ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

The Automatic Condom Vending Machine

ชื่อนักศึกษา

1. นางสาวกมลวรรณ	พิมทน	รหัสประจำตัว	44035231
2. ว่าที่ร.ต.สุรศักดิ์	พรหมน้อย	รหัสประจำตัว	44035269
3. นางสาวนิธินาถ	ยูงทอง	รหัสประจำตัว	44035271
4. นายแสนสุข	ดำสุด	รหัสประจำตัว	44035273

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุชิน อาจหาญ

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	
2. อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	
3. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	
4. อาจารย์ไพบูลย์	พวงวงศ์ตระกูล	
5. อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2546 เวลา 10:00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ ๓ เดือน เม.ย. พ.ศ. ๒๕๔๖

เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

THE AUTOMATIC CONDOM VENDING MACHINE

T048360

นางสาวกมลวรรณ พิมทน
ว่าที่ร.ต.สุรศักดิ์ พรหมน้อย
นางสาวนิธินาถ ยูงทอง
นายแสนสุข ดำสุด

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 48360
วัน, เดือน, ปี 15 ต.ค. 2546

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

The Automatic Condom Vending Machine

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษารูปแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ของถุงยางอนามัยชนิดต่างๆ ที่จะนำมาสร้างเป็นช่องจัดเก็บสินค้าและศึกษาการทำงานของวงจรในส่วนต่างๆ ที่นำมาเป็นส่วนประกอบของตัวเครื่อง
2. เพื่อออกแบบระบบตรวจสอบเหรียญกษาปณ์ ระบบรับ – ทอนเหรียญ และระบบการจ่ายถุงยางอนามัย
3. เพื่อออกแบบสร้างชุดต้นแบบเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ
4. เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ
5. เพื่อนำเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้จากการศึกษารูปแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ของถุงยางอนามัยและการทำงานของวงจรในส่วนต่างๆ ที่นำมาเป็นส่วนประกอบของตัวเครื่อง
2. ได้ระบบตรวจสอบเหรียญกษาปณ์ ระบบรับ-ทอนเหรียญ และระบบการจ่ายถุงยางอนามัย
3. ได้ชุดต้นแบบเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ
4. ได้ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ
5. สามารถนำเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติไปใช้งานจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ	
นักศึกษา	นางสาวกมลวรรณ	พิมทน
	ว่าที่ร.ต.สุรศักดิ์	พรหมน้อย
	นางสาวนิธินาถ	ยูงทอง
	นายแสนสุข	ดำสุด
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุชิน	อาจหาญ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2545	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนตรวจสอบเหรียญ โดยใช้การตรวจสอบความสูงของเหรียญซึ่งใช้วิธีการวัดขนาดความสูงของเหรียญตามช่องที่กำหนดไว้ ในส่วนที่สองเป็นส่วนการจ่ายสินค้าโดยใช้มอเตอร์เป็นตัวจ่ายสินค้า และในส่วนที่สามเป็นส่วนของการทอน – คืนเหรียญโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวควบคุม โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ประมวลผลและควบคุมการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติทั้งหมด ชนิดและราคาของถุงยางอนามัยจะถูกแสดงหน้าตัวเครื่อง ซึ่งเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติสามารถเลือกชนิดถุงยางอนามัยได้ถึง 8 ชนิดสามารถแจ้งผลให้ทราบเมื่อถุงยางอนามัยหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Automatic Condom Vending Machine	
Students	Miss Kamolwan	Pimton
	Acting SUB.LT. Surasak	Promnoy
	Miss Nithinart	Youngtong
	Mr. Sansuk	Damsud
Advisor	Mr. Piya	Supavarasuwat
Co -Advisor	Mr. Suchin	Adhan
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2002	

ABSTRACT

This thesis presents The Automatic Condom Vending Machine. The project can be divided into three parts. The first part is the coin checking sensor to check the height of the coin according to the their fix slots. The second part is the condom distributor using a motor. The last part is the coin returned controller using a DC motor. All parts are controlled by a microcontroller MCS-51. Cost and types of the condom are showed on the machine. The condom can be selected up to eight types according to the buyer. Also warning signals are showed when condom run out.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์และอาจารย์สุชิน อาจหาญ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาในการดำเนินงานและให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาด้วยดีเสมอมา รวมทั้งอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกๆ ท่านและบุคคลอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการให้ความอำนวยสะดวกในการติดต่อประสานงาน การใช้สถานที่ เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการจัดทำปริญญานิพนธ์

คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบคุณทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง คือ บิดาและมารดา ผู้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	2
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	4
2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	4
2.2.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	5
2.3 สเต็ปปิ้งมอเตอร์	7
2.3.1 การทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	7
2.3.2 ชนิดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	9
2.3.3 วิธีขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	10
2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	11
2.4.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	11
2.4.2 ระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบพื้นฐาน	13
2.4.3 การทำงานของวงจรขยายแบบการมอดูเลตตามความกว้างของพัลซ์	14
2.4.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	15
2.5 ตัวตรวจจับแบบใช้แสง	16
2.5.1 หลักการพื้นฐานของตัวตรวจจับแบบใช้แสง	16
2.5.2 ตัวตรวจจับแบบใช้แสง	16

เอกสารนี้เป็นเอกสาร ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งนี้ ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	19
3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ	19
3.2 การออกแบบระบบกลไก	21
3.2.1 การออกแบบรางเหรียญ	21
3.2.2 การออกแบบรางคัดแยกเหรียญ	22
3.2.3 การออกแบบชุดจ่ายเหรียญ	22
3.2.4 การออกแบบช่องเก็บเหรียญ	23
3.2.5 การออกแบบช่องเก็บสินค้า	24
3.2.6 การออกแบบชุดจ่ายสินค้า	25
3.2.7 การออกแบบชุดทอน-คืนเหรียญ	25
3.3 การออกแบบวงจร	25
3.3.1 ภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ	25
3.3.2 ภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	26
3.3.3 ภาคควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	27
3.3.4 ภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	28
3.3.5 ภาคตรวจสอบสินค้า	29
3.3.6 ภาคจ่ายไฟ	31
3.3.7 ผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ	31
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	33
4.1 กล่าวนำ	33
4.2 การทดลองชุดตรวจสอบเหรียญ	33
4.3 การทดลองสเต็ปปิ้งมอเตอร์	34
4.4 การทดลองวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	35
4.5 การทดลองการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ	36
4.5.1 กรณีหยอดเหรียญไม่เพียงพอต่อมูลค่าของสินค้า	36
4.5.2 กรณีเลือกซื้อสินค้ามีมูลค่าพอดีกับการหยอดเหรียญ	37
4.5.3 กรณีหยอดเหรียญเกินมูลค่าของสินค้า	38

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งนี้... ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.5.4 กรณียกเลิกการใช้บริการ	39
บทที่ 5 บทสรุป	40
5.1 สรุป	40
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	40
5.3 แนวทางการพัฒนา	41
บรรณานุกรม	42
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	43
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	50
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	60
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	65
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	99
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	104
ประวัติผู้แต่ง	112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการทดลองภาคตรวจสอบเหรียญ	33
ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ	61
ค.2 รายการอุปกรณ์วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	61
ค.3 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	62
ค.4 รายการอุปกรณ์วงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	63
ค.5 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมภาคตรวจสอบสินค้า	63
ค.5 (ต่อ) รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมภาคตรวจสอบสินค้า	64
ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรจ่ายไฟ	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	5
2.2 โครงสร้างและวงจรเทียบเท่าของมอเตอร์ชนิด 4 ขด	10
2.3 วิธีขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	11
2.4 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน	12
2.5 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม	12
2.6 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร	12
2.7 แผนผังการทำงานการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบพื้นฐาน	13
2.8 วงจรพื้นฐานของวงจรขยายแบบการมอดูเลตตามความกว้างของพัลซ์	14
2.9 การควบคุมแรงดันไฟตรงของอาร์เมเจอร์	15
2.10 การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก	16
2.11 ตัวตรวจจับแบบแสงชนิดลำแสงผ่านตลอด	16
2.12 ตัวตรวจจับแบบแสงชนิดลำแสงสะท้อนกลับ	17
2.13 ตัวตรวจจับแบบแสงชนิดตรวจจับโดยตรง	17
3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ	19
3.2 ลักษณะของรางเหรียญ	21
3.3 ลักษณะของรางคัดแยกเหรียญ	22
3.4 ลักษณะของชุดจ่ายเหรียญ	23
3.5 ลักษณะของช่องเก็บเหรียญ	23
3.6 ลักษณะของช่องสินค้า	24
3.7 วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด	25
3.8 วงจรภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	26
3.9 วงจรภาคควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	28
3.10 วงจรภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	29
3.11 วงจรควบคุมภาคตรวจสอบสินค้า	30
3.12 วงจรภาคจ่ายไฟ	31
3.13 ผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ	32
4.1 การต่อวงจรสเต็ปปิ้งมอเตอร์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2 การต่อวงจรแสดงผลตัวเลขแบบเจ็ดส่วนเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51	35
4.3 ผลการทดลองการแสดงจำนวนเงินทางอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	36
4.4 การแสดงผลของแอลอีดีกรณีหยอดเหรียญไม่เพียงพอต่อมูลค่าของสินค้า	37
4.5 การแสดงผลของแอลอีดีกรณีเลือกซื้อสินค้ามีมูลค่าพอดีกับการหยอดเหรียญ	38
4.6 การแสดงผลของแอลอีดีกรณีหยอดเหรียญเกินมูลค่าของสินค้า	39
ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ	44
ก.2 รางเหรียญและรางคัดแยกเหรียญ	44
ก.3 ส่วนจ่ายเหรียญและช่องเก็บเหรียญ	45
ก.4 ส่วนจ่ายสินค้าและช่องเก็บสินค้า	45
ก.5 การติดตั้งแผ่นวงจรพิมพ์ต่างๆ	46
ก.6 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคตรวจสอบเหรียญ	46
ก.7 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	47
ก.8 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	47
ก.9 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	48
ก.10 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคตรวจสอบสินค้า	48
ก.11 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคจ่ายไฟ	49
ข.1 วงจรตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ	51
ข.2 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	51
ข.3 วงจรควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	52
ข.4 วงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	52
ข.5 วงจรควบคุมการทำงานภาคตรวจสอบสินค้า	53
ข.6 วงจรภาคจ่ายไฟ	54
ข.7 ลายวงจรพิมพ์ของภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ	54
ข.8 ลายวงจรพิมพ์ของภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	54
ข.9 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	55
ข.10 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.11 ลายวงจรพิมพ์วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดของภาคตรวจสอบสินค้า	56
ข.12 ลายวงจรพิมพ์วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมภาคตรวจสอบสินค้า	56
ข.13 ลายวงจรพิมพ์ของภาคจ่ายไฟ	56
ข.14 การวางอุปกรณ์ของภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ	57
ข.15 การวางอุปกรณ์ของภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์	57
ข.16 การวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์	58
ข.17 การวางอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	58
ข.18 การวางอุปกรณ์วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดของภาคตรวจสอบสินค้า	59
ข.19 การวางอุปกรณ์วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมภาคตรวจสอบสินค้า	59
ข.20 การวางอุปกรณ์ของภาคจ่ายไฟ	59
ง.1 ผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ	66
ง.2 ผังงานโปรแกรมหลักและการรับค่าเหรียญ	67
ง.3 ผังงานโปรแกรมแสดงผลและการจ่ายถุงยางอนามัย	68
ง.4 ผังงานโปรแกรมการจ่ายถุงยางอนามัย	69
ง.5 ผังงานโปรแกรมทอนเงิน	70
จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ	101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากปัจจุบันสภาพปัญหาทางสังคมของประเทศไทยได้เพิ่มมากขึ้นเป็นทวีคูณ อาทิเช่น ปัญหาเศรษฐกิจ ปัญหาอาชญากรรม ปัญหาสุขภาพอนามัย ซึ่งปัญหาต่างๆ เหล่านี้ล้วนแล้วทำให้ประเทศไทยเกิดความล่าช้าในการพัฒนาประเทศเป็นอย่างยิ่ง ถ้าไม่มีการแก้ไขปัญหาตั้งแต่ต้นเหตุ นั่นก็คือ ตัวมนุษย์ ที่ทำให้ปัญหาต่างๆ เกิดขึ้น ดังจะเห็นได้จากสังคมไทยในปัจจุบันเปิดกว้างมากขึ้น ยอมรับเทคโนโลยีสมัยใหม่โดยเฉพาะอินเตอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตประจำวัน เช่น การค้นคว้าหาข้อมูล การส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การซื้อ-ขายสินค้าต่างๆ ทางอินเตอร์เน็ต ซึ่งการใช้งานเหล่านี้ถือว่าเป็นการใช้เทคโนโลยีที่ทำให้เกิดประโยชน์กับตัวเอง แต่สิ่งที่มีประโยชน์มักจะมีโทษย้อนกลับมาอย่างไม่รู้ตัวเช่นกันถ้าใช้งานในทางที่ผิด สิ่งที่เห็นได้ชัดเจนคือ การหาเพื่อนคุยผ่านทางอินเตอร์เน็ต ลักษณะการพูดคุยนั้นจะเรียกกันเป็นห้องๆ เช่น ห้องเด็กมัธยมต้น ห้องเด็กมหาวิทยาลัยต่างๆ รวมทั้งมีห้องที่ใช้สำหรับขายบริการทางเพศโดยเฉพาะ เมื่อคุยกันธรรมดาก็ไม่มีอะไรเกิดขึ้นถ้ามีการนัดพบเจอกันถึงขั้นมีเพศสัมพันธ์ก็ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมายถ้าไม่มีการป้องกันตัวเองในทางที่ถูกต้อง โดยการสวมใส่ถุงยางอนามัยเพื่อป้องกันเหตุการณ์ที่จะตามมาในอนาคต เช่น การตั้งครรภ์หรือการติดเชื้อจากการมีเพศสัมพันธ์ เพราะในปัจจุบันวัยรุ่นเป็นจำนวนมากไม่คิดถึงผลที่จะตามมาทั้งกับตนเอง ครอบครัว สังคม และประเทศชาติ ซึ่งวัยรุ่นส่วนใหญ่มีข้ออ้างต่างๆ ในการซื้อถุงยางอนามัยที่จะนำมาใช้ จึงทำให้ไม่มีการป้องกันตัวเอง อย่างเช่น มีความรู้สึกเขินอายเมื่อต้องซื้อจากพนักงานขายโดยตรงหรือเกิดจากข้อจำกัดทางด้านในการให้บริการของร้านค้าและมีพื้นที่ให้บริการไม่ทั่วถึงกับความต้องการของผู้ใช้บริการ จึงเป็นสาเหตุให้ไปสู่ปัญหาต่างๆ ต่อไป

จากสาเหตุดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้ใช้บริการไม่สามารถเลือกซื้อถุงยางอนามัยได้ตามความต้องการของตนเอง โดยที่มีข้อจำกัดต่างๆ มากมายของร้านค้าหรือเกิดจากความเขินอายของตัวผู้ใช้บริการเอง ดังนั้นทางผู้จัดทำได้เล็งเห็นว่าสิ่งที่กล่าวมาเป็นสิ่งสำคัญ จึงได้มีการสร้างโครงงานชิ้นนี้ขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกและทันต่อความต้องการของผู้ใช้ในการใช้บริการให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและใช้ศึกษาเพื่อสร้างโครงงานชิ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถในการทำงานดังต่อไปนี้

1. สามารถใช้เหรียญกษาปณ์ชนิด 5 บาทและ 10 บาท ในการใช้บริการกับเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

2. เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติมีการทอนเงินในกรณีจำนวนเงินที่ใส่เข้ามาเกินจากราคาสินค้าที่ซื้อ

3. แสดงจำนวนเงินของเหรียญกษาปณ์ที่ใส่เข้ามาในเครื่องทางภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนจำนวน 2 หลัก

4. มีแอลอีดีแสดงผลเมื่อถุงยางอนามัยหมด

5. สามารถเลือกซื้อถุงยางอนามัยได้ด้วยการกดปุ่มที่ชนิดสินค้า ถ้าไม่ต้องการสามารถกดปุ่มยกเลิกได้

6. สามารถเลือกซื้อและจ่ายถุงยางอนามัยได้ครั้งละ 1 กล่อง

7. เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติจะบรรจุถุงยางอนามัยได้ 8 ชนิด ชนิดละ 12 กล่อง

8. เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติสามารถตั้งราคาขายของสินค้าได้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบไปด้วยเนื้อหาต่างๆ ดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และตัวตรวจจับแบบใช้แสง

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงการออกแบบ การสร้าง และการทำงานในส่วนของวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นการออกแบบระบบกลไก ได้แก่ การออกแบบรางเหรียญ การออกแบบรางคัดแยกเหรียญ การออกแบบชุดจ่ายเหรียญ การออกแบบช่องเก็บเหรียญ การออกแบบช่องเก็บสินค้า การออกแบบชุดจ่ายสินค้า และการออกแบบชุดทอน-คืนเหรียญ ส่วนที่สองเป็นการออกแบบวงจร ได้แก่ ภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ ภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ภาคควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน ภาคตรวจสอบสินค้า และภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ประกอบด้วยการทดลองและผลการทดลองของภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน และการทดลองการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

บทที่ 5 บทสรุป เป็นการสรุปผลในการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและข้อเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหา รวมทั้งแนวทางในการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง และการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจร ลายวงจรพิมพ์และการจัดวางอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้งานกับเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์ แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจรของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม ประกอบด้วยแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน เป็นคู่มือการใช้งานที่แสดงถึงขั้นตอนการใช้เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติอย่างถูกต้อง

ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการทำโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้ เป็นทฤษฎีและหลักการทำงานที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงาน ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และตัวตรวจจับแบบใช้แสง ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

2.2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตระกูลที่ได้รับความนิยมมากและมีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้

1) สามารถนำเอาข้อมูลมาแอนด์ ออร์ หรือคอมพลีเมนต์ทั้งแบบทีละ 8 บิตและ 1 บิต

2) สามารถใช้กับหน่วยความจำสำหรับโปรแกรม ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ใช้สำหรับเก็บชุดคำสั่งที่จะใช้ MCS-51 และทำงานได้สูงที่สุด 64 กิโลไบต์ (64×1204 ไบต์) ทำให้เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้มาก

3) สามารถติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับข้อมูล ซึ่งเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลในระหว่างการทำงานของโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์

4) ใน 89C51 มีหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมจำนวน 4 กิโลไบต์

5) มีพอร์ตแบบขนาน สำหรับข้อมูลเข้า - ออกจำนวน 32 บิตและข้อมูลแต่ละบิตเป็นอิสระต่อกัน

6) มีวงจรนับ/จับเวลาขนาด 16 บิต จำนวน 2 ชุดและทำงานในโหมดต่างๆ ได้ถึง 4 โหมด

7) มียูนิเวอร์แซล อะซิงโครนัส รีซีพเวอร์ ทรานส์มิตเตอร์ (Universal Asynchronous Receiver Transmitter : UART) สำหรับรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบสองทิศทางและสามารถเลือกรูปแบบการรับส่งข้อมูลได้ 4 แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

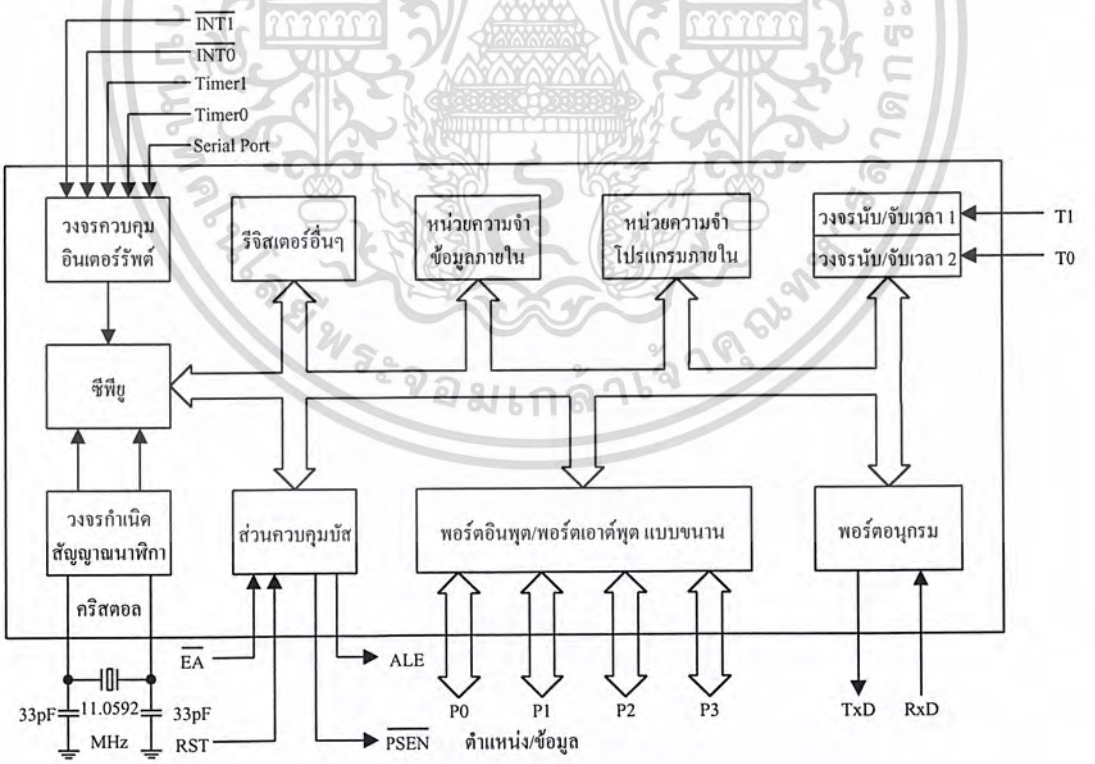
8) มีแหล่งกำเนิดสัญญาณขอขัดจังหวะการทำงานของโปรแกรม (Interrupt Request Signal) 6 แหล่ง ซึ่งสามารถทำการกระโดดไปทำงานตอบสนองการขัดจังหวะ (Interrupt Service Routine) ได้ 5 ตำแหน่ง

9) สามารถเลือกการทำงานให้อยู่ในโหมดของไอเดิ้ล (Idle) และเพาเวอร์ดาวน์ (Power Down) ทำให้ประหยัดการใช้กำลังไฟในการทำงาน

จากคุณสมบัติดังกล่าว ทำให้ MCS-51 เป็นที่นิยมนำมาใช้ในการควบคุมระบบอัตโนมัติ จึงทำให้เกิดการบรรจุคุณสมบัติดังกล่าวรวมอยู่ในวงจรเดียวขนาด 40 ขา ดังนั้นสามารถออกแบบให้ระบบทั้งหมดมีขนาดเล็กทำให้การตรวจสอบหาข้อผิดพลาดในระบบง่ายไม่สลับซับซ้อน รวมทั้งลดปัญหาเรื่องการมีสัญญาณรบกวนในระบบจนทำให้การทำงานผิดพลาด

2.2.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอลโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ภายในไมโครคอลโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น แอนด์เกต ออร์เกต หรือน็อตเกต ซึ่งเกตเหล่านี้สามารถนำมาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรบวกเลข วงจรเลื่อนข้อมูล วงจรถอดรหัสคำสั่ง และวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา เป็นต้น



รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของไมโครคอลโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างภายในของไมโครคอลโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลาง ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนประมวลผลทางคณิตศาสตร์ จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การบวก การลบ การคูณ หรือการหารข้อมูล แล้วนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการและส่วนควบคุมจะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุมในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ สัญญาณติดต่อกับอุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออก รวมทั้งส่วนควบคุมการเข้าจังหวะและส่วนควบคุมบัสด้วย ซึ่งซีพียูจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมโดยการถอดรหัสคำสั่งที่มีการกำหนดไว้และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง

2) หน่วยความจำ มีไว้สำหรับจดจำข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้า – ออกจากหน่วยความจำจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำในการนำข้อมูลไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่า การเขียนข้อมูลและการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำ เรียกว่า การอ่านข้อมูล ในไมโครคอลโทรลเลอร์ MCS-51 ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นแต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลซึ่งมีค่าระหว่าง 00000000_2 ถึง 11111111_2 หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่มคือ

2.1) ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำซึ่ง MCS-51 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลได้สูงสุดชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้นการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้สายสัญญาณกำหนดตำแหน่งทั้งหมด 16 เส้น (2^{16} เท่ากับ 65,536)

2.2) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในบริเวณตำแหน่งที่ต้องการ

2.3) สัญญาณควบคุมที่จะส่งไปยังหน่วยความจำเพื่อบอกกับหน่วยความจำเมื่อต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล ซึ่งวงจรถอดรหัสคำสั่งจะทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจากหน่วยความจำโปรแกรม

3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต เป็นส่วนที่ใช้ส่งข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่

3.1) พอร์ตอินพุต/เอาต์พุตแบบขนาน มีทั้งหมด 4 พอร์ต ใช้รับส่งข้อมูลซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลเข้าหรือออกจาก MCS-51 โดยแต่ละพอร์ตจะรับส่งข้อมูลได้ 8 บิต มีพอร์ต P0 P1 P2 และ P3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่าหนึ่งหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2) วงจรนับ/จับเวลา ทำงานได้ 2 หน้าที่ คือ ใช้เป็นวงจรนับหรือจับเวลา เมื่อเป็นวงจรนับจะทำการนับจำนวนรอบของสัญญาณนาฬิกาภายใน MCS-51 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านค่าการนับได้โดยซีพียู เมื่อเป็นวงจรจับเวลาจะใช้หลักการเดียวกันกับวงจรนับเพียงแต่จะกำหนดค่าสูงสุดของการนับไว้ ซึ่งค่าสูงสุดของการนับจะคำนวณมาจากเวลาที่ต้องการจับเวลานั่นเอง

3.3) พอร์ตอนุกรม ซีพียูจะอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ละข้อมูลจะถูกส่งออกจาก MCS-51 เรียงไปครั้งละบิตออกจากขา TxD และในการรับข้อมูลจะรับเข้ามาครั้งละบิตทางขา RxD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้ซีพียูอ่านไปใช้งานต่อไป

2.3 สเต็ปปิ้งมอเตอร์

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ประเภทหนึ่งที่ถูกนำมาใช้งานกันมาก ไม่ว่าจะเป็นส่วนประกอบในหุ่นยนต์ เครื่องจักรกลอัตโนมัติควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ล้วนต้องใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน ตัวอย่างเช่น ฟลอปปี้ดิสก์ไดรฟ์ ฮาร์ดดิสก์ ซึ่งใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ขนาดเล็กในการขับเคลื่อนหัวอ่านเขียนข้อมูลลงไปในพื้นผิวของแผ่นดิสก์เพื่อให้ตรงกันกับตำแหน่งของแทร็กที่ถูกต้อง

2.3.1 การทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

การทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์มีความแตกต่างจากมอเตอร์ทั่วๆ ไป โดยเมื่อป้อนกำลังไฟฟ้าให้กับสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะเกิดการหมุนเพียงเล็กน้อยตามเส้นรอบวงและหยุด แต่มอเตอร์ทั่วไปจะหมุนทันทีและตลอดเวลา สเต็ปปิ้งมอเตอร์สามารถกำหนดตำแหน่งการหมุนด้วยตัวเลขได้อย่างละเอียด โดยการใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวกำหนดและจัดเก็บตัวเลขเหล่านั้นไว้

สเต็ปปิ้งมอเตอร์สามารถทำงานในระบบเปิด แต่วิธีกำหนดตำแหน่งการหมุนให้ถูกต้องจำเป็นต้องมีการป้อนกลับไปยังระบบให้รับรู้ โดยทั่วไปจะใช้การสวิตซ์ติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งต้องการตรวจจับ เมื่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์เริ่มหมุนและหมุนจนกระทั่งถึงตำแหน่งของสวิตซ์ตรวจจับสัญญาณก็จะถูกป้อนกลับเข้าสู่ระบบและทราบการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ได้ตลอดเวลา ซึ่งโดยปกติในวงจรคอนโทรลเลอร์จะมีการกำหนดจุดอ้างอิงไว้ด้วย เพื่อให้เริ่มต้นการทำงานและอ้างอิงตำแหน่งได้อย่างถูกต้อง

การทำให้เกิดการหมุนของโรเตอร์นั้นเช่นเดียวกับมอเตอร์ทั่วไป คือ ต้องมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นระหว่างโรเตอร์และสเตเตอร์ซึ่งขึ้นอยู่กับการจัดวางขั้วแม่เหล็ก การหมุนทำได้ทั้งแบบต่อเนื่องและกลับทิศทางไปมา โดยกระบวนการทางไฟสลับหรือการจัดวางแปรงถ่าน การจัดแยกคอมมิวเตเตอร์ การสวิตซิ่งกำลังไฟฟ้าให้เกิดแรงดึงดูดของแม่เหล็กที่ขั้วแม่เหล็กสร้างและหยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สลับกัน ผลก็คือ เกิดสนามแม่เหล็กหมุนขึ้นบนมอเตอร์โดยการจ่ายกำลังไฟฟ้าทีละคู่ของขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามไปตลอดเวลา และเมื่อต้องการให้หยุดหมุนทำได้โดยการสวิตชิ่งในลำดับต่อไป การหมุนกลับทิศทางทำได้เช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว เพียงแต่ทำการสวิตชิ่งกำลังไฟฟ้าที่เกิดสนามแม่เหล็กหมุนในทางกลับกัน หรือกลับลำดับการสวิตซ์ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

เพื่อให้เข้าใจมากขึ้นดูหลักการทำงานแบบง่ายๆ ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ 4 เฟส ตัวโรเตอร์เป็นแม่เหล็กโดยจะเปลี่ยนทิศทางไปตามสนามแม่เหล็ก การให้พลังงานแก่ขดลวดใดขดลวดหนึ่งโรเตอร์ก็จะหมุนไป 90 องศา แต่ถ้าให้พลังงานพร้อมกัน 2 ขด โรเตอร์ก็จะหมุนเพียง 45 องศา ซึ่งแบบหลังจะสร้างแรงบิดได้มากกว่าแบบแรก สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะมีมุมของการเคลื่อนที่แต่ละสเต็ปเป็น 1.8 องศา ดังนั้นที่โรเตอร์จะต้องมีขั้วแม่เหล็ก 50 ขั้ว (90/50=1.8) สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 4 เฟส ความจริงแล้วเรียกชื่อยังไม่ถูกต้องนัก น่าจะเรียกเป็นแบบ 2 เฟสมากกว่า ถึงแม้ว่าขดลวดจะมี 4 ขดก็ตาม แต่การทำงานของเฟสที่ 3 หรือเฟสที่ 4 มีค่าเท่ากับเฟสที่ 1 หรือเฟสที่ 2 การที่มี 4 ขดเพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมเพียงใช้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์เป็นสวิตซ์ 4 ตัวก็ได้ การพันขดลวดแบบไบโพลาร์ เมื่อขดลวด A และ B มีกระแสไหลผ่านสเตเตอร์จะเกิดขั้วแม่เหล็กเป็นผลให้โรเตอร์ที่มีขั้วแม่เหล็กต่างกับสเตเตอร์ถูกดูด ต่อมาเมื่อกระแสที่ไหลในขดลวด A เปลี่ยนทิศทางกลับ จึงเป็นผลให้ขั้วแม่เหล็กที่แกน A เปลี่ยนจากขั้ว S เป็นขั้ว N จากขั้ว N เป็นขั้ว S สลับกัน โรเตอร์จึงถูกผลักให้หมุนทวนเข็มไป 90 องศา ลำดับการหมุนใน 1 รอบ เป็นสเต็ปดังนี้ AB, $A\bar{B}$, $\bar{A}\bar{B}$, $\bar{A}B$, AB มี 4 สเต็ปๆ ละ 90 องศา เครื่องหมายขีด (-) บนอักษร A, B แทนการกลับขั้ว สังเกตได้ว่าเมื่อกลับขั้วแม่เหล็กในแต่ละเฟสจะต้องมีการหยุดกระแสก่อนแล้วกระแสจึงค่อยเปลี่ยนทิศทาง สรุปเป็นสเต็ปได้คือ AB, B, $\bar{A}B$, $\bar{A}$, $\bar{B}$, $\bar{A}\bar{B}$, A, AB การทำงานเป็นแบบครึ่งสเต็ปนี้เป็นผลให้ค่าโมเมนต์มีค่าน้อยกว่าปกติ เพราะมีช่วงเวลาที่กระแสไหลแค่เฟสเดียว ส่วนแบบยูนิโพลาร์จะมีแท็ปกลางซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ขด เป็นผลให้ค่าฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าน้อยกว่าไบโพลาร์ ดังนั้นเมื่อสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงกระแสจะไม่เปลี่ยนทิศทางการไหลสนามแม่เหล็กที่ได้จะน้อยตามแรงบิดที่ขึ้นกับสนามแม่เหล็กก็น้อยกว่าด้วย โครงสร้างของขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์ประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กวงแหวนที่มีซี่ยื่นออกมา แต่ละซี่เหล่านั้นจะมีคอยล์พันสวมอยู่ เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าผ่านคอยล์จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น ด้านตรงข้ามของแต่ละขั้วแม่เหล็กจะได้รับกระแสไฟฟ้าในขณะเดียวกัน แต่จะไหลวนในทิศทางตรงกันข้ามขึ้นด้วย ถ้าเพิ่มจำนวนของขั้วแม่เหล็กมากขึ้นจะเพิ่มจำนวนของสเต็ปต่อวงรอบมากขึ้นตามไปด้วยอย่างไรก็ตาม ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มจำนวนของสเต็ปได้อีกวิธีหนึ่งโดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างภายในโดยทำการจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้วที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกัน ซึ่งจะทำให้โรเตอร์หยุดหมุนอยู่ระหว่างกลางของ 2 ขั้วแม่เหล็กนั้นหรือเคลื่อนที่ไปครึ่งสเต็ปเท่านั้น และวิธีการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะช่วยให้เกิดแรงบิดมากขึ้นด้วยสเต็ปปิ้งมอเตอร์ โดยทั่วไปมีจำนวนของขั้วแม่เหล็กหรือจำนวนสเต็ปต่อรอบเป็นจำนวนมากปกติอยู่ที่ประมาณ 100-400 สเต็ปต่อรอบ การมีจำนวนสเต็ปมากๆ นี้ไม่ได้เพิ่มที่จำนวนขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าที่สเตเตอร์ แต่ทำได้โดยการเพิ่มจำนวนซี่ขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์ จำนวนสเต็ปต่อรอบ ทั้งหมดจะได้จากการคูณจำนวนขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์และจำนวนซี่ที่โรเตอร์ เช่น ถ้ามีขั้วแม่เหล็ก 3 ขั้วบนสเตเตอร์และ 8 ซี่ขั้วแม่เหล็กบนโรเตอร์ สเต็ปปิ้งมอเตอร์ตัวนี้จะทำงานที่ 24 สเต็ปต่อรอบหรือหมุนเป็นมุม 15 องศาต่อสเต็ป

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยพัลซ์ ลักษณะการขับเคลื่อนจะหมุนรอบแกนได้ 360 องศามีลักษณะไม่ต่อเนื่อง แต่มีลักษณะเป็นสเต็ปโดยแต่ละสเต็ปจะขับเคลื่อนได้ 1, 1.5, 1.8 หรือ 2 องศา แล้วแต่ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์ที่จะนำไปใช้งานตามต้องการตำแหน่งความแม่นยำ เช่น ระบบขับเคลื่อนหัวแม่พิมพ์ในเครื่องพิมพ์หรือระบบขับเคลื่อนตำแหน่งของปากกาใน X – Y พล็อตเตอร์ เป็นต้น

2.3.2 ชนิดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่พบในปัจจุบันมี 4 ลักษณะดังนี้

1) แบบแม่เหล็กถาวร สเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดนี้จะมีสเตเตอร์ (Stator) ที่พันขดลวดไว้หลายๆ โพล โดยมีโรเตอร์ (Rotor) เป็นรูปทรงกระบอกฟันเลื่อยและโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวรเพื่อป้อนไฟกระแสตรงให้กับขดสเตเตอร์จะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กไฟฟ้าผลักต่อโรเตอร์ทำให้มอเตอร์หมุน มอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรนี้จะเกิดแรงฉุดยึดให้โรเตอร์หยุดอยู่กับที่แม้ไม่ได้ป้อนไฟเข้าขดลวด

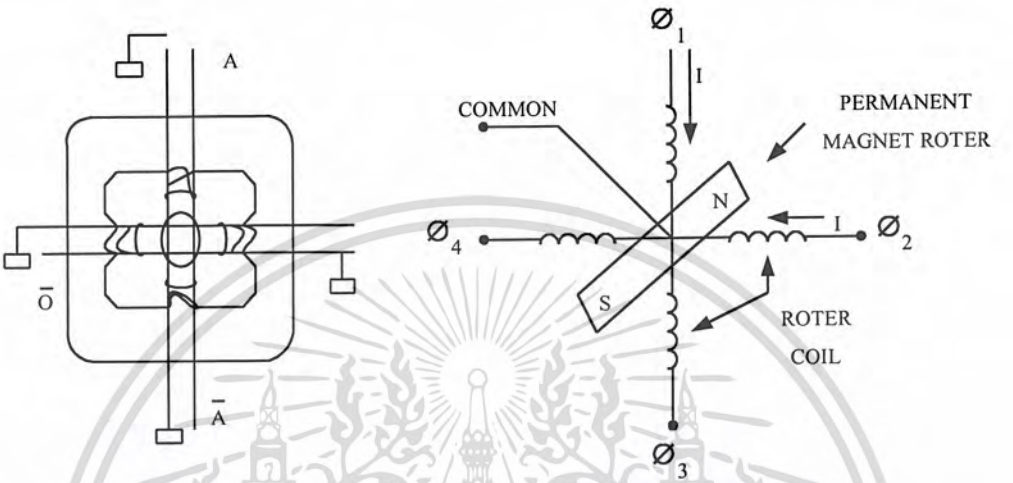
2) แบบแปรค่ารีลักแตนซ์ สเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดนี้จะมีการหมุนโรเตอร์ได้อย่างอิสระแม้ไม่ได้จ่ายไฟให้โรเตอร์ สเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดนี้ทำจากสารเฟอร์โรแมกเนติกกำลังอ่อนมีลักษณะเป็นฟันเลื่อย แรงบิดที่เกิดขึ้นจะไปหมุนโรเตอร์ไปในเส้นทางของอำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลักแตนซ์ต่ำที่สุด ตำแหน่งที่จะเกิดแน่นอนและมีเสถียรภาพแต่จะเกิดขึ้นได้หลายๆ จุด ดังนั้นเมื่อป้อนไฟเข้าขดลวดต่างๆ ในมอเตอร์ให้แตกต่างกันทำให้มอเตอร์หมุนไปตำแหน่งต่างๆ กัน โรเตอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้จะมีความเฉื่อยของโรเตอร์น้อยจึงมีความเร็วรอบสูงกว่ามอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร

3) แบบผสม สเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดนี้จะเป็นการผสมระหว่างแบบแม่เหล็กถาวรกับแบบแปรค่ารีลักแตนซ์ โดยมีสเตเตอร์คล้ายกับแบบที่ใช้ในแบบแม่เหล็กถาวร โรเตอร์มีหมวกหุ้มปลายซึ่งมีลักษณะของสารแม่เหล็กที่มีกำลังสูง โดยการควบคุมขนาดรูปร่างของหมวกแม่เหล็กอย่างดีทำให้ได้มุมการหมุนและความแม่นยำ ข้อดีก็คือ ให้แรงบิดสูงและมีขนาดกะทัดรัด และให้แรงฉุดยึดโรเตอร์นิ่งอยู่กับที่ขณะไม่จ่ายไฟ

4) ชนิดแรเอิร์ธเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต (Rare Earth Permanent Magnet) เป็นสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบใหม่อีกชนิดหนึ่ง ปรับปรุงมาจากชนิดแบบแม่เหล็กถาวร มีโครงสร้างของโรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นแผ่นยึดติดกับเพลามอเตอร์ มีโมเมนต์ความเฉื่อยต่ำ อัตราเร่งสูง แรงบิดดึงทางกลและความถูกต้องของตำแหน่งสูงมาก ความเร็วเริ่มหมุนและหยุดสูง สูญเสียพลังงานต่ำ สเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า ดิสก์แมกเน็ตสเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Disc Magnet Stepper Motor)



(ก) โครงสร้าง (ข) วงจรเทียบเท่า

รูปที่ 2.2 โครงสร้างและวงจรเทียบเท่าของมอเตอร์ชนิด 4 ขด

2.3.3 วิธีขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

จากลักษณะของมุมโรเตอร์หมุนกับกระแสไฟที่ป้อนแก่เฟสต่างๆ สามารถสั่งงานให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนได้ 3 อย่างคือ

1) แบบจ่ายกระแสไฟให้เฟสเดียววนเวียนกันไป เรียก วันแอ็กซิเทชั่น (One – Excitation) หรือ ฮาร์ฟไดรว์ (Half Drive) คือ f1, f2 f3, f4 การเอาท์แอ็กซิเทชั่น (Out Excitation) แบบนี้แรงบิดจะน้อย

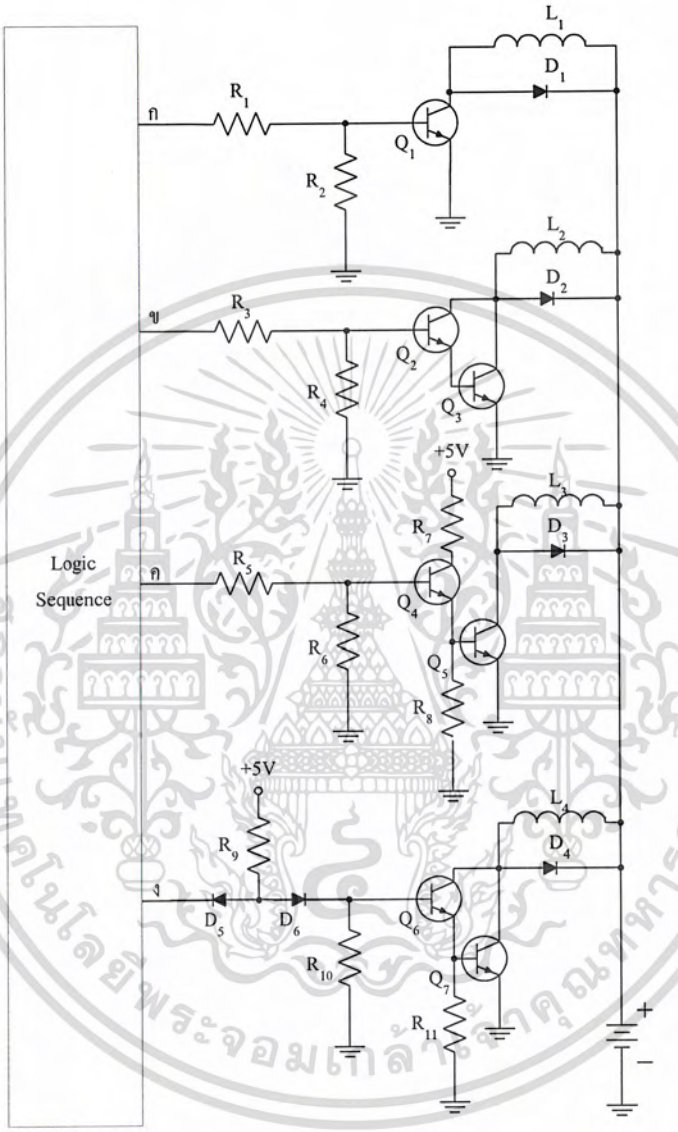
2) แบบจ่ายกระแสไฟให้พร้อมกันทีเดียว 2 เฟส เรียก ทูแอ็กซิเทชั่น (Two – Excitation) หรือ ฟลูสเต็ป (Full Step) คือ f1f2, f2f3, f3f4, f4f1 หมุนเวียนกันไปแบบนี้แรงบิดจะมาก

3) แบบจ่ายกระแสไฟให้ทีละ 1 เฟส สลับกัน 2 เฟส เรียก วัน-ทู แอ็กซิเทชั่น (One – Two Excitation) หรือ ฮาร์ฟสเต็ป (Half Step) เหมือนรูปแสดงของมุมโรเตอร์ แต่แบบนี้จำนวนสเต็ปทวนเข็มจะเป็นตรงกันข้าม

วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ วงจรขับเมื่อรู้ซีเควนซ์ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์แล้วต่อไปจะก็ต้องมีวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ วิธีการที่ง่ายที่สุดในการต่อวงจรซีเควนซ์เข้ากับวงจรขับ คือ การต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยตรงดังแสดงในรูปที่ 2.3 เอาต์พุต ก และ ข แต่ถ้ากระแสเอาต์พุตของวงจรซีเควนซ์ไม่เพียงพอ จะต้องต่อบัฟเฟอร์เพื่อขยายกระแสแสดงในส่วนของเอาต์พุต ค และ ง



รูปที่ 2.3 วิธีขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

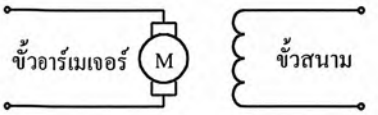
2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.4.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นสามารถจำแนกออกไปได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับวิธีการสร้าง แบ่งออกเป็น มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน แบบอนุกรม แบบผสม และแบบแม่เหล็กถาวร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

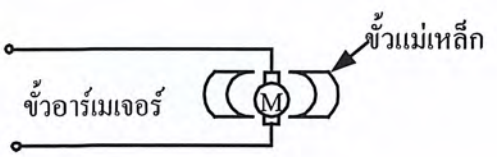
มอเตอร์แบบนี้สามารถปรับเส้นแรงแม่เหล็กได้อย่างอิสระต่อกระแสของอาร์เมเจอร์ เป็นผลให้สามารถควบคุมพารามิเตอร์ให้มีค่าคงที่ได้ตลอดช่วงพิสัยที่กว้าง มอเตอร์ชนิดนี้นิยมใช้ในงานระบบควบคุมการเคลื่อนที่ที่ต้องการแรงบิดสูง

2) ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

รูปที่ 2.5 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

มอเตอร์แบบนี้จะมีเส้นแรงแม่เหล็กเป็นสัดส่วนกับกระแส ดังนั้น เส้นแรงของสนามแม่เหล็กสามารถปรับค่าได้ ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและแรงบิดเป็นนอนลิเนียร์ จึงเหมาะที่จะนำไปใช้งานในสภาวะเฉพาะคือ เมื่อต้องการแรงบิดสูงที่ความเร็วต่ำและแรงบิดต่ำที่ความเร็วสูง เช่น ระบบการขับเคลื่อนของรถลาก

3) ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์แบบนี้จะใช้การกระตุ้นฟิลด์ของมอเตอร์ เป็นแม่เหล็กถาวรซึ่งต่างจากที่กล่าวมาข้างต้นการใช้งานขดลวดแบบนี้จะให้เส้นแรงของฟิลด์มีค่าคงที่ ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างกระแสอาร์เมเจอร์และแรงบิดจะมีค่าคงที่ด้วยซึ่งมีข้อดีคือ ไม่มีกำลังสูญเสียในฟิลด์ มีประสิทธิภาพสูงกว่าและมีขนาดเล็กกว่าเมื่อเทียบกับมอเตอร์แบบใช้ขดลวดในการกระตุ้นที่มีขนาดกำลังม้าเท่ากัน จึงเหมาะกับงานที่ต้องการแรงบิดของโหลดสูง

2.4.2 ระบบการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบพื้นฐาน

รูปที่ 2.7 แผนผังการทำงานการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบพื้นฐาน

1) อุปกรณ์ควบคุม เป็นส่วนของระบบที่ทำให้เกิดสัญญาณควบคุมไปบังคับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและโหลด สามารถเป็นได้ทั้งแบบแอนะลอกและดิจิตอล

2) วงจรขยายกำลังเชิงเส้น หรือส่วนวงจรขับ ทำหน้าที่ปรับปรุงและขยายสัญญาณให้เหมาะสมก่อนที่จะป้อนไปขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สามารถแบ่งเป็นวงจรขยายกำลังเชิงเส้นและการมอดูเลตตามความกว้างของพัลซ์

2.1) วงจรขยายกำลังเชิงเส้น เป็นการควบคุมมอเตอร์แบบต่อเนื่อง แต่จะมีความสูญเสียทางกำลังสูงเนื่องจากกำลังงานส่วนใหญ่จะสูญเสียในทรานซิสเตอร์เอาต์พุตเป็นจำนวนมาก เพราะขณะมอเตอร์ไม่ทำงานทรานซิสเตอร์ส่วนนี้ก็ต้องแบกภาระเนื่องจากมีกระแสไหลผ่าน

2.2) การมอดูเลตตามความกว้างของพัลซ์ คือ การควบคุมแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์โดยการปรับวัฏจักรหน้าที่ของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์และให้ทำงานทั้งในภาวะอิ่มตัวและภาวะไม่นำกระแส ด้วยเหตุนี้กำลังสูญเสียน้อยเนื่องจากเมื่อทรานซิสเตอร์นำกระแสแรงดันตกคร่อมตัวมันจะน้อยจนตัดทิ้งได้และเมื่อหยุดนำกระแสแรงดันตกคร่อมจะประมาณ V_{CC} ดังนั้นกระแสไหลผ่านจึงน้อยมากประมาณศูนย์ แต่จะใช้กับความถี่สูงได้ไม่ดีและความถี่ต้องคงที่ถ้าไม่เช่นนั้นอาจเกิดการออสซิลเลตขึ้นได้

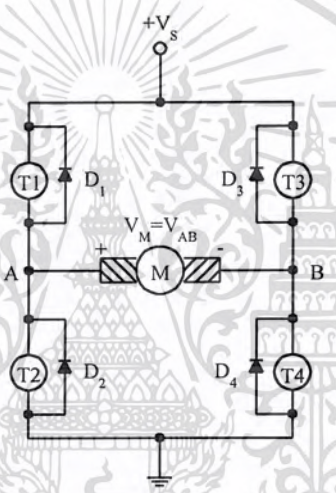
3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและโหลด ระบบที่ถูกควบคุมหรือส่วนที่ออกแรงทำงานซึ่งเป็นเครื่องจักรกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) วงจรเข้ารหัส หรือตัวแปลงป้อนกลับ ใช้รับรู้หรือตรวจจับสัญญาณที่ต้องการโดยไม่มีผลของการโหลดดิ้ง สัญญาณที่ตรวจจับได้นี้จะป้อนกลับไปเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิงเพื่อควบคุมมอเตอร์อีกครั้ง ตัวแปลงป้อนกลับนี้สามารถแบ่งเป็นแบบแอนะลอกและแบบดิจิตอล

2.4.3 การทำงานของวงจรขยายแบบการมอดูเลตตามความกว้างของพัลซ์

วงจรขยายแบบการมอดูเลตตามความกว้างของพัลซ์สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะการทำงาน คือ ไบโพล่าร์ ยูนิโพล่าร์ และลิมิตยูนิโพล่าร์ ซึ่งวงจรพื้นฐานมีลักษณะดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.8 วงจรพื้นฐานของวงจรขยายแบบการมอดูเลตตามความกว้างของพัลซ์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทั้ง 3 ชนิดสามารถอธิบายด้วยวงจรพื้นฐานดังรูปที่ 2.8 แต่จะแตกต่างกันตรงการควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะแบบไบโพล่าร์เพราะเป็นแบบที่ควบคุมและเข้าใจได้ง่ายคือ

เมื่อให้มอเตอร์อยู่ในเฟสออน (Phase ON) ก็ให้ T1 กับ T4 อยู่ในสภาวะปิดและ T2 กับ T3 อยู่ในสภาวะเปิด ดังนั้น กระแสไหลจาก V_S ผ่าน T1 ผ่านมอเตอร์ และผ่าน T4 ลงกราวด์ ดังนั้น $V_M=V_S$ (มอเตอร์หมุนตามเข็ม)

เมื่อให้มอเตอร์อยู่ในเฟสออฟ (Phase OFF) ก็ให้ T2 กับ T3 อยู่ในสภาวะปิดและ T1 กับ T4 อยู่ในสภาวะเปิด ดังนั้น กระแสไหลจาก V_S ผ่าน T3 ผ่านขั้วลบมอเตอร์ และผ่าน T2 ลงกราวด์ ดังนั้น $V_A=V_S$ (มอเตอร์หมุนทวนเข็ม)

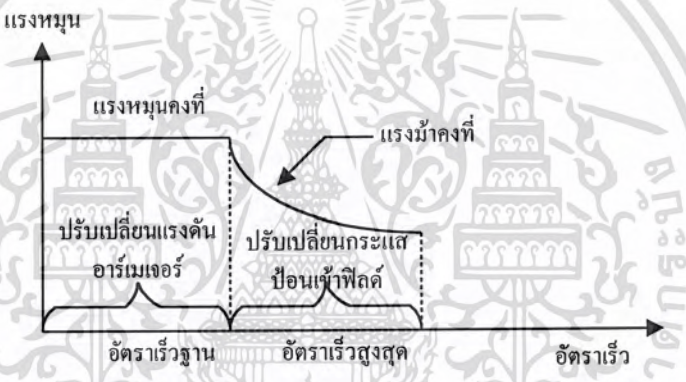
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1) การควบคุมแรงดันไฟตรงของอาร์เมเจอร์

เนื่องจากความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแปรผันตรงกับแรงดันที่จ่ายให้กับขดลวดอาร์เมเจอร์จึงสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์โดยการควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์ วิธีการนี้จะใช้ในช่วงความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วที่กำหนด การควบคุมแบบนี้ทำให้แรงบิดสูงสุด ส่วนกำลังออกของมอเตอร์เพิ่มขึ้นตามความเร็วที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงดังรูปที่ 2.9 โดยจะมีกำลังออกสูงสุดความเร็วที่กำหนด การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยทั่วไปจะใช้วิธีนี้เพราะให้แรงบิดสูง

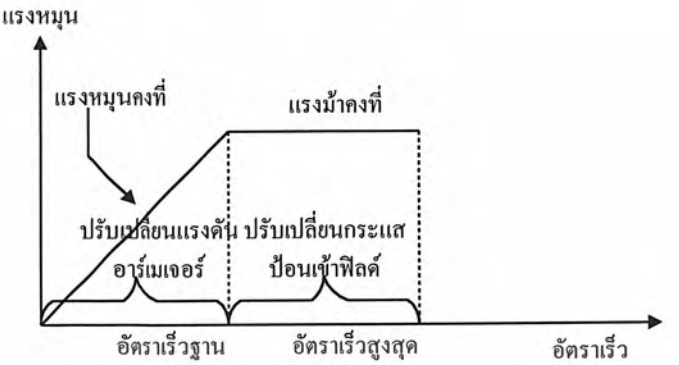


รูปที่ 2.9 การควบคุมแรงดันไฟตรงของอาร์เมเจอร์

2) การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในย่านความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่กำหนดสามารถทำได้โดยการควบคุมกระแสของขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กของมอเตอร์ เมื่อต้องการเพิ่มความเร็วจะต้องลดขนาดของกระแสของขดลวดให้น้อยลง โดยการลดความเข้มของสนามแม่เหล็กของมอเตอร์จะมีผลทำให้แรงบิดสูงสุดของมอเตอร์ลดลง ขณะที่กำลังออกสูงสุดของมอเตอร์จะไม่เปลี่ยนแปลงดังแสดงในรูปที่ 2.10 วิธีนี้จะใช้กับโหลดที่ต้องการความเร็วสูง โดยที่แรงบิดของโหลดจะต้องลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นไม่เช่นนั้นจะเป็นการโอเวอร์โหลดมอเตอร์ (Over Load Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก

2.5 ตัวตรวจจับแบบใช้แสง

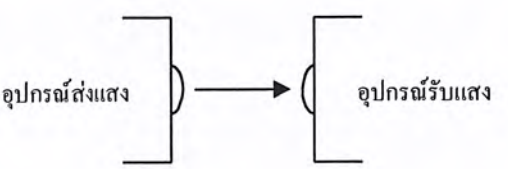
2.5.1 หลักการพื้นฐานของตัวตรวจจับแบบใช้แสง

แสงที่กระจายออกมาจะมีย่านสเปคตรัมที่กว้าง ซึ่งดวงตาจะเป็นอวัยวะรับรู้ทางด้านการมองเห็นและสามารถรับรู้ได้ในย่านหนึ่งเท่านั้น คืออยู่ในย่านของ “แสงที่เห็นได้” ในกรณีนี้ดวงตาจะทำหน้าที่เป็นตัวรับคุณภาพในการเห็นภาพหรือการรับรู้ ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการมองเห็นจะดีเพียงใดขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการสะท้องแสงของวัตถุหรือกล่าวได้ว่า “วัตถุเป้าหมาย” มีความเด่นชัดตัดกับฉากหลังเพียงใด โดยพื้นฐานแล้วตัวตรวจจับแบบใช้แสงทำงานตามหลักการนี้โดยใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติของความถี่และความยาวคลื่นของแสงมาใช้งาน

2.5.2 ตัวตรวจจับแบบใช้แสง

ตัวตรวจจับแบบใช้แสงจะสนองระดับความเข้มของแสงระหว่างพื้นผิวที่มีแสง และระหว่างพื้นผิวของตัวตรวจจับกับพื้นผิวของวัตถุที่กำลังสะท้อนแสง

1) ตัวตรวจจับแบบใช้แสงแบบลำแสงผ่านตลอด ประกอบด้วยตัวให้แสงและตัวรับแสงแยกจากกันอิสระ

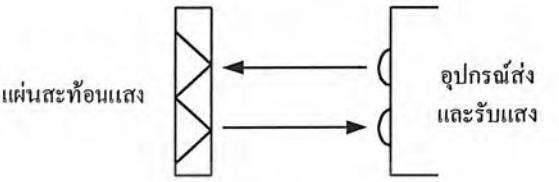


รูปที่ 2.11 ตัวตรวจจับแบบแสงชนิดลำแสงผ่านตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

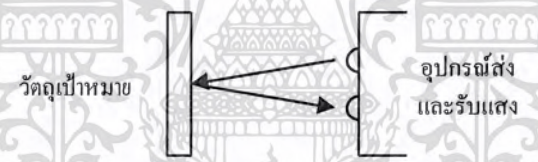
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2) ตัวตรวจจับแบบใช้แสงชนิดลำแสงสะท้อนกลับ ตัวให้แสงและตัวรับแสงจะวางอยู่บนหัวตรวจเดียวกันและมีแผ่นสะท้อนแสงพิเศษเพื่อสะท้อนแสงกลับไปตามแนวของตัวรับแสง



รูปที่ 2.12 ตัวตรวจจับแบบแสงชนิดลำแสงสะท้อนกลับ

3) ตัวตรวจจับแบบใช้แสงชนิดตรวจจับโดยตรง สามารถตอบสนองต่อระดับความเข้มของแสงที่จุดตรวจจับได้ ระดับความเข้มของแสงที่เปลี่ยนแปลงไปเกิดขึ้นเนื่องจากการสะท้อนของวัตถุเป้าหมาย ณ ตำแหน่งที่ต้องการตรวจด้วยหัวเดียวกัน จึงเรียกตัวตรวจจับชนิดนี้ว่าเป็นตัวตรวจจับโดยตรง



รูปที่ 2.13 ตัวตรวจจับแบบแสงชนิดตรวจจับโดยตรง

ตัวตรวจจับแบบแสงมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ อุปกรณ์ส่งแสง อุปกรณ์รับแสง อุปกรณ์แปลงสัญญาณ และอุปกรณ์ขยายสัญญาณ ส่วนประกอบเหล่านี้ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ปรับแต่งค่าให้เหมาะสมและส่งออกมาเป็นสัญญาณสำหรับการสวิตช์ต่อไป ระดับของสัญญาณออกจะเป็นตัวกำหนดกับตัวรับแสงในกรณีที่จะมีแสงเข้ามาหรือไม่ จึงทำให้เกิดการทำงาน 2 แบบ คือ ตรวจจับความสว่างและตรวจจับความมืด องค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของตัวตรวจจับแบบใช้แสงคือ ย่านระยะตรวจจับวัตถุเป้าหมายจะมีความแน่นอนเพียงใดในกรณีของตัวตรวจจับแบบลำแสงสะท้อนซึ่งหมายความว่าเป็น “ย่านระยะ” และสำหรับตัวตรวจจับโดยตรงจะหมายถึง “ย่านระยะตรวจจับ” เพื่อให้มีความเชื่อมั่นสำหรับการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ จึงได้กำหนดวิธีอ้างอิงมาตรฐานนั้นโดยใช้แผ่นสะท้อนแบบพิเศษและสำหรับตัวตรวจจับแบบตรวจจับโดยตรงจะใช้แผ่นสีขาวขนาดมาตรฐานที่มีดัชนีการสะท้อน 90%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

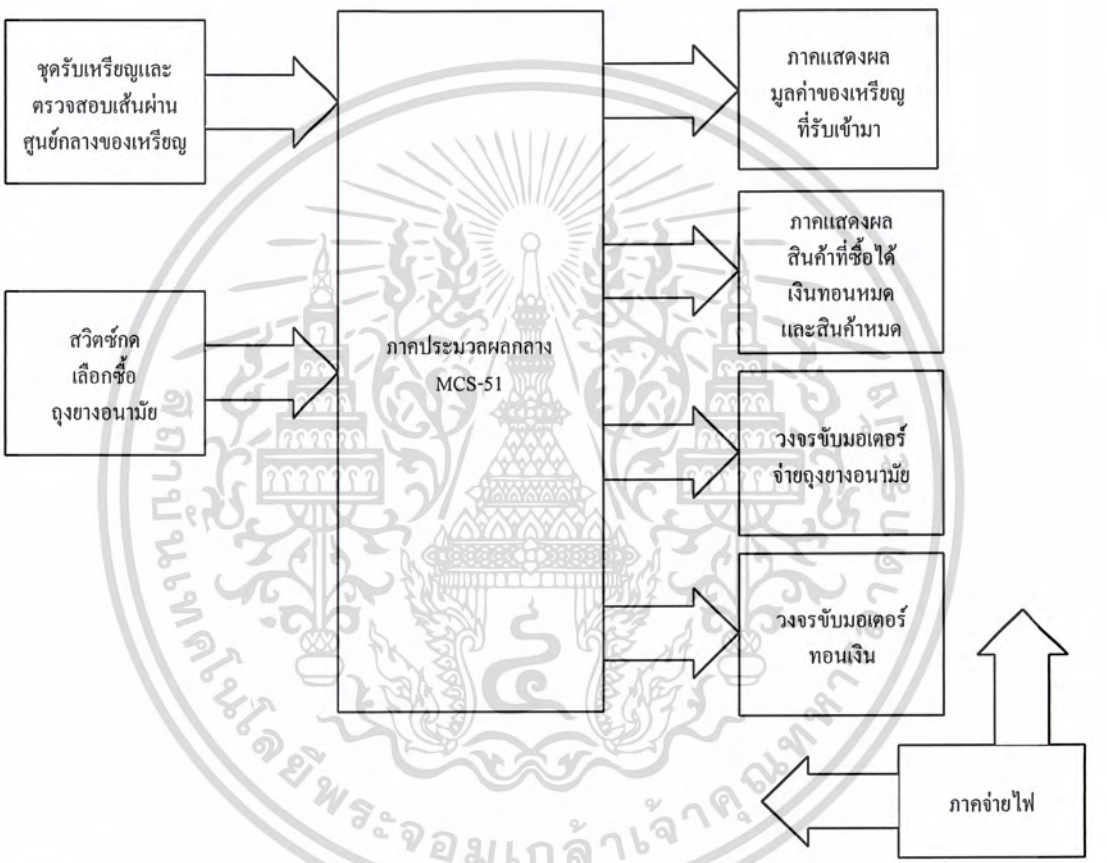
48360

ทั้งนี้ความเข้มของแสงจากตัวส่งจะต้องมีความเข้มมากพอที่จะครอบคลุมย่านระยะที่ต้องการตรวจจับและต้องเป็นไปตามกฎของการส่องสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

จากรูปที่ 3.1 เป็นแผนผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ โดยประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1) ชุดตรวจสอบเหรียญ เป็นชุดกลไกทำหน้าที่ตรวจสอบขนาดของเหรียญ เพื่อใช้แยกเหรียญชนิด 5 บาทและ 10 บาท ซึ่งชุดตรวจสอบเหรียญจะประกอบด้วย ช่องรับเหรียญและชุดตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1) ช่องรับเหรียญ เป็นช่องสำหรับรับเหรียญเข้ามาเพื่อลดความเร็วของเหรียญลง เพราะจะทำให้เกิดความแน่นอนในการตรวจสอบก่อนที่จะเข้าสู่ชุดตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ โดยจัดทำเป็นช่องลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดความสูงให้มากกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ 10 บาทเล็กน้อย ซึ่งเป็นขนาดใหญ่ที่สุดที่ยอมให้ผ่านได้ และความกว้างกำหนดให้หนากว่าเหรียญ 5 บาทเล็กน้อยเนื่องจากเหรียญ 5 บาทจะมีขนาดความหนามากที่สุด (ความสูงเหรียญ 10 บาทมีขนาด 26 มิลลิเมตรและความหนาเหรียญ 5 บาทมีขนาด 2.3 มิลลิเมตร)

1.2) ภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ ใช้หลักการตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด ถ้ามีเหรียญผ่านเข้ามายังตัวตรวจจับจะทำการส่งสัญญาณไปยังวงจรออปแอมป์ให้ทำการนับสัญญาณไปจนกว่าเหรียญจะวิ่งผ่านตัวตรวจจับไปจึงจะหยุดทำการนับสัญญาณแล้วจึงนำสัญญาณที่นับได้ไปยังภาคประมวลผลกลาง MCS-51 เพื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ

2) ชุดเลือกซื้อถุงยางอนามัย หลังจากทำการหยอดเหรียญเข้ามาในเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติจนมีมูลค่าเท่ากับราคาของถุงยางอนามัย ผู้ใช้บริการสามารถกดปุ่มเลือกซื้อถุงยางอนามัยได้ตามความต้องการ

3) ภาคประมวลผลกลาง ทำหน้าที่ในการประมวลผลและควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทำงาน

4) ภาคแสดงผลมูลค่าของเหรียญที่รับเข้ามา ใช้สำหรับแสดงค่าจำนวนเงินที่หยอดเหรียญเข้ามา โดยจะใช้อุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนจำนวน 2 หลัก ซึ่งสามารถแสดงจำนวนเงินได้สูงสุดเป็นจำนวน 95 บาท

5) ภาคแสดงผล โดยใช้แอลอีดีแสดงสภาวะในกรณีที่สามารถเลือกซื้อถุงยางอนามัยชนิดนั้นๆ ได้ และเมื่อถุงยางอนามัยหมด

6) ภาคขับมอเตอร์ทอน-คืนเหรียญ ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนให้สามารถจ่ายเหรียญออกมายังช่องจ่ายเหรียญ ในกรณีผู้ใช้บริการหยอดเหรียญเกินราคาสินค้ามอเตอร์จะทำการทอนเหรียญหรือจะทำการคืนเหรียญเมื่อผู้ใช้บริการต้องการยกเลิกการซื้อสินค้า

7) ภาคขับมอเตอร์จ่ายสินค้า ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนไปยังตำแหน่งตัวจ่ายสินค้าและช่องสินค้า เมื่อผู้ใช้บริการเลือกซื้อชนิดนั้นๆ

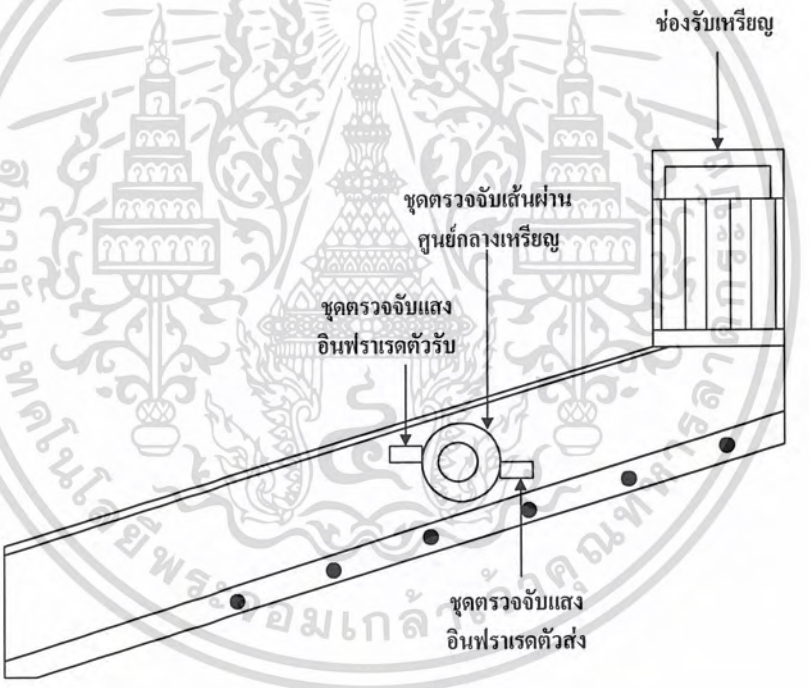
8) ภาคจ่ายไฟ ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับส่วนต่างๆ ของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ ซึ่งจะแยกภาคจ่ายไฟของภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ออกเพราะต้องการกำลังขับสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบระบบกลไก

3.2.1 การออกแบบรางเหรียญ

ในการออกแบบและสร้างรางเหรียญนั้นใช้แผ่นอคิลิคสีดำขนาด 3 มิลลิเมตรในการจัดทำ เนื่องจากอุปกรณ์ตรวจจับเส้นผ่านศูนย์กลางเหรียญขนาด 5 บาทและ 10 บาท อาศัยหลักการการเคลื่อนที่ของเหรียญตัดผ่านอุปกรณ์ตรวจจับ กล่าวคือ เมื่อมีเหรียญผ่านเข้ามาอุปกรณ์ตรวจจับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญจึงทำการส่งสภาวะ “1” ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่ถ้าไม่มีเหรียญผ่านเข้ามาจะทำการส่งสภาวะ “0” ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลไปยังอุปกรณ์แสดงผลแบบเจ็ดส่วนต่อไป ซึ่งรางเหรียญที่ได้ทำการออกแบบแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ลักษณะของรางเหรียญ

ส่วนประกอบของรางเหรียญและการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ บนรางเหรียญ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1) ช่องรับเหรียญ ใช้สำหรับทำการรับเหรียญที่ผู้ใช้บริการหยอดเข้ามา

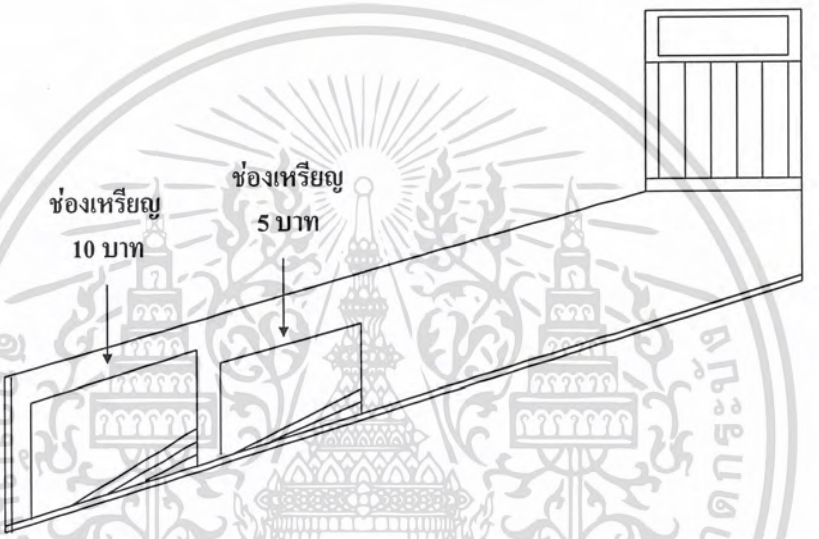
2) ชุดตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดตัวรับ จะติดตั้งด้านหลังของรางเหรียญ เพื่อตรวจสอบขณะมีเหรียญผ่านเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ชุดตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดตัวส่ง จะติดตั้งบริเวณด้านหน้าของรางเหรียญ ใช้สำหรับตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ

3.2.2 การออกแบบรางคัดแยกเหรียญ

เมื่อเหรียญผ่านการตรวจสอบแล้วจะทำให้เหรียญวิ่งผ่านมายังรางคัดแยกเหรียญ เพื่อทำการคัดแยกเหรียญชนิดต่างๆ ลงในช่องเก็บเหรียญแต่ละชนิด โดยถ้าเป็นเหรียญ 5 บาทจะลงในช่องที่ 1 และถ้าเป็นเหรียญ 10 บาทจะลงในช่องที่ 2 รางคัดแยกเหรียญแสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ลักษณะของรางคัดแยกเหรียญ

3.2.3 การออกแบบชุดจ่ายเหรียญ

ส่วนประกอบต่างๆ ของส่วนจ่ายเหรียญประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

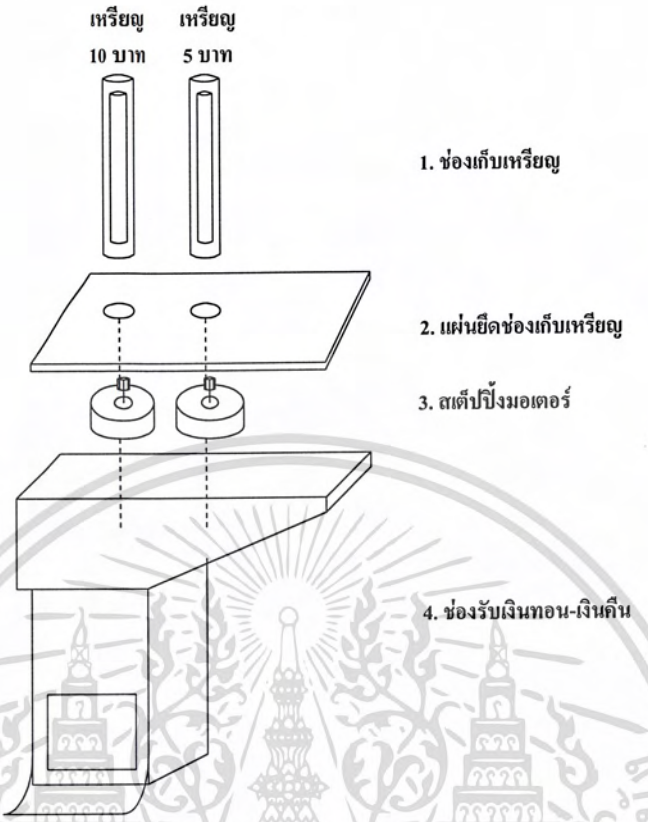
1) ช่องเก็บเหรียญ มีอยู่ด้วยกัน 2 ขนาด คือ ช่องเก็บเหรียญ 5 บาท และช่องเก็บเหรียญ 10 บาท ตามลำดับ

2) แผ่นยึดสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ทำหน้าที่ยึดตัวสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ทำจากแผ่นอคิลิคสีขาวหนา 3 มิลลิเมตร

3) สเต็ปปิ้งมอเตอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อนให้จ่ายเหรียญออกมา โดยมีอยู่ด้วยกัน 2 ตัว เพื่อใช้ขับเคลื่อนให้จ่ายเหรียญ 5 บาทและเหรียญ 10 บาท ตามลำดับ

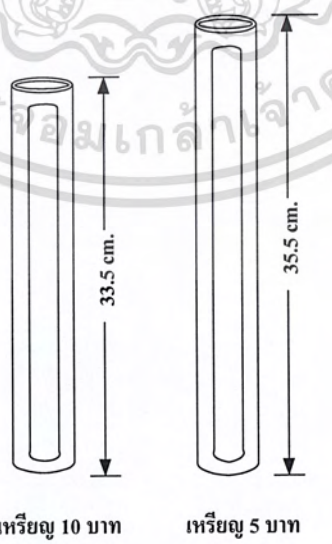
4) ช่องรับเงินทอน – คืนเหรียญ เป็นช่องสำหรับให้ผู้ใช้บริการรับเงินทอนและเงินคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ลักษณะของชุดจ่ายเหรียญ

3.2.4 การออกแบบช่องเก็บเหรียญ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5 ลักษณะของช่องเก็บเหรียญ

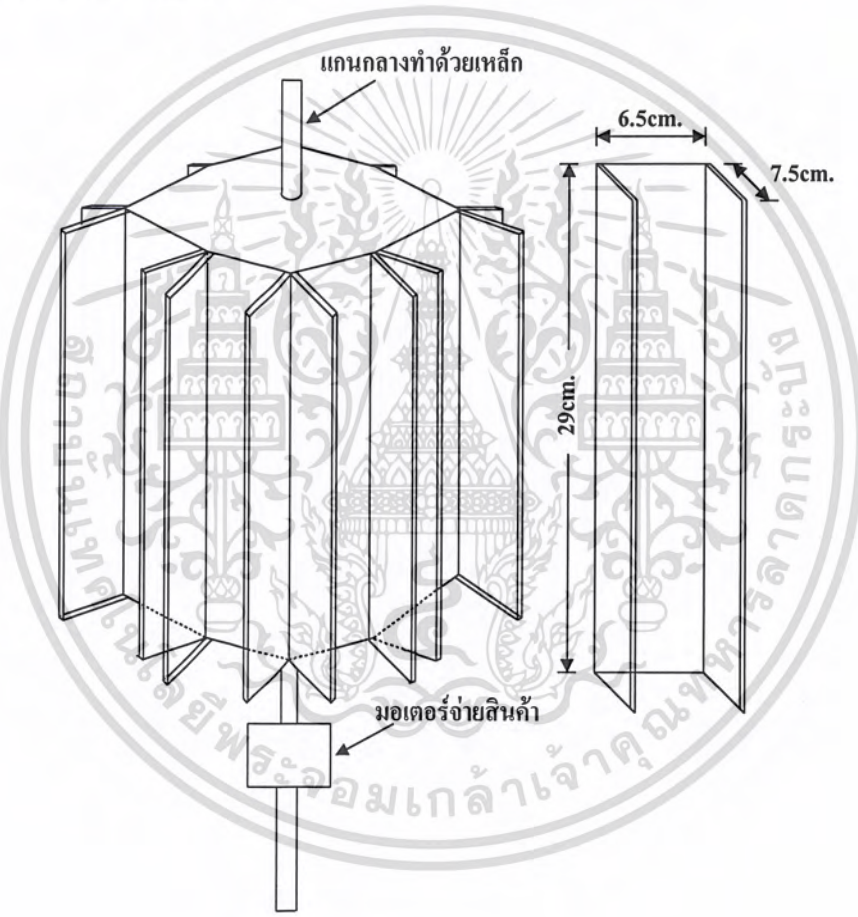
ในการออกแบบช่องเก็บเหรียญดังรูปที่ 3.5 จะให้ท่อพีวีซีในการจัดทำเพราะสามารถหาซื้อได้ง่าย โดยช่องเก็บเหรียญ 5 บาท และเหรียญ 10 บาท จะใช้ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 33 มิลลิเมตร

โดยช่องเก็บเหรียญแต่ละช่องสามารถบรรจุเหรียญได้ตามจำนวนดังนี้

1) ช่องเก็บเหรียญ 5 บาท สามารถบรรจุเหรียญได้จำนวน 160 เหรียญ

2) ช่องเก็บเหรียญ 10 บาท สามารถบรรจุเหรียญได้จำนวน 120 เหรียญ

3.2.5 การออกแบบช่องเก็บสินค้า



รูปที่ 3.6 ลักษณะของช่องสินค้า

ในการออกแบบช่องเก็บสินค้าดังรูปที่ 3.6 จะใช้สแตนเลสตัดและเชื่อมต่อเข้ากันให้เป็นรูปแปดเหลี่ยม โดยใช้แกนเหล็กเป็นตัวยึดแกนกลางของช่องเก็บสินค้า และติดตั้งสเต็ปปิ้งมอเตอร์ไว้ด้านบนของช่องเก็บสินค้าเพื่อสามารถหมุนช่องสินค้าให้ตรงกับชุดจ่ายสินค้าที่ผู้ใช้บริการเลือกซื้อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การออกแบบชุดจ่ายสินค้า

เมื่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนช่องเก็บสินค้าในส่วนของชนิดที่ผู้ใช้บริการเลือกซื้อตรงกับชุดจ่ายสินค้า มอเตอร์ในชุดจ่ายสินค้าจะทำการดีดสินค้าออกมาทางช่องรับสินค้า ซึ่งจะติดตั้งมอเตอร์ไว้ในส่วนแกนกลางด้านล่างของช่องเก็บสินค้า

3.2.7 การออกแบบชุดทอน-คืนเหรียญ

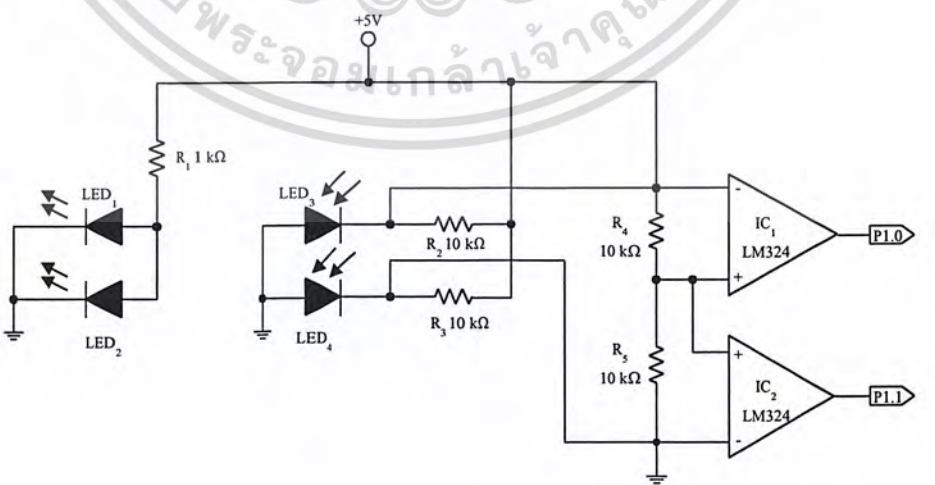
เมื่อผู้ใช้บริการกดเลือกซื้อสินค้าและรับสินค้าเป็นที่เรียบร้อย เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติจะทำการทอนเหรียญในกรณีจำนวนเงินที่หยอดเหรียญเกินจากราคาสินค้าที่เลือกซื้อ และจะทำการคืนเหรียญเมื่อผู้ใช้บริการยกเลิกการใช้บริการ โดยยึดติดมอเตอร์ไว้กับแผ่นรองชุดจ่ายเหรียญ 5 บาทและ 10 บาท ซึ่งมอเตอร์ที่ใช้ทอนและคืนเหรียญนั้นใช้ตัวเดียวกัน

3.3 การออกแบบวงจร

3.3.1 ภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ

วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด การออกแบบจะใช้ไดโอดอินฟราเรดเป็นตัวส่งและรับสัญญาณตามลำดับ โดยมีหลักการทำงานคือ ในขณะที่ไม่มีเหรียญผ่านเข้ามา เอาต์พุตจะมีสถานะเป็น “1” จนกว่าจะมีเหรียญผ่านเข้ามาจึงจะเปลี่ยนสถานะเป็น “0”

วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดมี 2 ชุด โดยชุดส่งจะติดตั้งบริเวณด้านหน้าของรางเหรียญ ใช้สำหรับตรวจสอบการเคลื่อนที่ของเหรียญผ่านเข้ามา ส่วนชุดรับจะติดตั้งบริเวณด้านหลังของรางเหรียญเพื่อทำการตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ



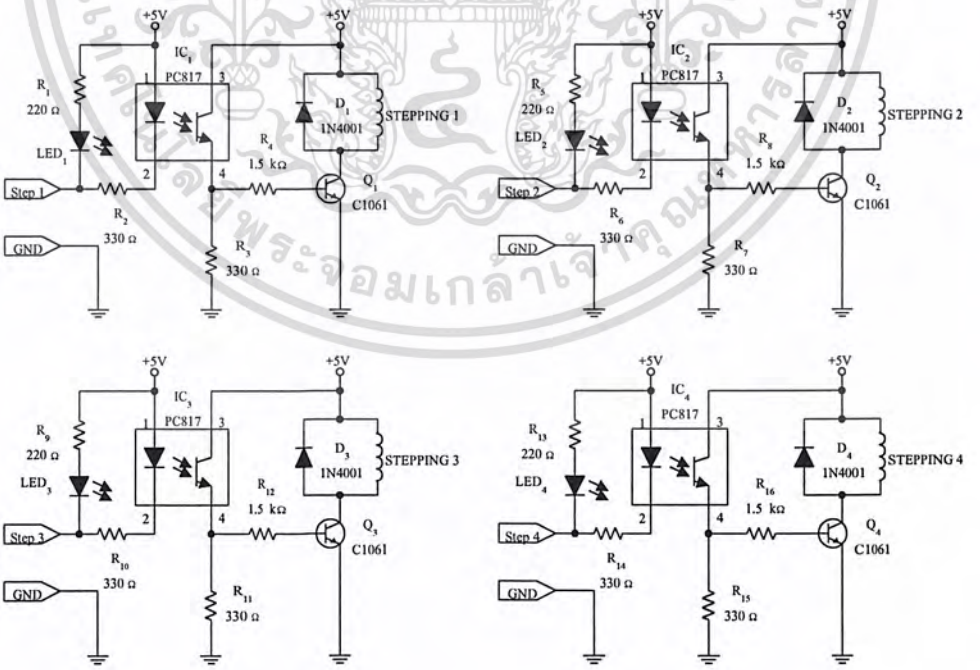
รูปที่ 3.7 วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่ใช้เป็นแบบยูนิโพลาร์ โดยการทำงานของวงจรจะป้อนลอจิกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ให้กับชุดขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

หลักการทำงานของวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ อาศัยคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยลอจิกที่สามารถทำให้ชุดขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ทำงานคือ ลอจิก “1” เมื่อมีคำสั่งส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีลอจิกเป็น “1” แอลอีดีภายในออปโต้ PC 817 จะนำกระแส โดยมีตัวต้านทานค่า 220 โอห์ม ทำหน้าที่จำกัดกระแส เมื่อทรานซิสเตอร์ที่อยู่ภายในออปโต้ PC817 นำกระแส จะมีกระแสส่วนหนึ่งไหลผ่านตัวต้านทาน 330 โอห์มลงกราวด์ และอีกส่วนหนึ่งจะไหลผ่านตัวต้านทาน 1.5 กิโลโอห์ม ไปทำการไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์ C1016 ซึ่งสามารถขับกระแสได้ 2 แอมป์ เมื่อทรานซิสเตอร์นำกระแสจะทำให้กระแสที่ไหลจากแหล่งจ่ายไฟผ่านยังขดลวดสเต็ปปิ้งมอเตอร์ครบวงจร ส่วนไดโอด 1N4001 ทำหน้าที่ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับในขณะที่มอเตอร์หยุดทำงาน วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะมีทั้งหมด 4 ชุด แต่ละชุดนำไปขับขดลวดแต่ละขด สำหรับชุดจ่ายไฟของขดลวดสเต็ปปิ้งมอเตอร์กับชุดจ่ายไฟของอินพุตจะแยกอิสระต่อกันเพื่อตัดปัญหาในเรื่องสัญญาณรบกวนและปัญหาอื่นๆ ที่จะเข้ามารบกวนระบบควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์



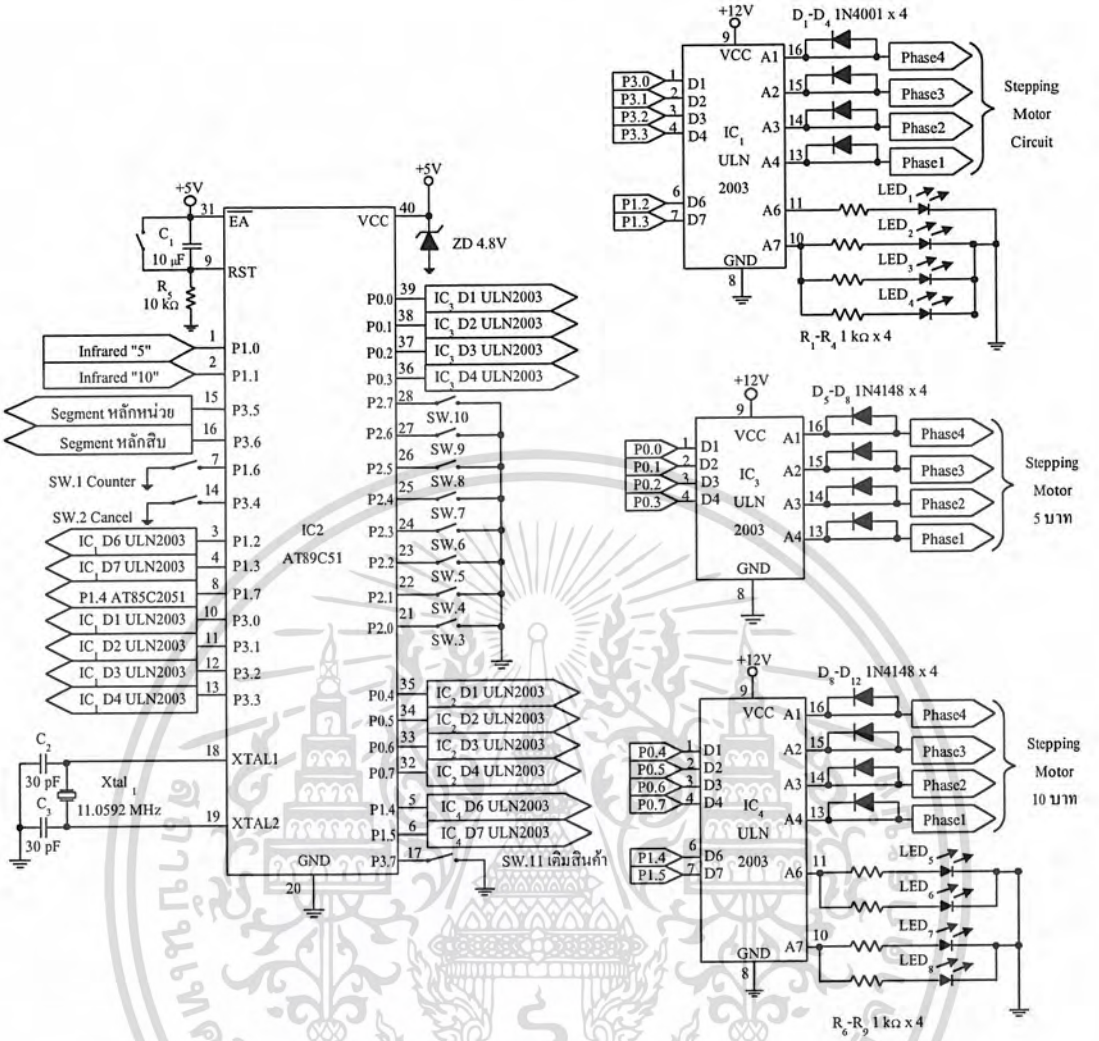
รูปที่ 3.8 วงจรภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ภาคควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ในส่วนของภาคประมวลผลทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 เป็นส่วนประมวลผล และใช้โปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้เป็นโปรแกรมควบคุมขั้นตอนการทำงานของวงจรทั้งหมดของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ การทำงานของวงจรทั้งหมดประกอบด้วย วงจรตรวจสอบเหรียญซึ่งต่อกับพอร์ต P1.0 และ P1.1 มีสถานะเป็น “0” เมื่อไม่มีเหรียญผ่านเข้ามา แต่ถ้ามีเหรียญผ่านชุดตรวจสอบเหรียญจะมีสถานะเป็น “1” ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสถานะไปยังภาคแสดงผลต่อไป ส่วนพอร์ต P1.2, P1.3, P1.4, P1.5 และ P3.7 จะเป็นส่วนแสดงราคาสินค้าซึ่งต่อเข้ากับ IC ULN2003 เป็นไอซีขยายกระแสประมาณ 500 มิลลิแอมป์ โดยจะแสดงราคา 30 บาท 35 บาท 40 บาท และ 60 บาท ส่วน P1.6 เป็นพอร์ตต่อกับวงจรควบคุมการหมุนของชุดเก็บสินค้า โดยทำการตรวจสอบการเปิด-ปิดของ SW.1 เพื่อเป็นการเลือกช่องที่บรรจุกล่องถุงยางอนามัยให้ตรงกับชุดจ่ายสินค้าทางพอร์ต P3.0 - P3.3 ซึ่งจะทำหน้าที่ดีดกล่องถุงยางอนามัยออกทางช่องรับสินค้า ส่วน P3.4 เป็นสวิตซ์ที่ใช้ในการยกเลิกการใช้บริการโดยมีชุดคืนเหรียญต่อกับพอร์ต P0.0 – P0.7 การกดเลือกสินค้าทั้ง 8 ชนิดจะผ่านทางพอร์ต P2.0 – P2.7 ถ้ามีการกดสวิตซ์จะส่งสถานะ “0” ไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้หมุดช่องเก็บสินค้าไปตรงตำแหน่งกับชุดจ่ายสินค้า สุดท้ายใช้ส่งไปยังวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนโดยผ่านทางพอร์ต P3.5 ควบคุมการแสดงผลจำนวนเงินหลักหน่วย และ P3.6 แสดงผลจำนวนเงินหลักสิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

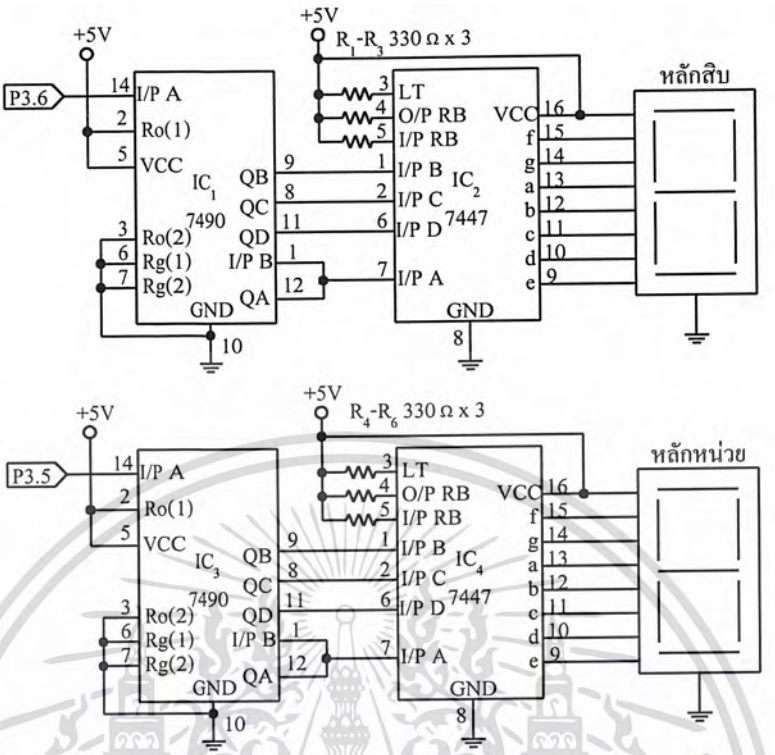


รูปที่ 3.9 วงจรภาคควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

3.3.4 ภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

ภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนใช้สำหรับแสดงค่าจำนวนเงินที่หยอดเหรียญ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 นี้จะมีพอร์ตสำหรับต่อกับภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วนได้โดยตรง โดยที่ภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนนี้จะมีจำนวน 2 หลักเพื่อจะแสดงค่าของจำนวนเงินได้จนถึงเลข 95 ซึ่งตำแหน่งของหลักหน่วยอินพุตที่ได้จะนำค่าลอจิกจากพอร์ต P3.5 ส่วนหลักสิบนั้นอินพุตจะได้จากพอร์ต P3.6 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

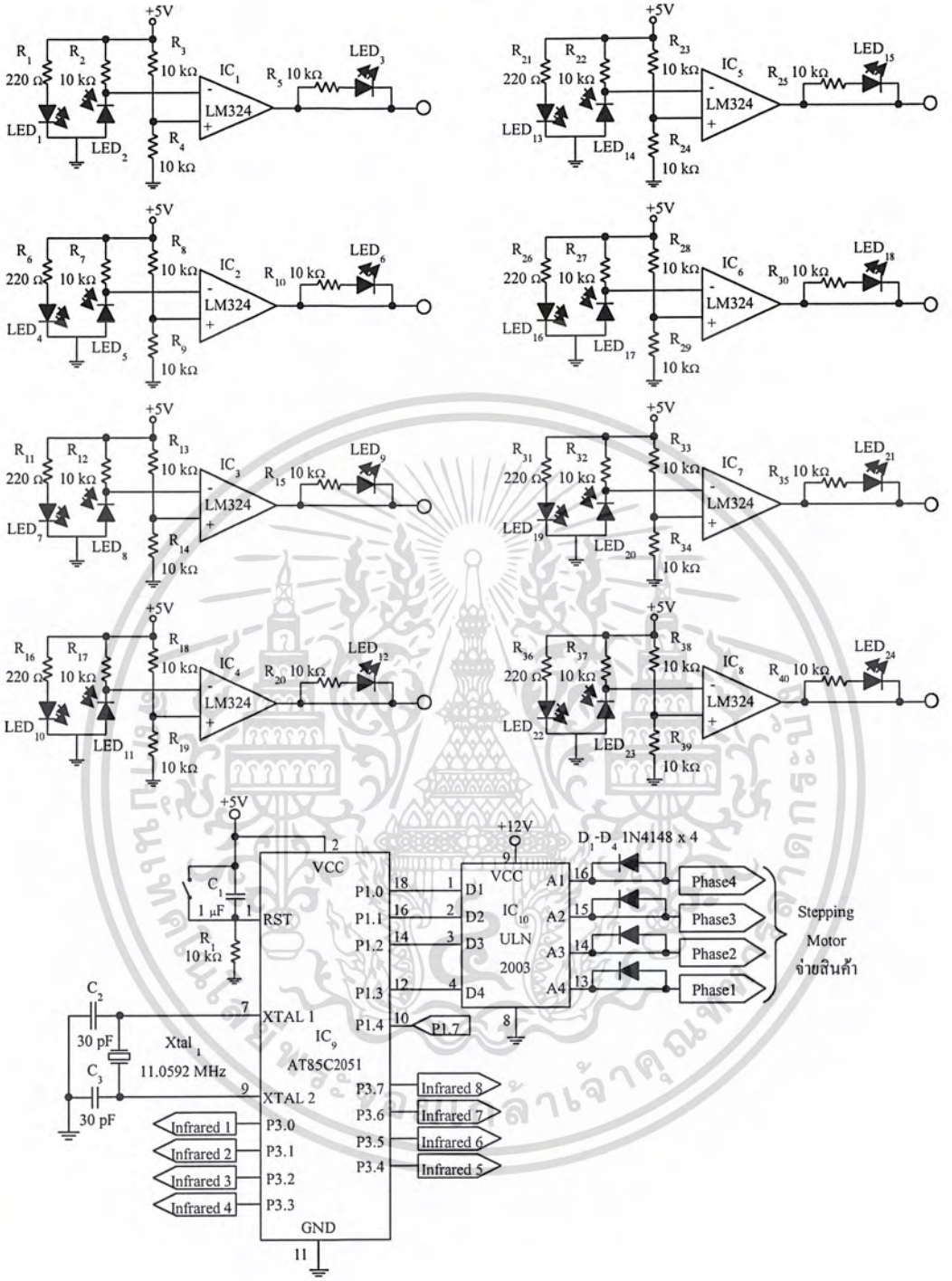
3.3.5 ภาคตรวจสอบสินค้า

วงจรใช้งานในภาคตรวจสอบสินค้านั้นประกอบด้วย 2 วงจร คือ

1) วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดประกอบด้วยวงจรทั้งหมด 8 ชุด โดยใช้ไดโอดอินฟราเรดเป็นตัวส่งและรับสัญญาณตามลำดับ ซึ่งจะติดตั้งชุดส่งและชุดรับบริเวณด้านข้างของช่องเก็บสินค้าแต่ละช่องทั้งหมดทั้ง 8 ช่องสินค้า

2) วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT85C2051 เป็นตัวควบคุมการทำงานของภาคตรวจสอบสินค้า ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 จะส่งสัญญาณผ่านทางพอร์ต P1.7 ให้กับพอร์ต P1.4 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT85C2051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



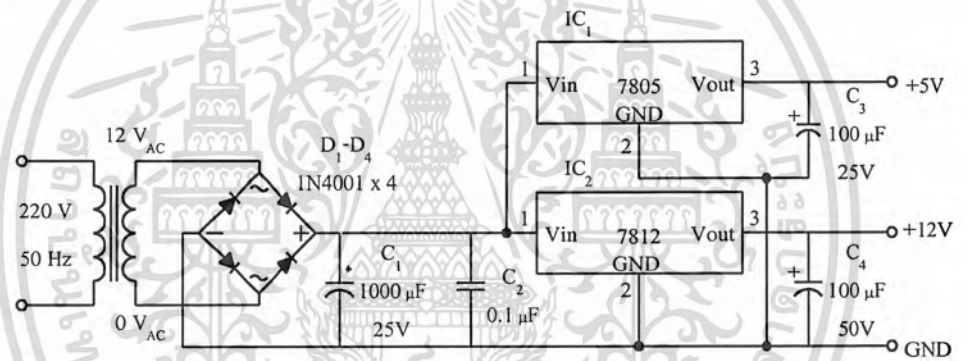
รูปที่ 3.11 วงจรควบคุมภาคตรวจสอบสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 ภาคจ่ายไฟ

การออกแบบวงจรภาคจ่ายไฟทำหน้าที่จ่ายแรงดันให้กับวงจรในส่วนต่างๆ ของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 3.11 ซึ่งมีการทำงานดังนี้

เมื่อมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์เข้ามาทางด้านขดลวดปฐมภูมิ หม้อแปลงจะเกิดการเหนี่ยวนำ ทำให้มีแรงดันออกทางขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับค่า 12 – 0 โวลต์ เมื่อผ่านวงจรเร็กกูเลเตอร์โดยใช้ไอซีเร็กกูเลอร์เบอร์ 7812 จะได้แรงดันไฟตรงค่า +12 โวลต์ ซึ่งให้กระแสสูงสุด 1 แอมป์เพื่อป้อนให้กับวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แรงดันไฟตรง +12 โวลต์นี้ และอีกส่วนหนึ่งจะผ่านวงจรเร็กกูเลเตอร์โดยใช้ไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ 7805 จะได้แรงดันไฟตรงค่า +5 โวลต์ เพื่อป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 และออปโต้ PIC817 ซึ่งเป็นภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์จ่ายสินค้า

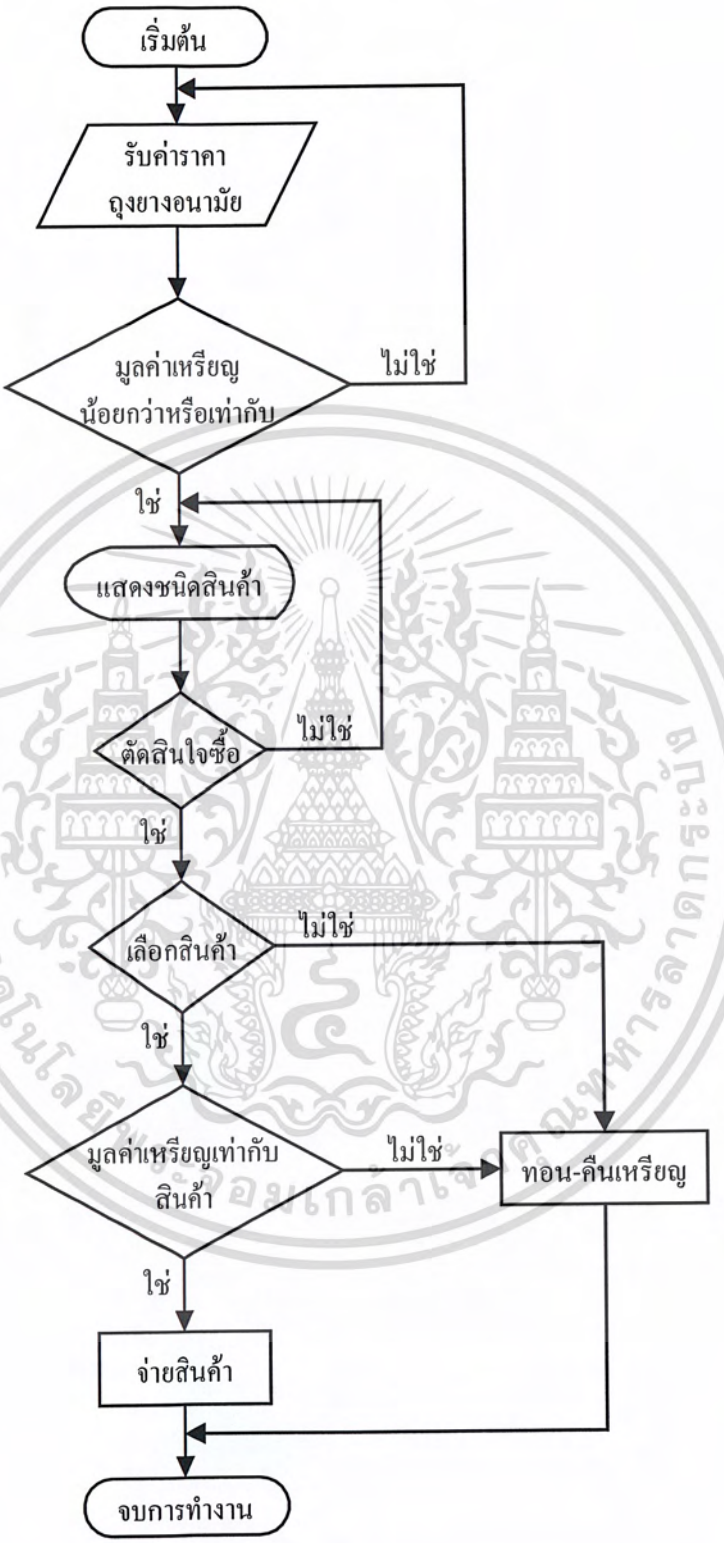


รูปที่ 3.12 วงจรภาคจ่ายไฟ

3.3.7 ผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

การทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติเริ่มต้นด้วยการรับค่าการหยอดเหรียญจากผู้ใช้บริการ เมื่อรับค่าจำนวนเงินแล้วเครื่องจะทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่รับเข้ามากับราคาสินค้าที่มีอยู่ ถ้ามูลค่าที่รับเข้ามามีค่าน้อยกว่าราคาสินค้าจะทำการเริ่มต้นการรับค่าราคาเพิ่มจนกว่ามูลค่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับราคาสินค้า เครื่องจะแสดงชนิดสินค้าที่สามารถเลือกซื้อได้ หลังจากนั้นเครื่องจะทำการรับค่ามูลค่าสินค้าเพื่อให้ผู้ใช้บริการตัดสินใจเลือกซื้อ ถ้าผู้ใช้บริการตัดสินใจซื้อสินค้าเครื่องจะทำการเปรียบเทียบจำนวนเงินที่รับเข้ามากับราคาสินค้าในกรณีที่มีราคาเท่ากันจะทำการจ่ายสินค้าโดยทันที แต่ถ้าจำนวนเงินมีมูลค่ามากกว่าราคาสินค้าเครื่องจะทำการทอนเงินหลังจากจ่ายสินค้า และในกรณีที่ผู้ใช้บริการยกเลิกการซื้อสินค้าเครื่องจะทำการคืนเงินทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้ เป็นการทดลองและผลการทดลองการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติในส่วนต่างๆ ประกอบด้วย ภาคตรวจสอบเหรียญ ภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน ภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ภาคแสดงผลแอลอีดี ชุดทอนเหรียญ และชุดคืนเหรียญ โดยที่เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติจะกำหนดราคาสินค้าไว้ดังนี้ ชนิดที่ 1, 2 และ 3 ราคา 30 บาท ชนิดที่ 4 ราคา 35 บาท ชนิดที่ 5 และ 6 ราคา 40 บาท และชนิดที่ 7 และ 8 ราคา 60 บาท ซึ่งมีรายละเอียดการทดลองและผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.2 การทดลองชุดตรวจสอบเหรียญ

ลำดับขั้นการทดลอง

การทดลองในส่วนนี้ เป็นการทดลองการทำงานของภาคตรวจสอบเหรียญกษาปณ์ กล่าวคือ จะทำการตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ โดยทำการหยอดเหรียญ 10 บาท และเหรียญ 5 บาท จำนวนชนิดละ 100 เหรียญ เพื่อดูลักษณะการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติสามารถทำการตรวจสอบและแยกแยะเหรียญได้ชนิดละกี่เหรียญ

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองภาคตรวจสอบเหรียญ

ชนิดเหรียญ	จำนวนเหรียญที่ผ่าน	จำนวนเหรียญที่ไม่ผ่าน	คิดเป็น
5 บาท	81	19	81%
10 บาท	82	18	82%

จากการทดลอง การทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติในส่วนของภาคตรวจสอบเหรียญนั้น ทดลองโดยทำการหยอดเหรียญ 10 บาท และเหรียญ 5 บาท จำนวน

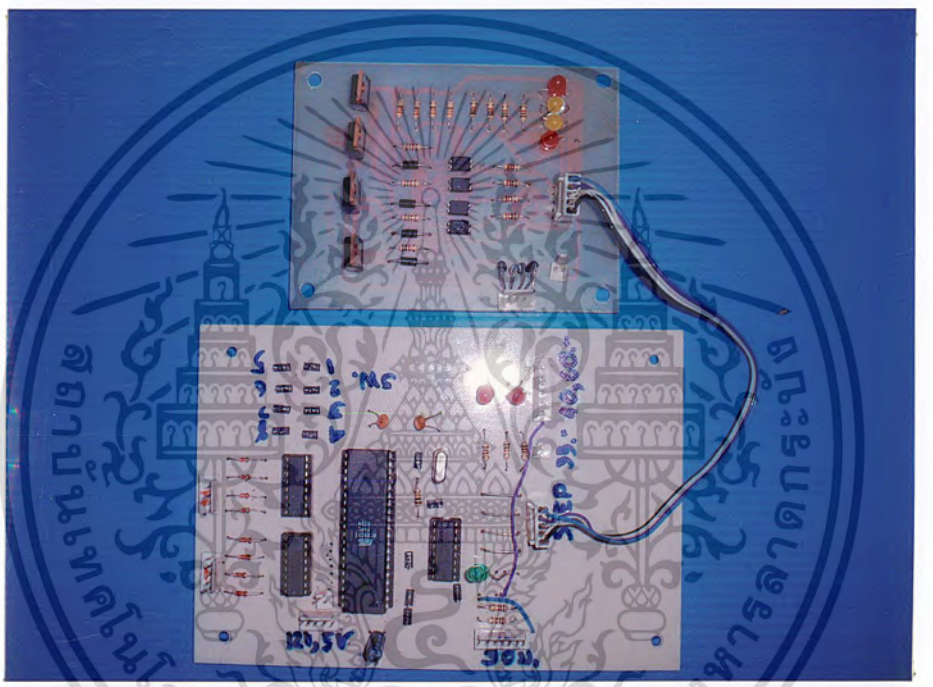
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดละ 100 เหรียญ ผลปรากฏว่า เครื่องสามารถทำการตรวจสอบเหรียญผ่านเกิน 80% ขึ้นไป ในแต่ละชนิดของเหรียญ

4.3 การทดลองสเต็ปปิ้งมอเตอร์

ลำดับขั้นการทดลอง

1) ต่อวงจรสเต็ปปิ้งมอเตอร์เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การต่อวงจรสเต็ปปิ้งมอเตอร์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51

2) กดสวิตซ์เลือกสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งจากวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 ในที่นี้กดเลือกสินค้าชนิดที่ 5

3) สังเกตการหมุนช่องสินค้ากับการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

ผลการทดลอง

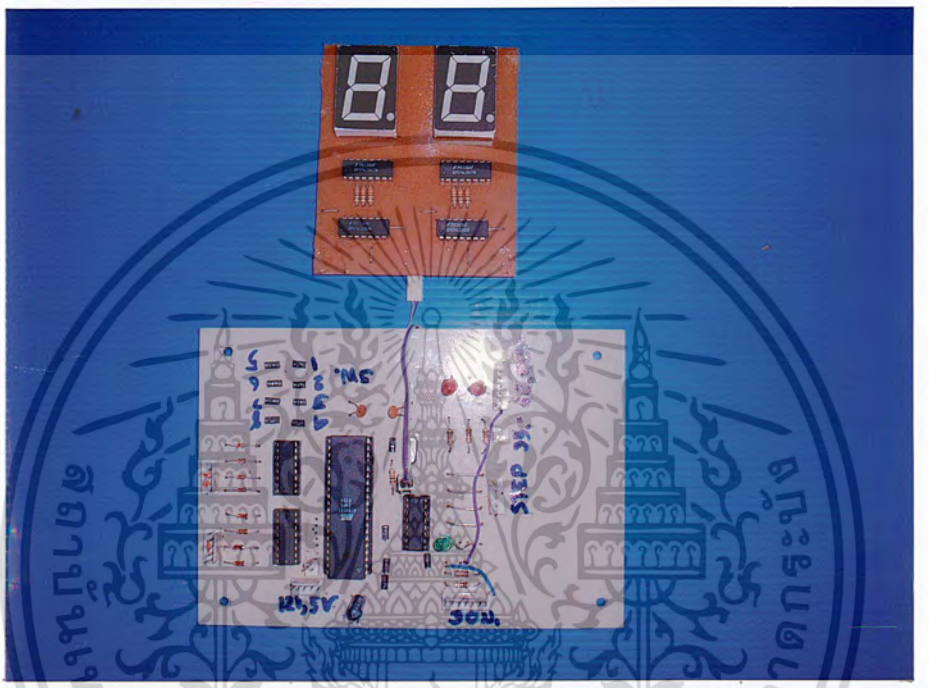
สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะอยู่ในตำแหน่งสินค้าชนิดที่ 1 ตลอดเวลา เมื่อทำการกดสวิตซ์เลือกสินค้าจะทำให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนช่องสินค้าจากชนิดที่ 1 ไปยังตำแหน่งชนิดที่ 5 ทันที โดยจะหมุนไปทางซ้าย 5 ตำแหน่ง หลังจากนั้นชุดจ่ายสินค้าจะทำการดีดสินค้าออกทางช่องรับสินค้า และจะทำการหมุนกลับมาทางขวา 5 ตำแหน่งซึ่งจะกลับมาตำแหน่งเริ่มต้นเพื่อรอการใช้งานครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

ลำดับขั้นการทดลอง

1) ต่อวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนทั้งหลักสิบและหลักหน่วยเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51 ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การต่อวงจรแสดงผลตัวเลขแบบเจ็ดส่วนเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C51

2) หยอดเหรียญ 5 บาทจำนวน 1 เหรียญและเหรียญ 10 บาทจำนวน 1 เหรียญ

3) ทำการหยอดเหรียญ 5 บาทและเหรียญ 10 บาทต่อไปเรื่อยๆ ในที่นี้จะทำการหยอดเหรียญ 5 บาทและเหรียญ 10 บาท ชนิดละ 4 เหรียญ สังเกตการแสดงผลบนอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

ผลการทดลอง

อุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนจำนวน 2 หลักนั้นจะเริ่มทำงานทันทีเมื่อหยอดเหรียญเหรียญ 5 บาท กล่าวคือ หลักหน่วยจะแสดงค่าตัวเลข 5 ส่วนหลักสิบจะแสดงค่าเป็นตัวเลข 0 หลังจากนั้นหยอดเหรียญ 10 บาทจะทำให้หลักสิบทำงานซึ่งจะแสดงค่าตัวเลข 1 ออกมา เมื่อเพิ่มค่าเหรียญขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งเป็นเหรียญ 5 บาท จำนวน 4 เหรียญและเหรียญ 10 บาท จำนวน 4 เหรียญ จะทำให้หลักสิบแสดงผลเลข 6 และหลักหน่วยแสดงผลเลข 0 ตามจำนวนเงินที่ทำการหยอดเหรียญจริง ดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 ผลการทดลองการแสดงจำนวนเงินทางอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

4.5 การทดลองการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

การทดลองในส่วนนี้เป็นการทดลองและตรวจสอบผลการทำงานทั้งหมดของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

4.5.1 กรณีหยอดเหรียญไม่เพียงพอต่อมูลค่าของสินค้า

ลำดับขั้นการทดลอง

1) หยอดเหรียญ 5 บาทจำนวน 1 เหรียญและเหรียญ 10 บาทจำนวน 1 เหรียญ

2) สังเกตการทำงานของแอลอีดีแสดงมูลค่าสินค้าด้านหน้าเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

ผลการทดลอง

ไม่มีแอลอีดีแสดงผลมูลค่าสินค้าตัวใดติด จนกว่าจะทำการหยอดเหรียญเพิ่มขึ้นถึงราคาสินค้าต่ำสุดแอลอีดีจึงจะเริ่มทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 การแสดงผลของแอลอีดีกรณีหยอดเหรียญไม่เพียงพอต่อมูลค่าของสินค้า

4.5.2 กรณีเลือกซื้อสินค้ามีมูลค่าพอดีกับการหยอดเหรียญ

ลำดับขั้นการทดลอง

1. หยอดเหรียญ 5 บาทจำนวน 3 เหรียญและเหรียญ 10 บาทจำนวน 2 เหรียญ
2. กดเลือกสินค้าชนิดที่ 4 (35 บาท)
3. สังเกตการแสดงผลของแอลอีดี การทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ชุดจ่ายสินค้า และชุดทอน- คืนเหรียญ

ผลการทดลอง

เมื่อหยอดเหรียญเป็นจำนวนเงินตามราคาสินค้าที่ต้องการ แอลอีดีสินค้าชนิดที่ 1-4 ติด หลังจากนั้นกดเลือกสินค้าจะทำให้สเต็ปปิ้งหมุนช่องสินค้าไปยังตำแหน่งที่สินค้าชนิดที่ 4 และชุดจ่ายสินค้าจะทำการดีดสินค้าออกทางช่องรับสินค้าและจะทำการหมุนกลับไปยังตำแหน่งที่ 1 เหมือนเดิม ส่วนชุดเก็บเหรียญจะทำการเก็บเหรียญเข้าช่องเก็บเหรียญทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 การแสดงผลของแอลอีดีกรณีเลือกซื้อสินค้ามีมูลค่าพอดีกับการหยอดเหรียญ

4.5.3 กรณีหยอดเหรียญเกินมูลค่าของสินค้า

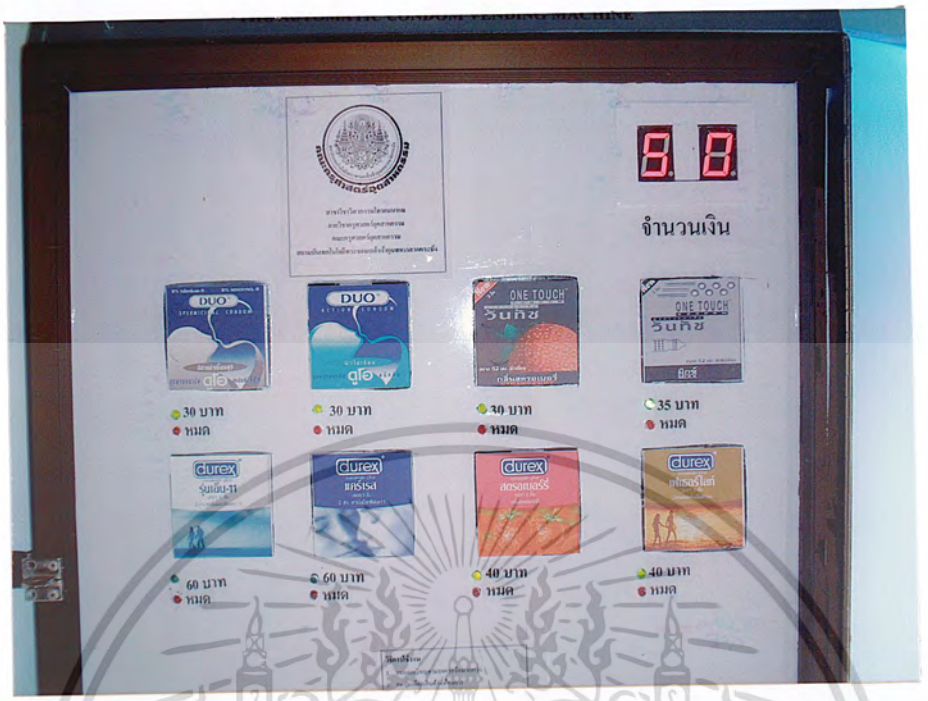
ลำดับขั้นการทดลอง

1. หยอดเหรียญ 5 บาทจำนวน 4 เหรียญและเหรียญ 10 บาทจำนวน 3 เหรียญ
2. กดเลือกสินค้าชนิดที่ 6 (40 บาท)
3. สังเกตการแสดงผลของแอลอีดี การทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ชุดจ่ายสินค้า และชุดทอน- คืนเหรียญ

ผลการทดลอง

เมื่อหยอดเหรียญจนครบ ภาคแสดงผลจะแสดงมูลค่าของเหรียญเท่ากับ 50 บาท แอลอีดีสินค้าชนิดที่ 1-6 ติด หลังจากนั้นกดเลือกสินค้าจะทำให้สเต็ปปิ้งหมุนช่องสินค้าไปยังตำแหน่งที่สินค้าชนิดที่ 6 ชุดจ่ายสินค้าจะทำการดีดสินค้าออกทางช่องรับสินค้าแล้วจะทำการหมุนกลับไปยังตำแหน่งที่ 1 เหมือนเดิม ส่วนชุดเก็บเหรียญจะทำการเก็บเหรียญเข้าช่องเก็บเหรียญทันที แต่ในกรณีนี้มอเตอร์จะหมุนทอนเหรียญคืนโดยที่จะทำการทอนเหรียญ 5 บาทเป็นจำนวน 2 เหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 การแสดงผลของแอลอีดีกรณีหยอดเหรียญเกินมูลค่าของสินค้า

4.5.4 กรณียกเลิกการใช้บริการ

ลำดับขั้นการทดลอง

1. หยอดเหรียญ 5 บาทจำนวน 2 เหรียญและเหรียญ 10 บาทจำนวน 2 เหรียญ
2. กดปุ่มยกเลิกการใช้บริการ
3. สังเกตการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ควบคุมเหรียญ 5 บาทและเหรียญ 10 บาท

ผลการทดลอง

ชุดคืนเหรียญทำงานทันทีเมื่อกดปุ่มยกเลิก ซึ่งมอเตอร์ควบคุมเหรียญ 5 บาทจะทำการคืนเหรียญก่อนจบครบหลังจากนั้นมอเตอร์ควบคุมเหรียญ 10 บาทจะทำการคืนเหรียญต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติสามารถบรรจุสินค้าได้ 8 ชนิด 4 ราคา คือ ชนิดที่ 1, 2 และ 3 ราคา 30 บาท ชนิดที่ 4 ราคา 35 บาท ชนิดที่ 5 และ 6 ราคา 40 บาท และชนิดที่ 7 และ 8 ราคา 60 บาท โดยสินค้าสามารถบรรจุได้ช่องละ 14 กล่อง ส่วนช่องเก็บเหรียญ 5 บาทสามารถบรรจุได้ประมาณ 160 เหรียญ ช่องเก็บเหรียญ 10 บาทสามารถบรรจุได้ประมาณ 120 เหรียญ เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติสามารถใช้ได้เฉพาะเหรียญ 5 บาทและเหรียญ 10 บาทเท่านั้น สามารถทอนเงินได้ในกรณีที่หยอดเหรียญเกินมูลค่าของสินค้า ถ้าผู้ใช้บริการต้องการยกเลิกในการซื้อสินค้าจะสามารถกดปุ่มยกเลิกได้ การจ่ายสินค้าและเลือกซื้อสามารถทำได้ครั้งละ 1 กล่อง เครื่องสามารถหยอดเหรียญได้ไม่เกิน 95 บาท และมีแอลอีดีแสดงผลเมื่อสินค้าในช่องนั้นๆ หมด โดยเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติสามารถทำงานได้ 75 เปอร์เซ็นต์

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา การทำมุมเอียงของรางเหรียญและความคงทนของรางเหรียญ ไม่สามารถทำให้เหรียญผ่านได้ตามที่กำหนดไว้ ในการคัดแยกเหรียญ 5 บาท และเหรียญ 10 บาทลงท่อเก็บเหรียญ

แนวทางแก้ไข ทดลองหยอดเหรียญ 5 บาทและเหรียญ 10 บาทที่มุมเอียงขนาดต่างๆ เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและจัดทำรางเหรียญใหม่โดยใช้แผ่นอคิลิคที่มีความคงทน ซึ่งใช้แผ่นอคิลิคแผ่นเดียวกันตลอดเพื่อจะทำให้เหรียญสามารถวิ่งผ่านได้ง่ายยิ่งขึ้น

2. ปัญหา ช่องเก็บสินค้า มีขนาดพอดีกับกล่องถุงยางอนามัยบางชนิดมากเกินไป ทำให้ถุงยางอนามัยชนิดอื่นไม่สามารถวางในช่องเก็บสินค้าได้

แนวทางแก้ไข สำรวจและวัดขนาดของกล่องถุงยางอนามัยเพื่อเป็นมาตรฐานในการสร้างช่องเก็บสินค้า โดยตัดแผ่นสังกะสีให้มียืดหยุ่นสามารถใส่กล่องถุงยางอนามัยได้หลายขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปัญหา มอเตอร์ไม่สามารถทำการทอน – คืนเหรียญได้เนื่องจากเหรียญที่อยู่ในช่องเก็บเหรียญมีน้ำหนักมากเกินไป

แนวทางแก้ไข โดยการใช้มอเตอร์ที่มีกำลังขับสูงขึ้น

4. ปัญหา มอเตอร์ทอน-คืนเหรียญ ทอนเงินเกินเนื่องจากความสูงของท่อเก็บเหรียญมีความสูงจากแผ่นฐานรองรับเหรียญมากเกินไป

แนวทางแก้ไข วัดขนาดของเหรียญแต่ละชนิดและทำการจัดวางท่อเก็บเหรียญให้มีความสูงจากฐานรองรับเหรียญพอประมาณ โดยมีความสูงประมาณกึ่งกลางของเหรียญถัดไป เพื่อทำให้มอเตอร์ไม่สามารถปัดเหรียญที่สองได้

5. ปัญหา อุปกรณ์ตรวจสอบสินค้าและช่องเก็บสินค้าไม่มีความเที่ยงตรงเนื่องจากเป็นสวิตซ์แบบมีหน้าสัมผัส

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ประเภทเซนเซอร์เพื่อความแน่นอนและมีประสิทธิภาพในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

6. ปัญหา มอเตอร์ในการดีดสินค้าไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากความเร็วรอบในการตั้งค่าการทำงานต่ำ

แนวทางแก้ไข เปลี่ยนเป็นสเต็ปปิ้งมอเตอร์ในการใช้งาน

7. ปัญหา การสร้างตัวเครื่องภายนอกไม่มีความแข็งแรงคงทนในการใช้งาน

แนวทางแก้ไข จัดทำตัวเครื่องใหม่โดยใช้แผ่นอคิลิคที่มีความหนาเพียงพอในการติดตั้งกับประตูเปิด-ปิดด้านหน้าเครื่อง

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. ในชุดของภาคตรวจสอบเหรียญ ควรจัดทำวงจรตรวจสอบความหนาของเหรียญและตรวจสอบวัสดุที่ใช้ทำเหรียญ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบเหรียญ

2. พัฒนาให้สามารถทอนเหรียญและรับสินค้าได้พร้อมๆ กัน

3. พัฒนาให้สามารถใช้ได้กับการใช้บริการที่เป็นธนบัตร

4. ออกแบบและเขียนโปรแกรมให้สามารถขยายพอร์ตทำหน้าที่อื่นๆ ได้เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ปรีชา อูปคำ และคณะ. “เครื่องแลกเหรียญอัตโนมัติ” ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2542

พุทธินัย บุนนาค และคณะ. “เครื่องขายหนังสือพิมพ์อัตโนมัติ” ปริญญานิพนธ์อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ (เครื่องมือวัดและควบคุม) ภาควิชาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2544

อุดม จีนประดับ.**ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.** กรุงเทพฯ :สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัต โนมัติ

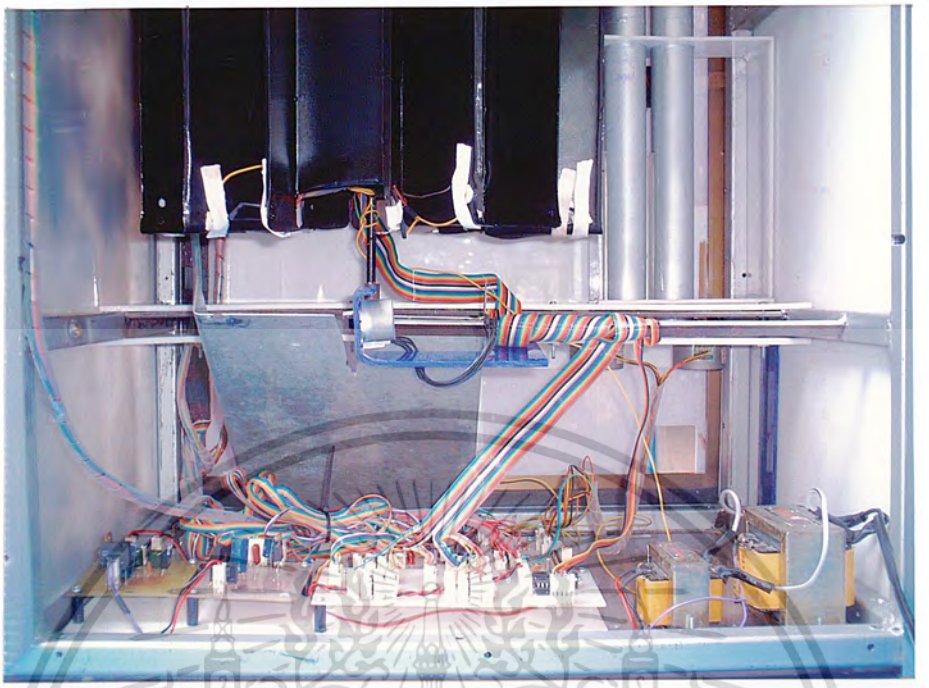
รูปที่ ก.2 รางเหรียญและรางคัดแยกเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

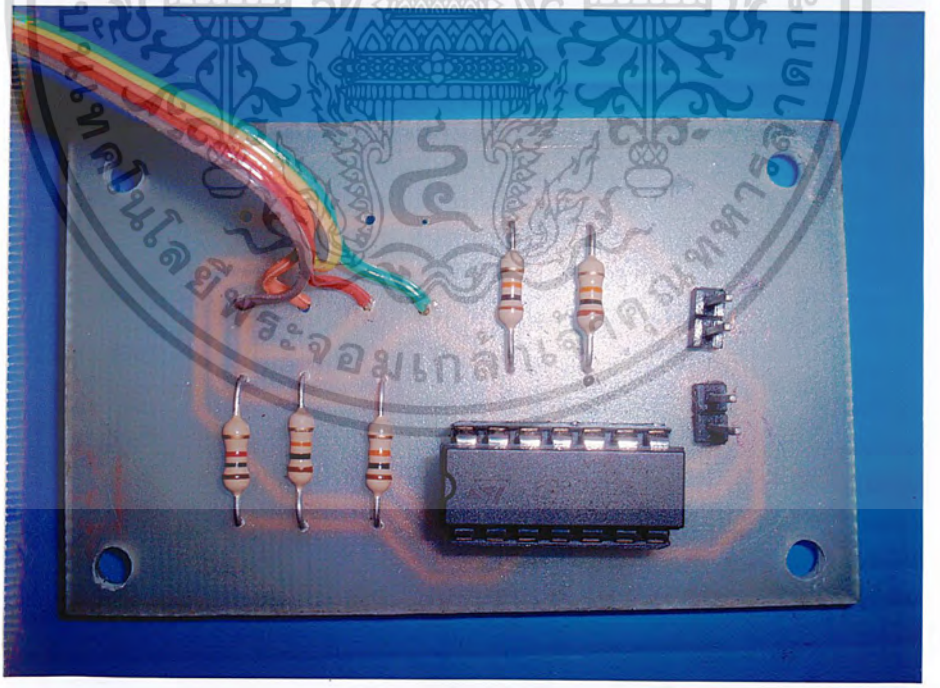
รูปที่ ก.3 ส่วนจ่ายเหรียญและช่องเก็บเหรียญ

รูปที่ ก.4 ส่วนจ่ายสินค้าและช่องเก็บสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

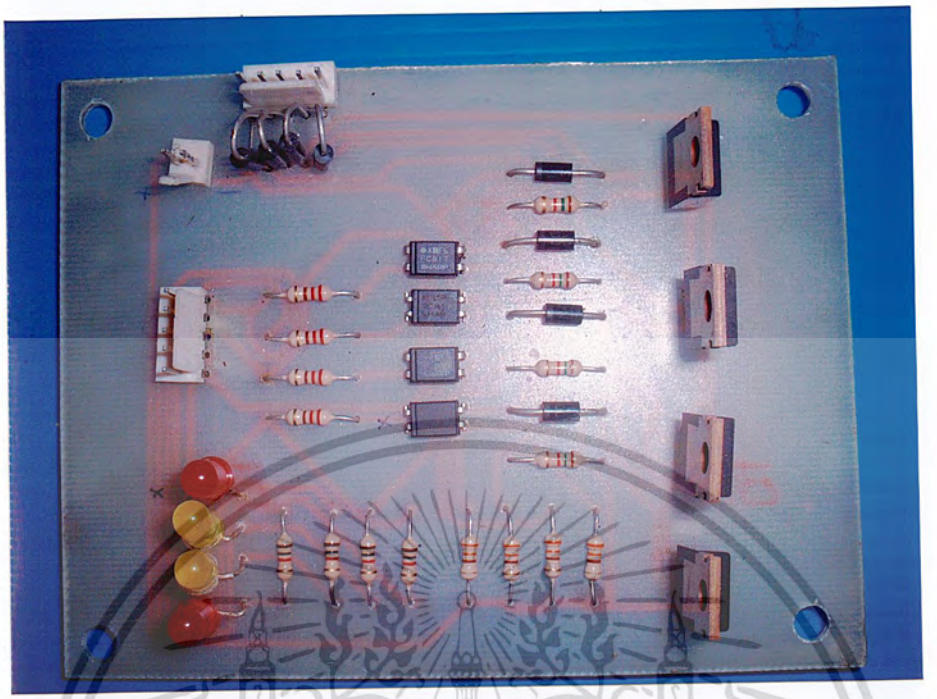


รูปที่ ก.5 การติดตั้งแผ่นวงจรพิมพ์ต่างๆ

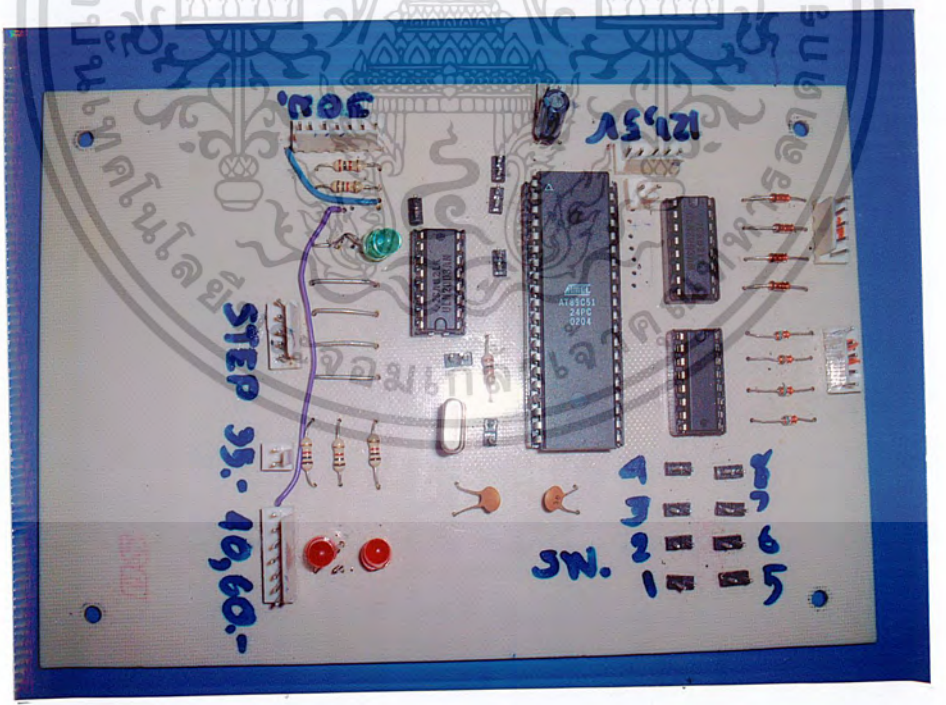


รูปที่ ก.6 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคตรวจสอบเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

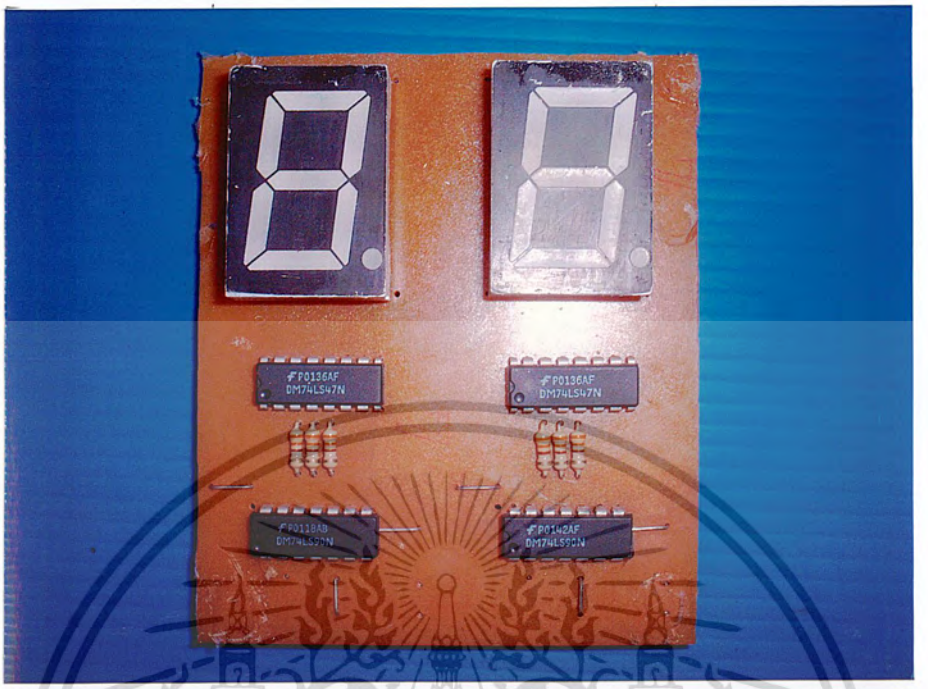


รูปที่ ก.7 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

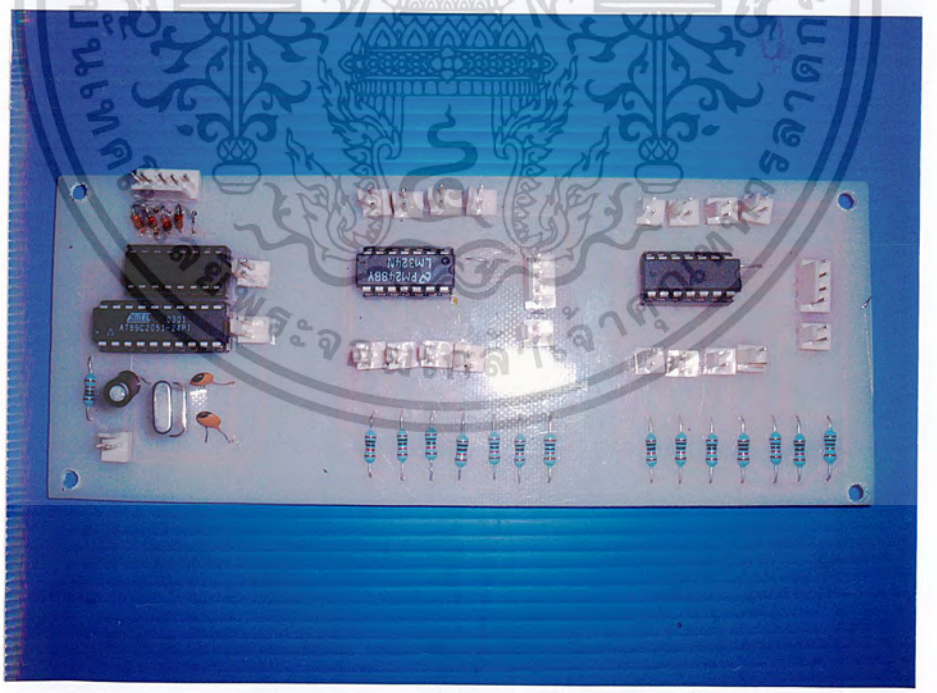


รูปที่ ก.8 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

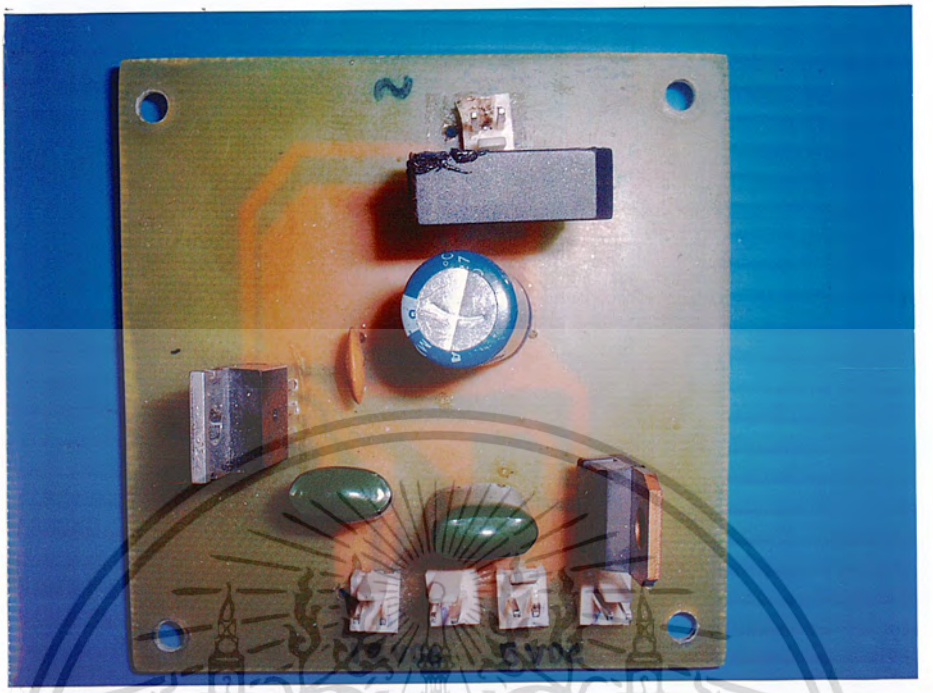


รูปที่ ก.9 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน



รูปที่ ก.10 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคตรวจสอบสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

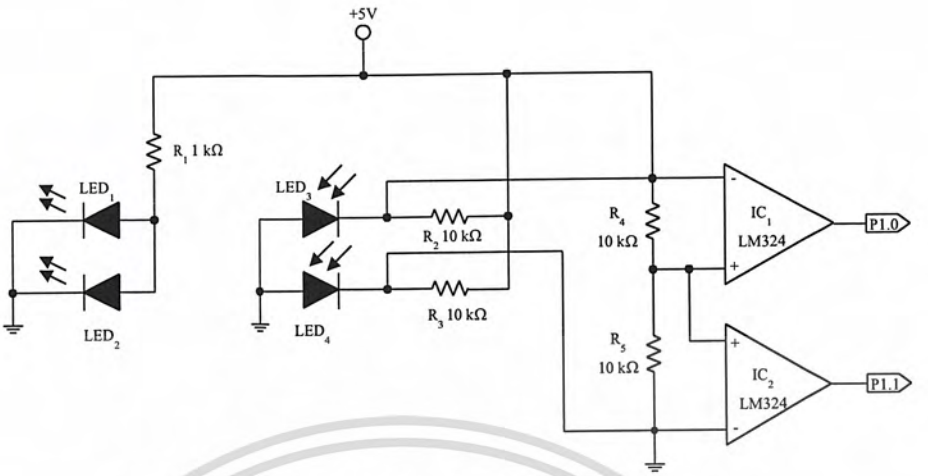


รูปที่ ก.11 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคจ่ายไฟ

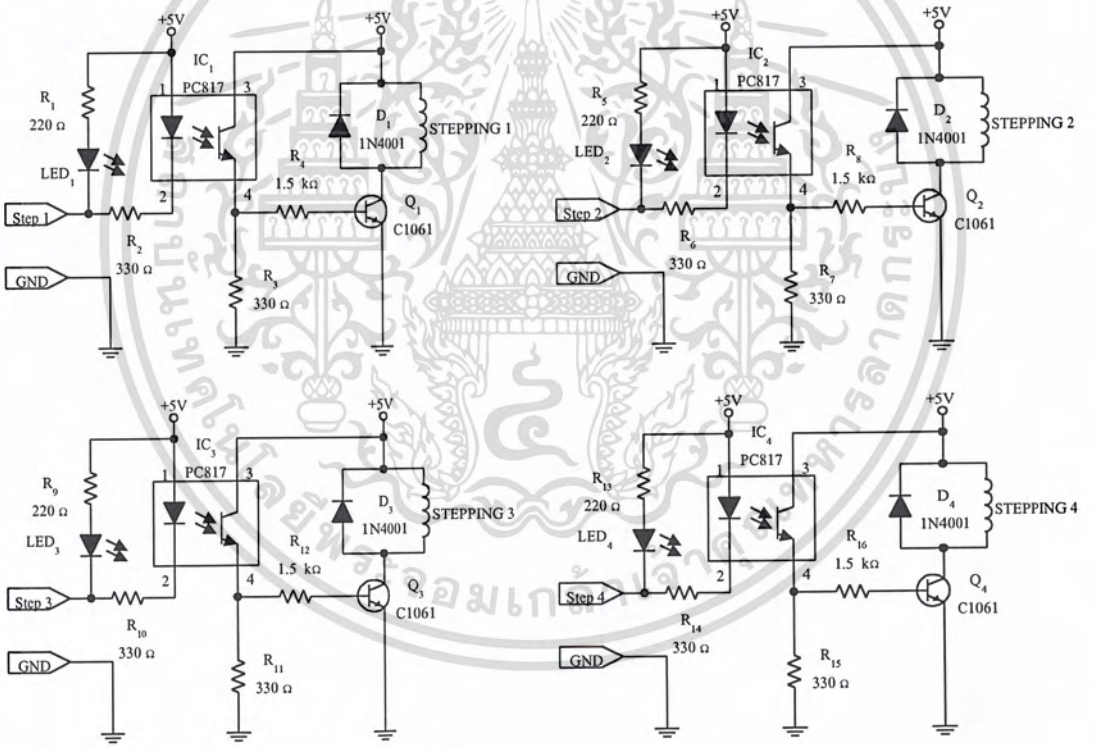
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

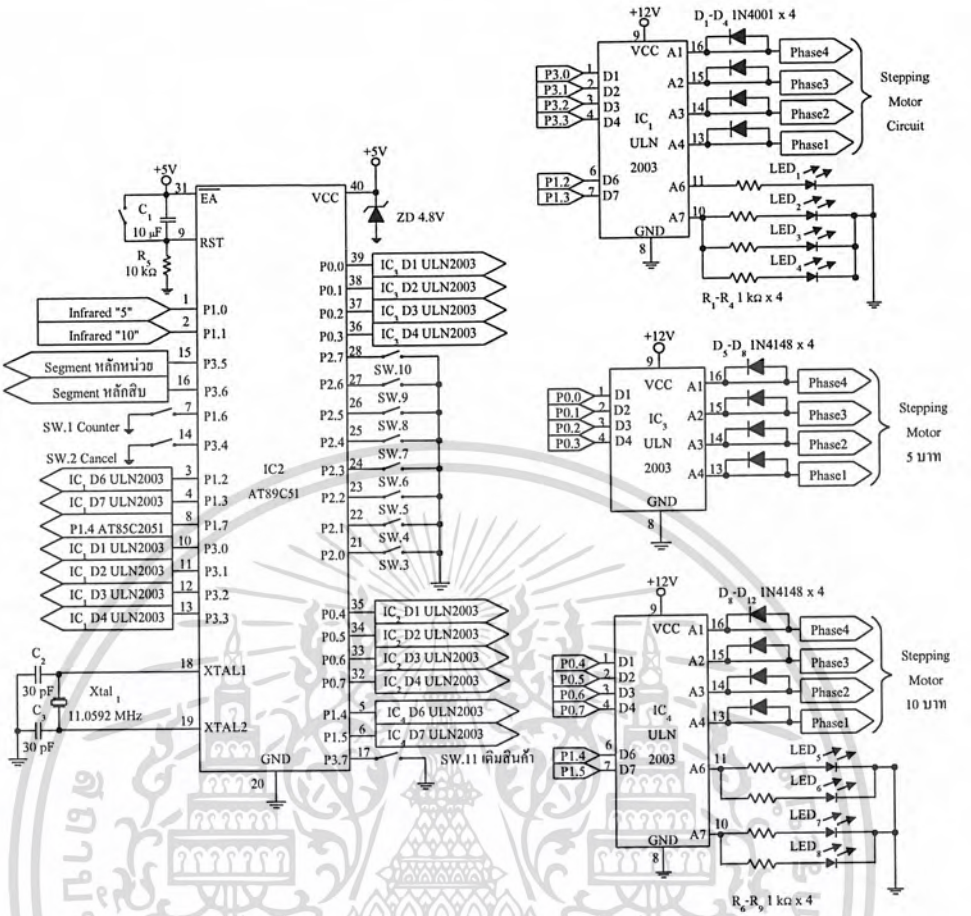


รูปที่ ข.1 วงจรตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ

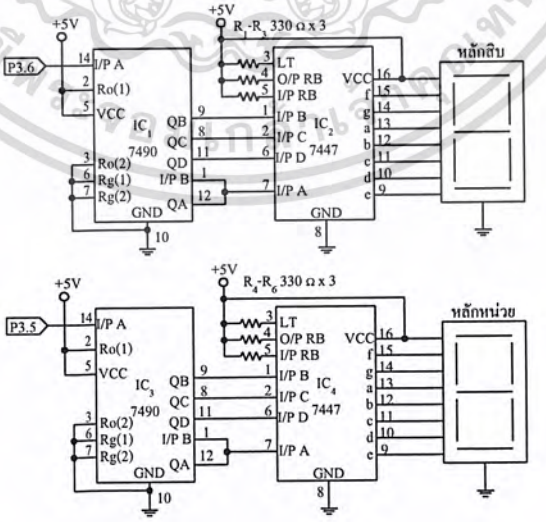


รูปที่ ข.2 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

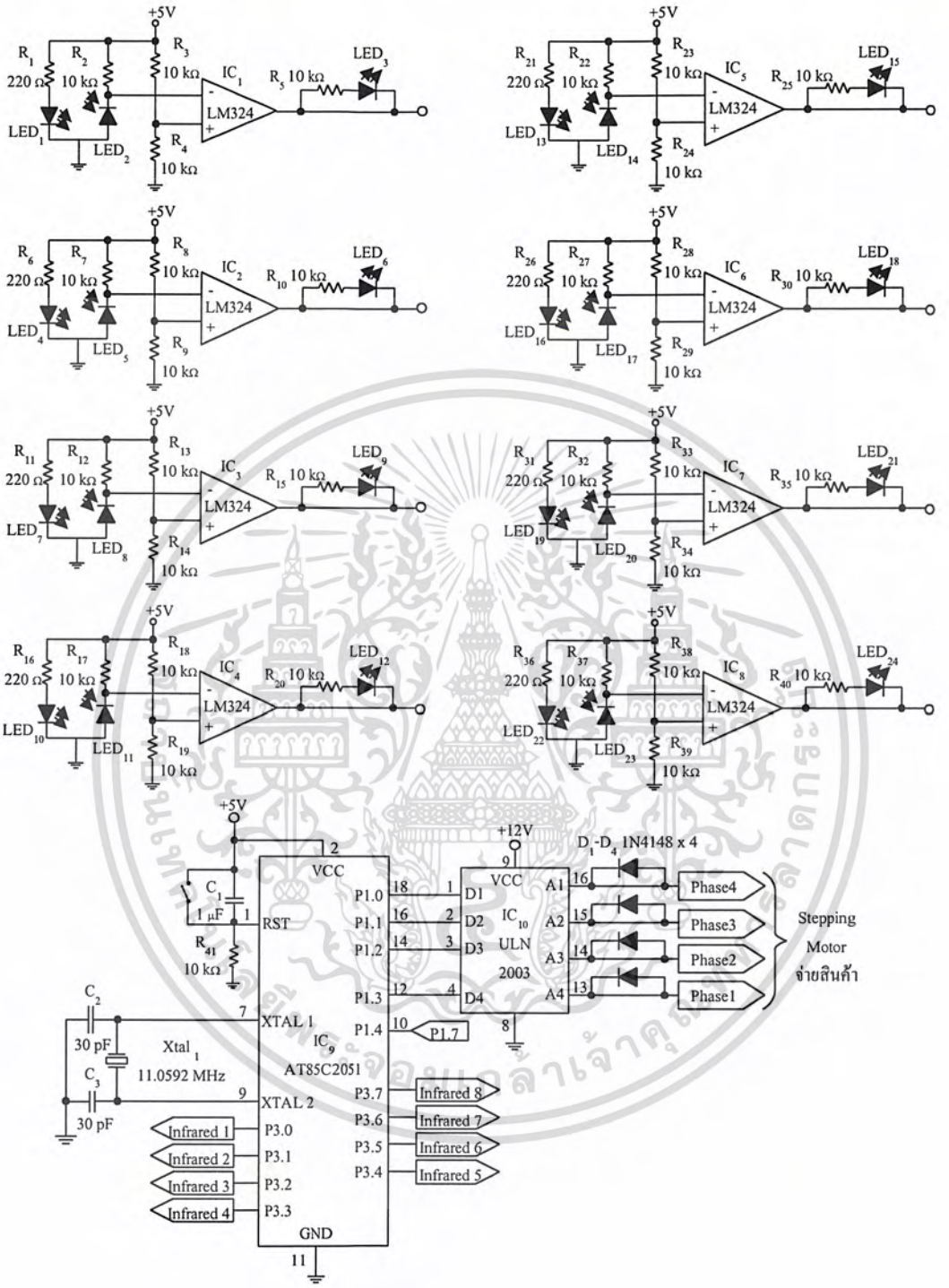


รูปที่ ข.3 วงจรควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



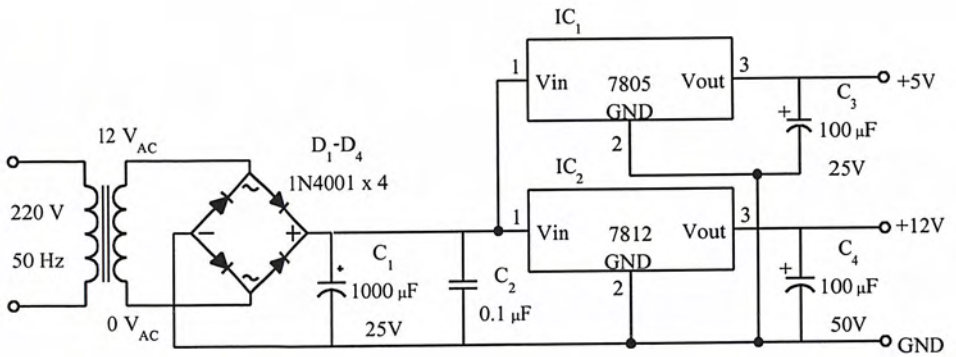
รูปที่ ข.4 วงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

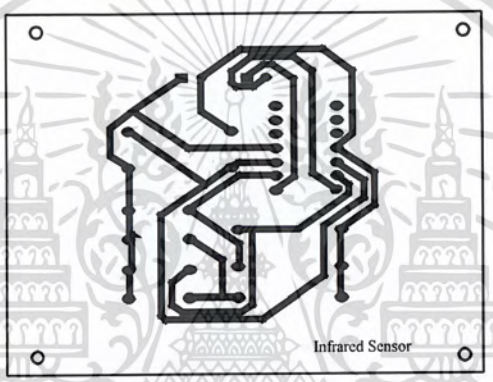


รูปที่ ข.5 วงจรควบคุมการทำงานภาคตรวจสอบสินค้า

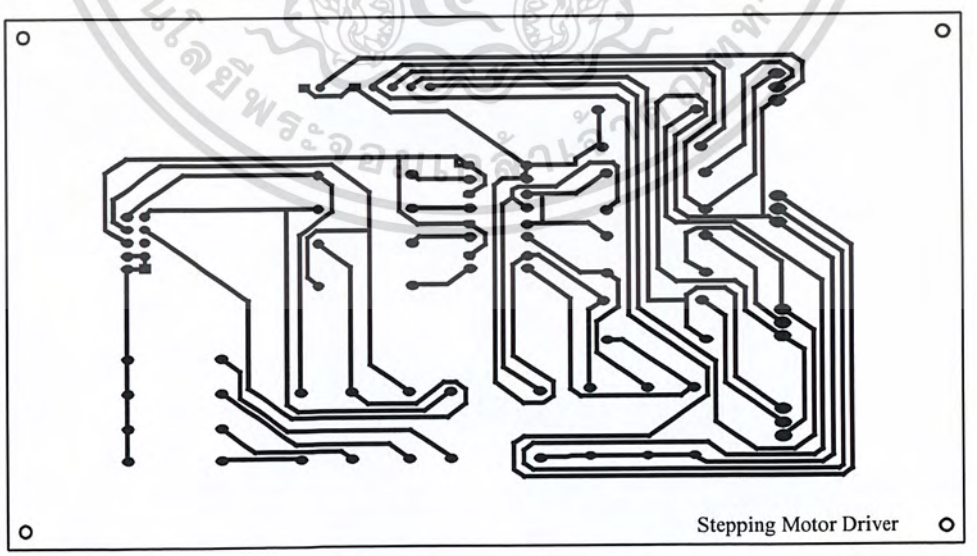
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.6 วงจรภาคจ่ายไฟ

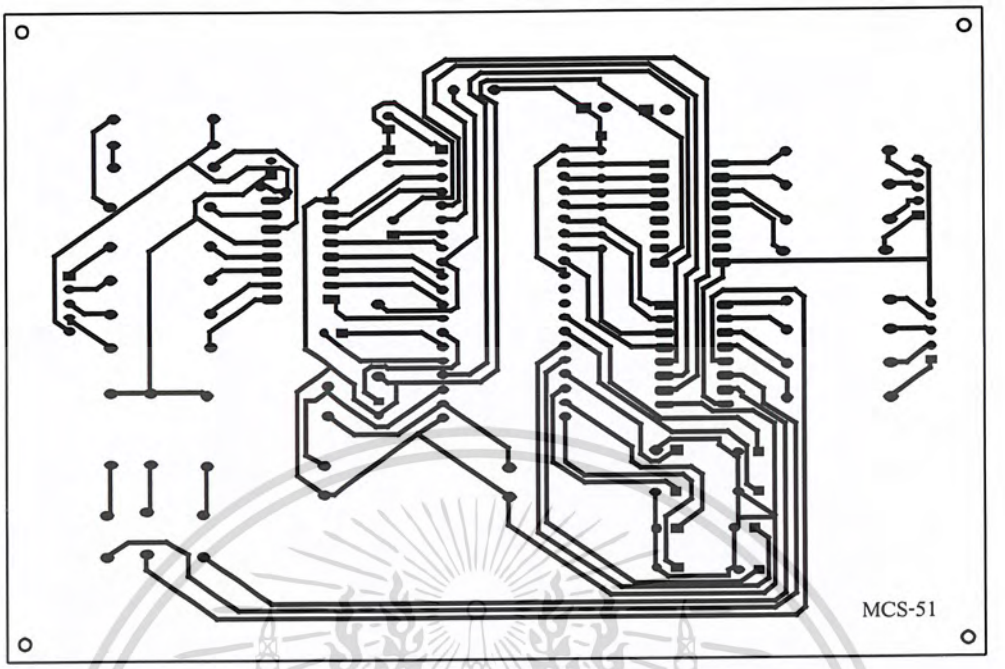


รูปที่ ข.7 ลายวงจรพิมพ์ของภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ

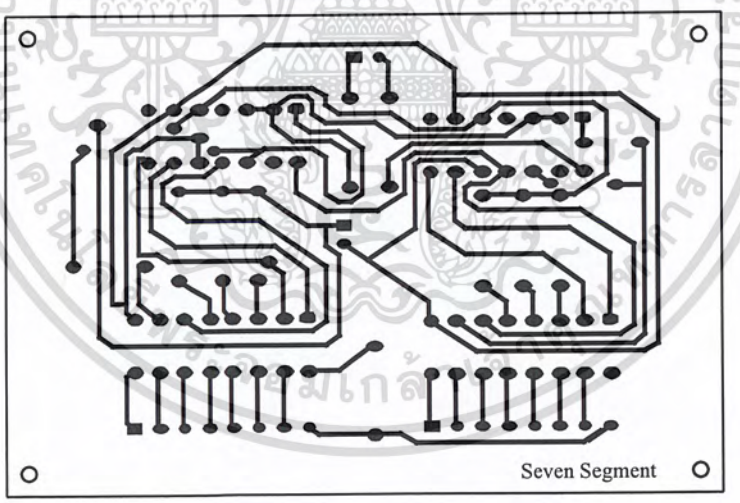


รูปที่ ข.8 ลายวงจรพิมพ์ของภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

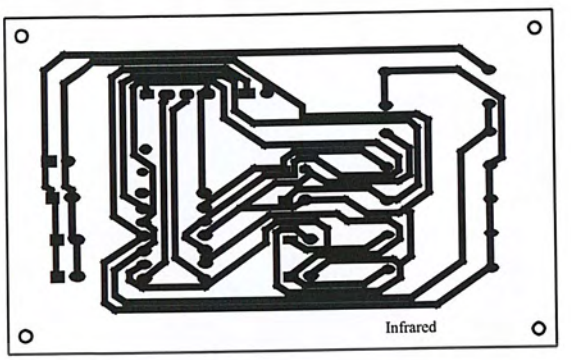


รูปที่ ข.9 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

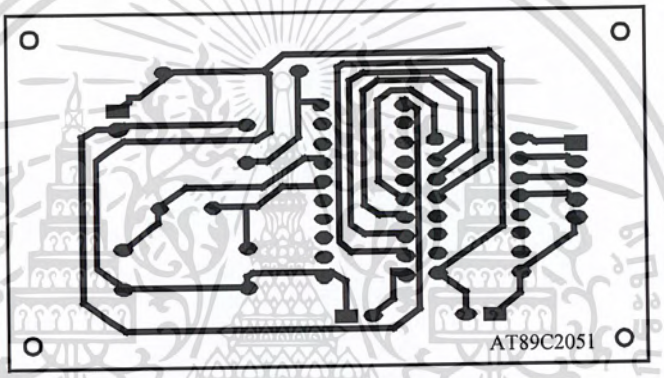


รูปที่ ข.10 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

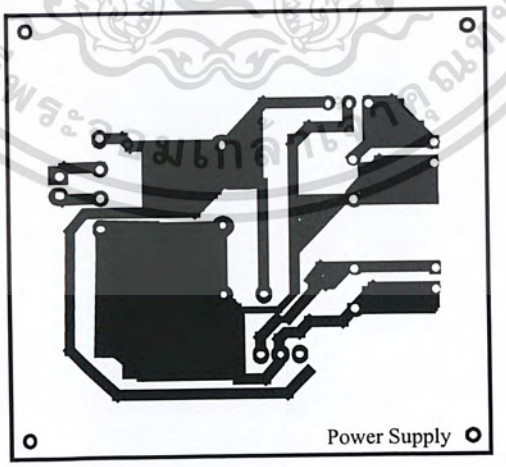
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.11 ลายวงจรพิมพ์วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดของภาคตรวจสอบสินค้า

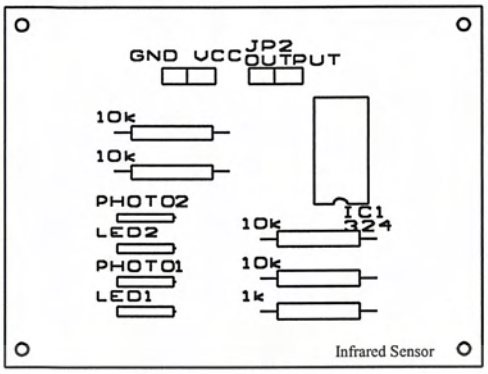


รูปที่ ข.12 ลายวงจรพิมพ์วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมภาคตรวจสอบสินค้า

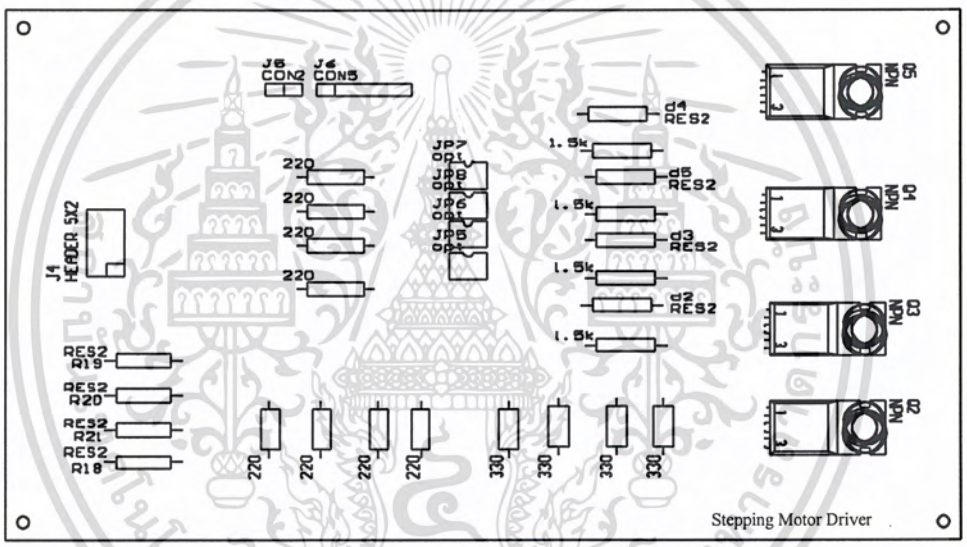


รูปที่ ข.13 ลายวงจรพิมพ์ของภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

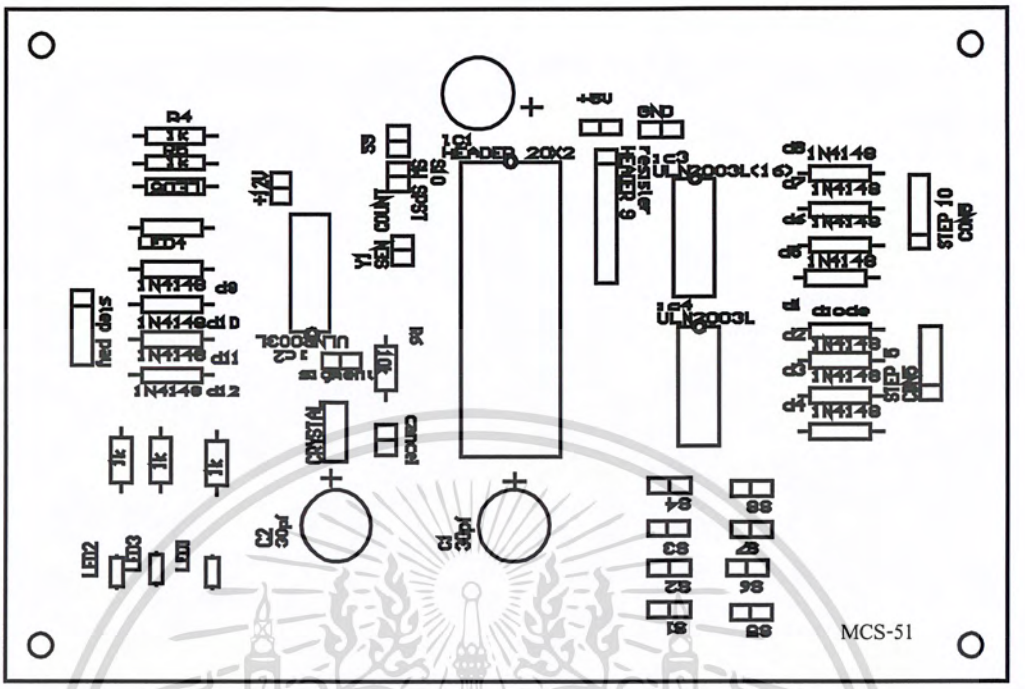


รูปที่ ข.14 การวางอุปกรณ์ของภาคตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ

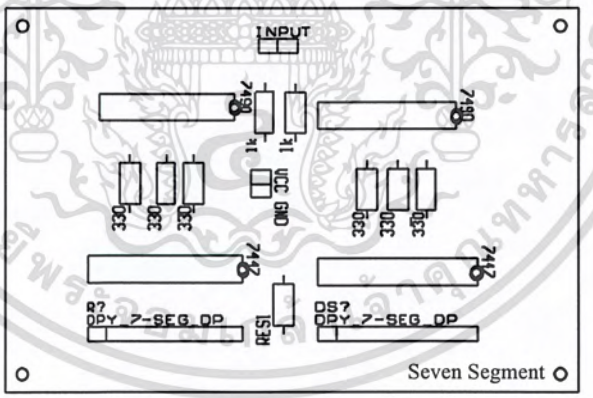


รูปที่ ข.15 การวางอุปกรณ์ของภาคขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

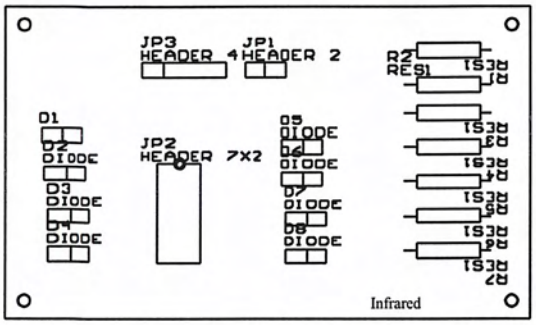


รูปที่ ข.16 การวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

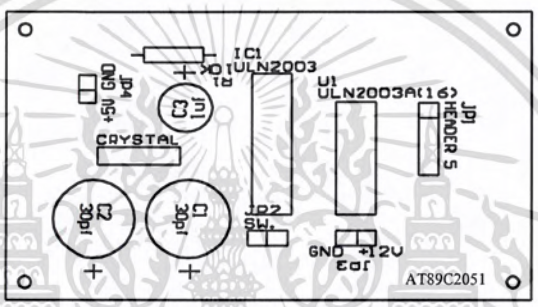


รูปที่ ข.17 การวางอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

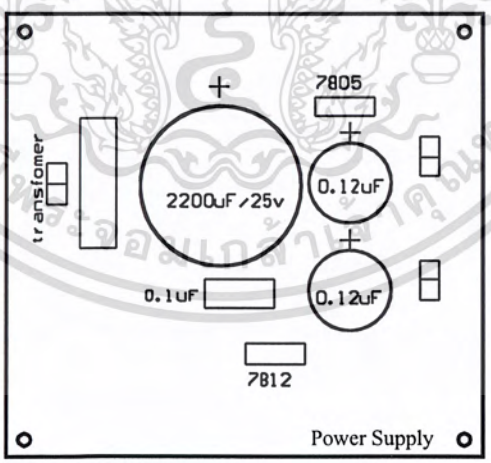
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.18 การวางอุปกรณ์วงจรตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดของภาคตรวจสอบสินค้า



รูปที่ ข.19 การวางอุปกรณ์วงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ของภาคตรวจสอบสินค้า



รูปที่ ข.20 การวางอุปกรณ์ของภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์วงจรตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
IC_1, IC_2	LM324	2 ตัว
LED_1-LED_4	สีแดงขนาด 5 มิลลิเมตร	4 ตัว
ตัวต้านทาน		
R_1	1 kΩ	1 ตัว
$R_2 - R_5$	10 kΩ	4 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_1-IC_4	PC817	4 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Q_1-Q_4	C1016	4 ตัว
D_1-D_4	1N4001	4 ตัว
LED_1-LED_4	สีแดงขนาด 5 มิลลิเมตร	4 ตัว
ตัวต้านทาน		
R_1, R_5, R_9, R_{13}	220 Ω	4 ตัว
R_2, R_3, R_6, R_7, R_{10}, R_{11}, R_{14}, R_{15}	330 Ω	8 ตัว
R_4, R_8, R_{12}, R_{16}	1.5 kΩ	4 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
	สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 5V	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_1, IC_3, IC_4	ULN2003	3 ตัว
IC_2	AT89C51	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
ZD	Zener Diode 4.8V	1 ตัว
LED_1-LED_8	สีเขียวขนาด 3 มิลลิเมตร	8 ตัว
D_1-D_4	1N4001	4 ตัว
D_5-D_{12}	1N4148	8 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_1	10 µF	1 ตัว
C_2, C_3	30 pF	2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R_1-R_4, R_6-R_9	1 kΩ	8 ตัว
R_5	10 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
SW.1-SW.11	สวิตซ์กดติดปล่อยดับ	11 ตัว
$Xtal_1$	XTAL 11.0592 MHz	1 ตัว
	สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 12V	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์วงจรแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_1, IC_3	74LS90	2 ตัว
IC_2, IC_4	74LS47	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
อุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน	แคโทดร่วม	2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R_1-R_6	330 Ω	6 ตัว

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์วงจรควบคุมภาคตรวจสอบสินค้า

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_1-IC_8	LM324	8 ตัว
IC_9	AT89C2051	1 ตัว
IC_{10}	ULN2003	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED_1, LED_3, LED_4, LED_6, LED_7, LED_9, LED_{10}, LED_{12}, LED_{13}, LED_{15}, LED_{16}, LED_{18}, LED_{19}, LED_{21}, LED_{22}, LED_{24}	สีแดงขนาด 5 มิลลิเมตร	16 ตัว
LED_2, LED_5, LED_8, LED_{11}, LED_{14}, LED_{17}, LED_{20}, LED_{23}	Photo Diode	8 ตัว
D_1- D_4	1N4148	4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ควบคุมภาคตรวจสอบสินค้า

ตัวต้านทาน		
R_1, R_6, R_{11}, R_{16}, R_{21}, R_{26}, R_{31}, R_{36}	220 Ω	8 ตัว
R_2-R_5, R_7-R_{10}, R_{12}-R_{15}, R_{17}-R_{20}, R_{22}-R_{25}, R_{27}-R_{30}, R_{32}-R_{35}, R_{37}-R_{41}	10 kΩ	32 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_1	10 μF	1 ตัว
C_2, C_{13}	30 pF	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
$Xtal_1$	XTAL 11.0592 MHz	1 ตัว

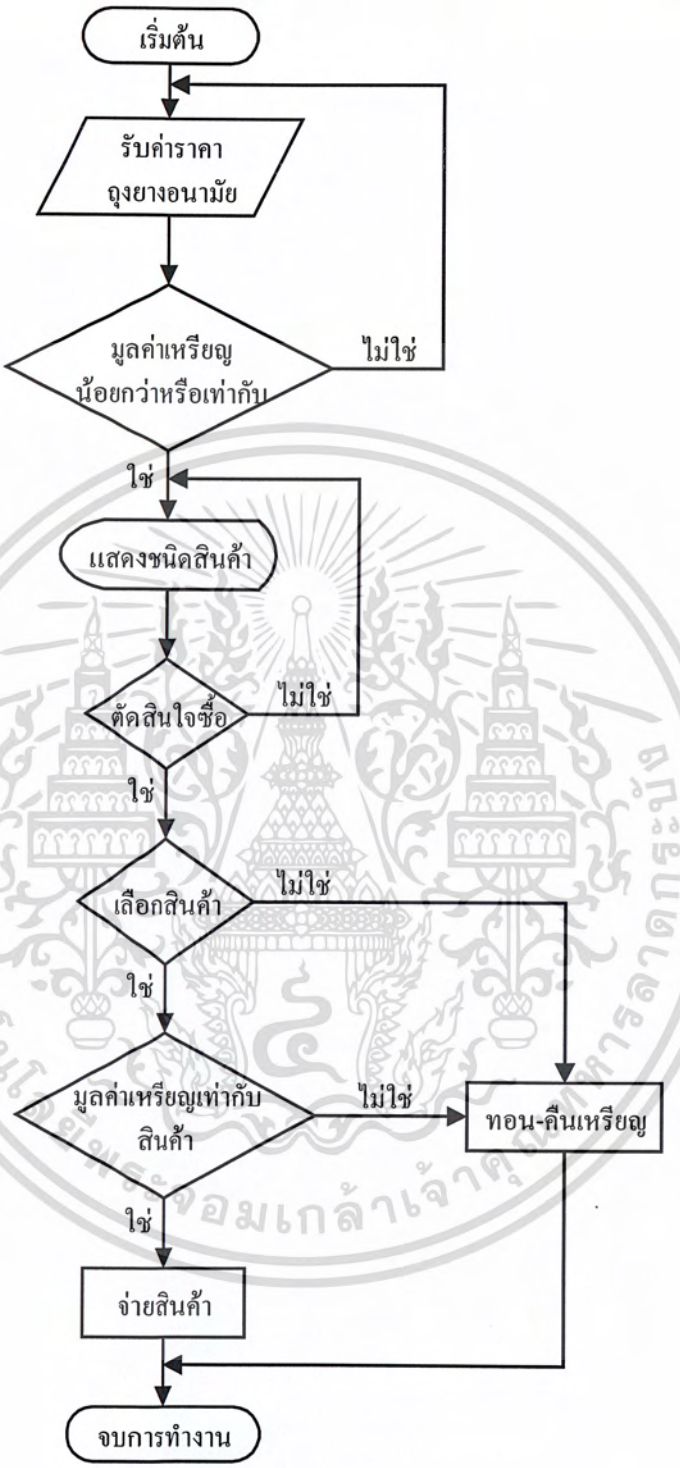
ตารางที่ ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรจ่ายไฟ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC_1	7805	1 ตัว
IC_2	7812	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D_1-D_4	1N4001	4 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C_1	1000 μF 25V	1 ตัว
C_2	0.1 μF	1 ตัว
C_3	100 μF 25V	1 ตัว
C_4	100 μF 50V	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T1	หม้อแปลง 220/12-0-12 1 A	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

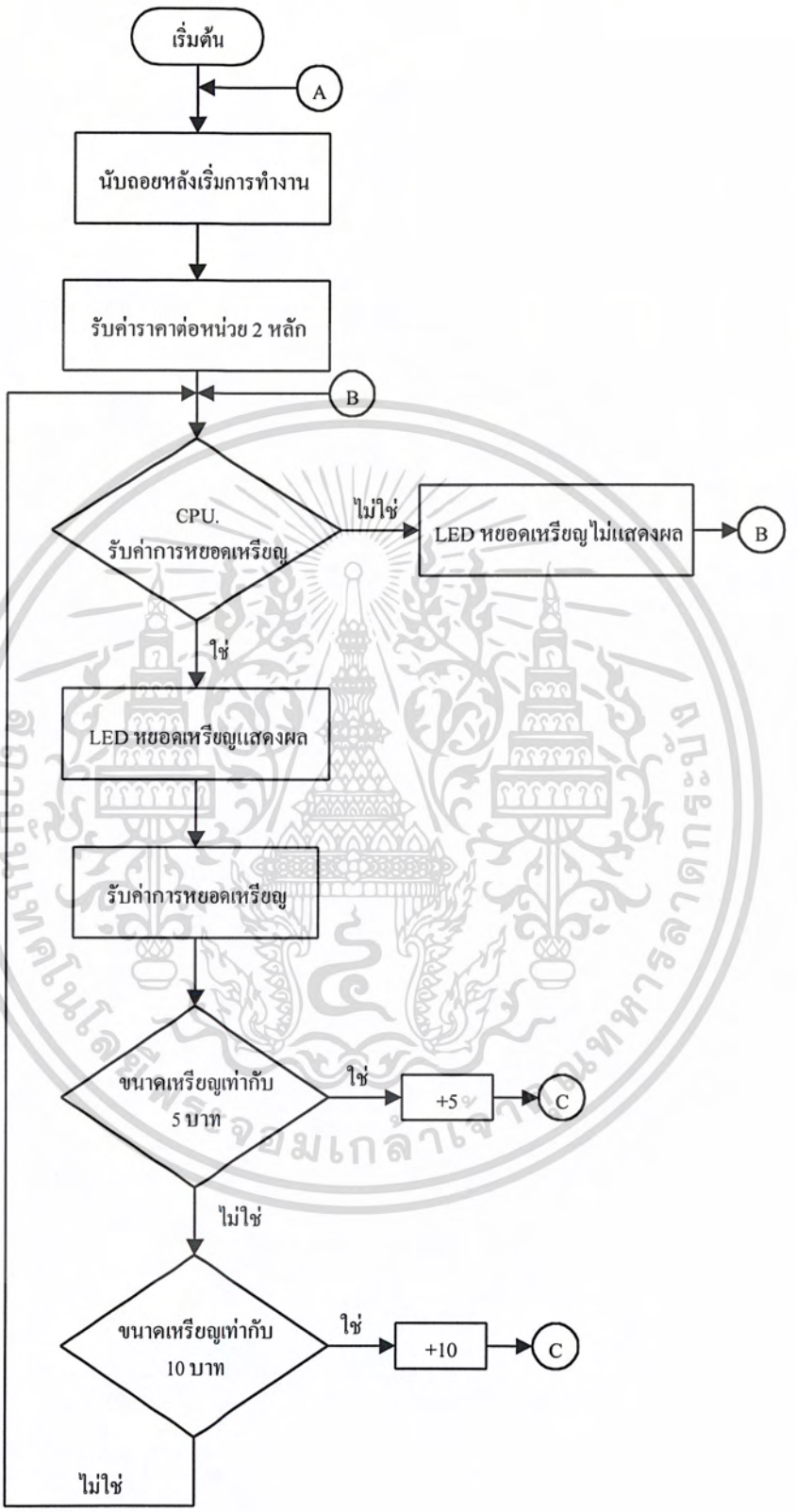
ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



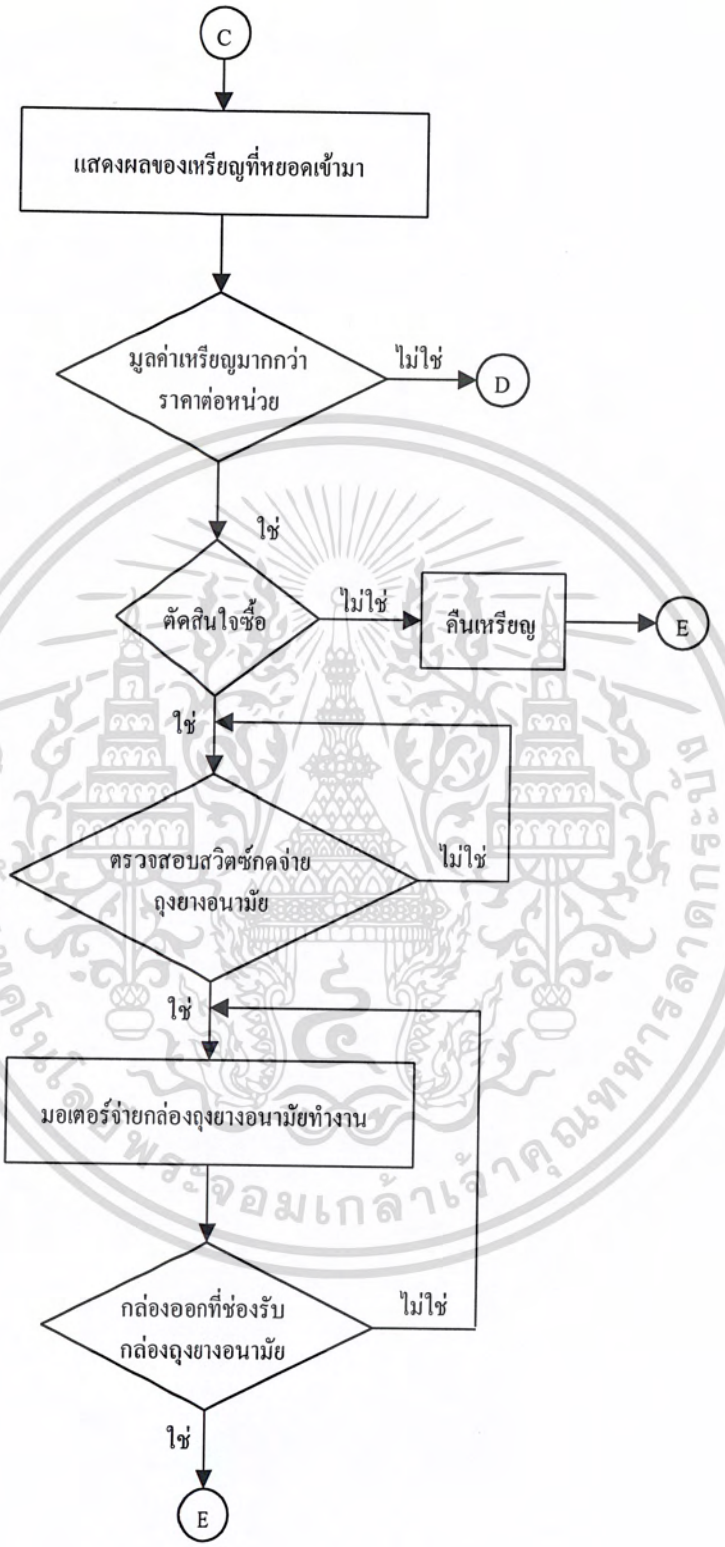
รูปที่ ง.1 ผังการทำงานของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



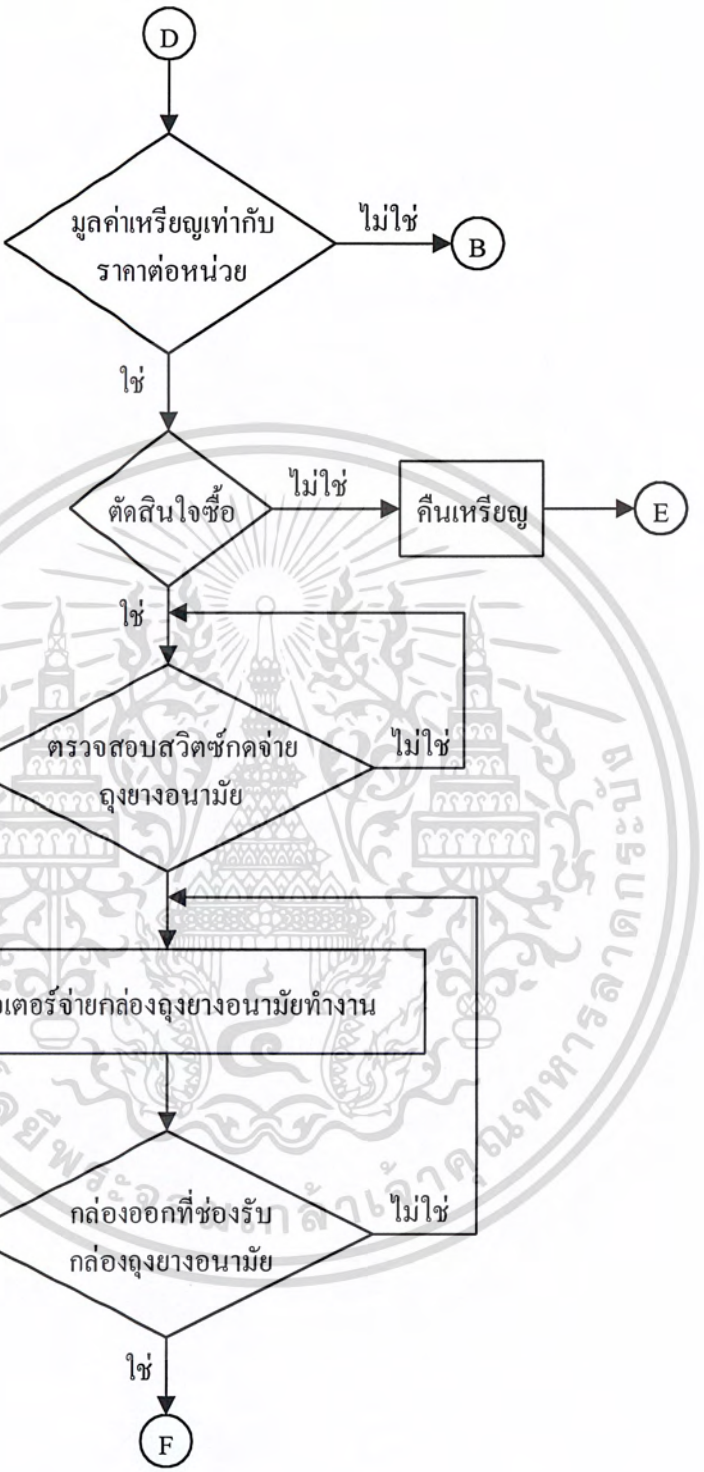
รูปที่ ง.2 ผังงานโปรแกรมหลักและการรับค่าเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



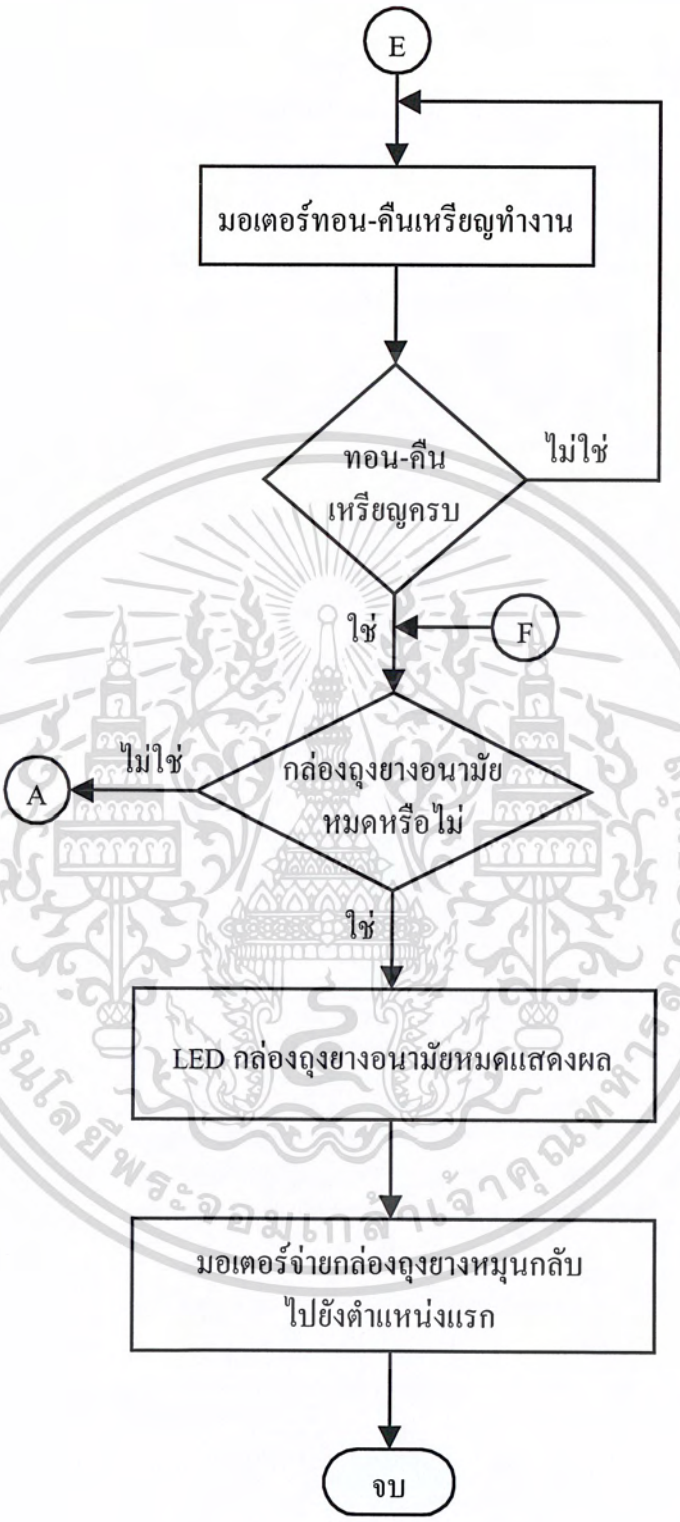
รูปที่ ง.3 ผังงานโปรแกรมแสดงผลและการจ่ายถุงยางอนามัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.4 ผังงานโปรแกรมการจ่ายถุงยางอนามัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.5 ผังงานโปรแกรมทอนเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

```
      ORG 0000H
      MOV     21H,#00H
      MOV     22H,#00H
      MOV     23H,#00H
      MOV     24H,#00H
      MOV     25H,#00H
      MOV     26H,#00H
      MOV     27H,#00H
      MOV     28H,#00H

START:
      MOV     P0,#00H
      MOV     P1,#00H
      MOV     P2,#0FFH
      MOV     P3,#00H
      MOV     R3,#00H
      MOV     R4,#00H         ;COUNT 5
      MOV     R5,#00H         ;COUNT 10
      MOV     2AH,#00H
      SETB    P1.0
      SETB    P1.1
      SETB    P1.6
      SETB    P3.4
      SETB    P3.5
      SETB    P3.6
      LCALL   DDD
      CLR     P3.6

A1:
      JB      P1.0,A2         ;5
      LCALL   DI0
      LCALL   DI0
      INC     R3
      INC     R3
      INC     R4
      INC     2AH
      SETB    P3.7
      ACALL   ABC1
      LJMP    A3
A2:
      JB      P1.1,ACH1       ;10
      LCALL   DI0
      INC     R3
      INC     R5
      INC     2AH
      SETB    P3.7
      ACALL   ABC1
      LJMP    A3

ACH1:
      JB      P3.4,ACH0
      LCALL   AGC5
      LCALL   GC5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LJMP    START
ACH0:
        MOV     A,2AH
        CJNE    A,#00H,A1

CH0:
        JB      P2.0,CH1
        ACALL   CHH1
        LCALL   AABC
        SJMP    START
CH1:
        JB      P2.1,CH2
        ACALL   CHH2
        LCALL   AABC
        SJMP    START
CH2:
        JB      P2.2,CH3
        ACALL   CHH3
        LCALL   AABC
        SJMP    START
CH3:
        JB      P2.3,CH4
        ACALL   CHH4
        LCALL   AABC
        AJMP    START
CH4:
        JB      P2.4,CH5
        ACALL   CHH5
        LCALL   AABC
        AJMP    START
CH5:
        JB      P2.5,CH6
        ACALL   CHH6
        LCALL   AABC
        AJMP    START
CH6:
        JB      P2.6,CH7
        ACALL   CHH7
        LCALL   AABC
        AJMP    START
CH7:
        JB      P2.7,CH8
        ACALL   CHH8
        LCALL   AABC
        AJMP    START
CH8:
        LJMP    A1

CHH1:
        MOV     A,21H
        SJMP    CHH9
CHH2:
        MOV     A,22H
        SJMP    CHH9
CHH3:
        MOV     A,23H
        SJMP    CHH9
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHH4:
      MOV     A,24H
      SJMP    CHH9
CHH5:
      MOV     A,25H
      SJMP    CHH9
CHH6:
      MOV     A,26H
      SJMP    CHH9
CHH7:
      MOV     A,27H
      SJMP    CHH9
CHH8:
      MOV     A,28H
      SJMP    CHH9
CHH9:
      CJNE    A,#00D,CCH1
      MOV     29H,#12D
      SJMP    ADI1

CCH1: CJNE    A,#01D,CCH2
      MOV     29H,#11D
      SJMP    ADI1
CCH2:
      CJNE    A,#02D,CCH3
      MOV     29H,#10D
      SJMP    ADI1
CCH3:
      CJNE    A,#03D,CCH4
      MOV     29H,#09D
      SJMP    ADI1
CCH4:
      CJNE    A,#04D,CCH5
      MOV     29H,#08D
      SJMP    ADI1
CCH5:
      CJNE    A,#05D,CCH6
      MOV     29H,#07D
      SJMP    ADI1
CCH6:
      CJNE    A,#06D,CCH7
      MOV     29H,#06D
      SJMP    ADI1
CCH7:
      CJNE    A,#07D,CCH8
      MOV     29H,#05D
      SJMP    ADI1
CCH8:
      CJNE    A,#08D,CCH9
      MOV     29H,#04D
      SJMP    ADI1
CCH9:
      CJNE    A,#09D,CCH10
      MOV     29H,#03D
      SJMP    ADI1
CCH10:
      CJNE    A,#10D,CCH11
      MOV     29H,#02D
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      SJMP    ADI1
CCH11:
      CJNE    A,#11D,CCH12
      MOV     29H,#01D
      SJMP    ADI1
ADI1:
      SETB    P3.5
      LCALL   DDD
      CLR     P3.5
      LCALL   DDD
      DJNZ    29H,ADI1
CCH12: RET

AAA:
      LJMP    A1
A3:
      CJNE    R3,#06D,B1      ;MONEY=30
      SJMP    B2
B1:
      CJNE    R3,#07D,AAA
      AJMP    A9
B2:
      SETB    P1.2            ;SHOW_MONEY
A8:
      JB      P1.0,A4
      LCALL   DI0
      INC     R3
      INC     R4
      ACALL   ABC1
      SJMP    A9
A4:
      JB      P1.1,A5
      LCALL   DI0
      LCALL   DI0
      INC     R3
      INC     R3
      INC     R5
      ACALL   ABC1
      SJMP    A9
A5:
      JB      P2.0,A6         ;30     1
      ACALL   C1
      ACALL   C2
      ACALL   AABC
      ACALL   C3
      ACALL   AABC
      LCALL    F          ;TEST
      ACALL   C4
      ACALL   C5
      INC     21H
      LJMP    START
A6:
      JB      P2.1,A7         ;30     2
      MOV     R7,#02H

D31:
      ACALL   C1
      ACALL   C2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DJNZ    R7,D31
        ACALL   AABC
        ACALL   C3
        ACALL   AABC
        LCALL    F          ;TEST
        MOV     R7,#02H
D32:
        ACALL   C4
        ACALL   C5
        DJNZ    R7,D32
        INC     22H
        LJMP    START

A7:
        JB      P2.2,AAB5       ;30     3
        MOV     R7,#03H
D33:
        ACALL   C1
        ACALL   C2
        DJNZ    R7,D33
        ACALL   AABC
        ACALL   C3
        ACALL   AABC
        LCALL    F          ;TEST
        MOV     R7,#03H
D34:
        ACALL   C4
        ACALL   C5
        DJNZ    R7,D34
        INC     23H
        LJMP    START

AAB5:
        JB      P3.4,A8
        LCALL   AGC5
        LCALL   GC5
        LJMP    START

E1:
        LJMP    A10
A9:
        CJNE    R3,#07D,E1      ;MONEY=35
        SETB    P1.2
        SETB    P1.3            ;SHOW_MONEY
A11:
        JB      P1.0,A12
        LCALL   DI0
        INC     R3
        INC     R4
        ACALL   ABC1
        AJMP    A10
A12:
        JB      P1.1,A13
        LCALL   DI0
        LCALL   DI0
        INC     R3
        INC     R3
        INC     R5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ACALL   ABC1
        AJMP    A10
A13:
        JB      P2.0,A14        ;30    1
        ACALL   C1
        ACALL   C2
        ACALL   AABC
        ACALL   C3
        ACALL   AABC
        LCALL    F          ;TEST
        ACALL   C4
        ACALL   C5
        INC     21H
        LJMP    START
A14:
        JB      P2.1,A15        ;30    2
        MOV     R7,#02H

D25:
        ACALL   C1
        ACALL   C2
        DJNZ    R7,D25
        ACALL   AABC
        ACALL   C3
        ACALL   AABC
        LCALL    F          ;TEST
        MOV     R7,#02H
D26:
        ACALL   C4
        ACALL   C5
        DJNZ    R7,D26
        INC     22H
        LJMP    START

A15:
        JB      P2.2,A16        ;30    3
        MOV     R7,#03H

D27:
        ACALL   C1
        ACALL   C2
        DJNZ    R7,D27
        ACALL   AABC
        ACALL   C3
        ACALL   AABC
        LCALL    F          ;TEST
        MOV     R7,#03H
D28:
        ACALL   C4
        ACALL   C5
        DJNZ    R7,D28
        INC     23H
        LJMP    START

A16:
        JB      P2.3,AAB6       ;35    4
        MOV     R7,#04H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
D29:
      ACALL    C1
      ACALL    C2
      DJNZ     R7,D29
      ACALL    AABC
      ACALL    C3
      ACALL    AABC
      LCALL     I          ;TEST
      MOV      R7,#04H
D30:
      ACALL    C4
      ACALL    C5
      DJNZ     R7,D30
      INC      24H
      LJMP     START

CAB2:
      LJMP     A11

AAB6:
      JB       P3.4,CAB2
      LCALL    AGC5
      LCALL    GC5
      LJMP     START


A10:
      CJNE     R3,#08D,B3     ;MONEY=40
      SJMP     B6

B3:
      CJNE     R3,#09D,B4     ;MONEY=45
      SJMP     B6
B4:
      CJNE     R3,#10D,B5     ;MONEY=50
      SJMP     B6
B5:
      CJNE     R3,#11D,B7     ;MONEY=55
      SJMP     B6
B7:
      CJNE     R3,#12D,B8     ;MONEY=60
      AJMP     B9
B8:
      CJNE     R3,#13D,BC     ;MONEY=65
BC:
      AJMP     B9
B6:
      SETB     P1.2           ;SHOW_MONEY
      SETB     P1.3
      SETB     P1.4

A18:
      JB       P1.0,A19
      LCALL    DI0
      INC      R3
      INC      R4
      ACALL    ABC1
      SJMP     A10
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
A19:
      JB       P1.1,A20
      LCALL    DI0
      LCALL    DI0
      INC      R3
      INC      R3
      INC      R5
      ACALL    ABC1
      SJMP     A10
A20:
      JB       P2.0,A21        ;30     1
      ACALL    C1
      ACALL    C2
      ACALL    AABC
      ACALL    C3
      ACALL    AABC
      LCALL     F              ;TEST
      ACALL    C4
      ACALL    C5
      INC      21H
      LJMP     START
A21:
      JB       P2.1,A22        ;30     2
      MOV      R7,#02H

D15:
      ACALL    C1
      ACALL    C2
      DJNZ     R7,D15
      ACALL    AABC
      ACALL    C3
      ACALL    AABC
      LCALL     F              ;TEST
      MOV      R7,#02H
D16:
      ACALL    C4
      ACALL    C5
      DJNZ     R7,D16
      INC      22H
      LJMP     START

A22:
      JB       P2.2,A23        ;30     3
      MOV      R7,#03H

D17:
      ACALL    C1
      ACALL    C2
      DJNZ     R7,D17
      ACALL    AABC
      ACALL    C3
      ACALL    AABC
      LCALL     F              ;TEST
      MOV      R7,#03H
D18:
      ACALL    C4
      ACALL    C5
      DJNZ     R7,D18
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        INC     23H
        LJMP    START

A23:
        JB      P2.3,A24        ;35     4
        MOV     R7,#04H

D19:
        ACALL   C1
        ACALL   C2
        DJNZ    R7,D19
        ACALL   AABC
        ACALL   C3
        ACALL   AABC
        LCALL    I              ;TEST
        MOV     R7,#04H
D20:
        ACALL   C4
        ACALL   C5
        DJNZ    R7,D20
        INC     24H
        LJMP    START

A24:
        JB      P2.4,A25        ;40     5
        MOV     R7,#05H

D21:
        ACALL   C1
        ACALL   C2
        DJNZ    R7,D21
        ACALL   AABC
        ACALL   C3
        ACALL   AABC
        LCALL    J              ;TEST
        MOV     R7,#05H
D22:
        ACALL   C4
        ACALL   C5
        DJNZ    R7,D22
        INC     25H
        JMP    START


A25:
        JB      P2.5,AAB7       ;40     6
        MOV     R7,#06H

D23:
        ACALL   C1
        ACALL   C2
        DJNZ    R7,D23
        ACALL   AABC
        ACALL   C3
        ACALL   AABC
        LCALL    J              ;TEST
        MOV     R7,#06H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
D24:
      ACALL    C4
      ACALL    C5
      DJNZ     R7,D24
      INC      26H
      LJMP     START

E2:
LJMP    A18

AAB7:
      JB       P3.4,E2
      LCALL    AGC5
      LCALL    GC5
      LJMP     START

B9:
      SETB     P1.2          ;SHOW_MONEY 60
      SETB     P1.3
      SETB     P1.4
      SETB     P1.5

A26:
      JB       P1.0,A27
      LCALL    DI0
      INC      R3
      INC      R4
      ACALL    ABC1
      SJMP     A26
A27:
      JB       P1.1,A28
      LCALL    DI0
      LCALL    DI0
      INC      R3
      INC      R3
      INC      R5
      ACALL    ABC1
      SJMP     A26
A28:
      JB       P2.0,A29      ;30     1
      ACALL    C1
      ACALL    C2
      ACALL    AABC
      ACALL    C3
      ACALL    AABC
      LCALL     F            ;TEST
      ACALL    C4
      ACALL    C5
      INC      21H
      LJMP     START
A29:
      JB       P2.1,A30      ;30     2
      MOV      R7,#02H

D1:
      ACALL    C1
      ACALL    C2
      DJNZ     R7,D1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ACALL   AABC
        ACALL   C3
        ACALL   AABC
        LCALL    F          ;TEST
        MOV     R7,#02H

D2:
        ACALL   C4
        ACALL   C5
        DJNZ    R7,D2
        INC     22H
        LJMP    START

A30:
        JB      P2.2,A31        ;30     3
        MOV     R7,#03H

D3:
        ACALL   C1
        ACALL   C2
        DJNZ    R7,D3
        ACALL   AABC
        ACALL   C3
        ACALL   AABC
        LCALL    F          ;TEST
        MOV     R7,#03H
D4:
        ACALL   C4
        ACALL   C5
        DJNZ    R7,D4
        INC     23H
        LJMP    START

A31:
        JB      P2.3,A32        ;35     4
        MOV     R7,#04H

D5:
        ACALL   C1
        ACALL   C2
        DJNZ    R7,D5
        ACALL   AABC
        ACALL   C3
        ACALL   AABC
        LCALL    I          ;TEST
        MOV     R7,#04H
D6:
        ACALL   C4
        ACALL   C5
        DJNZ    R7,D6
        INC     24H
        LJMP    START

A32:
        JB      P2.4,A33        ;40     5
        MOV     R7,#05H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
D7:
        ACALL   C1
        ACALL   C2
        DJNZ    R7,D7
        ACALL   AABC
        ACALL   C3
        ACALL   AABC
        LCALL    J          ;TEST
        MOV     R7,#05H
D8:
        ACALL   C4
        ACALL   C5
        DJNZ    R7,D8
        INC     25H
        LJMP    START

A33:
        JB      P2.5,A34        ;40     6
        MOV     R7,#06H

D9:
        ACALL   C1
        ACALL   C2
        DJNZ    R7,D9
        ACALL   AABC
        ACALL   C3
        ACALL   AABC
        LCALL    J          ;TEST
        MOV     R7,#06H
D10:
        ACALL   C4
        ACALL   C5
        DJNZ    R7,D10
        INC     26H
        LJMP    START

A34:
        JB      P2.6,A35        ;60     7
        MOV     R7,#07H

D11:
        ACALL   C1
        ACALL   C2
        DJNZ    R7,D11
        ACALL   AABC
        ACALL   C3
        ACALL   AABC
        LCALL    K          ;TEST
        MOV     R7,#07H
D12:
        ACALL   C4
        ACALL   C5
        DJNZ    R7,D12
        INC     27H
        LJMP    START
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
A35:
      JB       P2.7,AAB4        ;60      8
      MOV      R7,#08H

D13:
      ACALL    C1
      ACALL    C2
      DJNZ     R7,D13
      ACALL    AABC
      ACALL    C3
      ACALL    AABC
      LCALL     K           ;TEST
      MOV      R7,#08H
D14:
      ACALL    C4
      ACALL    C5DJNZ     R7,D14
      INC      28H
      LJMP     START

BC1:
      LJMP     A26

AAB4:
      JB       P3.4,BC1
      LCALL    AGC5
      LCALL    GC5
      LJMP     START
```

โปรแกรมควบคุมการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์และชุดจ่ายสินค้า

```
C1:
      MOV      R6,#00H                ;START ROUND_L

AC2:
      MOV      A,#01H
AC1:
      MOV      P3,A
      RL       A
      ACALL    TABC                   ;*
      CJNE     A,#10H,AC1
      INC      R6
      CJNE     R6,#15H,AC2
      RET

C2:
      MOV      A,#01H

AC4:
      MOV      P3,A
      RL       A
      JB       P1.6,AC5
      RET                             ;CHACK ROUND_L
AC5:
      ACALL    TABC                   ;*
      CJNE     A,#10H,AC4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      SJMP    C2

C3:
      SETB    P1.7                ;CUT DULEX
      ACALL   ABC1
      CLR     P1.7
      ACALL   ABC1
      RET
C4:
      MOV     R6,#00H             ;START ROUND_R

AC7:
      MOV     A,#08H
AC8:
      MOV     P3,A
      RR      A
      ACALL   TABC                ;*
      CJNE    A,#80H,AC8
      INC     R6
      CJNE    R6,#15H,AC7
      RET

C5:
      MOV     A,#08H

AC10:
      MOV     P3,A
      RR      AJB       P1.6,AC11
      RET                         ;CHACK ROUND_R
      AC11: ACALL  TABC           ;*
      CJNE    A,#80H,AC10
      SJMP    C5

ABC1:
      MOV       R0,#02
BAB1:
      MOV       R1,#255D
BAB2:
      MOV       R2,#255D
BAB3:
      DJNZ      R2,BAB3
      DJNZ      R1,BAB2
      DJNZ      R0,BAB1
      RET
AABC:
      MOV       R0,#05
AAB1:
      MOV       R1,#255
AAB2:
      MOV       R2,#255
AAB3:
      DJNZ      R2,AAB3
      DJNZ      R1,AAB2
      DJNZ      R0,AAB1
      RET
TABC:
      MOV       R0,#01
AB1:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R1,#25
AB2:
        MOV     R2,#50
AB3:
        DJNZ    R2,AB3

        DJNZ    R1,AB2
        DJNZ    R0,AB1
        RET
ABC:
        MOV     R0,#01
TAB1:
        MOV     R1,#100
TAB2:
        MOV     R2,#200
TAB3:
        DJNZ    R2,TAB3
        DJNZ    R1,TAB2
        DJNZ    R0,TAB1
        RET

F:
        CJNE    R4,#00D,F0
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LJMP    GC5
F0:
        CJNE    R4,#01D,F1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F1:
        CJNE    R4,#02D,F2
        MOV     R3,#02D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LJMP    GC5
F2:
        CJNE    R4,#03D,F3
        MOV     R3,#02D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F3:
        CJNE    R4,#04D,F4
        MOV     R3,#04D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LJMP    GC5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
F4:
        CJNE    R4,#05D,F5
        MOV     R3,#04D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F5:
        CJNE    R4,#06D,F6
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        LJMP    GC5
F6:
        CJNE    R4,#07D,F7
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F7:
        CJNE    R4,#08D,F8
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#02D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F8:
        CJNE    R4,#09D,F9
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#03D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F9:
        CJNE    R4,#10D,F10
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#04D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F10:
        CJNE    R4,#11D,F11
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#05D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F11:    CJNE    R4,#12D,F12
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F12:
        CJNE    R4,#13D,F13
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F13:
        CJNE    R4,#14D,F14
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F14:
        CJNE    R4,#15D,F15
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#09D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F15:
        CJNE    R4,#16D,F16
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#10D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F16:
        CJNE    R4,#17D,F17
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#11D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F17:
        CJNE    R4,#18D,F18
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#12D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F18:
        CJNE    R4,#19D,F19
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#13D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
F19:
        CJNE    R4,#20D,F19       ;***30***
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#14D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5

I:
        CJNE    R4,#00D,I0
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5

I0:
        CJNE    R4,#01D,I1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LJMP    GC5
I1:
        CJNE    R4,#02D,I2
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I2:
        CJNE    R4,#03D,I3
        MOV     R3,#03D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LJMP    GC5
I3:
        CJNE    R4,#04D,I4
        MOV     R3,#03D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I4:
        CJNE    R4,#05D,I5
        MOV     R3,#05D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LJMP    GC5
I5:
        CJNE    R4,#06D,I6
        MOV     R3,#05D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I6:
        CJNE    R4,#07D,I7
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC1
        LJMP    GC5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
I7:
        CJNE    R4,#08D,I8
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I8:
        CJNE    R4,#09D,I9
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#02D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I9:
        CJNE    R4,#10D,I10
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#03D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I10:
        CJNE    R4,#11D,I11
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#04D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I11:
        CJNE    R4,#12D,I12
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#05D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I12:
        CJNE    R4,#13D,I13
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I13:
        CJNE    R4,#14D,I14
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I14:
        CJNE    R4,#15D,I15
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I15:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE    R4,#16D,I16
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#09D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I16:
        CJNE    R4,#17D,I17
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#10D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I17:
        CJNE    R4,#18D,I18
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#11D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I18:
        CJNE    R4,#19D,I19
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#12D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
I19:
        CJNE    R4,#20D,I19     ;***35***
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#13D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5

J:
        CJNE    R4,#00D,J0
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LJMP    GC5
J0:
        CJNE    R4,#01D,J1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
J1:
        CJNE    R4,#02D,J2
        MOV     R3,#02D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LJMP    GC5
J2:
        CJNE    R4,#03D,J3
        MOV     R3,#02D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
J3:
        CJNE    R4,#04D,J4
        MOV     R3,#04D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LJMP    GC5
J4:
        CJNE    R4,#05D,J5
        MOV     R3,#04D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
J5:
        CJNE    R4,#06D,J6
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LJMP    GC5
J6:
        CJNE    R4,#07D,J7
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
J7:
        CJNE    R4,#08D,J8
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC1
        LJMP    GC5
J8:
        CJNE    R4,#09D,J9
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
J9:
        CJNE    R4,#10D,J10
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#02D
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
J10:
        CJNE    R4,#11D,J11
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#03D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
J11:
        CJNE    R4,#12D,J12
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#04D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
J12:
        CJNE    R4,#13D,J13
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#05D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
J13:
        CJNE    R4,#14D,J14
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
J14:
        CJNE    R4,#15D,J15
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#07D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
J15:
        CJNE    R4,#16D,J16
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
J16:
        CJNE    R4,#17D,J17
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#09D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
J17:
        CJNE    R4,#18D,J18
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#10D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
J18:
        CJNE      R4,#19D,J19
        MOV       R3,#08D
        LCALL     FC1
        MOV       R3,#11D
        LCALL     FC4
        LJMP      GC5
J19:
        CJNE      R4,#20D,J19       ;***40***
        MOV       R3,#08D
        LCALL     FC1
        MOV       R3,#12D
        LCALL     FC4
        LJMP      GC5

K:
        CJNE      R4,#00D,K0
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LJMP      GC5
K0:
        CJNE      R4,#01D,K1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        MOV       R3,#01D
        LCALL     FC4
        LJMP      GC5
K1:
        CJNE      R4,#02D,K2
        MOV       R3,#02D
        LCALL     FC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LJMP      GC5
K2:
        CJNE      R4,#03D,K3
        MOV       R3,#02D
        LCALL     FC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        LCALL     GC1
        MOV       R3,#01D
        LCALL     FC4
        LJMP      GC5
K3:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE    R4,#04D,K4
        MOV     R3,#04D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LJMP    GC5
K4:
        CJNE    R4,#05D,K5
        MOV     R3,#04D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
K5:
        CJNE    R4,#06D,K6
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LJMP    GC5
K6:
        CJNE    R4,#07D,K7
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
K7:
        CJNE    R4,#08D,K8
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        LJMP    GC5
K8:
        CJNE    R4,#09D,K9
        MOV     R3,#08D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
K9:
        CJNE    R4,#10D,K10
        MOV     R3,#10D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LJMP    GC5
K10:
        CJNE    R4,#11D,K11
        MOV     R3,#10D
        LCALL   FC1
        LCALL   GC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
K11:
        CJNE    R4,#12D,K12
        MOV     R3,#12D
        LCALL   FC1
        LJMP    GC5
K12:
        CJNE    R4,#13D,K13
        MOV     R3,#12D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#01D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
K13:
        CJNE    R4,#14D,K14
        MOV     R3,#12D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#02D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
K14:
        CJNE    R4,#15D,K15
        MOV     R3,#12D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#03D
        LCALL   FC4
        JMP    GC5
K15:
        CJNE    R4,#16D,K16
        MOV     R3,#12D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#04D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
K16:
        CJNE    R4,#17D,K17
        MOV     R3,#12D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#05D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
K17:
        CJNE    R4,#18D,K18
        MOV     R3,#12D
        LCALL   FC1
        MOV     R3,#06D
        LCALL   FC4
        LJMP    GC5
K18:
        CJNE    R4,#19D,K19
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      MOV       R3,#12D
      LCALL     FC1
      MOV       R3,#07D
      LCALL     FC4
      LJMP      GC5
K19:
      CJNE      R4,#20D,K19       ;***60***
      MOV       R3,#12D
      LCALL     FC1
      MOV       R3,#08D
      LCALL     FC4
      LJMP      GC5
```

โปรแกรมควบคุมการทำงานของมอเตอร์ชนิด 5 บาท

```
FC1:
      MOV     R6,#00H             ;START ROUND_L 5
      FAC2: MOV     A,#01H
      FAC1: MOV     P0,A
      RL      A
      LCALL   ABC
      CJNE    A,#10H,FAC1
      INC     R6
      CJNE    R6,#12D,FAC2
      DJNZ    R3,FC1
      RET

FC4:
      MOV     R6,#00H             ;START ROUND_R 5

FAC7:
      MOV     A,#08H              ;**.....**
FAC8:
      MOV     P0,A
      RR      A
      LCALL   ABC
      CJNE    A,#80H,FAC8
      INC     R6
      CJNE    R6,#12D,FAC7
      DJNZ    R3,FC4
      RET
```

โปรแกรมควบคุมการทำงานของมอเตอร์ชนิด 10 บาท

```
GC1:
      MOV     R6,#00H             ;START ROUND_L 10
GAC2:
      MOV     A,#10H
GAC1:
      MOV     P0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      RL      A
      LCALL   ABC
      CJNE    A,#01H,GAC1
      INC     R6
      CJNE    R6,#12D,GAC2
      DEC     R5
AB3:
      DJNZ      R2,AB3

GC5:
      CJNE    R5,#00H,GC4          ;*.....*
      RET                          ;EXIT
GC4:
      MOV     R6,#00H              ;START ROUND_R 10
GAC7:
      MOV     A,#80H
GAC8:
      MOV     P0,A
      RR      A
      LCALL   ABC
      CJNE    A,#08H,GAC8
      INC     R6
      CJNE    R6,#12D,GAC7
      DJNZ    R5,GC4
      RET                          ;EXIT

AGC5:
      CJNE    R4,#00H,AGC4         ;*.....*
      RET                          ;EXIT
AGC4:
      MOV     R6,#00H              ;START ROUND_R 5

AGAC7:
      MOV     A,#08H
AGAC8:
      MOV     P0,A
      RR      A
      LCALL   ABC
      CJNE    A,#80H,AGAC8
      INC     R6
      CJNE    R6,#12D,AGAC7
      DJNZ    R4,AGC4
      RET                          ;EXIT

DI0:
      MOV     20H,#05D
DI1:
      SETB    P3.5
      ACALL   DDD
      CLR     P3.5
      ACALL   DDD
      DJNZ    20H,DI1
      RET

DDD:
      MOV       R0,#01D
ASB1:
      MOV       R1,#10D
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ASB2:
      MOV       R2,#10D

ASB3:
      DJNZ      R2,ASB3
      DJNZ      R1,ASB2
      DJNZ      R0,ASB1
      RET
      END
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

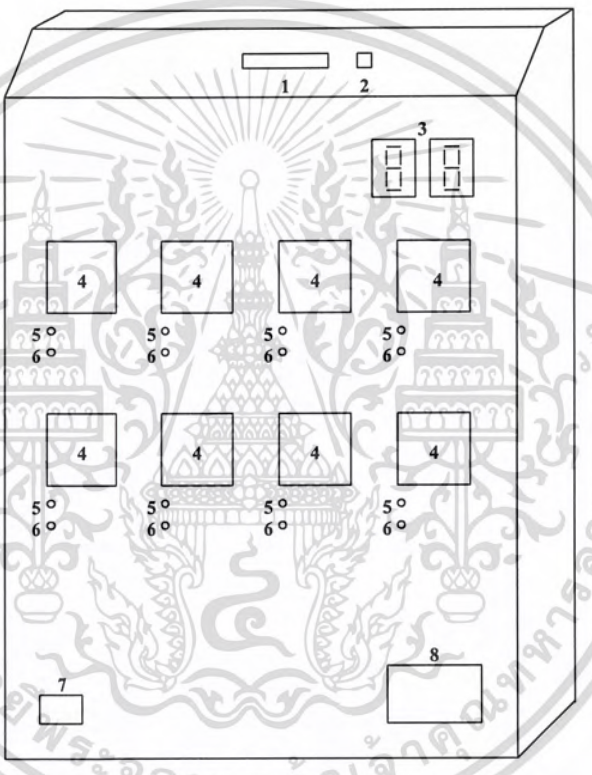
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนทำการใช้บริการควรตรวจสอบชนิดของสินค้าและราคาของสินค้าที่บรรจุภายในเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ และให้ปฏิบัติตามขั้นตอนวิธีการใช้อย่างถูกต้องเพื่อสะดวกต่อผู้ใช้บริการ

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ

จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1) ช่องหยอดเหรียญ

2) ปุ่มกดยกเลิกการใช้บริการ

3) อุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนจำนวน 2 หลัก

4) ปุ่มกดสินค้า

5) แอลอีดีแสดงสินค้าที่สามารถเลือกซื้อได้

6) แอลอีดีแสดงสินค้าหมดหรือไม่หมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ช่องรับเงินทอน - เงินคืน

8) ช่องรับสินค้า

3. การติดตั้งและใช้งาน

3.1 บรรจุสินค้าลงในช่องเก็บสินค้าให้เรียบร้อย

3.2 บรรจุเหรียญ 5 บาทและเหรียญ 10 บาทลงในช่องเก็บเหรียญ

3.3 การใช้บริการควรตรวจสอบชนิดของสินค้าและราคาของสินค้าที่ต้องการใช้บริการ

3.4 หยอดเหรียญ 5 บาทและเหรียญ 10 บาทลงในช่องรับเหรียญตามราคาของสินค้าที่ต้องการเลือกซื้อ

3.5 ถ้าไม่ต้องการใช้บริการสามารถกดปุ่มยกเลิกการใช้บริการ หลังจากนั้นเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติจะทำการคืนเหรียญออกมาทางช่องรับเงินทอน – เงินคืน

3.6 การซื้อสินค้าสามารถกดปุ่มได้ทันทีที่สินค้าตัวอย่าง

3.7 สามารถรับสินค้าได้ที่ช่องรับสินค้า

3.8 ในกรณีหยอดเหรียญเป็นจำนวนเงินเกินราคาสินค้าที่เลือกซื้อสามารถรับเงินทอนได้ที่ช่องรับเงินทอน – เงินคืน

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติ สามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นจากตารางข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
หยอดเหรียญแล้วเครื่องไม่ทำงาน	ตรวจสอบจำนวนเหรียญที่หยอดหรือกดปุ่มยกเลิกการใช้บริการและทำการหยอดเหรียญใหม่
แอลอีดีไม่แสดงผลสินค้าที่สามารถทำการเลือกซื้อได้	จำนวนเงินที่หยอดเหรียญไม่เพียงพอต่อการใช้บริการหรือแอลอีดีเสีย
อุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วนไม่สามารถแสดงค่าจำนวนเงินของเหรียญที่ทำการหยอดได้	ตรวจสอบความถูกต้องของเหรียญที่ทำการหยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- หมั่นตรวจดูจำนวนสินค้าคงเหลือในช่องเก็บสินค้าและจำนวนของเหรียญคงเหลือในช่องเก็บเหรียญ
- เช็ดทำความสะอาดตัวเครื่องด้วยผ้านุ่มอย่าใช้สารใดๆ ที่เป็นตัวทำละลายเพราะทำให้เครื่องจำหน่ายถุงยางอนามัยอัตโนมัติเสียหายได้

5.2 ข้อควรระวัง

- เติมสินค้าในช่องเก็บสินค้าให้เป็นที่เรียบร้อย
- ควรหยอดเหรียญครั้งละ 1 เหรียญเพื่อความถูกต้องในการคัดแยกเหรียญ

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
อุปกรณ์แสดงผล	จอแสดงผลแบบตัวเลขเจ็ดส่วน จำนวน 2 หลัก มีความสูง 0.6 นิ้ว
การแสดงชนิดสินค้าที่สามารถใช้บริการได้	ใช้แอลอีดีเป็นตัวแสดงผล
การยกเลิกการใช้บริการ	ปุ่มสวิตซ์ยกเลิกการใช้บริการ
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์และ 5 โวลต์
หลักการทอนเงิน	ใช้โปรแกรมควบคุมโดยการเปรียบเทียบราคาสินค้าและจำนวนเงินที่หยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

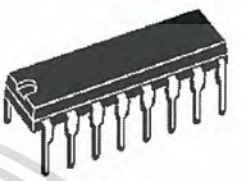
ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ULN2001A-ULN2002A
ULN2003A-ULN2004A

SEVEN DARLINGTON ARRAYS

- SEVEN DARLINGTONS PER PACKAGE
- OUTPUT CURRENT 500mA PER DRIVER (600mA PEAK)
- OUTPUT VOLTAGE 50V
- INTEGRATED SUPPRESSION DIODES FOR INDUCTIVE LOADS
- OUTPUTS CAN BE PARALLELED FOR HIGHER CURRENT
- TTL/CMOS/PMOS/DTL COMPATIBLE INPUTS
- INPUTS PINNED OPPOSITE OUTPUTS TO SIMPLIFY LAYOUT



DIP16

ORDERING NUMBERS: ULN2001A/2A/3A/4A

SO16

ORDERING NUMBERS: ULN2001D/2D/3D/4D

DESCRIPTION

The ULN2001A, ULN2002A, ULN2003 and ULN2004A are high voltage, high current darlington arrays each containing seven open collector darlington pairs with common emitters. Each channel rated at 500mA and can withstand peak currents of 600mA. Suppression diodes are included for inductive load driving and the inputs are pinned opposite the outputs to simplify board layout.

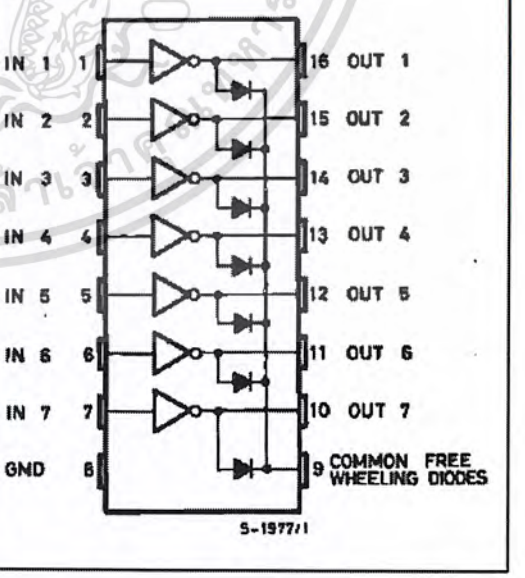
The four versions interface to all common logic families :

ULN2001A	General Purpose, DTL, TTL, PMOS, CMOS
ULN2002A	14-25V PMOS
ULN2003A	5V TTL, CMOS
ULN2004A	6–15V CMOS, PMOS

These versatile devices are useful for driving a wide range of loads including solenoids, relays DC motors, LED displays filament lamps, thermal printheads and high power buffers.

The ULN2001A/2002A/2003A and 2004A are supplied in 16 pin plastic DIP packages with a copper leadframe to reduce thermal resistance. They are available also in small outline package (SO-16) as ULN2001D/2002D/2003D/2004D.

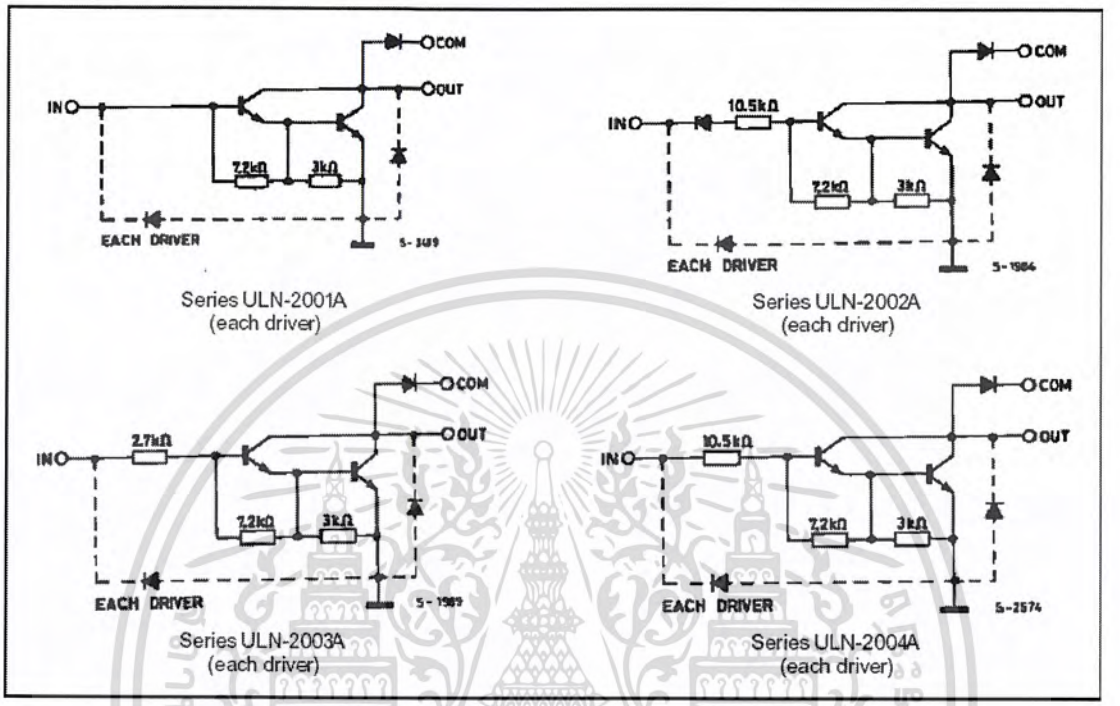
PIN CONNECTION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

SCHEMATIC DIAGRAM



Series ULN-2001A (each driver)

Series ULN-2002A (each driver)

Series ULN-2003A (each driver)

Series ULN-2004A (each driver)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_o	Output Voltage	50	V
V_{in}	Input Voltage (for ULN2002A/D - 2003A/D - 2004A/D)	30	V
I_c	Continuous Collector Current	500	mA
I_b	Continuous Base Current	25	mA
T_{amb}	Operating Ambient Temperature Range	– 20 to 85	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	– 55 to 150	°C
T_j	Junction Temperature	150	°C

THERMAL DATA

Symbol	Parameter		DIP16	SO16	Unit
$R_{th\ j\text{-}amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	70	100	°C/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{amb} = 25°C unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	Fig.
I_{CEX}	Output Leakage Current	V_{CE} = 50V			50	µA	1a
		T_{amb} = 70°C, V_{CE} = 50V			100	µA	1a
		T_{amb} = 70°C for ULN2002A V_{CE} = 50V, V_I = 6V			500	µA	1b
		for ULN2004A V_{CE} = 50V, V_I = 1V			500	µA	1b
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter Saturation Voltage	I_C = 100mA, I_B = 250µA		0.9	1.1	V	2
		I_C = 200 mA, I_B = 350µA		1.1	1.3	V	2
		I_C = 350mA, I_B = 500µA		1.3	1.6	V	2
$I_{I(on)}$	Input Current	for ULN2002A, V_I = 17V		0.82	1.25	mA	3
		for ULN2003A, V_I = 3.85V		0.93	1.35	mA	3
		for ULN2004A, V_I = 5V		0.35	0.5	mA	3
		V_I = 12V		1	1.45	mA	3
$I_{I(off)}$	Input Current	T_{amb} = 70°C, I_C = 500µA	50	65		µA	4
$V_{I(on)}$	Input Voltage	V_{CE} = 2V				V	5
		for ULN2002A I_C = 300mA			13		
		for ULN2003A I_C = 200mA			2.4		
		I_C = 250mA			2.7		
		I_C = 300mA			3		
		for ULN2004A I_C = 125mA			5		
		I_C = 200mA			6		
		I_C = 275mA			7		
		I_C = 350mA			8		
h_{FE}	DC Forward Current Gain	for ULN2001A V_{CE} = 2V, I_C = 350mA	1000				2
C_I	Input Capacitance			15	25	pF	
t_{PLH}	Turn-on Delay Time	0.5 V_I to 0.5 V_o		0.25	1	µs	
t_{PHL}	Turn-off Delay Time	0.5 V_I to 0.5 V_o		0.25	1	µs	
I_R	Clamp Diode Leakage Current	V_R = 50V			50	µA	6
		T_{amb} = 70°C, V_R = 50V			100	µA	6
V_F	Clamp Diode Forward Voltage	I_F = 350mA		1.7	2	V	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST CIRCUITS

Figure 1a.

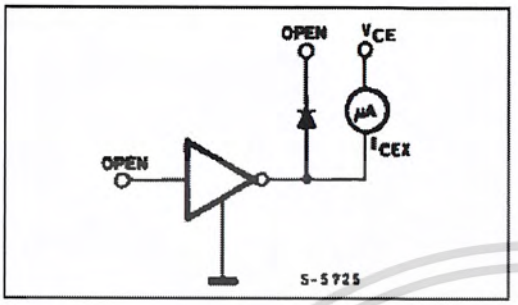


Figure 1b.

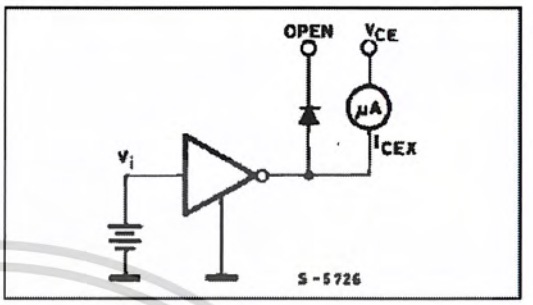


Figure 2.

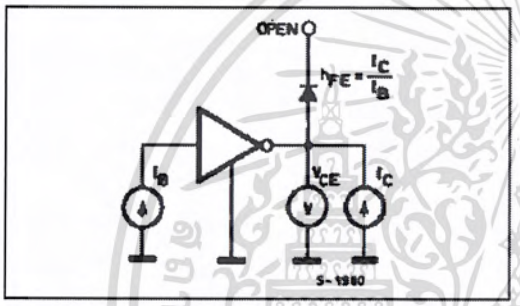


Figure 3.

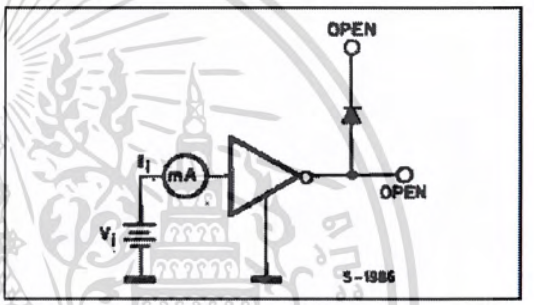


Figure 4.

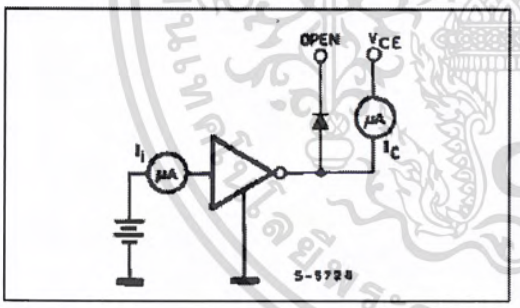


Figure 5.

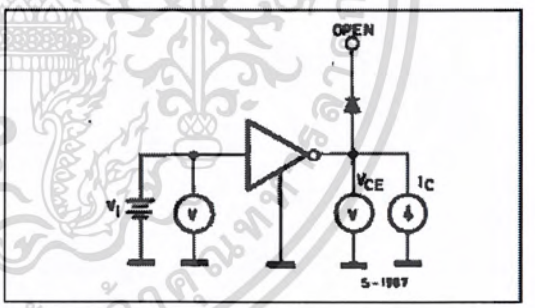


Figure 6.

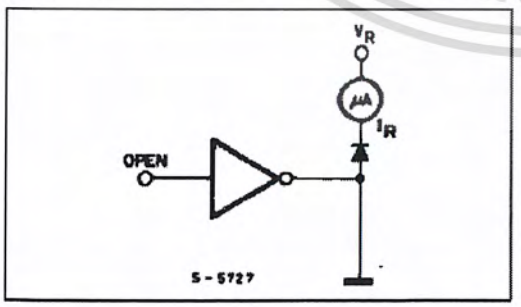
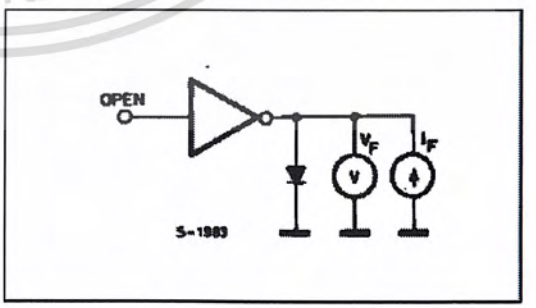


Figure 7.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 8: Collector Current versus Input Current

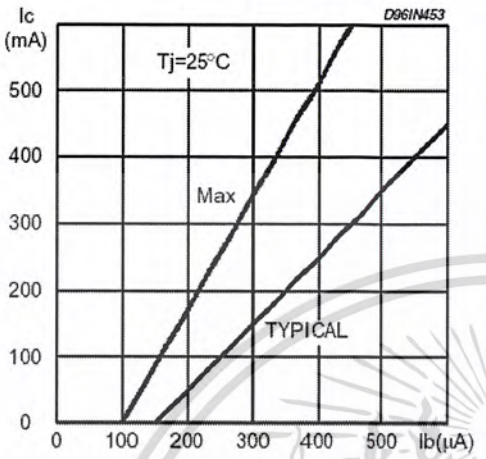


Figure 9: Collector Current versus Saturation Voltage

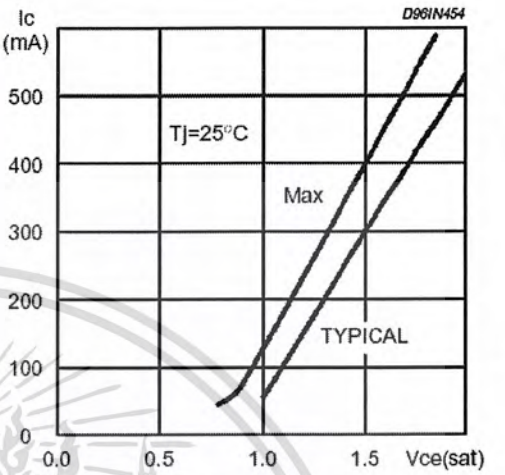


Figure 10: Peak Collector Current versus Duty Cycle

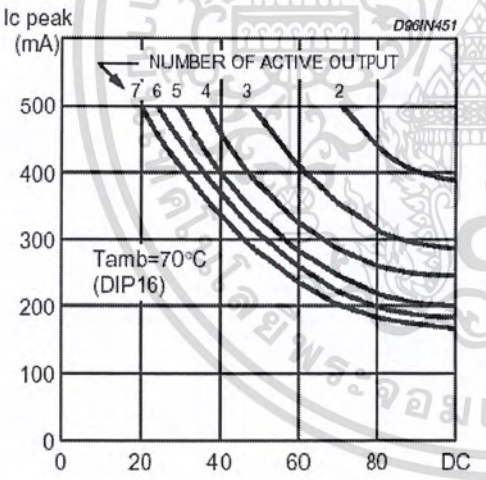
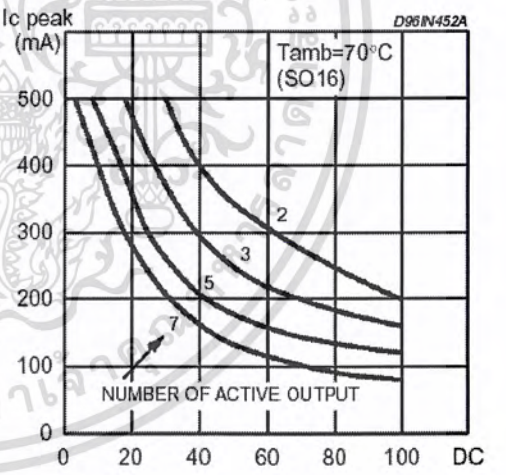


Figure 11: Peak Collector Current versus Duty Cycle

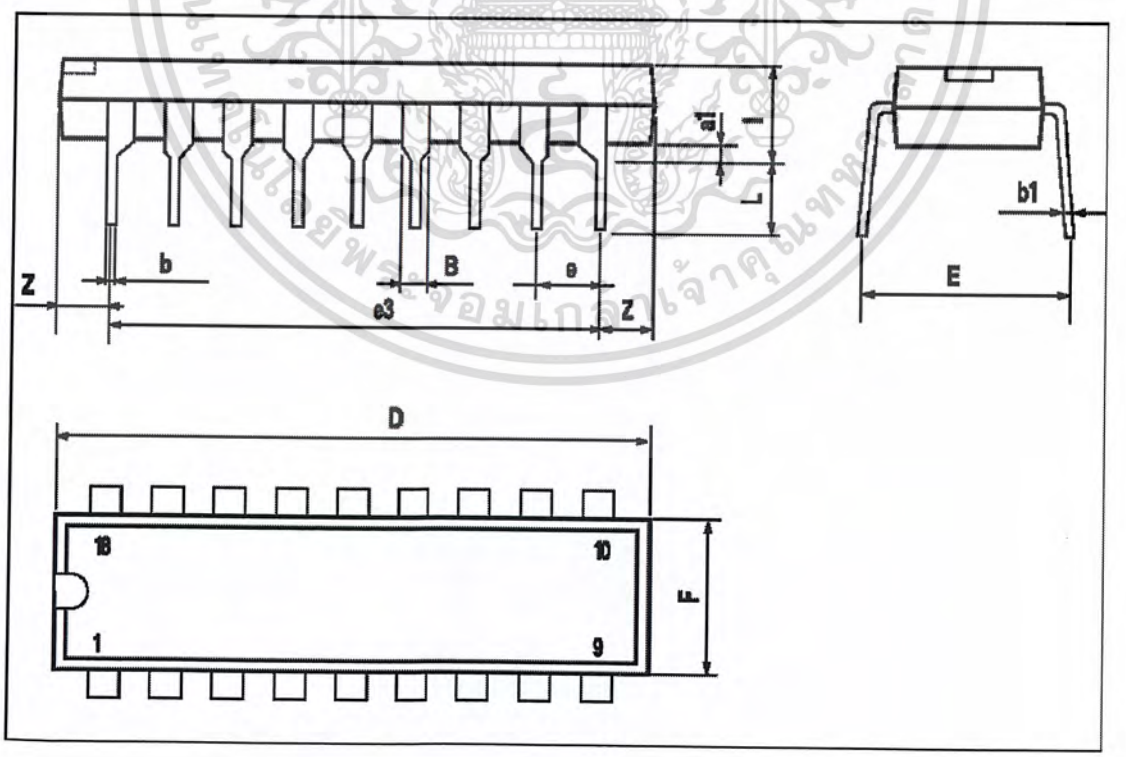


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

DIP16 PACKAGE MECHANICAL DATA

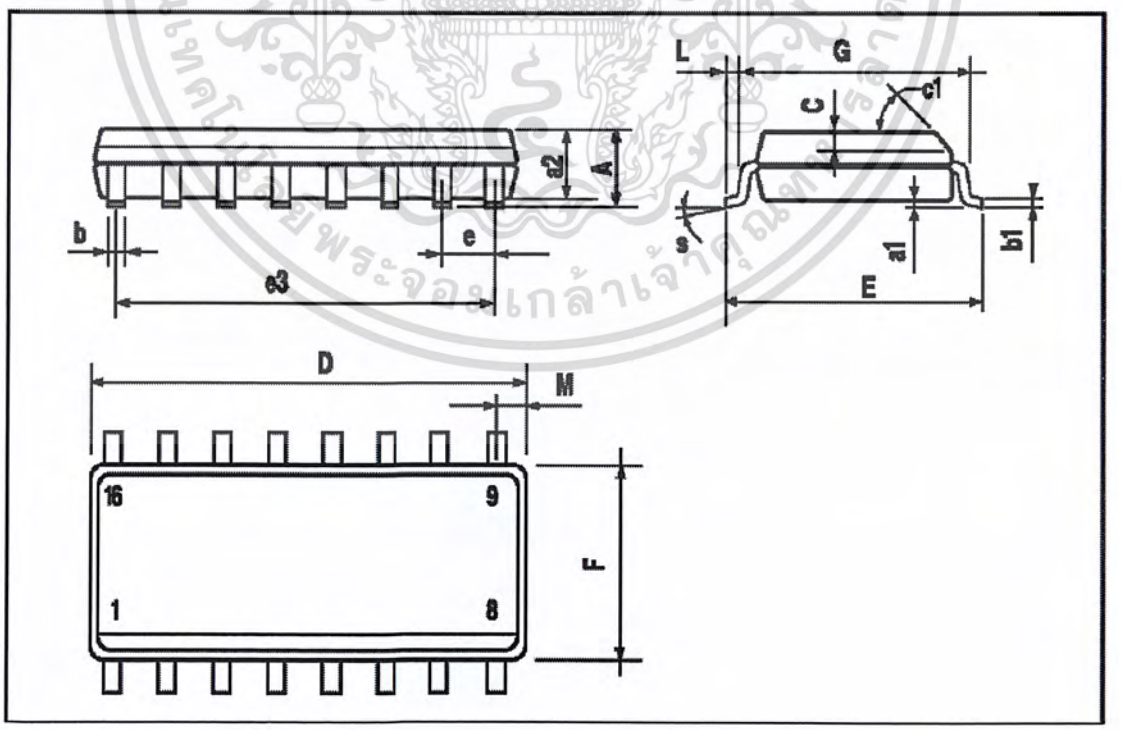
DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	0.77		1.65	0.030		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		17.78			0.700	
F			7.1			0.280
I			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z			1.27			0.050



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SO16 PACKAGE MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			1.75			0.069
a1	0.1		0.25	0.004		0.009
a2			1.6			0.063
b	0.35		0.46	0.014		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.020	
c1	45 (typ.)					
D	9.8		10	0.386		0.394
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		8.89			0.350	
F	3.8		4.0	0.150		0.157
L	0.4		1.27	0.016		0.050
M			0.62			0.024
S	8 (max.)					



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นางสาวกมลวรรณ พิมทน
วัน เดือน ปีเกิด	17 กรกฎาคม พ.ศ.2523
ภูมิลำเนาเดิม	78/2 หมู่ 4 ตำบลตะเคียนเตี้ย อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี 20150

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนสัตหีบ จังหวัดชลบุรี
มัธยมศึกษา	โรงเรียนสิงห์สมุทร จังหวัดชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ จังหวัดชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ จังหวัดชลบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ทุนการศึกษา	ทุนเรียนดีของสมาคมภริยาทหารเรือ ปีการศึกษา 2545
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	ว่าที่ร.ต.สุรศักดิ์ พรหมน้อย
วัน เดือน ปีเกิด	27 พฤศจิกายน พ.ศ.2523
ภูมิลำเนาเดิม	38/1 หมู่ 4 ตำบลวิสัยใต้ อำเภอสวี จังหวัดชุมพร 86130
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดควน จังหวัดชุมพร
มัธยมศึกษา	โรงเรียนสวีวิทยา จังหวัดชุมพร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคชุมพร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคชุมพร
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ผลงานที่ได้รับรางวัล (ตะกร้อ)	นักกีฬาอาชีวศึกษาภาคใต้ รางวัลรองชนะเลิศอันดับ 2
ทุนการศึกษา	ทุนโรงพยาบาลหัวเฉียว 3 ปีและ ทุนวิทยาลัยเทคนิคชุมพรอนุเคราะห์
คติพจน์	สำนึกรักบ้านเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นางสาวนิธินาถ ยูงทอง
วัน เดือน ปีเกิด	6 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2524
ภูมิลำเนาเดิม	184/26 หมู่ 7 ถนนเทวบุรี ตำบลโพธิ์เสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80000

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดพระมหาธาตุ จังหวัดนครศรีธรรมราช
มัธยมศึกษา	โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ค่าของคนอยู่ที่ผลของการกระทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายแสนสุข ดำสุด

วัน เดือน ปีเกิด 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2522

ภูมิลำเนาเดิม 147 หมู่ 6 ตำบลบางเป้า อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง 92110

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนวัดศรีหราฎศรัทธา จังหวัดตรัง

มัธยมศึกษา โรงเรียนกันตังพิทยากร จังหวัดตรัง

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคตรัง

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพฯ

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ชีวิตเราลิขิตได้ด้วยตัวเราเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้