สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติ

AUTOMATIC COIN BANKNOTE EXCHANGE

T119257

โดย

นาย พงษ์ปกรณ์ ถิ่นวงษ์เย็น

นาย พนธกร บุญเรือง

นาย พลสัณห์ แสงจันทร์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119257
วัน,เดือน,ปี - 6 ส.ค. 2554

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติ

AUTOMATIC COIN BANKNOTE EXCHANGE

โดย

นายพงษ์ปกรณ์ ถิ่นวงษ์เย็น รหัสนักศึกษา 50011014

นายพนธกร บุญเรือง รหัสนักศึกษา 50011028

นายพลสัณห์ แสงจันทร์ รหัสนักศึกษา 50011068

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์

ผศ. สมภพ แก้วมีชัย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติ

AUTOMATIC COIN BANKNOTE EXCHANGE

ผู้จัดทำ

1. นายพงษ์ปกรณ์ ถิ่นวงษ์เย็น 50011014
2. นายพนธกร บุญเรือง 50011028
3. นายพลสัณห์ แสงจันทร์ 50011068

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.สมภพ แก้วมีชัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จาก ผศ.สมภพ แก้วมีชัย ผศ.ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและอาจารย์ทุกๆท่านในสาขาวิชาโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งท่านได้ให้คำปรึกษาคำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อโครงงานนี้ ตลอดทั้งช่วยเหลือเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นกับโครงงานด้วยดีมาโดยตลอด รวมทั้งเพื่อนร่วมสถาบันและพี่ๆ ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลืออย่างดียิ่ง โดยทางผู้จัดทำหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากทุกๆ ท่านอีกในโอกาสต่อไป

นายพงษ์ปกรณ์ ถิ่นวงษ์เข็น
นายพนธกร บุญเรือง
นายพลสัณห์ แสงจันทร์
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติ

AUTOMATIC COIN BANK NOTE EXCHANGE

โดย นายพงษ์ปกรณ์ ถิ่นวงษ์เย็น 50011014
นายพนธกร บุญเรือง 50011028
นายพลสัณห์ แสงจันทร์ 50011068

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ธเนศ พัฒนธาดาพงษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.สมภพ แก้วมีชัย

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอเครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติ ซึ่งสามารถใช้ได้กับเหรียญชนิด 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท เพื่อแลกเปลี่ยนเป็นธนบัตรชนิด 20 บาท 100 บาท และ 500 บาทได้ ถูกควบคุมการทำงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการแลกเหรียญเป็นธนบัตร และแสดงผลผ่านหน้าจอ LCD

ABSTRACT

This thesis is about automatic machine for exchange between from coin to bank note, it is invented to support one bath, two bath, five bath, ten bath coin only. For exchanging, the value of bank note which is even by this automatic machine is twenty bath, one-hundred bath, five-hundred bath, it's controlled by microcontroller. It comfortable for exchanging from coin to bank note and show performance through to LCD monitor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	**3**
2.1 โครงสร้างของ MCS – 51	3
2.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51	3
2.3 โครงสร้างภายในของ MCS – 51	4
2.4 พอร์ทของ 89C4051	4
2.5 การสื่อสารข้อมูลอนุกรม	10
2.6 ความเร็วของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม	10
2.7 การส่งข้อมูลอนุกรมของ 8051	10
2.8 อินเตอร์รัพท์ของพอร์ทสื่อสารอนุกรม	12
2.9 กระบวนการรับและส่งข้อมูลอนุกรมของ 8051	12
2.10 มอเตอร์กระแสตรง (DC MOTOR)	13
2.11 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.12 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (STEPPING MOTOR)	16
2.13 ชนิดและโครงสร้างของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	16
2.14 การสั่งงาน สเต็ปปิ้งมอเตอร์	17
2.15 การตรวจสอบหาสาย COMMON และสาย GROUND ของ Stepping Motor แบบPM (แบบแกนโรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร)	19
2.16 การเรียงเฟสของ Stepping Motor แบบ PM	20
2.17 ซัพเพรสเซอร์ (Suppressor)	21
2.18 ข้อดีของสเต็ปปิ้งมอเตอร์เมื่อเปรียบกับมอเตอร์กระแสตรง	23
2.19 STN LCD (Super Twisted Nematic)	23
2.20 Limit Switch	24
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์	**26**
3.1 การออกแบบทางฮาร์ดแวร์	26
3.2 การออกแบบทางซอฟแวร์	31
3.3 การออกแบบทั้งระบบ	36
บทที่ 4 ผลการทดลอง	**42**
4.1 ใบพัด	42
4.2 สายพานลำเลียง	44
4.3 ช่องคัดแยกเหรียญ	45
4.4 ถาดรับเหรียญ	46
4.5 ช่องจ่ายธนบัตร	46
4.6 การแสดงผลผ่าน LCD Display ขนาด 16X2 Character	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.7 การควบคุมการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	51
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	**53**
5.1 สรุปผลการทดลอง	53
5.2 ข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	**56**
ภาคผนวก โปรแกรมและวงจร	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1 บล็อกไดอะแกรมของ MCS – 51 8051 5

2.2 ตำแหน่งต่างๆ ของรีจิสเตอร์ต่างๆ และหน่วยความจำเพื่อใช้ประกอบการเขียนโปรแกรม 6

2.3 โครงสร้างพอร์ท 0 (บิต) 7

2.4 โครงสร้างของพอร์ท 1(บิต) 7

2.5 โครงสร้างของพอร์ท 2 (บิต) 8

2.6 โครงสร้างของพอร์ท 3 (บิต) 9

2.7 รายละเลียดภายใน SCON 13

2.8 โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง 14

2.9 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์ 15

2.10 การใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน 15

2.11 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง 16

2.12 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ ชนิดมีสาย 6 เส้น 19

2.13 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดมีสาย 5 เส้น 20

2.14 วงจรที่ใช้ไดโอดมากำจัด (Diode suppression) 21

2.15 วงจรที่ใช้ความต้านทานร่วมกับไดโอด (Diode + Resistance suppression) 22

2.16 วงจรที่ใช้ซีเนอร์ไดโอดร่วมกับไดโอด (Diode + Zener diode suppression) 22

2.17 วงจรที่ใช้ตัวเก็บประจุร่วมกับไดโอด (Diode + Capacitor suppression) 23

2.18 Limit Switch 25

3.1 Block Diagram ของช่องใส่เหรียญ 26

3.2 แบบจำลองใบพัดลักษณะที่ 1 27

3.3 แบบจำลองใบพัดลักษณะที่ 2 27

3.4 แบบจำลองช่องใส่เหรียญลักษณะที่ 1 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

3.5 แบบจำลองช่องใส่เหรียญลักษณะที่ 2 28
3.6 Block Diagram ของช่องคัดแยกเหรียญ 29
3.7 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญชนิดต่างๆ 29
3.8 แบบจำลองช่องคัดแยกเหรียญ 30
3.9 แบบจำลองสายพานลำเลียงเหรียญ 30
3.10 แบบจำลองถาดรับเหรียญลักษณะที่ 1 31
3.11 แบบจำลองถาดรับเหรียญลักษณะที่ 2 31
3.12 Block Diagram ของช่องนับเหรียญ 32
3.13 Block Diagram ของช่องจ่ายธนบัตร 32
3.14 ธนบัตร ชนิด 20 บาท 33
3.15 ธนบัตร ชนิด 100 บาท 33
3.16 ธนบัตร ชนิด 500 บาท 34
3.17 แบบจำลองกล่องใส่ธนบัตรลักษณะที่ 1 34
3.18 แบบจำลองกล่องใส่ธนบัตรลักษณะที่ 2 35
3.19 แบบจำลองกล่องใส่ธนบัตรลักษณะที่ 3 35
3.20 แบบจำลองกล่องใส่ธนบัตรลักษณะที่ 4 36
3.21 LCD ขนาด 16x2 Line 36
3.22 Block Diagram ของเครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติ 37
3.23 Flow Chart การทำงานของเครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติ 38
3.24 Flow Chart การทำงานของเครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติ (ต่อ) 39
3.25 Flow Chart ของโปรแกรมขับสเต็ปมอเตอร์แบบหนึ่งเฟส 40
3.26 Flow Chart ของโปรแกรมแสดงผลทาง LCD Display 41
4.1 ใบพัดปั่นเหรียญ 42
4.2 ใบพัดปั่นเหรียญประกอบกับแท่นยึดลูกปืนลักษณะที่ 1 42
4.3 ใบพัดปั่นเหรียญประกอบกับแท่นยึดลูกปืนลักษณะที่ 2 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.4 ใบพัดปั่นเหรียญทั้งหมดถูกประกอบเข้ากับมอเตอร์และสายพานลักษณะที่ 1 43
4.5 ใบพัดปั่นเหรียญทั้งหมดถูกประกอบเข้ากับมอเตอร์และสายพานลักษณะที่ 2 44
4.6 รูปสายพานลำเลียงเหรียญลักษณะที่ 1 44
4.7 รูปสายพานลำเลียงเหรียญลักษณะที่ 2 45
4.8 ช่องคัดแยกเหรียญ 45
4.9 ถาดรับเหรียญ 46
4.10 ช่องจ่ายธนบัตรของธนบัตรทั้ง 3 ชนิด 46
4.11 ช่องจ่ายธนบัตรชนิด ห้าร้อยบาทและหนึ่งร้อยบาท 47
4.12 ช่องจ่ายธนบัตรประกอบกับแกนลูกกลิ้งยางที่เชื่อมกับสเต็ปมอเตอร์ 47
4.13 LCD DISPLAY แสดงผลเมื่ออุปกรณ์เริ่มทำงาน 48
4.14 LCD DISPLAY แสดงผลเมื่อเหรียญชนิด 1 บาทถูกนับ 48
4.15 LCD DISPLAY แสดงผลเมื่อเหรียญชนิด 2 บาทถูกนับ 49
4.16 LCD DISPLAY แสดงผลเมื่อเหรียญชนิด 5 บาทถูกนับ 49
4.17 LCD DISPLAY แสดงผลเมื่อเหรียญชนิด 10 บาทถูกนับ 50
4.18 LCD DISPLAY แสดงมูลค่ารวมของเหรียญทั้งหมดที่นับได้ 50
4.19 ค่าสัญญาณเอาท์พุทควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ช่วงเฟสที่ 1 และเฟสที่ 2 51
4.20 ค่าสัญญาณเอาท์พุทควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ช่วงเฟสที่ 2 และเฟสที่ 3 51
4.21 ค่าสัญญาณเอาท์พุทควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ช่วงเฟสที่ 3 และเฟสที่ 4 52
4.22 ค่าสัญญาณเอาท์พุทควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ช่วงเฟสที่ 4 และเฟสที่ 1 52
5.1 LCD DISPLAY แสดงมูลค่ารวมของเหรียญทั้งหมดที่นับได้ 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 ความแตกต่างของสมาชิกไมโครคอนโทลเลอร์ 3

2.2 มุมของโรเตอร์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสต่างๆ 8 ตำแหน่ง 18

2.3 กระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสแบบ Half Step 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ทำให้มีเงินหมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจมากขึ้น และเพื่อการใช้จ่ายที่คล่องตัวมากขึ้น รัฐบาลจึงผลิตเงินเหรียญมาหมุนเวียนในมือประชาชนเป็นจำนวนมาก แต่ปัญหาที่ตามมาคือ เหรียญเมื่อนำมารวมกันจะมีน้ำหนักมาก และยากต่อการจัดเก็บ

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้จัดทำจึงได้ทำปริญญานิพนธ์นี้ขึ้น เพื่อแก้ปัญหาโดยการแลกเปลี่ยนจากเงินเหรียญเป็นธนบัตร ซึ่งธนบัตรนั้นมีความสะดวกในการจัดเก็บมากกว่า

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 89C4051
2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง แมคคานิกส์ กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์
3) เพื่อศึกษาการทำงานของสเต็ปมอเตอร์

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1) สามารถรับแลกเหรียญชนิด 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท เป็นธนบัตร
2) ธนบัตรที่แลกได้คือชนิด 20 บาท 100 บาท และ 500 บาท
3) ธนบัตรชนิด 20 บาท จำนวน 500 ใบ ชนิด 100 บาท จำนวน 100 ใบ ชนิด 500 บาท จำนวน 50 ใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ไม่สามารถเลือกชนิดของธนบัตรที่แลกได้

5) ต้องใช้ธนบัตรใหม่เท่านั้น

6) การใส่เหรียญแต่ละครั้งต้องมีน้ำหนักรวมไม่เกิน 5 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างของ MCS – 51

ไมโครคอนโทลเลอร์แบบชิพ เดี่ยวตระกูล MCS – 51 นี้ ผลิตโดยบริษัท อินเทล มีอยู่ด้วยกันหลายเบอร์ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความแตกต่างของสมาชิกไมโครคอนโทลเลอร์

Device	ROMless Version	EPROM Versoin	ROM Bytes	RAM Bytes	8-Bit I/O Ports	16-Bits Timwer/ Counters	Interrupt Sources/ Vectors
8051	8031	-	4K	128	4	2	6/5
8052AH	8031AH	8751H 8751BH	4K	128	4	2	6/5
8052AH	8032BH	8752BH	8K	256	4	3	8/6
80C51BH	80C31CH	87C51	4K	128	4	2	6/5
83C51FA	80C51FA	87C51FA	8K	256	4	3	14/7
83C51FB	80C51FA	87C51FB	16K	256	4	3	14/7
83C51GA	80C51GA	87C51GA	4K	128	4	2	8/7
83C15JA	80C152JA	-	8K	256	5	2	19/11
-	80C152JB	-	-	256	7	2	19/11
83C152JC	80C152JC	-	8K	256	5	2	19/11
-	80C152JD	-	-	256	7	2	19/11
83C451	80C451	-	4K	128	7	2	6/5
83C452	80C452	87C452P	8K	256	5	2	9/8

2.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทลเลอร์ตระกูล MCS – 51

1) ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5+V ชุดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) มีหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) มีขนาด 4 กิโลไบท์ สำหรับเบอร์ 8051 และ 8031,8032 ไม่มีหน่วยความจำชุดนี้ ส่วน 8052 มีหน่วยความจำ 8 กิโลไบท์
3) มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory) ขนาด 128 ไบท์ สำหรับ 8052 มีถึง 256 ไบท์
4) หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและดาต้า (Program Memory และ Data Memory) แยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบท์
5) คำสั่งที่ใช้เวลาน้อยที่สุดประมาณ 1 μS เมื่อทำงานที่ความถี่ 12 MHz
6) มี Timer/Counter ขนาด 16 บิต 2 ชุด (สำหรับ 8052 มี 3 ชุด) ทำงานได้ 4 โหมด
7) รับอินเตอร์รัพท์ได้ 6 แหล่ง 5 เวกเตอร์
8) มีพอร์ทรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART) พอร์ท ทั้งรับและส่งในเวลาเดียวกันได้ (Full Duplex) เลือกรูปแบบการส่งข้อมูลได้ 4 แบบ
9) มีคำสั่งในการทำงาน AND, OR หรือ COMPLEMENT ได้ทั้งแบบ 8 บิต และ 1 บิต

2.3 โครงสร้างภายในของ MCS – 51

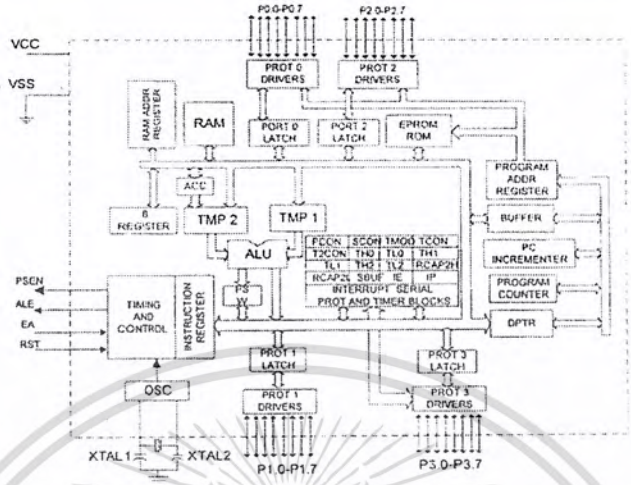
MCS – 51 ใช้เทคโนโลยีในการผลิตแบบ NMOS และ CMOS เบอร์ 8032 และ 8052 จะมี ROM BASIC อยู่ภายในจึงสะดวก สำหรับโปรแกรมเมอร์ที่จะเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเบสิก โครงสร้างภายในสำหรับเบอร์ 8051 ดังแสดงในรูปที่ 2.1 และ 2.2

2.4 พอร์ทของ 89C4051

89C4051 เป็นไมโครคอนโทลเลอร์ ขนาด 40 ขา ซึ่งมีขาต่างๆดังนี้

1) Vcc (ขา 40) ต่อกับ +5 V
2) Vss (ขา 20) เป็นขา GND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

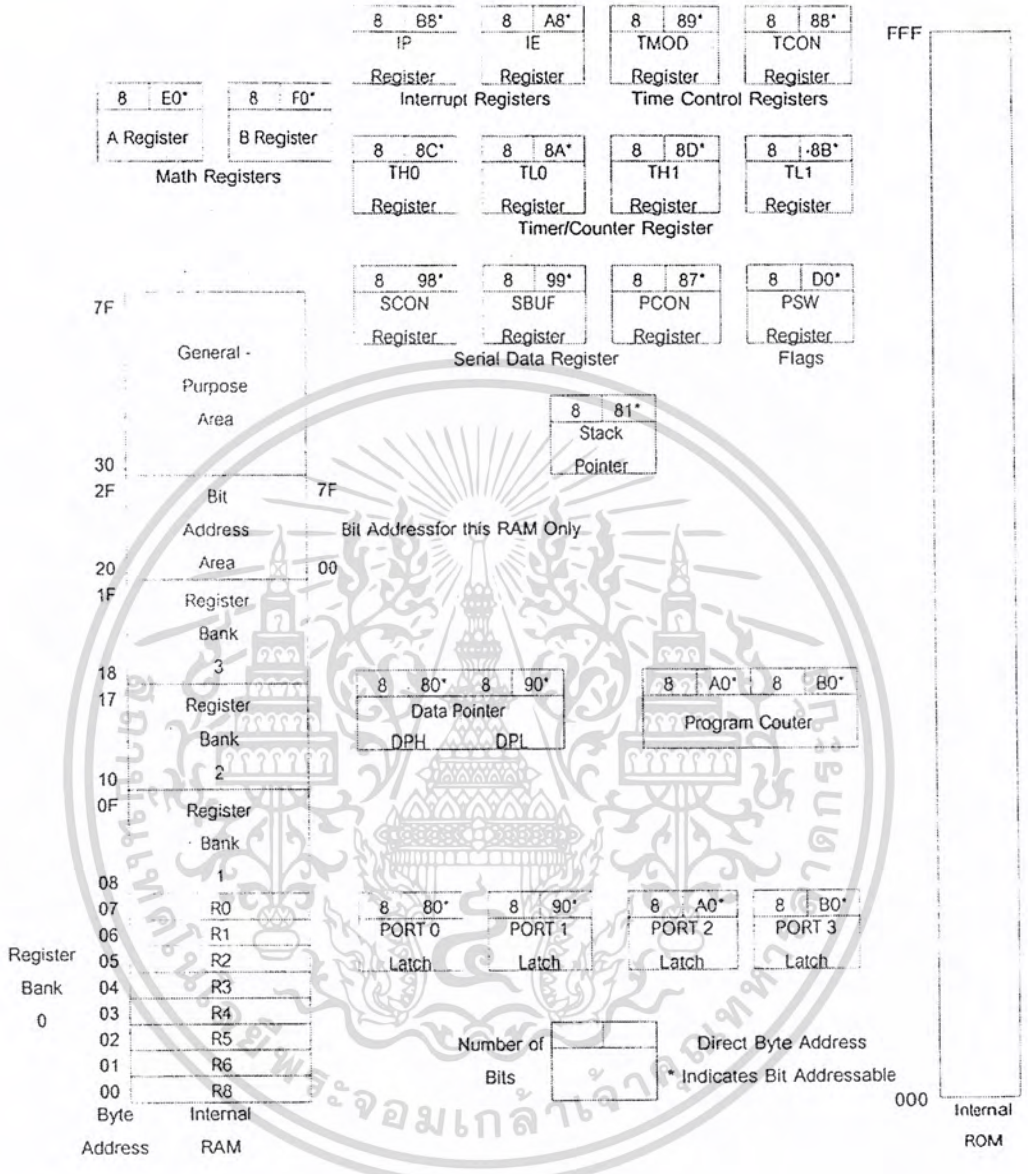


รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมของ MCS – 51 8051

3) PORT 0 (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P 0.0 – P 0.7) มีโครงสร้างแบบ Open Drain Bidirectional ดังแสดงในรูปที่ 2.3

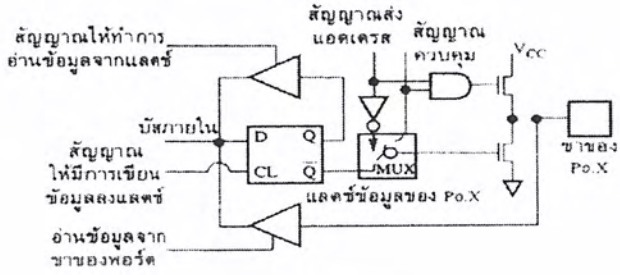
4) พอร์ท 0 (ขา 32 - 39) มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P 0.0 – P 0.7) ใช้งานได้ 2 หน้าที่ คือ ส่งแอสเดรสและ ดาต้า ออกไปให้หน่วยความจำภายนอก เมื่อต้องการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำภายนอกควบคุมด้วยขา Control ดูรูปที่ 2.3 ประกอบ และอีกหน้าที่หนึ่งก็คือเป็น พอร์ท I/O ถ้าต้องการให้ทำงานเป็นอินพุตพอร์ท ต้องส่งลอจิก “1” ไปยังพอร์ทนี้ จะมีผลให้ Q ของ D-FF เป็น “0” ทำให้ FET ตัวล่างมีสถานะ OFF สัญญาณที่ใช้อ่าน อินพุทพอร์ท PIN (พอร์ท P0.X PIN) จะใช้สัญญาณ Read Latch เมื่อถูกกระตุ้นที่ Tri – State Buffer ตัวบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



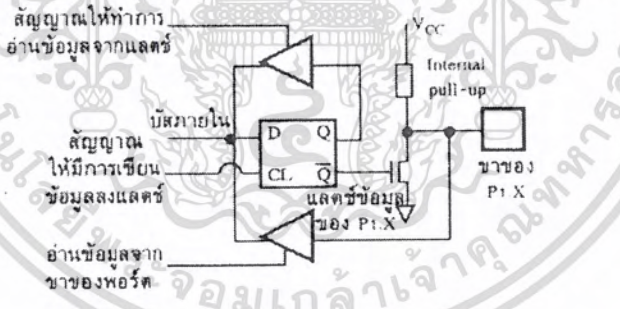
รูปที่ 2.2 ตำแหน่งต่างๆ ของรีจิสเตอร์ต่างๆ และหน่วยความจำเพื่อใช้ประกอบการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 โครงสร้างพอร์ท 0 (บิต)

5) พอร์ท 1 (ขา 1 - 8) มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P 1.0 – P 1.7) มีโครงสร้างคล้าย พอร์ท 0 แต่จะใช้ความต้านทานภายในพูลอัพแทน (Internal Up Register) มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.4

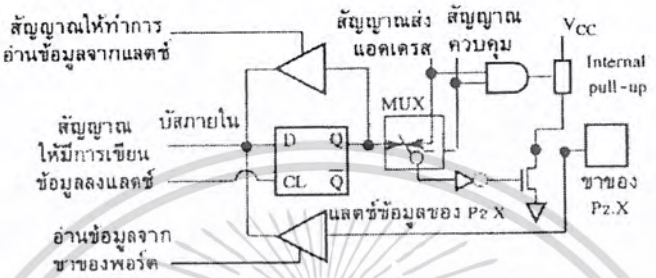


รูปที่ 2.4 โครงสร้างของพอร์ท 1 (บิต)

6) พอร์ท 2 (ขา 21 – 28) มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P2.0 – P2.7) มีโครงสร้างคล้ายพอร์ท 0 โดยมี FET ตัวล่างตัวเดียวส่วนด้านบนใช้ความต้านทานพูลอัพแทน (Internal Pull – Up) พอร์ทนี้ทำงาน 2 หน้าที่ คือ สามารถใช้เป็นพอร์ทสำหรับส่งแอสเดรส 8 บิต บน (A8 – A15) และเป็น I/O พอร์ท ใช้งานทั่วไป เมื่อจะใช้งานเป็นอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

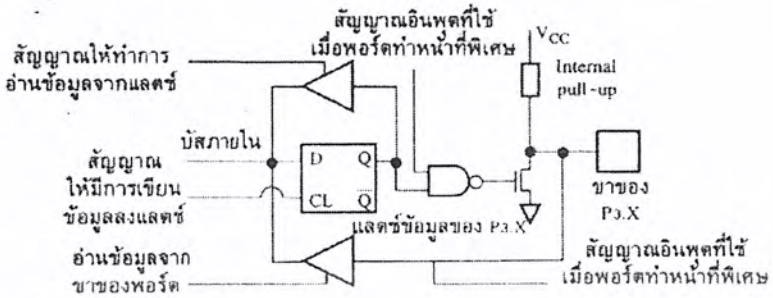
พอร์ท ต้องส่ง ลอจิก "1" มาที่พอร์ทนี้ก่อนเพื่อบังคับใช้ FET อยู่ในภาวะ OFF ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของพอร์ท 2 (บิต)

7) พอร์ท 3 (ขา 10 – 17) มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P3.0 – P3.7) มีโครงสร้างคล้ายพอร์ท 1 พอร์ทนี้ทำหน้าที่ คือเป็น I/O พอร์ท ถ้าจะให้พอร์ทนี้เป็น I/O พอร์ท ก็ให้ส่งลอจิก "1" มาที่พอร์ทนี้ก่อนและอีกหน้าที่หนึ่งก็คือ ส่งสัญญาณควบคุมออกมาและรับสัญญาณเข้าไปดังรูปที่ 2.6 มีสัญญาณต่างๆ คือ P3.0/RXD (Serial Input Port) เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลอนุกรม P3.1/RXD (Serial Output Port) เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม P3.2/ INT1 (External Interrupt) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะภายนอก P3.3/ INT1 (External Interrupt) ใช้รับสัญญาณขัดจังหวะภายนอก P3.4/T0 (Timer/Counter 0 External Input) ขารับสัญญาณเข้าไปยังวงจร Timer/Counter 0 ที่ทำหน้าที่นับจำนวนไซเคิลของสัญญาณ T1 นี้หรือสัญญาณนาฬิกาก็ได้ P3.5/T1 (Timer/Counter 1 External Input) ขารับสัญญาณเข้าไปยัง Timer/Counter 1 ซึ่งมีการทำงานเหมือนกับ T0 P3.6/WR (External Data Memory Write Strobe) ขาสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก P3.7/RD (External Data Memory Read Strobe) ขาสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับข้อมูลภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของพอร์ท 3 (บิต)

8) ALE (ขา 30) เป็นขาส่ง สโตรบสำหรับใช้ในการแลตช์แอดเดรสไบต์ต่ำ (A0 – A7) ที่ส่งออกมาจาก (พอร์ท 0) สัญญาณนี้จะแอคทีพทุกๆ 2 ครั้งภายใน 1 แมคชีนไซเคิล(1/16 รอบสัญญาณนาฬิกา)

9) PSEN (ขา 29) เป็นขาที่ใช้ส่งสโตรบสำหรับอ่านข้อมูลจาก Program Memory ภายนอก (หน่วยความจำประเภท ROM EPROM) สัญญาณนี้จะส่งออกมาในแต่ละครั้ง 2 แมชชีนไซเคิล แต่ถ้าเป็นการอ่าน Internal Program Memory จะไม่มีสัญญาณออกที่ขานี้

10) EA (ขา 31)ถ้าป้อนลอจิก “0” เข้าที่ขานี้ ซีพียูจะอ่านค่าจาก Program Memory ภายนอกชิพเท่านั้นแต่ถ้าถูกป้อนด้วยลอจิก “1” ก็จะอ่านโปรแกรมภายในชิพ

11) RST (ขา 9) เป็นขารีเซ็ท ซีพียูจะรีเซ็ทได้ก็ต่อเมื่อ ป้อนลอจิก “1” เข้าที่ขานี้นานอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล เมื่อซีพียูถูกรีเซ็ทค่าต่างๆ ในรีจิสเตอร์ใดๆ

12) XTAL1 (ขา 19) ใช้ต่อ คริสตอล ภายนอกโดยเป็นอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์

13) XTAL2 (ขา 18) ใช้ต่อ คริสตอล ภายนอกโดยเป็นเอาท์พุทเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การสื่อสารข้อมูลอนุกรม

การสื่อสารข้อมูลอนุกรมเป็นการรับหรือส่งข้อมูล ในลักษณะกลุ่มของบิตคราวละหนึ่งบิต เรียงลำดับเรื่อยไปจนสิ้นสุด การสื่อสารแบบนี้จะมีข้อแตกต่างจากการสื่อสารแบบขนานเป็นอย่างมาก เนื่องจากข้อมูลมีการโอนย้ายมาพร้อมกันจึงมีความจำเป็นต้องใช้ จำนวนเส้นสัญญาณมากขึ้นตามจำนวนบิตของข้อมูลด้วยในขณะที่การสื่อสารแบบอนุกรมนั้น ต้องการเส้นสัญญาณเพียงสองหรือสามเส้นเท่านั้นดังนั้น การสื่อสารแบบขนาน จึงไม่เหมาะสมในการสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกเป็นระยะทางไกลๆ

2.6 ความเร็วของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม

เนื่องจากการสื่อสารแบบอนุกรมเป็นการรับ ส่งข้อมูลในลักษณะกลุ่มของบิต ข้อมูล (Bit Stream) ดังนั้นจึงต้องให้ความสนใจ ในการพิจารณาถึงเรื่อง อัตราความเร็วในการรับส่งบิตเหล่านี้ เป็นลำดับแรก โดยทั่วไปมักจะระบุกันในหน่วยของจำนวนบิต ข้อมูลภายในเวลาหนึ่งวินาทีเรียกว่า อัตราบอดตามค่ามาตรฐานเหล่านี้ ได้แก่ 110,150,300,1200,2400,4800,9600,19200 บอด รวมทั้งข้อมูล 8 บิตนี้หากถูกส่งออกมาด้วยอัตรา2400 บอดจะใช้เวลาในการส่งข้อมูลหนึ่งบิตมีค่าเท่ากับ 1/2400 หรือ 416 μS และเวลาในการส่งข้อมูลทั้ง 8 บิต มีค่าเท่ากับ (8*416) หรือ 3328 μS

2.7 การส่งข้อมูลอนุกรมของ 8051

พอร์ทอนุกรมของ 8051 มีโครงสร้างในการทำงานในแบบที่เรียกว่า ฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) ในการรับและส่งข้อมูลอนุกรมได้ในเวลาเดียวกันโดยทางด้านวงจรของตัวส่ง (Transmitter) ประกอบด้วยข้อมูล ออกไปยังพอร์ทอนุกรม ทางขาสัญญาณ TxD (พอร์ท 3.1) ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรด้านตัวรับ (Receiver) ประกอบด้วย SBUF เช่นเดียวกันสัญญาณข้อมูลอนุกรม ที่รับเข้ามาขาสัญญาณ RxD (พอร์ท 3.0)

พอร์ทอนุกรมของ 8051 สามารถโปรแกรมการทำงานได้หลายโหมดด้วยกันโดยเลือกที่บิต SM0 และ SM1 ซึ่งอยู่ในรีจิสเจอร์ควบคุม SCON การทำงานทั้ง 4 โหมด ของพอร์ทอนุกรมมีดังนี้

2.7.1 โหมด 0

ใช้รับส่งข้อมูล 8 บิต โดยการส่งจะเลื่อนออกทีละบิต โดยส่งบิต D 0 ออกไปก่อนทางขา RxD และไม่มีการส่ง start bit แต่จะส่ง shift clock ทางขา TxD ความเร็ว 1/12 เท่าของ CPU CLOCK

2.7.2 โหมด 1

ใช้สำหรับการเชื่อมต่ออนุกรมแบบ UART (Universal Asynchronous Receiver / Transmitter) โดยส่งแบบ 10 บิต ข้อมูล 8 บิต 1 start bit และ 1 stop bit และสามารถเปลี่ยนแปลงอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลได้ โดยขึ้นกับบิต SMOD ใน PCON และอัตราโอเวอร์โฟลว์ของ Timer 1

2.7.3 โหมด 2

ใช้สำหรับการเชื่อมต่ออนุกรมแบบ UART โดยการใช้ กลุ่มข้อมูล 11 บิต และกำหนดอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลเท่ากับ 1/32 และ 1/64 ของ CPU Clock โดยโปรแกรมที่บิต SMOD ใน PCON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 โหมด 3

ใช้สำหรับการเชื่อมต่ออนุกรมแบบ UART โดยการใช้ กลุ่มข้อมูล 11 บิต และสามารถเปลี่ยนแปลงอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลได้ โดยควบคุมที่บิต SMOD และอัตราโอเวอร์โฟลว์ของ Timer 1 นอกจากนี้โหมด 2 และ 3 ยังมีการดำเนินการอีกแบบหนึ่ง โดยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการสื่อสารข้อมูล แบบที่มีไมโครโปรเซสเซอร์หลายตัวทำงานร่วมกันได้ซึ่งมีชื่อเรียกว่า Multiprocessor Mode

Multiprocessor Mode : ในโหมดนี้เราใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ 1 ตัว สำหรับเป็น Master และอีก 0 – 256 ตัวเป็น Slave รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูลอนุกรม ดังรายละเอียดในรูปที่ 2.7

2.8 อินเตอร์รัพท์ของพอร์ทสื่อสารอนุกรม

เนื่องจากการส่งหรือรับข้อมูลอนุกรมจะส่งคืนที่ละไบท์ 8051 จึงได้กำหนดให้บิตหรือแฟล็กสถานะที่จัดรวมอยู่ในรีจิสเตอร์ SCON เช่น แฟล็ก TI ซึ่งจะมีค่าเป็น 1 เมื่อข้อมูลได้ทำการส่งออกไปภายนอกเสร็จสิ้นแล้วแฟล็ก RI ซึ่งมีค่าเป็น 1 จะมีผลทำให้เกิดการอินเตอร์รัพท์ขึ้น ดังนั้นภายในโปรแกรมรับหรือส่งข้อมูลจะต้องทำการตรวจสอบจากสภาวะของแฟล็กเหล่านี้เองว่าเป็นการส่งข้อมูลหรือรับข้อมูล (vector ของ TI RI อยู่ที่ 0023H)

2.9 กระบวนการรับและส่งข้อมูลอนุกรมของ 8051

การส่งข้อมูลออกทางพอร์ทอนุกรมของ 8051 จะเริ่มต้นขึ้นภายหลังเมื่อมีการเขียนข้อมูลลงใน SBUF ข้อมูลนี้ จะถูกเลื่อนทีละบิต และส่งสัญญาณออกไปภายนอกโดยอัตโนมัติเมื่อ ข้อมูลเหล่านี้ได้ส่งออกครบถ้วนแล้วจะทำให้ค่าของแฟล็ก TI ให้เป็น 1 เพื่อแจ้งให้ทราบว่าขณะนี้ SBUF ว่างและพร้อมที่จะส่ง ข้อมูลไบท์ต่อไปแล้วในกรณีที่ใช้เขียนข้อมูลใหม่ลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรีจิสเตอร์ SBUF โดยไม่ต้องรอให้แฟล็ก TI มีค่าเป็น 1 ก่อนจะมีผลทำให้ข้อมูลที่ส่งไปผิดพลาดได้

SCON : SERIAL PORT CONTROL REGISTER (BIT ADDRESSABLE)

SM0	SM1	SM2	REN	TN8	RB8	TI	RI

SM0	SCON.7	Serial Port mode specifier (NOTE 1).
SM1	SCON.6	Serial Port mode specifier (NOTE 1).
SM2	SCON.5	Enables the multiprocessor communication feature in mode 2 & 3. In mode 2 or 3, if SM2 is set to 1 then RI will not be activated if the received 9th data bit (RB8) is 0. In mode 1, if SM2 = 1 then RI will not be activated if a valid stop bit was not received. In mode 0, SM2 should be 0 (See table 9).
REN	SCON.4	Set/Cleared by software to Enable/Disable reception.
TB8	SCON.3	The 9th bit that will be transmitted in modes 2 & 3. Set/Cleared by software.
RB8	SCON.2	In modes 2 & 3, is the 9th data bit that was received. In mode 1, if SM2 = 0, RB8 is the stop bit that was received. In mode 0, RB8 is not used.
TI	SCON.1	Transmit interrupt flag. Set by hardware at the end of the 8th bit time in mode 0, or at the beginning of the stop bit in the other modes. Must be cleared by software.
RI	SCON.0	Receive interrupt flag. Set by hardware at the end of the 8th bit time in mode 0, or half way through the stop bit time in the other modes (except see SM2). Must be cleared by software.

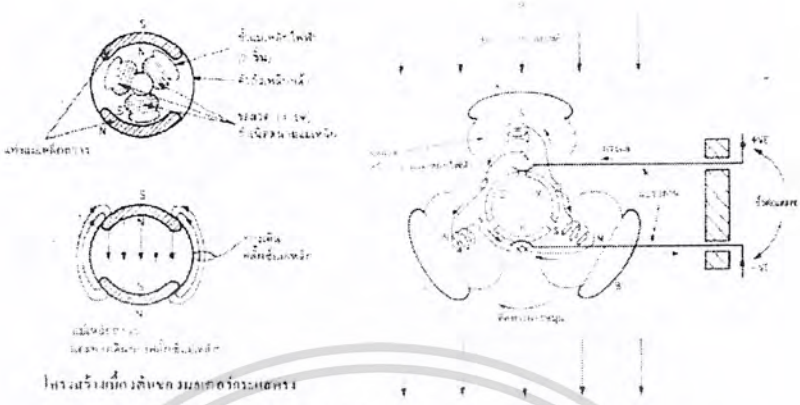
รูปที่ 2.7 รายละเอียดภายใน SCON

สำหรับการรับข้อมูลจากพอร์ทอนุกรมจะต้องเริ่มขึ้น โดยการกำหนดเซทค่าดังนี้ (Receiver Enable) ให้มีค่าเป็น 1 ก่อน หลังจากนั้นเมื่อมีข้อมูลภายนอกถูกส่งเข้ามายัง 8051 ทีละบิต จนครบและ เมื่อบิตสุดท้ายถูกเลื่อนเข้ามาเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลนั้นจะถูกย้ายเข้ามาเก็บไว้ยังรีจิสเตอร์ SBUF และแฟล็ก RI ก็จะมีค่าเป็น "1" (ถูกเซ็ท) หลังจากนั้นก็เกิดการอินเตอร์รัพท์ขึ้น

2.10 มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor)

มอเตอร์กระแสตรงจะมีหลักการทำงานโดยวิธีการผ่านกระแสให้กับขดลวดในสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก โดยส่วนของแรงนี้จะขึ้นอยู่กับกระแสและกำลังของสนามแม่เหล็ก ดังรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง

จากในรูปที่ 2.8 ทางเดินของฟลั๊กซ์แม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กจะเกิดจากแท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ 2 ชิ้นที่ขึ้นรูปเป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดี เพื่อที่จะให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่ใจกลางของมอเตอร์ได้ ดังนั้นความเข้มของแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของแม่เหล็กด้วย ซึ่งส่งผลให้ฟลั๊กซ์แม่เหล็กวิ่งไปบนตัวถังโลหะ กระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันกับทุ่นโรเตอร์ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และต้านกับสนามแม่เหล็กถาวร จึงเกิดเป็นแรงบิดเพื่อที่จะหมุนทุ่นโรเตอร์ ให้ไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกว่า กระแสก็จะไหลผ่านไปยังทุ่นโรเตอร์ โดยผ่านแปรงถ่าน ซึ่งจะสัมผัสกับแหวนตัวนำในทุ่นโรเตอร์ และแหวนคอมมิวเตเตอร์ ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 เซกเมนต์เพื่อที่จะทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวดนั้นเอง

2.11 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

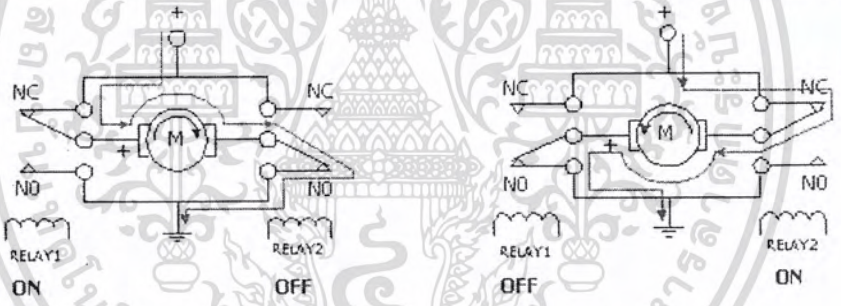
ในการใช้ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุน และทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงนั้น เราจะต้องมีส่วนของวงจร ที่เรียกว่าวงจรขับมอเตอร์ (Driver) ในส่วนของวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์นั้น สามารถที่จะใช้รีเลย์ต่อวงจร สวิตซ์เพื่อกลับทิศทางของขั้วไฟกระแสตรง หรืออาจใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นวงจรขับกำลังเช่น ทรานซิสเตอร์ มอสเฟต แล้วแต่วิธีที่เราจะเลือกใช้งาน

จากรูปที่ 2.9 เป็นการใช้รีเลย์ควบคุมการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยการควบคุมการปิด - เปิดที่รีเลย์ 2 ตัว ซึ่งจะทำหน้าที่กลับทิศทางของขั้วไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ โดย

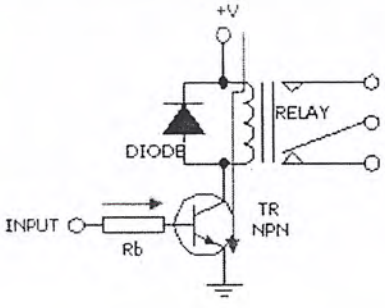
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสลับการทำงานของรีเลย์ เช่นให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำงาน (ON) และรีเลย์ตัวที่ 2 หยุดทำงาน (OFF) จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย และในทำนองเดียวกันถ้าหากรีเลย์ตัวที่ 1 หยุดทำงาน (OFF) และรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน (ON) ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา

จากรูปที่ 2.10 เป็นวงจรขับรีเลย์โดยใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายกระแส ด้วยเหตุผลเพราะไม่สามารถจะใช้ขา เอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนกระแสไฟที่ขดลวดของรีเลย์โดยตรงได้ เนื่องจากว่ากระแสที่จ่ายออกมาจากขา เอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าน้อยเกินไป ดังนั้นเราจึงต้องมีส่วนของวงจรทรานซิสเตอร์เพื่อที่จะทำการขยายกระแสให้เพียงพอในการป้อนให้กับขดลวดของรีเลย์ ส่วนไดโอดนำมาต่อไว้สำหรับป้องกันแรงดันย้อนกลับที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กในขณะเกิดการยุบตัว ซึ่งอาจจะทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้



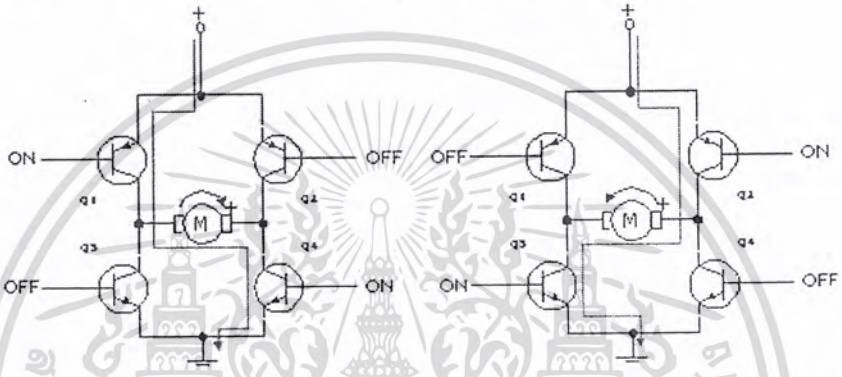
รูปที่ 2.9 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์



รูปที่ 2.10 การใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.11 เป็นวงจรลิเนียร์บริดจ์แอมป์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์กำลัง 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับ และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ถ้าหากกำหนดให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์จากซ้ายไปขวา โดยผ่านมอเตอร์กระแสตรงทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ในทำนองเดียวกันถ้าหากเราทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าก็จะไหลจากทางขวาไปทางซ้ายซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์กลับทิศทางการ หมุนจากทางขวาไปทางซ้าย



รูปที่ 2.11 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

2.12 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (STEPPING MOTOR)

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยพัลส์ ลักษณะการขับเคลื่อน จะหมุนรอบแกนได้ 360 องศา มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง แต่มีลักษณะเป็นสเต็ป โดยแต่ละสเต็ปจะขับเคลื่อนได้ 1, 1.5, 1.8 หรือ 2 องศา แล้วแต่ละโครงสร้างของมอเตอร์ลักษณะที่ นำมอเตอร์ไปใช้จะเป็นงานที่ต้องการตำแหน่งแม่นยำ เช่น ระบบขับเคลื่อนหัวแม่พิมพ์ในเครื่องพิมพ์ (Printer) ระบบขับเคลื่อนหัวอ่านในเครื่องอ่านบันทึกเหล็ก ระบบขับเคลื่อนตำแหน่งของปากกาใน X-Y Ploter เป็นต้น

2.13 ชนิดและโครงสร้างของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่พบในปัจจุบันมี 3 ลักษณะดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.13.1 แบบแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet : PM)

สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ PM จะมีสเตเตอร์ (Stator) ที่พันขดลวดไว้หลายๆ โพล โดยมีโรเตอร์ (Rotor) เป็นรูปทรง กระบอกฟันเลื่อย และโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร เพื่อป้อนไฟกระแสตรง ให้กับขดสเตเตอร์ จะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กไฟฟ้าผลักต่อโรเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุน มอเตอร์แบบ PM จะเกิดแรงฉุดยึดให้โรเตอร์หยุดอยู่กับที่ แม้จะไม่ได้ป้อนไฟเข้าขดลวด

2.13.2 แบบแปรค่ารีลักแตนซ์ (Variable Reluctance : VR)

สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบVR จะมีการหมุนโรเตอร์ได้อย่างอิสระ แม้จะไม่ได้จ่ายไฟให้ โรเตอร์ทำจากสารเฟอร์โรแมกเนติก กำลังอ่อน มีลักษณะเป็นฟันเลื่อย รูปทรงกระบอกโดยจะมีความสัมพันธ์ โดยตรงกับจำนวนโพลในสเตเตอร์ แรงบิดที่เกิดขึ้นจะไปหมุนโรเตอร์ ไปในเส้นทางของอำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลักแตนท์ต่ำที่สุด ตำแหน่งที่จะเกิดแน่นอนและมีเสถียรภาพแต่จะเกิดขึ้นได้หลายๆ จุดดังนั้นเมื่อป้อนไฟเข้าขดลวดต่างๆ ในมอเตอร์แตกต่างขดกันไป ก็ทำให้มอเตอร์ หมุนไปตำแหน่งต่างๆ กันโรเตอร์ของ VR จะมีความเฉื่อยของโรเตอร์น้อยจึงมีความเร็วรอบสูงกว่ามอเตอร์แบบ PM

2.13.3 แบบผสม (Hybrid : H)

สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ H จะเป็นลูกผสมของ VR กับ PM โดยจะมีสเตเตอร์คล้ายกับที่ใช้ใน VR โรเตอร์มีหมวกหุ้ม ปลายซึ่งมีลักษณะของสารแม่เหล็กที่มีกำลังสูง โดยการควบคุมขนาดรูปร่างของหมวกแม่เหล็กอย่างดีทำให้ได้มุม การหมุนและครั้งน้อยและแม่นยำ ข้อดีก็คือ ให้แรงบิดสูงและมีขนาดกระทัดรัด และให้แรงฉุดยึดโรเตอร์นิ่งกับที่ตอนไม่จ่ายไฟ

2.14 การสั่งงาน สเต็ปปิ้งมอเตอร์

จากตารางที่ 2.2 ลักษณะของมุมโรเตอร์หมุนกับกระแสไฟที่ป้อนแก่เฟสต่างๆจะสามารถสั่งงานให้ Stepping Motor หมุนได้ 3 อย่าง คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

119257

1) แบบจ่ายกระแสไฟให้เฟสเดียววนเวียนกันไป เรียก One - Excitation หรือ Half Drive คือ f1, f2, f3, f4 การ Out Excitation แบบนี้แรงบิดจะน้อย
2) แบบจ่ายกระแสไฟให้พร้อมกันทีเดียว 2 f เรียก Two - Excitation หรือ Full Step คือ f1f2, f2f3, f3f4, f4f1 หมุนเวียนกันไปแบบนี้แรงบิดจะมาก
3) แบบจ่ายกระแสไฟให้ทีละ 1 เฟส สลับกับ 2 เฟส เรียก One - Two Excitation หรือ Half Step เหมือนตารางที่ 2.3 แต่แบบนี้จำนวน Step จะมากขึ้น ถ้าจะให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มจะสั่งเป็นตรงกันข้าม

ตารางที่ 2.2 มุมของโรเตอร์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสต่างๆ 8 ตำแหน่ง

เฟสที่จ่ายกระแสไฟฟ้า	Φ_1	$\Phi_1\Phi_2$	Φ_2	$\Phi_2\Phi_3$	Φ_3	$\Phi_3\Phi_4$	Φ_4	$\Phi_4\Phi_1$
ตำแหน่งโรเตอร์	⇧	⇗	⇨	⇘	⇩	⇙	⇦	⇖

ตารางที่ 2.3 กระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสแบบ Half Step

เฟส	Φ_4	Φ_3	Φ_2	Φ_1
Φ_1	1	0	0	1
Φ_2	0	0	1	0
Φ_3	0	1	0	0
Φ_4	1	0	0	0

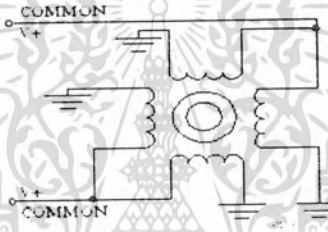
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 การตรวจสอบหาสาย COMMON และสาย GROUND ของ Stepping Motor แบบ PM (แบบแกนโรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร)

โดยทั่วไป Stepping Motor แบบ PM จะมีอยู่ 2 ชนิด คือ

2.15.1 ชนิดที่เป็น COMMON ภายนอก Stepping Motor

แบบนี้มีสายอยู่ 6 เส้น ดังรูปที่ 2.12 คือ



รูปที่ 2.12 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ ชนิดมีสาย 6 เส้น

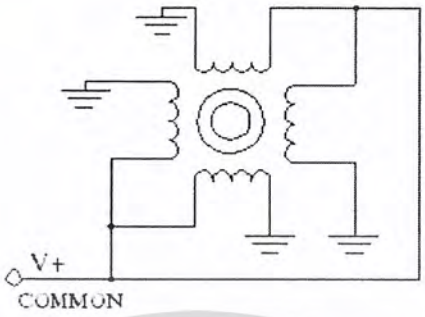
1) สายที่เป็น COMMON 2 เส้น
2) สายที่เป็น GROUND 4 เส้น

สาย COMMON 1 เส้น จะ DRIVE GROUND 2 เส้น ในการเช็คให้ใช้มิเตอร์วัดหาสายที่เป็น COMMON ก่อนโดยการตั้ง Range ของมิเตอร์ที่ R*1 จับที่สายทีละคู่ ถ้าหากวัดสาย COMMON เทียบกับสาย GROUND ได้ถูกต้องค่าความต้านทานที่อ่านได้จะน้อย แต่ถ้าวัดผิดสาย คือวัดสาย GROUND เทียบกับ GROUNDค่าความ ต้านทานที่อ่านได้จะสูงกว่าแต่ถ้าวัดสาย COMMON เทียบกับสาย GROUND ที่ไม่ใช่คู่กันแล้ว เข็มมิเตอร์ก็จะไม่ กระดิก ให้ทดลองวัดเปรียบเทียบกันทีละคู่ ก็จะทราบว่าสายใดเป็นสาย COMMON สายใดเป็นสาย GROUND

2.15.2 ชนิดที่เป็น COMMON ภายใน Stepping Motor

แบบนี้มีสายอยู่ 5 เส้น ดังรูปที่ 2.13 คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.13 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดมีสาย 5 เส้น

1) สายที่เป็น COMMON 1 เส้น
2) สายที่เป็น GROUND 4 เส้น

ในการวัดให้ทำแบบเดียวกับการวัด Stepping Motor ชนิด COMMON ภายนอก แตกต่างกัน เพียงแบบ COMMON ภายในสาย COMMON 1 เส้น DRIVE สาย GROUND 4 เส้น ดังนั้นหากสายเส้นใดเมื่อวัดเทียบกับสายเส้นอื่น แล้วมีค่าความต้านทานน้อยที่สุดสายเส้นนั้นเป็นสาย COMMON และที่เหลืออีก4 เส้นจะเป็นสาย GROUND

2.16 การเรียงเฟสของ Stepping Motor แบบ PM

เมื่อเราทราบว่าสายเส้นใดเป็นสาย COMMON แล้วแต่เรายังไม่ทราบว่าสาย GROUND เส้นใดเป็นเฟสที่1 เฟสที่ 2 เฟสที่ 3 และเฟสที่ 4 ในการเรียงเฟสนั้นให้ใช้มิเตอร์วัดโดยนำ V+ เขาที่สาย COMMON วัดเทียบกับสาย GROUND เส้นใดก็ได้ 1 เส้น จะทำให้แกนโรเตอร์เคลื่อนไปข้างหน้า 1 Step เมื่อเปลี่ยนสาย GROUND เส้นแรกเป็นเส้นที่ 2 ลาก Motor ไม่เคลื่อนที่ไปข้างหน้าแสดงว่าการเรียงเฟสไม่ถูกต้องแก้ให้วัดเทียบกับสาย GROUND เส้นใหม่ต่อไป หาก Motor เคลื่อนที่ไปข้างหน้าตามก้น วัดที่สาย GROUND เส้นต่อไปเรื่อย ๆ ก็จะทำให้ทราบว่าสายเส้นใดเป็นเฟสแรก สายเส้นใดเป็นเฟสที่ 2 เฟสที่ 3 และเฟสที่ 4 การเรียงเฟสของ Stepping Motor แบบ PM ทั้งชนิดที่เป็น COMMON ภายนอกและชนิดที่เป็น COMMON ภายใน ใช้หลักการเดียวกัน

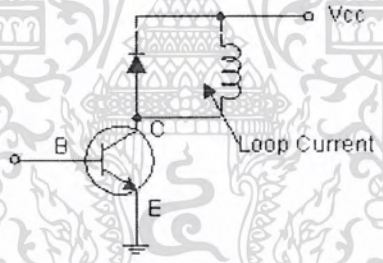
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17 ซัพเพรสเซอร์ (Supressor)

เมื่อทรานซิสเตอร์ หยุดนำกระแสจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าค่าสูงจำนวนหนึ่ง เนื่องจากผลของการเปลี่ยนแปลงของกระแสในตัวเหนี่ยวนำ และแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้จะเป็นอันตรายต่อทรานซิสเตอร์ได้ ป้องกันได้ด้วยวิธีการต่อไปนี้

2.17.1 ใช้ไดโอดซัพเพรสเซอร์

กระแสหมุนเวียน Circulating Current จะเริ่มไหลหลังจากทรานซิสเตอร์ หยุดนำกระแสและศักดาบนคอลเลคเตอร์ จะเท่ากับศักดาของแหล่งจ่ายไฟฟ้า ข้อเสียคือ กระแสจะหมุนเวียนอยู่นานและ จะทำให้เกิดแรงบิดห้ามล้อ (Breaking Torque) พลังงานส่วนใหญ่จะสูญเสียเป็นความร้อนในความต้านทานของขดลวด การต่อวงจร ทำได้โดยดังรูปที่ 2.14

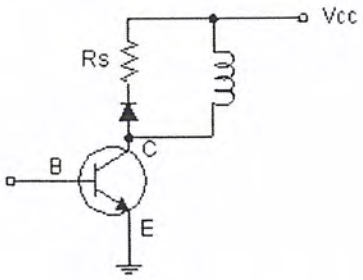


รูปที่ 2.14 วงจรที่ใช้ไดโอดมากำจัด (Diode suppression)

2.17.2 ใช้ไดโอดและตัวต้านทานซัพเพรสเซอร์

ถ้าค่าตัวต้านทาน RS ยิ่งมากกระแสหมุนเวียนก็จะลดลงเร็วขึ้นแต่ศักดาของคอลเลคเตอร์ในขณะกระแสไหลย้อนกลับ จะมีค่าสูงขึ้นพลังงานส่วนใหญ่สูญเสียในตัวต้านทาน RS การต่อวงจร ทำได้โดย ดังรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



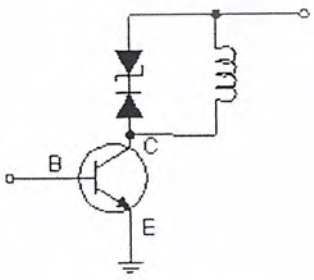
รูปที่ 2.15 วงจรที่ใช้ความต้านทานร่วมกับไดโอด (Diode + Resistance suppression)

2.17.3 ใช้ซีเนอร์ไดโอดซัพเพรสเซอร์

เมื่อทรานซิสเตอร์หยุดนำกระแส กระแสจะลดลงได้เร็วกว่า 2 แบบแรกและศักดาที่คอลเลคเตอร์ขณะกระแสไหลย้อนกลับจะเท่ากับศักดาของซีเนอร์บวกกับศักดาของแหล่งจ่าย ซึ่งเป็นอิสระต่อกระแสพลังงานส่วนใหญ่สูญเสียในซีเนอร์ไดโอดการต่อวงจร ทำได้โดย ดังรูปที่ 2.16

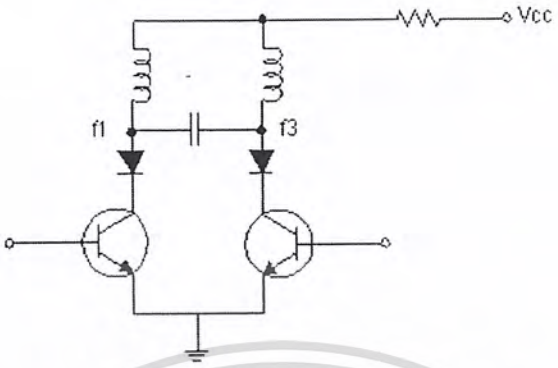
2.17.4 ใช้ตัวเก็บประจุซัพเพรสเซอร์

จะใส่ตัวเก็บประจุให้ f1 กับ f3 และ f2 กับ f4 เมื่อทรานซิสเตอร์ หยุดนำกระแสตัวเก็บประจุ C จะต่อกับทรานซิสเตอร์ โดยผ่านไดโอด และจะดูดกลืนกระแสที่ค่อยๆ ลดลงจากขดลวดของมอเตอร์ เพื่อป้องกันทรานซิสเตอร์เสีย และยังช่วยแดมป์ไฟ คือช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นในขดลวดสเตเตอร์เนื่องจากการแกว่งของโรเตอร์ การต่อวงจร ทำได้โดย ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 วงจรที่ใช้ซีเนอร์ไดโอดร่วมกับไดโอด (Diode + Zener diode suppression)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 วงจรที่ใช้ตัวเก็บประจุร่วมกับไดโอด (Diode + Capacitor suppression)

2.18 ข้อดีของสเต็ปปิ้งมอเตอร์เมื่อเปรียบกับมอเตอร์กระแสตรง

1) สามารถใช้ในงานควบคุมตำแหน่งในลักษณะ วงจรควบคุมแบบเปิด (Open Loop Control) ได้ โดยที่ไม่ต้องการสัญญาณป้อนกลับ (Feedback signal) แต่อาศัยการนับจำนวนของพัลส์ที่ส่งไปควบคุมการหมุนแทน
2) ไม่มีส่วนของแปรงถ่านที่จะสึกหรอและไม่เกิดการสปาร์คที่แปรงถ่านซึ่งอาจก่อให้เกิดสัญญาณรบกวน
3) การควบคุมไม่ต้องอาศัยตัวตรวจจับการหมุน
4) การควบคุมโดยทางวงจรดิจิตอลหรือไมโครโพรเซสเซอร์ ทำได้ง่าย และสะดวก

2.19 STN LCD (Super Twisted Nematic)

การทำงานของหน้าจอแบบนี้จะอาศัยหลักการบังคับสายไฟที่วางพาดกันอยู่ทั้งในแนว ตั้งและแนวนอนให้เกิดการปล่อยกระแสไฟไปยังช่องแสงต่างๆ (Pixels) ที่กำหนดไว้ ข้อดีของหน้าจอแบบ STN ก็คือต้นทุนการผลิตต่ำ ทำให้ราคาเครื่องก็ต่ำไปด้วย จึงมักจะนำมาใช้กับมือถือจอสีราคาประหยัด และข้อดีอีกอย่างคือใช้พลังงานน้อย แต่ข้อเสียของหน้าจอ STN ก็คือการตอบสนองการทำงานที่ค่อนข้างช้าไม่เหมาะกับการแสดงภาพเคลื่อนไหว หรือการแสดงผลที่ต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการสลับไปสลับมาอย่างรวดเร็ว และยังให้ความสว่างค่อนข้างน้อย รวมทั้งสีสันไม่สดใสถ้าเทียบกับหน้าจอแบบ TFT โดยหน้าจอแบบ STN LCD ก็จะแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลักๆ ดังนี้

2.19.1 Trans missive Color

มีหลักการทำงานให้สามารถแสดงผลเป็นสีก็คือ จะใช้ Color Filter (แผ่นกรองสี) วางซ้อนไว้ที่ชั้นบน และเมื่อแสงถูกส่องผ่านมาจากทางด้านหลัง (Backlight) ก็จะผ่านแผ่นกรองสีนี้ โดยแหล่งกำเนิดแสง ก็คือหลอด Fluorescent หรือ LED นั่นเอง

2.19.2 Reflective Color STN LCD

ประเภทนี้สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องใช้การส่องแสงมาจากทางด้านหลัง (Backlight) เหมือนกับประเภท Transmissive แต่ก็มีข้อเสียคือหากไปอยู่ในสถานที่ที่ไม่มีแสงสว่างเพียงพอ ก็จะทำให้ไม่สามารมองเห็นภาพได้

2.19.3 Transflective Color

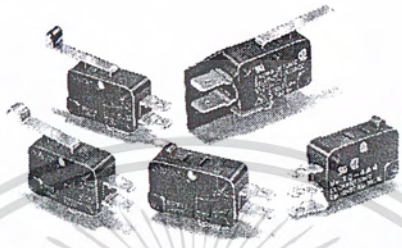
เป็นประเภทที่นำมาแก้ปัญหาของ 2 ประเภทข้างต้น ซึ่ง STN LCD ประเภทนี้จะสามารถใช้ได้ทั้งสภาพที่มีแสงสว่าง และสภาพที่ไม่มีแสงสว่างนั่นเอง

2.20 Limit Switch

ทำงานโดยการกระตุ้น สัมผัส หรือ กด ด้วยสถานะทางเครื่องกลด้วยระยะที่ต่ำมาก ราว 1-3 mm แต่การออกแบบโครงสร้างภายใน จะมีส่วนที่เป็น Spring ที่โค้งงอไว้ในตำแหน่ง Critical ทำให้เมื่อกดแล้วจะทำให้หน้าสัมผัส ตัดต่อวงจรได้ ใช้ในวงจรไฟ 220 Volts และกระแส 5-10-20 Amps ได้โดยมี Life Cycles เป็นจำนวน แสนๆครั้งทำให้เป็นที่นิยมใช้ในการออกแบบควบคุม การทำงานของเครื่องกลไกที่ต้องใช้ไฟฟ้าร่วม ในการควบคุมตำแหน่งจักรกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบตัวอย่าง การใช้ Limit Switch เป็นตัวควบคุมจังหวะหรือลำดับขั้นการทำงานต่างๆใช้กันมานาน หลายสิบปีมาแล้วก่อนที่จะถูกทดแทนด้วย คำสั่งMicro Processer, PLC, Digital Timer ฯลฯ ลักษณะของ Limit Switch มีลักษณะดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 Limit Switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

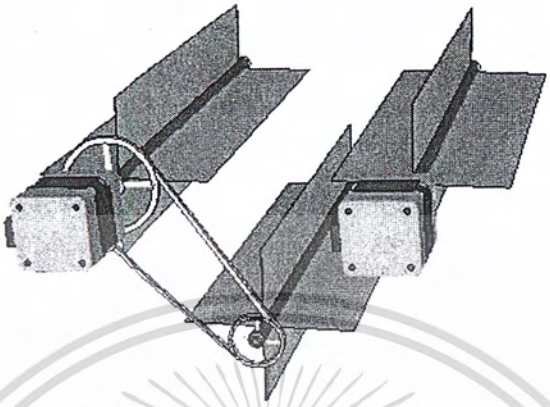
3.1 การออกแบบทางฮาร์ดแวร์

Block Diagram ส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในในการออกแบบช่องใส่เหรียญ มีดังรูปที่ 3.1

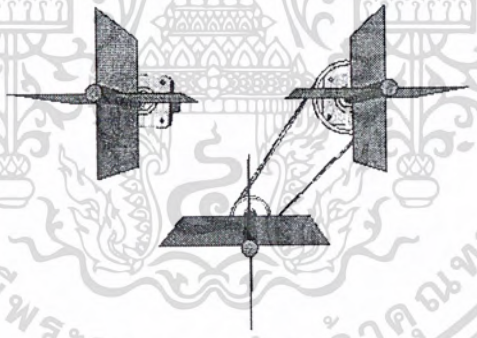
รูปที่ 3.1 Block Diagram ของช่องใส่เหรียญ

1) ใบพัด การออกแบบคือ ระยะห่างระหว่างใบพัดแต่ละอันไม่ควรห่างกันมากเกินไป เพราะจะทำให้เหรียญที่ใส่ลงไปไหลลงในส่วนของสายพานลำเลียงเร็วและมากเกินไป ทำให้เกิดปัญหาในส่วนของการคัดแยก แบบจำลองใบพัด มีลักษณะดังรูปที่ 3.2 และ 3.3
2) ช่องใส่เหรียญ การออกแบบคือ ขนาดของช่องใส่เหรียญไม่ควรกว้างจนเกินไป เพราะอาจจะทำให้เหรียญที่ใส่เข้าไปมีน้ำหนักที่มากและอาจจะทำให้ ไปกดทับที่ใบพัด จนทำให้ใบพัดหยุดหมุนได้แบบจำลองช่องใส่เหรียญ มีลักษณะดังรูปที่ 3.4 และ 3.5
3) สายพานลำเลียง ถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ ที่มีรอบการหมุนต่อวินาทีที่ต่ำพอสมควร ซึ่งถ้าความเร็วของมอเตอร์มากเกินไปจะทำให้เหรียญไหลผ่านช่องคัดแยกเหรียญแต่ละชนิดโดยไม่ตกลงตามช่องแยกเหรียญได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

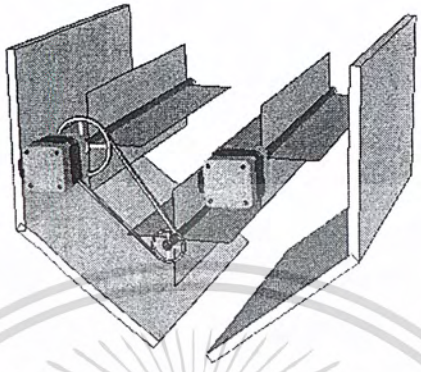


รูปที่ 3.2 แบบจำลองใบพัดลักษณะที่ 1

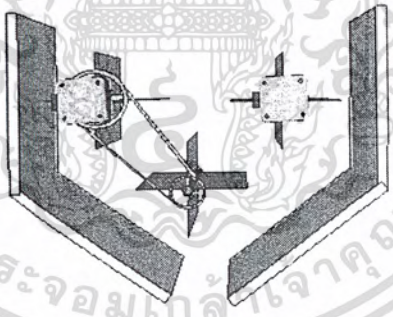


รูปที่ 3.3 แบบจำลองใบพัดลักษณะที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



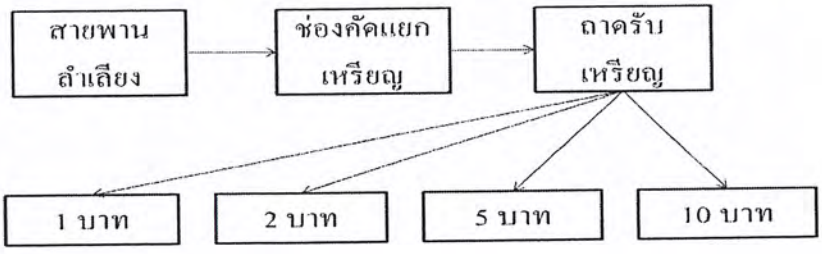
รูปที่ 3.4 แบบจำลองช่องใส่เหรียญลักษณะที่ 1



รูปที่ 3.5 แบบจำลองช่องใส่เหรียญลักษณะที่ 2

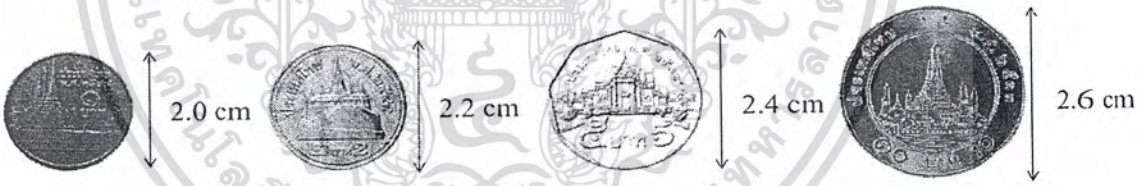
Block Diagram ส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในในการออกแบบช่องคัดแยกเหรียญมีดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 Block Diagram ของช่องคัดแยกเหรียญ

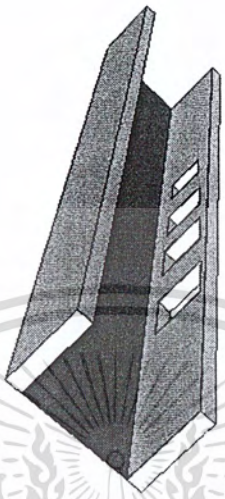
1) ช่องคัดแยกเหรียญ ในการคัดแยกเหรียญ จะใช้คุณสมบัติทางความสูงของเหรียญ ตามรูปที่ 3.7 คือ เหรียญ 1 บาท มีความสูง 2.0 เซนติเมตร เหรียญ 2 บาท มีความสูง 2.2 เซนติเมตร เหรียญ 5 บาท มีความสูง 2.4 เซนติเมตร เหรียญ 10 บาท มีความสูง 2.6 เซนติเมตร และแบบจำลองของช่องคัดแยกเหรียญ มีลักษณะดังรูปที่ 3.8



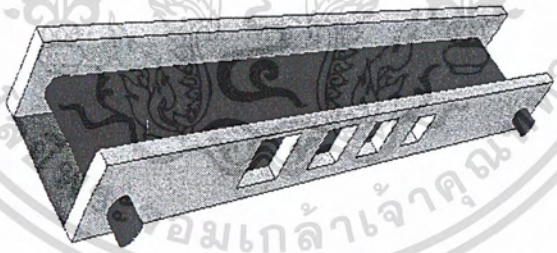
รูปที่ 3.7 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญชนิดต่างๆ

2) สายพานลำเลียง ถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ ที่มีรอบการหมุนต่อวินาทีที่ต่ำพอสมควร ซึ่งถ้าความเร็วของมอเตอร์มากเกินไปจะทำให้เหรียญไหลผ่านช่องคัดแยกเหรียญแต่ละชนิดได้ แบบจำลองสายพาลำเลียง มีลักษณะดังรูปที่ 3.9
3) ถาดรับเหรียญ เมื่อเหรียญที่ถูกคัดกรองออกมาจากช่องคัดแยก จะตกลงมาในถาดรับเหรียญ แต่ละชนิดที่ได้ทำไว้แต่ละช่อง แบบจำลองถาดรับเหรียญ มีลักษณะดังรูปที่ 3.10 และ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

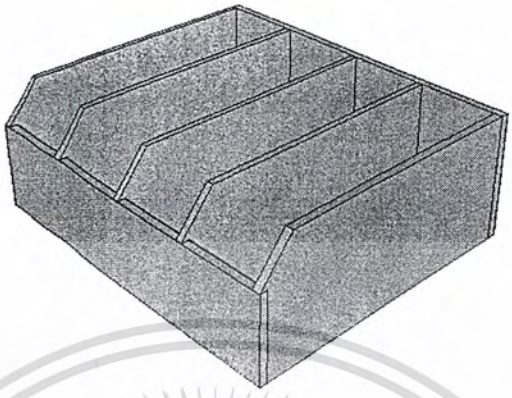


รูปที่ 3.8 แบบจำลองช่องคัดแยกเหรียญ

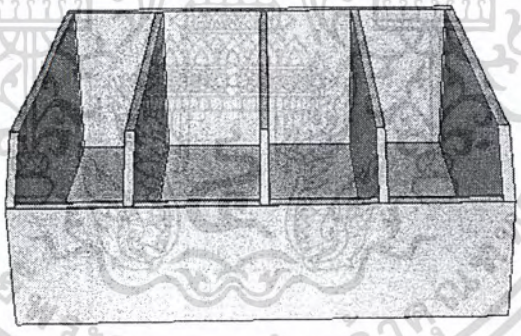


รูปที่ 3.9 แบบจำลองสายพานลำเลียงเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แบบจำลองถาดรับเหรียญลักษณะที่ 1

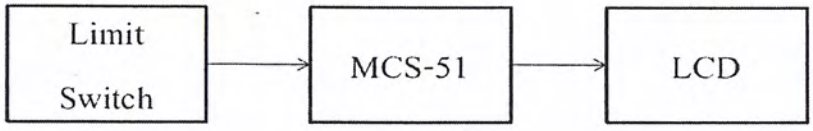


รูปที่ 3.11 แบบจำลองถาดรับเหรียญลักษณะที่ 2

3.2 การออกแบบทางซอฟแวร์

Block Diagram ส่วนของซอฟแวร์ที่ใช้ในการออกแบบช่องนับเหรียญมีดังรูปที่ 3.12

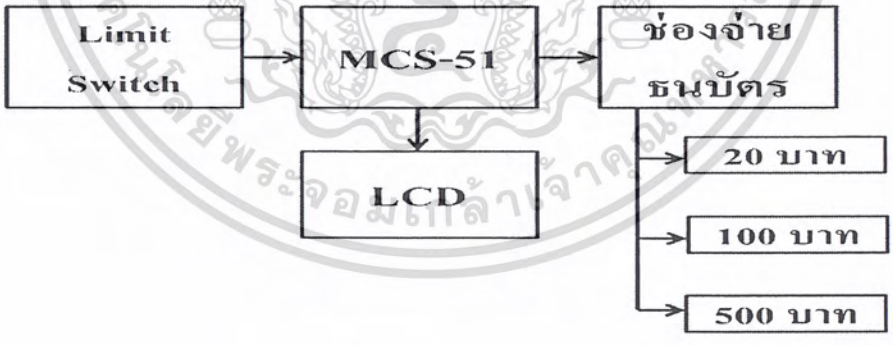
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 Block Diagram ของช่องนับเหรียญ

1) Sensor ทำการติด Limit switch ลงในช่องการไหลของเหรียญ เมื่อเหรียญไหลตกลงมากระทบกับสวิทช์ สวิทช์ก็จะทำงาน
2) MCS-51 เป็นตัวควบคุมการนับเหรียญโดยจะประมวลผลตามเงื่อนไขของโปรแกรมที่ใส่ลงไป
3) LCD ใช้แบบ 2 บรรทัด 16 ตัวอักษร เพื่อแสดงผลการนับเหรียญ

Block Diagram ส่วนของซอฟแวร์ที่ใช้ในการออกแบบช่องจ่ายธนบัตรมีดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 Block Diagram ของช่องจ่ายธนบัตร

1) ส่วนของการคัดแยกเหรียญ จะทำการคัดแยก นับเหรียญและทำการส่งเอาท์พุทเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

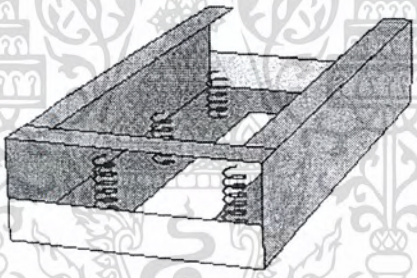
2) MCS-51 เป็นตัวควบคุมการนับมูลค่าของเหรียญและควบคุมการจ่ายธนบัตรผ่านช่องจ่ายธนบัตรชนิดต่างๆ คือ ช่องจ่ายธนบัตรชนิด 20 บาท 100 บาท 500 บาท โดยจะประมวลผลตามเงื่อนไขของโปรแกรมที่ใส่ลงไป ช่องจ่ายธนบัตร เก็บธนบัตรชนิดต่างๆ กัน แบ่งออกเป็น 3 ช่อง 3 ชนิด คือธนบัตรชนิด 20 บาท ซึ่งมีความยาว 13.8 เซนติเมตร กว้าง 7.1 เซนติเมตร มีลักษณะดังรูปที่ 3.14 ธนบัตรชนิด 100 บาท ซึ่งมีความยาว 14.9 เซนติเมตร กว้าง 7.1 เซนติเมตร มีลักษณะดังรูปที่ 3.15 ธนบัตรชนิด 500 บาท ซึ่งมีความยาว 15.6 เซนติเมตร กว้าง 7.1 เซนติเมตร มีลักษณะดังรูปที่ 3.16 และแบบจำลองช่องจ่ายธนบัตร มีลักษณะ ดังรูปที่ 3.17 ถึงรูปที่ 3.20

รูปที่ 3.14 ธนบัตร ชนิด 20 บาท

รูปที่ 3.15 ธนบัตร ชนิด 100 บาท

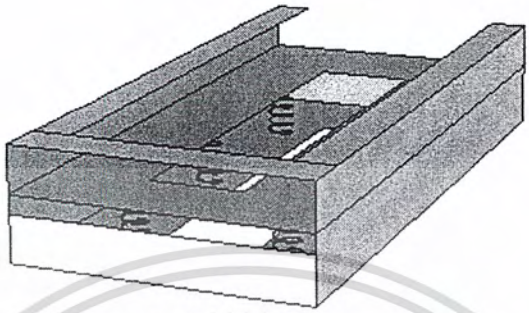
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.16 ธนบัตร ชนิด 500 บาท

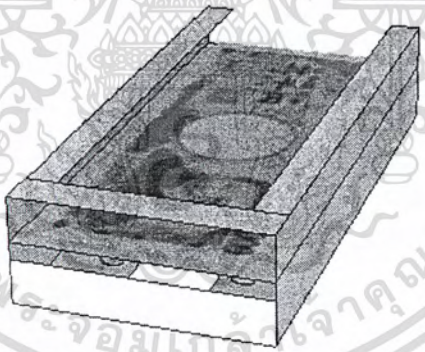


รูปที่ 3.17 แบบจำลองกล่องใส่ธนบัตรลักษณะที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

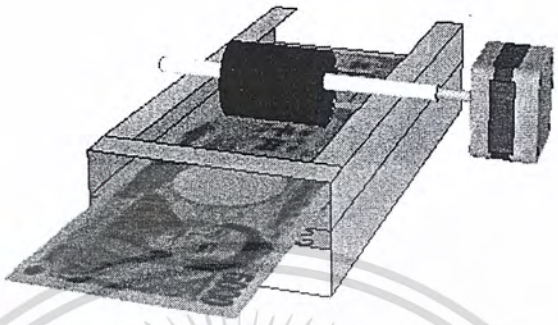


รูปที่ 3.18 แบบจำลองกล่องใส่ธนบัตรลักษณะที่ 2



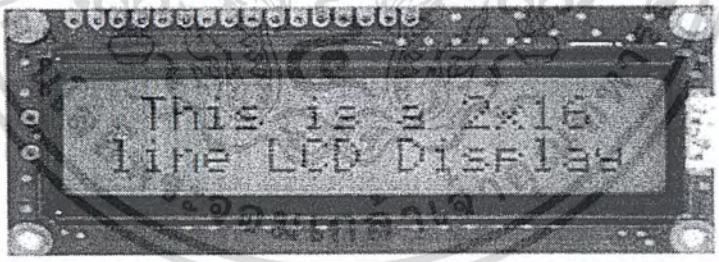
รูปที่ 3.19 แบบจำลองกล่องใส่ธนบัตรลักษณะที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 แบบจำลองกล่องใส่ธนบัตรลักษณะที่ 4

3) LCD ใช้แบบ 2 บรรทัด 16 ตัวอักษร เพื่อแสดงผลการมูลค่าของเหรียญทั้งหมดที่นับได้ มีลักษณะดังรูปที่ 3.21

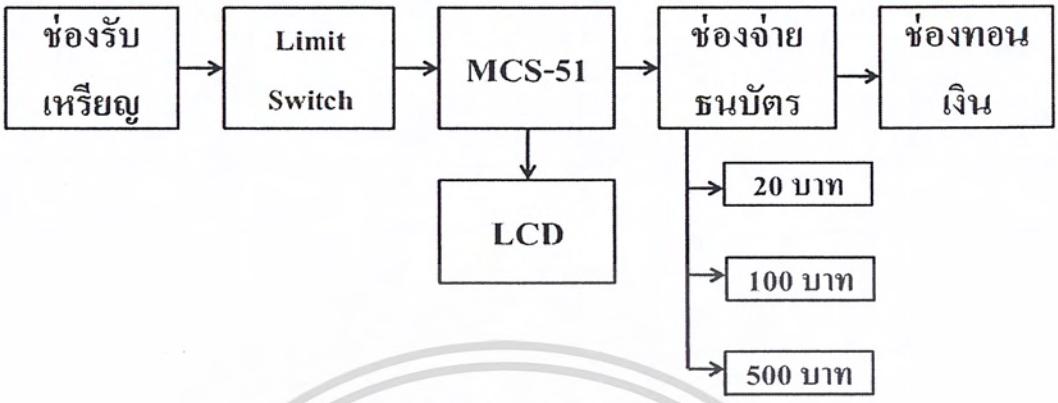


รูปที่ 3.21 LCD ขนาด 16x2 Line

3.3 การออกแบบทั้งระบบ

Block Diagram ของเครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติจะเป็นดังรูปที่ 3.22

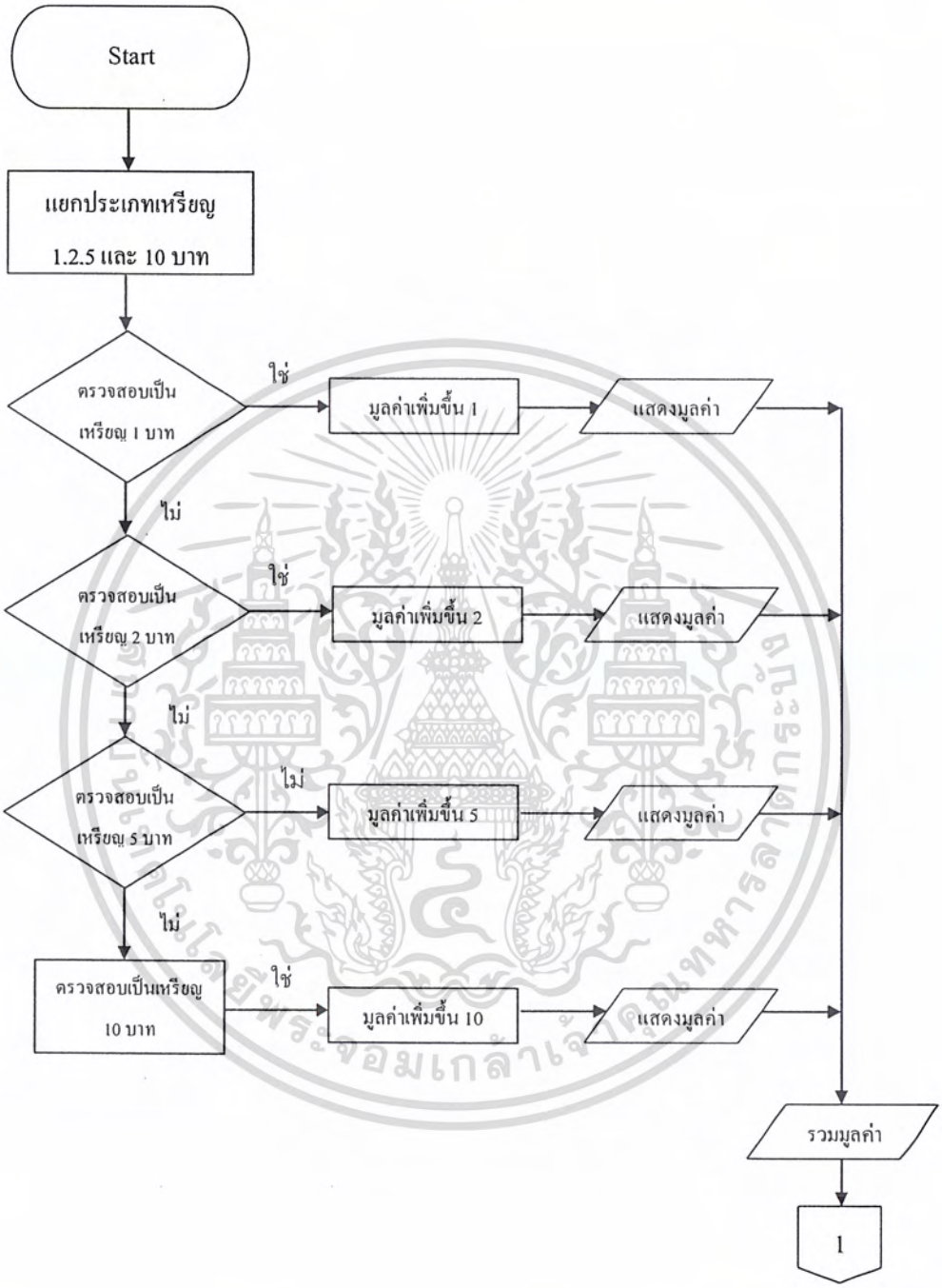
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 Block Diagram ของเครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติ

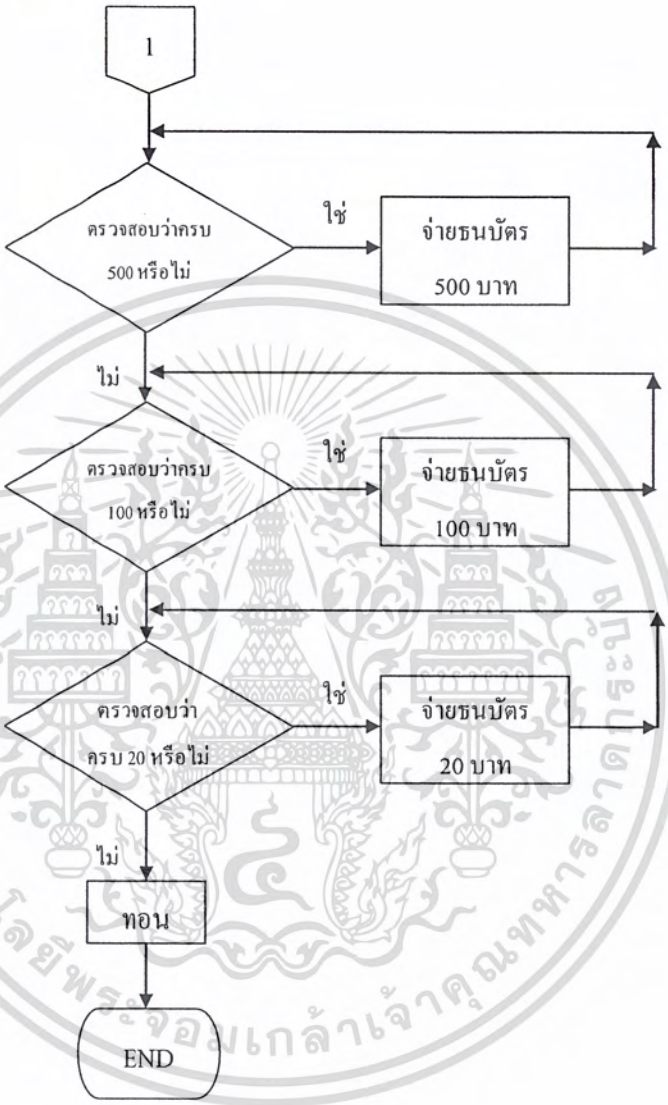
การทำงานของเครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติ สามารถอธิบายให้เห็นได้ด้วย Flow Chart ดังรูปที่ 3.23 และ 3.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 Flow Chart การทำงานของเครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติส่วนที่ 1

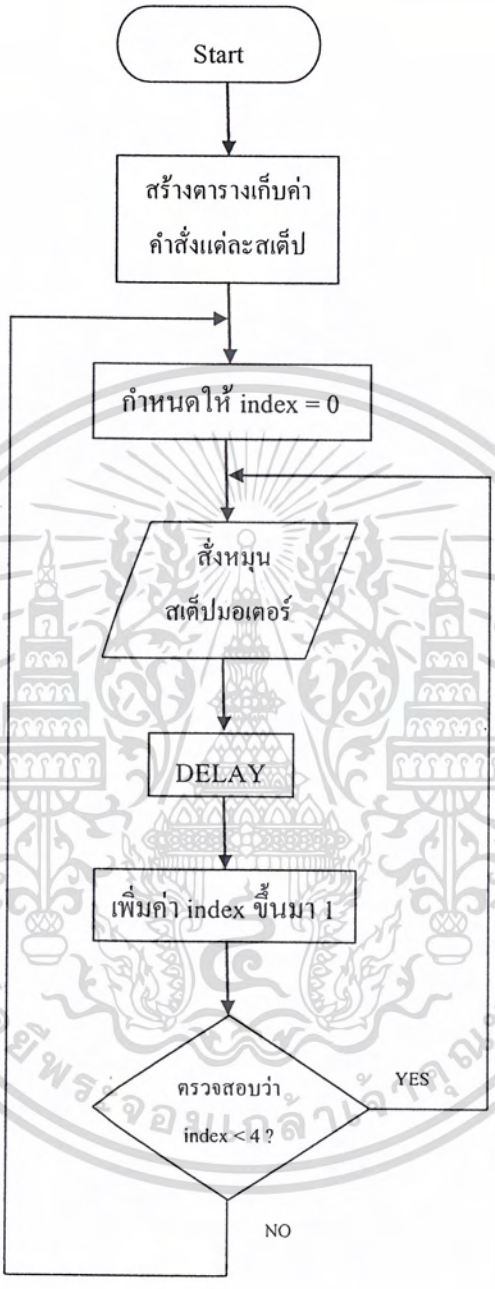
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 Flow Chart การทำงานของเครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติส่วนที่ 2

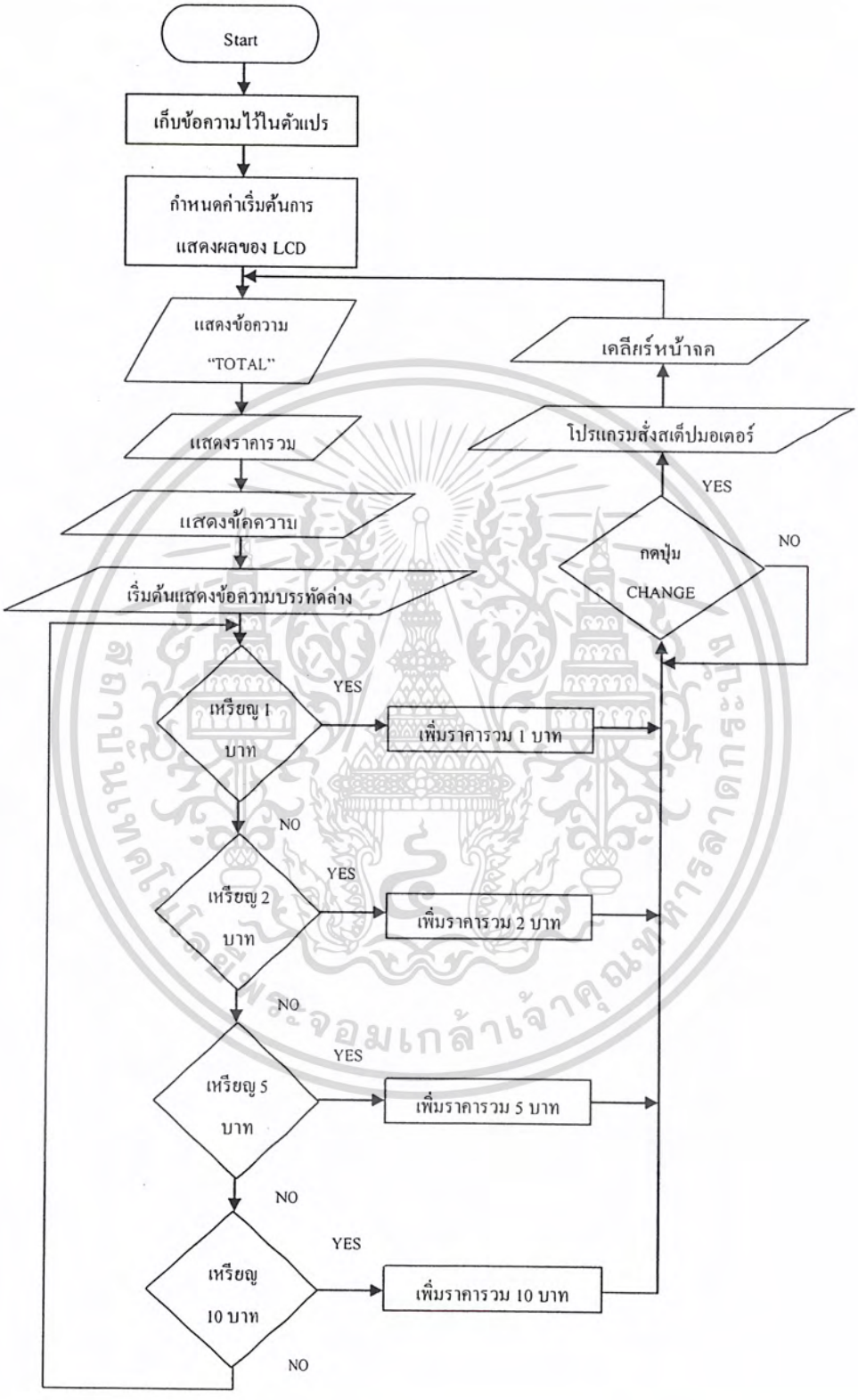
การทำงานในส่วนโปรแกรมของเครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติ สามารถอธิบายให้เห็นได้ด้วย Flow Chart ดังรูปที่ 3.25 และ 3.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 Flow Chart ของโปรแกรมขับสเต็ปมอเตอร์แบบหนึ่งเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 Flow Chart ของโปรแกรมแสดงผลทาง LCD Display

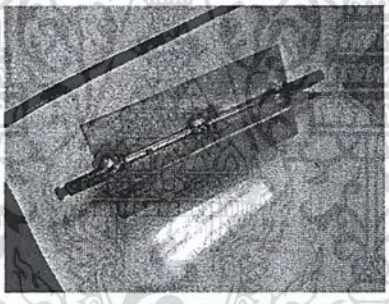
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

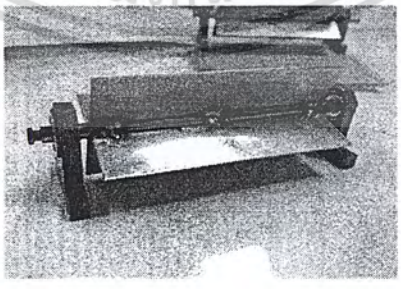
ผลการทดลอง

4.1 ใบพัด

ในส่วนของใบพัดจากที่ได้ทำการออกแบบและทำขึ้น ใบพัดสามารถรองรับน้ำหนักของเหรียญได้เป็นอย่างดี เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำมาจากเหล็ก และแกนกลางถูกสวมด้วยแหวนลูกปืน ซึ่งทำให้ไม่ฝืดเวลามีน้ำหนักของเหรียญกดทับมากๆ ใบพัดที่ได้จัดทำขึ้นจะมีในลักษณะดังรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.3

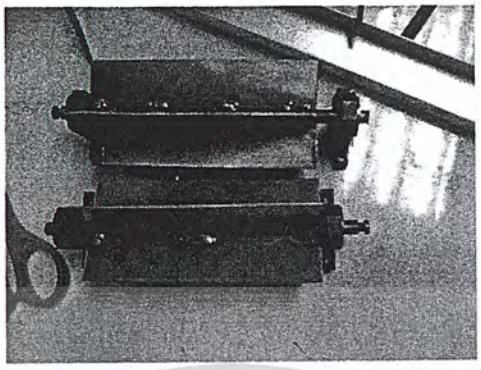


รูปที่ 4.1 ใบพัดปั่นเหรียญ



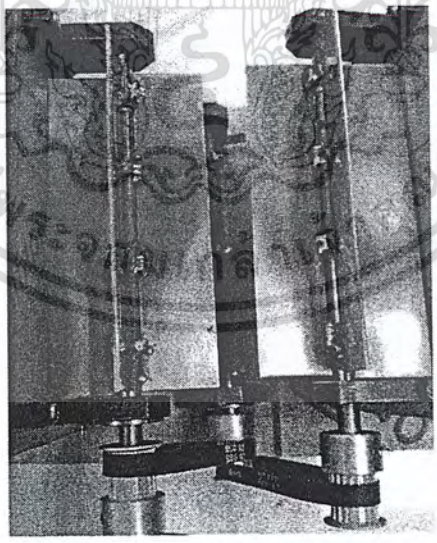
รูปที่ 4.2 ใบพัดปั่นเหรียญประกอบกับแท่นยึดลูกปืนลักษณะที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



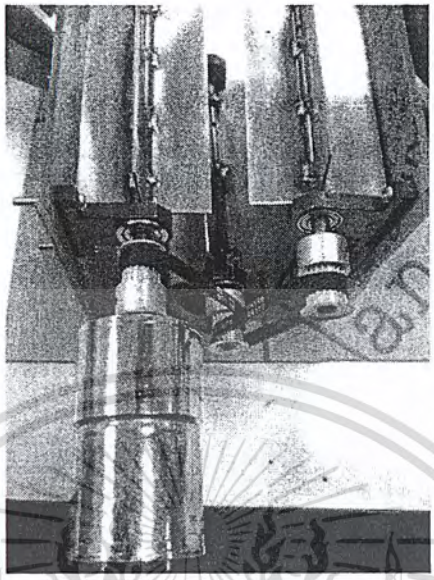
รูปที่ 4.3 ใบพัดปั่นเหรียญประกอบกับแท่นยึดลูกปืนลักษณะที่ 2

เมื่อนำใบพัดที่จัดทำขึ้นมาเชื่อมต่อกับมอเตอร์และเชื่อมระหว่างใบพัดแต่ละอันด้วยสายพาน มอเตอร์ที่เชื่อมต่อกับแกนใบพัดสามารถขับให้ใบพัดหมุนได้เป็นอย่างดี และสามารถรองรับน้ำหนักของเหรียญได้ เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้ขับใบพัดเป็นมอเตอร์ประเภทความเร็วรอบต่ำแต่มีแรงในการขับสูง ใบพัดที่เชื่อมต่อเข้ากับมอเตอร์แล้ว จะมีในลักษณะดังรูป 4.4 และ 4.5



รูปที่ 4.4 ใบพัดปั่นเหรียญทั้งหมดถูกประกอบเข้ากับมอเตอร์และสายพานลักษณะที่ 1

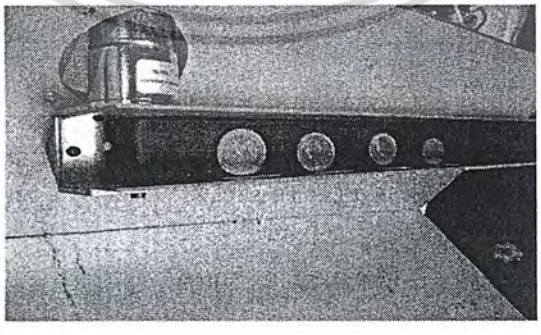
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ใบพัดปั่นเหรียญทั้งหมดถูกประกอบเข้ากับมอเตอร์และสายพานลักษณะที่ 2

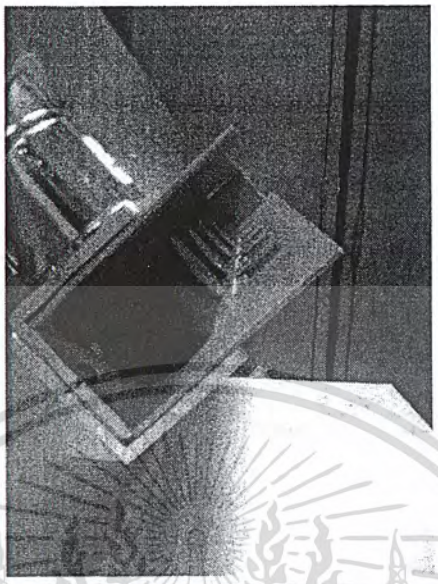
4.2 สายพานลำเลียง

ในส่วนของสายพานลำเลียง สามารถลำเลียงเหรียญได้เป็นอย่างดี โดยที่ความเร็วและแรงขับของมอเตอร์ที่ใช้หมุนสายพานลำเลียงมีความเหมาะสม จึงทำให้ไม่ก่อให้เกิดปัญหาของการคัดแยกเหรียญ สายพานลำเลียงเหรียญที่จัดทำขึ้นมาจะมีลักษณะดังรูปที่ 4.6 และ 4.7



รูปที่ 4.6 รูปสายพานลำเลียงเหรียญลักษณะที่ 1

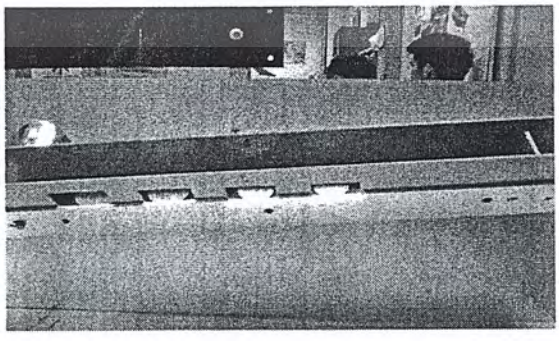
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 รูปสายพานลำเลียงเหรียญลักษณะที่ 2

4.3 ช่องคัดแยกเหรียญ

ในส่วนของช่องคัดแยกเหรียญสามารถคัดแยกเหรียญได้อย่างถูกต้องตามชนิดของเหรียญ โดยเหรียญแต่ละชนิดถูกคัดแยกตามช่องที่ได้ทำขนาดไว้พอดีกับขนาดของเหรียญ เหรียญแต่ละชนิดจึงไม่สามารถไหลลงช่องคัดแยกชนิดที่ต่างกันได้ ช่องคัดแยกเหรียญที่ได้ทำขึ้น จะมีลักษณะดังรูปที่ 4.8

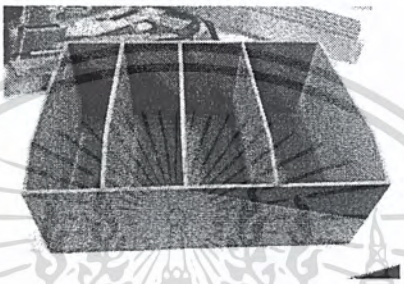


รูปที่ 4.8 ช่องคัดแยกเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ถาดรับเหรียญ

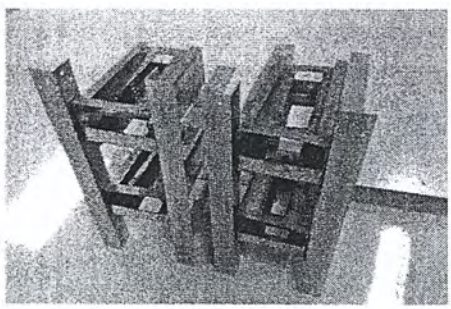
ถาดรับเหรียญสามารถรองรับเหรียญได้ ตามช่องชนิดของเหรียญที่ได้แบ่งไว้ โดยเหรียญต่างชนิดกันไม่สามารถมารวมกันได้ ถาดรับเหรียญที่ได้ทำขึ้น จะมีลักษณะดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ถาดรับเหรียญ

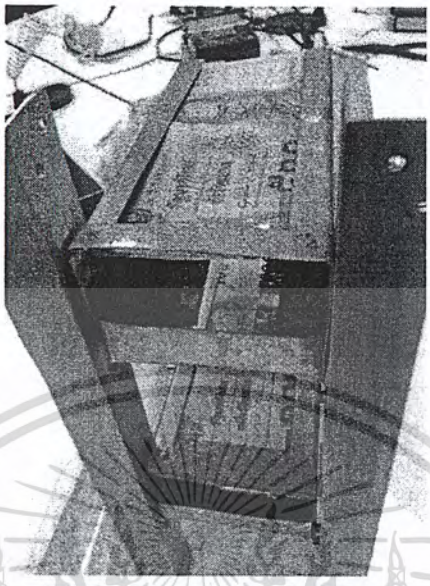
4.5 ช่องจ่ายธนบัตร

ช่องจ่ายธนบัตรสามารถใส่ธนบัตรได้ ตามขนาดของธนบัตร 3 ชนิด คือ ธนบัตรชนิดยี่สิบบาท หนึ่งร้อยบาท และห้าร้อยบาท ในส่วนของสปริงที่ได้ทำการติดตั้งไว้ใต้แผ่นรองธนบัตร สามารถดันธนบัตรให้สัมผัสกับลูกยางที่ติดกับแกนเหล็กได้ ช่องจ่ายธนบัตรที่ได้จัดทำขึ้น จะมีลักษณะดังรูปที่ 4.10 ถึงรูปที่ 4.12

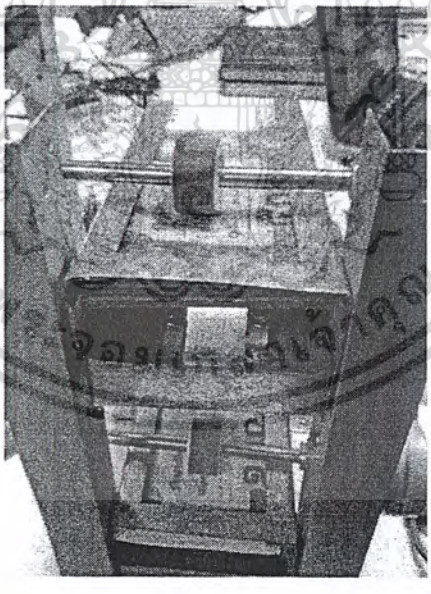


รูปที่ 4.10 ช่องจ่ายธนบัตรของธนบัตรทั้ง 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ช่องจ่ายธนบัตรชนิด ห้าร้อยบาทและหนึ่งร้อยบาท



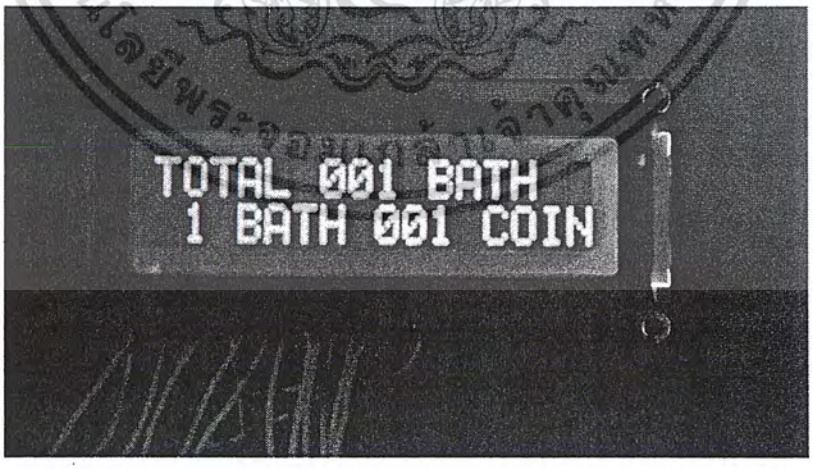
รูปที่ 4.12 ช่องจ่ายธนบัตรประกอบกับแกนลูกกลิ้งยางที่เชื่อมกับสเต็ปมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การแสดงผลผ่าน LCD Display ขนาด 16X2 Character

ในส่วนของ LCD Display เมื่ออุปกรณ์เริ่มทำงาน LCD Display จะแสดงดังรูปที่ 4.13 ถึงรูปที่ 4.18

รูปที่ 4.13 LCD Display แสดงผลเมื่ออุปกรณ์เริ่มทำงาน



รูปที่ 4.14 LCD Display แสดงผลเมื่อเหรียญชนิด 1 บาทถูกนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.15 LCD Display แสดงผลเมื่อเหรียญชนิด 2 บาทถูกนับ

รูปที่ 4.16 LCD Display แสดงผลเมื่อเหรียญชนิด 5 บาทถูกนับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

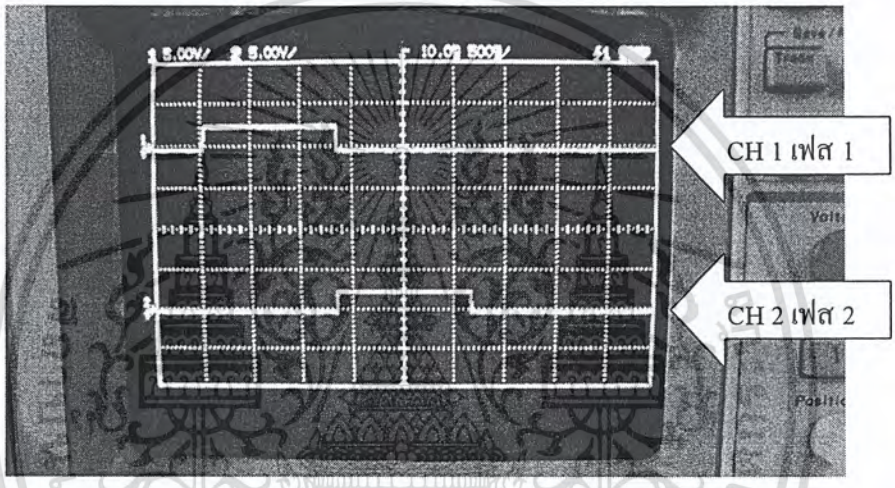
รูปที่ 4.17 LCD Display แสดงผลเมื่อเหรียญชนิด 10 บาทถูกนับ

รูปที่ 4.18 LCD Display แสดงมูลค่ารวมของเหรียญทั้งหมดที่นับได้

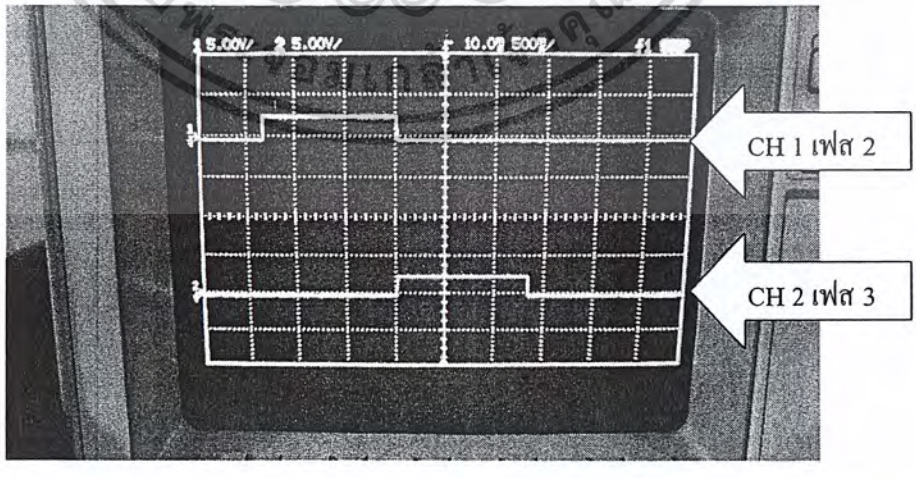
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การควบคุมการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

วัดค่าแรงดันโดยใช้ Oscilloscope วัดค่าสัญญาณที่เอาท์พุทของส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำไปขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ให้หมุนตามโปรแกรมที่ได้ตั้งค่าไว้ เมื่อนำไปจัดโดยใช้ Oscilloscope จะมีลักษณะดังนี้ 4.19 ถึง 4.22

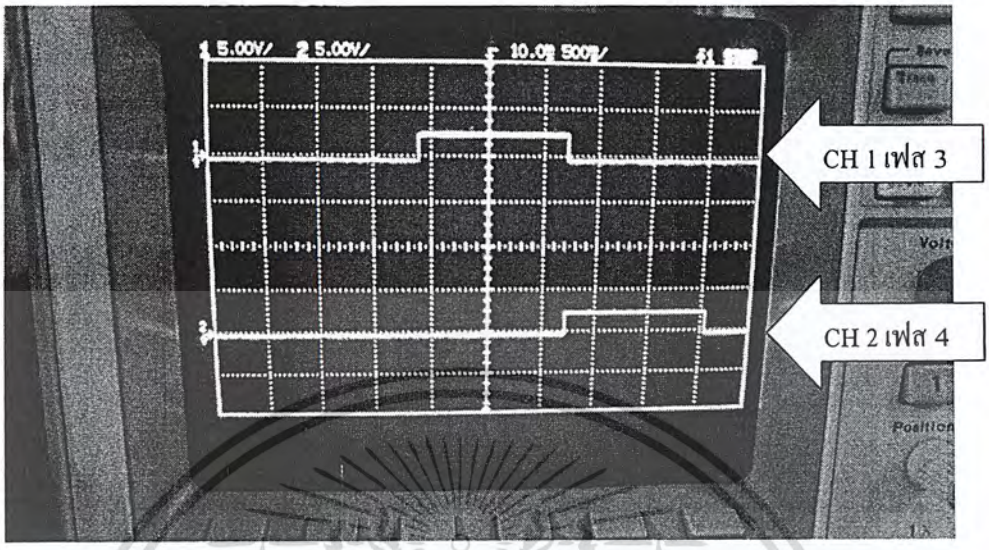


รูปที่ 4.19 ค่าสัญญาณเอาท์พุทควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ช่วงเฟสที่ 1 และเฟสที่ 2

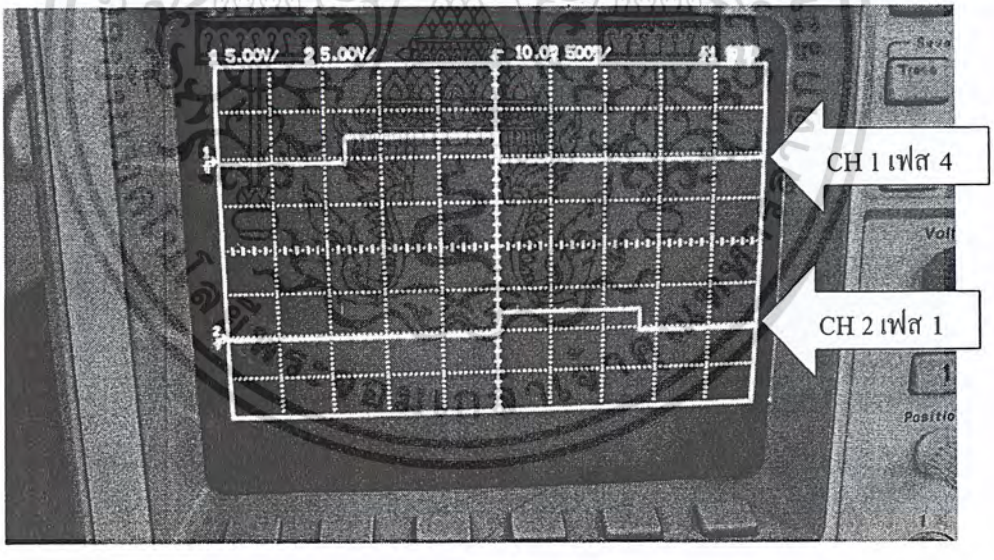


รูปที่ 4.20 ค่าสัญญาณเอาท์พุทควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ช่วงเฟสที่ 2 และเฟสที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 ค่าสัญญาณเอาท์พุทควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ช่วงเฟสที่ 3 และเฟสที่ 4



รูปที่ 4.22 ค่าสัญญาณเอาท์พุทควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ช่วงเฟสที่ 4 และเฟสที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

เมื่อทำการประกอบส่วนต่างๆ ของชิ้นงานเข้าด้วยกัน ขั้นตอนการทำงานจะเริ่มจากส่วนที่เป็นใบพัดปั่นเหรียญทำการปั่นเหรียญลงทีละน้อย เหรียญจะตกลงมาสู่ส่วนของสายพานลำเลียง ซึ่งสายพานลำเลียงจะถูกหมุนด้วยมอเตอร์ DC เพื่อลำเลียงเหรียญสู่กระบวนการคัดแยกตามช่องคัดแยกเหรียญชนิดต่างๆ เหรียญที่ถูกคัดแยกจะตกลงสู่ถาดรับเหรียญ ซึ่งจะผ่านกระบวนการการนับเหรียญโดยใช้ Limit Switch เป็นตัวส่งอินพุทเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการประมวลผล และส่งข้อมูลไปแสดงผลที่ LCD Display ซึ่งจะแสดงมูลค่ารวมทั้งหมดของจำนวนเหรียญที่นับบนแถวแรกของ LCD Display และแสดงจำนวนเหรียญแต่ละชนิดที่บรรทัดที่สองของ LCD Display ดังรูปที่ 5.1 จนกระทั่งกระบวนการนับเหรียญเสร็จสิ้น เราก็จะทำการกดสวิทซ์เพื่อแลกธนบัตร เมื่อทำการกดสวิทซ์แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการควบคุมการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ เป็นลำดับขั้นตอนดังตัวอย่างดังนี้

มูลค่าของเหรียญที่นับได้คือ 742 บาท ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ตัวที่ต่อกับสล๊อตธนบัตรมูลค่า 500 บาท ให้หมุน 1 รอบ เพื่อเลื่อนธนบัตรชนิด 500 บาท ออกมา 1 ใบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการลบค่า คือ 742 – 500 = 242 บาท ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการควบคุม สเต็ปปิ้งมอเตอร์ตัวต่อไปคือตัวที่ต่อกับสล๊อตธนบัตรมูลค่า 100 บาท ให้หมุน 1 รอบ จำนวน 2 ครั้ง เพื่อเลื่อนธนบัตรชนิด 100 บาท ออกมา 2 ใบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการลบค่าออกอีก คือ 242 – 200 = 42 บาท ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ตัวต่อไปคือตัวที่ต่อกับสล๊อตธนบัตรมูลค่า 20 บาท ให้หมุน 1 รอบ จำนวน 2 ครั้ง เพื่อเลื่อนธนบัตรชนิด 20 บาท ออกมา 2 ใบ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการลบค่าออกอีก คือ 42 – 40 = 2 บาท เมื่อจบกระบวนการจ่ายธนบัตร ขั้นตอนต่อไปก็จะเป็นการทอนเงินที่เหลือ ซึ่งมีค่าไม่ถึง 20 บาท นั่นคือเศษที่เหลือตั้งแต่ 1 บาท ถึง 19 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ซึ่งเป็นส่วนของการทอนเงิน ซึ่งสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะทำหน้าที่ปัดเหรียญให้ตกลงช่องทอนเหรียญทีละ 1 เหรียญ จากตัวอย่างเราจะเห็นได้ว่าเศษที่เหลือคือ 2 บาท สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะถูกควบคุมให้หมุน 2 รอบ เพื่อปัดเหรียญจากท่อเก็บเหรียญ 2 ครั้ง ก็จะเสร็จสิ้นกระบวนการการทำงานของเครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตร

รูปที่ 5.1 LCD Display แสดงมูลค่ารวมของเหรียญทั้งหมดที่นับได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) มอเตอร์กระแสตรงที่ใช้ในการขับเคลื่อนสานพานลำเลียงเหรียญควรใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วรอบต่ำ และมีแรงขับสูง เนื่องจากถ้ามีการซ้อนกันของเหรียญจะทำให้เหรียญเกิดการติดขัดไม่สามารถผ่านช่องกั้นเหรียญซ้อนไปได้
2) วัสดุที่ใช้ในการทำช่องใส่ธนบัตรควรใช้วัสดุชนิดอื่นแทน เนื่องจากสังกะสีในการขึ้นรูปอาจจะขึ้นรูปไม่ดีทำให้มีการบิบอัดของธนบัตร ทำให้ธนบัตรไม่สามารถไหลออกมาตามช่องจ่ายธนบัตรได้
3) ควรเพิ่มการตรวจสอบหาเหรียญปลอม เพื่อป้องกันการถูกโกง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เซ็นเซอร์ที่ใช้ในการนับจำนวนเหรียญควรใช้เซ็นเซอร์ชนิด ออปติคอลเซ็นเซอร์ เพราะมีความแน่นอนที่มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] รศ.สมยศ จุณณะปิยะ. *การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51.* กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550.

[2] ปรเมษฐ์ ประยานันท์, และ ปิยพงศ์ เผ่าวนิช. *คู่มือการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51.* กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2536.

[3] อุดม รานอก. *ภาษา C สำหรับงานควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51.* นนทบุรี : ไอดีซี, 2546.

[4] Gyril G. Veinott, Joseph E.Martin. *Fractional and subfractional electric motors.* McGraw-Hill Book Company, 1987.

[5] A.Kent Stiffler. *Design with microprocessor for mechanical engineers.* McGraw-Hill Book Company, 1992.

[6] อดิศักดิ์ ชินวงศ์. "สเตปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor)." http://www.technicnan.ac.th/nan_ntc/adisak51/page22.html.

[7] อดิศักดิ์ ชินวงศ์. "มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor)." http://www.technicnan.ac.th/nan_ntc/adisak51/page21.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โปรแกรมและวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติ

```
#include<reg51.h>
unsigned char text1[]={"TOTAL "};
unsigned char text2[]={" BATH"};
unsigned char text3[]={" COIN"};
unsigned char text4[]={" 1 BATH "};
unsigned char text5[]={" 2 BATH "};
unsigned char text6[]={" 5 BATH "};
unsigned char text7[]={"10 BATH "};
unsigned int i,total,total1,total2,total5,total10;
unsigned char a1,a2,a3,a4,b1,b2,b3,b4,c1,c2,c3,c4,d1,d2,d3,d4,e1,e2,e3,e4;
unsigned char step[]={0x01,0x02,0x04,0x08,0x10,0x20,0x40,0x80};
unsigned int j,k;
sbit RS=P0^6;
sbit E=P0^7;
sbit ONEBATH=P0^0;
sbit TWOBATH=P0^1;
sbit FIVEBATH=P0^2;
sbit TENBATH=P0^3;
sbit CHANGE=P0^4;
void enable(void);
void delay(void);
void delay1(void);
void main(void)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while(1)
{
total=0;
total1=0;
total2=0;
total5=0;
total10=0;
i=0;
RS=0;
P2=0x38;enable();
P2=0x0C;enable();
P2=0x04;enable();
P2=0x01;enable();
RS=1;
while(1)
{
        if(i==1)
        break;
        for(i=0;i<6;i++)
        {
                P2=text1[i];enable();
        }
        a1=total/1000;
        a2=(total%1000)/100;
        a3=(total%1000)%100/10;
        a4=(total%1000)%100%10;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(a1!=0)
{
        P2=a1+0x30;enable();
}
        P2=a2+0x30;enable();
        P2=a3+0x30;enable();
        P2=a4+0x30;enable();

for(i=0;i<5;i++)
{
        P2=text2[i];enable();
}
RS=0;P2=0xC0;enable();RS=1;
while(1)
{
        if(ONEBATH==0)
        {
                total1=total1+1;
                for(i=0;i<8;i++)
                {
                        P2=text4[i];enable();
                }
                b1=total1/1000;
                b2=(total1%1000)/100;
                b3=(total1%1000)%100/10;
                b4=(total1%1000)%100%10;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(b1!=0)
{
        P2=b1+0x30;enable();
}
        P2=b2+0x30;enable();
        P2=b3+0x30;enable();
        P2=b4+0x30;enable();
for(i=0;i<5;i++)
{
        P2=text3[i];enable();
}
total=total+1;
break;
}
if(TWOBATH==0)
{
total2=total2+1;
for(i=0;i<8;i++)
{
        P2=text5[i];enable();
}
c1=total2/1000;
c2=(total2%1000)/100;
c3=(total2%1000)%100/10;
c4=(total2%1000)%100%10;
if(c1!=0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
        P2=c1+0x30;enable();
}
        P2=c2+0x30;enable();
        P2=c3+0x30;enable();
        P2=c4+0x30;enable();
for(i=0;i<5;i++)
{
        P2=text3[i];enable();
}
total=total+2;
break;
}
if(FIVEBATH==0)
{
        total5=total5+1;
        for(i=0;i<8;i++)
        {
                P2=text6[i];enable();
        }
        d1=total5/1000;
        d2=(total5%1000)/100;
        d3=(total5%1000)%100/10;
        d4=(total5%1000)%100%10;
        if(d1!=0)
        {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                P2=d1+0x30;enable();
        }
                P2=d2+0x30;enable();
                P2=d3+0x30;enable();
                P2=d4+0x30;enable();
        for(i=0;i<5;i++)
        {
                P2=text3[i];enable();
        }
        total=total+5;
        break;
        }
    if(TENBATH==0)
        {
        total10=total10+1;
        for(i=0;i<8;i++)
        {
                P2=text7[i];enable();
        }
        e1=total10/1000;
        e2=(total10%1000)/100;
        e3=(total10%1000)%100/10;
        e4=(total10%1000)%100%10;
        if(e1!=0)
        {
                P2=e1+0x30;enable();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
        P2=e2+0x30;enable();
        P2=e3+0x30;enable();
        P2=e4+0x30;enable();
for(i=0;i<5;i++)
{
        P2=text3[i];enable();
}
total=total+10;
break;
}
if(CHANGE==0)
{
while(total>=500)
{
        total=total-500;
        for(j=0;j<24;j++)
        {
                k=0;
                while(k<4)
                {
                        P1=step[k];
                        delay1();
                        k++;
                }
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
    while(total>=100)
    {
        total=total-100;
        for(j=0;j<24;j++)
        {
            k=4;
            while(k<8)
            {
                P1=step[k];
                delay1();
                k++;
            }
        }
    }
    while(total>=20)
    {
        total=total-20;
        for(j=0;j<24;j++)
        {
            k=0;
            while(k<4)
            {
                P3=step[k];
                delay1();
                k++;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

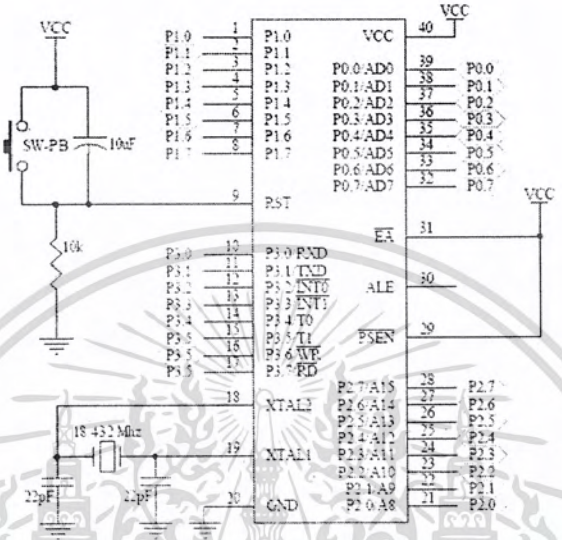
```
                    }
                }
            }
            while(total>=1)
            {
                total=total-1;
                for(j=0;j<24;j++)
                {
                    k=4;
                    while(k<8)
                    {
                        P3=step[k];
                        delay1();
                        k++;
                    }
                }
            }
            i=1;
            break;
        }
    }
    RS=0;P2=0x02;enable();RS=1;
    delay();
}
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

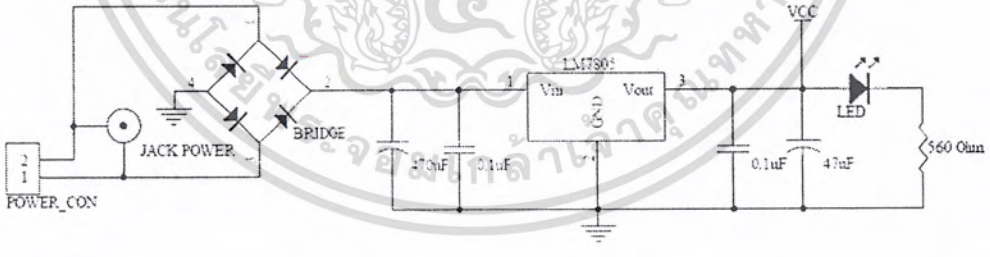
```
void enable(void)
{
        unsigned int x;
        E=1;
        for(x=0;x<200;x++);
        E=0;
        for(x=0;x<200;x++);
}
void delay(void)
{
        unsigned int x;
        for(x=0;x<20000;x++);
}
void delay1(void)
{
        unsigned int x;
        for(x=0;x<5000;x++);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปวงจรที่ใช้ในเครื่องแลกเหรียญเป็นธนบัตรอัตโนมัติ

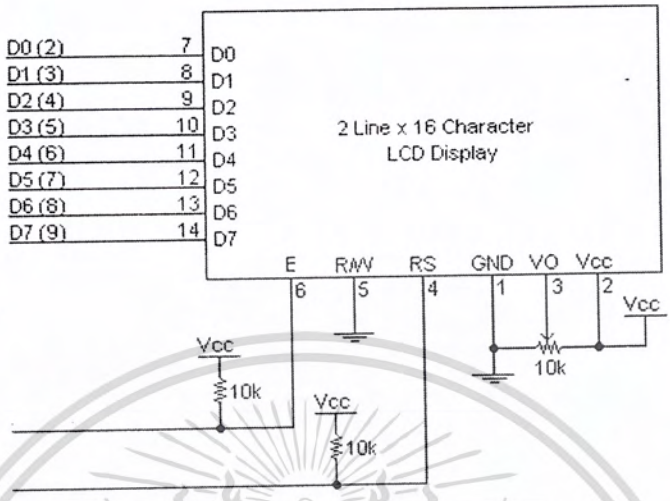


รูปที่ 1 วงจรไมโครคอนโทรเลอร์

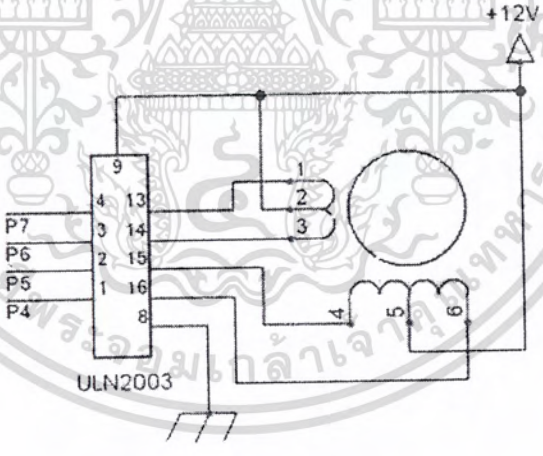


รูปที่ 2 วงจรแปลงไฟจาก AC/DC 9-12V เป็น DC 5 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

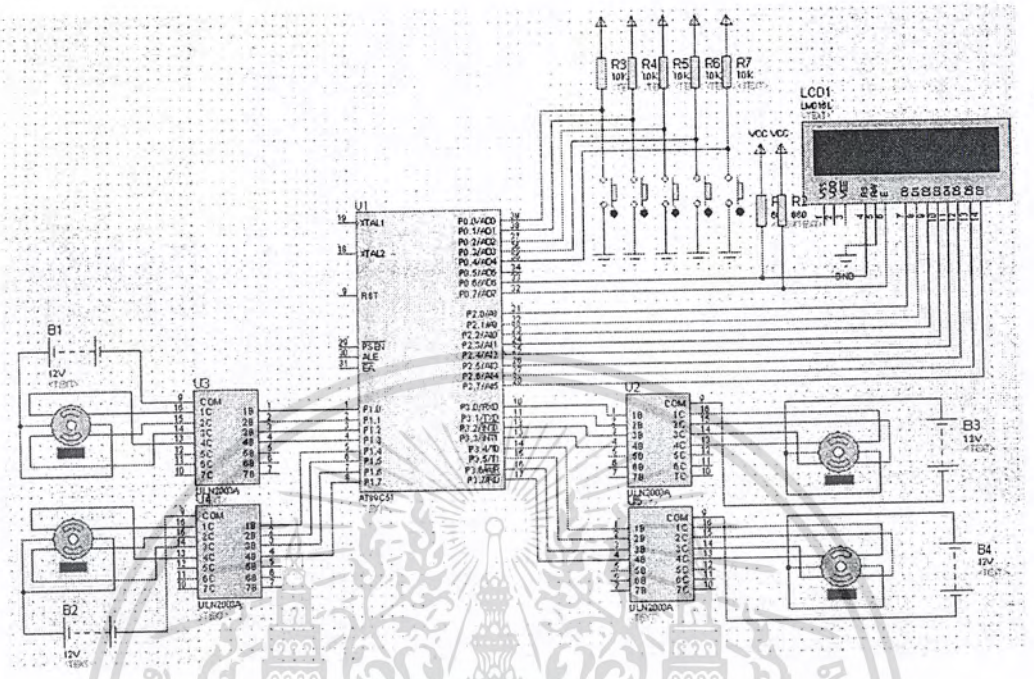


รูปที่ 3 วงจร LCD Display 16 x 2



รูปที่ 4 วงจร ULN2003 สำหรับขับ Stepping Motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 วงจรรวมของทั้งระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้