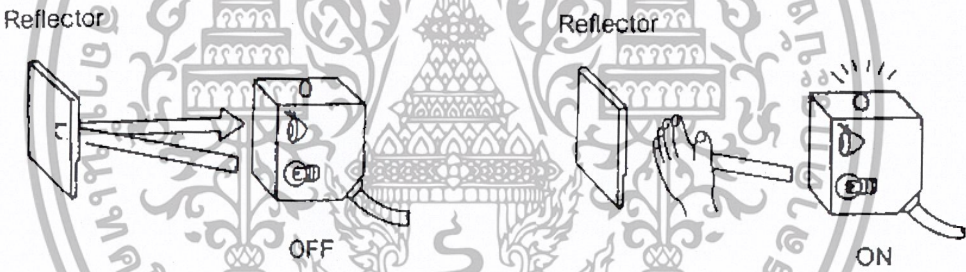
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด

ข้อดี	ข้อเสีย
1) ระยะเวลาตรวจจับไกล 2) ความแม่นยำค่อนข้างสูง 3) สีและผิวของวัตถุไม่มีผล กระทบต่อการทำงาน	1) ใช้เนื้อที่ในการติดตั้ง 2) ต้องจ่ายไฟทั้งตัวส่งและตัวรับ 3) ไม่สามารถตรวจจับวัตถุโปร่งใส ได้

2.9.5 เซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ (Retro – Reflective Sensor)

เซนเซอร์ประเภทนี้จะรวมตัวส่งและตัวรับสัญญาณแสงไว้ภายในตัวเดียวกัน และใช้แผ่นสะท้อนแสง (Reflector) สะท้อนแสงกลับ



รูปที่ 2.17 เซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ

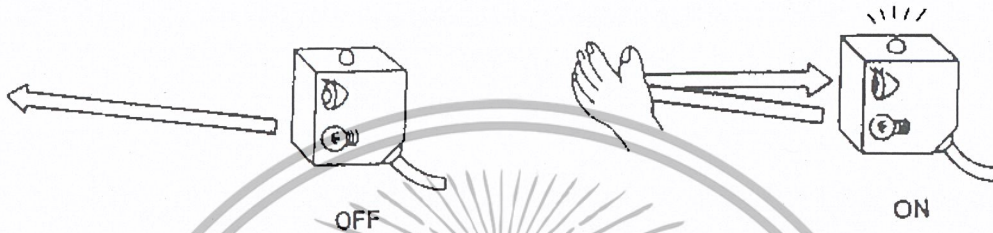
ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ

ข้อดี	ข้อเสีย
1) ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อยกว่าแบบลำแสงผ่านตลอด 2) ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและการเดินสายไฟต่ำกว่า 3) การปรับแต่งทำได้ง่าย	1) จำเป็นต้องใช้แผ่นสะท้อนแสงแบบพิเศษ 2) ความแม่นยำในการตรวจจับน้อยกว่าแบบลำแสงผ่านตลอด 3) อาจมีปัญหาในการตรวจจับ วัตถุที่มีสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงใกล้เคียงกับแผ่นสะท้อนแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.6 เซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง (Diffuse – Reflective Sensor)

เซนเซอร์ประเภทนี้ ตัวส่งและตัวรับสัญญาณแสงจะอยู่ภายในตัวเดียวกัน แล้วใช้วัตถุหรือชิ้นงานที่เป็นตัวสะท้อนแสงกลับ



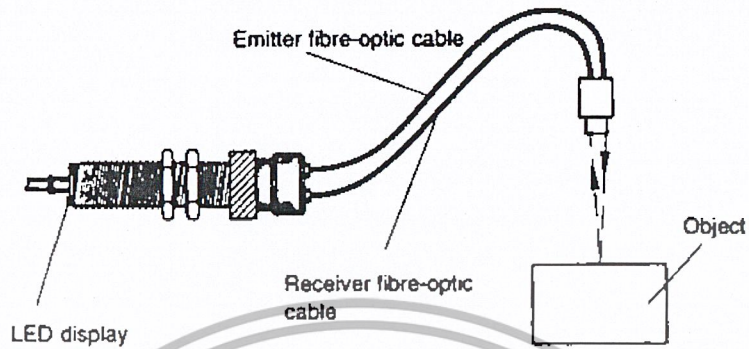
รูปที่ 2.18 เซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง

ตารางที่ 2.7 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง

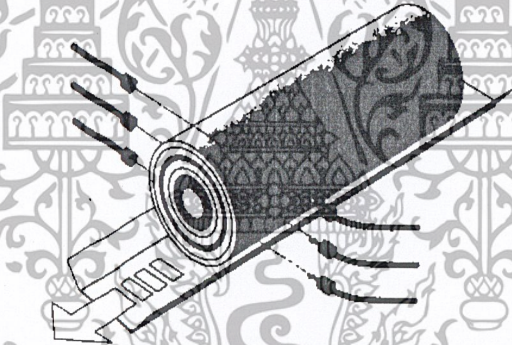
ข้อดี	ข้อเสีย
1) ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อย 2) ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและเดินสายต่ำ 3) ไม่ต้องมีการปรับแต่งทิศทางลำแสง	1) ระยะการตรวจจับน้อยกว่าทั้งสองแบบที่ผ่านมา 2) ความสามารถในการตรวจจับขึ้นอยู่กับสีและสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงที่ผิววัตถุหรือชิ้นงาน

ในงานบางประเภทไม่สามารถที่จะติดตั้งเซนเซอร์ได้ ซึ่งอาจเนื่องมาจากไม่มีพื้นที่ในการติดตั้ง หรือพื้นที่เหล่านั้นอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ตัวเซนเซอร์ หรือเป็นงานที่ต้องการความแม่นยำและแน่นอนในการตรวจจับค่อนข้างสูง สายไฟเบอร์ออปติกหรือสายใยแก้ว จึงได้ถูกนำมาใช้เพื่อสนองตอบต่อความต้องการดังกล่าว การทำงานของสายใยแก้วอยู่บนพื้นฐานของผลรวมของการสะท้อนแสงภายในสาย โดยในที่นี้ส่วนมากจะใช้เป็นสายเดี่ยว ซึ่งภายนอกจะหุ้มด้วยวัสดุจำพวกพลาสติก หรือโลหะที่ทนอุณหภูมิสูงและสามารถโค้งงอตัว ได้การนำสายใยแก้วมาใช้กับเซนเซอร์ชนิดใช้แสงนี้ ส่วนมากจะใช้กับเซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอดและแบบตรวจจับโดยตรง ซึ่งเซนเซอร์ทั้งสองแบบนี้อาจจะอยู่ในรูปแบบของทรงกระบอกหรือรูปทรงสี่เหลี่ยมก็ได้

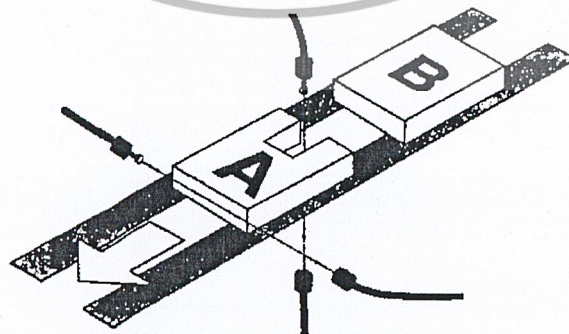
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 การใช้สายใยแก้วร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับโดยตรง



รูปที่ 2.20 การประยุกต์ใช้สายใยแก้วในการตรวจจับขนาดของชิ้นงาน



รูปที่ 2.21 การประยุกต์ใช้สายใยแก้วในการตรวจสอบรูปร่างของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.7 หลักการเลือกใช้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงให้เหมาะสมกับงาน

เนื่องจากเซนเซอร์ชนิดใช้แสงนั้น มีอยู่หลายแบบด้วยกัน ซึ่งในแต่ละแบบก็จะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไปดังกล่าวในข้างต้น ในการเลือกงานเซนเซอร์ประเภทนี้นั้นจำเป็นที่จะต้องทราบรายละเอียด คุณสมบัติบางประการของเซนเซอร์ รวมทั้งลักษณะของงานที่จะนำไปใช้ เพื่อที่จะสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมที่สุด หัวข้อที่สำคัญที่ควรพิจารณามีดังต่อไปนี้

1) ขนาดรูปร่างของวัตถุที่จะตรวจจับ

1.1) กรณีเซนเซอร์เป็นแบบลำแสงผ่านตลอด ขนาดเล็กสุดของวัตถุที่เซนเซอร์ประเภทนี้สามารถตรวจจับได้นั้น ประมาณว่ามีค่าใกล้เคียงกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้าของตัวเซนเซอร์นั้น แต่ถ้าจำเป็นต้องตรวจจับวัตถุที่มีขนาดเล็กกว่า ก็อาจจะต้องใช้หน้าการกำบังแสงช่วย แต่ก็จะมีผลทำให้ระยะการตรวจจับสั้นลง

1.2) กรณีเซนเซอร์เป็นแบบตรวจจับโดยตรง ให้ระมัดระวังเกี่ยวกับย่านการตรวจจับของเซนเซอร์แบบนี้ เพราะมันจะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของวัตถุที่ถูกตรวจจับ ถ้าเลือกเซนเซอร์เข้าไปใกล้ตัววัตถุมากขึ้นหรือปรับความไวของเซนเซอร์ให้เพิ่มขึ้น จะทำให้เซนเซอร์นั้นสามารถตรวจจับวัตถุที่มีขนาดเล็กลงได้ แต่อย่างไรก็ตามต้องระวังไม่ให้เซนเซอร์ตรวจจับฉากหลังของวัตถุได้

2) ชนิดของวัตถุที่ตรวจจับ

2.1) กรณีเซนเซอร์เป็นแบบลำแสงผ่านตลอด ใช้กับวัตถุได้เกือบทุกชนิด ยกเว้นวัตถุโปร่งใส เช่น พลาสติกใส กระดาษใส ขวดใส เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมไปถึงวัตถุที่มีลักษณะเป็นโครงแสงลอดผ่านได้

2.2) กรณีเซนเซอร์เป็นแบบตรวจจับโดยตรง ตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกชนิด ยกเว้นวัตถุที่มันดูดซับแสงได้ เช่น วัตถุสีดำด้าน หรือวัตถุที่มีผิวขรุขระ หรือวางเป็นมุมเอียง เพราะบางทีอาจจะทำให้ลำแสงจากตัวส่ง ส่งไปกระทบกับวัตถุแล้วแสงจะหักเหไม่สะท้อนกลับมายังตัวรับแสงได้

3) สีและผิวของวัตถุที่จะตรวจจับ

3.1) กรณีเซนเซอร์เป็นแบบลำแสงผ่านตลอด ความสามารถในการตรวจจับไม่ขึ้นอยู่กับสีหรือผิวของวัตถุที่จะตรวจจับ

3.2) กรณีเซนเซอร์เป็นแบบตรวจจับโดยตรง ถ้าวัตถุที่ตรวจจับนั้นสะท้อนแสงได้ไม่ดีมีสีดำด้านหรือโปร่งใสมาก จะต้องพิจารณาให้ดีในการเลือกใช้เซนเซอร์แบบนี้ เพราะวัตถุดังกล่าวจะทำให้ระยะการตรวจจับสั้นลง หรืออาจตรวจจับไม่ได้เลยก็เป็นได้

4) ตำแหน่งที่จะตรวจจับ

4.1) กรณีเซนเซอร์เป็นแบบลำแสงผ่านตลอด วัตถุจะถูกตรวจจับได้ ไม่ว่าจะถูกตัดผ่านลำแสงในทิศทางหรือตำแหน่งระยะใด ระหว่างตัวรับแสงและตัวส่งแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2) กรณีเซนเซอร์เป็นแบบตรวจจับโดยตรง ให้ระมัดระวังในการเลือกใช้เซนเซอร์แบบนี้เพราะพื้นที่ในการตรวจจับมีการเปลี่ยนแปลงไปตามตำแหน่งระยะที่วัตถุนั้นเคลื่อนเข้ามาสัมผัสแสง

5) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุที่จะตรวจจับ

ปัจจุบันนี้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงส่วนใหญ่จะมีการตอบสนองได้เร็วถึง 1/1000 วินาที หรือ (1ms) ทั้งนี้เพื่อให้สามารถตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวกว้างได้ แต่เพื่อความแน่ใจควรจะใช้สูตรต่อไปนี้ในการคำนวณหาความเร็วสูงสุดของวัตถุที่ต้องการตรวจจับ เมื่อใช้งานกับเซนเซอร์รุ่นนั้นๆ

$$V \leq (W-2A) / T \quad (2.2)$$

โดยที่ V = ความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ (m/S)

W = ขนาดความกว้างของวัตถุ (m)

T = เวลาในการตอบสนองของเซนเซอร์รุ่นที่พิจารณา (S)

A = ขนาดความกว้างต่ำสุดของวัตถุที่เซนเซอร์ที่พิจารณาสามารถจับได้(m)

และกรณีที่ต่อเซนเซอร์เข้ากับอุปกรณ์ควบคุมแบบโปรแกรมได้ (PLC) หากสัญญาณที่เซนเซอร์ตรวจจับได้นั้นสั้นเกินไปจนอุปกรณ์รับไม่ทัน ให้ใช้เซนเซอร์รุ่นที่มีตัวตั้งเวลารวมอยู่ด้วย (Timer แบบ Off Delay)

6) สภาพแวดล้อมบริเวณที่จะใช้งาน

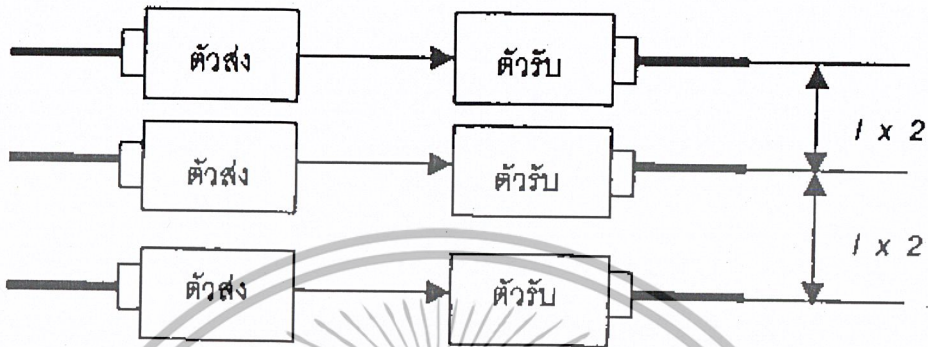
ควรเอาใจใส่ในการเลือกเซนเซอร์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ฝุ่นละออง น้ำ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเซนเซอร์แต่ละรุ่นจะมีมาตรฐานในการป้องกันอยู่เช่น IP67 ป้องกันการสัมผัสชิ้นส่วนวงจรไฟฟ้าซึ่งอยู่ภายในอย่างสมบูรณ์ ป้องกันฝุ่นละออง และป้องกันน้ำเข้าได้ เป็นต้น

7) ระยะห่างระหว่างเซนเซอร์ที่อยู่ใกล้ถึงกัน

ยิ่งระยะห่างระหว่างเซนเซอร์ชนิดใช้แสงมีน้อยเพียงใด โอกาสที่จะเกิดการรบกวนกันก็จะเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น

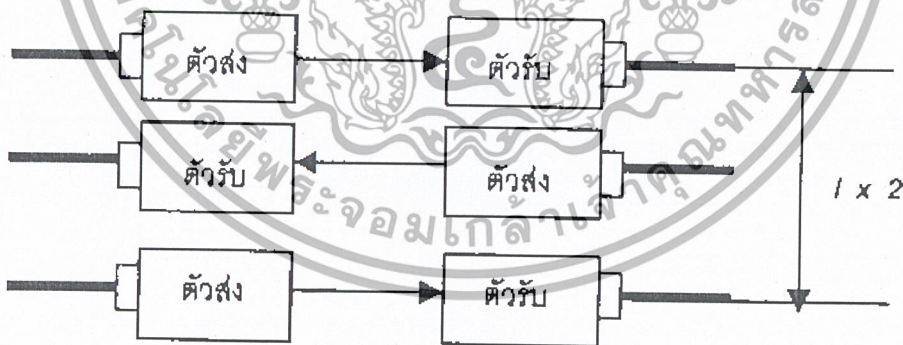
7.1) กรณีเซนเซอร์เป็นแบบลำแสงผ่านตลอด ดังที่ได้ทราบกันแล้วว่าเซนเซอร์แบบนี้ตรงเข้ามาที่ตัวรับเสียเลยทีเดียว (ยกเว้นแสงเลเซอร์) แต่มันจะกระจายออกเป็นมุมที่กว้าง ผลที่ตามมาคือหากมีลำแสงจะวิ่งผ่านเลนส์จากตัวส่งมายังตัวรับ ซึ่งอย่างไรก็ตามลำแสงจากตัวส่งไม่ได้ถูกบีบมาเป็นลำเซนเซอร์ตัวอื่นๆ ติดตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวก็อาจจะทำให้เกิดการรบกวนกันเอง

ได้ เพื่อหลีกเลี่ยงเหตุการณ์ดังกล่าวจึงจำเป็นต้องกำหนดระยะห่างระหว่างเซนเซอร์แต่ละชุดดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.22 การกำหนดระยะห่างระหว่างเซนเซอร์แต่ละชุด

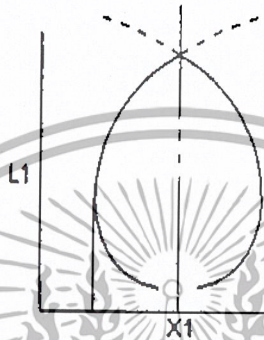
โดยที่ l = รัศมีด้านแสงของเซนเซอร์แต่ละรุ่นซึ่งสามารถดูได้จากชองกราฟ ในคู่มือของเซนเซอร์ที่เลือกใช้ นอกจากนี้อาจใช้วิธีสลับตำแหน่งของตัวรับและตัวส่งของเซนเซอร์ชุดที่ติดกันเพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนกันเองได้



รูปที่ 2.23 วิธีการสลับตำแหน่งของตัวรับและตัวส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2) กรณีเซนเซอร์เป็นแบบตรวจจับโดยตรงจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของแสง ของย่าน การตรวจจับของเซนเซอร์รุ่นนั้นๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรบกวนกันเองได้ ในการพิจารณา Curve จะต้องพิจารณาจาก ระยะ $X1$ และ $L1$ โดยจะต้องกำหนดให้เซนเซอร์ที่อยู่ใกล้กันต้องมี ระยะห่างอย่างน้อย 2 เท่าของระยะ $X1$



รูปที่ 2.24 แนวลำแสงตัดกันเป็นมุม

เมื่อ $X1$ คือรัศมีของลำแสงตัดกันซึ่งดูได้จากช่องกราฟ ในคู่มือของเซนเซอร์แต่ละรุ่น และ ในกรณีที่ต้องการติดตั้งเซนเซอร์ประเภทที่หันหน้าเข้าหากัน ต้องพยายามให้แนวลำแสงของแต่ละ ตัวตัดกันเป็นมุม อย่าให้อยู่ในแนวเดียวกัน

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาตก ซึ่งจะประกอบด้วย โครงสร้างวงจรต่างๆ ได้แก่ วงจรแหล่งจ่ายไฟ วงจรรับส่งอินฟราเรด วงจรขับโซลีนอยด์วาล์ว วงจรสวิตช์ และวงจรควบคุม

3.2 ขั้นตอนการทำงาน

ขั้นตอนการทำงานของโครงงานแสดงด้วยแผนผังการทำงานดังนี้

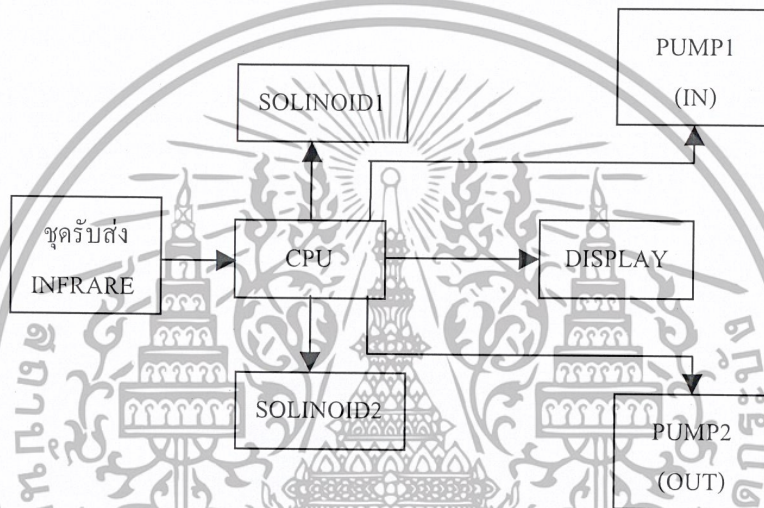


รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การทำงานของแผนผังโครงงาน

เมื่อสั่งให้เครื่องทำงาน ถังอาหารก็จะปล่อยอาหารตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ในแต่ละมือ โดยจะมีเซนเซอร์วัดระดับในการควบคุมปริมาณอาหาร ตามที่กำหนด กระบอกสูบก็ทำการปล่อยอาหารลงในรางอาหารที่ต่อขึ้นลงสู่บ่อปลา โดยหลักการทำงานของเครื่องจะเป็นอย่างนี้แล้วแต่การสั่งงานของผู้สั่ง



รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของวงจรควบคุม

3.3 การออกแบบเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาตู้

ในตัวโครงสร้างของเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาตู้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

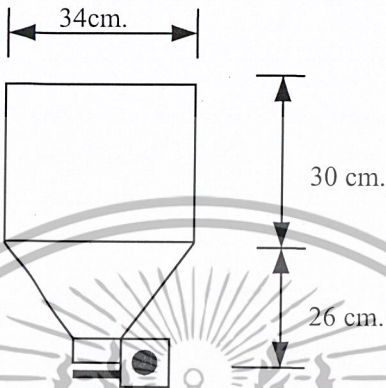
- 1) ตัวถังเก็บอาหาร
- 2) ถังวัดระดับอาหาร
- 3) รางปล่อยอาหาร

3.3.1 การออกแบบตัวถังเก็บอาหาร

ตัวถังเก็บอาหาร การออกแบบจะคำนึงถึงการลาดเอียงของช่วงล่าง เพื่อให้อาหารไหลลงได้สะดวก ดังนั้นจึงทำเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสข้างบนและส่วนข้างล่างรูปร่างจะออกแบบให้คล้ายกรวย เพื่อให้เก็บอาหารได้มากและอาหารสามารถไหลลงมาได้ง่าย ส่วนปลายมีลิ้นปิดติดกับกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

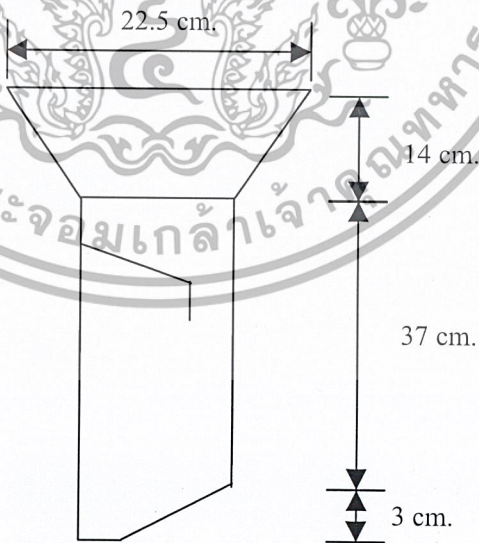
ในการทำถังจะใช้แผ่นอะคริลิกในการทำ ซึ่งสามารถตัดเป็นชิ้นส่วน เพื่อประกอบได้ง่าย แผ่นอะคริลิกมีความใสมองเห็นอาหารได้ชัดเจน ทำให้สามารถใช้เซนเซอร์แสงในการที่จะทำการวัดระดับของอาหารได้



รูปที่ 3.3 โครงสร้างถังเก็บอาหาร

3.3.2 การออกแบบถังวัดระดับอาหาร

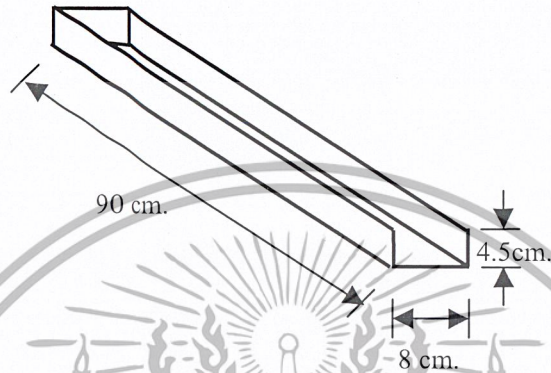
ถังวัดระดับอาหารนี้ ลักษณะของถังจะเป็นดังนี้



รูปที่ 3.4 โครงสร้างถังวัดระดับอาหาร

3.3.3 การออกแบบรางปล่อยอาหาร

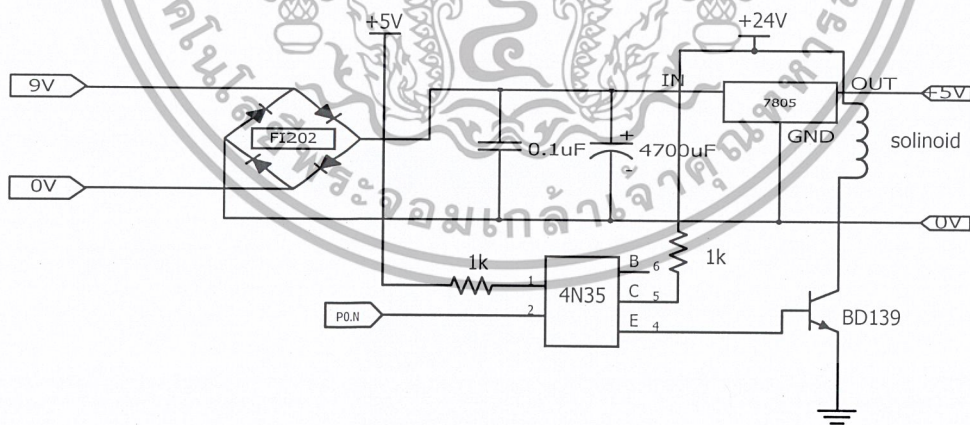
รางปล่อยอาหารจะมีลักษณะยาว มีแผ่นกั้นสองด้านเพื่อป้องกันอาหารตก โดยรางอาหารนี้จะทำจากแผ่นอาร์คิลิส ในการวางรางอาหารจะวางในแนวแยงลงมา เพื่อให้อาหารไหลได้สะดวก



รูปที่ 3.5 โครงสร้างรางปล่อยอาหาร

3.4 การทำงานของวงจรต่างๆ

3.4.1 วงจรขับโซลินอยด์

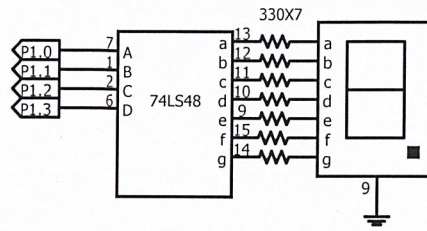


รูปที่ 3.6 วงจรขับโซลินอยด์แล้ว

วงจรนี้ ทำหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิด ของโซลินอยด์ เพื่อจะไปควบคุมการทำงานกระบอกสูบ ที่ทำหน้าที่เป็นตัวปิด-เปิดปากถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

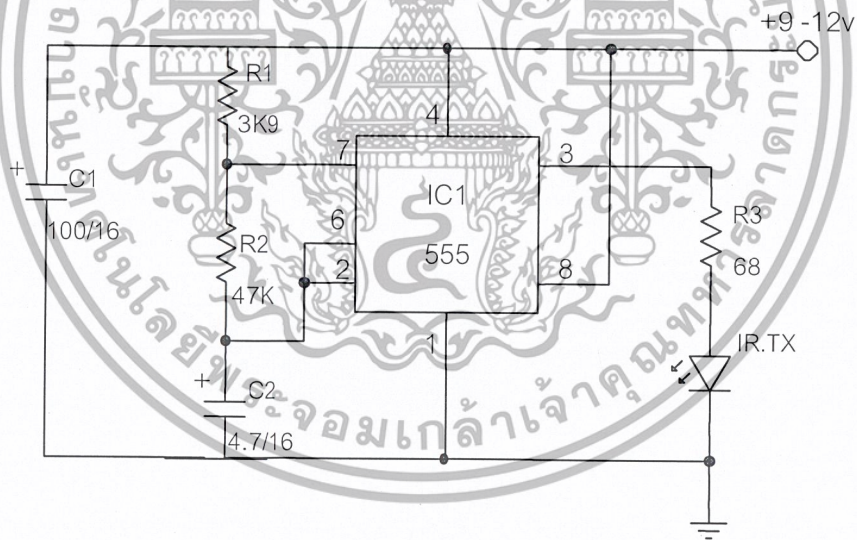
3.4.2 วงจรแสดงผล



รูปที่ 3.7 วงจรแสดงผล

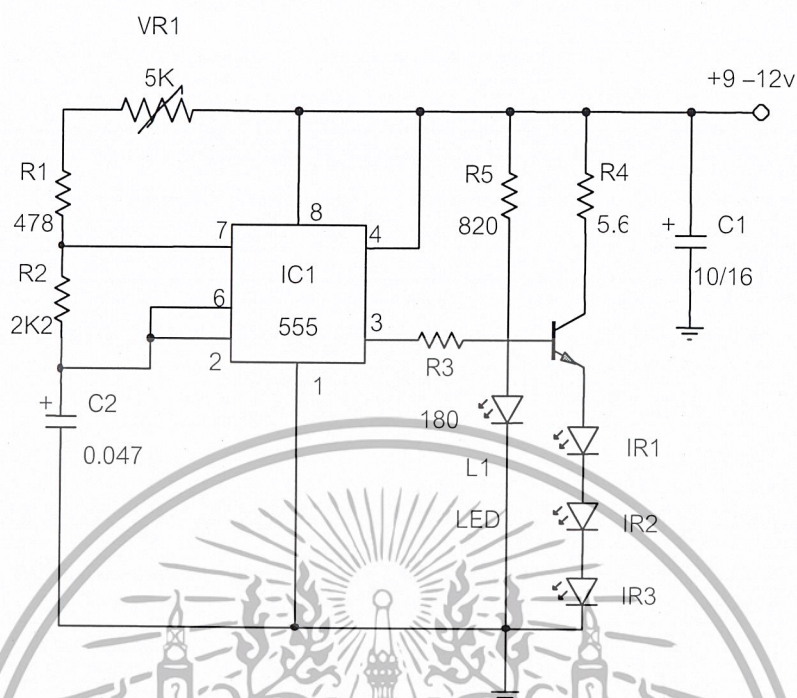
วงจรนี้ทำหน้าที่แสดงผลการทำงานของระบบ คือ มีอาหารในแต่ละมือและในแต่ละสัปดาห์ ก็จะแสดงผลออกมาที่จอ

3.4.3 วงจรรับส่งอินฟราเรด

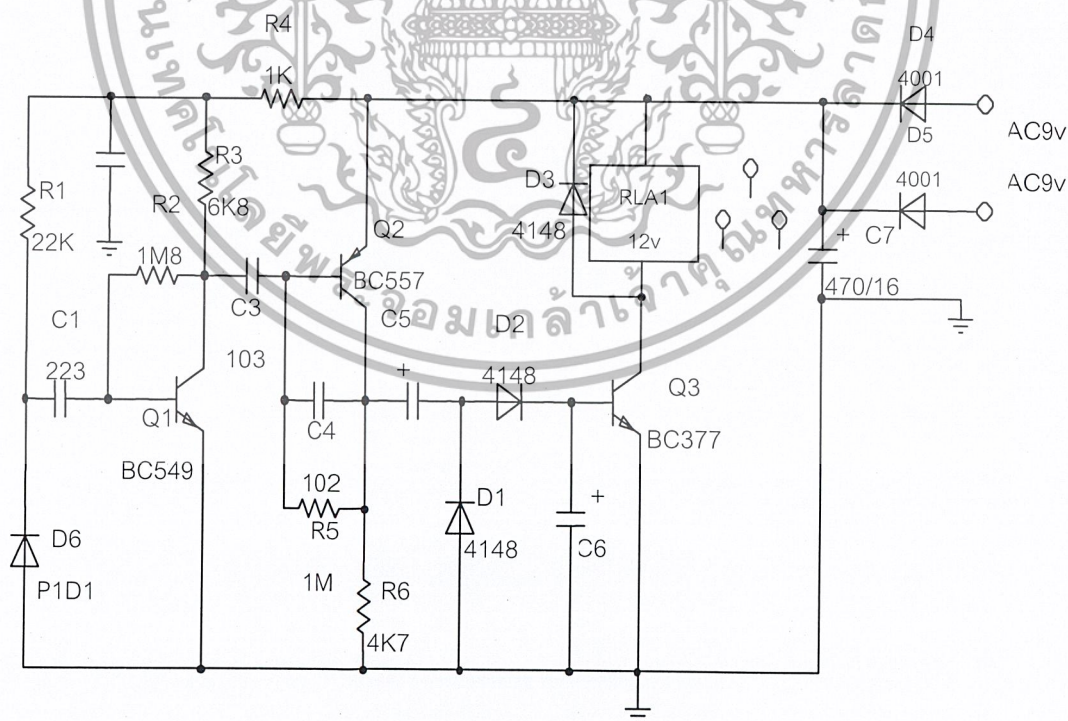


รูปที่ 3.8 วงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรดกำลังสูง

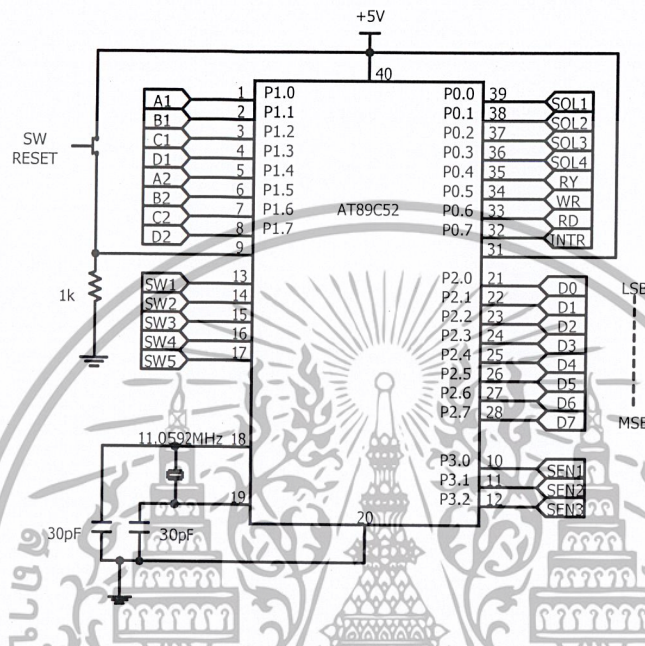


รูปที่ 3.10 วงจรภาครับอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรรับส่งอินฟราเรดนี้ ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณอาหาร ก็จะคอยวัดว่าอาหารอยู่ในระดับใด ควรเติมอาหารได้แล้ว

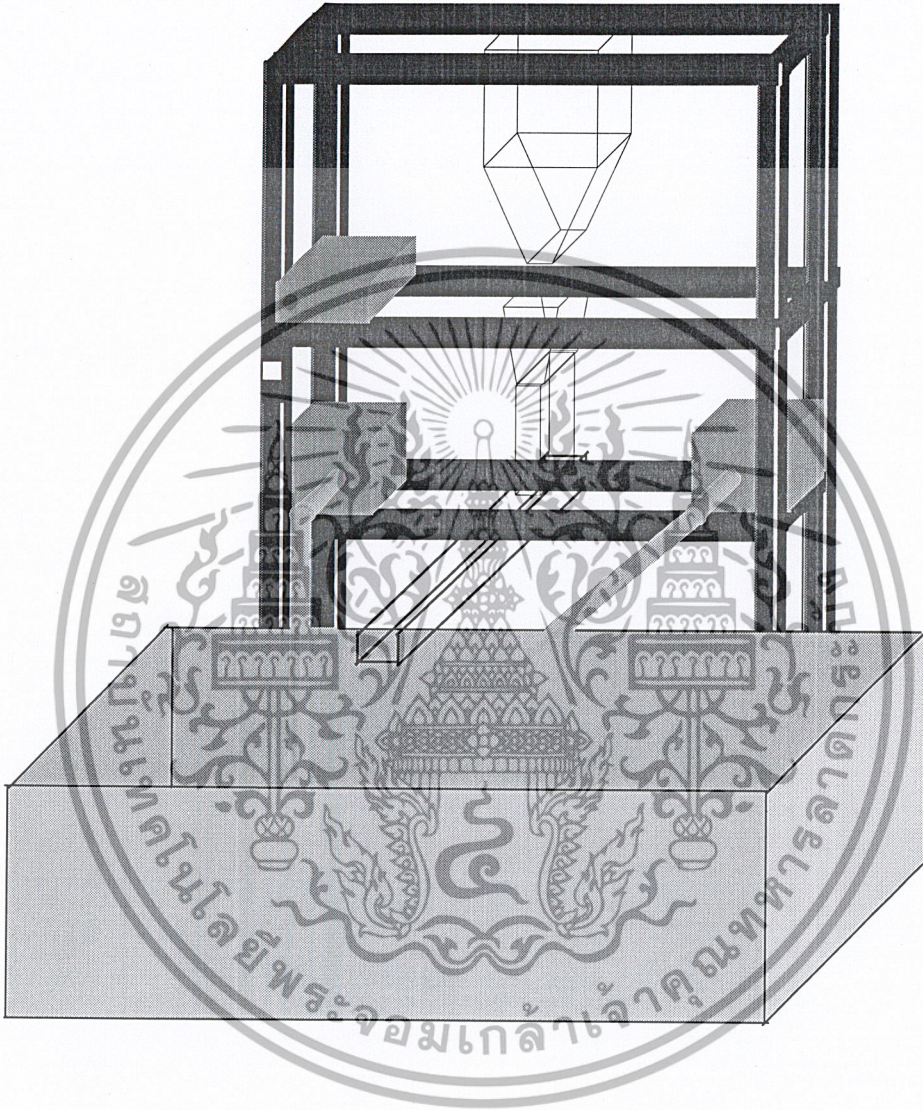
3.4.4 วงจรควบคุม



รูปที่ 3.11 วงจรควบคุม

วงจรนี้ทำหน้าที่ควบคุมระบบทั้งหมดโดยใช้โปรแกรม ซึ่งวงจรนี้ทำหน้าที่ควบคุมโซลินอยด์ วาล์ว ควบคุมการแสดงผล โดยใช้โปรแกรมทั้งหมด

3.5 การสร้างเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาตู้



รูปที่ 3.12 โครงสร้างและขนาดของเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

โครงการนี้ คือ เครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาตู้ ซึ่งมีวงจรดังนี้ วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว วงจรแสดงผล วงจรรับส่งสัญญาณอินฟราเรด และวงจรควบคุม วงจรแต่ละส่วนสามารถทำงานแยกกันหรือนำมารวมกันเป็นระบบได้โดยใช้ตัวควบคุม ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม ในการทดลองจึงทำการแยกกันในการทดลองก่อนและค่อยนำแต่ละวงจรมารวมกันเป็นระบบได้ ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

4.1 วงจรตั้งเวลา

4.1.1 การทดลอง



รูปที่ 4.1 วงจรตั้งเวลา

4.1.2 ผลการทดลอง

หลังจากการทดลองใช้ตามเมอร์ในการตั้งเวลาเพื่อให้อาหารตามโปรแกรมที่กำหนดเอาไว้ มีการทำงานได้ดีตรงตามเวลาที่กำหนด แสดงผลออกมาชัดเจนเป็นที่น่าพอใจมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 วงจรภาครับอินฟราเรด

4.2.1 การทดลอง



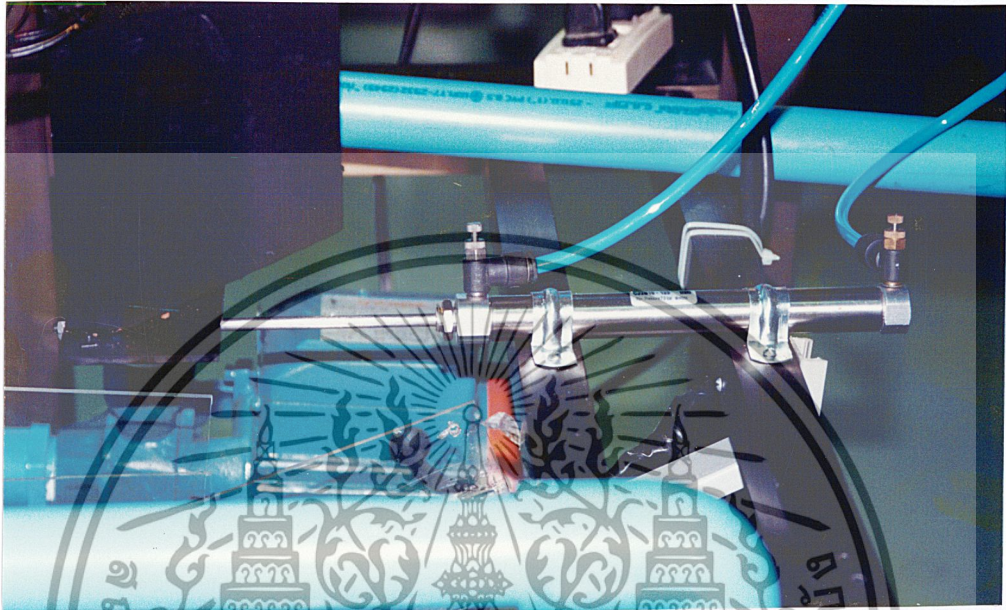
รูปที่ 4.2 วงจรภาครับส่งอินฟราเรด

4.2.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองการทดลองวงจรภาครับส่งอินฟราเรด ในขณะที่ปกติจะมีวัตถุขยับมาบังตัวเซนเซอร์ เป็นสถานะที่วัตถุขยับเต็มถึง ซึ่งเทียบได้กับลอจิก 1 หรือ LED จะติดในถั้งนั้นๆ และเมื่อวัตถุขยับลดน้อยลงต่ำกว่าระดับของเซนเซอร์ ซึ่งเทียบได้กับลอจิก 0 หรือ LED จะดับในถั้งนั้น ซึ่งสังเกตได้จาก LED ที่อยู่ในส่วนแสดงผล

4.3 กระบอกสูบ

4.3.1 การทดลอง



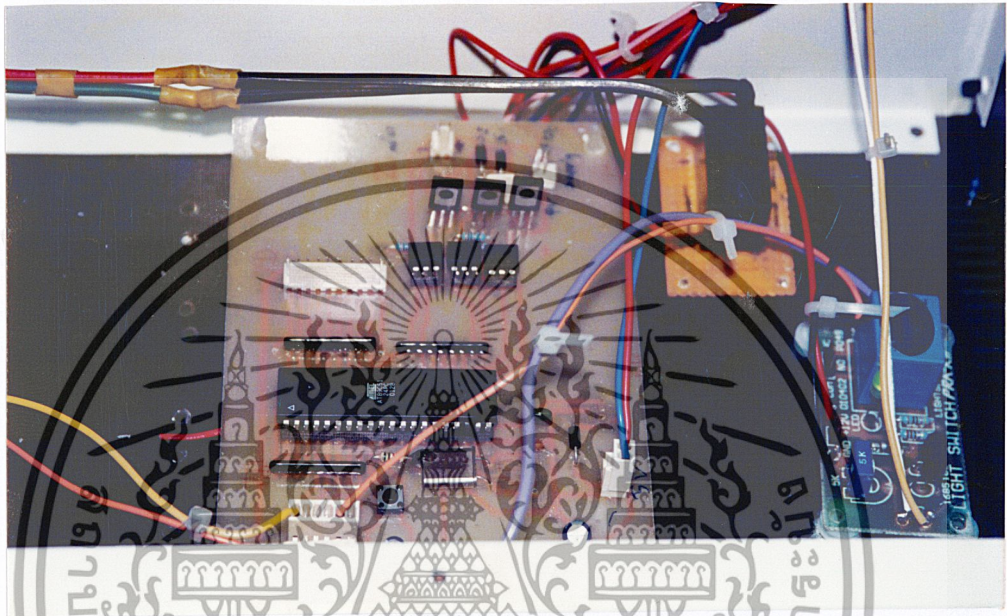
รูปที่ 4.3 กระบอกสูบ

4.3.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองกระบอกสูบ เมื่อส่งค่าลอจิก 1 ไปยังวงจรขับโซลินอยด์ จะทำให้โซลินอยด์ยังไม่ทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้กระบอกสูบยังไม่ทำงาน และเมื่อส่งค่าลอจิก 0 ไปยังวงจรขับโซลินอยด์ จะทำให้โซลินอยด์ทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้กระบอกสูบทำงาน คือ ก้านสูบจะถูกชักออกและวัตถุดิบจะไหลลงสู่ถังวัดระดับอาหาร ถ้าต้องการกลับสภาวะก็ต้องป้อนค่าลอจิก 0 ให้กับวงจรขับโซลินอยด์

4.4 วงจรควบคุม

4.4.1 การทดลอง



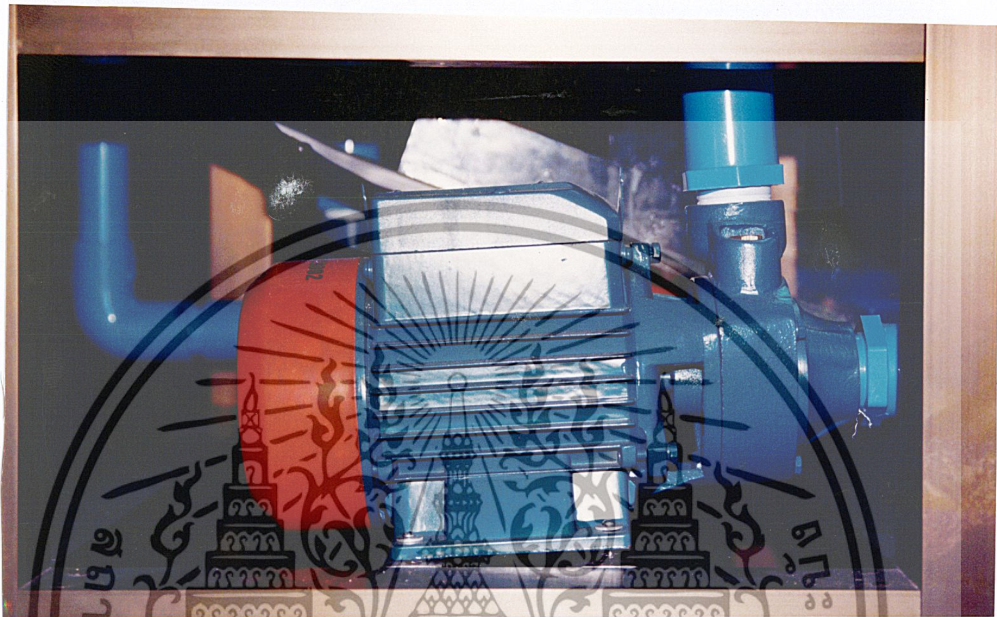
รูปที่ 4.4 วงจรควบคุม

4.4.2 ผลการทดลอง

หลังจากการทดลองใช้วงจรควบคุมในการทำงานทั้งระบบ ให้ผลการทำงานที่ดี เป็นที่น่าพอใจ

4.5 เครื่องปั๊มน้ำ

4.5.1 การทดลอง



รูปที่ 4.5 เครื่องปั๊มน้ำ

4.5.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองเครื่องปั๊มน้ำ หลังจากการให้อาหารตามโปรแกรมที่กำหนดครบทั้ง 3 มื้อ เครื่องปั๊มน้ำก็จะทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำอัตโนมัติ จะมีเครื่องปั๊มน้ำเข้า 1 ตัวและเครื่องปั๊มน้ำอีกตัวก็จะทำการปล่อยน้ำออกมา ซึ่งจะมีการทำงานพร้อมๆ กัน การทดลองให้ผลเป็นที่น่าพอใจเป็นไปตามโปรแกรมที่กำหนด

บทที่ 5

บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 สรุป

ในการศึกษาการสร้างเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก เป็นแนวคิดที่จะศึกษาระบบที่ใช้ในงานเกษตรกรรม เพื่อพัฒนาจากการใช้แรงงานคนมาเป็นการใช้เครื่องจักรแทน เพื่อเป็นการประหยัดทรัพยากรบุคคล อีกทั้งมีความง่ายในการใช้งาน การสร้างโครงการนี้ต้องมีการศึกษารายละเอียดความเป็นไปได้ของโครงการ และจากการที่ได้ศึกษาการเลี้ยงปลาดุกในบ่อของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโครงการที่ทางกลุ่มจัดทำ รวมถึงการศึกษาโครงสร้างการออกแบบของโครงการ เพื่อศึกษาการทำงานของระบบต่างๆ ที่ต้องนำมาประยุกต์ใช้ในโครงการ

การสร้างโครงการนี้ได้แนวคิดมาจากการเลี้ยงปลาดุกในบ่อ ซึ่งการเลี้ยงนั้นควรจะให้อาหารปลาเป็นเวลาที่แน่นอน เพื่อการเจริญเติบโตตามที่ตลาดต้องการ ทางกลุ่มจึงได้นำมาดัดแปลง ออกแบบพัฒนางจร และ โครงสร้างเพื่อให้สามารถนำมาใช้งานได้จริง

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1) การออกแบบตัวโครงสร้างของเครื่อง ออกแบบใหญ่และสูงเกินไป โดยนำโครงสร้างของเครื่องคร่อมอ่างเลี้ยงปลา เพื่อให้อาหารไหลลงในอ่างโดยตรงทำให้โครงสร้างของเครื่องไม่แข็งแรง

แนวทางการแก้ไข ได้ออกแบบตัวโครงสร้างของเครื่องขึ้นมาใหม่ โดยย่อขนาดให้เล็กลง แล้วนำอ่างเลี้ยงปลาามาวางไว้ข้างหน้าตัวเครื่อง แล้วใช้รางเป็นตัวให้อาหารไหลจากตัวเครื่องลงสู่อ่างเลี้ยงปลาดุก

2) อุปกรณ์บางตัวหาซื้อได้ยากเพราะงานที่ทำเป็นงานเฉพาะด้าน

แนวทางการแก้ไข ใช้อุปกรณ์ทดแทนโดยมีคุณสมบัติการทำงานที่มีความคล้ายคลึงกัน

3) การใช้หลอดเซลล์ติดตั้งกับตัวโครงสร้างที่เป็นอะลูมิเนียม เมื่อเกิดการสั่นสะเทือนจะทำให้แรงที่กดทับตัวหลอดเซลล์ ซึ่งมีค่าๆ หนึ่งทำให้แรงกระทำที่ตัวหลอดเซลล์คลาดเคลื่อนได้

แนวทางการแก้ไข เปลี่ยนโครงสร้างตัวถังเป็นโครงเหล็กเพื่อความแข็งแรง หรือเปลี่ยนเป็นเซนเซอร์วัดระดับ โดยใช้หลักการ ตัวรับส่งอินฟราเรด

4) ในการวัดระดับโดยใช้หลักการเซนเซอร์อินฟราเรดจะค่อนข้างให้ค่าที่หยาบไม่ละเอียดมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ไข หากต้องการให้ค่าที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น ให้ทำการติดตั้งตัวเซนเซอร์ไว้หลายระดับ

5.3 แนวทางการพัฒนา

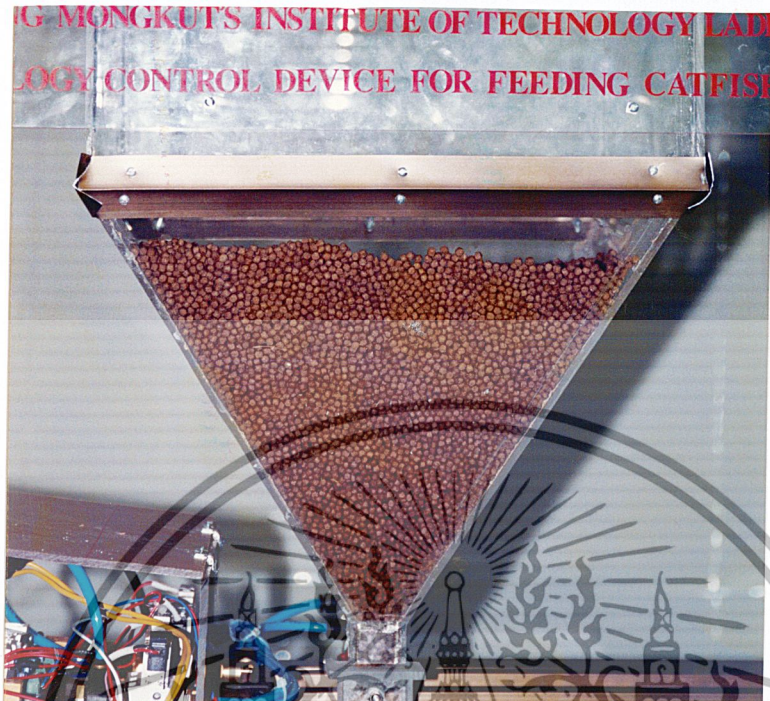
- 1) พัฒนาให้โรงงานสามารถใช้งานได้มากยิ่งขึ้น โดยการเลือกการให้อาหารปลาถูกในเวลาใดก็ได้โดยการกดเลือกที่ตัวไมโครเทอร์
- 2) พัฒนาตัวโครงสร้าง ตัวถังใส่อาหารและถังวัดระดับให้มีความแข็งแรง
- 3) พัฒนาโรงงานให้ใช้กับการให้อาหารปลาได้หลายชนิด และมีการทำงานได้หลายรูปแบบ



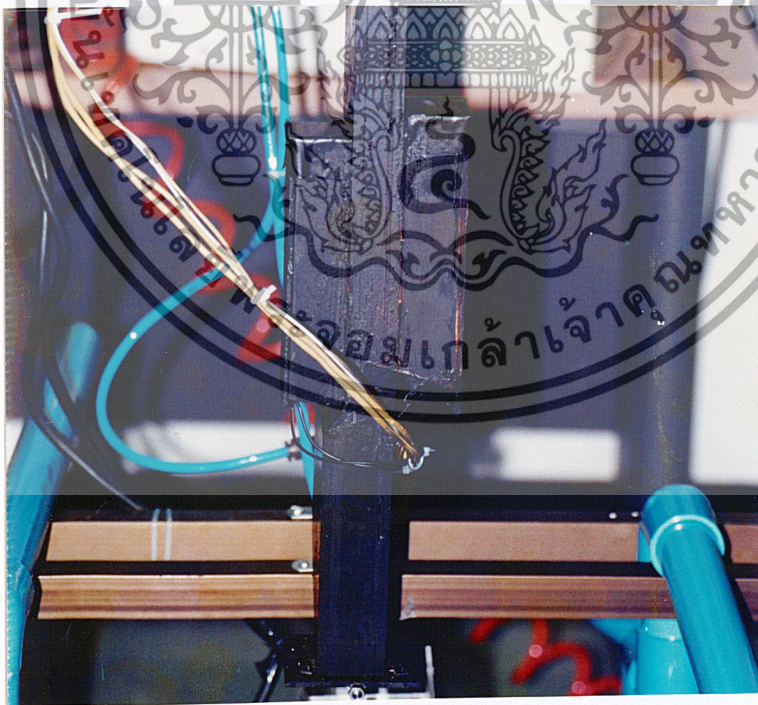
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

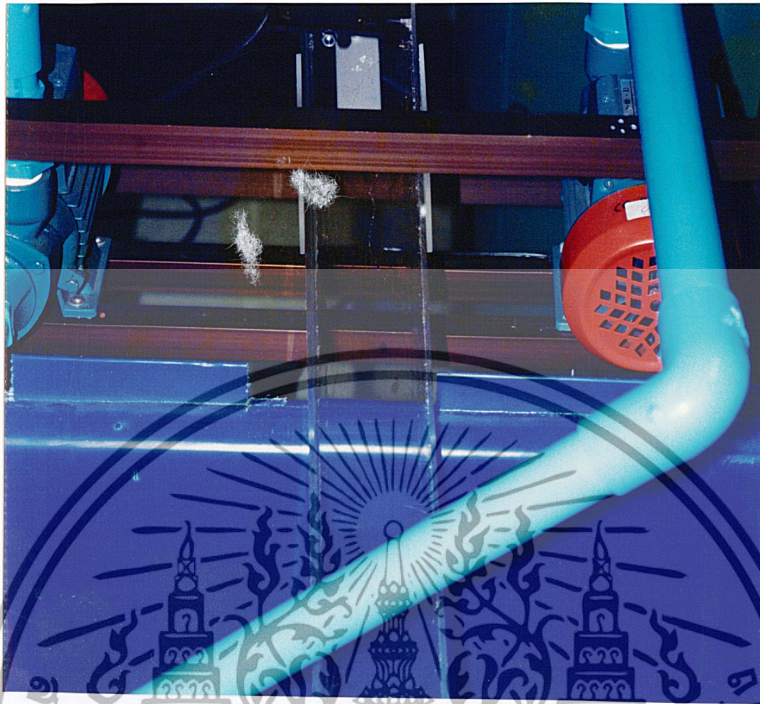


รูปที่ ก.1 ถังเก็บอาหาร



รูปที่ ก.2 ถังวัดระดับอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

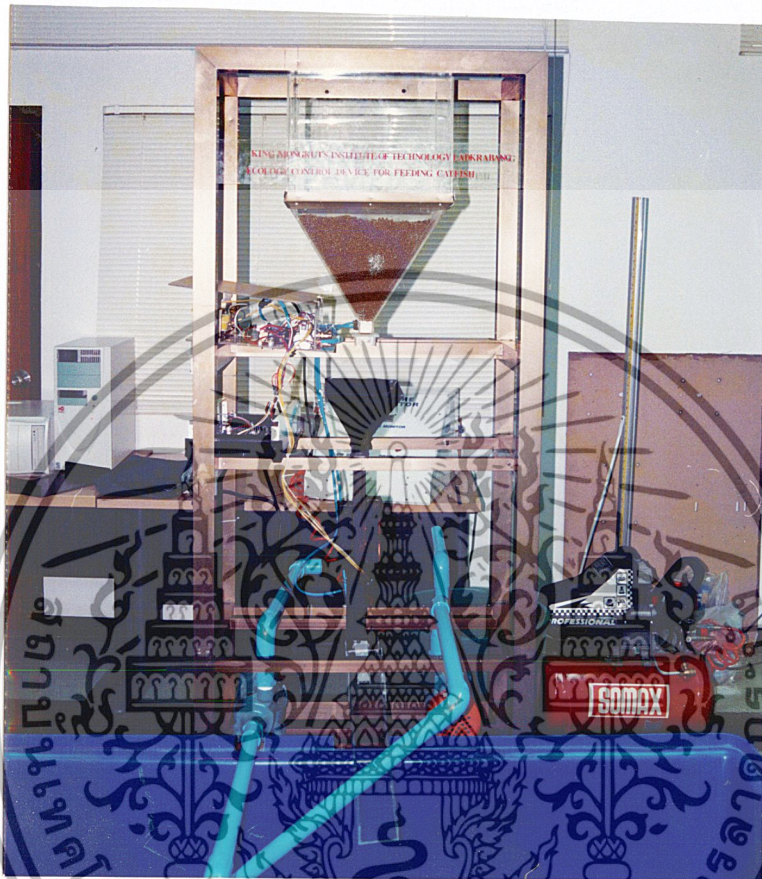


รูปที่ ก.3 วางปลั๊กอาหาร



รูปที่ ก.4 อ่างเลี้ยงปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

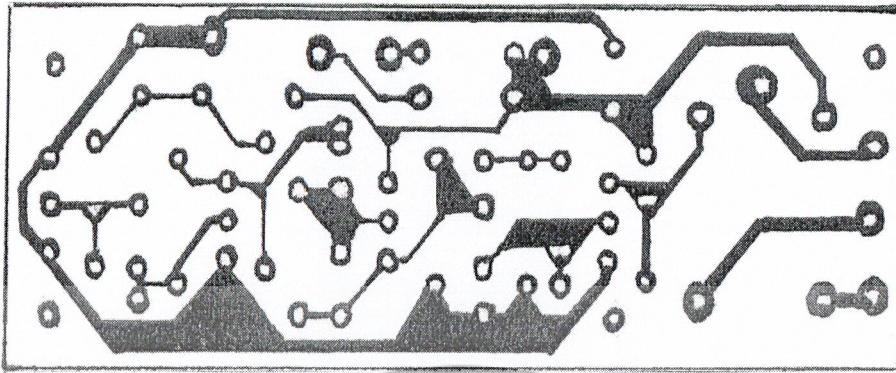


รูปที่ ค.5 เครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลา

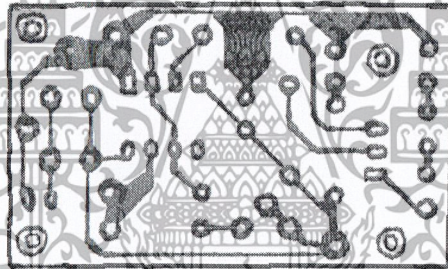
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



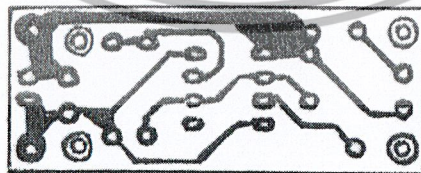
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 ภาครับสัญญาณอินฟราเรด

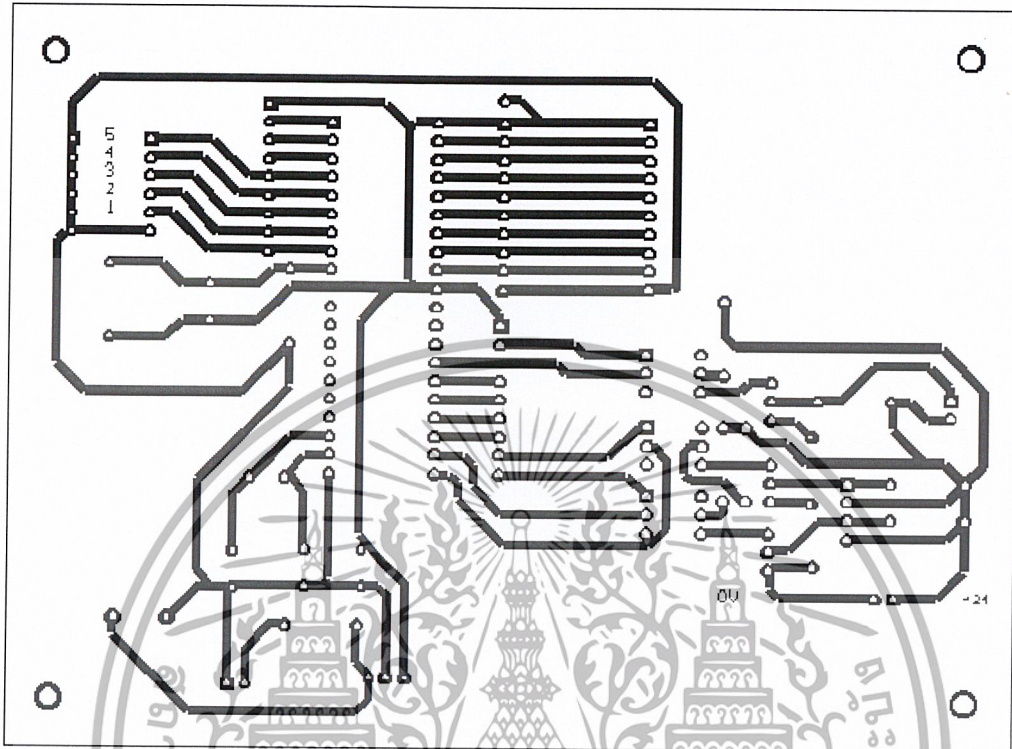


รูปที่ ข.2 ภาคล่งสัญญาณอินฟราเรดกำลังสูง



รูปที่ ข.3 ภาคล่งสัญญาณอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



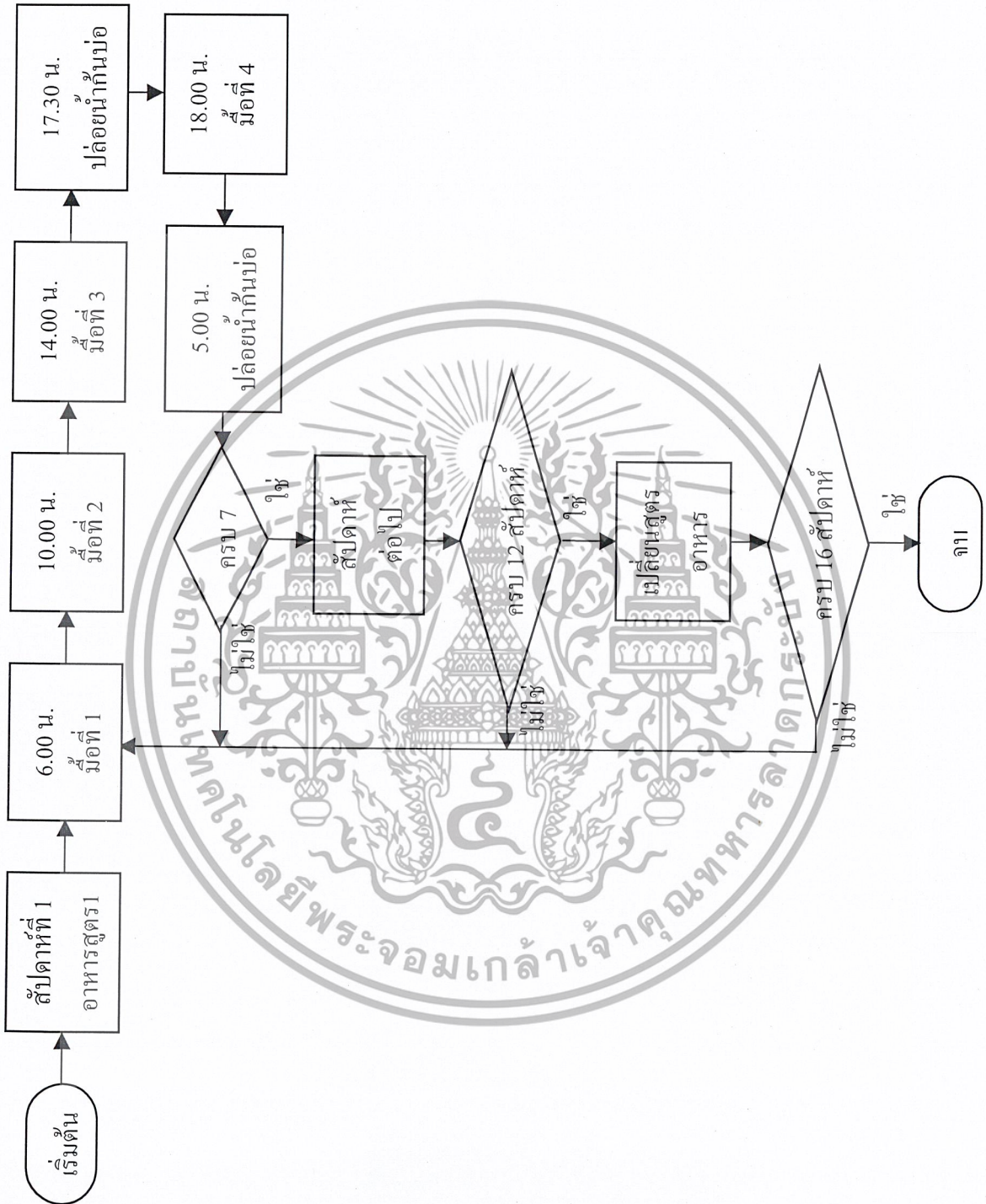
รูปที่ 4 ภาคควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ
รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 ผังการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORG 0000H

SJMP MAIN

MAIN: ACALL WEEK1

ACALL WEEK2

ACALL WEEK3

ACALL WEEK4

ACALL WEEK5

ACALL WEEK6

ACALL WEEK7

ACALL WEEK8

ACALL WEEK9

ACALL WEEK10

ACALL WEEK11

ACALL WEEK12

ACALL WEEK13

ACALL WEEK14

ACALL WEEK15

ACALL WEEK16

SJMP \$

WEEK1: SETB P2.6

SETB P2.0

SETB P2.1

MOV R7,#00H

L0: JB P1.4,JK

INC R7

JK: CJNE R7,#05H,OUT1

CLR P2.6

ACALL DELAY1

ACALL DELAY1

ACALL DELAY1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

SETB P2.6
RET
OUT1: ACALL OUT
      SJMP L0
;*****
WEEK2:      SETB P2.6
            SETB P2.0
            SETB P2.1
L01:  JB P1.4,JK1
      INC R7
JK1:  CJNE R7,#0AH,OUT2
      CLR P2.6
      ACALL DELAY1
      ACALL DELAY1
      ACALL DELAY1
      SETB P2.6
      RET
OUT2: ACALL OUT
      SJMP L01
;*****
WEEK3:      SETB P2.6
            SETB P2.0
            SETB P2.1
L02:  JB P1.4,JK2
      INC R7
JK2:  CJNE R7,#0FH,OUT3
      CLR P2.6
      ACALL DELAY1
      ACALL DELAY1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

ACALL DELAY1
SETB P2.6
RET
OUT3: ACALL OUT
SJMP L02

```

```

;*****

```

```

WEEK4:      SETB P2.6

```

```

      SETB P2.0
      SETB P2.1
L03:   JB P1.4,JK3
      INC R7
JK3:   CJNE R7,#14H,OUT4
      CLR P2.6
      ACALL DELAY1
      ACALL DELAY1
      ACALL DELAY1
      SETB P2.6
      RET
OUT4:  ACALL OUT
      SJMP L03

```

```

;*****

```

```

WEEK5:      SETB P2.6

```

```

      SETB P2.0
      SETB P2.1
L04:   JB P1.4,JK4
      INC R7
JK4:   CJNE R7,#19H,OUT5
      CLR P2.6
      ACALL DELAY1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

ACALL DELAY1
ACALL DELAY1
SETB P2.6
RET
OUT5: ACALL OUT
SJMP L04

```

```

;*****

```

```

WEEK6: SETB P2.6

```

```

SETB P2.0
SETB P2.1
L05: JB P1.4,JK5
INC R7
JK5: CJNE R7,#1EH,OUT6
CLR P2.6
ACALL DELAY1
ACALL DELAY1
ACALL DELAY1
SETB P2.6
RET
OUT6: ACALL OUT
SJMP L05

```

```

;*****

```

```

WEEK7: SETB P2.6

```

```

SETB P2.0
SETB P2.1
L06: JB P1.4,JK6
INC R7

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JK6: CJNE R7,#23H,OUT7

CLR P2.6

ACALL DELAY1

ACALL DELAY1

ACALL DELAY1

SETB P2.6

RET

OUT7: ACALL OUT

SJMP L06

WEEK8: SETB P2.6

SETB P2.0

SETB P2.1

L07: JB P1.4,JK7

INC R7

JK7: CJNE R7,#28H,OUT8

CLR P2.6

ACALL DELAY1

ACALL DELAY1

ACALL DELAY1

SETB P2.6

RET

OUT8: ACALL OUT

SJMP L07

WEEK9: SETB P2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

SETB P2.0
SETB P2.1
L08: JB P1.4,JK8
INC R7
JK8: CJNE R7,#2DH,OUT9
CLR P2.6
ACALL DELAY1
ACALL DELAY1
ACALL DELAY1
SETB P2.6
RET
OUT9: ACALL OUT
SJMP L08
;*****
WEEK10: SETB P2.6
SETB P2.0
SETB P2.1
L09: JB P1.4,JK9
INC R7
JK9: CJNE R7,#32H,OUT10
CLR P2.6
ACALL DELAY1
ACALL DELAY1
ACALL DELAY1
SETB P2.6
RET
OUT10: ACALL OUT
SJMP L09

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WEEK11: SETB P2.6

SETB P2.0

SETB P2.1

L10: JB P1.4,JK10

INC R7

JK10: CJNE R7,#37H,OUT11

CLR P2.6

ACALL DELAY1

ACALL DELAY1

ACALL DELAY1

SETB P2.6

RET

OUT11:ACALL OUT

SJMP L10

WEEK12: SETB P2.6

SETB P2.0

SETB P2.1

L11: JB P1.4,JK11

INC R7

JK11: CJNE R7,#3CH,OUT12

CLR P2.6

ACALL DELAY1

ACALL DELAY1

ACALL DELAY1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

SETB P2.6
RET
OUT12:ACALL OUT
SJMP L11
;*****
WEEK13: SETB P2.6
SETB P2.0
SETB P2.1
L12: JB P1.4,JK12
INC R7
JK12: CJNE R7,#41H,OUT13
CLR P2.6
ACALL DELAY1
ACALL DELAY1
ACALL DELAY1
SETB P2.6
RET
OUT13:ACALL OUT
SJMP L12
;*****
WEEK14: SETB P2.6
SETB P2.0
SETB P2.1
L13: JB P1.4,JK13
INC R7
JK13: CJNE R7,#46H,OUT14
CLR P2.6
ACALL DELAY1
ACALL DELAY1

```



```

ACALL DELAY1
SETB P2.6
RET
OUT14:ACALL OUT
SJMP L13

```

```

;*****

```

```

WEEK15: SETB P2.6

```

```

SETB P2.0
SETB P2.1
L14: JB P1.4,JK14
INC R7
JK14: CJNE R7,#4BH,OUT15
CLR P2.6
ACALL DELAY1
ACALL DELAY1
ACALL DELAY1
SETB P2.6
RET
OUT15:ACALL OUT
SJMP L14

```

```

;*****

```

```

WEEK16: SETB P2.6

```

```

SETB P2.0
SETB P2.1
L15: JB P1.4,JK15
INC R7
JK15: CJNE R7,#50H,OUT16
CLR P2.6
ACALL DELAY1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

ACALL DELAY1
ACALL DELAY1
SETB P2.6
RET
OUT16:ACALL OUT
SJMP L15
;*****
OUT: CLR P2.0 ;OUT SOLINOID1
JB P1.0,$ ;SENSOR LEVEL 1
SETB P2.0
ACALL DELAY1
CLR P2.1 ;OUT SOLINOID2
ACALL DELAY1
ACALL DELAY1
SETB P2.1
RET
;*****
DELAY1: ACALL DELAY
ACALL DELAY
RET
DELAY: MOV R0,#0FFH
DEL: MOV R1,#0FFH
DJNZ R1,$
DJNZ R0,DEL
RET
END

```

รูปที่ ค. 2 โปรแกรมการใช้งานเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

1) รายการอุปกรณ์ชุดรับอินฟราเรด

ทรานซิสเตอร์

เบอร์	จำนวน
BC546	1 ตัว
BC557	1 ตัว
BC337	1 ตัว

ไดโอด

เบอร์	จำนวน
1N4148	3 ตัว
1N4001	2 ตัว
IR.RX P1D1	1 ตัว

ตัวต้านทาน

เบอร์	จำนวน
22K Ω	1 ตัว
1.8M Ω	1 ตัว
6.8K Ω	1 ตัว
1K Ω	1 ตัว
1M Ω	1 ตัว
4.7K Ω	1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

เบอร์	จำนวน
1 ไมโครฟารัด/50โวลต์	1 ตัว
2.2 ไมโครฟารัด/16โวลต์	1 ตัว
0.022 ไมโครฟารัด/50โวลต์	1 ตัว
100 ไมโครฟารัด/16โวลต์	1 ตัว
0.01 ไมโครฟารัด/50โวลต์	1 ตัว
0.001 ไมโครฟารัด/50โวลต์	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RLA

เบอร์	จำนวน
12 V	1 ตัว

2) รายการอุปกรณ์ภาคส่งอินฟราเรด

IC

เบอร์	จำนวน
LM 555	2 ตัว

ทรานซิสเตอร์

เบอร์	จำนวน
BD139	2 ตัว

ตัวต้านทาน

เบอร์	จำนวน
470 Ω	1 ตัว
2.2K Ω	1 ตัว
180 Ω	1 ตัว
5.6 Ω	1 ตัว
3.9K Ω	1 ตัว
47K Ω	1 ตัว
68 Ω	1 ตัว

ตัวต้านทานปรับค่าได้

เบอร์	จำนวน
5K Ω	1 ตัว

ตัวเก็บประจุ

เบอร์	จำนวน
10 ไมโครฟารัด/16โวลต์	1 ตัว
0.047 ไมโครฟารัด/50โวลต์	1 ตัว
100 ไมโครฟารัด/16โวลต์	1 ตัว
4.7 ไมโครฟารัด/16โวลต์	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LED

เบอร์	จำนวน
5 mm.	1 ตัว

อินฟราเรด ไดโอด

เบอร์	จำนวน
IR.TX	4 ตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค

ผังการทำงานและโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

theben

TR 611^{top}

GB
TERMINA
1-channel 7 day timer


According to version
Preprogrammed
with the current time
and summer/ winter
norm time



Safety Information

The connection and installation of electrical appliances must be performed by a skilled electrician only. Any intervention into or modifications to the appliance shall lead to the lapse of all warranty rights. Comply with your national regulations and all relevant safety stipulations.

Overview per day of
the programmed
switching times
5 = Friday

Channel statuses
On / OFF

Service voltage OK
Two flashing dots

Power reserve mode:
Three flashing dots

Selection
e.g.: Auto, PROG, ...
Pulse, Cycle
Abort input

Display of special functions:

Permanent ON/OFF

Random program **active**

Holiday program **active**

Displayed only when summer/
winter time changeover is
activated

Summer time

Winter time

Current days of the week

1 = Monday, 2 = Tuesday, ...

The decision **Yes** confirms the
selection or programming

Decision **No** means continue

CE
Load
N
L1
L2

First contact

Selection of the national language
Initial operation

2. action

Activate the clock.

select the national language

By pressing the **+** or **-** key select your
national language.

Store your selection by pressing the **[OK]**
key.

1. info

The timer is delivered in so-called sleep mode.

To activate without a service voltage:

Briefly press the **Menu** key.

Activate with mains voltage:

According to version the timeswitch is already
pre-programmed with the actual time, the week-
day, and the changeover setting for Summer /
Winter time, the actual time and status display
appears after selection of the National language.
If the timer is not pre-programmed:

First select your National language and then
enter the actual date and time.

3. info

**For programming, viewing, amending or
deleting**

First of all read the text display.

Menu selection:

Select by pressing the **[MENU]** Prog key

Confirm by pressing **[OK]**.

By pressing the **+** key select the desired menu.

e.g. New, View, Amend or Delete.

Confirm your selection by pressing **[OK]**.

Set or change: by pressing **+** or **-**.

Store by pressing **[OK]**.

To display the switching times:

In the menu View, press the **[OK]** key several times.

info

In emergency situations only: Should you press **RESET** on the timer, all
stored data will be deleted. However, the timer will then still display the language
last selected and the summer/ winter norm time changeover last selected. Press the
RES key with a pointed object for approx. 1 second.


ENGLISH
ITALIANO
ESPAÑOL
NL
PORTUGAL

According to version

According to version

[OK]
OK

The decision **Yes**, confirms the
selection or programming.

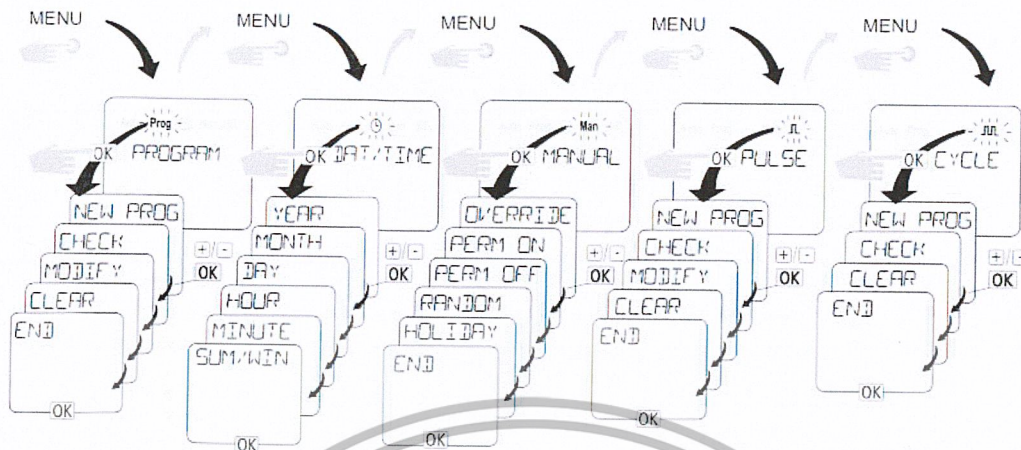
+

The decision **No**, means
continue.

-

Set or amend by pressing the
+ or **-** keys.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Technical data

TR 611 0 xxx 230V~ +/- 10% 50-60 Hz 240V~ +/- 14% 50-60 Hz	min. -10° C to max. +50° C	Lithium, ap. 4 years power reserve	Degree of protection IP EN 60780 IP 20 EN 60529	16/10A 250 V~ min. 100 mA 24V AC/DC	2300W 2300W 1000 W	9 x 7 W 7 x 11 W 7 x 15 W 7 x 20 W 7 x 23 W
TR 611 1 xxx 120V~ +/- 13% 50-60 Hz	Type 1 BSTU IEC/EN 60730-2-7	42 memory locations	4650	2300W 1000 W	400 W (42) F	

info

Formation of day groups

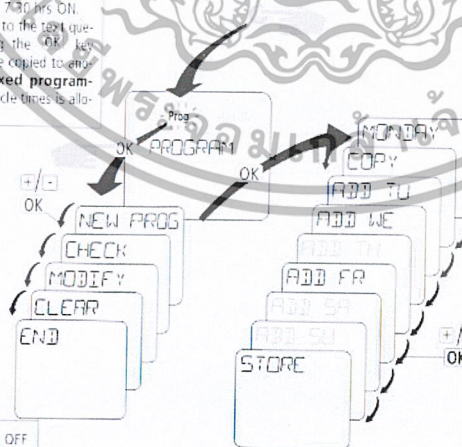
If the same switching times are active on several days of the week, they occupy just **one** memory location. 42 memory locations are available, e.g. Monday - Friday 7:30 hrs ON.

Group formation: In answer to the text question Copy, decide by pressing the OK key that the day program should be copied to another day of the week. The **Mixed programming** of switching, pulse and cycle times is allowed.

Programming the switching time

Switching times for lighting systems, machines, ventilation systems, alarm systems etc.

MENU



info

When programming an ON and OFF switching time, e.g. 9 AM, a switch-off at 9 AM always has priority.

Program review:

Following programming the timer makes a program review back to midnight and then sets the correct switching status.



action

Example switching on the lighting of a sports hall on Mon., Tues., Thurs., Fri. from 7:30h until 12h.

Programming example:

Select **Prog** by pressing the MENU key.
Store your selection by pressing the OK key.
Select **New** by pressing the + or - key.
Store your selection by pressing the OK key.
Select ON or OFF by pressing + or - key.
Store your selection by pressing OK.
Set the hours and minutes by pressing the + or - key.
Store selection by pressing OK.

To store one day of the week only:

Select weekday by pressing + or - key.
Select store by pressing + or - key.
Store by pressing OK.

To copy to other days of the week:

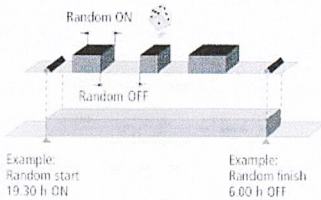
Store **copy** by pressing OK.
Select weekday by pressing + or - key.
Store by pressing OK.
To leave out a day of the week, skip by pressing the - key.
Finally select the **store** display by pressing + or - key.
Store your selection by pressing OK.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

info

Effect of the random program:
The random program causes the timer to switch between programmed pairs of switches (ON and OFF). The random on or off times range between approx. 10 mins. and 120 min. The random time always begins with OFF.

Symbol  flashes when the random program is effective.



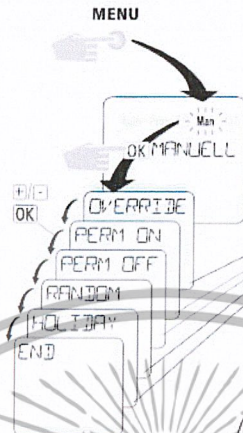
Effect of the holiday program: The holiday program has the effect that the timer does **not** switch on the connected consumer unit between the programmed start and finish (stipulation of year, month, day). **Start** and **finish** of the program is always **mid-night** on the day that is programmed.
Example: 25.3. national holiday.
Programming: start 25.3. finish 25.3.

If the holiday program is active, the corresponding channel and holiday symbol  are displayed flashing on the automatic menu.

Permanent ON or OFF random or holiday program

action

Read the text display first of all
In the menu **Man**, select by pressing the  or  key the function manual, permanent, random or holiday.
Confirm your selection by pressing the **OK** key.
To cancel a function:
Select the function clear.
Store your selection by pressing **OK**.



Via the automatic menu **AUTO** only

Press the two keys for approx. 1 s

Press both keys for approx. 2 s

Manual preselection:
Press keys simultaneously **Channel C1** switches automatically ON or OFF.
Symbol  appears.
Manual preselection is corrected again by the stored program.

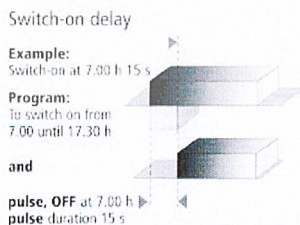
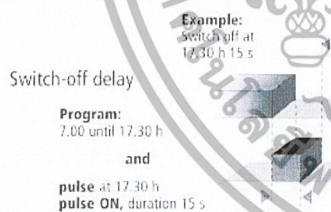
Permanent
On
OFF

Cancellation of manual preselection/ permanent switching: Briefly press the keys shown above.

info

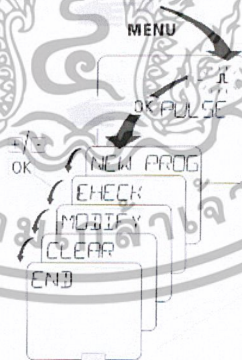
Effect of the pulse program:
The pulse time can be set within the range 1 to 59 seconds.

Symbol  flashes as long as the pulse program is active.



Pulse program

e.g. for breaktime signals, ventilation systems, flushing systems, ball controls etc.



action

Always read the text display first of all. You will be provided with programming help. Confirm your selection by pressing the **OK** key.

info

Viewing the pulse times
Only possible in the menu **PULSE**

Day group formation

If the same pulse switching times are effective on several days of the week, they occupy one pulse memory location only, e.g.: Mon., Tues., Wed., Fri., pulse time 7.30 h. **32** memory locations are available for pulse programming.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

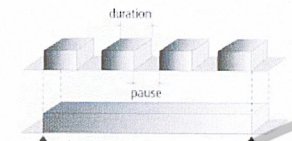
info

Effect of the cycle program:

The clocking and pause times can be set separately. The settable times are max. 99 minutes and 59 seconds. The cycle program has the effect that between two programmed times, day of week start and day of week finish, the cycle program is active. The cycle program always begins with a switch on.

16 memory locations are available to you.

The symbol  flashes when the cycle program is active.



Example cycle start:

Monday 7.30 h ON

Example cycle finish:

Friday 16.30 h OFF

info

Viewing the cycle times:

Possible in the menu Cycle only!

N.B.: If two cycle times are programmed in which the start and finish times overlap, it is always the cycle time that starts first that is executed.

Example: Cycle time 1, programmed from Mon to Thu
Cycle time 2, programmed from Tue to Fri
Only cycle time 1 is effective, cycle time 2 is not accepted.

Cycle program

Cyclically recurring time functions within the scope of a timer, e.g.: slow flashing indicator, water treatment, advertisement lighting

Brightness variations at lighting installations may arise in the cycling mode. In this case actions to reduce these effects have to be taken (for example reduction of the load or extension of the cycle time). More than five switching operations per minute are not admissible without additional EMC interference measures.

action

Select by pressing the **MENU** key **Cycle**.

Store your selection by pressing the **OK** key.

Set cycle **start** by pressing the keys **+** or **-**.

Store your selection by pressing the **OK** key.

Set cycle **duration** (Min./sec.) by pressing the keys **+** or **-**.

Store your selection by pressing the **OK** key.

Set cycle **pause** (Min./sec.) by pressing the keys **+** or **-**.

Store your selection by pressing the **OK** key.

Set cycle **finish** by pressing the keys **+** or **-**.

Store your selection by pressing the **OK** key.

Setting/ correcting the date and time summer/winter time

info

Automatic summer/winter time correction

According to version the timer is pre-programmed by works complete with the change-over. Should you switch off the automatic facility or wish to alter it, first of all read the text display.

Select by pressing **+** or **-**.

action

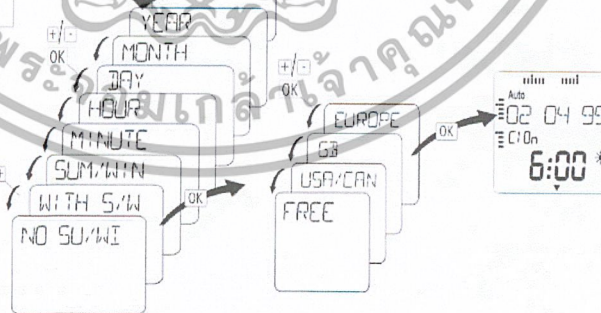
Read the text display first of all.

Select by pressing the **+** key or **-** key.

Store by pressing the **OK** key.

info

Free Prog to select sum/win change over other than EUR-GB-USA. Select sum/win, and after with sum/win. Store with **OK**. Select rule **FREE** with buttons **+** or **-**. Input month and weeks for sum/win. Store with **OK**. E.g. Month = March Week 4 = fourth week Note: In sum/win free Prog the time change is set automatically at sunday 2 AM. Time change is not available.



TIMEGUARD LTD, Victory Park, 400 Edgware Road London NW2 6ND
Tel: 0181/4508944; Fax: 0181/4525143

PETER WARBURTON PTY. LIMITED, 64 Britannia Road, Castle Hill
NSW 2154, Australia, Tel.: (02) 9899 2908, Fax: (02) 9899 4486

theben

TR 611^{top}

F
TERMINA

 Horloge hebdomadaire
1 canaux


selon version
Pré-programmée
mise à l'heure juste et
avec la date de
changement heure
d'été/hiver en vigueur



Sécurité

Le raccordement et le montage des appareils électriques doivent être confiés à un professionnel exclusivement. Des interventions et modifications de l'appareil entraînent la perte de tout droit à la garantie. Respectez les prescriptions nationales et les dispositions de sécurité en vigueur.

1.

info

L'horloge est livrée dans le mode repos.
Activer sans tension d'alimentation:
Appuyez brièvement sur la touche **MENU**.
Activer avec tension d'alimentation:
Si l'horloge est déjà préprogrammée avec l'heure juste, le jour et la date de changement heure d'été/hiver en vigueur, l'heure juste et l'état de programme apparaissent après le choix de la langue.
Lorsque l'horloge n'est pas préprogrammée:
Choisissez d'abord votre langue et programmez alors la date et l'heure juste.

3.

info

Programmer, vérifier, modifier ou effacer:
Lisez toujours d'abord le message affiché.
Choix du menu: choisissez **Prog** avec la touche **MENU**.
Confirmez avec **OK**.
Choisissez le sous-menu désiré avec la touche **+** ou **-**.
Par ex.: **CREER**, **VERIFIER**, **MODIFIER** ou **EFFACER**.
Confirmez votre choix avec la touche **OK**.
Régler ou modifier: avec **+** ou **-**.
Memorisez avec la touche **OK**.
Afficher les moments de commutation:
Appuyez plusieurs fois sur la touche **OK** dans le menu **VERIFIER**.

info

Seulement en cas de nécessité: Si vous devez effectuer un **RESET** de l'horloge, vous effacez toutes les données mémorisées. Cependant, après un **RESET**, l'horloge retient la dernière langue choisie et la dernière règle de commutation heure d'été/hiver programmée. Appuyez sur la touche **RES** avec un objet pointu pendant environ 1 s.

Aperçu des moments de commutation programmés pour le jour visualisé
5 = vendredi

Etats des canaux
Affichage = On enclenché
Affichage = OFF déclenché

Tension d'alimentation
OK: 2 points clignotent.
Fonctionnement sur la réserve de marche
3 points clignotent

Choix de la fonction
par ex.: Auto, Prog, ...
impulsion, programme cyclique, interruption de la programmation

Affichage des fonctions particulières:

Permanent ON/OFF
Programme aléatoire **actif**
Programme vacances **actif**

Affichage seulement lorsque la commutation heure d'été/hiver est activée
Heure d'été
Heure d'hiver

Jour de semaine
1 = lundi, 2 = mardi...

Décision **oui**, confirmation du choix ou de la programmation

Décision **non**, poursuite

Le premier contact

Choix de la langue
Première mise en service

2.

action

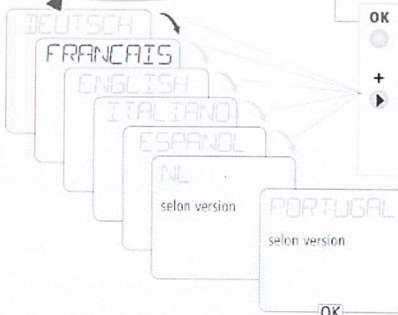
Activation de l'horloge

Choix de la langue

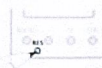
Choisissez votre langue avec la touche **+** ou **-**.
Memorisez avec la touche **OK**.
Vous pouvez maintenant commencer la programmation. Avec la touche **MENU** vous accédez aux modes **PROGRAMMER** et **VERIFIER**. Le message affiché vous demande de prendre une décision.

OK décision **oui**, confirmation du choix ou de la programmation.

+ décision **non**, poursuite du réglage ou de la modification avec les touches **+** ou **-**.



OK

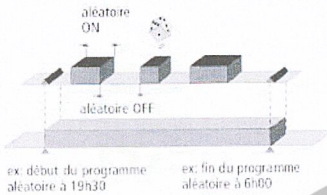


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Permanent ON ou OFF, Programme aléatoire ou vacances

Action du programme aléatoire:
L'horloge commute dans l'intervalle programmé (ON, OFF). Les durées d'enclenchement ou déclenchement aléatoires varient entre 10 min. et 120 min. La période de commutation aléatoire commence toujours par OFF.

Le symbole  clignote quand le programme aléatoire est actif.



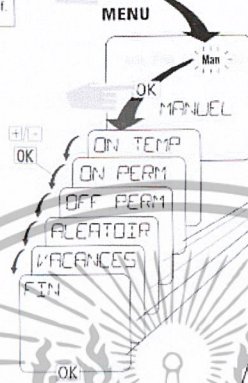
Action du programme vacances:

L'horloge n'enclenche pas l'utilisateur branché pendant la période programmée (début et fin du programme exprimés en année, mois, jour). Le **début** et la **fin** du programme coïncide toujours avec **minuit** du jour programmé. Ex.: congé le 25.03.
Programmation: début 25.03, fin 25.03.

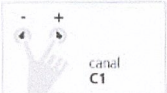
Si le programme vacances est actif, en mode automatique, le canal concerné et le symbole vacances sont affichés en clignotant.

action

Lisez d'abord le message affiché
Dans le menu Manuel, choisissez avec la touche  ou  la fonction On TEMPoraire, On PERManent, OFF PERManent, ALÉATOIRE ou VACANCES. Confirmez votre choix avec la touche **Suppression de fonctions:** Choisissez la fonction EFFACER. Mémoirisez avec la touche **OK**.



seulement en mode automatique



Dérégulation manuelle:
Appuyez simultanément sur les touches **canal 1** comme **ON**, **OFF** alternativement. Le symbole  apparaît. La dérégulation manuelle sera supprimée lors de la prochaine commutation, selon le programme mémorisé.

Permanent
On 
Off 

Appuyez sur les 2 touches pendant env. 1 s.

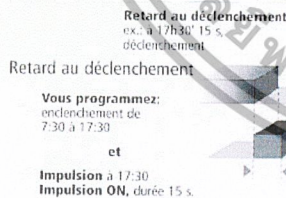
Appuyez sur les 2 touches pendant env. 2 s.

Suppression de la dérégulation manuelle ou permanente
Appuyez brièvement sur les touches indiquées ci-dessus.

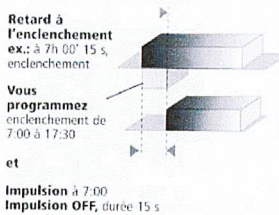
info

Action du programme impulsions:
La durée d'impulsion peut être réglée dans la plage de 1 à 59 s.

Le symbole  clignote tant que le programme impulsions est actif.



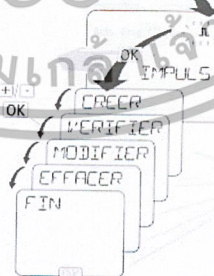
Retard à l'enclenchement



Programme impulsions

Ex. pour signal de pause, ventilations, rinçages, commande de cloches, etc...

MENU



action

Lisez toujours d'abord les messages affichés. Vous bénéficiez d'une aide à la programmation. Confirmez votre choix avec la touche **OK**.

info

Vérifier les temps d'impulsions
possible uniquement dans le menu IMPULSIONS
Formation de blocs de jours
Des moments d'impulsion identiques qui agissent sur plusieurs jours de la semaine n'occupent qu'un pas de programme impulsion. Ex.: lun, mar, mer, ven, impulsion à 7:30. L'horloge dispose de 32 pas de programme pour la programmation d'impulsions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

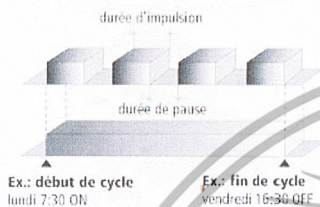
info

Action du programme cyclique:

Des moments d'enclenchement et de pause peuvent être programmés séparément. Les durées programmables sont de maxi 99 min 59s.

Le programme cyclique est actif entre 2 moments et 2 jours de semaine programmés. Le programme cyclique commence toujours avec un enclenchement. La programmation cyclique n'est possible **que dans le canal 1**. L'horloge dispose de **16 pas de mémoire**.

Le symbole  clignote lorsque le programme cyclique est actif.



info

Interrogation des temps de cycles: seulement possible dans le menu CYCLE.

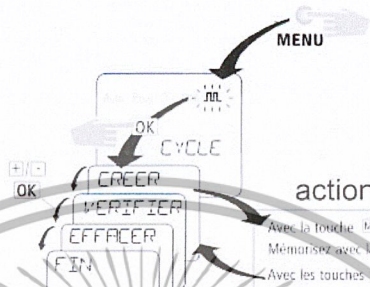
Remarque: si l'on programme 2 durées de cycle dont les début et fin se chevauchent, l'horloge exécute le cycle qui commence le premier.

Exemple: temps de cycle 1: programme du lundi au jeudi
temps de cycle 2: programme du mardi au vendredi
Seul le temps de cycle 1 est pris en considération pas le cycle 2.

Programme cyclique

Fonctions horaires revenant cycliquement comme par ex. clignoteur lent, préparation d'eau, éclairage d'enseignes publicitaires

L'utilisation du programme cyclique peut provoquer des variations de luminosité dans les systèmes d'éclairage. Dans ce cas, des mesures peuvent être prises afin d'éliminer ou de réduire ces effets indésirables (par exemple: Diminution de la charge commutée ou rallongement de la période entre deux commutations). Pour des raisons de compatibilité électromagnétique, il est interdit d'effectuer des cycles de plus de 5 commutations à la minute sans mesures de déparasitage adéquates.



action

- Avec la touche **MENU**, choisissez le menu **CYCLE**.
Mémorisez avec la touche **(OK)**.
- Avec les touches **+ ou -**, choisissez **CREER**.
Avec les touches **+ ou -**, réglez le **début** du cycle.
Mémorisez avec la touche **(OK)**.
- Avec les touches **+ ou -**, réglez la **durée d'impulsion**.
Mémorisez avec la touche **(OK)**.
- Avec les touches **+ ou -**, réglez la **durée de pause**.
Mémorisez avec la touche **(OK)**.
- Avec les touches **+ ou -**, réglez la **fin** du cycle.
Mémorisez avec la touche **(OK)**.



ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

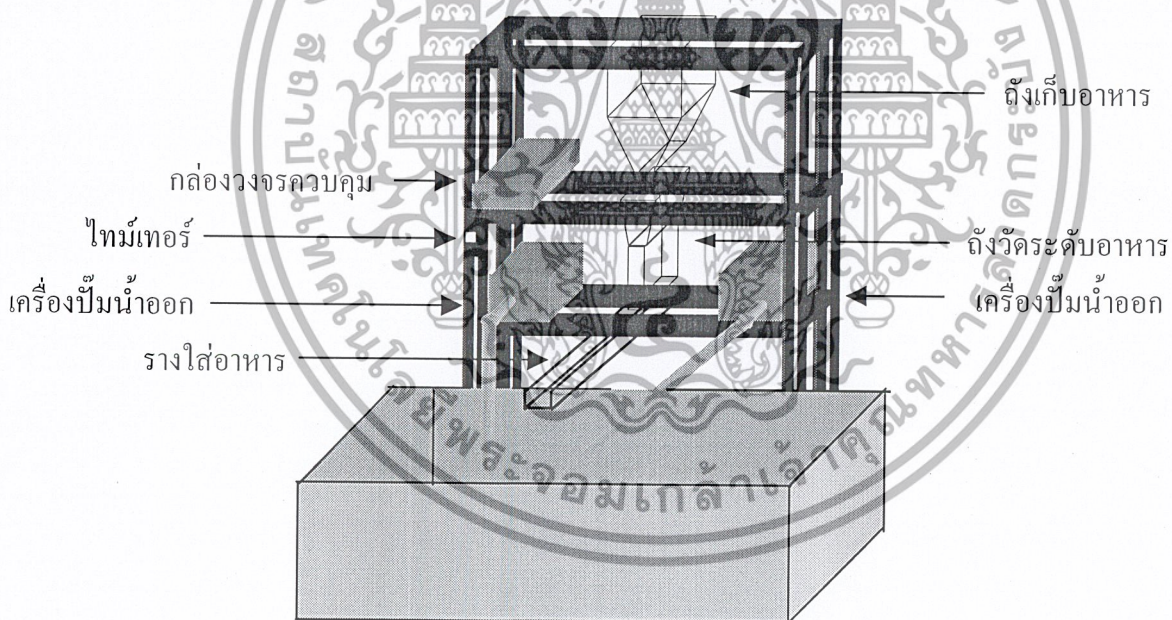
เครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก

Ecology Control Device For Feeding Catfish

1. กล่าวนำ

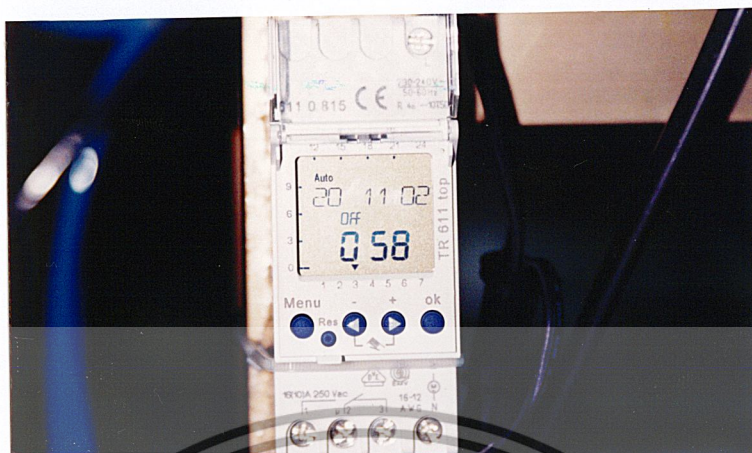
คู่มือนี้ได้นำเสนอการใช้งานและวิธีควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติของเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และไทม์เทอร์เป็นหัวใจหลักของการทำงานทั้งระบบและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานจริงได้

2. คู่มือการทำงานของเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก



รูปที่ ๑.1 รายละเอียดของเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาดุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.2 ไทม์เทอร์

3. วิธีการทำงานของตัวไทม์เทอร์ควบคุมเครื่องควบคุมระบบนิเวศในการเลี้ยงปลาอุก ลำดับขั้นตอนการทำงาน

- 1) เสียบปลั๊กไฟ เข้ากับ ไฟกระแสสลับ 220 โวลต์
- 2) ทำการตั้งเวลาใช้งานจากตัวไทม์เทอร์โดย กดปุ่ม Reset
- 3) เลือกภาษาโดยกดปุ่ม เลื่อนขึ้น เลื่อนลง มือเลื่อนได้แล้วกดปุ่ม OK
- 4) แล้วทำการเลือก ปี เดือน วัน ชั่วโมง นาที กดปุ่ม OK
- 5) เมื่อตั้งเวลาเสร็จแล้ว ไปที่ปุ่ม Menu เพื่อเลือกฟังก์ชันการทำงานเลือกแบบ Output แบบ Pulse แล้วกด OK
- 6) จากนั้นเป็นการเลือกแบบ New Program กด OK
- 7) เครื่องจะแสดงสถานะของหน่วยความจำ 32 ค่า แล้วกด OK
- 8) ตั้งค่าเลือกที่ Puls Sec ในที่นี้ให้เลือก 1 วินาที กด OK
- 9) เครื่องจะถามเวลาสถานะของค่าแรก(เวลาของอาหารมื้อแรก) เลือกชั่วโมงและนาที กด OK
- 10) ก็ทำการ Copy ค่าที่ตั้งไว้ในวันต่อไปคือ Copy ทุกวัน ก็จะถือว่าเป็นการเสร็จสิ้นการตั้งค่า
ในกระบวนการแรกของทุกวัน
- 11) เครื่องจะถามถึงการตั้งค่า กระบวนการต่อไป ให้เริ่มทำตามขั้นตอนตั้งแต่ข้อที่ 6 ลงมา
เพียงแต่เปลี่ยนเวลาในกระบวนการนั้นๆ
- 12) ตั้งเวลาทั้งหมด 5 ครั้ง คือ สี่ครั้งแรกเป็นการตั้งเวลามื้ออาหาร ครั้งที่ 5 จะเป็นการเปลี่ยน
ถ่ายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13) เมื่อต้องการเริ่มต้นการทำงานใหม่ให้ทำการกดปุ่ม Reset แล้วเริ่มการตั้งเวลาตั้งแต่ขั้นแรก

4. ข้อควรระวัง

- 1) ระวังอย่าให้น้ำกระเด็นเข้าแผงวงจร ซึ่งอาจทำให้เกิดการลัดวงจรได้
- 2) การต่อสายตามจุดต่างๆควรต่อให้แน่นหนาเพื่อป้องกันการหลุดขณะปั้มน้ำทำงาน
- 3) ควรที่จะยึดโครงสร้างเครื่อง เพื่อป้องกันการล้ม
- 4) การตรวจสอบเครื่องควรรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ไชยา อัยสุนเนิน. การเลี้ยงปลาในบ่อคอนกรีตกลม. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี: สำนักพิมพ์
ฐานเกษตรกรรม. 2543

พรจิต ประทุมสุวรรณ. เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์. 2537

สมศักดิ์ กิริติวุฒิสรรยฐ์. หลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 15. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์ ศ.ศ.ท. 2543

สธนะ กองกุลศิริ. เครื่องวัดอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เอมพันธ์จำกัด. 2540



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายณัฐภูมิ อะทะยศ
วันเดือนปีเกิด	3 กรกฎาคม พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดน่าน
ภูมิลำเนาเดิม	59 หมู่ 2 ตำบลกลางเวียง อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน 55110
ที่อยู่ปัจจุบัน	59 หมู่ 2 ตำบลกลางเวียง อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน 55110
โทรศัพท์	-
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 45 จังหวัดน่าน
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสา จังหวัดน่าน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคน่าน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคน่าน
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายสิทธิศักดิ์ แก้วธนกุล
วันเดือนปีเกิด	15 เมษายน พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดสระบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	41 หมู่ 11 ตำบลคชสิทธิ์ อำเภอนองแคะ จังหวัดสระบุรี 18250
ที่อยู่ปัจจุบัน	41 หมู่ 11 ตำบลคชสิทธิ์ อำเภอนองแคะ จังหวัดสระบุรี 18250
โทรศัพท์	-
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสัย จังหวัดสระบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนคชสิทธิ์กิตติคุณวิทยาลัย จังหวัด สระบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีกว่าวันก่อน อนาคตจะดีตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นางสาวศิริลักษณ์ นวลศรี
วันเดือนปีเกิด	1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดชุมพร
ภูมิลำเนาเดิม	78 หมู่ 1 ตำบลพระรักษ์ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร 86180
ที่อยู่ปัจจุบัน	424/44 ตำบลปากเพรียว อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี 18000
โทรศัพท์	-
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลสระบุรี จังหวัดสระบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสระบุรีวิทยาคม จังหวัดสระบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้