อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ

AUTOMATIC FOOD FEEDING MACHINE

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน - 5 มิ.ย. 2560
เลขทะเบียน 19196685
เลขเรียกหนังสือ

นายพงศ์เพชร อินวกูล รหัส 54363996
นายวีกฤช หมีทอง รหัส 54364160
นายอนุวัติ เล้าเจริญ รหัส 54364382

ฝร
พ 133 ค
2557

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2557

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ

ผู้ดำเนินโครงงาน นายพงศ์เพชร อินวกูล รหัส 54363996

นายวีกฤช หมีทอง รหัส 54364160

นายอนุวัติ เล้าเจริญ รหัส 54364382

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร. สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2557

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ดร. สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายพงศ์เพชร	อินวกูล	รหัส 54363996
	นายวีกฤช	หมีทอง	รหัส 54364160
	นายอนุวัติ	เล้าเจริญ	รหัส 54364382
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร. สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์		
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2557		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องให้อาหารสัตว์เพื่อสามารถให้อาหารสัตว์อัตโนมัติได้ โดยเครื่องให้อาหารสัตว์สามารถกำหนดปริมาณอาหารและระบบจะทำการให้อาหารอัตโนมัติ โดยส่วนประมวลผลและส่วนควบคุมการทำงานของระบบใช้แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัตินี้ ได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบปริมาณน้ำหนักที่วัดโดยโหลดเซลล์กับค่าจริงปริมาณน้ำหนักที่ตั้งไว้ ได้ผลที่ยอมรับได้ที่ 10 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัตินี้ยังสามารถถูกนำไปเป็นเครื่องต้นแบบในการพัฒนาเครื่องให้อาหารสัตว์กับสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นได้

Project title	Automatic Food Feeding Machine	
Name	Mr. Pongpet Invakul	ID. 54363996
	Mr. Weekit Meethong	ID. 54364160
	Mr. Anuwat Laochalearn	ID. 54364382
Project advisor	Mr. Sarawut Wattanawongpitak, Ph.D.	
Major	Electrical Engineering	
Department	Electrical and Computer Engineering	
Academic year	2014	

Abstract

This thesis presents a food automatic feeding machine prototype. The machine can be assigned for food quantity and it can feed automatically. A microcontroller Arduino is used for processing and controlling the whole system. The efficiency was tested by comparing between the assigned food quantity and weighted value from load cell. The errors are acceptable with approximately 10 percent. Furthermore, the food automatic feeding machine can be a prototype to develop a bigger size of feeding machine.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ ซึ่งจะไม่มีทางสำเร็จไปได้ถ้าไม่ได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ ดร. สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ให้ความรู้ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือแก่คณะผู้จัดทำเป็นอย่างดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆตลอดระยะเวลาของการศึกษาเล่าเรียน ซึ่งเป็นความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการทำโครงงานนี้และยังสามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต

ขอขอบคุณนาย กวิน นารินทร์ ที่อนุญาตให้นำแมวมาใช้ในการทดลอง ทำให้การทดลองโครงงานนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

และที่สำคัญที่สุดขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้เลี้ยงดูและอบรมสั่งสอนแก่คณะผู้จัดทำจนทำให้คณะผู้จัดทำทุกคนมีวันนี้ได้ ซึ่งเป็นพระคุณอันหาที่เปรียบไม่ได้

ท้ายนี้คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายพงศ์เพชร อินวกูล
นายวีกฤช หมีทอง
นายอนุวัติ เล้าเจริญ

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน 3
1.6 งบประมาณ 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 4
2.2 มอเตอร์กระแสตรง 7
2.2.1 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 7
2.2.2 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง 9
2.2.3 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 10
2.3 รีเลย์ 12
2.3.1 โครงสร้างของรีเลย์ 13
2.3.2 หลักการทำงานของรีเลย์ 13
2.3.3 ขาของรีเลย์จะประกอบไปด้วยตำแหน่งต่างๆดังนี้ 14
2.3.4 ข้อคำนึงถึงในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป 14
2.4 แผงวงจรแปลงระดับแรงดัน 15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 จอแสดงผลแอลซีดี 18
2.5.1 โครงสร้างทั่วไปของแอลซีดี 19
2.5.2 การต่อจอแสดงผลแอลซีดี 20
2.6 แผงวงจร I2C 20
2.6.1 การรับ-ส่งข้อมูล I2C บัส 21
2.6.2 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ กับจอแอลซีดี (I2C) 21
2.7 โหลดเซลล์ 22
2.8 แผงวงจรโมดูลขยายสัญญาณ 23
2.9 แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ 24
2.10 หม้อแปลงไฟฟ้า 26
2.11 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ 30
2.12 อะแดปเตอร์ 33

บทที่ 3 การออกแบบสร้างเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ 34
3.1 การออกแบบโครงสร้างทางกล 34
3.2 การออกแบบโครงสร้างทางไฟฟ้า 36
3.2.1 ตำแหน่งการติดตั้งแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์และจอแสดงผล 36
3.2.2 ทดสอบชุดควบคุมของแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ 36
3.3 การออกแบบระบบการทำงาน 37
3.3.1 ภาครับข้อมูล 38
3.3.2 ภาคประมวลผล 38
3.3.3 ภาคแปลงสัญญาณ 39
3.3.4 ภาคแสดงผล 39
3.3.5 ภาคขับมอเตอร์ 39
3.3.6 ภาคแหล่งจ่ายไฟ 40

บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดลอง 45
4.1 การทดสอบความแม่นยำในการวัดค่าน้ำหนักของโหลดเซลล์ 45

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 การทดลองเปรียบเทียบน้ำหนักอาหารที่กำหนด กับน้ำหนักอาหารที่เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติทำการให้ 47
4.3 การทดลองติดตามพฤติกรรมการกินอาหารของแมว 48

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 52
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 52
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 53
5.3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนา 53

เอกสารอ้างอิง 55

ภาคผนวก ก รายละเอียดข้อมูลของ Arduino UNO 56
ภาคผนวก ข รายละเอียดข้อมูลของจอแสดงผลแอลซีดี 63
ภาคผนวก ค รายละเอียดข้อมูลของโหลดเซลล์ 66
ภาคผนวก ง รายละเอียดข้อมูลของ PCF8574 68
ภาคผนวก จ รายละเอียดข้อมูลของ hx711 77

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 82

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตำแหน่งขาต่างๆของจอแสดงผลแอลซีดี 19
4.1 ผลการทดสอบความแม่นยำในการวัดค่าน้ำหนักของโหลดเซลล์ 46
4.2 ผลการทดลองเปรียบเทียบน้ำหนักอาหารที่กำหนด กับน้ำหนักอาหารที่
เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติทำการให้ 47
4.3 ผลการทดลองหาค่าเฉลี่ยการกินอาหารของแมวใน 1 วันโดยแต่ละมื้อ
ให้ทีละ 60 กรัม 50

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แผงวงจรไมโครคอลโทรลเลอร์ 5
2.2 หน่วยประมวลผลกลาง ATmega328P ขนาด 32 ขา 6
2.3 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 7
2.4 เปลือกหรือโครงของมอเตอร์กระแสตรง 8
2.5 ขดลวดพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็ก 8
2.6 โรเตอร์ 9
2.7 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 10
2.8 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงด้วยตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟส 11
2.9 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงด้วยตัวแปลงผันกำลังกระแสตรง 11
2.10 รีเลย์ที่ใช้ในโครงงาน 12
2.11 สัญลักษณ์ของรีเลย์ 12
2.12 สัญลักษณ์ของรีเลย์แทนโครงสร้างรีเลย์ 13
2.13 สภาวะปกติขา C ต่อกับ NC 13
2.14 สภาวะปกติขา C ต่อกับ NO 13
2.15 ตำแหน่งขาของรีเลย์ รุ่น SOMGLE พิกัด 5โวลต์ 14
2.16 หน้าสัมผัสของรีเลย์ 15
2.17 แผงวงจรรีเลย์สำเร็จรูปที่ใช้ในโครงงาน 15
2.18 แผนภาพวงจรทบระดับแรงดัน 16
2.19 แผนภาพวงจรสมมูลของวงจรทบระดับแรงดันเมื่อสวิตช์นำกระแส 16
2.20 แผนภาพวงจรสมมูลของวงจรทบระดับแรงดันเมื่อสวิตช์ไม่นำกระแส 17
2.21 แผงวงจรแปลงแรงดันที่ใช้ในโครงงาน 18
2.22 จอแสดงผลแอลซีดี 18
2.23 แผงวงจร I2C 21
2.24 การติดตั้งการตรวจวัดความเครียดในโหลดเซลล์ 22
2.25 โหลดเซลล์แบบคาน 23
2.26 แผงวงจรโมดูลขยายสัญญาณ 24
2.27 การเชื่อมต่อของแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ 24
2.28 แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ที่ใช้ในโครงงาน 26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.29 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า 27
2.30 หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในโครงงาน 29
2.31 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ 30
2.32 ไดโอด D1 และ D2 ได้รับไบอัสตรงและรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมโหลด 30
2.33 ไดโอด D3 และ D4 ได้รับไบอัสตรงและรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมโหลด 31
2.34 รูปคลื่นแรงดันเอาท์พุตเปรียบเทียบกับแรงดันอินพุตของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ 31
2.35 ค่าแรงดันย้อนกลับสูงสุดที่เกิดกับวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ 32
2.36 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ 32
2.37 โครงสร้างภายในของอะแดปเตอร์ 33
2.38 อะแดปเตอร์แปลงแรงดัน 220 โวลต์เป็น 5 โวลต์ที่ใช้ในโครงงาน 33
3.1 โครงสร้างเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ 35
3.2 โครงสร้างของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ 35
3.3 ตำแหน่งการติดตั้งแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์และจอแสดงผล 36
3.4 การทดสอบชุดควบคุมของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ 36
3.5 วงจรภายในของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ 37
3.6 การประกอบโครงสร้างเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ 40
3.7 การต่อแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ 40
3.8 ระบบการทำงานของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ 41
3.9 แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์และจอแสดงผล 42
3.10 แผนผังการทำงานของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ 44
4.1 น้ำหนักอาหารที่เครื่องชั่งดิจิตอลอ่านค่าได้ 46
4.2 น้ำหนักอาหารที่โหลดเซลล์อ่านค่าได้ 46
4.3 น้ำหนักอาหารที่กำหนด กับน้ำหนักอาหารที่เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติทำการให้ 47
4.4 การกินอาหารของแมว 48
4.5 การกินอาหารของแมวมื้อเช้าของวันที่ 1 บนจอแสดงผลแอลซีดี 49
4.6 การกินอาหารของแมวมื้อกลางวันของวันที่ 1 บนจอแสดงผลแอลซีดี 49
4.7 การกินอาหารของแมวมื้อเย็นของวันที่ 1 บนจอแสดงผลแอลซีดี 49
4.8 ค่าเฉลี่ยการกินอาหารของแมวต่อมื้อใน 1 วันบนจอแสดงผลแอลซีดี 49

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากในปัจจุบันนั้นการให้อาหารสัตว์เลี้ยงในแต่ละวันไม่สามารถทราบได้ว่าสัตว์เลี้ยงกินอาหารในปริมาณเท่าใด ทำให้ผู้เลี้ยงสัตว์ไม่สามารถให้อาหารที่เหมาะสมต่อความต้องการของสัตว์เลี้ยงได้ เพราะผู้เลี้ยงไม่ทราบถึงพฤติกรรมการกินของสัตว์เลี้ยงในแต่ละวัน

โครงงานนี้จึงได้ทำการสร้างเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติที่สามารถติดตามพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์เลี้ยงในแต่ละวันได้ โดยสามารถกำหนดปริมาณที่ให้ในแต่ละครั้งได้โดยแสดงปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละครั้งบนหน้าจอแสดงผลและบันทึกน้ำหนักอาหารที่สัตว์เลี้ยงกินและอาหารที่สัตว์เลี้ยงกินเหลือได้ โดยเครื่องจะนำค่าที่บันทึกมาประมวลผลหาค่าเฉลี่ยที่สัตว์เลี้ยงกินอาหารในแต่ละวัน โดยค่าเฉลี่ยที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจในการให้อาหารสัตว์เลี้ยงในวันต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติที่สามารถติดตามพฤติกรรมการกินของสัตว์ตามความเหมาะสมแบบอัตโนมัติ สามารถบันทึกค่าพฤติกรรมการกินในแต่ละวันได้และแสดงค่าเฉลี่ยที่สัตว์กินแต่ละครั้งใน 1 วันบนจอแสดงผล

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) ภาชนะที่ใช้บรรจุอาหารสามารถบรรจุได้ไม่เกิน 2 กิโลกรัม
2) ใช้แมวในการทดลองการติดตามพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์เลี้ยง
3) ใช้แกนสำหรับหมุนลำเลียงอาหารแบบเกลียว
4) ใช้แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงในการหมุนแกนลำเลียงอาหาร
5) ขนาดของเม็ดอาหารสัตว์มีความยาวด้านที่สูงที่สุดไม่เกิน 1 เซนติเมตร
6) น้ำหนักอาหารที่สามารถให้ได้ในแต่ละครั้งไม่เกิน 200 กรัม

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

	พ.ศ. 2557					พ.ศ. 2558			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับโหลดเซลล์และไมโครคอนโทรลเลอร์									
2. ออกแบบกลไกในการทำงานและวงจรควบคุมการทำงานของการหมุนแกนถ่ำเลียงอาหาร									
3. จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน									
4. สร้างตัวเครื่องให้อาหารสัตว์และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน									
5. ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมและปรับปรุงแก้ไข									
6. สรุปผลและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์									

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

ได้เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติที่สามารถติดตามพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์ในแต่ละวันได้และเป็นต้นแบบในการพัฒนาเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติที่สามารถให้อาหารได้อย่างอัตโนมัติ และติดตามพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์เลี้ยงให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.6 งบประมาณ

1. ค่าอุปกรณ์ทางไฟฟ้า	
1.1 มอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ 5 รอบต่อนาที	530 บาท
1.2 แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO	275 บาท
1.3 หน้าจอแสดงผลแอลซีดี	320 บาท
1.4 โหลดเซลล์	650 บาท
1.5 แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์	60 บาท
1.6 รีเลย์	100 บาท
1.7 แผงวงจรแปลงแรงดัน	120 บาท
1.8 หม้อแปลงไฟฟ้า	500 บาท
1.9 แผงวงจรโมดูลขยายสัญญาณ	65 บาท
1.10 แผงวงจร I2C	100 บาท
1.11 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์	300 บาท
1.12 ตัวเก็บประจุ 4700 ไมโครฟารัด, 25 โวลต์	30 บาท
2. ค่าอุปกรณ์ทางกล	
2.1 แผ่นอะคริลิค	600 บาท
2.2 แกนเหล็กสำหรับลำเลียงอาหาร	250 บาท
2.3 ท่อพีวีซี	250 บาท
3. ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มปริญญานิพนธ์	500 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สี่พันหกร้อยห้าสิบบาทถ้วน)	4,650 บาท

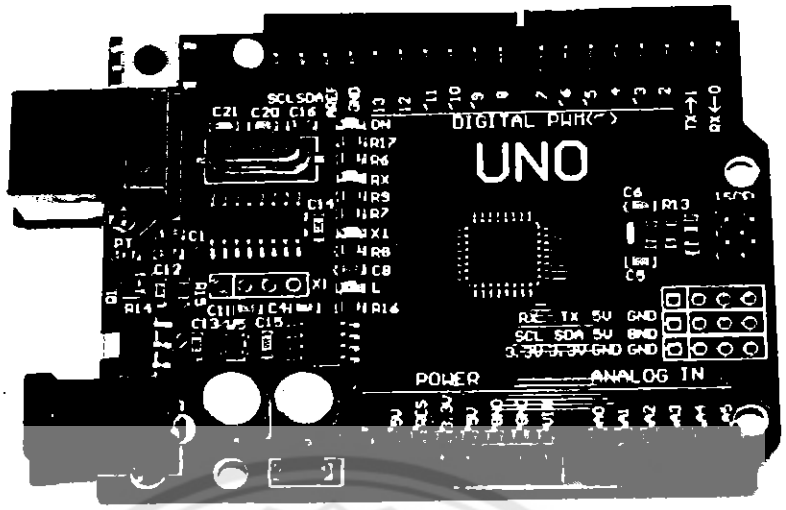
หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทความนี้จะกล่าวถึงหลักการและทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติซึ่งประกอบไปด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์กระแสตรง รีเลย์ แผงวงจรแปลงแรงดัน จอแสดงผลแอลซีดี แผงวงจร I2C โหลดเซลล์ แผงวงจรโมดูลขยายสัญญาณ แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ หม้อแปลงไฟฟ้า วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ อะแดปเตอร์

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในโครงงานนี้เลือกใช้วงจร Arduino จัดอยู่ในตระกูล เอวีอาร์ ขนาด 32 ขา ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega328P แสดงดังรูปที่ 2.1 โดยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแพลตฟอร์มของอินพุต/เอาท์พุต (I/O) ขั้นพื้นฐานที่พอเพียงกับการใช้งานและการเรียนรู้ โดยตัวแผงวงจรมีชุดคำสั่งที่ใช้ควบคุมพอร์ตอินพุต/เอาท์พุต ไม่ว่าจะเป็นพอร์ตดิจิตอล พอร์ตแอนะล็อกพีดับเบิลยูเอ็มและพอร์ตอนุกรมซึ่งแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรับสัญญาณจากภายนอกและส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ตัวแผงวงจรออกแบบจากไมโครคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยวและมีโปรแกรมพัฒนาสำหรับเขียนโปรแกรมให้แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถรับสัญญาณจากสวิตช์หรือตัวรับรู้และควบคุมหลอดไฟมอเตอร์หรืออุปกรณ์อื่นๆแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถทำงานอิสระหรือทำงานติดต่อกับโปรแกรมที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์

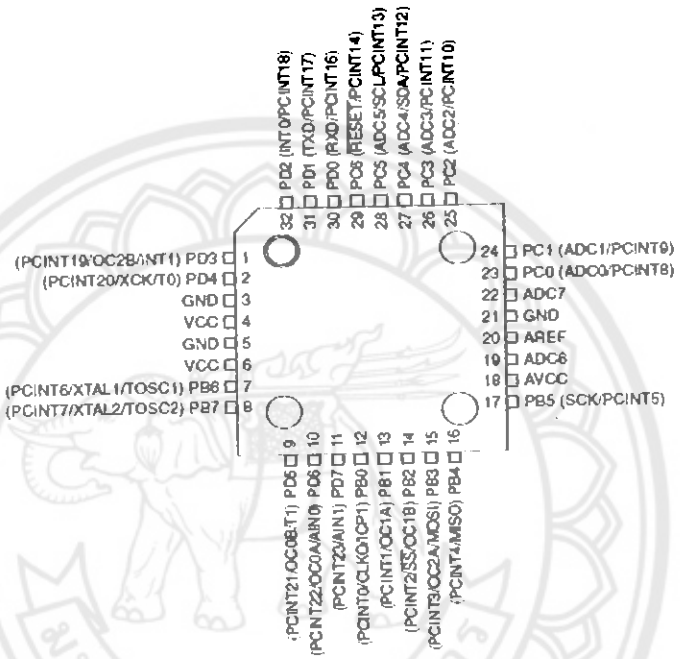


รูปที่ 2.1 แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

ที่มา: http://www.arduinoall.com

แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งาน เนื่องจากมีการออกแบบคำสั่งต่างๆเพื่อสนับสนุนการใช้งานด้วยรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อนคือเน้นการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลัก แผงวงจร Arduino เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้เอวีอาร์ขนาดเล็กซึ่งเป็นตัวประมวลผลและสั่งงานเหมาะสำหรับนำไปใช้ในการศึกษาเรียนรู้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ และนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมอุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุตต่างๆได้มากมายทั้งในแบบที่เป็นการทำงานตัวเดียวอิสระ หรือเชื่อมต่อสั่งงานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆเช่น คอมพิวเตอร์ทั้งนี้เนื่องมาจากว่าแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ สนับสนุนการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุตต่างๆได้มากมาย ทั้งแบบดิจิตอล และแอนะล็อก เช่น การรับค่าจากสวิตช์หรือตัวรับรู้แบบต่างๆรวมไปถึงการควบคุมอุปกรณ์เอาท์พุตต่างๆ ส่วนภาษาในการเขียนโปรแกรมลงบนแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรแกรมภาษาซีประยุกต์แบบหนึ่ง ที่มีโครงสร้างของตัวภาษาโดยรวมใกล้เคียงกันกับภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C) แต่ได้มีการปรับปรุงการเขียนโปรแกรมบางส่วนที่ผิดเพี้ยนไปจากภาษาซีมาตรฐารเล็กน้อย เพื่อช่วยลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมและยังสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกมากขึ้นกว่าการเขียนภาษาซีตามแบบมาตรฐาน

ตัวแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในโครงงานนี้จะกล่าวถึงสถาปัตยกรรมของเอวีอาร์ขนาด 8 บิต โดยเป็นซีพียูแบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer) มีสถาปัตยกรรมการต่อหน่วยความจำแบบฮาวาร์ดซึ่งแยกหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลออกจากกันโดยเด็ดขาด ดังแสดงในรูปที่ 2.2 โดยใช้หน่วยความจำแบบแฟลชสำหรับเป็นหน่วยความจำโปรแกรม และใช้หน่วยความจำแบบ SRAM สำหรับหน่วยความจำข้อมูลและนอกจากนี้ยังมีหน่วยความจำแบบ EEPROM ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลเอาไว้ได้โดยไม่จำเป็นต้องมีไฟเลี้ยงอีกด้วย



รูปที่ 2.2 หน่วยประมวลผลกลาง ATmega328P ขนาด 32 ขา

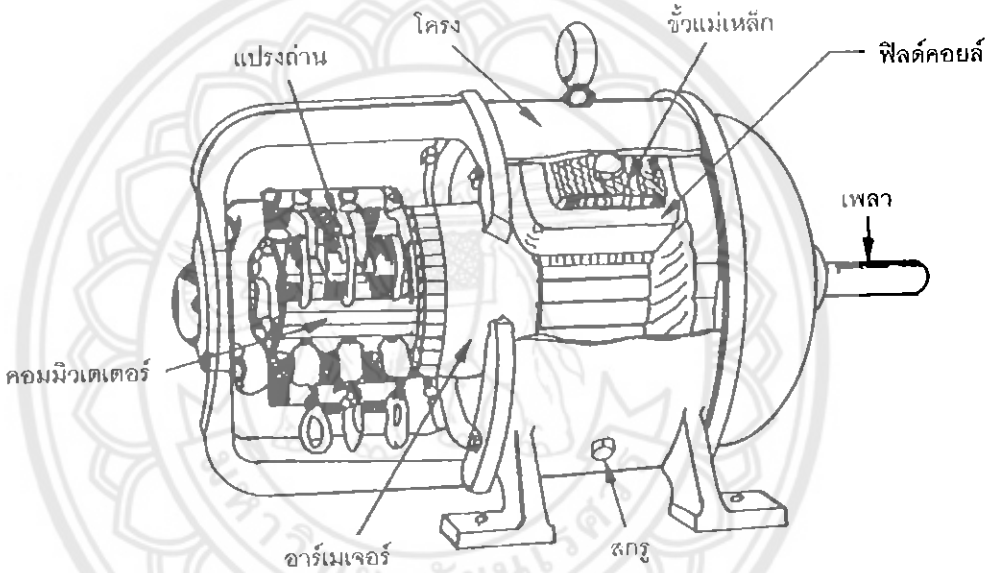
ที่มา: http://www.voltrans.az

2.2 มอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้าคือเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่ได้รับแรงดันไฟฟ้าจากภายนอกเข้าที่ขั้วจะทำงานเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า ประกอบด้วยขดลวดที่พันรอบแกนโลหะที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก โดยเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่อยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก จะทำให้ขดลวดหมุนไปรอบแกน

2.2.1 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

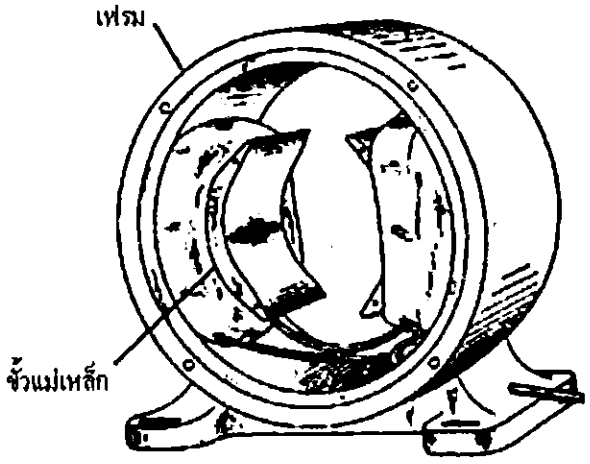
โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแสดงได้ดังรูปที่ 2.3 โดยมีส่วนประกอบดังนี้



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง [3]

ก) สเตเตอร์ (Stator) เป็นส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้าที่อยู่กับที่ประกอบด้วย

ก) เปลือกหรือโครง (Frame) เป็นโครงที่อยู่ภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินให้กับเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่นๆให้มีความแข็งแรง ทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นรูปทรงกระบอกกลม แสดงได้ดังรูปที่ 2.4

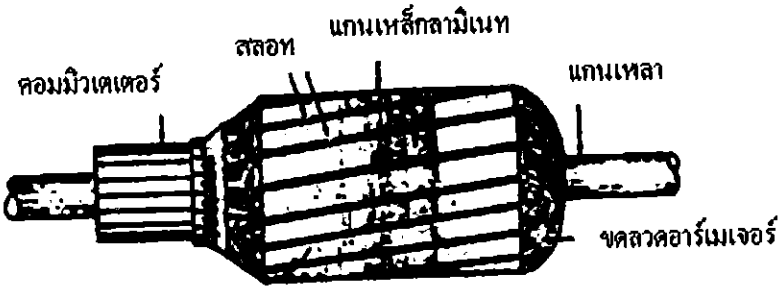


รูปที่ 2.4 เปลือกหรือโครงของมอเตอร์กระแสตรง [4]

ข) ขั้วสนามแม่เหล็ก (Fieldpoles) เป็นส่วนที่ใช้ในการสร้างฟลักซ์แม่เหล็กเมื่อตัวนำในอาร์เมเจอร์หมุนตัดผ่าน ฟลักซ์แม่เหล็กนี้ก็จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำขึ้นแสดงได้ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 ขดลวดพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็ก [5]

2) โรเตอร์ (Rotor) เป็นส่วนที่ทำให้เกิดกำลังงานมีลักษณะดังรูปที่ 2.6 ซึ่งมีแกนวางอยู่ในรองลื่น (Bearing) ประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End plate) ของมอเตอร์



รูปที่ 2.6 โรเตอร์ [4]

โรเตอร์ของเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ก) แกนเพลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์ และยึดแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ ประกอบเป็นตัวโรเตอร์ แกนเพลานี้จะวางอยู่บนรองลื่นเพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวนิ่งไม่มีการสั่นสะเทือน

ข) แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบฉนวน (Laminated sheet steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์เมเจอร์ซึ่งสร้างแรงบิด

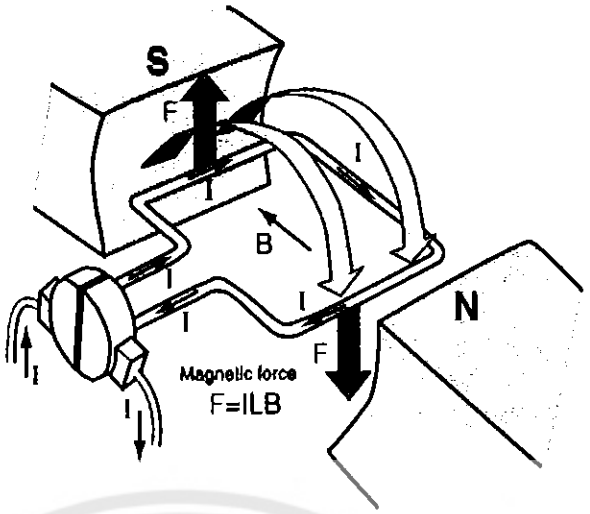
ค) คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่ แต่ละซี่มีฉนวนไมกาคั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสายของขดลวดอาร์เมเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลาเป็นทรงกระบอกมีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน

ง) ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature winding) เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสล็อตของแกนอาร์เมเจอร์ ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่ และจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้น ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับงานต่าง ๆ

3) แปรงถ่านแท่งแปรงถ่านอาจทำจากส่วนผสมของคาร์บอนกับกราไฟต์ หรือคาร์บอนกับทองแดง เมื่อเครื่องจักรกลทำหน้าที่เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แปรงถ่านจะทำหน้าที่รวมกระแสไฟฟ้าจากซี่คอมมิวเตเตอร์ส่งไปสู่วงจรภายนอก และเมื่อเครื่องจักรกลทำหน้าที่เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าแปรงถ่านจะทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้าจากวงจรภายนอกส่งไปยังคอมมิวเตเตอร์

2.2.2 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้าคือ เครื่องจักรกลที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลโดยอาศัยหลักการเมื่อมีกระแสไหลผ่านตัวนำที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็กจะทำให้ลวดตัวนำเกิดการเคลื่อนที่หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแสดงดังรูปที่ 2.7



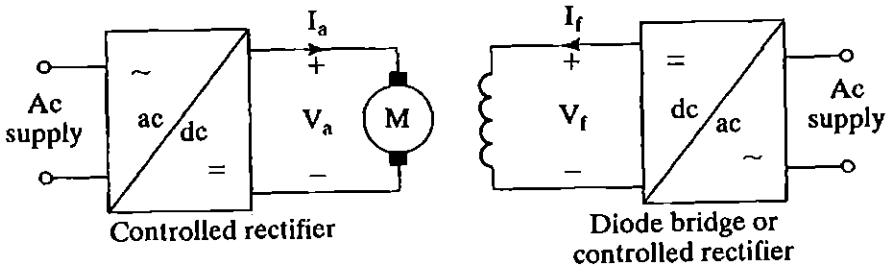
รูปที่ 2.7 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง [6]

จากรูปที่ 2.7 เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าจ่ายผ่านแปรงถ่านไปคอมมิวเตเตอร์และขดลวดตัวนำที่อาร์เมเจอร์ ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น ทางด้านขวามือเป็นขั้วเหนือ (N) และด้านซ้ายมือเป็นขั้วใต้ (S)เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่วางอยู่ใกล้ๆกันทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กผลักดันกัน อาร์เมเจอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา พร้อมกับคอมมิวเตเตอร์หมุนตามไปด้วย แปรงถ่านสัมผัสกับส่วนของคอมมิวเตเตอร์เปลี่ยนไปในอีกปลายหนึ่งของขดลวด แต่มีผลทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่อาร์เมเจอร์เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่อยู่ใกล้ๆอีกครั้ง ทำให้อาร์เมเจอร์ยังคงถูกผลักให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาตลอดเวลา ส่งผลให้เกิดการหมุนของอาร์เมเจอร์ ซึ่งหมายถึงเครื่องจักรกลกำลังทำงานเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า

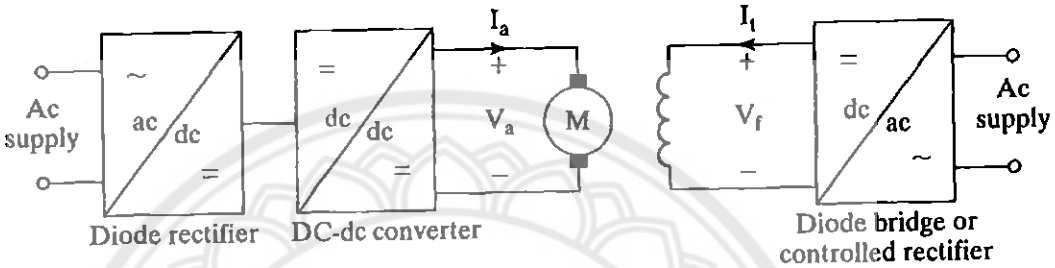
2.2.3 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟากระแสตรง

การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงจากตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟสสร้างแรงดันเอาท์พุตกระแสตรงที่ปรับค่าได้จากแรงดันไฟกระแสสลับที่มีค่าคงที่ ในขณะที่ตัวแปลงผันกำลังกระแสตรงสร้างแรงดันไฟกระแสตรงที่ปรับค่าได้จากแรงดันกระแสตรงที่มีค่าคงที่ ด้วยคุณสมบัติในการสร้างแรงดันไฟกระแสตรงที่ปรับค่าได้อย่างต่อเนื่อง ตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟสและตัวแปลงผันกำลังกระแสตรงจึงก่อให้เกิดวิวัฒนาการทางด้านอุปกรณ์ควบคุมและการขับเคลื่อน

มอเตอร์แบบปรับความเร็วรอบได้ในอุตสาหกรรมสมัยใหม่ที่มีระดับกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ไม่กี่แรงม้าจนถึงหลายเมกะวัตต์ ตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟสนิยมใช้ในการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสตรงดังรูปที่ 2.8 อีกหนึ่งทางเลือกคือการใช้ตัวเรียงกระแสแบบไดโอดร่วมกับตัวแปลงผันกำลังกระแสตรงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.8 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงด้วยตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟส [7]



รูปที่ 2.9 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงด้วยตัวแปลงผันกำลังกระแสตรง [7]

สมการที่เกี่ยวข้องกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

$$E_g = k \cdot I_f \cdot \omega \tag{2.1}$$

$$V_a = R_a I_a + E_g = R_a I_a + k \cdot I_f \cdot \omega \tag{2.2}$$

$$T_d = k \cdot I_f \cdot I_a = B\omega + T_L \tag{2.3}$$

โดยที่ E_g = แรงเคลื่อนไฟฟ้าตีกลับ (Back emf) มีหน่วย โวลต์

V_a = แรงดันตกคร่อมอาร์เมเจอร์ มีหน่วย โวลต์

k = ค่าคงที่ของมอเตอร์

I_f = กระแสสนาม (Field current) มีหน่วย แอมแปร์

I_a = กระแสอาร์เมเจอร์ (Armature current) มีหน่วย แอมแปร์

ω = ความเร็วเชิงมุมของมอเตอร์ มีหน่วย เรเดียนต่อวินาที

R_a = ความต้านทานของขดลวดอาร์เมเจอร์ มีหน่วย โอห์ม

T_d = แรงบิด (Developed torque) มีหน่วย นิวตันเมตร

T_L = แรงบิดโหลด (Load torque) มีหน่วย นิวตันเมตร

B = ค่าคงที่แรงเสียดทาน มีหน่วย นิวตันเมตรต่อเรเดียนต่อวินาที

กำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์สร้างขึ้นคำนวณหาได้จาก

$$P_d = T_d \omega \tag{2.4}$$

จากสมการที่ (2.2) เราสามารถเขียนสมการความเร็วรอบของมอเตอร์แบบกระตุ้นแยกได้ดังนี้

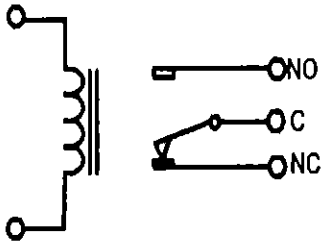
$$\omega = \frac{V_a - R_a I_a}{k \cdot I_f} \tag{2.5}$$

2.3 รีเลย์

รีเลย์ (Relay) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรคล้ายกับสวิตช์ โดยใช้หลักการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส และการที่จะให้รีเลย์ทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้รีเลย์ตามที่กำหนด เพราะเมื่อจ่ายไฟให้กับรีเลย์จะทำให้หน้าสัมผัสติดกัน กลายเป็นวงจรปิด และตรงกันข้ามถ้าไม่มีการจ่ายไฟให้กับรีเลย์ รีเลย์ก็จะอยู่ในสภาวะวงจรเปิด รีเลย์ที่ใช้ในโครงงานดังรูปที่ 2.10 และสัญลักษณ์ของรีเลย์ดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.10 รีเลย์ที่ใช้ในโครงงาน

ที่มา: http://www.circuitshops.com

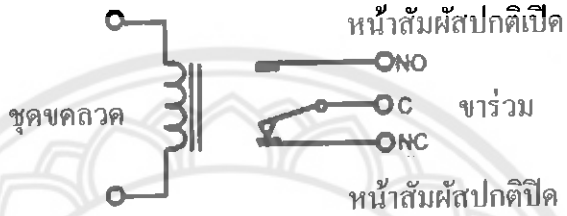


รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์ของรีเลย์

ที่มา: http://en-lic.atwebpages.com

2.3.1 โครงสร้างของรีเลย์

ภายในโครงสร้างของรีเลย์ จะประกอบไปด้วยขดลวด 1 ชุด และหน้าสัมผัส ซึ่งในหน้าสัมผัส 1 ชุด จะประกอบไปด้วยหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (Normally Close หรือ NC) ซึ่งในสภาวะปกติขานี้จะต่ออยู่กับขาร่วม (C) และหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open หรือ NO) ขานี้จะต่อเข้ากับขาร่วมเมื่อขดลวดมีแรงดันตกคร่อม หรือกระแสไหลผ่านในปริมาณที่เพียงพอ ในรีเลย์ 1 ตัว อาจมีหน้าสัมผัสมากกว่า 1 ชุด ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ผลิต วงจรภายในของรีเลย์แสดงดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์ของรีเลย์แทนโครงสร้างรีเลย์

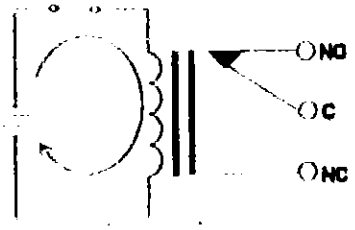
ที่มา: http://en-lic.atwebpages.com

2.3.2 หลักการทำงานของรีเลย์

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด จะทำให้ขดลวดเกิดสนามแม่เหล็กไปดึงแผ่นหน้าสัมผัสให้ดึงลงมาแตะหน้าสัมผัสอีกอันให้มีกระแสไหลผ่านหน้าสัมผัสไปได้ วงจรภายในของรีเลย์แบบปกติปิดดังรูปที่ 2.13 และวงจรภายในของรีเลย์แบบปกติเปิดดังรูปที่ 2.14

รูปที่ 2.13 สภาวะปกติขา C ต่อกับ NC

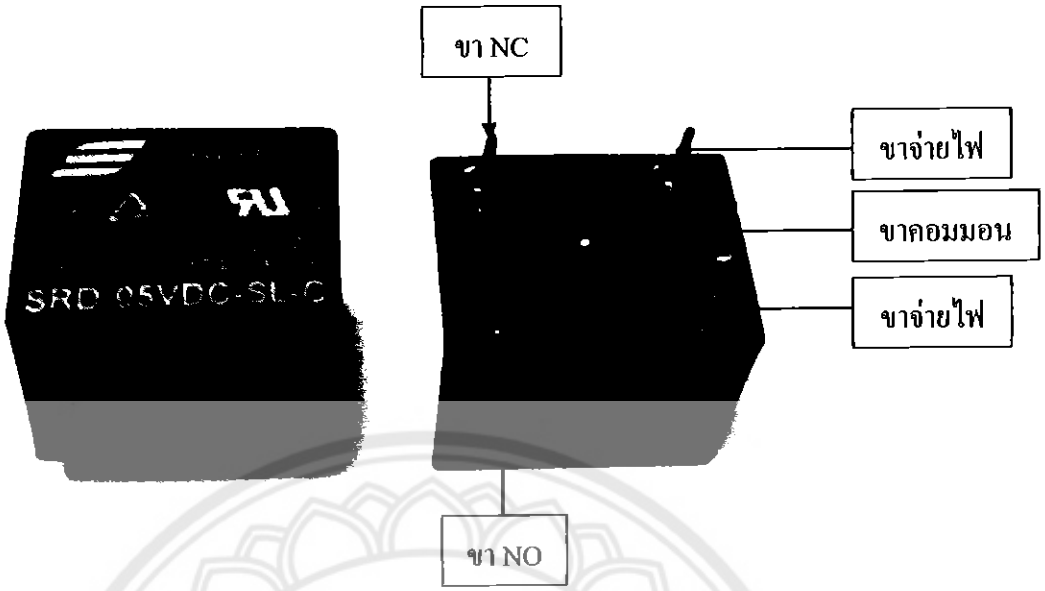
ที่มา: http://en-lic.atwebpages.com



รูปที่ 2.14 สภาวะปกติขา C ต่อกับ NO

ที่มา: http://en-lic.atwebpages.com

ตำแหน่งขาของรีเลย์ที่ใช้ในโครงงานแสดงดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ตำแหน่งขาของรีเลย์ รุ่น SOMGLE พิกัด 5 โวลต์

ที่มา: http://www.circuitshops.com

2.3.3 ขาของรีเลย์จะประกอบไปด้วยตำแหน่งต่างๆดังนี้

ขาจ่ายแรงดันใช้งาน ซึ่งจะมีอยู่ 2 ขา จากรูปจะเห็นสัญลักษณ์ขดลวดแสดงตำแหน่ง หรือขาต่อแรงดันใช้งาน

ขา C หรือ COM จะเป็นขาต่อระหว่าง NO และ NC

ขา NO โดยปกติขานี้จะเปิดเอาไว้ จะทำงานเมื่อเราป้อนแรงดันให้รีเลย์

ขา NC โดยปกติขานี้จะต่อกับขา C ในกรณีที่เราไม่ได้จ่ายแรงดันหน้าสัมผัสของ C และ NC จะต่อถึงกัน

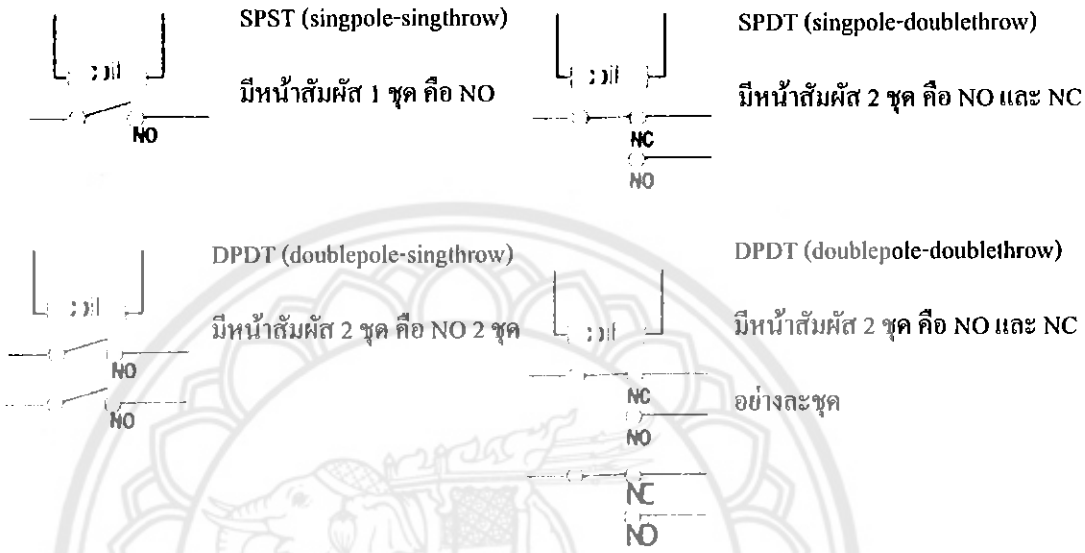
2.3.4 ข้อคำนึงถึงในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป

1) แรงดันใช้งาน หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ หากเราดูที่ตัวรีเลย์จะระบุค่าแรงดันใช้งานไว้ เช่น แรงดันกระแสตรง 12 โวลต์ คือต้องใช้แรงดันกระแสตรง 12 โวลต์ เท่านั้นหากใช้มากกว่านี้ ขดลวดภายในตัวรีเลย์อาจจะขาดได้ หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่ามาก รีเลย์จะไม่ทำงานส่วนในการต่อวงจรนั้นสามารถต่อขั้วใดก็ได้ เพราะรีเลย์จะไม่ระบุขั้วต่อไว้

2) การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น 10 แอมแปร์ แรงดันกระแสสลับ 220 โวลต์ คือ หน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามารถทนกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่แรงดันกระแสสลับ 220 โวลต์ แต่การใช้ก็ควรจะใช้งานที่ระดับกระแสต่ำกว่านี้จะเป็นการดีกว่า เพราะถ้ากระแสมากหน้าสัมผัสของรีเลย์จะละลายเสียหายได้

3) จำนวนหน้าสัมผัสการใช้งาน ควรดูว่ารีเลย์นั้นมีหน้าสัมผัสให้ใช้งานกี่อัน และมีขั้วคอมมอนด้วยหรือเปล่า

โดยปกติแล้วรีเลย์จะมีหน้าสัมผัสและการเรียกจำนวนหน้าสัมผัสดังรูปที่ 2.16 และแผงวงจรสำเร็จรูปของรีเลย์ที่ใช้ในโครงงานดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 หน้าสัมผัสของรีเลย์

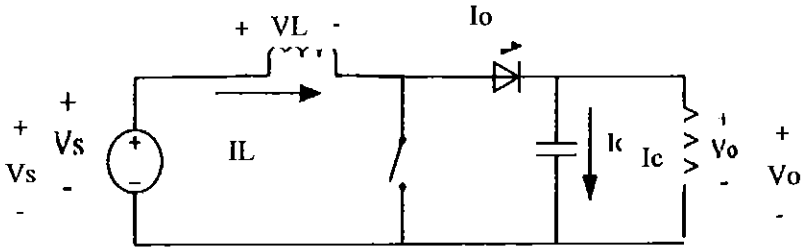
ที่มา: http://en-lic.atwebpages.com

รูปที่ 2.17 แผงวงจรรีเลย์สำเร็จรูปที่ใช้ในโครงงาน

ที่มา: http://www.miniinthebox.com

2.4 แผงวงจรแปลงระดับแรงดัน

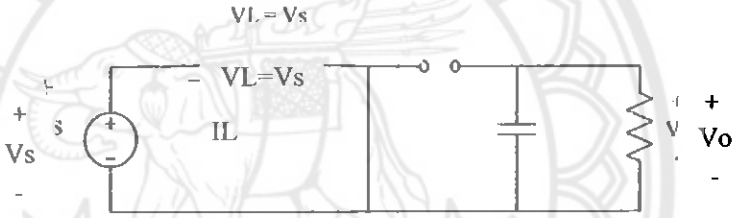
วงจรแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสตรงแบบยกระดับแรงดัน หรือที่นิยมเรียกว่า วงจรทบระดับแรงดัน (Boost converter) ดังแสดงในรูปที่ 2.18 คือวงจรที่ทำการทบระดับแรงดันไฟฟ้าด้านออกให้สูงกว่าแรงดันไฟฟ้าด้านเข้า หลักการทำงานของวงจรทบระดับแรงดันเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าด้านออกตามต้องการจะเริ่มต้นจากข้อกำหนดที่ว่า แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำแต่ละคาบเวลาจะเท่ากับศูนย์



รูปที่ 2.18 แผนภาพวงจรทบระดับแรงดัน

และสามารถหากระไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำได้โดยวิเคราะห์การทำงานของสวิตช์ในแต่ละโมด ทั้งนี้การทำงานต้องอยู่ในช่วงสภาวะอยู่ตัวดังนี้

1) ขณะนำกระแส กระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจะไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำไปยังสวิตช์ และในขณะเดียวกันไดโอดจะถูกไบอัสย้อนกลับทำให้ไม่สามารถนำกระแสได้ดังรูปที่ 2.19 จากกฎของเคอร์ชอฟฟ์จะได้สมการของแรงดันไฟฟ้าดังนี้



รูปที่ 2.19 แผนภาพวงจรสมมูลของวงจรทบระดับแรงดันเมื่อสวิตช์นำกระแส

$$-Vs + v_L \tag{2.6}$$

$$v_L = Vs = L\frac{di_L}{dt} \tag{2.7}$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_s}{L} \tag{2.8}$$

ขณะที่สวิตช์นำกระแส $dt = DT$ เมื่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสคงที่ อาจจะถือว่าการเพิ่มของกระแสไฟฟ้าเป็นเชิงเส้นทำให้สามารถคำนวณได้

$$\frac{\Delta i_L}{\Delta t} = \frac{\Delta i_L}{DT} = \frac{V_L}{L} \tag{2.9}$$

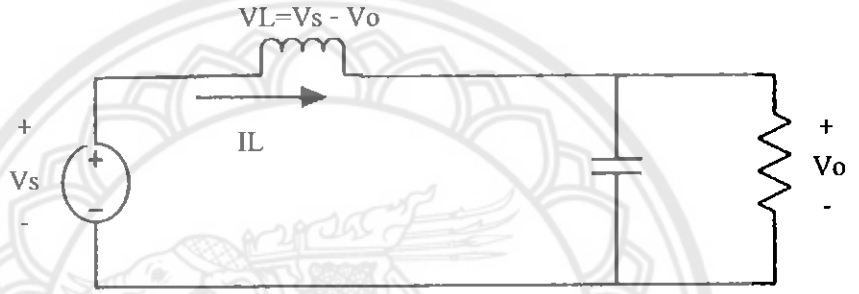
$$\Delta i_{L,on} = \frac{V_s DT}{L} \tag{2.10}$$

โดย $\Delta i_{L,on}$ คืออัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าในตัวเหนียวนำขณะสวิตช์นำกระแส

Vs คือแรงดันไฟฟ้าด้านเข้า

i_L คือค่ากระแสเฉลี่ยที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ

2) ขณะสวิตช์ไม่นำกระแส เมื่อสวิตช์ไม่นำกระแสดังรูปที่ 2.20 กระแสไฟฟ้าในตัวเหนี่ยวนำจะเปลี่ยนแปลงทันทีทันใดไม่ได้ ไดโอดจะถูกไบอัสไปข้างหน้าเพื่อนำกระแส ทำให้กระแสไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 2.20 แผนภาพวงจรสมมูลของวงจรทบระดับแรงดันเมื่อสวิตช์ไม่นำกระแส

สมมุติแรงดันไฟฟ้าที่ด้านออกมีค่าคงที่จากกฎของเคอร์ชอฟฟ์จะได้สมการของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำดังนี้

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{Vs - V_o}{L} \tag{2.11}$$

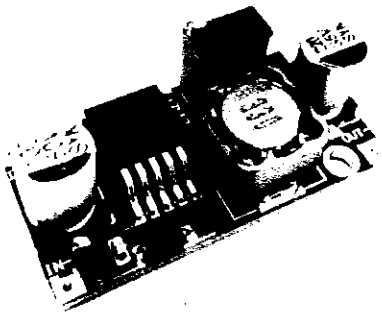
ขณะสวิตช์ไม่นำกระแส $dt = (1-D)T$ อัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำมีค่าคงที่และจะถือว่าการลดลงของกระแสเป็นเชิงเส้นทำให้สามารถคำนวณได้จาก

$$\Delta i_{L,off} = (\frac{Vs - V_L}{L})(1-D)T \tag{2.12}$$

ที่สภาวะอยู่ตัวการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำมีค่าเท่ากับศูนย์ จะได้ว่า $\Delta i_{L,on} + \Delta i_{L,off} = 0$ ดังนั้นทำให้ได้อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าด้านออกต่อแรงดันไฟฟ้าด้านเข้าเรียกว่า อัตราการขยายแรงดันดังสมการ (2.13)

$$V_o = \frac{1}{1-D} V_S \tag{2.13}$$

แผงวงจรแปลงแรงดันที่นำมาใช้ในโครงงานดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 แผงวงจรแปลงแรงดันที่ใช้ในโครงงาน

ที่มา: http://www.thaiconverter.com

คุณสมบัติของแผงวงจรแปลงแรงดัน XL6009EI [-0.3 ถึง 36 โวลต์] 4 แอมแปร์ 30 วัตต์

แรงดันไฟฟ้าอินพุต -0.3 โวลต์ถึง 36 โวลต์

แรงดันไฟฟ้าเอาท์พุต -0.3 โวลต์ถึง 60 โวลต์

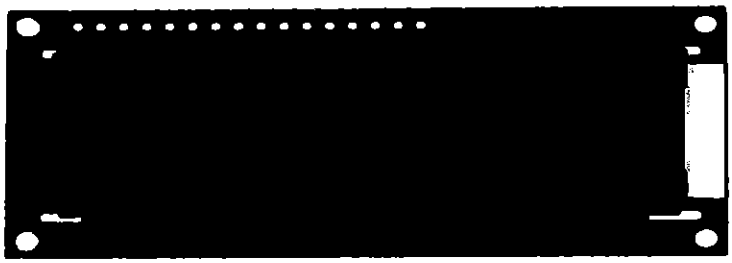
พิกัดกระแสเอาท์พุต 4 แอมแปร์

กำลังไฟฟ้าเอาท์พุต 30 วัตต์

ขนาด 20 มิลลิเมตร × 40 มิลลิเมตร × 15 มิลลิเมตร

2.5 จอแสดงผลแอลซีดี

เป็นจอแสดงภาพแบบแบนสร้างจากพิกเซลสีหรือพิกเซลโมโนโครมจำนวนมากที่เรียงอยู่ด้านหน้าของแหล่งกำเนิดแสงหรือตัวสะท้อนแสง ในการออกแบบส่วนแสดงผลจึงเลือกใช้จอแอลซีดีขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแสดงผลได้ทั้งข้อความ ตัวเลข เครื่องหมาย และสัญลักษณ์ซึ่งในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นก็สามารถทำได้ง่ายโดยการเชื่อมต่อตำแหน่งของขาแอลซีดีจะแสดงดังรูปที่ 2.22 และดังตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.22 จอแสดงผลแอลซีดี

ที่มา: http://www.gravitech.us/16chbllcdwib.html

ตารางที่ 2.1 ตำแหน่งขาต่างๆของจอแสดงผลแอลซีดี [16]

หมายเลขขา	สัญลักษณ์	ลักษณะ	รายละเอียด	
1	VSS	Ground	0 โวลต์	กราวด์
2	VDD	Power Supply	5 โวลต์	ต่อกับแรงดันไฟเลี้ยง 5 โวลต์
3	VO	LCD control	-	ต่อกับแรงดันเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล
4	RS R	Register Select	RS = 0 หมายถึงต้องการติดต่อกับรีจิสเตอร์คำสั่ง RS = 1 หมายถึงต้องการติดต่อกับรีจิสเตอร์ข้อมูล	
5	R/W	Read/Write	R/W = 0 หมายถึงต้องการเขียนข้อมูลไปยัง LCD R/W = 1 หมายถึงต้องการอ่านข้อมูลไปยัง LCD	
6	E	Enable	Enable Signal	
7-14	DB0-DB7	Data Bus	Data Bus Line	
15	A	Backlight A	Backlight 5 โวลต์	
16	K	Backlight K	Backlight 0 โวลต์	

2.5.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของแอลซีดี

โครงสร้างของแอลซีดี ทั่วไปจะประกอบขึ้นด้วยแผ่นแก้ว 2 แผ่นประกบกันอยู่ โดยเว้นช่องว่างตรงกลางไว้ 6-10 ไมโครเมตร ผิวด้านในของแผ่นแก้วจะเคลือบด้วยตัวนำไฟฟ้าแบบใสเพื่อใช้แสดงตัวอักษรตรงกลางระหว่างตัวนำไฟฟ้าแบบใสกับผลึกเหลวจะมีชั้นของสารที่ทำให้โมเลกุลของผลึกรวมตัวกันในทิศทางที่แสงส่องมากระทบเรียกว่า การจัดชั้น และผลึกเหลวที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นแบบแม่เหล็ก โดยแอลซีดีแสดงผลให้สามารถมองเห็นได้ทั้งหมด 3 แบบด้วยกันคือ

1) แบบใช้การสะท้อนแสง (Reflective mode) แอลซีดีแบบนี้ใช้สารประเภทโลหะเคลือบอยู่ที่แผ่นหลังของแอลซีดี ซึ่งแอลซีดีประเภทนี้เหมาะกับการนำมาใช้งานในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ

2) แบบใช้การส่งผ่าน (Transitive mode) แอลซีดีแบบนี้วางหลอดไฟไว้ด้านหลังจอ เพื่อทำให้การอ่านค่าที่แสดงผลทำได้ชัดเจน

3) แบบส่งผ่านและสะท้อน (Transflective mode) แอลซีดีแบบนี้เป็นการนำเอาข้อดีของจอแสดงผลแอลซีดีทั้ง 2 แบบมารวมกัน

2.5.2 การต่อจอแสดงผลแอลซีดี

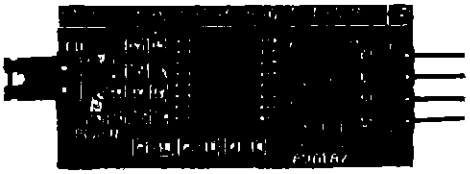
จอแสดงผลแอลซีดีขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัดที่นิยมวางจำหน่ายจะมีอยู่ 2 แบบด้วยกัน คือแอลซีดี แบบปกติที่เชื่อมต่อแบบขนาน และแอลซีดีแบบที่เชื่อมต่ออนุกรม แบบ I2C โดยทั้ง 2 แบบตัวจอมีลักษณะเดียวกันเพียงแต่แบบ I2C จะมีแผงวงจรเสริมทำให้สื่อสารแบบ I2C ได้เชื่อมต่อได้สะดวกขึ้น

แบบขนาน มี 16 ขาการควบคุมการแสดงผลของแอลซีดีในการควบคุมหรือสั่งงาน ตัวจอแอลซีดี นั้นมีส่วนควบคุม (Controller) รวมไว้ในตัวแล้ว ผู้ใช้สามารถส่งรหัสคำสั่งควบคุมการทำงานของจอแอลซีดี ผ่านส่วนควบคุม ว่าต้องการใช้แสดงผลอย่างไร โดยแอลซีดี ส่วนควบคุมของจอตัวนี้เป็นของฮิตาชิ หมายเลข HD44780 และขาในการเชื่อมต่อระหว่าง แอลซีดีกับไมโครคอนโทรลเลอร์มีดังนี้

- GND เป็นกราวด์ใช้ต่อระหว่าง กราวด์ ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์กับจอแอลซีดี
- VCC เป็นไฟเลี้ยงวงจรที่ป้อนให้กับจอแสดงผลแอลซีดี โดยใช้แรงดันกระแสตรงขนาด 5 โวลต์
- VO ใช้ปรับความสว่างของหน้าจอแอลซีดี
- RS ใช้บอกให้แอลซีดี ทราบว่าคำสั่งที่ส่งมาทางขา Data เป็นคำสั่งหรือข้อมูล
- R/W ใช้กำหนดว่าจะอ่านหรือเขียนข้อมูลกับการควบคุมจอแอลซีดี
- E เป็นขา Enable หรือ Chips Select เพื่อกำหนดการทำงานให้กับแอลซีดี
- DB0-DB7 เป็นขาสัญญาณ Data ใช้สำหรับเขียนหรืออ่านข้อมูล/คำสั่งกับแอลซีดี

2.6 แผงวงจร I2C

ในการควบคุมหรือสั่งงาน โดยทั่วไปจอแอลซีดีจะมีส่วนควบคุมอยู่ในตัวแล้วผู้ใช้สามารถส่งรหัสคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของจอแอลซีดี เช่นเดียวกันกับจอแอลซีดี แบบธรรมดา คือรหัสคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมนั้นเหมือนกัน แต่ต่างกันตรงที่รูปแบบในการรับส่งข้อมูล โครงงานนี้ใช้จอแอลซีดีขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัดที่มีการส่งข้อมูลรูปแบบ I2C ที่ใช้ขาเพียง 4 ขาที่ใช้ในการเชื่อมต่อเท่านั้นดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 แผงวงจร I2C

ที่มา: http://www.satorshop.com

1) GND เป็นกราวด์ใช้ต่อระหว่างกราวด์ ของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ กับจอแอลซีดี

2) VCC เป็นไฟเลี้ยงวงจรที่ป้อนให้กับจอแอลซีดีใช้แรงดันกระแสตรงขนาด 5 โวลต์

3) SDA (Serial Data) เป็นขาที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล

4) SCL (Serial Clock) เป็นขาสัญญาณนาฬิกาในการรับส่งข้อมูล

2.6.1 การรับ-ส่งข้อมูลแบบ I2C บัส

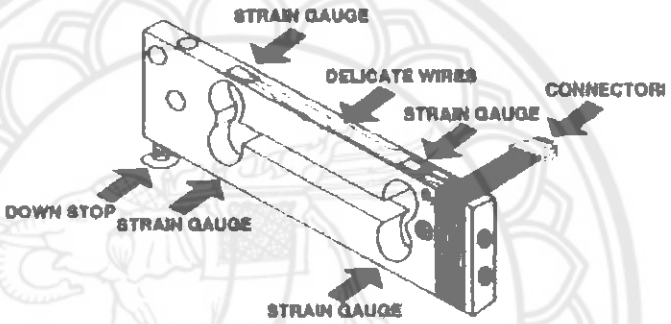
- MCU จะทำการส่งสถานะเริ่มต้น (Start conditions) เพื่อแสดงการขอใช้บัส
- แล้วตามด้วย รหัสควบคุม (Control byte) ซึ่งประกอบ ด้วยรหัสประจำตัวอุปกรณ์ Device ID, Device Address และ Mode ในการเขียนหรืออ่านข้อมูล
- เมื่ออุปกรณ์รับทราบว่า MCU ต้องการจะติดต่อด้วยก็ต้องทำการส่งสถานะรับรู้ (Acknowledge) หรือแจ้งให้ MCU รับรู้ว่าข้อมูลที่ได้ส่งมามีความถูกต้อง
- เมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่งสถานะสิ้นสุด (Stop conditions) เพื่อบอกกับอุปกรณ์ว่าสิ้นสุดการใช้บัส

2.6.2 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ กับจอแอลซีดี (I2C)

สำหรับการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ กับจอแอลซีดี ที่มีแผงวงจร I2C อยู่แล้วนั้น การส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ จะถูกส่งออกมาในรูปแบบ I2C ไปยังแผงวงจร I2C และแผงวงจรจะมีหน้าที่จัดการข้อมูลให้ออกมาในรูปแบบปกติ หรือแบบขนาน เพื่อใช้ในการติดต่อไปยังจอแอลซีดี โดยที่รหัสคำสั่งที่ใช้ในการสั่งงานจอแอลซีดี ยังคงไม่ต่างกับจอแอลซีดี ที่เป็นแบบขนาน โดยส่วนใหญ่แผงวงจร I2C จะเชื่อมต่อกับตัวควบคุมของจอแอลซีดีเพียง 4 บิตเท่านั้น

2.7 โหลดเซลล์

โหลดเซลล์คือเซ็นเซอร์ที่สามารถแปลงค่าแรงกดหรือแรงดึงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าได้ เหมาะสำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางกลของชิ้นงาน โหลดเซลล์ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภทได้แก่การชั่งน้ำหนักการทดสอบแรงกดของชิ้นงานการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงานการทดสอบการเข้ารูปชิ้นงานใช้สำหรับงานทางด้านวัสดุโลหะทดสอบโลหะชิ้นส่วนรถยนต์วิศวกรรมโยธาทดสอบคอนกรีตทดสอบไม้โหลดเซลล์แบบการตรวจวัดความเครียด ซึ่งใช้ในการทำโครงงานนี้หลักการของโหลดเซลล์ประเภทนี้ก็คือเมื่อมีน้ำหนักมากระทำความเครียดจะเปลี่ยนเป็นความต้านทานทางไฟฟ้าในสัดส่วนโดยตรงกับแรงที่มากระทำปกติแล้วมักจะใช้เกจวัดความเครียด 4 ตัว ดังรูปที่ 2.24

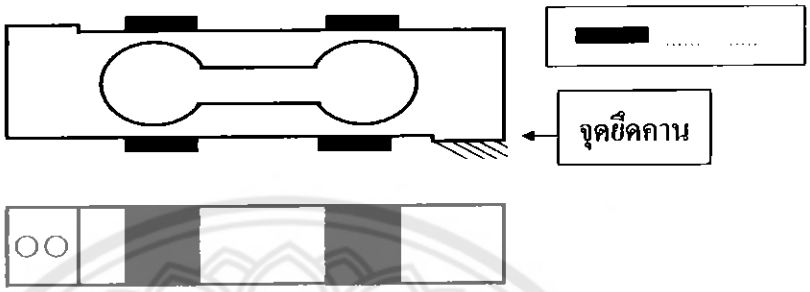


รูปที่ 2.24 การติดตั้งการตรวจวัดความเครียดในโหลดเซลล์

ที่มา: https://app.enit.kku.ac.th

การวัดโดยเกจตัวต้านทานทั้ง 4 จะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อใช้แปลงแรงที่กระทำกับตัวของมันไม่ว่าจะเป็นแรงกดหรือแรงดึงส่งสัญญาณออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้าโดยที่แรงดันไฟฟ้าที่ได้จะมีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ต่อโวลต์ หมายความว่าถ้าจ่ายแรงดัน 10 โวลต์ให้กับโหลดเซลล์ที่มีพิกัด 2 มิลลิโวลต์ต่อโวลต์ ที่โหลดสูงสุดสมมุติว่าน้ำหนักเป็น 2,000 กิโลกรัมดังนั้นเมื่อมีแรงกระทำต่อโหลดเซลล์ที่น้ำหนักโหลดสูงสุด สัญญาณที่จะได้ก็จะได้เท่ากับ 20 มิลลิโวลต์ ในทางปฏิบัติการใช้งานโหลดเซลล์เพียงแค่จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับโหลดเซลล์ตามขั้วอินพุตที่กำหนดของโหลดเซลล์แรงดันเอาท์พุตที่ได้ก็จะแปรผันตรงกับแรงที่มากระทำต่อโหลดเซลล์ซึ่งแรงดันไฟฟ้าที่ได้จะยังคงมีค่าน้อยอยู่จึงต้องนำไปผ่านวงจรขยายสัญญาณก่อนเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการต่อไปโดยส่งสัญญาณเข้าไปยังกระบวนการประมวลผลแรงดันที่ได้จากการขยายสัญญาณเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลในไมโครคอนโทรลเลอร์จากนั้นจึงส่งไปยังกระบวนการแสดงผลทางจอแอลซีดีโดยโหลดเซลล์ที่จำหน่ายในปัจจุบันมีหลายชนิดหลายแบบขึ้นอยู่กับว่าจะนำไปใช้งานแบบไหน เช่น โหลดเซลล์ที่ใช้ในงานรับแรงดึง โหลดเซลล์ที่ใช้ในงานรับแรงกด โหลดเซลล์ชนิดเฉือนหรือตัดใช้ในงานที่เป็นลักษณะของแรงเฉือน และโหลดเซลล์แบบคานใช้งานในลักษณะเป็นคานรับแรงซึ่งโครงงานนี้เลือกใช้โหลดเซลล์แบบคานเป็นตัวตรวจรู้น้ำหนัก

โหลดเซลล์แบบคานเหมาะสำหรับใช้วัดน้ำหนักน้อยๆเพราะมีความไวในการรับรู้มากกว่าซึ่งเมื่อเทียบกับโหลดเซลล์ที่ใช้ในงานรับแรงดึง โหลดเซลล์ที่ใช้ในงานรับแรงกด และโหลดเซลล์ชนิดเฉือนจะไม่มีความไวในการรับรู้ได้มากเท่านี้ โหลดเซลล์แบบคานประกอบด้วยตรวจวัดความเครียดสองอันอยู่ด้านบนของลิงค์และอีก 2 อันจะอยู่ส่วนล่างของลิ้งค์ซึ่งการตรวจวัดความเครียดทั้ง 4 ตัวจะต่อกันเป็นวงจรวีทสโตนบริดจ์ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 โหลดเซลล์แบบคาน

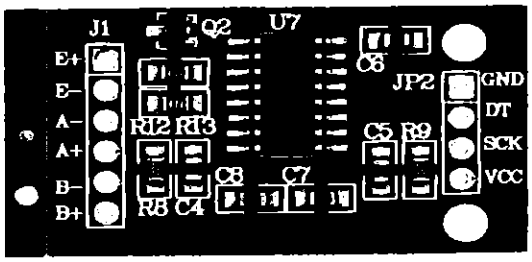
ที่มา: https://app.enit.kku.ac.th

2.8 แผงวงจรโมดูลขยายสัญญาณ

แผงวงจรโมดูลขยายสัญญาณทำหน้าที่ขยายสัญญาณจากโหลดเซลล์ สำหรับส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นสัญญาณแบบดิจิตอล เป็นแผงวงจรภาคขยายสัญญาณจากโหลดเซลล์ มีช่องอินพุตสำหรับต่อกับโหลดเซลล์ได้โดยตรง ใช้ไฟเลี้ยง 2.6-5.5 โวลต์ดังรูปที่ 2.26

การนำไปใช้งานต้องนำสายไฟทั้ง 4 เส้นที่ออกมาจากโหลดเซลล์ แต่ละเส้นมีสีเฉพาะและมีหน้าที่แตกต่างกันโดยต่อเข้ากับแผงวงจรโมดูลขยายสัญญาณก่อนซึ่งเป็น ADC 21 บิต หลังจากต่อแล้วก็จะต้องเขียนโปรแกรมเพื่อส่งและรับค่าจาก hx711 ซึ่งเส้นสีแดงของโหลดเซลล์ต่อเข้ากับ E+, สีดำต่อเข้า E-, สีขาว ต่อเข้า A-, สีเขียว ต่อเข้า A+ และต่อ GND กับ VCC เข้ากับแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วน DT กับ SCK ต่อเข้ากับขาอินพุตเอาท์พุต แล้วทำการส่งคลื่นสัญญาณไปให้กับ hx711 เป็นจำนวน 25 ลูกคลื่น และรับค่าในทุกๆครั้งที่ส่งก็จะได้ค่าจากตัวโหลดเซลล์ที่แตกต่างกันตามน้ำหนัก

หลักการคือเมื่อเกิดคลื่นสัญญาณตัว hx711 จะทำการอ่านค่ามา 1 ตัวซึ่งเป็นฐานสอง คือมีกับไม่มี เมื่อรับเสร็จก็จะทำการเลื่อนบิตไปทางซ้าย 1 บิต เพื่อรอรับค่าจนครบ 25 ลูกคลื่นสัญญาณ หลังจากนั้นค่าที่ได้ก็จะถูกแปลงให้เป็นฐานสิบไว้ในตัวแปรตามประเภทที่เราสร้างไว้เพื่อใช้ในการคำนวณค่าต่อไป



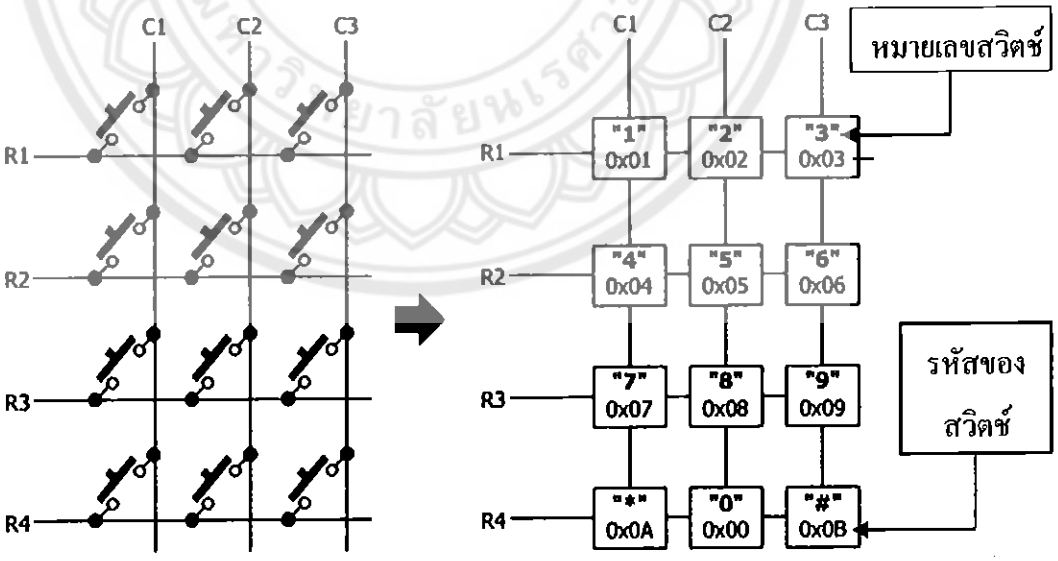
รูปที่ 2.26 แผงวงจรโมดูลขยายสัญญาณ

ที่มา: http://www.itead.cc

2.9 แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์

แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ถูกนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในการป้อนข้อมูลให้กับงานด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกเหนือจากสวิตช์กดติดปล่อยดับแบบธรรมดาโดยเฉพาะกับงานที่ต้องมีการป้อนข้อมูลทั้งตัวอักษรและตัวเลขและมีสวิตช์จำนวนมากแล้ว แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์จะเป็นตัวที่ถูกเลือกใช้งานเสมอ แป้นตัวเลขในรูปแบบเมตริกซ์ที่เห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น แป้นกดตัวเลขของระบบโทรศัพท์ เป็นต้น

การต่อใช้งานแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์เป็นการนำสวิตช์ธรรมดามาต่อกันในแบบเมตริกซ์ คือ ขาด้านหนึ่งจะต่อในแนวหลัก และขาอีกด้านหนึ่งจะต่ออยู่ในแนวแถวดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 การเชื่อมต่อของแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์

ที่มา: http://www.inex.co.th

1979685
ปร
พ.ศ.
2557
- 5 ก.ย. 2560
สำนักหอสมุด

หลักในการอ่านค่าจากแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์คือ จะต้องกำหนดรหัสประจำตำแหน่งของสวิตช์แต่ละตัวไว้ไม่ให้ซ้ำกันดังนั้นเมื่อสวิตช์ตัวใดถูกกดก็จะได้ค่ารหัสของสวิตช์ดังกล่าวออกมา ซึ่งในโครงงานนี้จะกำหนดค่าคงที่ให้กับแป้นตัวเลขแต่ละตัวไว้ดังนี้

สวิตช์ตำแหน่ง R1 (หมายถึง แถวที่ 1), C1 (หมายถึง หลักที่ 1) มีค่า 0x0E

สวิตช์ตำแหน่ง R1 (หมายถึง แถวที่ 1), C2 (หมายถึง หลักที่ 2) มีค่า 0x0E

สวิตช์ตำแหน่ง R1 (หมายถึง แถวที่ 1), C3 (หมายถึง หลักที่ 3) มีค่า 0x0E

สวิตช์ตำแหน่ง R2 (หมายถึง แถวที่ 2), C1 (หมายถึง หลักที่ 1) มีค่า 0x0D

สวิตช์ตำแหน่ง R2 (หมายถึง แถวที่ 2), C2 (หมายถึง หลักที่ 2) มีค่า 0x0D

สวิตช์ตำแหน่ง R2 (หมายถึง แถวที่ 2), C3 (หมายถึง หลักที่ 3) มีค่า 0x0D

สวิตช์ตำแหน่ง R3 (หมายถึง แถวที่ 3), C1 (หมายถึง หลักที่ 1) มีค่า 0x0B

สวิตช์ตำแหน่ง R3 (หมายถึง แถวที่ 3), C2 (หมายถึง หลักที่ 2) มีค่า 0x0B

สวิตช์ตำแหน่ง R3 (หมายถึง แถวที่ 3), C3 (หมายถึง หลักที่ 3) มีค่า 0x0B

สวิตช์ตำแหน่ง R4 (หมายถึง แถวที่ 4), C1 (หมายถึง หลักที่ 1) มีค่า 0x07

สวิตช์ตำแหน่ง R4 (หมายถึง แถวที่ 4), C2 (หมายถึง หลักที่ 2) มีค่า 0x07

สวิตช์ตำแหน่ง R4 (หมายถึง แถวที่ 4), C3 (หมายถึง หลักที่ 3) มีค่า 0x07

การอ่านค่าจากแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ในตำแหน่ง 0 ถึง 9 ออกมาแสดงผลที่จอแสดงผล มีวิธีการอ่านค่าจากแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ได้ดังนี้

1) กำหนดให้ขาพอร์ต 6 ถึง 8 เป็นพอร์ตอินพุตดิจิตอล

2) กำหนดให้ขาพอร์ต 2 ถึง 5 เป็นพอร์ตเอาท์พุตดิจิตอล

3) ส่งลอจิก 1 ออกไปยังขาพอร์ต 2 ถึง 5

4) จากนั้นเริ่มต้นการตรวจสอบแถวที่ 1 ด้วยการทำให้ขา 2 เป็นลอจิก 0 แล้วอ่านค่าจากขาพอร์ต 6 ถึง 8 ว่าขาใดเป็นลอจิก 0 หรือไม่ หากขาใดเป็นลอจิก 0 นั้นคือเกิดการกดสวิตช์ที่ขานั้น หากขา 5 เป็นลอกจิก 0 นั้นคือเกิดการกดสวิตช์ที่ตำแหน่ง R1, C1 ซึ่งก็คือสวิตช์เลข 1 โปรแกรมจะคืนค่าเป็น 0x0E กลับมา การวนรออ่านค่านี้จะใช้เวลา 600 มิลลิวินาที หากไม่มีการกดสวิตช์จะเปลี่ยนการตรวจสอบไปยังแถวที่ 2

5) การตรวจสอบแถวที่ 2 จะเกิดขึ้นเมื่อทำให้ขา 2 กลับมาเป็นลอจิก 1 แล้วทำให้ขา 3 เป็นลอจิก 0 จากนั้นรออ่านค่าจากขาพอร์ต 6 ถึง 8 เช่นเดิม หากในคราวนี้ที่ขา 6 เป็น 0 นั้นหมายถึง เกิดการกดสวิตช์ที่ตำแหน่ง R2, C1 ซึ่งก็คือ สวิตช์หมายเลข 4 โปรแกรมจะทำการคืนค่า 0x0D กลับมา หากไม่มีการกดสวิตช์เลย จะเปลี่ยนการตรวจสอบไปยังแถวที่ 3 และที่ 4 แล้ววนกลับมายังแถวที่ 1 อีกครั้ง

6) เมื่อการตรวจสอบมาถึงแถวที่ 4 จะพบว่าต้องมีการตรวจสอบสวิตช์ 3 ตัว คือ *, 0 และ # ดังนั้นค่าที่ได้จากการตรวจสอบการกดสวิตช์จะเกิดได้ 3 ค่าคือ 10 หรือ 0x0A, 0 หรือ 0x00 และ 11 หรือ 0x0B

7) เมื่อได้ค่าของสวิตช์แล้วจึงนำค่าดังกล่าวไปใช้งานต่อไป

แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์มีจำนวนปุ่มสวิตช์ทั้งหมด 12 ปุ่ม (4x3) จะใช้สัญญาณควบคุมเพียง 7 เส้น โดยที่การต่อสัญญาณแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์นั้น นิยมที่จะต่อแบบ pull-up สัญญาณเพราะฉะนั้นสถานะของสวิตช์จะมีลอจิกเป็น 1 หรือ สูง ทั้งหมด จากนั้นเมื่อต้องการอ่านค่าแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์จะต้องกำหนดค่าของหลักที่ต้องการอ่านค่าก่อนโดยกำหนดให้เป็นลอจิก 0 หรือ ต่ำ เพราะหลักจะเป็นขาสัญญาณควบคุม เมื่อเขียนโปรแกรมและอ่านค่าจากแถวทั้งหมด โดยหากแถวใดมีการเปลี่ยนแปลง แสดงว่าแถวนั้นมีการกดแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ทำให้ทราบว่าแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ตำแหน่งใดมีการกดเกิดขึ้น ในโครงงานนี้ใช้แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ขนาด 4x3 ดังรูปที่ 2.28

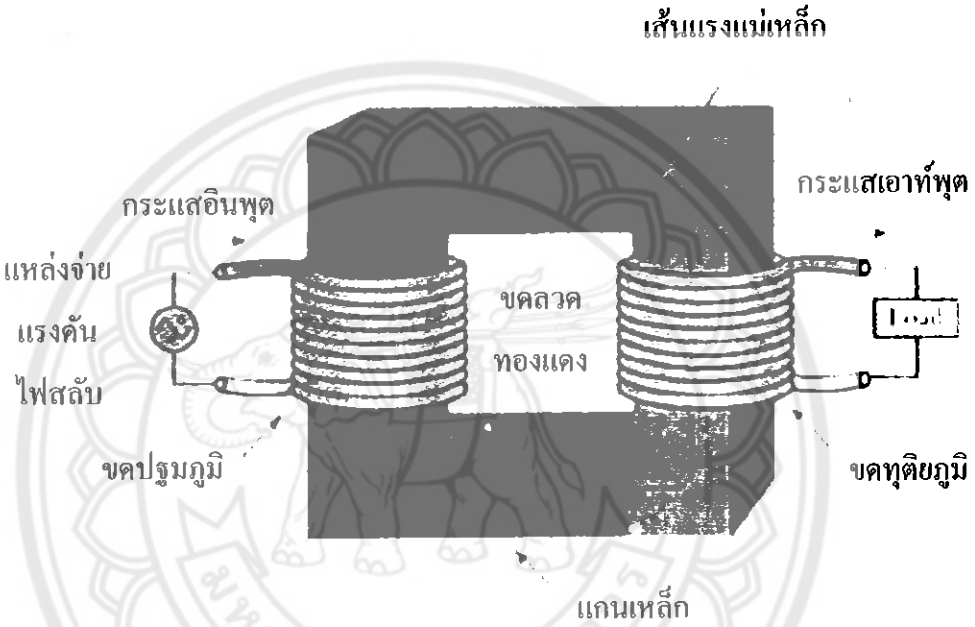
รูปที่ 2.28 แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ที่ใช้ในโครงงาน

ที่มา: http://www.arduino.in.th

2.10 หม้อแปลงไฟฟ้า

ในระบบจ่ายไฟฟ้าจะมีการแปลงแรงดันไฟฟ้าสลับให้มีขนาดสูงมากๆ เช่นให้มีขนาดเป็น 48 กิโลโวลต์ หรือ 24 กิโลโวลต์ เพื่อลดขนาดของลวดตัวนำที่ต้องใช้ในการจ่ายไฟฟ้าเป็นระยะทางไกลๆ เมื่อถึงปลายทางก่อนที่จะจ่ายไฟฟ้าไปให้แก่บ้านเรือนต่างๆ ก็จะแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าให้ลดลงเป็น 220 โวลต์ เพื่อลดอันตรายที่จะเกิดแก่ผู้ใช้ไฟฟ้าและเมื่อต้องการใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ระดับแรงดันต่ำๆ เช่น 6 โวลต์ หรือ 9 โวลต์ ก็จะต้องมีการแปลงดันไฟฟ้าตามบ้านจาก 220 โวลต์ให้ได้เป็นระดับแรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการ เราเรียกว่า หม้อแปลงไฟฟ้า

การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้านั้น อาศัยหลักการความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับเส้นแรงแม่เหล็กในการสร้างแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำให้กับตัวนำ คือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดตัวนำ ก็จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบๆตัวนำนั้น และถ้ากระแสที่ป้อนมีขนาดและทิศทางที่เปลี่ยนแปลงไปมาก็จะทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ถ้าสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวตัดผ่านตัวนำ ก็จะเกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำขึ้นที่ตัวนำนั้น โดยขนาดของแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำจะสัมพันธ์กับ ความเข้มของสนามแม่เหล็ก และความเร็วในการตัดผ่านตัวนำของสนามแม่เหล็ก โดยหม้อแปลงไฟฟ้ามีโครงสร้างภายในดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า

ที่มา: http://utttawuth.blogspot.com

พิจารณาจากรูป จะเห็นว่าโครงสร้างของหม้อแปลงจะประกอบไปด้วยขดลวด 2 ขดพันรอบแกนที่เป็นสื่อกลางของเส้นแรงแม่เหล็กซึ่งอาจเป็นแกนเหล็ก แกนเฟอไรท์ หรือแกนอากาศ ขดที่จ่ายไฟเข้าไปเรียกว่า ขดลวดปฐมภูมิ และ ขดลวดอีกขดที่ต่อเข้ากับโหลด เรียกว่า ขดลวดทุติยภูมิ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดปฐมภูมิ ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไปมา โดยเส้นแรงแม่เหล็กดังกล่าวก็จะวิ่งไปมา และไปตัดกับขดลวดทุติยภูมิทำให้เกิดแรงดันเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดทุติยภูมิที่ต่อกับโหลด โดยแรงเคลื่อนเหนี่ยวที่เกิดขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กและจำนวนรอบของขดลวด

การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อแรงดันไฟสลับเข้าขดปฐมภูมิจะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กชักนำขึ้น ทำให้เกิดแรงดันไฟสลับขึ้นที่ขดทุติยภูมิโดยมีความถี่เท่าเดิมขดทุติยภูมิจะมีขดเดียวหรือ

หลายขดก็ได้แรงดันไฟสลับที่เกิดขึ้นที่ขดทุติยภูมิจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของขดลวดระหว่างขดปฐมภูมิและทุติยภูมิ สามารถคำนวณได้ทางขดปฐมภูมิจะใช้ขดลวดกี่รอบต่อ 1 โวลต์ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของขดลวด เมื่อสามารถหาได้ว่าขดลวดกี่รอบต่อโวลต์แล้วทางขดทุติยภูมิก็สามารถที่จะพันให้ได้จำนวนรอบตามที่ต้องการถ้าจำนวนรอบของขดปฐมภูมิเท่ากับจำนวนรอบของขดทุติยภูมิ แรงดันไฟสลับที่ออกมาที่ขดด้านทุติยภูมิจะเท่ากับแรงดันไฟสลับที่ป้อนเข้าไปที่ขดด้านปฐมภูมิ นั้นคือ ถ้าป้อนแรงดันไฟสลับเข้าที่ขดด้านปฐมภูมิ 220 โวลต์ แรงดันไฟสลับออกที่ขดด้านทุติยภูมิจะเท่ากับ 220 โวลต์เช่นกัน

โดยที่ E_P = ระดับแรงดันไฟฟ้าทางขดปฐมภูมิ

E_S = ระดับแรงดันไฟฟ้าทางขดทุติยภูมิ

N_P = จำนวนรอบของขดปฐมภูมิ

N_S = จำนวนรอบของขดทุติยภูมิ

และให้ $\Delta\phi$ = อัตราการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กสามารถกำหนดสมการได้ดังนี้

$$E_P = N_P \times \Delta\phi \tag{2.14}$$

$$E_S = N_S \times \Delta\phi \tag{2.15}$$

เมื่อนำสมการที่ (2.14) มาหารด้วย (2.15) จะได้

$$\frac{E_P}{E_S} = \frac{N_P}{N_S} \tag{2.16}$$

จากสมการที่ (2.16) จะได้ว่า

$$E_S = \frac{N_P}{N_S} \tag{2.17}$$

จากสมการที่ (2.17) จะเห็นว่าแรงดันไฟฟ้าทางขดทุติยภูมิจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ และขดปฐมภูมิโดยถ้าพันขดลวดทุติยภูมิให้มีจำนวนมากกว่าขดปฐมภูมิแรงดันไฟฟ้าขาออกทางขดทุติยภูมิก็จะสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามาทางขดปฐมภูมิ เรียกว่าหม้อแปลงชนิดแปลงแรงดันขึ้นแต่ถ้าเราพันขดทุติยภูมิให้มีจำนวนรอบน้อยกว่าขดปฐมภูมิแรงดันไฟฟ้าทางขดทุติยภูมิก็จะต่ำกว่าแรงดันที่จ่ายเข้ามาทางขดปฐมภูมิ เรียกว่า หม้อแปลงชนิดแปลงแรงดันลง

โดยที่ I_P = กระแสไฟฟ้าทางขดปฐมภูมิ

I_S = กระแสไฟฟ้าทางขดทุติยภูมิ

และสมมุติว่าไม่มีการสูญเสียใดๆ คือ กำลังไฟฟ้าขาออกเท่ากับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามาจะได้

$$I_S \times E_S = I_P \times E_P \text{ หรือ } \frac{I_S}{I_P} = \frac{E_P}{E_S}$$

และพิจารณาจากสมการที่ (2.16) จะได้

$$\frac{I_S}{I_P} = \frac{N_P}{N_S} \text{ หรือ } I_S = \frac{N_P}{N_S} I_P \qquad (2.18)$$

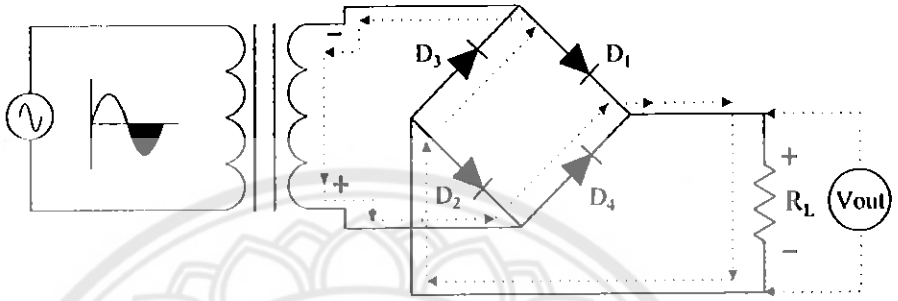
จากสมการที่ (2.18) เราสามารถตีความหมายได้ดังนี้ ถ้าโหลดมีการดึงกระแสทางขดลวดทุติยภูมิมากขึ้น กระแสไฟฟ้าทางขดปฐมภูมิก็จะสูงขึ้นด้วยในกรณีเป็นหม้อแปลงชนิดแปลงขึ้น คือ *Ns* มากกว่า *Np* กระแสทางขดปฐมภูมิ ก็จะน้อยกว่าค่ากระแสทางขดปฐมภูมิ ซึ่งหมายถึง ขนาดของลวดที่ใช้พันขดทุติยภูมิมีขนาดเล็กกว่าขนาดของขดปฐมภูมิ แต่ถ้าเป็นหม้อแปลงชนิดแปลงลง คือ *Ns* น้อยกว่า *Np* ค่ากระแสทางขดทุติยภูมิ ก็จะสูงกว่ากระแสทางขดปฐมภูมิ ซึ่งหมายถึง ขนาดของลวดที่ใช้พันขดทุติยภูมิจะมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของขดปฐมภูมิ โดยหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในโครงงานดังรูปที่ 2.30

รูปที่ 2.30 หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในโครงงาน
ที่มา: http://www.poolandsaunacenter.com

แรงดันไฟฟ้าสลับเข้า	220 โวลต์
แรงดันไฟฟ้าสลับออก	12 โวลต์
กระแสไฟฟ้าสลับออก	0-5 แอมแปร์ 45 วัตต์
อุณหภูมิการใช้งาน	0-40 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิในการเก็บ	-15-50 องศาเซลเซียส

2.11 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

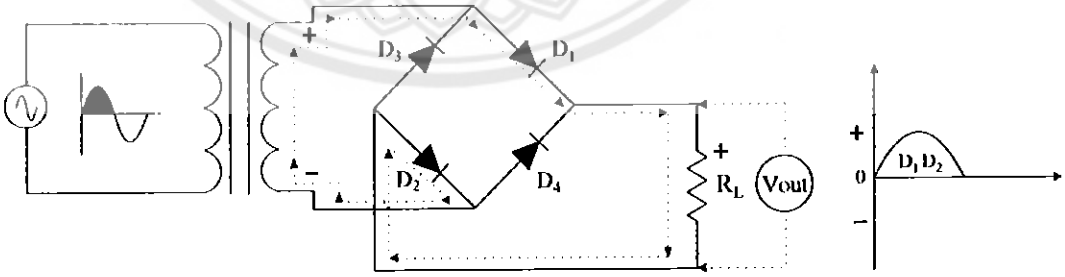
วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์มีแรงดันเอาท์พุตที่ได้เป็นแบบเต็มคลื่นและการต่อวงจรแบบบริดจ์ใช้ไดโอด 4 ตัวและหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้เป็นแบบ 2 ขั้วหรือ 3 ขั้วก็ได้ วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์แสดงดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

ที่มา: www.neutron.rmutphysics.com

การทำงานวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์การทำงานของวงจร ไดโอดจะผลัดกันนำกระแสครั้งละ 2 ตัว โดยเมื่อไซเคิลบวกของแรงดันไฟสลับ (Vin) ปรากฏที่ด้านบนของขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงและด้านล่างจะเป็นลบ จะทำให้ไดโอด D1 และ D2 ได้รับไบอัสตรงจะมีกระแสไหลผ่านไดโอด D1 ผ่านโหลด RL ผ่านไดโอด D2 ครบวงจรที่หม้อแปลงด้านล่าง มีแรงดันตกคร่อมโหลด RL ด้านบนเป็นบวก ด้านล่างเป็นลบ ได้แรงดันไฟช่วงบวกออกทางเอาท์พุตดังรูปที่ 2.32

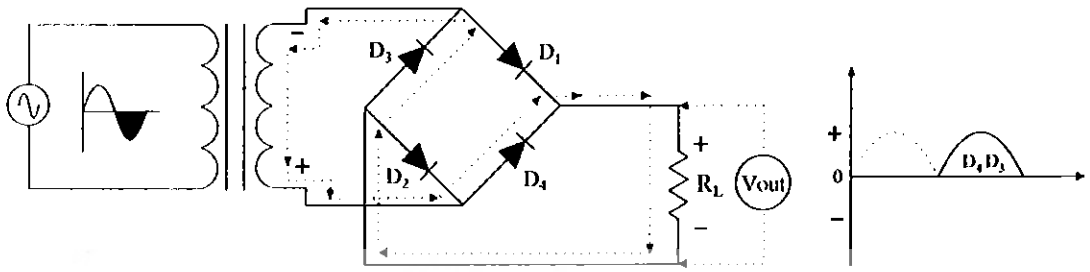


รูปที่ 2.32 ไดโอด D1 และ D2 ได้รับไบอัสตรงและรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมโหลด

ที่มา: www.neutron.rmutphysics.com

ในช่วงเวลาต่อมาไซเคิลลบของแรงดันไฟสลับ (Vin) ปรากฏที่ด้านบนของขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงและด้านล่างเป็นบวก ในช่วงเวลานี้ไดโอด D1 และ D2 จะได้รับไบอัสกลับ

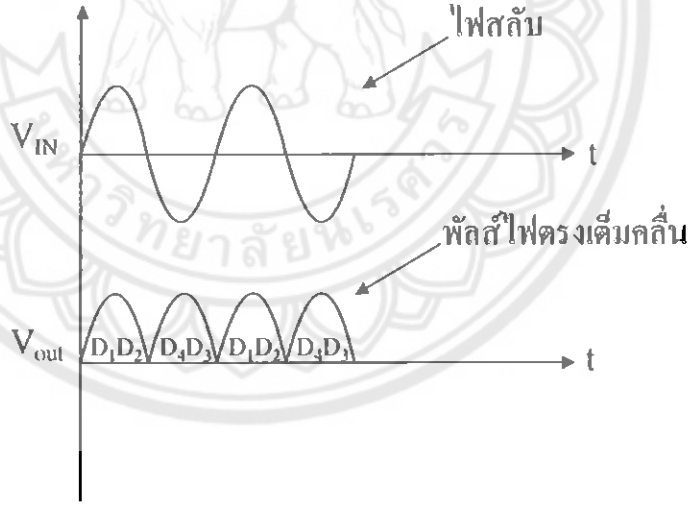
แต่ไดโอด D3 และ D4 จะได้รับไบอัสตรง ทำให้มีกระแสไหลผ่านไดโอด D4 ผ่านโหลด RL ด้านบนเป็นบวกด้านล่างเป็นลบ ได้แรงดันไฟช่วงบวกออกทางเอาท์พุตทำให้ได้คลื่นไฟตรงรวมกันเต็มคลื่นดังรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.33 ไดโอด D3 และ D4 ได้รับไบอัสตรงและรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมโหลด

ที่มา: www.neutron.rmutphysics.com

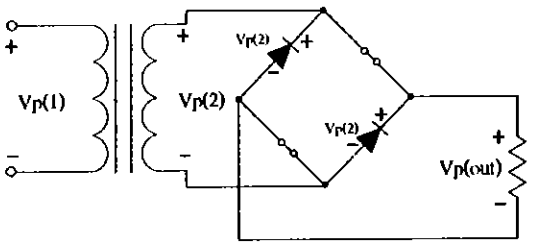
แผนภาพแสดงรูปคลื่นแรงดันเอาท์พุตเปรียบเทียบกับแรงดันอินพุตของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ดังรูปที่ 2.34



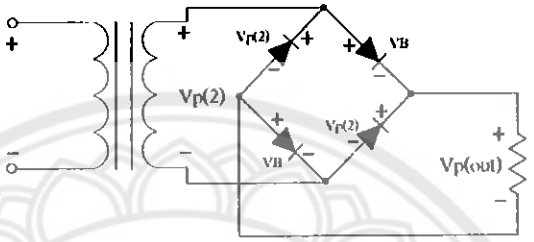
รูปที่ 2.34 รูปคลื่นแรงดันเอาท์พุตเปรียบเทียบกับแรงดันอินพุตของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์

ที่มา: www.neutron.rmutphysics.com

แรงดันย้อนกลับสูงสุด (Peak inverse voltage, PIV) วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์จะมีค่าแรงดันย้อนกลับสูงสุดน้อยกว่าวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงมีแท็ปครึ่งหนึ่ง เมื่อพิจารณาวงจรในรูปที่ 2.35 (ก) เมื่อไดโอด D1, D2 นำกระแส ไดโอด D1, D2 จะทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ปิดวงจร (ถ้าไม่คิดแรงดันตกคร่อมไดโอด) จะเห็นว่าแรงดันสูงสุดด้านกลับที่ตกคร่อมไดโอด D3 และ D4 ที่ได้รับไบอัสกลับจะมีค่าเท่ากับแรงดันสูงสุด (Vp)



(ก)

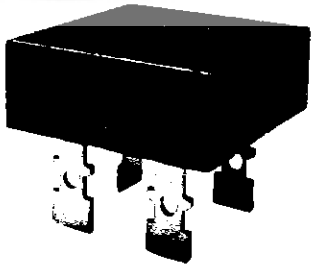


(ข)

รูปที่ 2.35 ค่าแรงดันย้อนกลับสูงสุดที่เกิดกับวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

ที่มา: www.neutron.rmutphysics.com

ในทำนองเดียวกันเมื่อพิจารณาค่าแรงดันตกคร่อมไดโอดขณะที่ไดโอด D1, D2 นำกระแส (VB) ดังรูปที่ 2.35 (ข) เช่นเดียวกันถ้าหากว่าต้องการใช้ไฟตรงที่เรียงกระแสออกมาเรียบขึ้นก็ต้องใช้ตัวเก็บประจุค่ามากๆมาเป็นวงจรกรองกระแส ยิ่งตัวเก็บประจุมีค่ามากการคายประจุก็ต้องใช้เวลานานขึ้น จึงทำให้ไฟกระแสตรงที่ออกมาเรียบที่สุด วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เป็นที่นิยมใช้กันมาก จึงมีการผลิตวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ขึ้นมาใช้งานกลายเป็นไดโอดสำเร็จรูปโดยยังมีโครงสร้างเหมือนกับบริดจ์ที่ใช้ไดโอด 4 ตัว และถ้าเป็นวงจรที่ต้องเรียงกระแสไฟ 3 เฟส จะต้องมีไดโอดเพิ่มขึ้นมาอีก 2 ตัว กลายเป็นวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ 5 ขา แทนที่จะมีขาใช้งาน 4 ขา เหมือนไดโอดเฟสเดียว ในโครงงานนี้ใช้วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ดังรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.36 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

ที่มา: http://www.caraudio-club.com

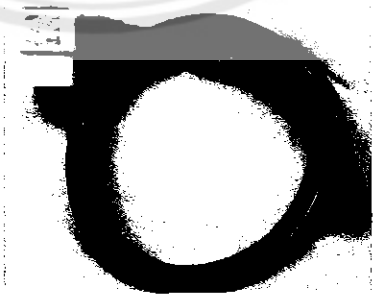
2.12 อะแดปเตอร์

อะแดปเตอร์คือหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กดังรูปที่ 2.37 มีขนาด 3 โวลต์ 240 มิลลิแอมแปร์

รูปที่ 2.37 โครงสร้างภายในของอะแดปเตอร์

ที่มา: http://www.rmutphysics.com

จากรูปจะเห็นว่ามีขดลวดอยู่ 2 ขด ขดแรกเป็นขดลวดปฐมภูมิขดที่สองจะเป็นขดลวดทุติยภูมิ ไฟฟ้าสลับขนาด220 โวลต์ จะเข้ามาที่ขดลวดชุดแรก และเหนี่ยวนำให้ขดลวดชุดที่สองเกิดกระแสไฟฟ้าสลับขึ้น ถ้าจำนวนขดลวดทั้งสองเท่ากันไฟฟ้าที่ไหลเข้าจะเท่ากับไฟฟ้าที่ไหลออก แต่ถ้าขดแรกพันมากกว่าขดที่สองเป็นจำนวน 2 เท่า แรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดชุดที่สองจะลดลงครึ่งหนึ่ง ดังนั้นถ้าต้องการให้ไฟบ้านลดลงเหลือ 3 โวลต์ ขดลวดชุดแรกจะต้องมีจำนวนมากกว่าชุดที่สองอยู่ 73 เท่า อีกด้านหนึ่งของอะแดปเตอร์พันด้วยฉนวน ภายในบรรจุอุปกรณ์ชนิดหนึ่งเรียกว่า ไดโอด มีหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าสลับให้เป็นไฟตรง อะแดปเตอร์ที่ใช้อยู่ทั่วไปให้ไฟอยู่ประมาณ 3 ถึง 12 โวลต์กระแสไม่ถึง 1 แอมแปร์เหตุผลที่ต้องแปลงเป็นไฟตรงก่อนก็เพราะว่าอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่ล้วนแต่ใช้แบตเตอรี่ซึ่งเป็นไฟกระแสตรงทั้งสิ้น โดยอะแดปเตอร์ที่ใช้ในโครงงานนี้แสดงดังรูปที่ 2.38



รูปที่ 2.38 อะแดปเตอร์แปลงแรงดัน 220 โวลต์เป็น 5 โวลต์ที่ใช้ในโครงงาน

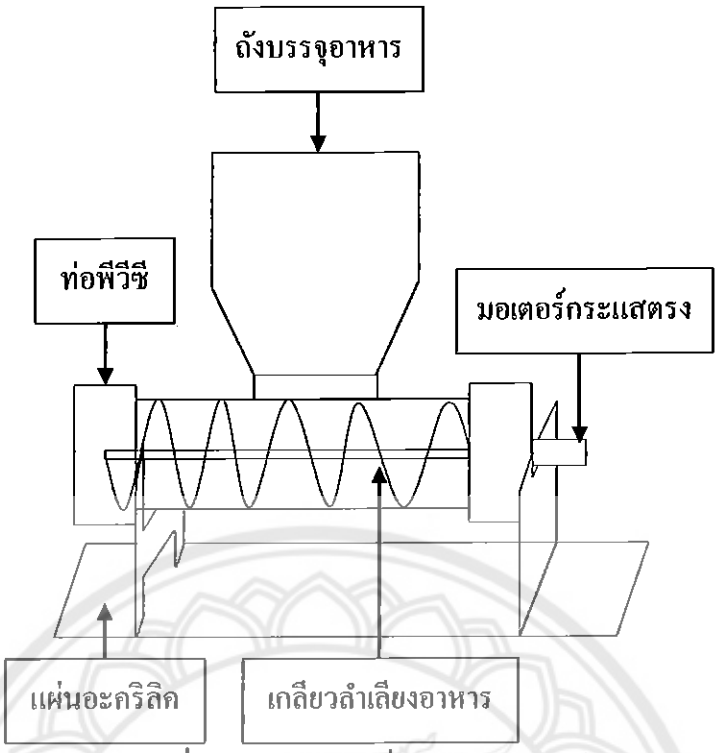
แรงดันไฟฟ้าสลับเข้า	100-220 โวลต์
แรงดันไฟฟ้าตรงออก	5 โวลต์
กระแสไฟฟ้าตรงออก	2 แอมแปร์

บทที่ 3
การออกแบบสร้างเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ

หลังจากศึกษาเกี่ยวกับหลักการต่าง ๆ และรายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบหลักของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติแล้วจึงได้ทำการออกแบบเกลียวที่ใช้สำหรับหมุนลำเลียงอาหาร และตัวถังสำหรับบรรจุอาหาร รวมทั้งประกอบวงจรภายในของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ โดยเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติมีหลักการทำงานคือ เริ่มจากแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ทำหน้าที่รับค่าตัวเลขที่ต้องการกำหนดปริมาณอาหารที่ต้องการให้ ส่งค่าไปประมวลผลโดยใช้แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO สำเร็จรูป ในการควบคุมรีเลย์ในการจ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์กระแสตรง และมอเตอร์กระแสตรงจะทำหน้าที่หมุนแกนลำเลียงอาหารไปยังถาดใส่อาหารที่ต่ออยู่กับโหลดเซลล์ เมื่อมีแรงมากดทับที่โหลดเซลล์ก็จะทำการส่งสัญญาณกลับสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงบนจอแสดงผล

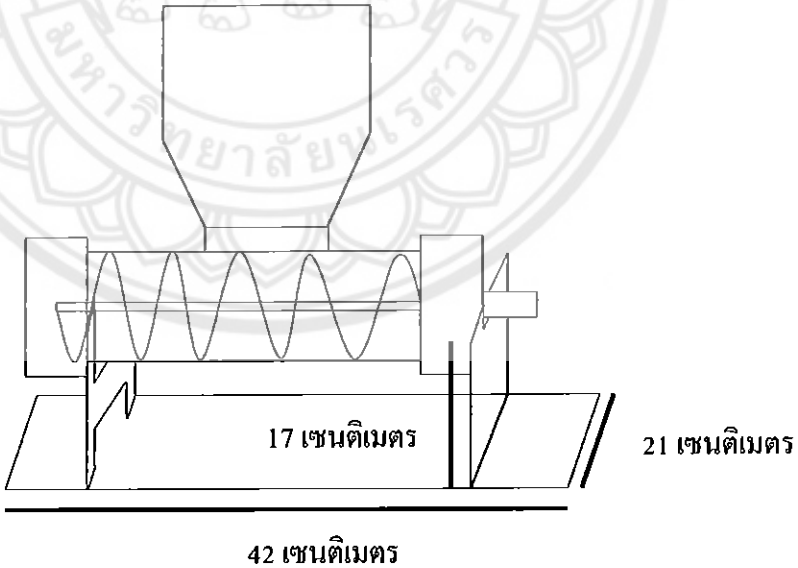
3.1 การออกแบบโครงสร้างทางกล

การออกแบบโครงสร้างทางกลสำหรับเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ (Automatic food feeding machine) เป็นการออกแบบโดยใช้แกนในการลำเลียงอาหารเป็นแบบเกลียวโดยแกนลำเลียงอาหารจะถูกเชื่อมติดกับมอเตอร์กระแสตรงโดยมอเตอร์กระแสตรงที่ใช้ในการหมุนแกนลำเลียงอาหารนั้นมีขนาด 12 โวลต์ 5 รอบต่อนาที วัสดุที่ใช้ในการสร้างคือ อะคริลิค เป็นส่วนของโครงสร้างหลัก และตัวถังสำหรับบรรจุอาหารดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ

ขนาดของชิ้นงานตัวฐานออกแบบให้มีขนาดกว้าง 21 เซนติเมตร ยาว 42 เซนติเมตร สูง 17 เซนติเมตรดังรูปที่ 3.2

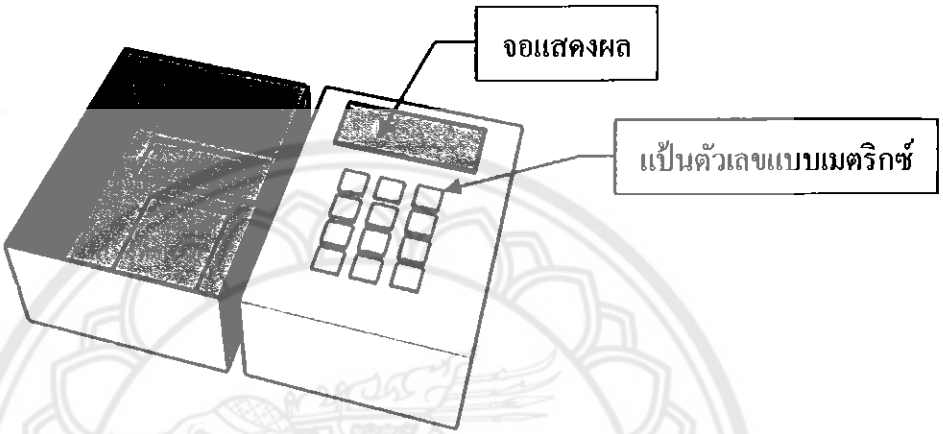


รูปที่ 3.2 โครงสร้างของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ

3.2 การออกแบบโครงสร้างทางไฟฟ้า

3.2.1 ตำแหน่งการติดตั้งแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์และจอแสดงผล

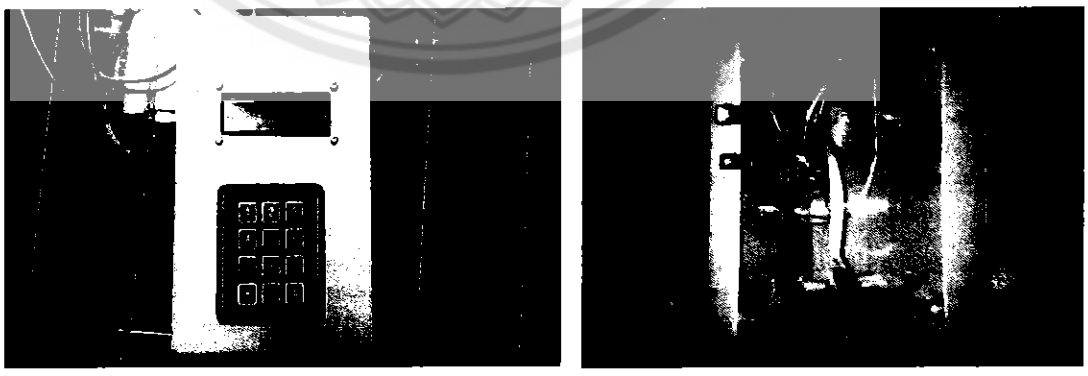
ตำแหน่งการติดตั้งแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์และจอแสดงผลสำหรับใช้ในการป้อนปริมาณอาหารที่ต้องการแสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ตำแหน่งการติดตั้งแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์และจอแสดงผล

3.2.2 ทดสอบชุดควบคุมของแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์

การทดสอบชุดควบคุมเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ โดยรับค่าจากแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์เป็นตัวเลขที่ต้องการกำหนดปริมาณอาหารมาประมวลผลโดยใช้แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO สำเร็จรูป ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะสั่งการไปยังชุดควบคุมรีเลย์สั่งการให้มอเตอร์หมุนแกนลำเลียงอาหารดังรูปที่ 3.4

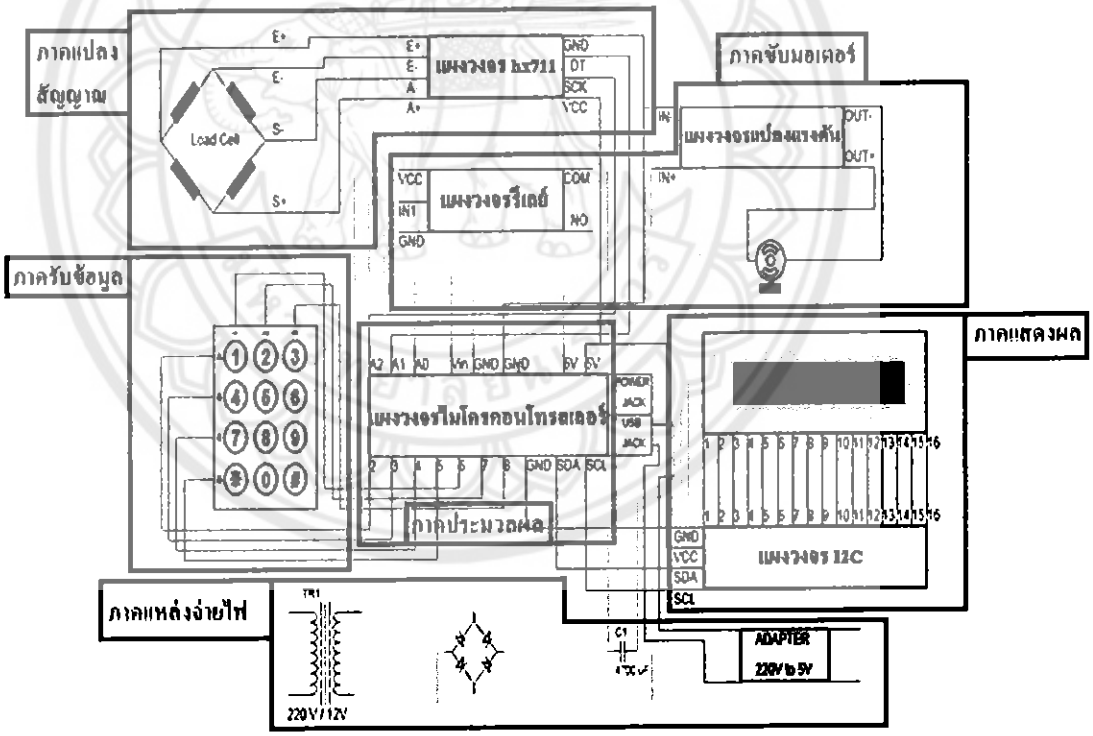


รูปที่ 3.4 การทดสอบชุดควบคุมของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ

3.3 การออกแบบระบบการทำงาน

การทำงานพื้นฐานของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติถูกออกแบบให้สามารถบันทึกค่าการกินอาหารของสัตว์ได้ 3 มื้อ คือ เช้า กลางวัน เย็น ต่อวันสามารถหาค่าเฉลี่ยการกินอาหารของสัตว์ในหนึ่งวันได้ ในการทำงานของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัตินั้นจะแบ่งการทำงานออกเป็น 6 ภาคส่วนดังนี้ โดยวงจรภายในของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติแสดงได้ดังรูปที่ 3.5

1) ภาครับข้อมูล
2) ภาคประมวลผล
3) ภาคแปลงสัญญาณ
4) ภาคแสดงผล
5) ภาคขับมอเตอร์
6) ภาคแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 3.5 วงจรภายในของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ

3.3.1 ภาครับข้อมูล

ในการทำงานของภาครับของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ จะใช้แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ขนาด 4x3 โดยภาครับข้อมูลจะทำหน้าที่รับค่าการกดแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ตามความต้องการของผู้ใช้งานส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลโดยมีการต่อขาการทำงานของแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์กับแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ดังนี้ ขาที่ 1 ของแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ต่อกับขาที่ 2 ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ขาที่ 2 ของแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ต่อกับขาที่ 3 ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ขาที่ 3 ของแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ต่อกับขาที่ 4 ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ขาที่ 4 แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ต่อกับขาที่ 5 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ขาที่ 5 ของแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ต่อกับขาที่ 6 ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ขาที่ 6 ของแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ต่อกับขาที่ 7 ของ แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ และขาที่ 7 ของแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ต่อกับขาที่ 8 ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3.2 ภาคประมวลผล

การทำงานของภาคประมวลผลใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO โดยทำหน้าที่ประมวลผลสั่งงานในส่วนต่างๆของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ โดยมีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆดังนี้ ขา A2 ต่อกับขา SCK ของแผงวงจร hx711 ขา A1 ต่อกับขา DT ของแผงวงจร hx711 ขา A0 ต่อกับขา IN1 ของแผงวงจรรีเลย์ ขา Vin ต่อกับขา COM ของแผงวงจรรีเลย์ ขา GND ต่อกับขา GND ของแผงวงจรรีเลย์ ขา GND ต่อกับขา GND ของแผงวงจร hx711 และ ขา IN- ของชุดแปลงแรงดัน ขา 5 โวลต์ต่อกับขา VCC ของแผงวงจรรีเลย์ ขา 5 โวลต์ ต่อกับขา VCC ของแผงวงจร hx711 และ VCC ของแผงวงจร I2C ขา SCL ต่อกับขา SCL ของแผงวงจร I2C ขา SDA ต่อกับขา SDA ของแผงวงจร I2C ขา GND ต่อกับขา GND ของแผงวงจร I2C ขาที่ 8 ต่อกับขาที่ 3 ของ แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ ขาที่ 7 ต่อกับขาที่ 2 ของ แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ ขาที่ 6 ต่อกับขาที่ 1 ของ แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ และขาที่ 5 ต่อกับขา D ของ แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ ขาที่ 4 ต่อกับขา C ของ แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ ขาที่ 3 ต่อกับขา B ของ แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ ขาที่ 2 ต่อกับขา A ของ แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ พอร์ตรับแรงดันต่อกับแหล่งจ่ายไฟ 16 โวลต์ และพอร์ตยูเอสบีต่อกับแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์

3.3.3 ภาคแปลงสัญญาณ

ในการทำงานของภาคแปลงสัญญาณจะใช้โหลดเซลล์ทำหน้าที่ชั่งค่านำหนักอาหารที่มอเตอร์หมุนอาหารลงมายังถาดใส่อาหาร โดยโหลดเซลล์จะต่อกับแผงวงจร hx711 เพื่อแปลงสัญญาณที่ได้จากโหลดเซลล์ให้เป็นดิจิตอลส่งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผล เมื่อน้ำหนักได้ตามที่ผู้ใช้งานกำหนดไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการสั่งให้มอเตอร์หยุดการทำงาน โดยการต่อแผงวงจร hx711 เข้ากับแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์มีการต่อดังนี้ ขา VCC ของแผงวงจร hx711 ต่อเข้ากับขา 5 โวลต์ ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ขา SCK ของแผงวงจร hx711 ต่อเข้ากับขา A2 ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ขา DT ของแผงวงจร hx711 ต่อเข้ากับขา A1 ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ และขา GND ของแผงวงจร hx711 ต่อเข้ากับขา GND ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3.4 ภาคแสดงผล

การแสดงผลน้ำหนักอาหารที่เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติทำการให้จะแสดงออกบนหน้าจอแอลซีดี 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด โดยหน้าจอแอลซีดีได้ทำการต่อกับแผงวงจร I2C เพื่อใช้ลดจำนวนพอร์ตที่เข้าแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เหลือน้อยลดเนื่องจากการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นมีจำนวนมากจึงต้องใช้แผงวงจร I2C ช่วยลดพอร์ตการเชื่อมต่อให้น้อยลง โดยแผงวงจร I2C มีการเชื่อมต่อกับแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ดังนี้ ขา SCL ของแผงวงจร I2C ต่อเข้ากับขา SCL ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ขา SDA ของแผงวงจร I2C ต่อเข้ากับขา SDA ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ขา VCC ของแผงวงจร I2C ต่อเข้ากับขา 5 โวลต์ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ และขา GND ของแผงวงจร I2C ต่อเข้ากับขา GND ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3.5 ภาคขับมอเตอร์

ภาคกลนี้ใช้มอเตอร์กระแสตรงขนาด 12 โวลต์ ทำหน้าที่หมุนแกนลำเลียงอาหาร มอเตอร์กระแสตรงต่อกับชุดแปลงแรงดัน โดยแผงวงจรแปลงแรงดันต่อเข้ากับรีเลย์และแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ มีการเชื่อมต่อขาการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้ OUT- ของแผงวงจรแปลงแรงดันต่อเข้ากับมอเตอร์ OUT+ ของแผงวงจรแปลงแรงดันต่อเข้ากับมอเตอร์ IN- ของแผงวงจรแปลงแรงดันต่อกับขา GND ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ IN+ ของแผงวงจรแปลงแรงดันต่อกับขา NO ของแผงวงจรรีเลย์ ขา VCC ของแผงวงจรรีเลย์ต่อกับขา 5 โวลต์ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ขาIN1ของแผงวงจรรีเลย์ต่อกับขาA0ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ขา GND ของแผงวงจรรีเลย์ต่อกับขา GND ของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ และขา COM ของแผงวงจรรีเลย์ต่อกับขา Vin ของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

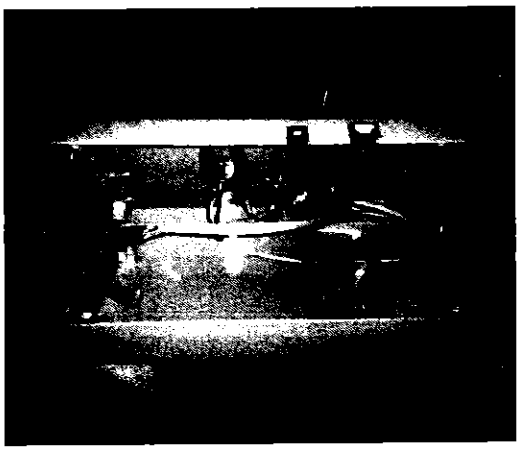
3.3.6 ภาคแหล่งจ่ายไฟ

ในโครงงานนี้ใช้แหล่งจ่ายไฟทั้งหมดสองตัวตัวที่หนึ่งเป็นหม้อแปลงแรงดันทำหน้าที่แปลงแรงดัน 220 โวลต์ให้เป็น 12 โวลต์ ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าต่อกับวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ และตัวเก็บประจุ วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ที่ต่อร่วมกับตัวเก็บประจุทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟกระแสสลับที่ได้จากหม้อแปลงให้เป็นแรงดันไฟกระแสตรง และแหล่งจ่ายไฟตัวที่ 2 ทำหน้าที่แปลงแรงดัน 220 โวลต์ ให้เป็น 5 โวลต์ต่อเข้ากับพอร์ตยูเอสบีของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

การประกอบระบบการทำงานของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติเมื่อทำการประกอบชิ้นส่วนทางกลเข้าด้วยกันทั้งหมดแล้วนำเอาชุดควบคุมมาติดตั้งเข้ากับโครงสร้างทางกลโดยติดตั้งมอเตอร์เข้ากับแกนลำเลียงอาหารดังรูปที่ 3.6

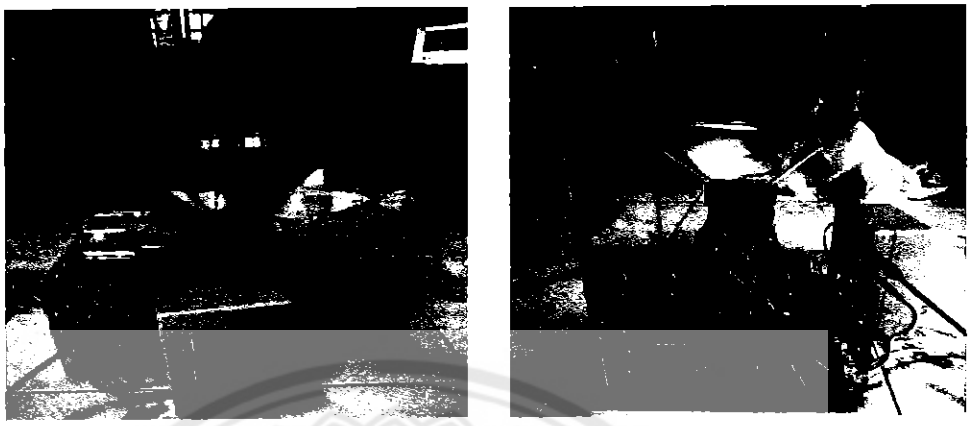
รูปที่ 3.6 การประกอบโครงสร้างเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ

การต่อแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์เข้ากับแผงวงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์โดยแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ จะรับค่าเป็นตัวเลขเมื่อทำการใส่ค่าที่ต้องการไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ประมวลผลเพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์กระแสตรงแสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การต่อแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อประกอบอุปกรณ์ทุกส่วนแล้วจะได้ระบบการทำงานของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ระบบการทำงานของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ

เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติมีคุณสมบัติในการทำงานดังนี้

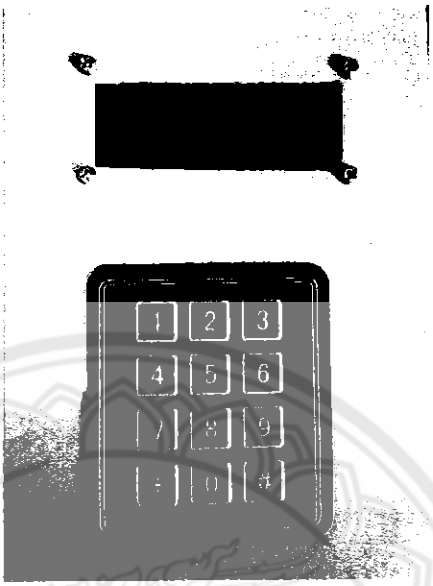
1) สามารถให้อาหารตามปริมาณที่กำหนดได้โดยแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์จะมีหมายเลข 0 ถึง 9 ,* และ # โดยหมาย 0 ถึง 9 จะเป็นการสั่งปริมาณอาหารตามที่ต้องการเมื่อกดหมายเลขตามที่ต้องการแล้วกดปุ่ม # เครื่องจะทำการให้อาหาร

2) สามารถบันทึกค่าได้ 3 ค่าคือ เช้า กลาง วัน เย็น โดยทำการกดปุ่ม * ค้างเครื่องจะทำการประมวลผลปริมาณที่ให้ เมื่อกด # ค้างเครื่องจะทำการเซฟค่าไว้ในเครื่อง

3) สามารถหาค่าเฉลี่ยใน 1 วันได้และแสดงบนหน้าจอแสดงผลโดยกดปุ่ม * ค้างและกดปุ่มหมายเลข 1 เครื่องจะทำการวัดหาค่าเฉลี่ย

4) การรีเซ็ตค่าทำได้โดยการกดปุ่ม * ค้างแล้วกดปุ่มหมายเลข 0 หรือการถอดปลั๊กออกแล้วเสียบใหม่เครื่องจะทำการรีเซ็ตค่าทุกอย่างให้เป็น 0

การใช้งานเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ โดยป้อนค่าน้ำหนักอาหารผ่านแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์และแสดงค่าน้ำหนักอาหารบนจอแสดงผล ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์และจอแสดงผล

รูปแบบการทำงานของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติมี 2 โมด ดังนี้

โมดที่ 1 โมดการให้อาหารปกติ เมื่อเปิดเครื่องจะเข้าสู่โมดปกติอัตโนมัติ

- ตัวเลข 0 ถึง 9 เป็นปุ่มกดเลือกค่าน้ำหนักของอาหารที่ต้องการให้
- ปุ่ม * กดน้อยกว่า 5 วินาทีเป็นการลบตัวเลขทั้งหมดบนหน้าจอแสดงผลถ้ากดนานกว่า 5 วินาทีจะเป็นการเลือกเข้าสู่โมดฟังก์ชัน
- ปุ่ม # กดตกลงเพื่อให้เครื่องปล่อยอาหาร

โมดที่ 2 โมดฟังก์ชัน

- เลข 1 เป็นการกดเลือกดูการให้อาหารมื้อเช้า
- เลข 2 เป็นการกดเลือกดูการให้อาหารมื้อกลางวัน
- เลข 3 เป็นการกดเลือกดูการให้อาหารมื้อเย็น
- เลข 9 เป็นการกดดูค่าเฉลี่ยของการให้อาหารทั้ง 3 มื้อ
- เลข 0 เป็นการกดลบค่าที่ทำการบันทึกไว้ทั้งหมด
- ปุ่ม * กดกลับสู่โมดการให้อาหารปกติ
- ปุ่ม # กดบันทึกค่าน้ำหนักอาหารที่ให้และค่าน้ำหนักอาหารที่สัตว์เลี้ยงกิน

ขั้นตอนการใช้งานเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติมีดังนี้

1) ใส่อาหารลงในกล่องเก็บอาหาร

2) นำถาดอาหารวางบนตราชั่ง

3) เปิดเครื่อง

4) หน้าจอแสดงให้ใส่ปริมาณอาหาร (หน่วยกรัม)

5) ใส่ตัวเลขจำนวนเต็มลงไปหากกดตัวเลขผิดกดปุ่ม * ทำการลบเลขและสามารถกดตัวเลขที่ต้องการลงไปใหม่ เมื่อได้ค่าที่ต้องการกดปุ่ม # ให้เครื่องทำงานปล่อยอาหารลงบนถาดอาหาร

6) หลังจากได้น้ำหนักอาหารตามต้องการหน้าจอแสดงผลค่าน้ำหนักที่ป้อนแล้วค่าน้ำหนักบนถาดอาหาร

7) สัตว์กินอาหารบนถาดอาหาร

8) กดปุ่ม * ค้างไว้ประมาณ 5 วินาทีเพื่อเข้าสู่โมดฟังก์ชันเพื่อเลือกดูค่าต่างๆ

9) กดเลือกมื้ออาหารที่ให้ B=1 มื้อเช้ากด 1, L=2 มื้อกลางวันกด 2, D=3 มื้อเย็นกด 3

10) หลังจากสัตว์เลี้ยงกินอาหารไปแล้วให้ทำการบันทึกค่าอาหารที่สัตว์กินกดปุ่ม #

11) กดปุ่ม * กลับโมดการให้อาหารปกติ

12) ทำซ้ำข้อ 5-11 จนครบ 3 มื้อ

13) ดูค่าเฉลี่ยกด * ค้าง แล้วกดเลข 9

14) นำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปเป็นน้ำหนักในการให้อาหารในมื้อเช้าของวันถัดไป

15) ในวันใหม่ถ้าต้องการทำการบันทึกค่าใหม่ต้องทำการลบค่าเก่าก่อนโดยการกด * ค้างแล้วกดเลข 0 ให้เครื่องทำการลบค่าที่บันทึกไว้ทั้งหมด

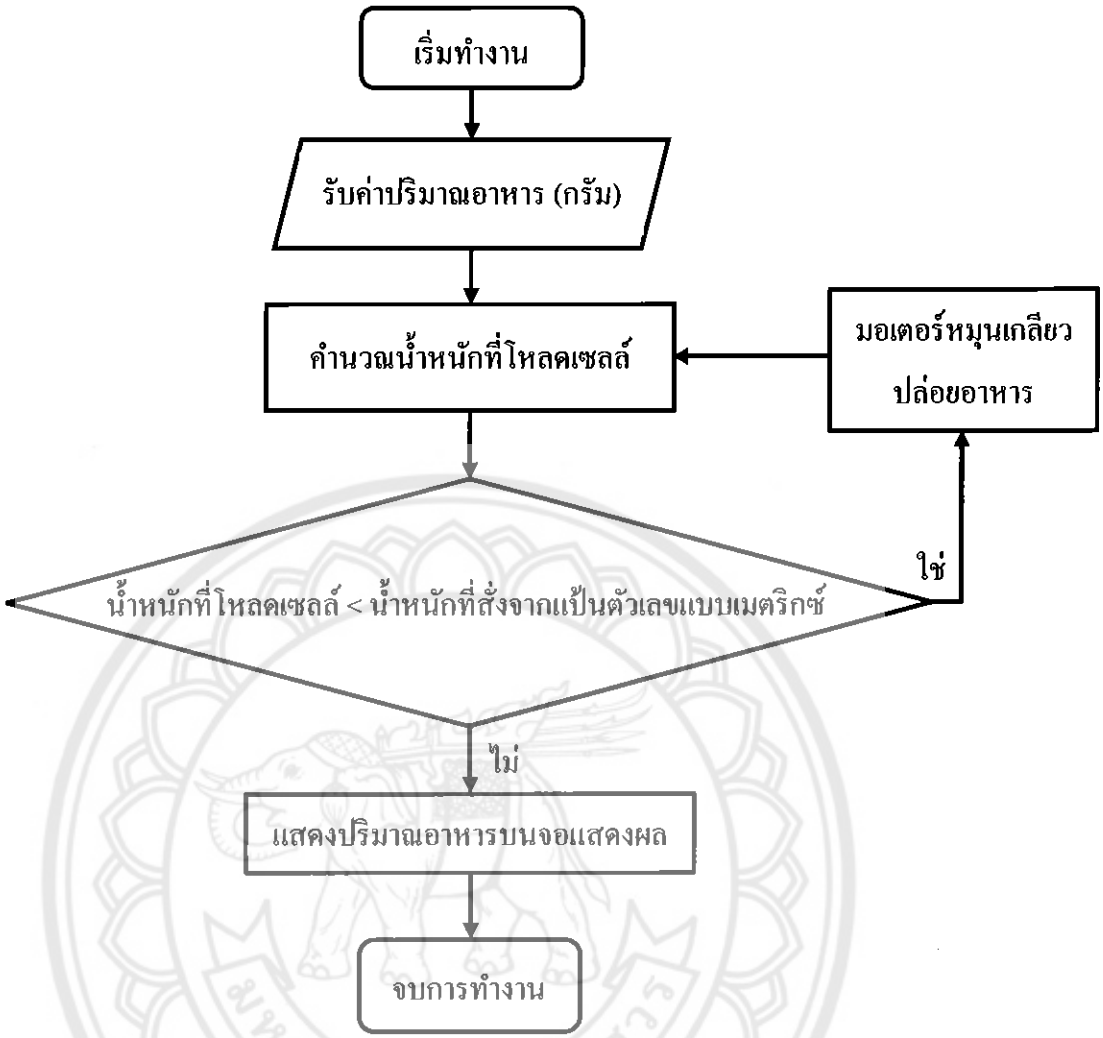
แผนผังการทำงานของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติสามารถเขียนได้ดังรูปที่ 3.10

อธิบายแผนผังการทำงานของเครื่องให้อาหารสัตว์

1) เปิดเครื่องเริ่มการทำงาน ในการเปิดเครื่องใหม่ทุกครั้งจะมีการเซ็ตศูนย์ทุกครั้ง

2) รับค่าปริมาณอาหาร (กรัม) รับค่าปริมาณอาหารจากแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์

3) คำนวณน้ำหนักที่โหลดเซลล์วัด ไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าจากโหลดเซลล์โดยผ่านhx711 เพื่อแปลงค่าที่ได้จากโหลดเซลล์ (แอนะล็อก) เป็นดิจิตอลเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลได้



รูปที่ 3.10 แผนผังการทำงานของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ

4) น้ำหนักอาหารที่โหลดเซลล์ < น้ำหนักอาหารที่สั่งจากแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ เป็นการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักเพื่อตัดสินใจการให้อาหารหรือหยุดให้อาหาร หากน้ำหนักที่โหลดเซลล์ยังน้อยกว่าค่าน้ำหนักอาหารจากค่าที่กำหนด ให้ไปทำข้อที่ 5 แต่หากน้ำหนักที่โหลดเซลล์มากกว่าค่าน้ำหนักอาหารจากค่าที่กำหนด ให้ไปทำข้อที่ 6

5) มอเตอร์ทำงาน มอเตอร์หมุนเกลียวเพื่อลำเลียงอาหารจากที่เก็บอาหารไปยังถาดใส่อาหาร

6) แสดงปริมาณอาหารบนหน้าจอแสดงผล แสดงค่าน้ำหนักอาหารที่กดจากแป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ และค่าน้ำหนักอาหารที่อยู่บนโหลดเซลล์

7) จบการทำงาน

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติที่สร้างขึ้นได้มีการออกแบบการทดลองโดยการเปรียบเทียบน้ำหนักอาหารที่ชั่งจากโหลดเซลล์กับน้ำหนักที่ชั่งจากเครื่องชั่งดิจิตอลว่ามีความถูกต้องมากน้อยอย่างไร และทำการทดลองเปรียบเทียบน้ำหนักอาหารที่กำหนด กับน้ำหนักอาหารที่เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติทำการให้โดยแสดงออกบนหน้าจอแสดงผลและทำการหาความคลาดเคลื่อนของตัวเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ และทำการทดลองติดตามพฤติกรรมการกินอาหารของแมว

ดังนั้นในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่อง แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 การทดสอบความแม่นยำในการวัดค่าน้ำหนักของโหลดเซลล์

การทดลองที่ 2 การทดลองเปรียบเทียบน้ำหนักอาหารที่กำหนด กับน้ำหนักอาหารที่เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติทำการให้

การทดลองที่ 3 การทดลองติดตามพฤติกรรมการกินอาหารของแมว

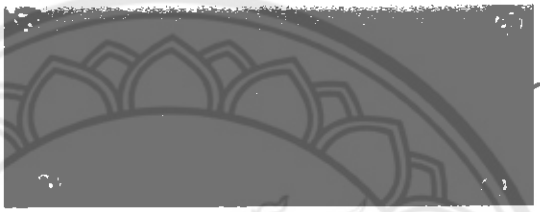
4.1 การทดสอบความแม่นยำในการวัดค่าน้ำหนักของโหลดเซลล์

ในการทำการทดลองนี้ใช้เครื่องชั่งดิจิตอลยี่ห้อ ADAM รุ่น CQT-202 พิกัดน้ำหนัก 200 กรัม ค่าละเอียด 0.01 กรัม แท่นชั่งน้ำหนักขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร หน้าจอแสดงผลเป็นตัวเลขแอลซีดีสีดำมีค่าความถูกต้องในการชั่ง ± 0.02 กรัม

การทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบความแม่นยำในการวัดค่าน้ำหนักของโหลดเซลล์โดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักอาหารที่อ่านค่าได้จากเครื่องชั่งดิจิตอลดังรูปที่ 4.1 เปรียบเทียบน้ำหนักอาหารที่อ่านค่าได้จากโหลดเซลล์ดังรูปที่ 4.2 และทำการหาค่าความคลาดเคลื่อนที่โหลดเซลล์อ่านค่าได้ดังตารางที่ 4.1 โดยในการหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสามารถหาได้ดังสมการที่ (4.1)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน} = \frac{\text{ค่าที่ทดลองได้} - \text{ค่าที่แท้จริง}}{\text{ค่าที่แท้จริง}} \times 100 \qquad (4.1)$$

รูปที่ 4.1 น้ำหนักอาหารที่เครื่องชั่งดิจิตอลอ่านค่าได้



รูปที่ 4.2 น้ำหนักอาหารที่โหลดเซลล์อ่านค่าได้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความแม่นยำในการวัดค่าน้ำหนักของโหลดเซลล์

อ่านค่าน้ำหนักโดยเครื่องชั่งดิจิตอล (กรัม)	อ่านค่าน้ำหนักโดยโหลดเซลล์ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
30	30.88	2.93
40	40.64	1.6
50	50.55	1.1
60	60.57	0.95
70	70.54	0.77
80	80.43	0.54
90	90.46	0.51
100	100.62	0.62

ตารางที่ 4.1 แสดงการทดสอบความแม่นยำในการวัดค่าน้ำหนักของโหลดเซลล์โดยทำการเปรียบเทียบน้ำหนักอาหารที่โหลดเซลล์อ่านค่าได้กับน้ำหนักอาหารที่เครื่องชั่งดิจิตอลอ่านค่าได้ จากการทดลองชั่งน้ำหนักตั้งแต่ 30-100 กรัมและมีความคลาดเคลื่อนมากสุดที่ 2.93 เปอร์เซ็นต์ และน้อยสุด 0.51 เปอร์เซ็นต์ โดยการชั่งน้ำหนักที่น้อยยิ่งทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาก

4.2 การทดลองเปรียบเทียบน้ำหนักอาหารที่กำหนด กับน้ำหนักอาหารที่เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติทำการให้

การทดลองที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบน้ำหนักอาหารที่กำหนด กับน้ำหนักอาหารที่เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติทำการให้ดังรูปที่ 4.3 ทำการทดลองเปรียบเทียบทั้งหมด 9 ครั้งดังตารางที่ 4.2

รูปที่ 4.3 น้ำหนักอาหารที่กำหนด กับน้ำหนักอาหารที่เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติทำการให้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองเปรียบเทียบน้ำหนักอาหารที่กำหนด กับน้ำหนักอาหารที่เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติทำการให้

น้ำหนักอาหารที่กำหนด (กรัม)	น้ำหนักอาหารที่เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติทำการให้ (กรัม)									ค่าเฉลี่ยน้ำหนักอาหาร (กรัม)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9		
30	32.01	32.18	32.80	35.06	31.49	33.36	32.29	33.45	31.76	32.68	8.93
40	42.54	42.09	42.43	44.68	43.37	43.74	43.27	42.28	42.59	42.99	7.48
50	52.77	53.03	54.67	52.48	52.53	53.38	54.02	51.95	52.83	53.07	6.14
60	62.70	64.27	61.67	62.56	63.26	63.37	62.52	64.67	62.77	63.09	5.15
70	70.73	73.29	72.45	73.62	74.32	72.39	72.56	74.48	75.17	73.22	4.60
80	84.00	83.74	81.53	82.65	82.41	80.74	82.36	83.73	84.49	82.85	3.56
90	93.43	93.59	94.23	92.48	91.73	92.64	95.42	93.38	92.86	93.31	3.68
100	104.95	102.74	102.83	105.14	104.67	104.85	103.47	103.59	102.24	103.83	3.83

ตารางที่ 4.2 แสดงการทดลองเปรียบเทียบน้ำหนักอาหารที่กำหนด กับน้ำหนักอาหารที่เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติทำการให้ โดยทำการเปรียบเทียบทั้งหมด 9 ครั้งจากการทดลองพบว่า

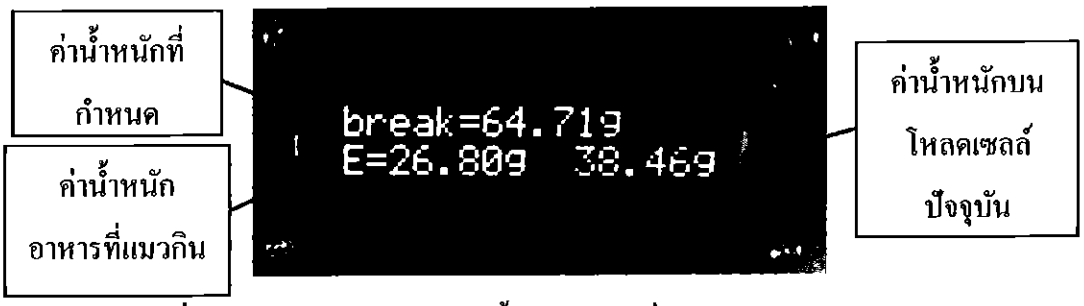
น้ำหนักอาหารที่กำหนด กับน้ำหนักที่เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติทำการให้นั้นไม่เท่ากัน เนื่องจากโหลดเซลล์นั้นทำการประมวลผลน้ำหนักที่ลงมายังถาดใส่อาหารใช้เวลาประมาณ 2 วินาที ในส่วนของมอเตอร์ได้เขียนโปรแกรมให้หมุนตลอดเวลาเมื่อโหลดเซลล์ชั่งได้ตามน้ำหนักที่กำหนด ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการสั่งรีเลย์หยุดจ่ายไฟทันที แต่เนื่องจากโหลดเซลล์ใช้เวลาประมวลผลน้ำหนักประมาณ 2 วินาทีในช่วงที่ประมวลผลอยู่นั้นยังมีอาหารลงมาสู่ถาดอาหารอยู่ อาหารที่ลงมานั้นคือความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักอาหารที่เกิดขึ้นซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด 8.93 เปอร์เซ็นต์ น้อยสุด 3.56 เปอร์เซ็นต์

4.3 การทดลองติดตามพฤติกรรมการกินอาหารของแมว

การทดลองที่ 3 เป็นการทดลองการติดตามพฤติกรรมการกินอาหารของแมว และหาค่าเฉลี่ยการกินอาหารของแมวในแต่ละวัน รูปที่ 4.4 เป็นการแสดงการกินอาหารของแมวที่ใช้ในการทดลอง โดยทดลองให้อาหารมื้อละ 60 กรัม 3 มื้อใน 1 วันโดย รูปที่ 4.5 เป็นการให้อาหารแมวมื้อเช้าของวันแรก และแสดงน้ำหนักอาหารที่แมวกินคือ 26.80 กรัม รูปที่ 4.6 เป็นการให้อาหารมื้อกลางวันของวันแรก และแสดงน้ำหนักอาหารที่แมวกินคือ 18.86 กรัม รูปที่ 4.7 เป็นการให้อาหารมื้อเย็นของวันแรกและแสดงน้ำหนักอาหารที่แมวกินคือ 13.26 กรัม และ รูปที่ 4.8 เป็นการหาค่าเฉลี่ยปริมาณการกินอาหารของแมวเพื่อประสิทธิภาพในการให้อาหารในวันต่อไป โดยการทดลองที่ 4.3 นี้ได้นำแมวมาทดลองให้อาหาร 3 มื้อใน 1 วันซึ่งแมวที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะดังนี้

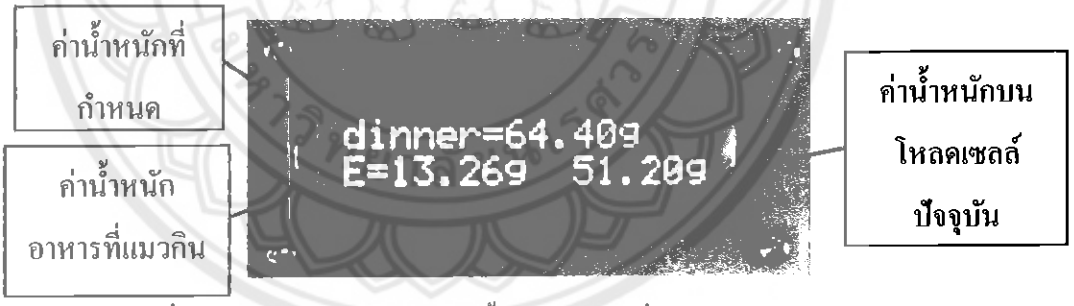
- เพศผู้
- พันธุ์เปอร์เซีย
- อายุ 1 ปี 1 เดือน
- น้ำหนักตัว 3.9 กิโลกรัม

รูปที่ 4.4 การกินอาหารของแมว



รูปที่ 4.5 การกินอาหารของแมวมื้อเช้าของวันที่ 1 บนจอแสดงผลแอลซีดี

รูปที่ 4.6 การกินอาหารของแมวมื้อกลางวันของวันที่ 1 บนจอแสดงผลแอลซีดี



รูปที่ 4.7 การกินอาหารของแมวมื้อเย็นของวันที่ 1 บนจอแสดงผลแอลซีดี

รูปที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยการกินอาหารของแมวต่อมื้อใน 1 วันบนจอแสดงผลแอลซีดี

จากการทดลองติดตามพฤติกรรมการกินของแมวเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองหาค่าเฉลี่ยการกินอาหารของแมวในหนึ่งวัน โดยแต่ละมื้อให้ทีละ 60 กรัม

วันที่ทำการทดลอง	การกินอาหารของแมวในแต่ละมื้อ			น้ำหนักอาหารรวมในหนึ่งวัน (กรัม)
	เช้า (กรัม)	กลางวัน (กรัม)	เย็น (กรัม)	
1	26.80	18.68	13.26	58.74
2	25.42	14.59	15.81	55.82
3	30.27	20.07	9.23	59.57
4	26.33	16.89	10.67	53.89
5	23.95	15.56	15.76	55.27
6	22.63	16.24	8.41	47.28
7	26.55	17.32	16.85	60.72
ค่าเฉลี่ย	25.99	17.05	12.86	55.90

ตารางที่ 4.3 แสดงหาค่าเฉลี่ยในการกินอาหารของแมวใน 1 วัน โดยแต่ละมื้อให้ทีละ 60 กรัม จากการทดลองพบว่าในแต่ละมื้อแมวได้กินอาหารที่ปริมาณไม่เท่ากัน ในบางมื้อแมวกินเยอะบางมื้อแมวก็กินน้อย โดยมื้อเช้าและมื้อกลางวันแมวกินค่อนข้างเยอะจากการทดลองข้างต้นค่าเฉลี่ยในมื้อเช้ากับมื้อกลางวันนั้นใกล้เคียงกันแต่ในการทดลองนี้แมวที่ใช้ในการทดลองนั้นปล่อยให้กินอาหารสดนอกจากอาหารเม็ดด้วย การทดลองนี้เป็นการติดตามพฤติกรรมการกินอาหารของแมวทำให้ผู้ใช้งานสามารถให้อาหารในแต่ละมื้อในวันต่อไปได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ซึ่งแมวแต่ละตัวก็จะมีพฤติกรรมการกินอาหารที่แตกต่างกันออกไป

การทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบความแม่นยำในการวัดค่าน้ำหนักของโหลดเซลล์โดยเปรียบเทียบน้ำหนักอาหารที่อ่านค่าได้จากโหลดเซลล์เทียบกับน้ำหนักอาหารที่อ่านค่าได้จากเครื่องชั่งดิจิตอล และทำการหาค่าความคลาดเคลื่อนที่โหลดเซลล์อ่านค่าได้ จากการทดลองพบว่าค่าน้ำหนักที่โหลดเซลล์อ่านค่าได้ต่างจากค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งดิจิตอลตั่งแต่ 0.43-0.88 กรัม เนื่องจากตัวคูณที่ใช้ในโปรแกรมอาจผิดพลาดเล็กน้อยและเกิดจากผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม เช่น แรงลมที่พัดมากระทบกับโหลดเซลล์จึงทำให้ค่าที่ได้ผิดเพี้ยนไปเพราะโหลดเซลล์มีความไวในการวัดค่าน้ำหนักที่สูงมาก

การทดลองที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบน้ำหนักอาหารที่กำหนด กับน้ำหนักอาหารที่เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติทำการให้โดยทำการทดลองเปรียบเทียบทั้งหมด 9 ครั้ง จากการทดลองพบว่าอาหารที่เครื่องทำการให้แต่ละครั้งนั้นไม่เท่ากันเนื่องจากโหลดเซลล์นั้นทำการประมวลผลน้ำหนักที่ลงมายังถาดใส่อาหารใช้เวลาประมาณ 2 วินาทีในส่วนของมอเตอร์ได้เขียนโปรแกรมให้หมุนตลอดเวลาเมื่อโหลดเซลล์ชั่งได้ตามน้ำหนักที่กำหนดแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งรีเลย์หยุดจ่ายไฟทันที แต่เนื่องจากโหลดเซลล์ใช้เวลาประมวลผลน้ำหนักประมาณ 2 วินาทีในช่วงที่ประมวลผลอยู่นั้นยังมีอาหารลงมาสู่ถาดอาหารอยู่อาหารที่ลงมานั้นคือความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักอาหารที่เกิดขึ้นซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด 8.93 เปอร์เซ็นต์ น้อยสุด 3.56 เปอร์เซ็นต์

การทดลองหาค่าเฉลี่ยในการกินอาหารของแมวใน 1 วันโดยแต่ละมื้อให้ทีละ 60 กรัม พบว่าใน 1 วันแมวกินอาหารในแต่ละมื้อไม่เท่ากันโดยมื้อเช้าแมวจะกินมากที่สุดเฉลี่ย 25.99 กรัม อาจเกิดจากตอนกลางวันและตอนเย็นแมวได้กินอาหารอย่างอื่นนอกจากอาหารเม็ด เพราะได้ปล่อยให้แมวได้กินอาหารอย่างอิสระ ในการทดลองติดตามพฤติกรรรมกินอาหารของแมวนั้นผลการทดลองที่ได้ขึ้นอยู่กับแมวแต่ละตัวที่ใช้ในการทดลองเพราะแมวแต่ละตัวมีพฤติกรรมการกินอาหารที่แตกต่างกันออกไป

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ในโครงงานนี้ได้ออกแบบและสร้างเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ เพื่อสามารถกำหนดปริมาณอาหารที่จะให้สัตว์กินในแต่ละมื้อได้อย่างอัตโนมัติและสามารถบันทึกค่าพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์ได้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานและใช้โหลดเซลล์ในการวัดค่าน้ำหนักอาหารที่ลงมายังถาดใส่อาหารและแสดงค่าน้ำหนักอาหารบนจอแสดงผลในการลำเลียงอาหารมายังถาดใส่อาหารนั้นใช้มอเตอร์กระแสตรงขนาด 12 โวลต์สำหรับหมุนเกลียวลำเลียงอาหาร

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติพบว่าในขณะมอเตอร์หมุนเกลียวลำเลียงอาหารยังถาดใส่อาหารนั้นมีเม็ดอาหารเกิดติดเกลียวลำเลียวอาหารทำให้มอเตอร์หมุนเกลียวลำเลียงอาหารไม่ไปและปากทางออกของอาหารบางครั้งเกิดการอุดตันของเม็ดอาหารทำให้อาหารไม่สามารถลงมายังถาดใส่อาหารได้เนื่องจากเม็ดอาหารมีขนาดใหญ่เกินไปดังนั้นขนาดของเม็ดอาหารที่ใช้ได้ต้องมีความยาวด้านที่ยาวที่สุดไม่เกิน 1 เซนติเมตรและในการทดสอบความแม่นยำในการวัดค่าน้ำหนักอาหารของโหลดเซลล์พบว่ามีความคลาดเคลื่อนจากค่าน้ำหนักจริงซึ่งความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากสองปัจจัย โดยปัจจัยแรกเกิดจากค่าตัวคูณที่ใช้ในโปรแกรมเนื่องจากค่าตัวคูณต้องทำการคำนวณน้ำหนักจริงที่ชั่งโดยเครื่องชั่งมาตรฐานเปรียบเทียบกับน้ำหนักที่ชั่งจากโหลดเซลล์โดยทำการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักและทำการหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาใช้ในการเขียนโปรแกรมจึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ และปัจจัยที่สองเกิดจากสภาพแวดล้อม เช่น มีแรงลมมากระทบกับโหลดเซลล์จึงทำให้ค่าน้ำหนักที่ได้คลาดเคลื่อนไปเนื่องจากโหลดเซลล์มีความไวในการวัดค่าน้ำหนักสูงมาก

การทดลองการติดตามพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์โดยใช้แมวในการทดลอง แมวที่นำมาทำการทดลองจำเป็นต้องเป็นแมวที่กินอาหารเม็ดเพื่อให้มีความถูกต้องสูงสุด เมื่อทำการทดลองพบว่าในการกำหนดน้ำหนักอาหารแต่ละครั้งมีความคลาดเคลื่อนของค่าน้ำหนักอาหารที่กำหนด เช่น กำหนดให้อาหาร 50 กรัม แต่อาหารที่ลำเลียงมายังถาดใส่อาหารมีค่า 54 กรัม ซึ่งค่าน้ำหนักที่เกินมาเนื่องจากโหลดเซลล์มีการประมวลผลในการชั่งน้ำหนักอาหารแต่ละครั้งใช้เวลา 1 ถึง 2 วินาทีทำให้อาหารลงมาเกิน 1 ถึง 5 กรัมในขณะที่โหลดเซลล์กำลังประมวลผลอยู่ และในการติดตามพฤติกรรมการกินของแมวพบว่า แมวกินอาหารมื้อเช้าประมาณ 30 กรัม มื้อกลางวัน

ประมาณ 20 กรัม มื้อเย็นประมาณ 15 กรัมและจากตารางที่ 4.3 น้ำหนักอาหารทั้ง 3 มื้อรวมกันประมาณ 60 กรัม เมื่อดูจากการทดลองในการให้อาหารมื้อเช้าควรให้ในปริมาณ 30 กรัม มื้อกลางวันควรให้ในปริมาณ 20 กรัม และมื้อเย็นควรให้ในปริมาณ 15 กรัม หรือหากผู้ใช้เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติไม่สามารถให้อาหารในมื้อกลางวันและมื้อเย็นได้ก็สามารถให้อาหารในมื้อเช้า 60 กรัม เพียงครั้งเดียวได้เพราะว่าการกินอาหารของแมวตัวนี้ใน 1 วันกินอาหารประมาณ 60 กรัม แต่ในการทดลองนี้ต้องคำนึกถึงประเภทของสัตว์ที่นำมาทำการทดลองหากใช้แมวตัวอื่น แมวพันธุ์อื่น หรือใช้สุนัขในการทดลอง พฤติกรรมการกินก็ต่างกันออกไปและไม่ตรงกับค่าจากตารางที่ 4.3 เพราะฉะนั้นต้องทำการทดลองใหม่

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1) การออกแบบ เมื่อประกอบโครงสร้างเข้าด้วยกันแล้วพบว่า ถาดสำหรับใส่อาหารนั้นเล็กเกินไป จึงส่งผลให้เวลาที่สัตว์นั้นกินอาหารสัตว์จะกินไม่สะดวกซึ่งแนวทางแก้ไขคือต้องยกถาดอาหารออกจากตัวเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติเพื่อให้สัตว์กินอาหารได้สะดวกมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังต้องออกแบบให้ถาดอาหารที่กินนั้นมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นด้วย

2) การทำงานของระบบควบคุม ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง อาจเกิดความผิดพลาดในการหมุนแกนลำเลียงอาหารเนื่องจากบางครั้งในการหมุนอาหารเกิดติดตรงช่องว่างของเกลียวหมุนอาหาร ทำให้มอเตอร์หมุนแกนลำเลียงอาหารไม่ได้จึงควรเลือกเม็ดอาหารที่มีความเหมาะสมไม่ควรเล็กจนเกิน

3) ในระหว่างการทดลองโครงงานครั้งนี้ใช้โหลดเซลล์เป็นตัวรับค่าปริมาณอาหาร เนื่องจากโหลดเซลล์นั้นมีความไวในการวัดค่าน้ำหนักที่สูงมาก อาจโดนผลกระทบจากสิ่งรอบข้างได้ ซึ่งจะส่งผลกระทบทำให้ค่าปริมาณอาหารที่แสดงบนหน้าจอแสดงผลอาจเกิดการผิดพลาดได้

5.3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนา

1) การเลือกใช้มอเตอร์ในการหมุนแกนลำเลียงอาหารควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับระบบการทำงานของเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ กล่าวคือจะต้องดูเรื่องแรงบิดของมอเตอร์เพราะถ้าเกิดอาหารติดเกลียวถ้าแรงบิดสูงจะทำให้สามารถหมุนแกนลำเลียงอาหารไปต่อได้

2) ควรศึกษาการเขียนโปรแกรมให้มากขึ้น จะส่งผลให้เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติมีฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

3) ควรออกแบบถาดสำหรับให้อาหารสัตว์ให้มีความกว้างที่เหมาะสม

4) ควรศึกษาเรื่องของโหลดเซลล์เนื่องจากโหลดเซลล์นั้นมีความไวในการวัดค่าน้ำหนักที่สูงมาก ในกรณีที่น้ำหนักอาหารมีปริมาณที่น้อยควรเลือกโหลดเซลล์ที่สามารถรับน้ำหนักได้อย่างเหมาะสมกับงานด้วย

5) ในการออกแบบโครงสร้างเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติควรคำนึงถึงความแข็งแรงของโครงสร้างเนื่องจากสัตว์อาจจะเดิน หรือ วิ่งชนตัวเครื่องได้

6) ในการทดลองติดตามพฤติกรรมการกินของแมวหากใช้แมวตัวอื่น พันธุ์อื่น หรือใช้สุนัขในการทดลองต้องทำการทดลองใหม่เพราะพฤติกรรมการกินของสัตว์แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] www.arduinoall.com, แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557

[2] http://withits.com, มอเตอร์กระแสตรง สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557

[3] ไชชาญ หินเกิด "เครื่องกลไฟฟ้า 1", บริษัทประชาชน, กรุงเทพฯ, 2537.

[4] ประภาษ อุคคกิมาพันธุ์ "บรรยายพิเศษ เรื่อง เซนเซอร์ในระบบอัตโนมัติ".

[5] http://www.ps-thai.org, สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557

[6] ซ่อมมอเตอร์.com/การทำงานของมอเตอร์,สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557

[7] Muhammad H. Rashid "Power Electronics Circuits, Devices and Applications", Pearson Education, Inc., Third Edition, 2004.

[8] http://ins-rayong.blogspot.com, โหลดเซลล์ สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557

[9] http://161.246.18.199/telecom/images/stories/lab2-micro/07-ulab-matrixsw.pdf, แป้นตัวเลขแบบเมตริกซ์ สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557

[10] http://www.thaiconverter.com, แผงวงจรแปลงแรงดัน สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557

[11] http://icelectronic.com, แหล่งจ่ายไฟ สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557

[12] http://www.mynke.com, ตัวเก็บประจุ สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557

[13] http://electronicspocketbook.blogspot.com, วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557

[14] http://www.arduinoall.com, แผงวงจรโมดูลขยายสัญญาณ สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557

[15] http://www.arduitronics.com, แผงวงจร I2C สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557

[16] http://www.thaimicrotron.com, การใช้งานของหน้าจอแสดงผล สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2557

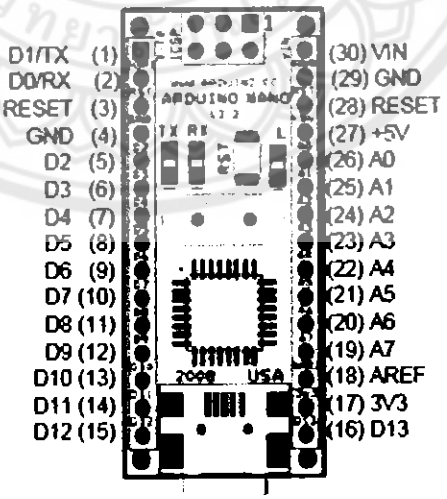
ภาคผนวก ก

รายละเอียดข้อมูลของ Arduino UNO

รายละเอียดของแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO ATmega328P สำเร็จรูป

ไมโครคอนโทรลเลอร์	ATmega328P
Operating Voltage (logic level)	5 โวลต์
แรงดันไฟฟ้าขาเข้า (recommended)	7-12 โวลต์
แรงดันไฟฟ้าขาเข้า (limits)	6-20 โวลต์
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	8
DC Current per I/O Pin	40 มิลลิแอมแปร์
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 2 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 เมกะเฮิรตซ์
ขนาด	0.73 นิ้ว x 1.70 นิ้ว
ความยาว	45 มิลลิเมตร
ความกว้าง	18 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	5 กรัม

ขาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO ATmega328P



ตารางที่ ก.1 ขาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO ATmega328P

Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A7-A0	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from extermal power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

ATmega328 Datasheet, Pinout, Minimal Circuit, Maximum Frequency Calculator

The ATmegaXX8 family of AVR devices includes the ATmega48, ATmega88, ATmega168, and ATmega328. They are similar in that they have identical I/O. They have three timers - two 8-bit and one 16-bit.They differ in the amount of memory available, with flash memory size of from 4kB to 32kB. The devices are widely used in Arduino and Arduino clone boards. The difference between the A and PA (ATmega328 vs ATmega328P) is that the PA parts are pico power. They can run at lower Vcc's than the A parts, thereby using much less power.

The most popular members of this family are the ATmega168 and the ATmega328. The ATmega168 was used in the midrange Arduino boards, after the ATmega8. The latest Arduino Uno uses the ATmega328. This is far and away the biggest hobbyist use of these devices. The ATmega48 is a little different - it does not support a bootloader section in flash. You can see the comparisons of the ATmega48 vs. ATmega88 vs. ATmega168 vs. ATmega328 below.

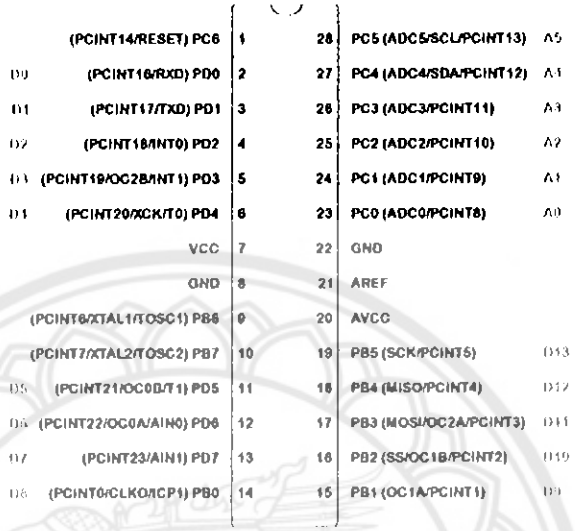
Power Supply vs. Maximum Frequency

The calculator below provides a way to find the maximum operating frequency for any valid power supply voltage (2.7 to 5.5). Enter the power supply voltage and click "Calculate Max Frequency" to find the ATmegaXX8's specified maximum clock speed at your Vcc.

Characteristic	Value
Power Consumption (approximate)	0.6mA/MHz
Maximum I/O Current (per pin)	40mA
Maximum I/O Current (all ports)	100mA(low)/150mA(high)
Maximum I/O Current (total)	200mA (PDIP)
Maximum I/O Current (total)	400mA (PDIP/QFP/MLF)

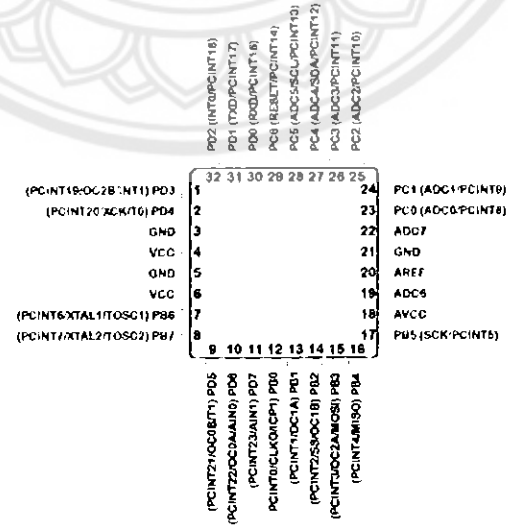
ATmega48/ATmega88/ATmega168/ATmega328 Features				
Feature	48	88	168	328
Flash	4k	8k	16k	32k
EEPROM	0.5k	0.5k	1k	2k
RAM	0.5k	1k	1k	2k
I/O Pins	23			
Interrupts	26			
USARTS	1			
USI	0			
SPI	1			
TWI	1			
ADC Channels	6[1]			
RT Counter (w/osc)	0			
Timers (8-bit)	2			
Timers (16-bit)	1			
PWM (8-bit)	4			
PWM (16-bit)	2			

ATmega328P-PU



AVRProgrammers.com

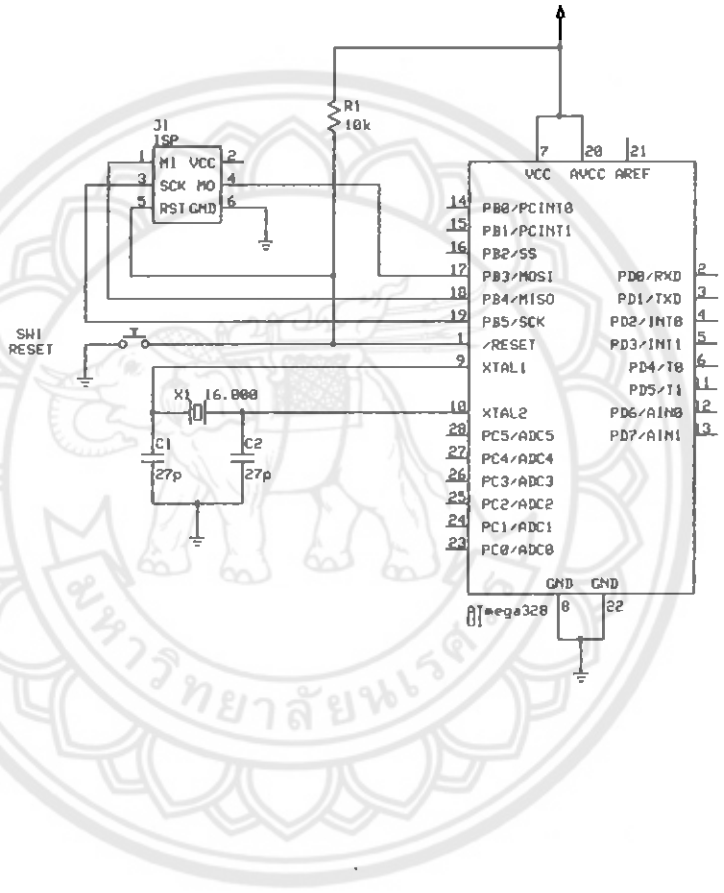
ATmega328P-AU



AVRProgrammers.com

ATmega48/ATmega88/ATmega168/ATmega328 "Minimal" Circuit Diagram

The circuit below shows a programming port, reset circuit, and a crystal oscillator. Any or all of these could be left off and the device would function perfectly well. By default the unit runs from the 8MHz internal RC oscillator divided by 8, for a 1MHz system clock.



ภาคผนวก ข

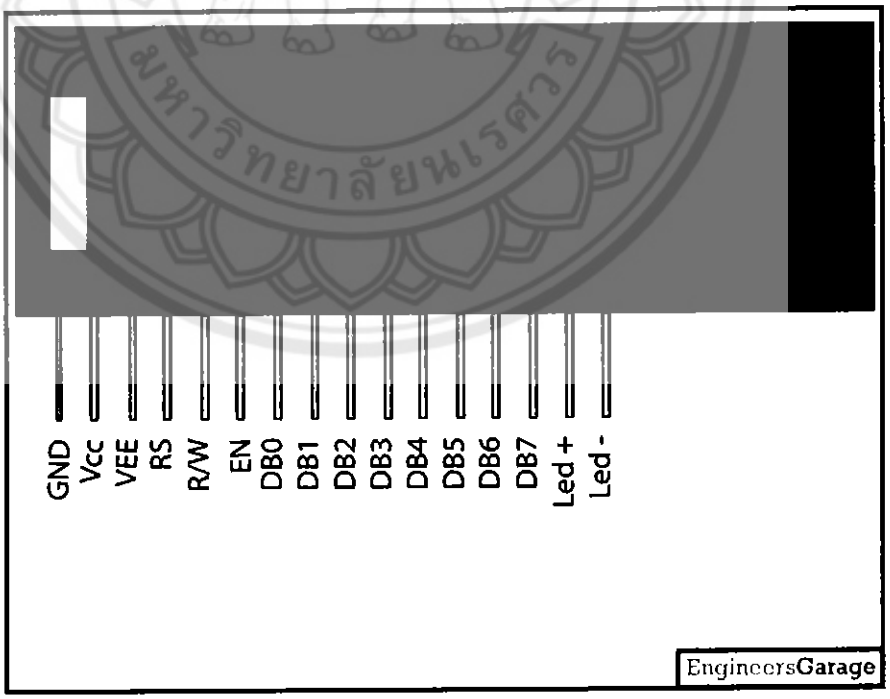
รายละเอียดข้อมูลของจอแสดงผลแอลซีดี

รายละเอียดของจอแสดงผลแอลซีดีขนาด 16×2

LCD (Liquid Crystal Display) screen is an electronic display module and find a wide range of applications. A 16x2 LCD display is very basic module and is very commonly used in various devices and circuits. These modules are preferred over seven segments and other multi segment LEDs. The reasons being: LCDs are economical; easily programmable; have no limitation of displaying special & even custom characters (unlike in seven segments), animations and so on.

A **16x2 LCD** means it can display 16 characters per line and there are 2 such lines. In this LCD each character is displayed in 5x7 pixel matrix. This LCD has two registers, namely, Command and Data.The command register stores the command instructions given to the LCD. A command is an instruction given to LCD to do a predefined task like initializing it, clearing its screen, setting the cursor position, controlling display etc. The data register stores the data to be displayed on the LCD. The data is the ASCII value of the character to be displayed on the LCD. Click to learn more about internal structure of a LCD.

Pin Diagram:



ตารางที่ ข.1 ขาของหน้าจอแสดงผล

หมายเลขขา	สัญลักษณ์	รายละเอียด
1	VSS/GND	กราวด์
2	VDD	ไฟเลี้ยง + 5 โวลต์
3	VO/VEE	LCD Control สำหรับปรับความเข้มของตัวอักษร
4	RS	Register Select เป็นขาอินพุตสำหรับเลือกเขียนอ่านข้อมูลในรีจีสเตอร์
5	RW	Read/Write เป็นขาอินพุตสำหรับเลือกโมดเขียนหรืออ่านข้อมูล
6	E/EN	Enable เป็นขาอินพุตสำหรับสัญญาณ Pulse เมื่อต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูล
7	DBO	Data Pin 8-bit
8	DB1	
9	DB2	
10	DB3	
11	DB4	
12	DB5	
13	DB6	
14	DB7	
15	A	(LED)+ เป็นขา VCC สำหรับ LED backlight (5 โวลต์)
16	K	(LED)- เป็นขา GND สำหรับ LED backlight (กราวด์)

ภาคผนวก ค

รายละเอียดข้อมูลของโหลดเซลล์

ตารางที่ ค.1 รายละเอียดของโหลดเซลล์ 0-30 กิโลกรัม

ชื่อผลิตภัณฑ์	โหลดเซลล์
โหลดจัดอันดับ	30kg/66£
เอาท์พุตจัดอันดับ	2.0& plusmn; 10%mv/V
เป็นเส้นตรง	?0.02%f. s
Hysteresis	?0.02%f. s
การทำซ้ำ	?0.02%f. s
ศูนย์ความสมดุล	± 2%f. s
อุณหภูมิผลกระทบต่อศูนย์	?0.03%f. s/10& องศา; ค
อุณหภูมิผลกระทบต่อศูนย์เอาท์พุต	?0.03%f. s/10& องศา; ค
คืบ (นาที)	?0.03%f. s/30 นาที
Crner ข้อผิดพลาด	±1μv
ความต้านทานของอินพุต	410 และ plusmn; 10?
ความต้านทานของเอาท์พุต	350 และ plusmn; 3?
ฉนวนกับความร้อน	>5000m?/50vdc
ช่วงอุณหภูมิชดเชย	-20& องศา; c~60และองศา; ค
ช่วงอุณหภูมิในการทำงาน	-10& องศา; c~40และองศา; ค
ความปลอดภัยเกิน	f150. s.
โหลดสูงสุด	200%f. s
สิ้นสุดการป้อนข้อมูล	สีแดง+, สีดำ -
ปลายเอาท์พุต	สีเขียว+, สีขาว-
ทดสอบ insrtument	e2000
อุปกรณ์ทดสอบแรง	โหลดที่เกิดขึ้นจริง
แรงกระตุ้น	5-10vdc
ขนาดรวม	88×30×22mm/3.46"1.18"××0.87"(l*w*t)
เส้นผ่าศูนย์กลางรู thead	4mm/0.157"
ขนาดรูตรงกลาง	25×15mm/1"×0.59'(l*w)
ความยาวสายเคเบิล	1m/39.4"
วัสดุ	โลหะผสมอลูมิเนียม
สี	โทนสีเงิน
น้ำหนัก	132g
เนื้อหาแพคเกจ	1×คานเซลล์เฉือนโหลด

ภาคผนวก ง

รายละเอียดข้อมูลของ PCF8574

CONTENTS

1 FEATURES
2 GENERAL DESCRIPTION
3 ORDERING INFORMATION
4 BLOCK DIAGRAM
5 PINNING
5.1 DIP16 and SO16 packages
5.2 SSOP20 package
6 CHARACTERISTICS OF THE I²C-BUS
6.1 Bit transfer
6.2 Start and stop conditions
6.3 System configuration
6.4 Acknowledge
7 FUNCTIONAL DESCRIPTION
7.1 Addressing
7.2 Interrupt output
7.3 Quasi-bidirectional I/Os
8 LIMITING VALUES
9 HANDLING
10 DC CHARACTERISTICS
11 I²C-BUS TIMING CHARACTERISTICS
12 PACKAGE OUTLINES
13 SOLDERING
13.1 Introduction
13.2 Through-hole mount packages
13.2.1 Soldering by dipping or by solder wave
13.2.2 Manual soldering
13.3 Surface mount packages
13.3.1 Reflow soldering
13.3.2 Wave soldering
13.3.3 Manual soldering
13.4 Suitability of IC packages for wave, reflow and dipping soldering methods
14 DATA SHEET STATUS
15 DEFINITIONS
16 DISCLAIMERS
17 PURCHASE OF PHILIPS I²C COMPONENTS

Remote 8-bit I/O expander for I²C-bus PCF8574

1 FEATURES

- Operating supply voltage 2.5 to 6 V
- Low standby current consumption of 10 μA maximum
- I²C-bus to parallel port expander
- Open-drain interrupt output
- 8-bit remote I/O port for the I²C-bus
- Compatible with most microcontrollers
- Latched outputs with high current drive capability for directly driving LEDs
- Address by 3 hardware address pins for use of up to 8 devices (up to 16 with PCF8574A)
- DIP16, or space-saving SO16 or SSOP20 packages.

2 GENERAL DESCRIPTION

The PCF8574 is a silicon CMOS circuit. It provides general purpose remote I/O expansion for most microcontroller families via the two-line bidirectional bus (I²C-bus).

The device consists of an 8-bit quasi-bidirectional port and an I²C-bus interface. The PCF8574 has a low current consumption and includes latched outputs with high current drive capability for directly driving LEDs. It also possesses an interrupt line ($\overline{INT}$) which can be connected to the interrupt logic of the microcontroller. By sending an interrupt signal on this line, the remote I/O can inform the microcontroller if there is incoming data on its ports without having to communicate via the I²C-bus. This means that the PCF8574 can remain a simple slave device.

The PCF8574 and PCF8574A versions differ only in their slave address as shown in Fig.10.

3 ORDERING INFORMATION

TYPE NUMBER	PACKAGE		
	NAME	DESCRIPTION	VERSION
PCF8574P; PCF8574AP	DIP16	plastic dual in-line package; 16 leads (300 mil)	SOT38-4
PCF8574T; PCF8574AT	SO16	plastic small outline package; 16 leads; body width 7.5 mm	SOT162-1
PCF8574TS; PCF8574ATS	SSOP20	plastic shrink small outline package; 20 leads; body width 4.4 mm	SOT266-1

4 BLOCK DIAGRAM

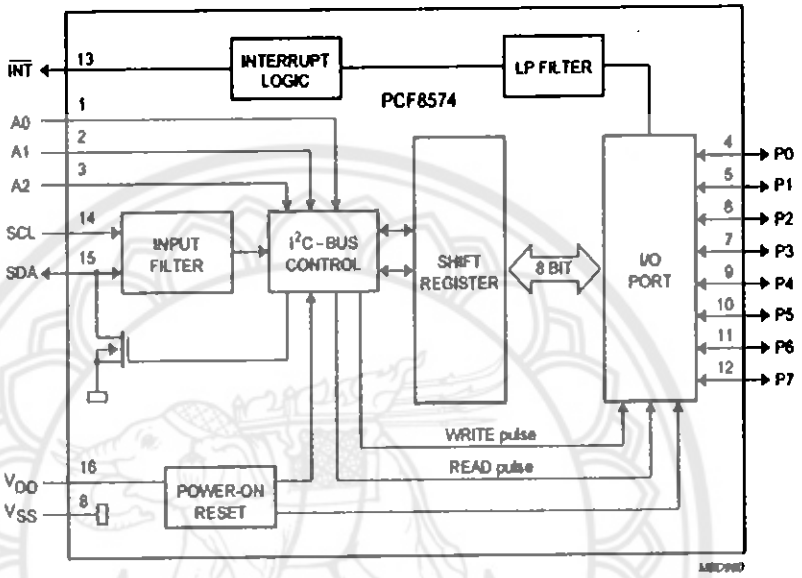


Fig.1 Block diagram (pin numbers apply to DIP16 and SO16 packages).

6 PINNING

6.1 DIP16 and SO16 packages

SYMBOL	PIN	DESCRIPTION
A0	1	address input 0
A1	2	address input 1
A2	3	address input 2
P0	4	quasi-bidirectional I/O 0
P1	5	quasi-bidirectional I/O 1
P2	6	quasi-bidirectional I/O 2
P3	7	quasi-bidirectional I/O 3
V_{SS}	8	supply ground
P4	9	quasi-bidirectional I/O 4
P5	10	quasi-bidirectional I/O 5
P6	11	quasi-bidirectional I/O 6
P7	12	quasi-bidirectional I/O 7
$\overline{INT}$	13	interrupt output (active LOW)
SCL	14	serial clock line
SDA	15	serial data line
V_{DD}	16	supply voltage

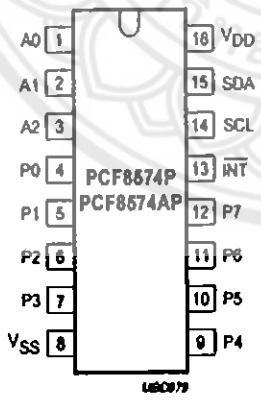


Fig.2 Pin configuration (DIP16).

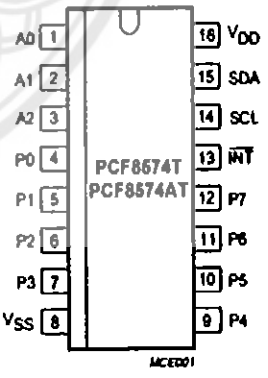


Fig.3 Pin configuration (SO16).

6.2 SSOP20 package

SYMBOL	PIN	DESCRIPTION
$\overline{INT}$	1	interrupt output (active LOW)
SCL	2	serial clock line
n.c.	3	not connected
SDA	4	serial data line
V_{DD}	5	supply voltage
A0	6	address input 0
A1	7	address input 1
n.c.	8	not connected
A2	9	address input 2
P0	10	quasi-bidirectional I/O 0
P1	11	quasi-bidirectional I/O 1
P2	12	quasi-bidirectional I/O 2
n.c.	13	not connected
P3	14	quasi-bidirectional I/O 3
V_{SS}	15	supply ground
P4	16	quasi-bidirectional I/O 4
P5	17	quasi-bidirectional I/O 5
n.c.	18	not connected
P6	19	quasi-bidirectional I/O 6
P7	20	quasi-bidirectional I/O 7

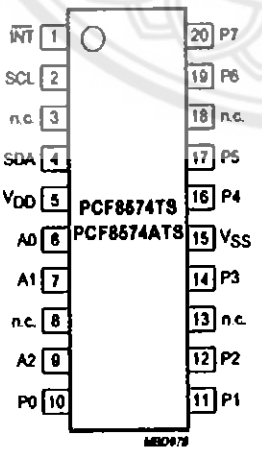


Fig.4 Pin configuration (SSOP20).

6 CHARACTERISTICS OF THE I²C-BUS

The I²C-bus is for 2-way, 2-line communication between different ICs or modules. The two lines are a serial data line (SDA) and a serial clock line (SCL). Both lines must be connected to a positive supply via a pull-up resistor when connected to the output stages of a device. Data transfer may be initiated only when the bus is not busy.

6.1 Bit transfer

One data bit is transferred during each clock pulse. The data on the SDA line must remain stable during the HIGH period of the clock pulse as changes in the data line at this time will be interpreted as control signals (see Fig.5).

6.2 Start and stop conditions

Both data and clock lines remain HIGH when the bus is not busy. A HIGH-to-LOW transition of the data line, while the clock is HIGH is defined as the start condition (S).
A LOW-to-HIGH transition of the data line while the clock is HIGH is defined as the stop condition (P) (see Fig.6).

6.3 System configuration

A device generating a message is a 'transmitter', a device receiving is the 'receiver'. The device that controls the message is the 'master' and the devices which are controlled by the master are the 'slaves' (see Fig.7).

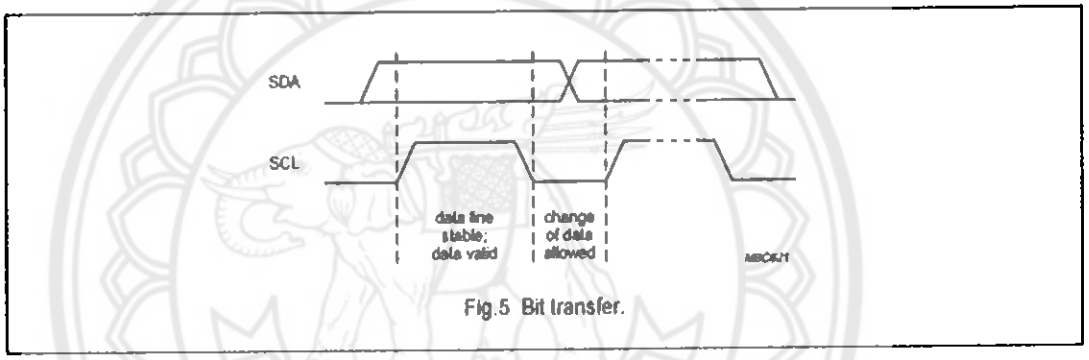


Fig.5 Bit transfer.

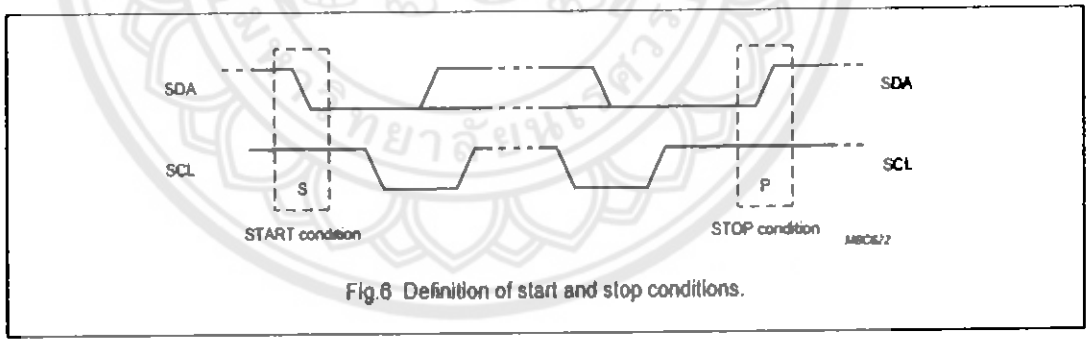


Fig.6 Definition of start and stop conditions.

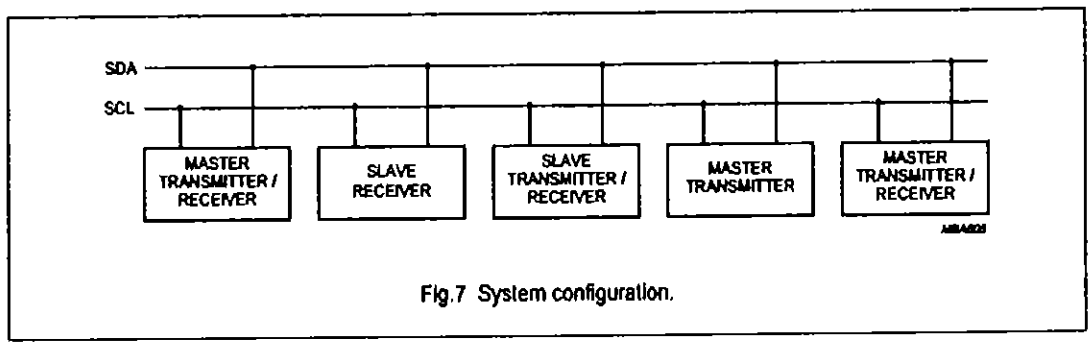


Fig.7 System configuration.

6.4 Acknowledge

The number of data bytes transferred between the start and the stop conditions from transmitter to receiver is not limited. Each byte of eight bits is followed by one acknowledge bit (see Fig.8). The acknowledge bit is a HIGH level put on the bus by the transmitter whereas the master generates an extra acknowledge related clock pulse.

A slave receiver which is addressed must generate an acknowledge after the reception of each byte. Also a master must generate an acknowledge after the reception of each byte that has been clocked out of the slave transmitter. The device that acknowledges has to pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse, so that the SDA line is stable LOW during the HIGH period of the acknowledge related clock pulse, set-up and hold times must be taken into account.

A master receiver must signal an end of data to the transmitter by not generating an acknowledge on the last byte that has been clocked out of the slave. In this event the transmitter must leave the data line HIGH to enable the master to generate a stop condition.

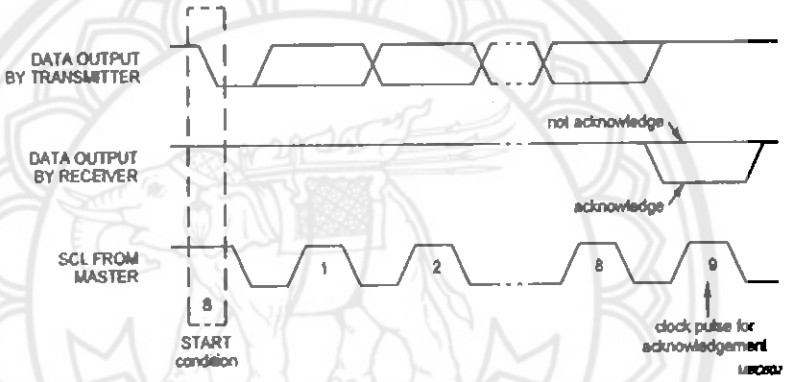


Fig.8 Acknowledgment on the I²C-bus.

7 FUNCTIONAL DESCRIPTION

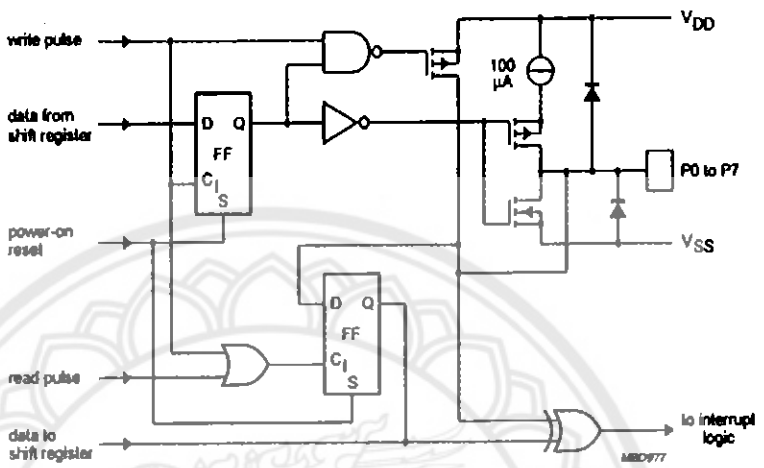


Fig.9 Simplified schematic diagram of each I/O.

7.1 Addressing

For addressing see Figs 10, 11 and 12.

a. PCF8574. b. PCF8574A.

Fig.10 PCF8574 and PCF8574A slave addresses.

ภาคผนวก จ

รายละเอียดข้อมูลของ hx711

海芯科技 AVIA Semiconductor

HX711

24-Bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for Weigh Scales

DESCRIPTION

Based on Avia Semiconductor's patented technology, HX711 is a precision 24-bit analog-to-digital converter (ADC) designed for weigh scales and industrial control applications to interface directly with a bridge sensor.

The input multiplexer selects either Channel A or B differential input to the low-noise programmable gain amplifier (PGA). Channel A can be programmed with a gain of 128 or 64, corresponding to a full-scale differential input voltage of ±20mV or ±40mV respectively, when a 5V supply is connected to AVDD analog power supply pin. Channel B has a fixed gain of 32. On-chip power supply regulator eliminates the need for an external supply regulator to provide analog power for the ADC and the sensor. Clock input is flexible. It can be from an external clock source, a crystal, or the on-chip oscillator that does not require any external component. On-chip power-on-reset circuitry simplifies digital interface initialization.

There is no programming needed for the internal registers. All controls to the HX711 are through the pins.

FEATURES

- Two selectable differential input channels
- On-chip active low noise PGA with selectable gain of 32, 64 and 128
- On-chip power supply regulator for load-cell and ADC analog power supply
- On-chip oscillator requiring no external component with optional external crystal
- On-chip power-on-reset
- Simple digital control and serial interface: pin-driven controls, no programming needed
- Selectable 10SPS or 80SPS output data rate
- Simultaneous 50 and 60Hz supply rejection
- Current consumption including on-chip analog power supply regulator: normal operation < 1.5mA, power down < 1uA
- Operation supply voltage range: 2.6 ~ 5.5V
- Operation temperature range: -40 ~ +85℃
- 16 pin SOP-16 package

APPLICATIONS

- Weigh Scales
- Industrial Process Control

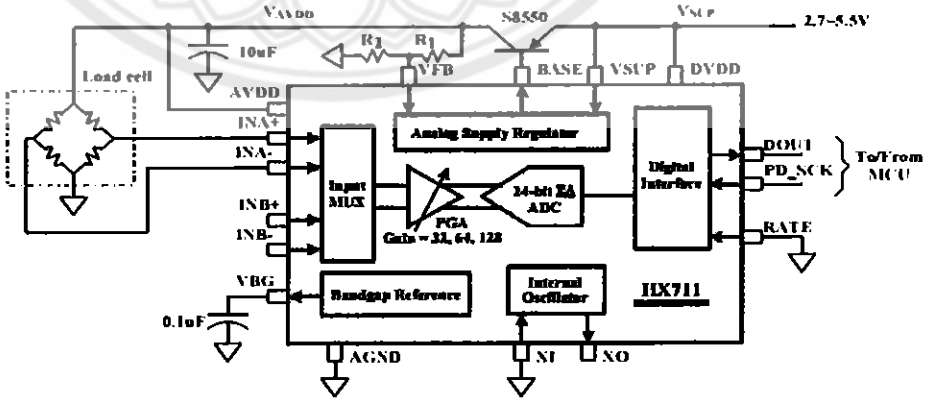
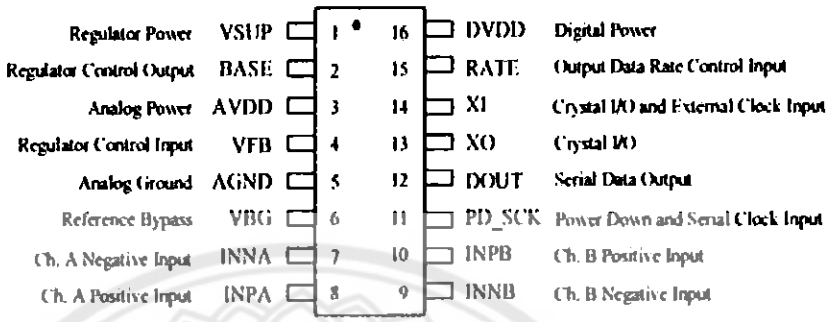


Fig. 1 Typical weigh scale application block diagram

Pin Description



SOP-16L Package

Pin #	Name	Function	Description
1	VSUP	Power	Regulator supply: 2.7 ~ 5.5V
2	BASE	Analog Output	Regulator control output（NC when not used）
3	AVDD	Power	Analog supply: 2.6 ~ 5.5V
4	VFB	Analog Input	Regulator control input（connect to AGND when not used）
5	AGND	Ground	Analog Ground
6	VBG	Analog Output	Reference bypass output
7	INA-	Analog Input	Channel A negative input
8	INA+	Analog Input	Channel A positive input
9	INB-	Analog Input	Channel B negative input
10	INB+	Analog Input	Channel B positive input
11	PD_SCK	Digital Input	Power down control (high active) and serial clock input
12	DOUT	Digital Output	Serial data output
13	XO	Digital I/O	Crystal I/O (NC when not used)
14	XI	Digital Input	Crystal I/O or external clock input, 0: use on-chip oscillator
15	RATE	Digital Input	Output data rate control, 0: 10Hz; 1: 80Hz
16	DVDD	Power	Digital supply: 2.6 ~ 5.5V

Table 1 Pin Description

KEY ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Parameter	Notes	MIN	TYP	MAX	UNIT
Full scale differential input range	V(inp)-V(inn)		±0.5(AVDD/GAIN)		V
Common mode input		AGND+1.2		AVDD-1.3	V
Output data rate	Internal Oscillator, RATE = 0		10		Hz
	Internal Oscillator, RATE = DVDD		80		
	Crystal or external clock, RATE = 0		f_{clk}/1,105,920		
	Crystal or external clock, RATE = DVDD		f_{clk}/138,240		
Output data coding	2's complement	800000		7FFFFF	HEX
Output settling time(1)	RATE = 0		400		ms
	RATE = DVDD		50		
Input offset drift	Gain = 128		0.2		mV
	Gain = 64		0.4		
Input noise	Gain = 128, RATE = 0		50		nV(rms)
	Gain = 128, RATE = DVDD		90		
Temperature drift	Input offset (Gain = 128)		±6		nV/℃
	Gain (Gain = 128)		±5		ppm/℃
Input common mode rejection	Gain = 128, RATE = 0		100		dB
Power supply rejection	Gain = 128, RATE = 0		100		dB
Reference bypass (V_{BG})			1.25		V
Crystal or external clock frequency		1	11.0592	20	MHz
Power supply voltage	DVDD	2.6		5.5	V
	AVDD, VSUP	2.6		5.5	
Analog supply current (including regulator)	Normal		1400		μA
	Power down		0.3		
Digital supply current	Normal		100		μA
	Power down		0.2		

(1) Settling time refers to the time from power up, reset, input channel change and gain change to valid stable output data.

Table 2 Key Electrical Characteristics

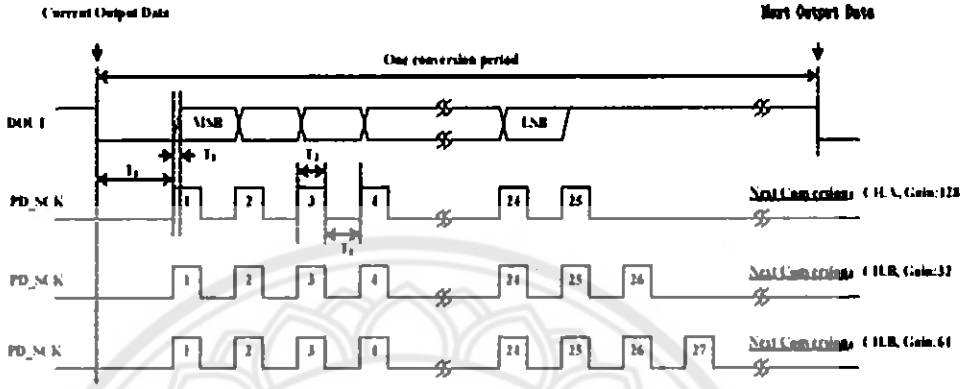


Fig.2 Data output, input and gain selection timing and control

Symbol	Note	MIN	TYP	MAX	Unit
T_1	DOUT falling edge to PD_SCK rising edge	0.1			μs
T_2	PD_SCK rising edge to DOUT data ready			0.1	μs
T_3	PD_SCK high time	0.2	1	50	μs
T_4	PD_SCK low time	0.2	1		μs

Reset and Power-Down

When chip is powered up, on-chip power on rest circuitry will reset the chip.

Pin PD_SCK input is used to power down the HX711. When PD_SCK Input is low, chip is in normal working mode.

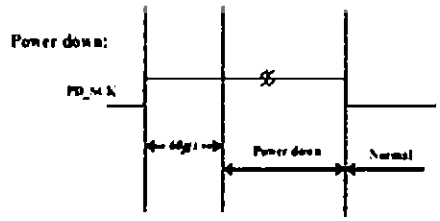


Fig.3 Power down control

When PD_SCK pin changes from low to high and stays at high for longer than 60μs, HX711 enters power down mode (Fig.3). When internal regulator is used for HX711 and the external transducer, both HX711 and the transducer will be powered down. When PD_SCK returns to low, chip will reset and enter normal operation mode.

After a reset or power-down event, input selection is default to Channel A with a gain of 128.

Application Example

Fig.1 is a typical weigh scale application using HX711. It uses on-chip oscillator (XI=0), 10Hz output data rate (RATE=0). A Single power supply (2.7~5.5V) comes directly from MCU power supply. Channel B can be used for battery level detection. The related circuitry is not shown on Fig. 1.