



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

Automatic Coins Selecting and Counting Machine

- ชื่อนักศึกษา
1. ว่าที่ร้อยตรีณัฐพงษ์ พลสัมพันธ์ รหัสประจำตัว 45035258
  2. นายพิชชา เท่งสี รหัสประจำตัว 45035271
  3. นางสาวมลิวลัย สังข์ชุม รหัสประจำตัว 45035275
  4. นายอภิศักดิ์ อดออม รหัสประจำตัว 45035286

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์

- อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
1. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ
  2. อาจารย์วรัญญา สมหา

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พิชญ์สินี มงคลขจิต	
2. อาจารย์อำพล ทองระอา	
3. อาจารย์ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์	
4. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชนฐพิทักษ์สกุล	
5. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันอังคารที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2547 เวลา 09.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ รัตริ)



เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

<BT4620072>

ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ แปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งหากนำไปใช้

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 31 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547

# ปริญญานิพนธ์

เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

**AUTOMATIC COINS SELECTING AND COUNTING MACHINE**



เลขหมู่.....

เลขทะเบียน **51046**

วัน,เดือน,ปี **29 ส.ย. 2547**

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

Automatic Coins Selecting and Counting Machine

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการคัดแยกเหรียญและนับเหรียญ ชุดรับ - ส่งอินฟราเรด มอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง ชุดเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ และการประยุกต์ใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์
2. เพื่อออกแบบชุดกลไกการคัดแยกเหรียญและนับเหรียญ วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ ชุดเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ผังการทำงานและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
3. เพื่อสร้างเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
4. เพื่อทดลองและทดสอบเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
5. เพื่อนำเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติไปใช้งานจริง

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับหลักการคัดแยกเหรียญและนับเหรียญ ชุดรับ - ส่งอินฟราเรด มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ได้ชุดกลไกการคัดแยกเหรียญและนับเหรียญ วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ ชุดเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ผังการทำงานและโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
3. ได้เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
4. ได้ผลการทดลองและทดสอบเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
5. นำเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I

ชื่อหัวข้อ	เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ	
นักศึกษา	ว่าที่ร้อยตรีณัฐพงษ์	พลสัมพันธ์
	นายพิชยา	เท็งสี
	นางสาวมลิวลัย	สังข์ชุม
อาจารย์ที่ปรึกษา	นายอภิศักดิ์	อดออม
	อาจารย์ปิยะ	ศุภวาราสุวัฒน์
	อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์วรวิทย์	สมหา
	ศาสตราจารย์ดร.อุทสากรมบัณฑิต	
หลักสูตร	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงการเรื่อง เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนของการนับเหรียญ จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวหมุนจานนับเหรียญ เพื่อจัดเรียงเหรียญป้อนเข้าสู่ส่วนคัดแยกเหรียญทีละเหรียญ ส่วนคัดแยกเหรียญ ใช้หลักการตรวจจับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหรียญแต่ละชนิดด้วยแสงอินฟราเรดและใช้โซลินอยด์เพื่อคัดแยกชนิดของเหรียญ ส่วนของการนับเหรียญใช้หลักการตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรดแสดงผลที่จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน และส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บบันทึกค่าและพิมพ์ผลการนับเหรียญ ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวประมวลผลและควบคุมการทำงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis Title</b>	Automatic Coins Selecting and Counting Machine	
<b>Students</b>	Acting SUB.LT.Nuttapong	Ponsampan
	Mr.Pichaya	Thangsee
	Miss Maliwan	Sungchum
<b>Advisor</b>	Mr.Apisak	Odom
	Mr.Piya	Supavarasuwat
<b>Co-Advisors</b>	Mr.Amornchai	Chaichana
	Mr.Worawit	Somha
<b>Education Level</b>	Bachelor of Science in Industrial Education	
<b>Program in</b>	Telecommunication Engineering	
<b>Academic Year</b>	2003	

### ABSTRACT

This thesis presents the project of Automatic Coins Selecting and Counting Machine which consists of four major parts. First part is coin spin dish driving by D.C. motor to feed each coin into the coin selector. Second part is coin selector using the infrared sensor to detect the coin size and to separate the coin by using solenoid. Third part is coin counter using the infrared sensor to count the coin, displaying the result by seven-segment LED, recording the counting data to the personal computer, and printing the result to the printer. The last part is control unit using MCS-51 microcontroller to be a central project control systems.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ถูกล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณ อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ อาจารย์วรวิทย์ สมหา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาครุศาสตร์ วิศวกรรมทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณองค์การโทรศัพท์ จังหวัดนครปฐม ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษา และเป็นผู้ให้กำลังใจ ด้วยดีเสมอมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	IX
สารบัญรูป	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ชี้ความสามารถของโครงการ	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับ	3
2.2.1 โฟโตไดโอด	3
2.2.2 แบบจำลองของวงจรโฟโตไดโอด	5
2.2.3 โฟโตทรานซิสเตอร์	7
2.2.4 โฟโตเซนเซอร์	8
2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	10
2.3.1 หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	10
2.3.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	10
2.3.2 คุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	10
2.3.4 การรักษาระดับความเร็ว	13
2.3.5 แรงดึง	14
2.3.6 การควบคุมความเร็ว	14
2.4 โซลินอยด์	17
2.4.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.2 ขั้นตอนการเลือกใช้โซลินอยด์	20
2.4.2 แนวความคิดในการนำโซลินอยด์ไปประยุกต์ใช้	20
2.4.3 ข้อควรระวังในการใช้โซลินอยด์เพื่อให้อายุยืนยาว	21
2.5 ระบบเซอร์โว	21
2.5.1 ระบบเกียร์	21
2.5.2 เฟือง	22
2.5.3 ความแข็งแรงของฟันเฟือง	23
2.5.4 โซ่	23
2.5.5 ระบบสายพานและคานจัด	23
2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	24
2.6.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	24
2.6.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	24
2.7 การสื่อสารอนุกรม	26
2.8 เหรียญกษาปณ์หมุนเวียน	32
2.8.1 เหรียญกษาปณ์โลหะสีขาว ราคา 1 บาท	32
2.8.2 เหรียญกษาปณ์โลหะสีขาวเคลือบสีทองแดง ราคา 5 บาท	33
2.8.3 เหรียญกษาปณ์โลหะสองสี ชนิดราคา 10 บาท	34
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	35
3.1 กล่าวนำ	35
3.2 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง	36
3.2.1 การออกแบบและการสร้าง	36
3.2.2 การทำงาน	36
3.3 วงจรควบคุมมอเตอร์	38
3.3.1 การออกแบบและการสร้าง	38
3.3.2 การทำงาน	38
3.4 วงจรตรวจจับเหรียญ	39
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4.2 การทำงาน	39
3.5 วงจรควบคุมโซลินอยด์	40
3.5.1 การออกแบบและการสร้าง	40
3.5.2 การทำงาน	40
3.6 วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	40
3.6.1 การออกแบบและการสร้าง	40
3.6.2 การทำงาน	41
3.7 วงจรแอลอีดี	41
3.7.1 การออกแบบและการสร้าง	41
3.7.2 การทำงาน	42
3.8 วงจรสวิทช์เมตริกซ์	42
3.8.1 การออกแบบและการสร้าง	42
3.8.2 การทำงาน	43
3.9 วงจรสวิทช์	43
3.9.1 การออกแบบและการสร้าง	43
3.9.2 การทำงาน	43
3.10 วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์	44
3.10.1 การออกแบบและการสร้าง	44
3.10.2 การทำงาน	44
3.11 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์	44
3.11.1 การออกแบบและการสร้าง	44
3.11.2 การทำงาน	45
3.12 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์	45
3.12.1 การออกแบบและการสร้าง	45
3.12.2 การทำงาน	46
3.13 โครงสร้างของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ	46
3.13.1 การออกแบบชุดคัดแยกและนับเหรียญ	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.13.2 การออกแบบช่องรับเหรียญและสายพานลำเลียง	47
3.13.3 งานปั้นเหรียญ	48
3.13.4 ชุดเก็บเหรียญ	48
3.14 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของเครื่อง	49
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	53
4.1 กล่าวนำ	53
4.2 การทดลองส่วนแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	53
4.2.1 การทดลอง	53
4.2.2 ผลการทดลอง	55
4.3 การทดลองวงจรตรวจจับเหรียญ	55
4.3.1 การทดลอง	55
4.3.2 ผลการทดลอง	56
4.4 การทดลองวงจรเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์	56
4.4.1 การทดลอง	56
4.4.2 ผลการทดลอง	58
4.5 การทดลองช่องรับเหรียญและสายพานลำเลียงเหรียญ	58
4.5.1 การทดลอง	58
4.5.2 ผลการทดลอง	59
4.6 การทดลองงานปั้นเหรียญ	59
4.6.1 การทดลอง	59
4.6.2 ผลการทดลอง	60
4.7 การทดลองตัวตรวจสอบจำนวนเหรียญที่งานปั้นเหรียญ	60
4.7.1 การทดลอง	60
4.7.2 ผลการทดลอง	61
4.8 การทดลองชุดคัดแยกและนับเหรียญ	61
4.8.1 การทดลอง	61
4.8.2 ผลการทดลอง	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.9 การทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่อง	64
4.9.1 การทดลอง	64
4.9.2 ผลการทดลอง	68
4.10 การทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุด	68
4.10.1 การทดลอง	68
4.10.2 ผลการทดลอง	73
4.11 การทดลองพิมพ์รายงานผลการนับเหรียญ	73
4.11.1 การทดลอง	73
4.11.2 ผลการทดลอง	73
บทที่ 5 บทสรุป	76
5.1 สรุป	76
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	76
5.3 แนวทางการพัฒนา	79
บรรณานุกรม	80
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	81
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	91
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	105
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	113
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	155
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	162
ประวัติผู้แต่ง	170

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การจัดหาสัญญาณของพอร์ตอนุกรมในแบบต่างๆ และหน้าที่การทำงาน	30
4.1 ผลการทดลองการนับจำนวนเหรียญและจำนวนเงิน	55
4.2 ผลการทดลองวงจรตรวจนับเหรียญ	55
4.3 ผลการทดลองวงจรเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์แสดงผลจำนวนเหรียญ	57
4.4 ผลการทดลองวงจรเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์แสดงผลจำนวนเงิน	58
4.5 ผลการทดลองของช่องรับเหรียญและสายพานลำเลียงเหรียญ	59
4.6 ผลการทดลองงานป้อนเหรียญ	60
4.7 ผลการทดลองตัวตรวจสอบจำนวนเหรียญที่งานป้อนเหรียญ	61
4.8 ผลการทดลองชุดคัดแยกและนับเหรียญ 1 บาท	62
4.9 ผลการทดลองชุดคัดแยกและนับเหรียญ 5 บาท	62
4.10 ผลการทดลองชุดคัดแยกและนับเหรียญ 10 บาท	63
4.11 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงผลจำนวนเหรียญ 1 บาท	65
4.12 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงผลจำนวนเหรียญ 5 บาท	66
4.13 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงผลจำนวนเหรียญ 10 บาท	66
4.14 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงผลจำนวนเหรียญคละชนิด	66
4.15 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงผลจำนวนเงินเหรียญ 1 บาท	67
4.16 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงผลจำนวนเงินเหรียญ 5 บาท	67
4.17 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงผลจำนวนเงินเหรียญ 10 บาท	67
4.18 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงผลจำนวนเงิน เหรียญคละชนิด	68
4.19 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงผลจำนวนเหรียญ 1 บาท	70
4.20 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงผลจำนวนเหรียญ 5 บาท	71
4.21 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงผลจำนวนเหรียญ 10 บาท	71
4.22 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงผลจำนวนเหรียญคละชนิด	71
4.23 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงผลจำนวนเงินเหรียญ 1 บาท	72
4.24 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงผลจำนวนเงินเหรียญ 5 บาท	72
4.25 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงผลจำนวนเงินเหรียญ 10 บาท	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.26 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงจำนวนเงินเหรียญละชนิด	73
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง	106
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมมอเตอร์	106
ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมมอเตอร์	107
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับเหรียญ	107
ค.3 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับเหรียญ	108
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจร โซลินอยด์	108
ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	108
ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	109
ค.7 รายการอุปกรณ์ของวงจรแอลอีดี	109
ค.8 รายการอุปกรณ์ของวงจรสวิทช์	110
ค.9 รายการอุปกรณ์ของวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์	110
ค.10 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์	110
ค.10 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์	111
ค.11 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์	111
ค.11 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์	112

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 คุณลักษณะทางเอาต์พุตโดยปกติของโฟโตไดโอด	4
2.2 การกระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	4
2.3 วงจรจำลองของโฟโตไดโอดและการขยายบริเวณคิพลีซันให้มากขึ้น	5
2.4 การต่อโฟโตไดโอดในการนำไปใช้งาน	6
2.5 วงจรไบอัสสำหรับโฟโตทรานซิสเตอร์	7
2.6 การใช้งานของโฟโตทรานซิสเตอร์ในลักษณะต่างๆ	8
2.7 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง	9
2.8 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน	9
2.9 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้า จากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน	11
2.10 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้า จากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม	12
2.11 โมเมนต์ซึ่งลวดตัวนำอาร์เมเจอร์กระทำรอบจุดศูนย์กลาง	14
2.12 สัญญาณควบคุมมอเตอร์ด้วยวิธีการมอดูเลตทางความถี่	15
2.13 สัญญาณควบคุมมอเตอร์ด้วยวิธีการมอดูเลตทางความกว้างของพัลส์	15
2.14 วงจรขับมอเตอร์	16
2.15 วงจรควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนของมอเตอร์กระแสตรง	16
2.16 โครงสร้างพื้นฐานของ โซลินอยด์	17
2.17 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด	18
2.18 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล	18
2.19 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก	19
2.20 การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง	19
2.21 ระบบการคัปปลิงของเกียร์	21
2.22 ลักษณะการขั้วกันของเฟือง	23
2.23 ระบบก้านและสายพาน	23
2.24 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์	25
2.25 รูปแบบของข้อมูลแบบซิงโครนัส	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.26 รูปแบบของข้อมูลแบบอะซิงโครนัส	27
2.27 คอนเน็กเตอร์อนุกรม	30
2.28 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมในรูปแบบต่างๆ	32
2.29 เหรียญกษาปณ์โลหะสีขาว ราคา 1 บาท	32
2.30 เหรียญกษาปณ์โลหะสีขาว เคลือบสีทองแดง ราคา 5 บาท	33
2.31 เหรียญกษาปณ์โลหะสองสี ชนิดราคา 10 บาท	34
3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ	35
3.2 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง	37
3.3 วงจรควบคุมมอเตอร์	38
3.4 วงจรตรวจจับเหรียญ	39
3.5 วงจรควบคุมโซลินอยด์	40
3.6 วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	41
3.7 วงจรแอลอีดี	42
3.8 วงจรสวิตช์เมตริกซ์	42
3.9 วงจรสวิตช์	43
3.10 วงจรเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์	44
3.11 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์	45
3.12 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์	45
3.13 ชุดคัดแยกและนับเหรียญ	46
3.14 ช่องรับเหรียญและสายพานลำเลียง	47
3.15 จานป้อนเหรียญ	48
3.16 ชุดเก็บเหรียญ	49
3.17 ผังงานของโปรแกรมเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ	49
3.18 ผังงานของโปรแกรมส่วนการนับแบบเป็นชุด	50
3.19 ผังงานของโปรแกรมส่วนการนับแบบต่อเนื่อง	51
4.1 ผลการทดลองการนับจำนวนเหรียญ	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2 ผลการทดลองการนับจำนวนเงิน	54
4.3 ผลการทดลองวงจรเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์แสดงผลจำนวนเหรียญและจำนวนเงิน	57
4.4 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงผลเป็นจำนวนเหรียญ	64
4.5 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงผลเป็นจำนวนเงิน	65
4.6 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงผลเป็นจำนวนเหรียญ	69
4.7 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงผลเป็นจำนวนเงิน	70
4.8 ผลการทดลองแสดงรายงานผลการนับเหรียญ	74
4.9 ผลการทดลองพิมพ์รายงานผลการนับเหรียญ	74
4.10 ผลการทดลองแสดงรายงานผลการค้นหาการนับเหรียญ	75
4.11 ผลการทดลองพิมพ์รายงานผลการค้นหาการนับเหรียญ	75
ก.1 เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ (ด้านหน้า)	82
ก.2 เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ (ด้านหลัง)	82
ก.3 ช่องรับเหรียญ	83
ก.4 จานปั่นเหรียญ	83
ก.5 ชุดคัดแยกและนับเหรียญ	84
ก.6 ชุดเก็บเหรียญ	84
ก.7 สวิตช์เมตริกซ์รับค่าการสั่งงานของเครื่อง	85
ก.8 ส่วนแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	85
ก.9 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง	86
ก.10 วงจรควบคุมมอเตอร์	86
ก.11 วงจรตรวจจับเหรียญ	87
ก.12 วงจรควบคุมโซลินอยด์	87
ก.13 วงจรควบคุมวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	88
ก.14 วงจรแอลอีดี	88
ก.15 วงจรสวิตช์	89
ก.16 วงจรเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.17 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์ และ 16 โวลต์	91
ข.1 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง	92
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง	92
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง	93
ข.4 วงจรควบคุมมอเตอร์	93
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์	94
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์	94
ข.7 วงจรตรวจจับเหรียญ	95
ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรตรวจจับเหรียญ	95
ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรตรวจจับเหรียญ	95
ข.10 วงจรควบคุม โซลินอยด์	96
ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุม โซลินอยด์	96
ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุม โซลินอยด์	94
ข.13 วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	97
ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	97
ข.15 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	95
ข.16 วงจรควบคุมวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	98
ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	98
ข.18 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน	98
ข.19 วงจรแอลอีดี	99
ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแอลอีดี	99
ข.21 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแอลอีดี	100
ข.22 วงจรสวิตช์	100
ข.23 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสวิตช์	101
ข.24 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสวิตช์	101
ข.25 วงจรเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์	101
ข.26 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์	102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.27 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์	102
ข.28 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์	102
ข. 29 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์	103
ข.30 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์ และ 5 โวลต์	103
ข.31 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์แหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์ และ 5 โวลต์	104
ง.1 ผังงานโปรแกรมการทำงานของเครื่อง	114
ง.2 ผังงานโปรแกรมโหมดการนับแบบต่อเนื่อง	115
ง.3 ผังงานโปรแกรมโหมดการนับแบบเป็นชุด	116
ง.4 ผังงานโปรแกรมการนับแบบเป็นชุด	117
ง.4 (ต่อ) ผังงานโปรแกรมการนับแบบเป็นชุด	118
ง.5 ผังงานโปรแกรมการนับแบบจำนวนเหรียญ	119
ง.6 การทำงานของโปรแกรมเมื่อเริ่มเปิดโปรแกรม	119
ง.7 การทำงานของโปรแกรมในการบันทึกข้อมูล	120
ง.8 การทำงานของโปรแกรมในการค้นหาข้อมูล	120
จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ (ด้านหน้า)	157
จ.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ (ด้านหลัง)	158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ ที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพไม่สูงนัก และยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยในเครื่องต้นแบบมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก เพราะใช้โครงสร้างที่เป็นเหล็ก ชุดงานป้อนเหรียญมีการติดขัดของเหรียญที่ทับซ้อนกัน มีเหรียญตกค้างในรางแยกเหรียญ ก่อให้เกิดเหรียญไม่สะดวกต่อการใช้งาน เพราะยึดติดอยู่กับรางรับเหรียญจากชุดแยกเหรียญ และกีดขวางเหรียญทุกชนิดถูกยึดติดเข้าด้วยกัน ไม่สะดวกต่อการนำเหรียญออกและส่วนแสดงผลมีเฉพาะการแสดงผลจำนวนเหรียญ ไม่มีส่วนการแสดงผลจำนวนเงิน เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ทางผู้จัดทำโครงการจึงได้จัดทำ เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติขึ้นมา โดยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้สูงขึ้น ลดข้อเสีย ข้อผิดพลาดที่จุดต่างๆ เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้จริง

### 1.2 จุดความสามารถของโครงการ

1. สามารถคัดแยกและนับเหรียญได้ 3 ชนิด ได้แก่ เหรียญ 1 บาท เหรียญ 5 บาท และเหรียญ 10 บาท
2. สามารถแสดงผลเป็นจำนวนเงินของแต่ละเหรียญและจำนวนเงินโดยรวมได้
3. สามารถนับเหรียญเป็นชุดตามที่ระบุได้
4. สามารถคัดแยกและนับเหรียญได้ประมาณ 200 เหรียญ ภายในเวลา 1 นาที
5. สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม เพื่อแสดงผลและพิมพ์ข้อมูลการนับเหรียญได้
6. สามารถถอดประกอบและซ่อมแซมได้ง่าย

### 1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 กล่าวถึง ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญาโท ขีดความสามารถของ  
โครงการและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 กล่าวถึง ทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับ หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า  
กระแสตรง โซลินอยด์ ระบบเซอร์โว ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เหรียญกษาปณ์  
หมุนเวียน และการสื่อสารอนุกรม

บทที่ 3 กล่าวถึง เนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงการ ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ใน  
โครงการ ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น วงจรควบคุมการทำงานของ  
เครื่อง วงจรตรวจจับเหรียญ วงจรควบคุมโซลินอยด์ วงจรสวิตช์เมตริกซ์ วงจรแสดงผลแอลอีดี  
เจ็ดส่วน วงจรควบคุมมอเตอร์ วงจรเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้ง  
ทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ โดยละเอียด

บทที่ 4 กล่าวถึง การทดลองวงจรในส่วนต่างๆ ของโครงการเครื่องคัดแยกและนับเหรียญ  
อัตโนมัติ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง ได้แก่ การทดลองคัดแยกและนับเหรียญ  
แบบต่อเนื่อง การทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุด และการทดลองพิมพ์รายงาน  
ผลการนับเหรียญ

บทที่ 5 กล่าวถึง การสรุปผลการจัดทำโครงการ ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ไข  
รวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะ  
ใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในงานแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของ โปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้น  
เพื่อประกอบการทำงานของโครงการ

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงการ

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

#### 2.1 กล่าวนำ

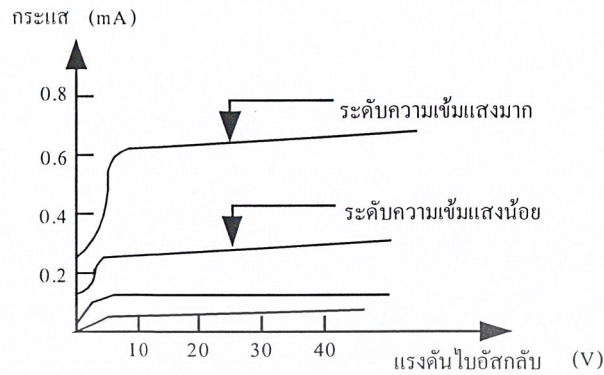
ทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่จะกล่าวถึงในบทนี้ เป็นหนึ่งในส่วนประกอบของการสร้างเครื่องกักแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โซลินอยด์ ระบบเซอร์โว ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เหรียญกษาปณ์หมุนเวียนและการสื่อสารอนุกรม

#### 2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุปกรณ์ตรวจจับ

##### 2.2.1 โฟโตไดโอด

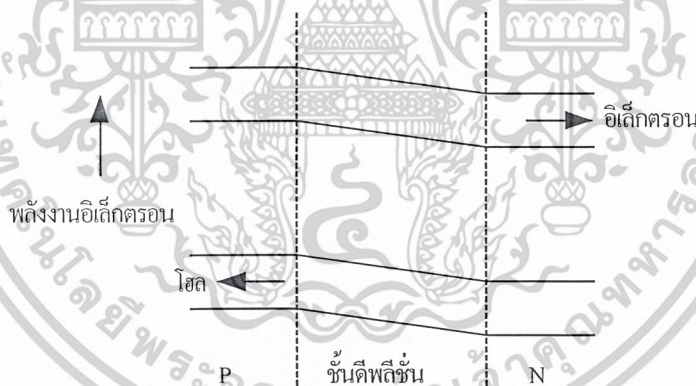
โฟโตไดโอดเป็นไดโอดรอยต่อ PN ซึ่งรอยต่อ PN สามารถรับแสงได้สะดวก ปกติสร้างจากผลึกซิลิกอนหรือเยอรมันเนียม แต่เพื่อให้ได้กระแสรั่วสูงๆ จึงมักใช้ผลึกเยอรมันเนียม ในขณะที่ไดโอดได้รับไบอัส กลับและรอยต่อไม่ได้รับแสง กระแสที่ไหลผ่านรอยต่อ คือ กระแสรั่วของรอยต่อ PN ซึ่งในขณะนี้เรียกว่า “กระแสรั่วไหล (Dark Current :  $I_D$ )” ถ้าเป็นเยอรมันเนียมอาจมีค่าสูงถึง 10 มิลลิแอมป์ แต่สำหรับซิลิกอน จะมีค่าต่ำมากอาจเป็น 20 นาโนแอมป์ หากรอยต่อ PN ได้รับแสงกระสุนจากภายนอก อาจมีผลทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระและโฮลเกิดขึ้น พาหะส่วนน้อยนี้ จะได้รับอิทธิพลจากสนามไฟฟ้าที่รอยต่อสามารถทำให้เกิดเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อได้ จึงเกิดเป็นกระแสไหลผ่านรอยต่อ ซึ่งเรียกว่า “กระแสโฟโต (Photo Current :  $I_p$ )” ดังนั้น กระแสที่ขณะไดโอดได้รับแรงดันย้อนกลับและถูกแสงจะมีกระแสไหลผ่านไดโอดประมาณ  $I_D + I_p$  ค่ากระแสโฟโตจะเพิ่มขึ้นหากรอยต่อได้รับแสงที่มีความเข้มมากขึ้น ในกรณีที่จะนำไปใช้งานที่ความถี่สูงก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างให้เป็นแบบ P-I-N ไดโอดได้ เพราะโครงสร้างของ P-I-N จะช่วยลดค่าความจุไฟฟ้าที่รอยต่อ และในกรณีที่ต้องการให้ได้ไดโอดที่มีความไวต่อแสง ก็ควรมีเลนส์รวมแสงให้ตกกระทบบที่รอยต่ออย่างเต็มที่ คุณสมบัติความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันของไดโอด แสดงดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 คุณลักษณะทางเอาต์พุตโดยปกติของโฟโตไดโอด

เมื่อสารกึ่งตัวนำได้รับโฟตอนทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอน - โฮล ซึ่งจะให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนทำให้เกิดกระแสไหลขึ้น คือ เมื่อเกิดการแตกตัวของคู่อิเล็กตรอน - โฮล การแตกตัวจะเกิดบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือบริเวณที่มีแสงกระทบมากๆ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การกระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

จะเห็นได้ว่าการกระจายของแสงหรือสนามไฟฟ้าในสารกึ่งตัวนำไดโอดมีลักษณะไม่สม่ำเสมอในบริเวณรอยต่อ PN ที่บริเวณดีพลีชัน โดยทั่วไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานต่อตัวโฟโตไดโอด ซึ่งควรให้โฟตอนส่วนใหญ่ถูกดูดซับในบริเวณรอยต่อให้มากที่สุด ตรงความลึกที่โฟตอนจะผ่านไปได้อีกก่อนที่จะถูกดูดซับพลังงานแสงที่บริเวณผิวหน้าไป

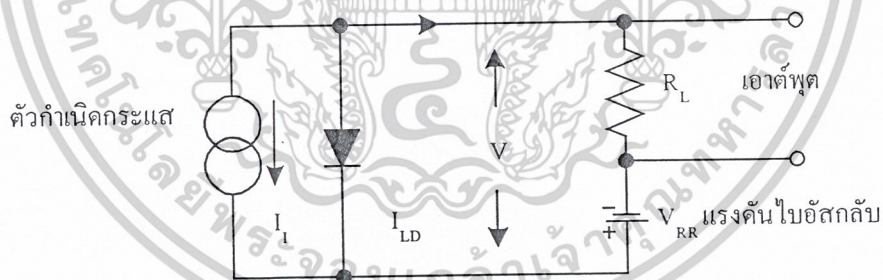
ส่วนความยาวคลื่นที่ยาวขึ้นจะสามารถผ่านได้ลึกกว่า ดังนั้น เพื่อให้โฟโตไดโอดสามารถตอบสนองต่อช่วงความยาวคลื่นที่กว้างขึ้นควรมีชั้น P ที่บางเพื่อความยาวคลื่นสั้นจะเจาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านเข้ามาได้และมีบริเวณดีฟลิชันที่หนาแน่นมากๆ เพื่อให้ได้รับแสงของโฟตอนสูงสุดจากโฟตอนที่มีความยาวคลื่นยาวผ่านความหนาของบริเวณดีฟลิชัน ขึ้นอยู่กับ ไซนัสกลับและความต้านทานของบริเวณที่มีการแยกตัวของอิเล็กตรอน - โฮล โดยปกติไม่มีการไซนัสกลับสามารถเกิดพื้นที่ดีฟลิชันได้ ซึ่งสนามที่เกิดขึ้นจากการแพร่พาหะรอยต่อระหว่าง PN การไซนัสกลับจะช่วยเพิ่มสนามและขยายบริเวณดีฟลิชันให้มากขึ้น

## 2.2.2 แบบจำลองของวงจรโฟโตไดโอด

แบบจำลองของวงจรโฟโตไดโอดแสดงได้ดังรูปที่ 2.3 ค่ากระแส  $I_L$  จะขึ้นอยู่กับบริเวณแสงที่ตัวไดโอดได้รับ ในกรณีไม่มีการให้ไซนัสกลับโฟโตไดโอด กระแส  $I_L$  จะทำให้ขั้วแอโนดเป็นบวกเมื่อเทียบกับคาโทด กระแส  $I_L$  ส่วนหนึ่งจะไหลกลับผ่านตัวไดโอด การทำงานโดยไม่ให้การไซนัสเรียกว่า “โหมดโฟโตโวลตาอิก (Photo Voltaic Mode)” การทำงานในโหมดนี้ สามารถทำงานได้ทั้งแบบเชิงเส้นและแบบลอกาลิซึม ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าโหลดตัวต้านทาน การทำงานของโหมดลอกาลิซึมจะเกิดขึ้นเมื่อโหลดมีค่าสูงมากๆ ส่วนการทำงานแบบเชิงเส้นเกิดขึ้นเมื่อโหลดมีความต้านทาน เมื่อเปรียบเทียบกับความต้านทานไดนามิกส์ของโฟโตไดโอด ค่าศักดาสูงสุดในการทำงานแบบไม่ให้ไซนัส คือ  $V_L$  ประมาณ 100 มิลลิโวลต์ ขึ้นอยู่กับความละเอียดที่ต้องการ ถ้าค่าสูงสุดจะอยู่ในช่วง 5 เมกะโอห์ม ถึง 550 เมกะโอห์ม



รูปที่ 2.3 วงจรจำลองของโฟโตไดโอดและการขยายบริเวณดีฟลิชันให้มากขึ้น

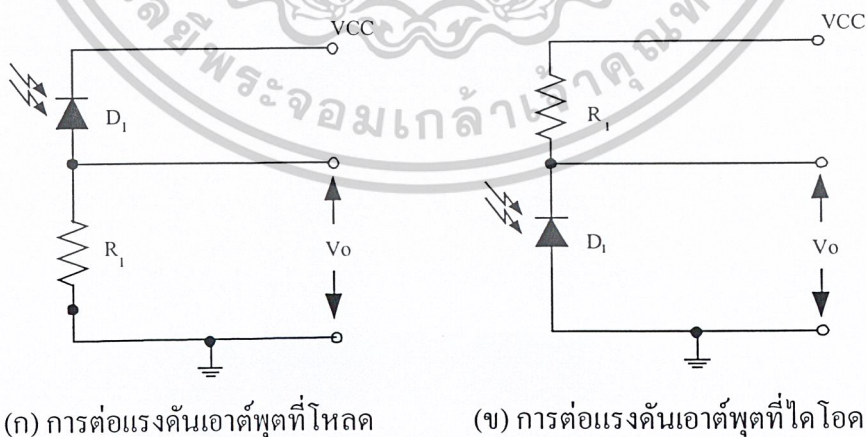
การทำงานแบบให้ไซนัสกลับ เรียกว่าโฟโตเคอเรนทโหมด (Photocurrent Mode) ซึ่งมีข้อดีกว่าโฟโตโวลตาอิก คือ

1. มีความเร็วสูง
2. เสถียรภาพดี
3. ช่วงไดนามิกส์สูงกว่า
4. สัมประสิทธิ์ทางอุณหภูมิสูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากลักษณะของโฟโตไดโอดเป็นสารกึ่งตัวนำที่มีคุณสมบัติที่ไวต่อแสง โปรตอนจากแสง จะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระขึ้น ทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า ดังนั้น โฟโตไดโอดเป็นตัวตรวจจับแสงชนิดหนึ่ง ซึ่งถูกออกแบบขึ้นจากการเกิดปรากฏการณ์อย่างหนึ่งของสารกึ่งตัวนำที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าเมื่อใดที่รอยต่อ PN ได้รับความไวแสงกลับ จะเกิดการรั่วไหลย้อนกลับและมีอิมพีแดนซ์ต่อ PN นี้ มีความไวต่อแสงมากเป็นพิเศษ คือ จะมีอิมพีแดนซ์สูงเมื่ออยู่ในที่มืด และมีอิมพีแดนซ์ต่ำเมื่ออยู่ในที่สว่าง ไดโอดทั่วไปนั้นจะถูกหุ้มรอยต่อนี้ไว้ด้วยวัสดุทึบแสง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเหตุการณ์นี้ขึ้น แต่โฟโตไดโอดเป็นไดโอดซึ่งถูกผลิตขึ้นมาเพื่อปรากฏการณ์นี้โดยเฉพาะ ดังนั้น รอยต่อจึงจะต้องหุ้มด้วยวัสดุที่แสงสามารถผ่านได้ดีที่สุด ไดโอดชนิดนี้มีสองแบบ คือ ชนิดที่ตอบสนองต่อแสงผ่านอินฟราเรดในการนำไปใช้งาน โฟโตไดโอดจะต่ออยู่ในลักษณะที่ได้รับความไวแสงกลับ สำหรับแรงดันเอาต์พุตเป็นแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานโหลด ต่ออนุกรมกับโฟโตไดโอดและกราวด์ ดังรูปที่ 2.4 โฟโตไดโอดจะถูกนำไปประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวกับสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับที่มีการเปลี่ยนแปลงเร็ว สำหรับการประยุกต์ใช้งานโฟโตไดโอดชนิดที่ตอบสนองต่อแสงอินฟราเรด เช่น การใช้ในวงจรควบคุมระยะไกล วงจรสัญญาณเตือนต่างๆ ที่ใช้แสงอินฟราเรดในการควบคุม

เนื่องจากไดโอดชนิดนี้ มีความเร็วสูง จึงถูกนำไปใช้งานเป็น High Speed Tape Reader ในอุปกรณ์ Character Recognition นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้งานอื่นๆ ได้อีกมากมาย เช่น ใช้เป็นตัวนำแสงโดยการให้แรงดัน ไบอัสตรง อุปกรณ์ชนิดนี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนสถานะภาพทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งค่าความนำไฟฟ้าในขณะที่รอยต่อได้รับแสงจะมีค่าสูงกว่าปกติ



รูปที่ 2.4 การต่อโฟโตไดโอดในการนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 โฟโตทรานซิสเตอร์

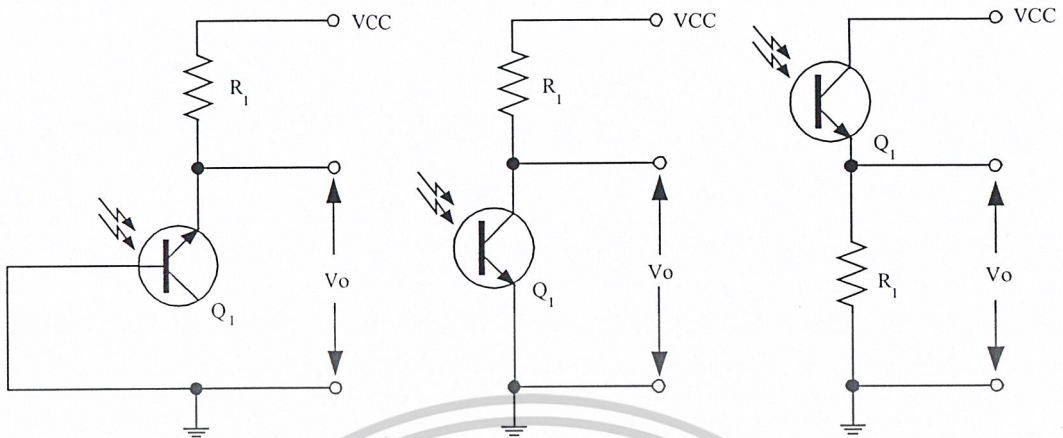
เป็นไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยชั้นของสารกึ่งตัวนำ 3 ชั้น เหมือนกับทรานซิสเตอร์ทั่วไป แต่ขาเบสจะสามารถรับแสงได้ง่าย โฟโตทรานซิสเตอร์มีทั้งชนิด NPN และ PNP ปกตินิยมนำไปประกอบวงจรแบบอิมิตเตอร์ร่วม โดยขั้วของขาเบสอาจจะถูกปล่อยไว้หรือต่อกับอิมิตเตอร์โดยผ่านตัวความต้านทานก็ได้ หลักการทำงานเบื้องต้นจะเหมือนกับทรานซิสเตอร์โดยทั่วไป แต่โฟโตทรานซิสเตอร์จะไม่มีขาเบส ซึ่งกระแสเบสจะได้จากการเปลี่ยนแปลงที่ตกกระทบบริเวณรอยต่อสาร PN ตามที่กล่าวมาแล้ว วงจรการทำงานของโฟโตทรานซิสเตอร์โดยทั่วไปดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 วงจรไบโอสสำหรับโฟโตทรานซิสเตอร์

การใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์มีอยู่ด้วยกันดังนี้ การต่อใช้งานพื้นฐานแสดงดังในรูปที่ 2.6 โดยในรูปที่ 2.6 (ก) ขาเบสของทรานซิสเตอร์ถูกต่อลงกราวด์ ดังนั้น ทรานซิสเตอร์จะทำงานเหมือนกับการทำงานของโฟโตไดโอดทุกประการ ส่วนรูปที่ 2.6 (ข) และ 2.6 (ค) ขาเบสของทรานซิสเตอร์จะถูกปล่อยลอยไว้ และเมื่อใดที่ทรานซิสเตอร์ได้รับแสง ก็จะมีกระแสไหลผ่านรอยต่อขาเบส คอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ซึ่งจะทำให้กระแสที่ไหลผ่านจากคอลเลคเตอร์มายังอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว กระแสนี้ทำให้ได้แรงดันเอาต์พุตที่ตกคร่อมตัวความต้านทานที่ต่ออนุกรมอยู่มีค่าเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ขาเบสของทรานซิสเตอร์  
ถูกต่อลงกราวด์

(ข) ขาเบสของทรานซิสเตอร์  
จะถูกปล่อยลอยไว้

(ค) ขาเบสของทรานซิสเตอร์  
จะถูกปล่อยลอยเช่นกัน

รูปที่ 2.6 การใช้งานของโฟโตทรานซิสเตอร์ในลักษณะต่างๆ

เมื่อเปรียบเทียบโฟโตไดโอดกับโฟโตทรานซิสเตอร์ จะมีความไวแสงมากกว่าประมาณ 100 เท่า แต่ในด้านความถี่ใช้งานสูงสุด สำหรับโฟโตทรานซิสเตอร์จะใช้งานที่ความถี่ต่ำกว่าโฟโตไดโอดหลายเท่า ในการใช้งานอาจจะต่อตัวความต้านทานปรับค่าได้ ระหว่างขาเบสและขาอิมิตเตอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ เพื่อให้สามารถเลือกได้ว่าต้องการใช้งานที่มีความไวต่อแสงมากๆ หรือต้องการใช้งานที่ความถี่สูง โดยเมื่อความต้านทานปรับค่าได้ลัดวงจร ก็จะทำหน้าที่เป็นโฟโตไดโอด

#### 2.2.4 โฟโตเซนเซอร์

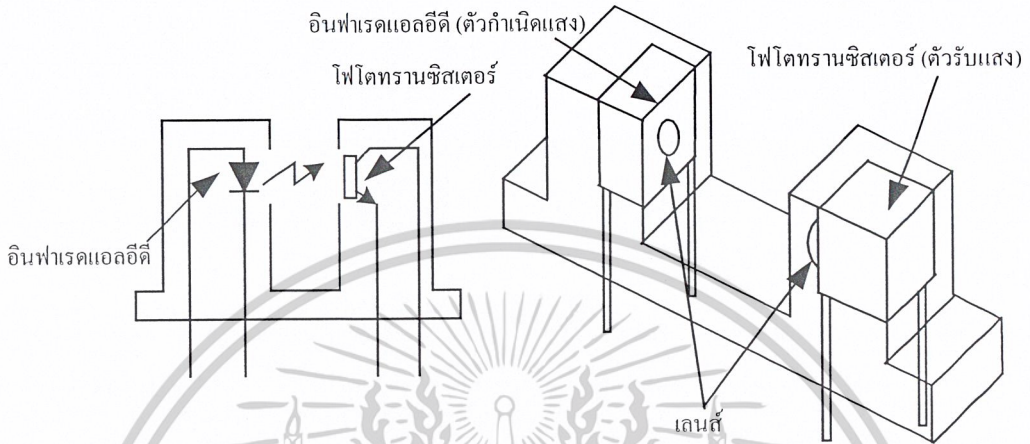
โฟโตเซนเซอร์หรือบางครั้งเรียกว่า โฟโตอินเตอร์รัพเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีทั้งตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสงเหมือนกัน ต่างกับโฟโตคัปเปอร์ตงที่ตัวกำเนิดแสงจะปล่อยแสงออกมาภายนอก และแสงนั้นจะรับด้วยตัวรับแสงที่บรรจุอยู่ในอุปกรณ์ตัวเดียวกัน โฟโตเซนเซอร์มี 2 แบบ คือ แบบส่องแสงโดยตรงและแบบสะท้อนแสง

##### 1) โฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง

โฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง ตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสงจะวางห่างกันประมาณ 1 มิลลิเมตร ถึง 10 มิลลิเมตรหันหน้าเข้าหากัน แสงจะวิ่งจากตัวกำเนิดแสงผ่านช่องว่างนี้ไปยังตัวรับแสง ถ้ามีสิ่งกีดขวางมาขึ้นการเดินทางของแสง ตัวรับแสงจะรับแสงและส่งสัญญาณออกมาต่างจากปกติตัวกำเนิดแสงจะใช้อินฟราเรดแอลอีดี ส่วนตัวรับแสงจะใช้โฟโตทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

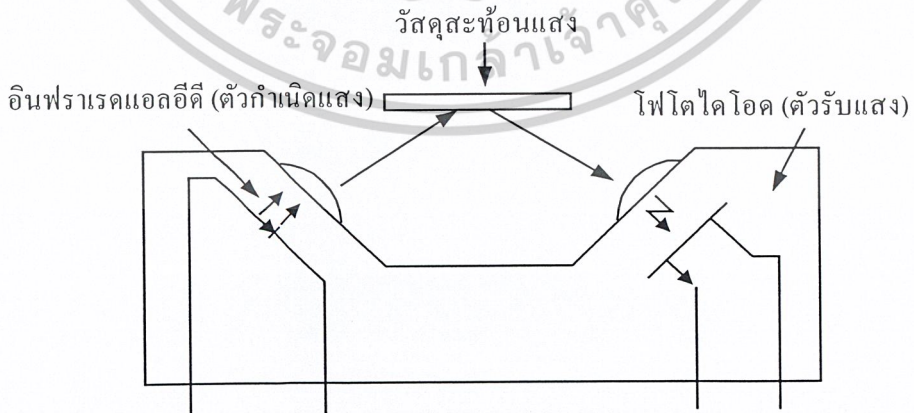
ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ในกรณีที่ใช้ในบริเวณที่มีแสงโดยรวมมาก จะติดตั้งเลนส์กรองแสงธรรมชาติที่บริเวณที่ตัวรับแสงด้วย



รูปที่ 2.7 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบส่องแสงโดยตรง

2) โฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน

บางครั้งเรียกว่า “โฟโตอินเตอร์รัพเตอร์แบบสะท้อน” มีทั้งตัวกำเนิดแสงและตัวรับแสงเหมือนกับแบบแรก เพียงแต่ทั้งสองตัวไม่หันหน้าเข้าหากัน แต่เรียงอยู่ด้านเดียวกัน แสงจากตัวกำเนิดแสงจะส่องออกไปด้านนอกและจะไม่เข้าตัวรับเลย แต่ถ้ามีวัตถุเคลื่อนที่เข้าใกล้แสงที่ส่องออกมาจะสะท้อนกลับวัตถุและสะท้อนกลับไปที่ตัวรับแสงจะทำให้ได้สัญญาณออกมา



รูปที่ 2.8 โครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวกำเนิดแสงจะใช้อินฟราเรดแอลอีดี ตัวรับแสงจะเป็น โฟโตทรานซิสเตอร์ จากโครงสร้างโฟโตเซนเซอร์แบบสะท้อน จะเห็นว่าผลของแสงโดยรอบจะมีผลต่อการทำงานมาก ดังนั้น ที่ตัวรับแสงจะติดตั้งไว้ ถ้ามีเลนส์จะสามารถตรวจจับการเข้ามาใกล้ของวัตถุตั้งแต่ 1 มิลลิเมตรขึ้นไปจนถึงหลายมิลลิเมตร แต่แบบนี้จะไม่ไวเท่ากับแบบแรก

## 2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

### 2.3.1 หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล และมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้ากระแสตรงเรียกว่า มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง นอกจากนี้ยังมีมอเตอร์ขนาดเล็ก ซึ่งอาจขับเคลื่อนได้ทั้งกระแสไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสไฟฟ้ากระแสตรงทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จะตรงข้ามกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงโดยสิ้นเชิง แต่สำหรับ โครงสร้างแล้วจะเหมือนกันทุกประการ จึงสามารถนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมาใช้ทำหน้าที่ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้

### 2.3.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ตามลักษณะการกระตุ้นด้วยตัวเองจะเหมือนกับกรณีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง โดยแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

- 1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน
- 2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม
- 3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยกกัน กระแสที่ป้อนให้ชุดขดลวดสนามและขดลวดอาร์เมเจอร์จะมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งแยกชุดกัน ส่วนแบบกระตุ้นตัวเองนั้นมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงชุดเดียวกัน ในกรณีที่ต้องการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยการปรับระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะใช้มอเตอร์แบบกระตุ้นแยกเป็นกรณีพิเศษเท่านั้น แต่โดยทั่วไปจะใช้แบบกระตุ้นตัวเองเป็นส่วนมาก

### 2.3.3 คุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

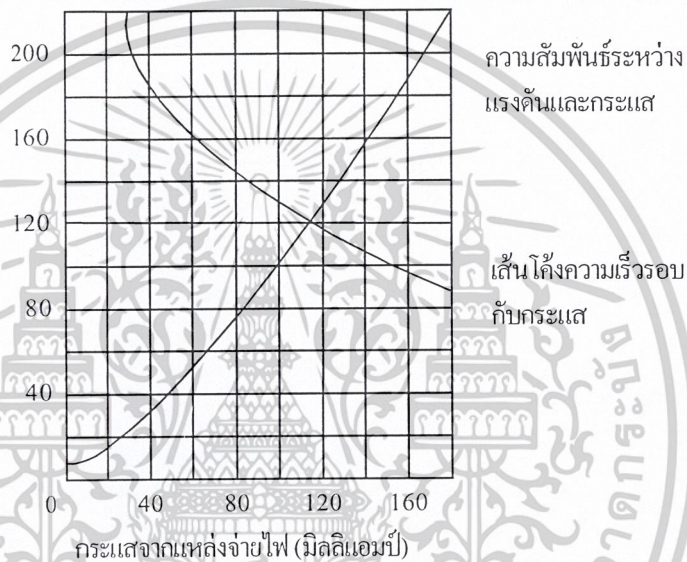
#### 1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

สำหรับกรณีของมอเตอร์แบบขนาน เนื่องจากวงจรขนานและวงจรอาร์เมเจอร์ ซึ่งต่อขนานกัน ได้รับไฟกระแสตรงจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าชุดเดียวกัน เมื่อแรงดันของแหล่งจ่ายและความต้านทานสนามที่ค่าคงที่ ถึงแม้โหลดจะมีค่าที่เปลี่ยนแปลงก็ตามจะได้ฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทอร์ก และกระแสจะมีลักษณะเป็นเส้นตรง ดังรูปที่ 2.9 ขณะมอเตอร์ทำงานถ้าทำการลดโหลดให้มีค่าต่ำลง  $I_u$  จะมีค่าต่ำลงด้วยแต่เนื่องจาก  $\phi$  มีค่าเกือบคงที่ เมื่อ  $V$  คงที่ ดังนั้น ความเร็วรอบจะมีค่าเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย คือ การรักษาระดับความเร็วมีค่าน้อยมาก ดังแสดงด้วยเส้นโค้งในรูปที่ 2.9 และเส้นโค้งนี้เรียกว่าเส้นโค้งความเร็วรอบกับกระแส ซึ่งมีลักษณะเกือบเป็นเส้นตรงในระดับแนวอน

ความเร็วรอบและแรงดึง (รอบต่อวินาที)

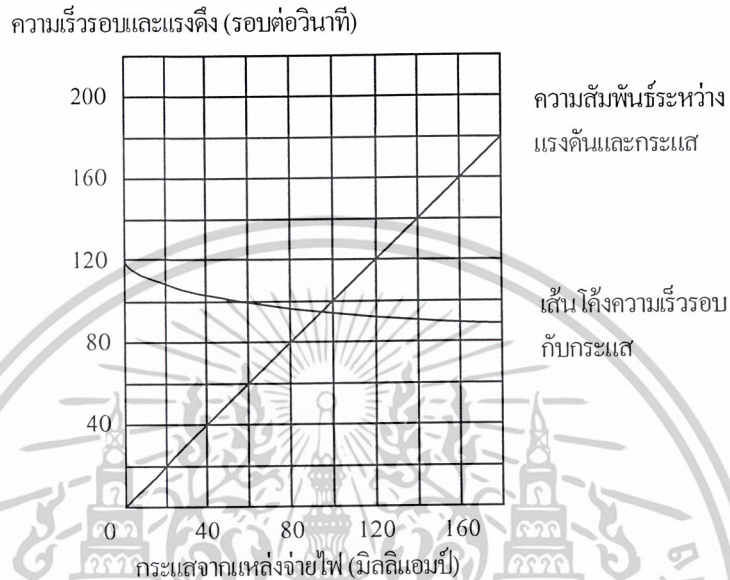


รูปที่ 2.9 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เป็นกรณีที่ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ ถ้าคำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ด้วยแล้ว สำหรับกรณีที่  $I_u$  มีค่าน้อยๆ  $\phi$  มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยกรณี  $I_u$  มีค่ามากๆ  $\phi$  จะมีค่าลดลงบ้างเล็กน้อย ทำให้การรักษาระดับความเร็วในสภาวะการเปลี่ยนแปลงของโหลด มีค่าน้อยกว่ากรณีที่ไม่ได้คำนึงถึงเรื่องปฏิกิริยาของขดลวดอาร์เมเจอร์ จากคุณสมบัตินี้ จะเห็นว่ามอเตอร์แบบขนานเหมาะสมกับงานที่ต้องการลักษณะ การรักษาระดับความเร็วน้อยๆ เป็นอย่างยิ่ง เช่น งานด้านเครื่องมือเครื่องจักร เป็นต้น

## 2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

มอเตอร์แบบอนุกรมอยู่ในประเภทที่สามารถเปลี่ยนความเร็วรอบได้แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง และความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมจะต่างกับแบบขนานตรงที่ว่า  $\phi$  จะไม่คงที่ แต่จะเพิ่มลดตามกระแส  $I_a$  และในบริเวณเส้นตรงที่อยู่ต่ำกว่าส่วน โคนึงแมกเนโตเซชันลงมา

โดยทั่วไปมอเตอร์จะใช้กระแส 1.3-1.7 เท่า ของกระแสพิคในการขับเคลื่อนให้หมุน ดังนั้น แรงดึงที่ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ให้หมุนจะมีค่ามากกว่าแรงดึงที่กระแสพิคมาก ยิ่งทำให้กระแสขับเคลื่อนมีค่ามากแรงดึงขับเคลื่อนจะยิ่งมีค่ามากขึ้นเช่นกัน คือ ถ้าใช้กระแสขับเคลื่อนในอัตราส่วนที่เท่าๆ กันมอเตอร์อนุกรมจะใช้แรงขับเคลื่อนได้มากกว่า

มอเตอร์แบบขนาน จัดอยู่ในประเภทความเร็วรอบคงที่ ขณะที่มอเตอร์แบบอนุกรมจัดอยู่ในประเภทที่สามารถเปลี่ยนค่าความเร็วรอบได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.10

จากเส้น โคนึง ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับกระแสไฟฟ้า มอเตอร์แบบอนุกรมนี้ จะเห็นว่าไม่ว่าจะทำการขับเคลื่อนมอเตอร์ขณะที่ไม่มีโหลดหรือมีโหลดต่ออยู่น้อยมาก โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าที่แรงดันพิคหรือจะทำการปลดโหลดออกหมดหรือเพียงบางส่วนในขณะมอเตอร์ทำงานก็ตาม ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ในกรณีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม จึงตั้งเป็นกฎห้ามไม่ให้ใช้สายพานในการหมุนขับเคลื่อนระหว่างตัวมอเตอร์กับโหลด ทั้งนี้เพราะสายพานขาดหรือหลวม คลายตัวออกจะทำให้มอเตอร์เกิดการรั้นอะเวย์ได้

### 3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ที่อาศัยคุณสมบัติการทำงานร่วมกันของขดลวดอนุกรม (ให้แรงดึงขณะเริ่มเดินเครื่องสูง) และขดลวดแบบขนาน (ให้ความเร็วรอบเกือบคงที่) ในอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม มอเตอร์ชนิดนี้จะให้กระแสจำนวนมากไหลผ่านขดลวดอนุกรมในช่วงเริ่มเดินเครื่อง จึงให้คุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอนุกรม ในช่วงนี้ กล่าวคือ ให้แรงขณะเริ่มเดินเครื่องที่สูงกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนานในปริมาณของกระแสเริ่มเดินเครื่อง หลังจากนั้นก็มีความเร็วรอบ  $n$  สูงขึ้นเรื่อยๆ กระแส  $I_a$  ซึ่งไหลผ่านขดลวดอนุกรมจะน้อยลงเรื่อยๆ ทำให้คุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน คือ ให้ความเร็วเกือบคงที่ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้ เหมาะที่จะนำไปขับเคลื่อนโหลด เช่น ลิฟต์ เป็นอย่างยิ่ง

ในอุตสาหกรรมการผลิตบางชนิด ต้องการความเร็วรอบคงที่ตลอดไม่ว่าโหลดจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรก็ตามนั้น แม้จะเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน ก็ไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ทั้งหมด ทั้งนี้เพราะคุณสมบัติทางด้านความเร็วรอบของมอเตอร์แบบขนานนี้ จะเห็นว่าเมื่อโหลดมีค่าเปลี่ยนแปลงไป อัตราการเปลี่ยนแปลงจำนวนเศษและส่วนความเร็วรอบจะมีค่าไม่เท่ากัน ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบคิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์ และในช่วงการเปลี่ยนแปลงของโหลดจากสภาวะไร้โหลดจนถึงโหลดเต็มที่ จะให้อัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเศษและส่วนในสมการความเร็วรอบเท่ากัน

ดังนั้น การรักษาระดับความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้จะมีค่าประมาณศูนย์ เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบคิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวด์นั้นมีข้อเสียมาก จึงไม่นิยมใช้ในกรณีที่ต้องใช้มอเตอร์ที่ให้ความเร็วรอบคงที่จะหันไปใช้มอเตอร์ชนิดอื่นแทน

### 2.3.4 การรักษาระดับความเร็ว

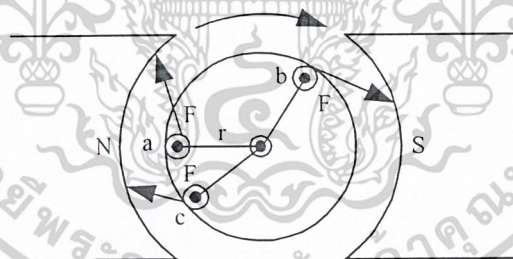
การรักษาระดับความเร็ว คือ ค่าซึ่งแสดงขนาดการเปลี่ยนแปลงของความเร็วรอบอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโหลดในมอเตอร์ที่ให้ความเร็วรอบคงที่ และหมายถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนรอบหมุนจากสภาวะโหลดเต็มที่ มาเป็นสภาวะไร้โหลดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ และอัตราการเปลี่ยนแปลงจะอยู่ในรูปเปอร์เซ็นต์ของความเร็วรอบในสภาวะโหลดเต็มที่ คำจำกัดความนี้คล้ายกับการรักษาระดับแรงดัน ในกรณีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าวิธีการทดลองเพื่อหาค่าระดับความเร็ว คือ ให้เดินเครื่องมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนานหรือแบบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดิฟเฟอเรนเชียลคอมปาวต์อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยการป้อนแรงดันพิกัดเข้าขั้วอินพุตของมอเตอร์ จากนั้นให้เพิ่มโพลของมอเตอร์ขึ้นเรื่อยๆ จนมีค่าโพลเต็มที่หลังจากที่อุณหภูมิตามส่วนต่างๆ ของมอเตอร์ได้เพิ่มขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัว ให้ทำการวัดจำนวนรอบหมุนของมอเตอร์ขณะนั้น สมมุติให้มีค่าเป็น  $n$  จากนั้นให้ปลดโพลของมอเตอร์ออกให้หมด แล้วจึงวัดความเร็วรอบ สมมุติให้มีค่าเท่ากับ  $n_0$  หนึ่ง แรงดันระหว่างขั้วที่ป้อนให้มอเตอร์นั้นจะต้องปรับไว้ที่ค่าคงที่เสมอตลอดการทดลอง สำหรับค่าความต้านทานในวงจรสนามนั้นต้องมีค่าคงที่โดยไม่มีการปรับ

### 2.3.5 แรงคิง

รูปที่ 2.11 แสดงแรงที่กระทำบนลวดตัวนำ (a) ซึ่งห่างจากจุดศูนย์กลาง (O) เป็นระยะ  $r$  เมตร ในทิศทางสัมผัสกับเส้นรอบวงของแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ แรงที่กระทำบนลวดตัวนำนี้ จะมีโมเมนต์เท่ากับ  $F \times r$  ซึ่งจะพยายามจับเคลื่อนแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ ให้หมุนเคลื่อนที่ไป แต่เนื่องจากในแกนเหล็กอาร์เมเจอร์มีช่องเป็นจำนวนมาก และแต่ละช่องก็มีลวดตัวนำจำนวนมาก

ดังนั้น แรงที่กระทำบนลวดตัวนำทั้งหมดจะมีโมเมนต์ ซึ่งพยายามจับเคลื่อนแกนเหล็กให้หมุนไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อรวมทั้งหมดยกเข้าด้วยกันจะได้เป็นผลรวมของโมเมนต์โดยที่  $T_a$  คือ แรงคิงที่เกิดขึ้น มีหน่วยเป็น  $m-N$  ดังนั้น แรงคิง คือ ผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่กระทำต่อลวดตัวนำรอบจุดศูนย์กลาง



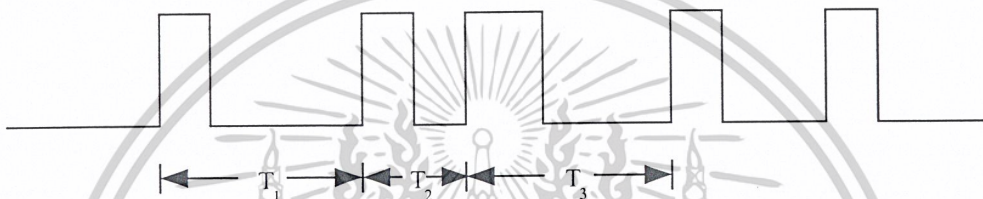
รูปที่ 2.11 โมเมนต์ซึ่งลวดตัวนำอาร์เมเจอร์กระทำรอบจุดศูนย์กลาง

### 2.3.6 การควบคุมความเร็ว

โดยทั่วไปเมื่อเริ่มจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์กระแสตรง ตัวมันจะหมุนด้วยความเร็วสูงสุดที่สามารถหมุนได้ด้วยแรงดันไฟฟ้าค่านั้น การควบคุมความเร็วจะทำได้โดยควบคุมระดับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ แต่การทำงานแบบนี้จะต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ตลอดเวลา ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียกำลังไฟฟ้า (Power Consumption) ละมีความร้อนเกิดขึ้นตลอดเวลา ดังนั้น จึงมีการใช้วิธีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าเป็นช่วงๆ ให้กับมอเตอร์แทน ถ้าหากช่วงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

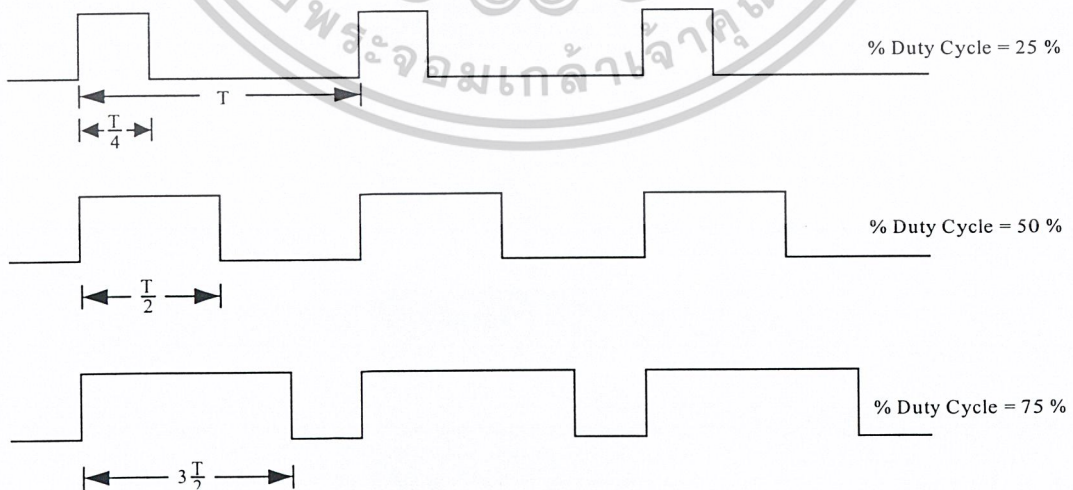
การจ่ายแรงดันและหยุดจ่ายแรงดันแตกต่างกันไป ก็จะทำให้ความเร็วของการหมุนของมอเตอร์ต่างกันไปด้วย การควบคุมด้วยความเร็ววิธีนี้ มีการใช้งานอยู่สองลักษณะ คือ แบบการมอดูเลตทางความถี่ของพัลส์ และแบบการมอดูเลตทางความกว้างของพัลส์

1) แบบการมอดูเลตทางความถี่ของพัลส์ การทำงานแบบนี้จะควบคุมการจ่ายแรงดันและหยุดจ่ายแรงดันเพื่อเปิดปิดมอเตอร์เป็นช่วงๆ ดังรูปที่ 2.12 การทำงานแบบนี้จะทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่มอเตอร์ได้รับมีค่าแตกต่างกันไป ความเร็วของการหมุนของมอเตอร์จะขึ้นกับอัตราการเปิดปิดมอเตอร์



รูปที่ 2.12 สัญญาณควบคุมมอเตอร์แบบการมอดูเลตทางความถี่ของพัลส์

2) แบบการมอดูเลตทางความกว้างของพัลส์ การควบคุมมอเตอร์ในแบบการมอดูเลตทางความถี่ของพัลส์ ความถี่ของสัญญาณควบคุมจะไม่แน่นอน แต่การควบคุมแบบการมอดูเลตทางความกว้างของพัลส์นี้ จะใช้ความถี่ในการควบคุมที่คงที่ แต่จะปรับแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ โดยวิธีการปรับค่าดิวตีไซเคิล ดังแสดงในรูปที่ 2.13 แต่วิธีนี้จะใช้กับความถี่สูงมากๆ ไม่ดี

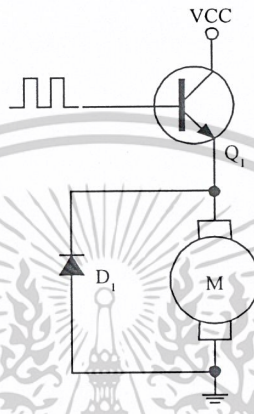


รูปที่ 2.13 สัญญาณควบคุมมอเตอร์ด้วยวิธีการมอดูเลตทางความกว้างของพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

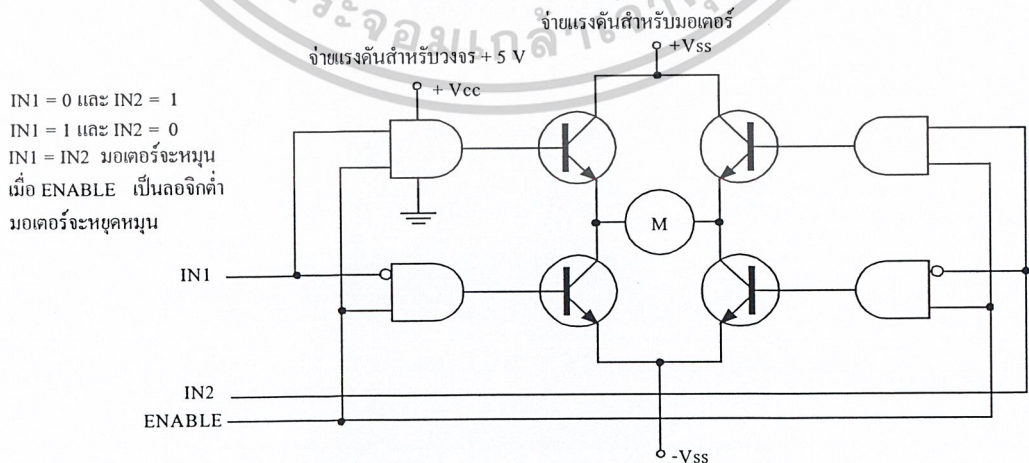
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวิธีการควบคุมมอเตอร์ข้างต้น สามารถสร้างสัญญาณพัลส์ลักษณะนี้ จากไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้สัญญาณเอาต์พุตเพียงบิตเดียว ถ้าหากนำสัญญาณนี้ไปขับมอเตอร์จะต้องผ่านวงจรขยาย เพื่อขยายกระแสและแรงดันไฟฟ้าให้มอเตอร์สามารถทำงานได้ วงจรอย่างง่ายในการขับกระแสให้กับมอเตอร์สามารถทำได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 วงจรขับมอเตอร์

จากรูปที่ 2.15 จะใช้ทรานซิสเตอร์มาช่วยขับกระแส โดยเราสามารถเปิดปิดมอเตอร์ได้โดยการควบคุมกระแสทางขาเบสของทรานซิสเตอร์ สำหรับการเปิดมอเตอร์แต่ละครั้งจะต้องรอให้ทรานซิสเตอร์มีกระแสอิ่มตัวเสียก่อนจึงจะนำกระแสได้ สำหรับการควบคุมความเร็วแบบการมอดูเลตทางความกว้างของพัลส์ ถ้าหากความถี่สูงๆ จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานไม่ทัน



IN1 = 0 และ IN2 = 1  
 IN1 = 1 และ IN2 = 0  
 IN1 = IN2 มอเตอร์จะหมุน  
 เมื่อ ENABLE เป็นลอจิกต่ำ  
 มอเตอร์จะหยุดหมุน

รูปที่ 2.15 วงจรควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนของมอเตอร์กระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับนักเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ จะกระทำโดยการควบคุมทิศทางการไหลของกระแสผ่านตัวมอเตอร์ วงจรในการควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนอย่างง่าย โดย IN1, IN2 และ ENABLE เป็นสัญญาณควบคุม

## 2.4 โซลินอยด์

โซลินอยด์มีรากศัพท์มาจากคำว่า โซเลน ซึ่งมีความหมายทางการแพทย์คล้ายๆ ฝือกหุ้มอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ ซึ่งก็อาจจะอยู่ในลักษณะของปลอกแขนหรือปลอกขา โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์คือ ขดลวดพันรอบๆ แกนสารแม่เหล็ก ลักษณะคล้ายๆ ทรงกระบอก ดังแสดงในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 โครงสร้างพื้นฐานของ โซลินอยด์

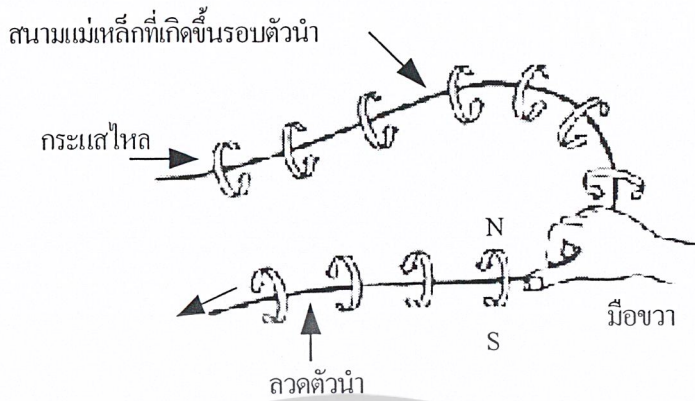
ดังนั้น สามารถนำโซลินอยด์มาประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องการเชื่อมโยงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลโดยตรง โดยสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนให้เข้ามาทางขดลวด จะทำให้แกนสารแม่เหล็กของโซลินอยด์เกิดการเคลื่อนที่ขึ้น การเคลื่อนที่นี้เองที่นำไปใช้ประโยชน์ เช่น ชักกลอนประตู, ถีบกระดิ่งทำให้กลไกทำงานหรือหยุดทำงาน เป็นต้น โดยโซลินอยด์ที่มีใช้กันมีทั้งชนิดที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง

### 2.4.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์

โดยเออร์สเตดเป็นผู้ตั้งกฎว่า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในลวดตัวนำใดๆ ก็ตามจะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆ ตัวนำนั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.17 โดยเออร์สเตดยังออกกฎมือขวามาให้ดูทิศทางเส้นแรงแม่เหล็ก คือ ถ้าเอามือขวากำรอบเส้นลวด โดยให้นิ้วโป้งแทนทิศทางกระแสไหล ส่วนนิ้วที่เหลือทั้งหมดจะแสดงทิศทางเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วใต้ไปขั้วเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



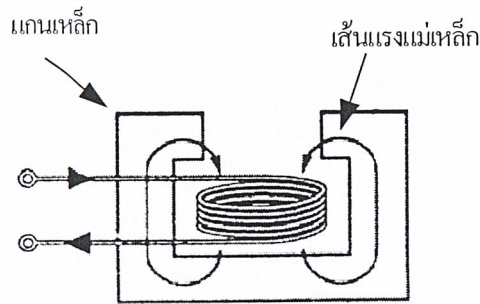
รูปที่ 2.17 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด



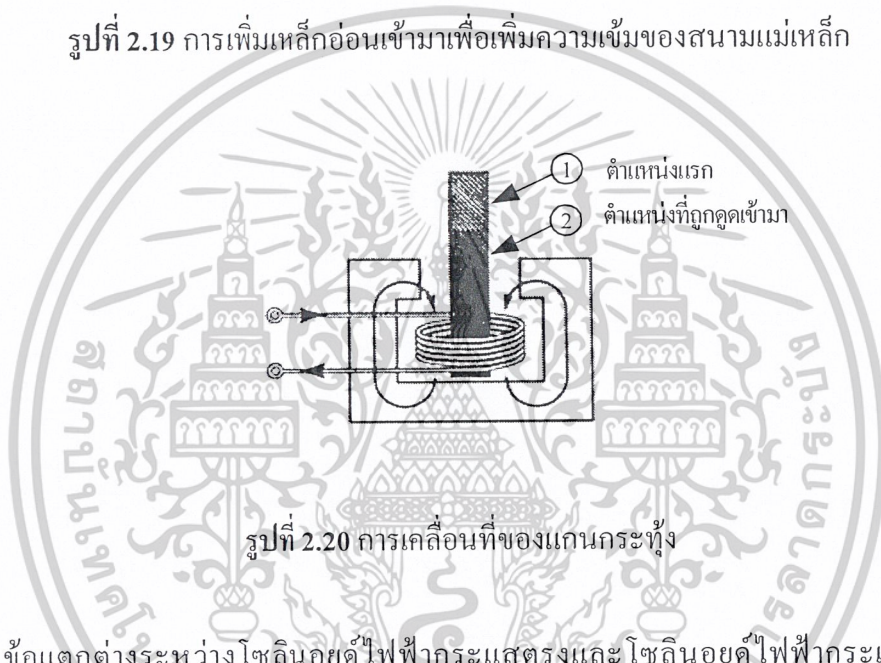
รูปที่ 2.18 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล

เมื่อเรานำเส้นลวดที่ยาวมาขดเป็นวง หลากๆ วง ก็จะทำให้เกิดลักษณะของขดลวดขึ้น ดังแสดง ในรูปที่ 2.18 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดแต่ละขด จะอยู่ในทิศทางเสริมกันและเกิดเป็น เส้นแรงแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กรวมนำทิศทางเหนือได้ ซึ่งขณะนี้ขดลวดจะทำหน้าที่เช่นเดียวกับ แม่เหล็กถาวรแท่งหนึ่งพร้อมที่จะดูดสารแม่เหล็กทันที แต่เนื่องจากสภาพรอบๆ ขดลวดเป็นอากาศ เส้นแรงแม่เหล็กจึงไม่เข้มข้นมากนัก เพื่อให้ไม่ทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกระจัดกระจาย จึงใส่แกน เหล็กอ่อนรูปตัว C เข้ามารอบๆ ขดลวด เพื่อให้สนามแม่เหล็กมากขึ้น ดังแสดง ในรูปที่ 2.19 ถ้านำ แกนกระทุ้ง (Plunger) ใส่นำไปตรงกลางขดลวดในตำแหน่งที่ 1 แกนกระทุ้ง จะถูกดูดให้ลึกลงมา จนสนิทในตำแหน่งที่ 2 ดังรูปที่ 2.20 ยิ่งระยะทางใกล้เข้ามาเท่าไร แรงดึงดูดก็จะมากขึ้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 2.20 การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง

ข้อแตกต่างระหว่างโซลินอยด์ไฟฟ้ากระแสตรงและโซลินอยด์ไฟฟ้ากระแสสลับ คือ ในโซลินอยด์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสที่ไหลในขดลวดจะค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าแกนกระทุ้งจะอยู่ในตำแหน่งใดก็ตาม แต่ในโซลินอยด์ไฟฟ้ากระแสสลับ กระแสในขณะที่ยกแกนกระทุ้งอยู่นอกขดลวดจะมีค่าสูง และเมื่อแกนกระทุ้งถูกดูดเข้ามาจนสุดขดลวด กระแสจะลดต่ำลง ลักษณะแบบนี้ทำให้ต้องระวังอย่าให้เกิดการติดขัดของแกนกระทุ้งในโซลินอยด์ไฟฟ้ากระแสสลับ เพราะจะทำให้เกิดกระแสผกผัน ไหลค้างอยู่ทำให้ขดลวดร้อนขึ้น และอาจจะไหม้เสียหายได้ โดยโครงสร้างของโซลินอยด์แบบไฟฟ้ากระแสสลับ จะต้องพันขดลวด Shaded Coil หรือแหวน ซึ่งเป็นลวดพันรอบแกนเหล็กเพียงรอบเดียว หรือไม่กี่รอบลัดวงจรเอาไว้ จุดประสงค์ที่พันไว้เพราะในไฟฟ้ากระแสสลับกระแสจะลดลงมาเป็นศูนย์ 2 ครั้งทุกๆ ไซเคิล ช่วงที่กระแสเป็นศูนย์ทำให้แรงดึงดูดแม่เหล็กตกลง และทำให้เกิดเสียงหึ่งๆ ขึ้น และการดูดก็ไม่แน่นอน ขดลวดแหวนที่เพิ่มเติมเข้าไป จะทำให้วงจรแม่เหล็กเกิดเป็นสภาพ 2 เฟส คือ แม้ในขณะที่กระแสเป็นศูนย์ก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขดลวดแหวน ซึ่งมีกระแสที่เกิดจากการเหนี่ยวนำกับสนามแม่เหล็ก ยังคงมีแรงแม่เหล็กมาเสริม การดูดในช่วงนี้ได้ แต่ก็จะทำให้เกิดการสูญเสียของความร้อนในขดลวดบ้างเป็นข้อแลกเปลี่ยน

#### 2.4.2 ขั้นตอนการเลือกใช้โซลินอยด์

1) แรงดันใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรงหรือไฟฟ้ากระแสสลับ ถ้าเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ก็ต้องดูความถี่ใช้งานให้ตรงตามต้องการด้วย

2) ช่วงชักใช้งาน (Operating Stroke) ของโซลินอยด์ จะต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าใด (จะกำหนดเป็นมิลลิเมตร)

3) ขนาดของโหลดที่ต้องใช้แรงขนาดเท่าใดมักจะบอกเป็นกรัม

4) ใช้งานต่อเนื่องหรือไม่ การใช้งานต่อเนื่อง หมายถึง เราอาจจะป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าขดลวดค้างไว้ได้เลยโดยขดลวดไม่ไหม้

#### 2.4.3 แนวความคิดในการนำเอาโซลินอยด์ไปประยุกต์ใช้

1) สำหรับโซลินอยด์ที่แรงดึงไม่มากนัก

1.1) ทำเป็นกลอนลอคประตู เมื่อมีแรงดึงมาที่ขดลวด โซลินอยด์จะดึงแกนกระทู้กลับ เป็นการปลดลอค

1.2) ชูป้ายโฆษณา ในกรณีนี้ถ้าโซลินอยด์ยังไม่ทำงาน สปริงจะดึงป้ายให้ตั้งฉากกับหน้าต่างป้ายทำให้ไม่เห็นตัวหนังสือ แต่ถ้าโซลินอยด์ได้รับแรงดันเข้ามา แกนกระทู้จะถูกดูดใช้กับกลไกของเล่นที่ช่วยอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น หุ่นยนต์ และรถยนต์เด็กเล่น เป็นต้น

1.3) กลไกอินเทอร์ลอคใช้กับพวกเครื่องหยอดเหรียญ, กระดิ่งโทรโข่งของเซอร์กิตเบรกเกอร์ และเครื่องเล่นทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

2) สำหรับโซลินอยด์ที่แรงดึงมาก

2.1) ควบคุมลิ้นของไหลพวกลิ้นเปิดปิดทางเดินของลมหรือน้ำมันในระบบนิวแมติกและไฮดรอลิกส์, ควบคุมลิ้นน้ำทิ้งของเครื่องซักผ้า เป็นต้น

2.2) ช่วยในการนับจำนวนสินค้า โดยวงจรนับจะส่งแรงดันมาที่โซลินอยด์เป็นช่วงเวลาที่จะได้จำนวนตามต้องการ โซลินอยด์จะดูดและเบนทิศทางสินค้าไปลงหีบห่อตามจำนวนที่ถูกต้อง

2.3) ระบบเบรก ใช้ควบคุมระบบเบรกในเครื่องจักรกล, เครื่องมือช่างไม้, ลิฟต์ และรอก เป็นต้น

2.4) ควบคุมกลไกคานจัดแรงในเครื่องมือสำนักงาน และเครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์

2.5) ควบคุมการเจาะและพิมพ์ของเครื่องจักร โดยการตัดแปลงติดตั้งหัวเจาะ และพิมพ์

#### เขَ้ابนแจนของโซลินอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.4 ข้อควรระวังในการใช้โซลินอยด์เพื่อให้อายุยืนยาว

1) โซลินอยด์ไฟฟ้ากระแสสลับ จะต้องทำกลไกให้มั่นใจได้ว่า โซลินอยด์จะดูดแกน กระทั่งเข้ามาหาสุดตัว ถ้าไม่เช่นนั้นกระแสในโซลินอยด์จะสูงและเกิดความร้อน และขดลวดอาจ จะไหม้ได้ การตัดแปลงแก้ไขโดยถ้าเกิดมีการติดขัดด้าน โหลดให้ใช้สปริงเชื่อมต่อเพิ่มเติมจะยึดตัว ให้แกนเคลื่อนที่เข้าไปสุดได้

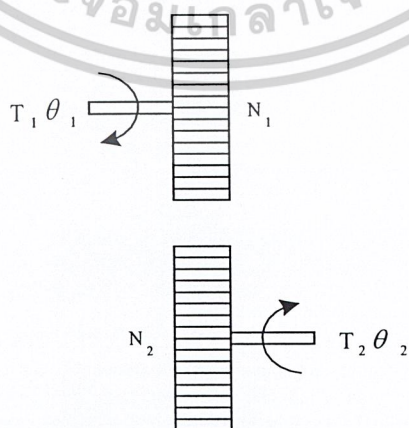
2) พยายามอย่าวางตำแหน่งโซลินอยด์อยู่ใกล้หรือติดกับสารแม่เหล็ก เพราะอาจจะมีสนาม แม่เหล็กส่วนหนึ่งรั่วไหลออกไปได้ ทำให้แรงดึงดูดลดลง ควรแก้ไขโดยเพิ่มจนวนแม่เหล็กแทรก เข้าไป

3) ต้องติดตั้งตัวถังโซลินอยด์ให้แน่นหนา เนื่องจากโซลินอยด์เป็นตัวส่งกำลังทางกล ดังนั้น เมื่อมีแรงกริยาออกมา ก็ย่อมต้องมีแรงปฏิกิริยาเกิดขึ้นกับตัวถังของโซลินอยด์ ถ้ายึดไม่แน่น พอในระยะยาวอาจจะทำให้เกิดการสั่น, หลุดหรือหลวมได้

## 2.5 ระบบเซอร์โว

### 2.5.1 ระบบเกียร์

ระบบเกียร์ คานงัดหรือสายพาน ในลูกเรือเป็นอุปกรณ์เครื่องกล ซึ่งสามารถส่งพลังงาน จากส่วนหนึ่งของระบบไปยังส่วนอื่นๆ ได้ในรูปของแรงงาน, แรงบิด, ความเร็ว และการเคลื่อนที่ นอกจากนั้น อุปกรณ์เหล่านี้ยังเป็นเสมือนอุปกรณ์สำหรับประสานที่สามารถใช้ส่งผ่านกำลังงานได้ ค่าสูงสุด รูปที่ 2.21 แสดงถึงการคัปปลิงเกียร์ 2 ตัวเข้าด้วยกัน แรงเฉื่อยและเสียดทานของเกียร์จะ ไม่นำมาคิดเพื่อพิจารณาถึงเกียร์ในอุดมคติ



รูปที่ 2.21 ระบบการคัปปลิงของเกียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด  $T_1$  และ  $T_2$  การเคลื่อนที่เชิงมุม  $\theta_1$  และ  $\theta_2$  และจำนวนซี่ฟัน  $N_1$  และ  $N_2$  ของระบบเกียร์หาได้จากหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

1) จำนวนซี่ฟันของเกียร์จะเป็นสัดส่วนของรัศมี  $r_1$  และ  $r_2$  ของเกียร์ ตามสมการ

$$r_1 N_2 = r_2 N_1 \quad (2.1)$$

2) ระยะทางการเคลื่อนที่ไปของเกียร์แต่ละตัวจะมีค่าเท่ากัน ตามสมการ

$$r_1 \theta_1 = r_2 \theta_2 \quad (2.2)$$

3) แรงงานที่ได้จากเกียร์ตัวหนึ่งจะเท่ากับแรงงานที่ได้จากเกียร์อีกตัวหนึ่งเนื่องจากสมมติให้ว่ามีการสูญเสียแรงงาน ตามสมการ

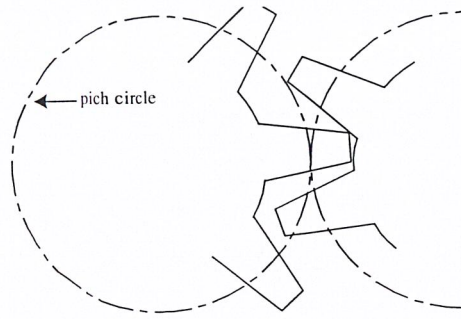
$$T_1 \theta_1 = T_2 \theta_2 \quad (2.3)$$

## 2.5.2 เฟือง

เฟืองเป็นอุปกรณ์ถ่ายทอดกำลังงานและการเคลื่อนที่ที่เหมาะสม ในกรณีที่กำลังถ่ายทอดกำลังงานมีค่าสูง ฟันเฟืองที่ขบกันจะเป็นส่วนที่ช่วยไม่ให้เกิดการไถลขึ้น ในขณะที่ถ่ายทอดกำลังงานสำหรับเฟืองที่ขบกันคู่หนึ่ง เฟืองตัวเล็ก เรียกว่า Pinion ส่วนเฟืองตัวใหญ่ เรียกว่า Gear วงกลมสัมผัส เรียกว่า Pitch Circle มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เรียกว่า Pitch Diameter และขนาดรัศมีเรียกว่า Pitchradius

## 2.5.3 ความแข็งแรงของฟันเฟือง

ตำแหน่งแรกที่กระทำที่ปลายหรือยอดฟันจะเป็นสภาวะที่เหลวที่สุด ที่สามารถเกิดขึ้นได้แรงจะแยกออกเป็น 2 แรง คือ แรงในแนวตั้ง และแรงในแนวราบ ที่จะทำให้เกิดความเค้นอัดจะไปช่วยลดความเค้นดึงสูงสุดให้มีค่าต่ำลง ดังนั้น แรงที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อเฟือง คือ แรงในแนวราบ ซึ่งทำให้เกิดความเค้นอัด คือ ด้านหนึ่งของฟันเฟืองเป็นความเค้นดึงและอีกด้านหนึ่งเป็นความเค้นอัด ดังแสดงในรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 ลักษณะการขับเคลื่อนของเฟือง

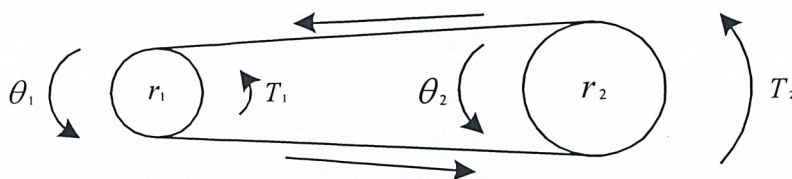
### 2.5.4 โซ่

โซ่ได้ถูกนำมาใช้ด้วยจุดประสงค์ที่ไม่ต้องการให้มีการลื่นไถลของส่วนสัมผัส เช่นเดียวกับสายพานเฟือง โซ่ที่นิยมใช้งานกันโดยทั่วไป ได้แก่ Roller Chain และ Inverted Tooth Chain โซ่จะคล้องอยู่กับเฟือง ระยะ Pitch จะเป็นระยะในแนวเส้นตรงระหว่างจุดศูนย์กลางของ Rollers คู่หนึ่งๆ อัตราส่วนความเร็วรอบจะกำหนดให้ไม่เกิน 7 เท่า

ข้อเสียของโซ่ คือ มีการกระเพื่อมของการถ่ายทอดความเร็ว เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงค่า Effective Pitch Radius ในขณะขับเคลื่อนล้อเฟืองตัวขับ ปรากฏการณ์นี้ เรียกว่า Chordal Effect ซึ่งจะเห็นได้ชัดในกรณีที่ล้อเฟืองมีจำนวนฟันน้อย ดังนั้น ในการออกแบบจึงกำหนดให้จำนวนของล้อเฟืองตัวเล็กสุดจะต้องมีไม่น้อยกว่า 12 ฟัน สำหรับความเร็วรอบต่ำไม่น้อยกว่า 17 ฟัน สำหรับความเร็วรอบปานกลาง และไม่น้อยกว่า 21 ฟัน สำหรับความเร็วสูง

### 2.5.5 ระบบสายพานและคานงัด

ระบบการขับเคลื่อนด้วยสายพานหรือโซ่ ก็มีจุดมุ่งหมายเดียวกับระบบเกียร์ เพียงแต่ระบบสายพานหรือโซ่ สามารถส่งผ่านพลังงานไปได้ระยะทางไกลกว่า โดยที่ไม่ต้องใช้เกียร์จำนวนมาก สามารถใช้สมการที่ 2.3 ใช้กับกรณีนี้ได้ ซึ่งเป็นความจริงว่าการสะท้อนหรือทรานสมิตแดนซ์ของแรงบิดแรงเฉื่อยและแรงเสียดทาน เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 ระบบพานและสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ผลิตโดยบริษัทอินเทล มีการนำไปใช้ประโยชน์กันอย่างมากมายในปี ค.ศ. 1980 ต่อมาบริษัทฟิลลิปส์ และซีเมนส์ได้รับลิขสิทธิ์ในการผลิตจำหน่าย และได้เพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์หลายรุ่น ซึ่งจะมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดของหน่วยความจำภายในและหน่วยทำงานภายในที่แตกต่างกัน

### 2.6.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

- 1) หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต
- 2) หน่วยความจำโปรแกรมภายใน (Program Memory) ขนาด 4 กิโลไบต์
- 3) หน่วยความจำข้อมูลภายใน (Data Memory) ขนาด 128 กิโลไบต์
- 4) อีแอดแอดแอดของหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์
- 5) อีแอดแอดแอดของหน่วยความจำข้อมูลได้ถึง 64 กิโลไบต์
- 6) หน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิพแยกจากกันอย่างละ 64 กิโลไบต์
- 7) มีพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต แบบขนานจำนวน 4 พอร์ต (32 บิต) แยกกันอย่างอิสระ
- 8) มีวงจรรนับ/จับเวลา ขนาด 16 บิต จำนวน 2 ชุด ทำงานได้ 4 โหมด
- 9) มีพอร์ตการสื่อสารอนุกรม (Universal Asynchronous Receiver Transmitter : UART) รับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) สามารถเลือกรูปแบบการส่งได้ 4 รูปแบบ
- 10) รับสัญญาณอินเทอร์รัพท์ได้ 6 แหล่ง กระโดดไปทำงานตอบสนองได้ 5 ตำแหน่ง
- 11) มีวงจรรออสซิลเลเตอร์ภายในนำข้อมูลมา AND, OR หรือทำ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิตและ 1 บิต

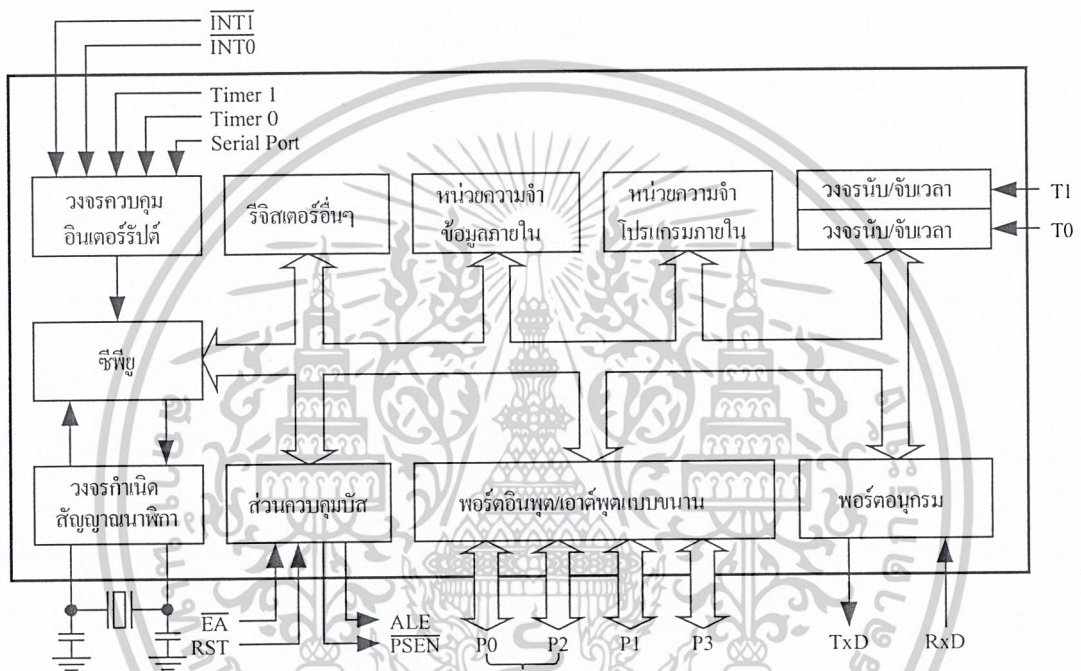
### 2.6.2 โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

ภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ จะประกอบขึ้นด้วยเกตชนิดต่างๆ เช่น AND, OR และ NOT ซึ่งเกตเหล่านี้ จะนำเอาขาออกแบบให้มีหน้าที่การทำงานต่างๆ เช่น วงจรถอดรหัสคำสั่งและวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา ดังแสดงในรูปที่ 2.24

#### 1) หน่วยความจำประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณควบคุม ในการติดต่อกับส่วนอื่นๆ เรียกว่า วงจรควบคุม สัญญาณที่สร้างจากวงจรควบคุม ได้แก่ สัญญาณสำหรับการติดต่อกับหน่วยความจำ อุปกรณ์รับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออก ซึ่งส่วนควบคุมการขัดจังหวะและส่วนควบคุมบัสเป็นส่วนหนึ่งของ

วงจรควบคุม การสร้างสัญญาณจากวงจรควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลางนี้ จะทำการสร้างสัญญาณโดยการถอดรหัสจากคำสั่งที่มีการกำหนดไว้ และสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจะอ้างอิงกับสัญญาณนาฬิกาที่สร้างจากวงจรรอสซิลเลเตอร์ เพื่อให้ทุกๆ ส่วนทำงานประสานกันอย่างถูกต้อง ในหน่วยประมวลผลกลางยังประกอบด้วยส่วนประมวลผล ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล เช่น การลบ, บวก, คูณ หรือหารข้อมูล และนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่ต้องการ



รูปที่ 2.24 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์

## 2) หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำมีไว้สำหรับบันทึกข้อมูล ซึ่งในการนำข้อมูลเข้าและออกจากหน่วยความจำจำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของหน่วยความจำ ในการนำข้อมูลเข้าไปเก็บในหน่วยความจำเรียกว่า การเขียนข้อมูล และการนำข้อมูลออกจากหน่วยความจำเรียกว่า การอ่านข้อมูล ในไมโครคอนโทรลเลอร์ ข้อมูลในแต่ละตำแหน่งจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้น แต่ละตำแหน่งของหน่วยความจำจะสามารถเก็บข้อมูลมีค่าได้ระหว่าง  $0000000_2$  ถึง  $1111111_2$  หรือ 00H ถึง 0FFH ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะต้องมีสัญญาณ 3 กลุ่ม คือ

### 2.1) ตำแหน่งที่ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

สามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล ที่มีขนาดมากที่สุด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดละ 65,536 ตำแหน่ง (64 กิโลไบต์) ดังนั้น การอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำจะต้องใช้เส้น แสดงตำแหน่งฐานสองทั้งหมด 16 เส้น ( $2^{16}$  เท่ากับ 65,536)

2.2) ข้อมูลที่อ่านหรือเขียนกับหน่วยความจำในตำแหน่งที่เราต้องการ

2.3) สัญญาณควบคุมที่ส่งไปยังหน่วยความจำ เพื่อบอกกับหน่วยความจำว่าต้องการ อ่านหรือเขียนข้อมูล โดยวงจรถอดรหัสคำสั่งทำการสร้างสัญญาณควบคุมจากคำสั่งที่อ่านเข้ามาจาก หน่วยความจำโปรแกรม

### 3) อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Device)

อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต เป็นส่วนที่ให้นำข้อมูลเข้าหรือนำข้อมูลออกจาก MCS-51 ทำให้ สามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต ได้แก่ 4 I/O Port, Timer/Counter 0, Timer/Counter 1 และ Serial Port

3.1) อินพุต/เอาต์พุตพอร์ต (4 I/O Port) หรือพอร์ตขนาน เป็นที่สำหรับใช้รับส่งข้อมูล ซึ่งเป็นสัญญาณดิจิทัลเข้าหรือออกจากตัว MCS-51 มีทั้งหมด 4 พอร์ต โดยแต่ละพอร์ตสามารถรับ ส่งข้อมูลได้ 8 บิตมีพอร์ต P0, P1, P2 และ P3 บางพอร์ตจะใช้งานมากกว่า 1 อย่างได้

3.2) ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 0 และ ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 1 เป็นวงจรนับที่สามารถทำการ นับจำนวนไซเคิลของสัญญาณที่ต่อจากภายนอก MCS-51 หรือจำนวนของสัญญาณนาฬิกาภายใน MCS-51 ก็ได้ สามารถตั้งค่าเริ่มต้นของการนับและอ่านการนับได้โดยหน่วยประมวลผลกลาง

3.3) พอร์ตอนุกรม (Serial Port) หน่วยประมวลผลกลางจะอ่าน และเขียนข้อมูลกับ พอร์ตอนุกรมเป็นแบบ 8 บิต แต่ข้อมูลจะรับเข้ามาทีละบิตทางขา RxD แล้วจัดเรียงใหม่เป็น 8 บิต เพื่อให้หน่วยประมวลผลกลางอ่านไปใช้งานต่อไป

## 2.7 การสื่อสารอนุกรม

การเคลื่อนย้ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ต่อพ่วงภายนอก หรือคอมพิวเตอร์ ด้วยกันมี 2 รูปแบบ คือ การรับส่งข้อมูลแบบขนานและการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

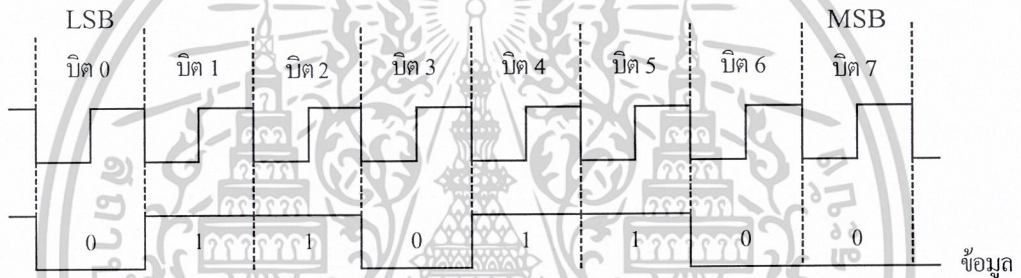
การรับส่งข้อมูลแบบขนานเป็นการรับและส่งข้อมูลคราวละ 4 ถึง 8 บิต ในเวลาเดียวกัน ทำให้การรับและส่งข้อมูลมีความเร็วสูง แต่จำนวนสายที่ใช้ในการถ่ายถอดข้อมูลก็มีมากเท่ากับ จำนวนบิตของข้อมูลที่ทำกรถ่ายถอด นอกจากนั้น ยังมีสายที่ใช้สำหรับควบคุมและตรวจสอบการ รับส่งข้อมูลซึ่งอาจต้องใช้สายมากเป็น 2 เท่าของจำนวนบิตข้อมูลก็ได้

ในขณะที่การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมจะเป็นการรับส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต โดยมีรูปแบบ การรับส่งที่เป็นมาตรฐานต้องมีการตรวจสอบความพร้อมในการรับและส่งข้อมูลของตัวส่ง

และตัวรับ การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมมีข้อดีในเรื่องจำนวนสายสัญญาณที่น้อยมาก และไม่แปรผันตามจำนวนบิตของข้อมูล ระยะทางในการรับส่งข้อมูลสูงกว่าแบบขนานมาก

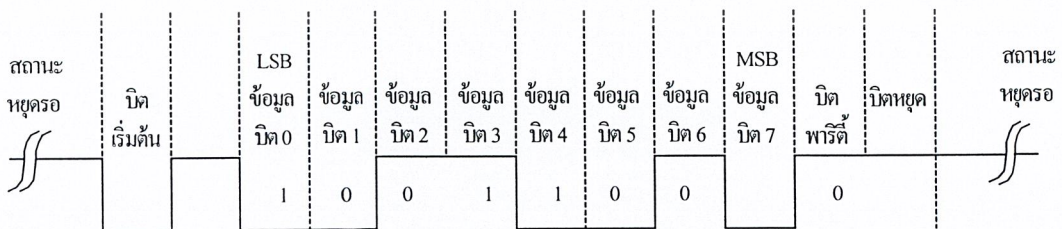
การสื่อสารแบบอนุกรมแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสและการสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

1) การสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัส มีสัญญาณนาฬิกา ร่วมอยู่กับการรับและส่งสัญญาณ ซึ่งตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส คือ คีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ ซึ่งสายเส้นหนึ่งจะเป็นสายของสัญญาณนาฬิกา ส่วนสายอีกเส้นจะเป็นสายของข้อมูล ดังนั้น การติดต่อกันแบบ ซิงโครนัส จะต้องใช้สายในการเชื่อมต่ออย่างน้อยที่สุด 3 เส้น คือ สัญญาณนาฬิกา ข้อมูลและกราวด์ รูปที่ 2.25 แสดงให้เห็นถึงแผนผังเวลาของการสื่อสารข้อมูลแบบซิงโครนัส



รูปที่ 2.25 รูปแบบของข้อมูลแบบซิงโครนัส

2) การสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส คือ ในการรับและส่งข้อมูลไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิกา ร่วมด้วย แต่ใช้การกำหนดค่าอัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกอัตราเร็วนี้ว่า อัตราบอดหรือบอดเรต มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที รูปที่ 2.26 แสดงให้เห็นถึงแผนผังเวลาของการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส



รูปที่ 2.26 รูปแบบของข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

- 1) บิตเริ่มต้น
- 2) บิตข้อมูลแบบอนุกรม มีขนาด 5, 6, 7 หรือ 8 บิต
- 3) บิตตรวจสอบพาริตี มีขนาด 1 บิต หรือ ไม่มีบิต
- 4) บิตปิดท้ายหรือบิตหยุด มีขนาด 1, 1.5 หรือ 2 บิต

รูปที่ 2.26 แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส เมื่อไม่มีการส่งข้อมูลขา DATA จะมีสถานะลอจิก “1” เรียกสถานะนี้ว่า สถานะหยุดรอ (Waiting Stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขา DATA มีลอจิก “0” ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต เรียกบิตนี้ว่า บิตเริ่มต้น (Start Bit) จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไปโดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดหรือบิต LSB ก่อน ซึ่งข้อมูลที่ต้องการส่งอาจมีจำนวน 5, 6, 7 หรือ 8 บิตก็ได้ จากนั้นตามด้วยบิตพาริตี ซึ่งใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูลบิตสุดท้ายที่จะส่ง คือ บิตหยุด โดยจะเป็นการทำให้ขา DATA มีสถานะลอจิก “1” อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 บิต, 1.5 บิต หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

อัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลของการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสหรือบอดเรตที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 มีด้วยกันหลายค่า เช่น 600, 1200, 2400, 9600 และ 19,200 บิตต่อวินาที โดยมีค่ามากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ เนื่องจากบอดเรตคือ ค่าของจำนวนบิตที่สามารถส่งได้ใน 1 วินาที สมมุติว่า ข้อมูลอนุกรมมีขนาด 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพาริตี มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตปิดท้าย 1 บิตของข้อมูล 1 ไบต์ จะมีความยาวเท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บอดเรตในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9,600 บิต/วินาที ก็จะสามารถส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที

การตรวจสอบพาริตีสามารถกำหนดเป็นแบบคี่ (Odd) แบบคู่ (Even) หรือไม่มีการตรวจสอบพาริตีก็ได้ พาริตีคี่หรือพาริตีคู่แสดงถึงจำนวนลอจิก “1” ทั้งหมดภายในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์รวมพาริตีว่ามีจำนวนเป็นเลขคู่หรือเลขคี่ ยกตัวอย่าง ข้อมูลที่จะทำการส่งมีขนาด 8 บิต มีค่าเท่ากับ 99H หรือ 10011001B จะเห็นว่าข้อมูลในไบต์มีจำนวนลอจิก “1” จำนวน 4 ตัว ซึ่งเป็นเลขคู่ ดังนั้น ถ้ากำหนดค่า พาริตีเป็นคู่ ค่าของพาริตีบิตจะต้องมีลอจิกเป็น “0” แต่ถ้ากำหนดพาริตีเป็นคี่ ค่าของบิตพาริตีจะต้องเป็น “1” เพื่อให้ข้อมูล 1 ไบต์รวมทั้งบิตพาริตีเป็นคี่

บิตพาริตีถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) ซึ่งทางภาครับจะต้องกำหนดคุณสมบัติการตรวจสอบพาริตีที่ตรงกันเอาไว้ว่าจะตรวจสอบพาริตีคี่หรือพาริตีคู่ โดยการนับจำนวนลอจิก “1” ทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตีด้วย ถ้ากำหนดพาริตีไว้เป็นคู่ แต่อ่านค่าตัวเลขในการนับออกมาได้ตัวเลขเป็นคี่ ทางภาครับจะแสดงข้อผิดพลาดออกมาให้ผู้ใช้งานทราบ กระบวนการดังกล่าวเป็นวิธีการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการรับส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ง่ายที่สุด แต่จะสามารถตรวจสอบได้เมื่อมีบิตข้อมูลที่ทำกรรับส่งผิดพลาดเพียงบิตเดียวเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ทำกรส่งมีบิตที่ผิดพลาดมากกว่า 1 บิต การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผล สำหรับการตั้งพาริตีบิตเป็น NONE นั้นทั้งภาครับและภาคส่งจะไม่มีกรตรวจสอบพาริตี

คอมพิวเตอร์ในรุ่น AT เกือบทั้งหมดจะใช้ไอซี UART เบอร์ 16450 และ 16550 ส่วนคอมพิวเตอร์ในรุ่น XT ใช้ไอซี UART เบอร์ 8250 ไอซี UART เหล่านี้ มีระดับแรงดันของลอจิกเป็นแบบทีทีแอล +5 โวลต์ แต่เพื่อให้แรงดันเป็นไปตามมาตรฐาน RS-232 และเพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถทำได้ในระยะไกลมากยิ่งขึ้น ระดับแรงดันทีทีแอลจะถูกแปลงเป็นระดับแรงดันที่ความยาวสูงขึ้น โดยลอจิก “0” จะมีระดับแรงดัน -3V ถึง -12V และลอจิก “1” มีระดับแรงดัน +3V ถึง +12V

### 2.7.1 RS-232

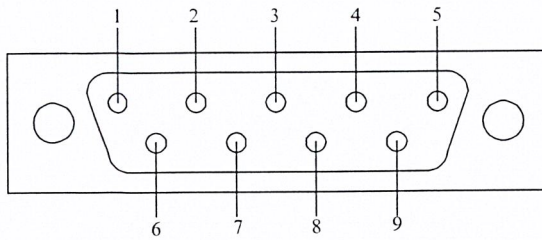
มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้น ออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้ส่งผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกชุดซึ่งอยู่ห่างไกล โดยสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association : EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ ในช่วงแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3V จนถึง -12V แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และ +3V จนถึง +12V แสดงว่าเป็นช่องว่าง มีอัตราความเร็วการส่งข้อมูล 20 kbit/sec

มาตรฐาน RS-232 ถูกใช้ในการกำหนดรูปแบบการสื่อสารข้อมูลกันระหว่างอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment : DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating : DCE) อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัว เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น

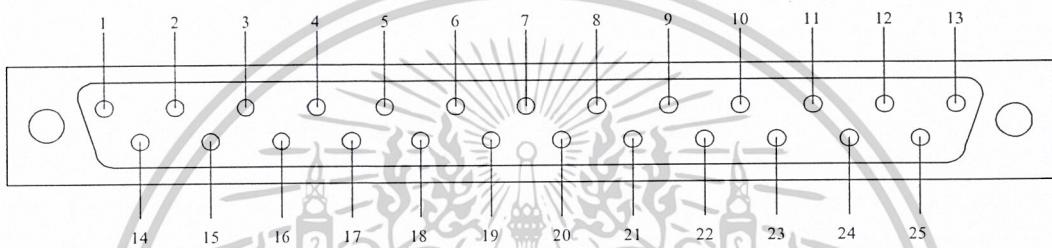
ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่ได้เห็นได้ชัด คือ คอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่ทีโมเด็มจะเป็นแบบ DCE

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 ตัวผู้ หรือ DB-9 ตัวผู้ ซึ่งคอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้น เช่นเดียวกับคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 โดยแสดงตำแหน่งขาและรูปร่างในรูปที่ 2.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) คอนเน็กเตอร์อนุกรม 9 ขา หรือแบบ DB-9 (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์)



(ข) คอนเน็กเตอร์อนุกรม 25 ขา หรือแบบ DB-25 ขา (มองจากด้านหลังคอมพิวเตอร์)

รูปที่ 2.27 คอนเน็กเตอร์อนุกรม

ตารางที่ 2.1 การจัดขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรมในแบบต่างๆ และหน้าที่การทำงาน

คอนเน็กเตอร์ DB-9	คอนเน็กเตอร์ DB-25	ชื่อของสายสัญญาณ	ชนิดของสายสัญญาณ
1	8	Data Carrier Detect : DCD	อินพุต
2	3	Received Data : RxD	อินพุต
3	2	Transmitted Data : TxD	เอาต์พุต
4	20	Data Terminal Ready : DTR	เอาต์พุต
5	7	Single Ground : GND	-
6	6	Data Set Ready : DSR	อินพุต
7	4	Request To Send : RTS	เอาต์พุต
8	5	Clear To Send : CTS	อินพุต
9	22	Ring Indicator : RI	อินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา Data Carrier Detect : DCD ขานี้จะแอกติฟ เมื่อมีการส่งสัญญาณพาห้จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม สำหรับใช้งานปกติขานี้จะไม่ถูกนำมาใช้งานมากนัก

ขา Receive Data : RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์ โดยจะนำข้อมูลที่อ่านได้ไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์บัพเฟอร์

ขา Transmitted Data : TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลอนุกรมออกจากคอมพิวเตอร์ โดยการนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัพเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลส่งออกไป

ขา Data Terminal Ready : DTR เป็นขาเอาต์พุตที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณ ออกจากคอมพิวเตอร์ เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องการติดต่อกับอุปกรณ์ปลายทาง โดยขา DTR นี้จะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์และถ้าใช้การเชื่อมต่อแบบ 3 สาย ต้องเชื่อมต่อขา DTR และ DSR ของพอร์ตอนุกรมเข้าด้วยกันและจะต้องต่อเชื่อมเข้ากับ DCD ในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห้

ขา Signal Ground : GND เป็นขากราวด์ของสัญญาณ

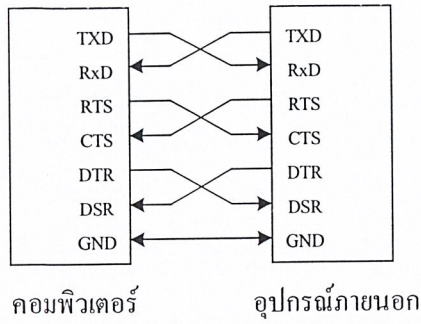
ขา Data Set Ready : DSR ขานี้จะใช้ควบคู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้ จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอก

ขา Request To Send : RTS เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้อุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลมาให้คอมพิวเตอร์โดยขาที่รับสัญญาณ RTS คือ ขา CTS ซึ่งในกรณีที่มีการเชื่อมต่อแบบ 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อกับขา RTS และ CTS เข้าด้วยกัน เพื่อให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

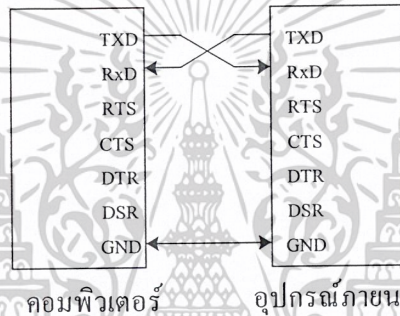
ขา Clear To Send : CTS เป็นขาอินพุตทำหน้าที่รอร์รับสัญญาณที่ส่งเข้ามา เมื่อมีการส่งสัญญาณเข้ามาที่ขานี้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ขานี้จะใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลแล้วหรือยัง

ขา Ring Indicator : RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกจากสาย โทรศัพท์

สำหรับการเชื่อมต่อสายระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก แสดงดังในรูปที่ 2.31 ซึ่งลูกศรในรูปจะแสดงถึงทิศทางของข้อมูล การเชื่อมต่อในรูปที่ 2.28 (ก) เป็นการเชื่อมต่อแบบ NULL MODEM หรือการเชื่อมต่อโดยตรงโดยไม่ต้องผ่าน โมเด็ม ส่วนการเชื่อมต่อในรูปที่ 2.28 (ข) เป็นการเชื่อมต่อโดยใช้สัญญาณน้อยที่สุดเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์



(ก) การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ NULL MODEM



(ข) การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์แบบ RS-232

รูปที่ 2.28 การต่ออุปกรณ์ภายนอกเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมในรูปแบบต่างๆ

## 2.8 เหรียญกษาปณ์หมุนเวียน

### 2.8.1 เหรียญกษาปณ์โลหะสีขาว ราคา 1 บาท



รูปที่ 2.29 เหรียญกษาปณ์โลหะสีขาว ราคา 1 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิด เหรียญกษาปณ์โลหะสีขาว

ลักษณะ เป็นรูปกลมแบน วงขอบนอกมีเฟืองจักร

ราคา 1 บาท

โลหะและอัตราเนื้อโลหะ นิกเกิลร้อยละ 25 ทองแดงร้อยละ 75

น้ำหนัก 3.4 กรัม

ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร

ลวดลาย ด้านหน้า กลางเหรียญมีพระบรมรูปพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงเครื่องบรมขัตติยราชภูษิตาภรณ์ ฉลองพระองค์ครุยพระพักตร์ทาบเบื้องขวา ภายในวงขอบเหรียญด้านขวามีข้อความว่า “ภูมิพลอดุลยเดช” ด้านซ้ายมีข้อความว่า “รัชกาลที่ ๙”

ลวดลาย ด้านหลัง เบื้องหลังของเหรียญมีรูปพระเจดีย์ทอง วัดพระศรีรัตนศาสดาราม ในพระบรมมหาราชวัง เบื้องซ้ายของเหรียญมีข้อความว่า “ประเทศไทย” ใต้ข้อความประเทศไทยมี พ.ศ. และเลขของปี พ.ศ. ที่จัดทำเหรียญได้ปีพ.ศ. มีเลขไทยและเลขอารบิกบอกราคาว่า 1 บาท

## 2.8.2 เหรียญกษาปณ์โลหะสีขาว เคลือบสีทองแดง ราคา 5 บาท



รูปที่ 2.30 เหรียญกษาปณ์โลหะสีขาว เคลือบสีทองแดง ราคา 5 บาท

ชนิด เหรียญกษาปณ์โลหะสีขาว เคลือบสีทองแดง

ลักษณะ เป็นรูปกลมแบน วงขอบนอกมีเฟืองจักร

ราคา 5 บาท

โลหะและอัตราเนื้อโลหะ โลหะส่วนที่เคลือบมีส่วนผสมของนิกเกิลร้อยละ 25 ทองแดงร้อยละ 75

โลหะส่วนที่เป็นไส้มีส่วนผสมของทองแดงร้อยละ 99.9

น้ำหนัก 7.5 กรัม

ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 24 มิลลิเมตร

ลวดลาย ด้านหน้า วงขอบเหรียญวงในเป็นรูปเก้าเหลี่ยม กลางเหรียญมีพระบรมรูปพระบาทสมเด็จพระ

พระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงเครื่องบรมขัตติยราชภูษิตาภรณ์ ฉลองพระองค์ครุย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิวพระพักตร์ทางเบื้องขวา ภายในวงขอบเหรียญด้านขวามีข้อความว่า “ภูมิพลอดุลยเดช” ด้านซ้ายมีข้อความว่า “รัชกาลที่ ๙”

ลวดลาย ด้านหลัง ขอบเหรียญวงในเป็นรูปเก้าเหลี่ยม กลางเหรียญมีรูปพระอุโบสถวัดเบญจมบพิตรดุสิตวนาราม ภายในวงขอบเหรียญเบื้องบนมีข้อความว่า “ประเทศไทย” พ.ศ. และเลขของปี พ.ศ. ที่จัดทำเหรียญ เบื้องล่างมีข้อความบอกราคาว่า “๕ บาท 5”

### 2.8.3 เหรียญกษาปณ์โลหะสองสี ชนิดราคา 10 บาท



รูปที่ 2.31 เหรียญกษาปณ์โลหะสองสี ชนิดราคา 10 บาท

ชนิด เหรียญกษาปณ์โลหะสองสี

ลักษณะ เป็นรูปกลมแบน วงขอบนอกมีเฟืองจักรสลักรูปเรียบ

ราคา 10 บาท

โลหะและอัตราเนื้อโลหะ โลหะสีขาว มีส่วนผสมของนิกเกิลร้อยละ 25 ทองแดงร้อยละ 75 โลหะสีทอง (วงใน) มีส่วนผสมของ ทองแดงร้อยละ 92 นิกเกิลร้อยละ 2 อลูมิเนียมร้อยละ 6 น้ำหนัก 8.5 กรัม

ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 26 มิลลิเมตร

ลวดลาย ด้านหน้า กลางเหรียญวงใน ซึ่งเป็น โลหะสีทองมีพระบรมรูปพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงเครื่องบรมขัตติยราชภูมิตาภรณ์ ฉลองพระองค์ครุย ผิวพระพักตร์ทางเบื้องขวา ภายในวงนอกของเหรียญ ซึ่งเป็น โลหะสีขาวด้านขวามีข้อความว่า “ภูมิพลอดุลยเดช” ด้านซ้ายมีข้อความว่า “รัชกาลที่ ๙”

ลวดลาย ด้านหลัง กลางเหรียญวงใน ซึ่งเป็น โลหะสีทอง มีรูปพระปรารังค์วัดอรุณราชวราราม ภายในวงนอกของเหรียญ ซึ่งเป็น โลหะสีขาว เบื้องบนมีอักษรเบรลล์ ซึ่งมีความหมายบอกราคาว่า “๑๐” เบื้องล่างมีเลขไทยและเลขอารบิกบอกราคาว่า “๑๐ บาท 10” ด้านขวามีข้อความว่า “ประเทศไทย” และด้านซ้ายมี พ.ศ. และเลขของปี พ.ศ. ที่จัดทำเหรียญ

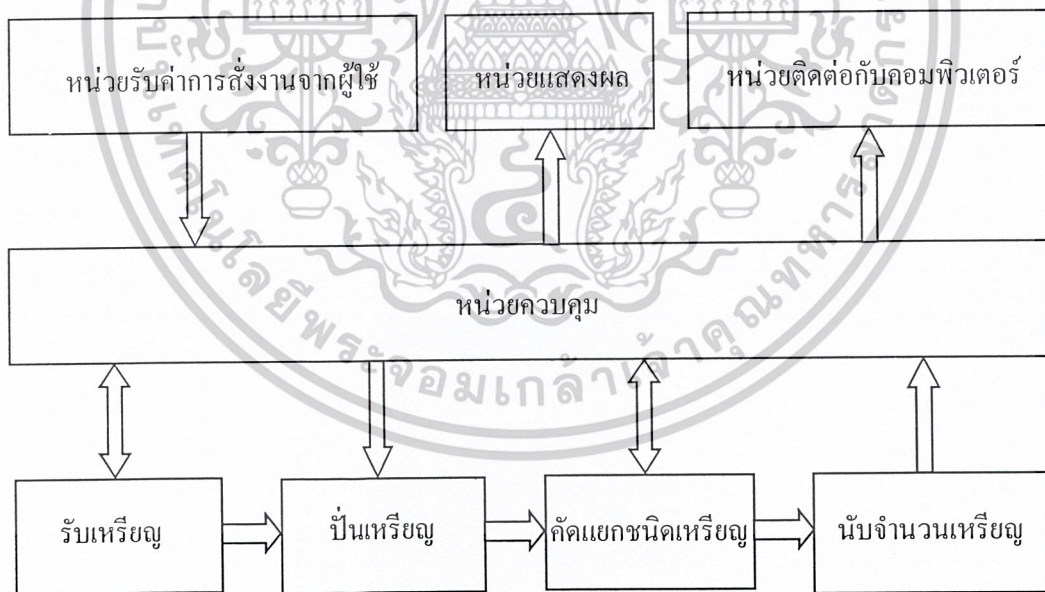
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

#### 3.1 กล่าวนำ

การออกแบบ และการสร้างเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของการออกแบบวงจร ได้แก่ วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง วงจรควบคุมมอเตอร์ วงจรตรวจจับเหรียญ วงจรควบคุมโซลินอยด์ วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน วงจรควบคุมวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน วงจรแอลอีดี วงจรสวิตช์เมตริกซ์ วงจรสวิตช์ วงจรเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์ และวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน ส่วนของการออกแบบโครงสร้างเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ ได้แก่ ชุดคัดแยกและนับเหรียญ ช่องรับเหรียญและสายพานลำเลียงงานป้อนเหรียญ ชุดเก็บเหรียญและส่วนของการออกแบบ โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องฝังการทำงานของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

การทำงานของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ เริ่มจากรับเหรียญทั้ง 3 ชนิด คือ เหรียญ 10 บาท เหรียญ 5 บาท และเหรียญ 1 บาท เหรียญจะถูกควบคุมให้ไหลลงสู่งานป้อนเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปริมาณที่เหมาะสม โดยจะมีหลุมกวาดเหรียญ ทำหน้าที่ในการจัดเรียงเหรียญให้ออกมาทีละเหรียญ ชุดคัดแยกเหรียญใช้หลักการตรวจสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหรียญแต่ละชนิดด้วยแสงอินฟราเรด และใช้โซลินอยด์เพื่อคัดแยกชนิดของเหรียญ ส่วนการนับเหรียญใช้หลักการตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด แสดงผลที่จอแสดงผลเจ็ดส่วน และส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บบันทึกค่า และพิมพ์ผลการนับเหรียญ และควบคุมการทำงานของเครื่องโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวประมวลผลและควบคุมการทำงานทั้งหมด

## 3.2 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง

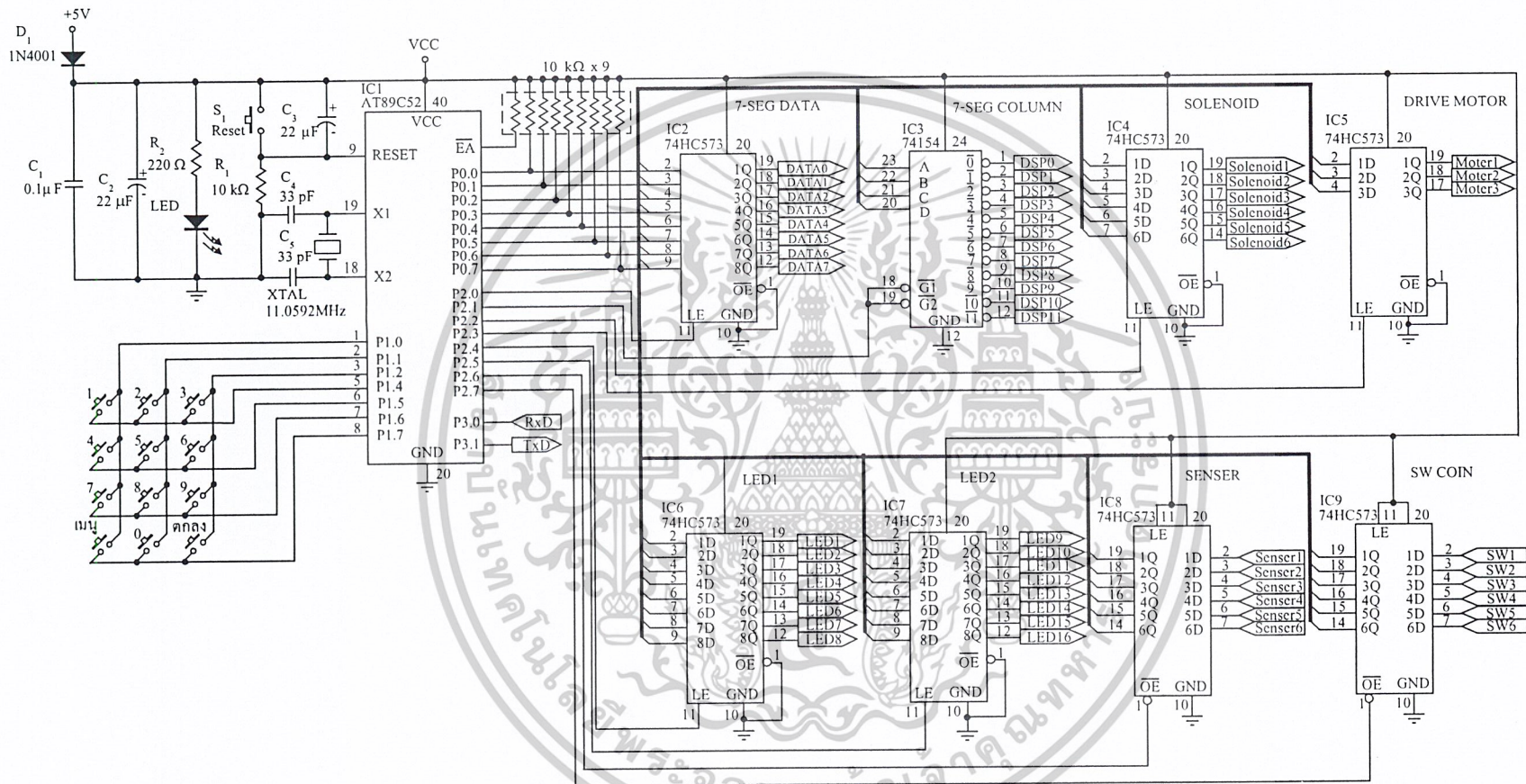
### 3.2.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89C52 เป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมด ประกอบด้วยส่วนการรับค่าจากสวิตช์เมตริกซ์ การควบคุมส่วนแสดงผลที่จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน การควบคุมการคัดแยกและนับเหรียญ การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม เพื่อเก็บบันทึกค่าและพิมพ์ผลการนับเหรียญ ดังแสดงในรูปที่ 3.2

### 3.2.2 การทำงาน

พอร์ต 0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89C52 ใช้เป็นพอร์ตรับและส่งข้อมูล พอร์ต 1 ใช้เชื่อมต่อกับสวิตช์เมตริกซ์ พอร์ต 2 ใช้เป็นพอร์ตเลือกการทำงานของอุปกรณ์หรือวงจรอื่นๆ พอร์ต 3 บิต P3.0 และ P3.1 ใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านวงจรเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ IC2 ถึง IC8 ทำหน้าที่ขยายพอร์ตของ IC1 โดยการต่อขารับส่งข้อมูลกับพอร์ต 0 ของ IC1 และใช้พอร์ต 2 ของ IC1 สำหรับการเลือกติดต่อกับอุปกรณ์แต่ละตัว

D1 ใช้ป้องกันการจ่ายไฟเลี้ยงกลับขั้ว C1 และ C2 ทำหน้าที่กรองกระแสและกำจัดสัญญาณรบกวนจากแหล่งจ่าย LED แสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับวงจร โดยมี R2 จำกัดกระแสให้ LED ทำงานในสถานะที่ปลอดภัย S1, C3 และ R1 สำหรับรีเซ็ต IC1 ในสถานะที่เริ่มจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับวงจรและในสถานะที่ต้องการเริ่มการทำงานใหม่

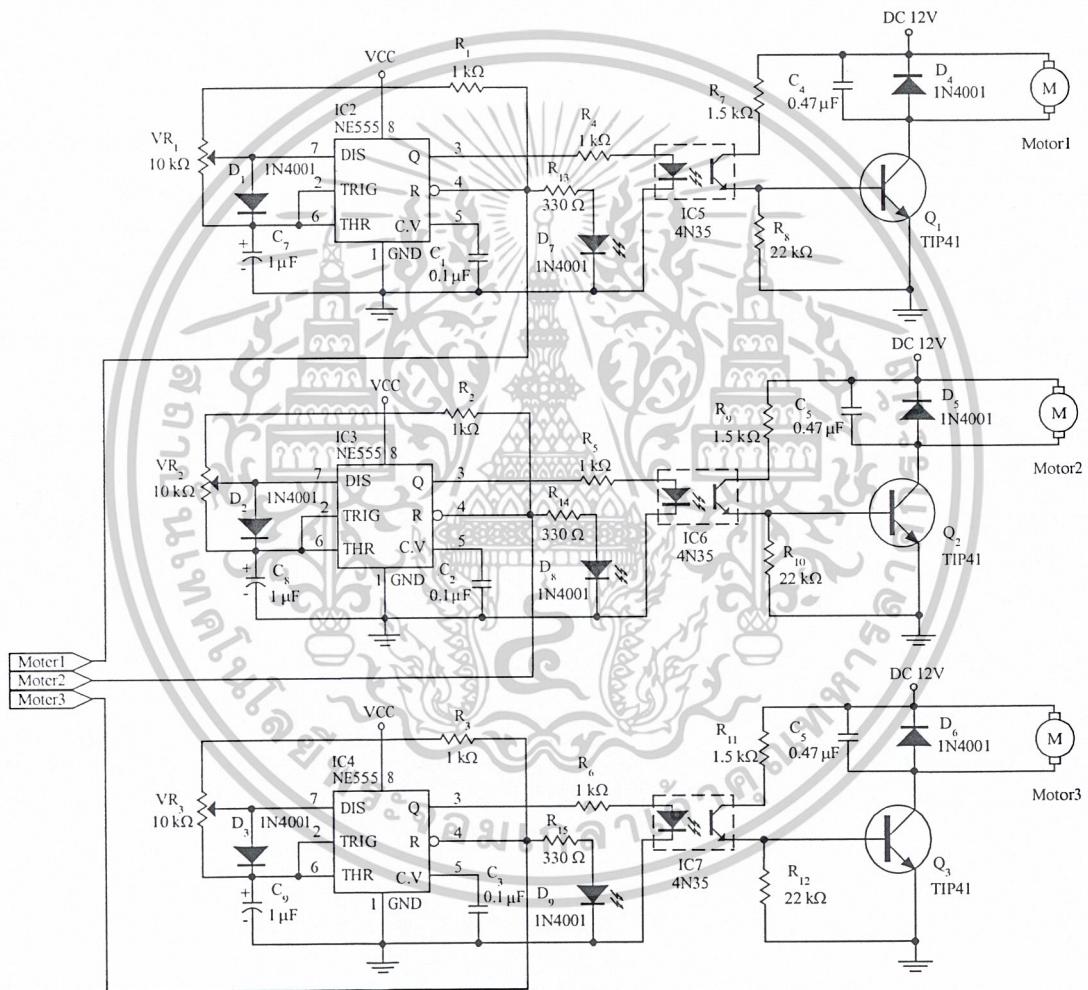


รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง

### 3.3 วงจรควบคุมมอเตอร์

#### 3.3.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรควบคุมมอเตอร์ ประกอบด้วยมอเตอร์ทั้งหมด 3 ชุด สำหรับควบคุมการทำงานของงานป้อนเหรียญ สายพานลำเลียง และชุดคัดแยกเหรียญ ซึ่งมีการทำงานเหมือนกันใช้การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ โดยใช้วิธีการมอดูเลตทางความกว้างของพัลส์ ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมมอเตอร์

#### 3.3.2 การทำงาน

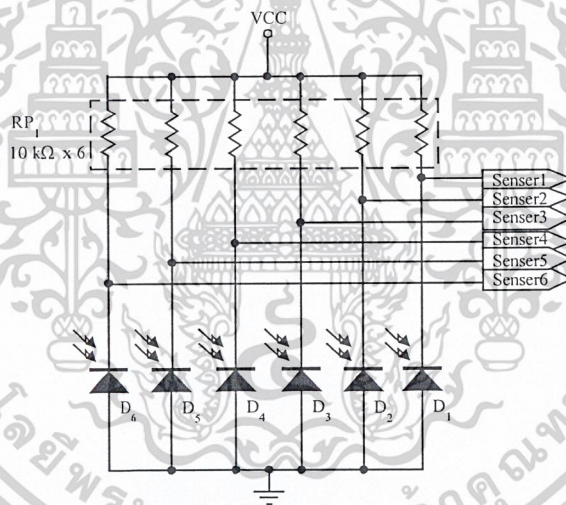
ใช้ไอซีเบอร์ NE555 ร่วมกับตัวความต้านทานปรับค่าได้ ค่า 1 กิโลโห์ม เป็นวงจรผลิตความถี่ค่าคงที่ที่สามารถปรับค่าควิต์ไซเคิลได้ ออกทางขา 3 ของไอซี ผ่านอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์ 4N35 ไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์ เบอร์ TIP41 เพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ มีตัวเก็บประจุ ค่า 0.47 ไมโครฟารัด และไดโอด เบอร์ 1N4001 ทำหน้าที่ป้องกันสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการทำงานของมอเตอร์ การควบคุมการทำงานของวงจรใช้สัญญาณควบคุมที่ขา 4 ของ ไอซี ซึ่งเป็นขารีเซต

### 3.4 วงจรตรวจจับเหรียญ

#### 3.4.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรตรวจจับเหรียญ ทำหน้าที่ตรวจจับเหรียญ เพื่อการคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ ประกอบด้วย ตัวตรวจจับแสงแบบอินฟราเรดร่วมกับตัวความต้านทาน ต่อในลักษณะวงจรแบ่งแรงดันจำนวน 6 ชุด ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรตรวจจับเหรียญ

#### 3.4.2 การทำงาน

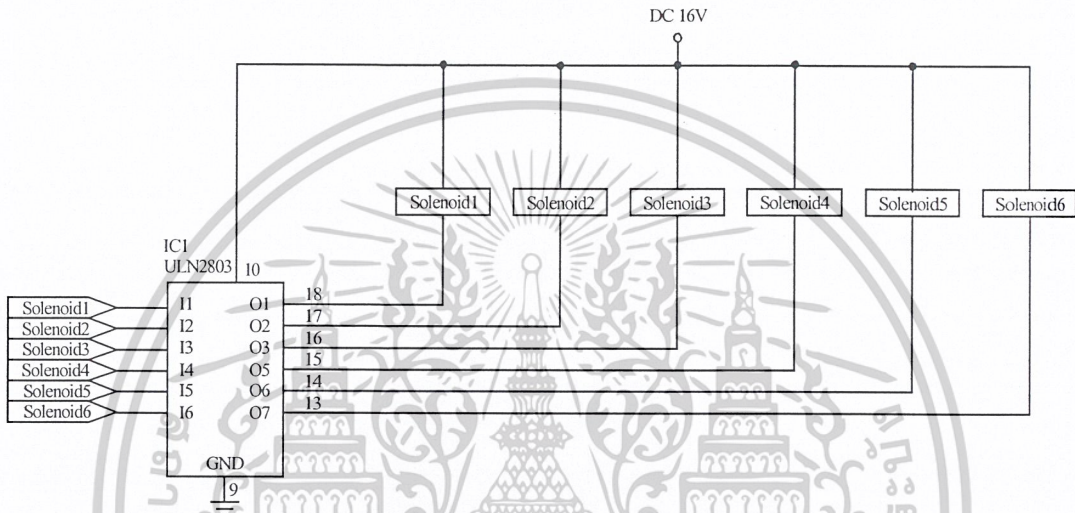
ตัวตรวจจับแสงแบบอินฟราเรดจะมีความต้านทานต่ำ เมื่อได้รับแสงอินฟราเรดในสถานะที่ไม่มีเหรียญ และจะมีความต้านทานสูงเมื่อไม่ได้รับแสงอินฟราเรดในสถานะที่มีเหรียญ จึงนำแรงดันตกคร่อมที่ตัวตรวจจับแสงแบบอินฟราเรดนี้มาตรวจจับเหรียญ โดยในสถานะปกติวงจรมีสถานะเป็น “1” และเมื่อตรวจจับเหรียญได้จะเปลี่ยนสถานะเป็น “0” ซึ่งค่าสถานะที่ได้ถูกส่งไปเป็นข้อมูลให้กับวงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 วงจรควบคุมโซลินอยด์

#### 3.5.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรควบคุม โซลินอยด์ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของโซลินอยด์ เพื่อการคัดแยกชนิดของเหรียญ ประกอบด้วย ไอซี เบอร์ ULN2803 และ โซลินอยด์จำนวน 6 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมโซลินอยด์

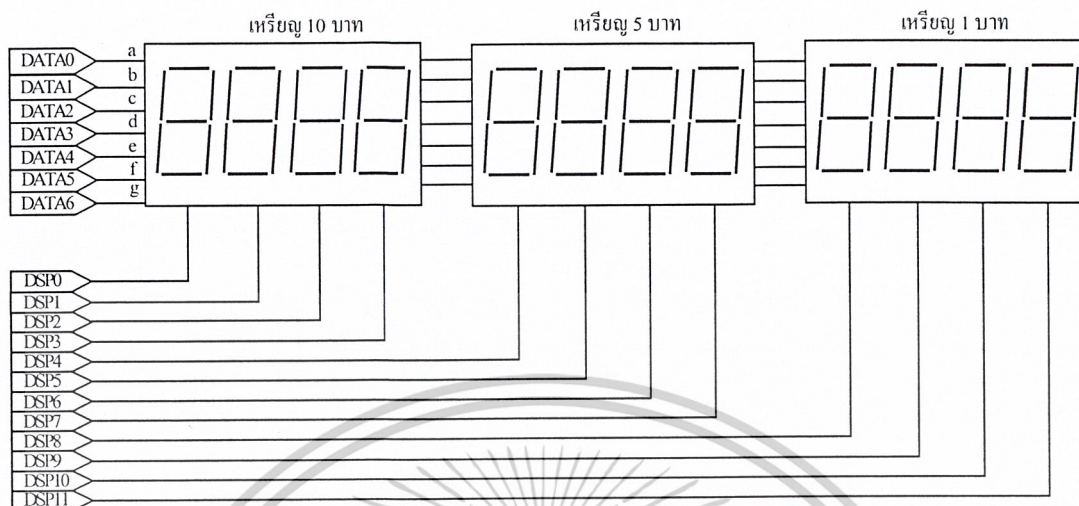
#### 3.5.2 การทำงาน

การทำงานของวงจร ศึกษารูปร่างควบคุมโซลินอยด์จากวงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง ถูกส่งเข้าสู่ขาอินพุตของ ไอซี เบอร์ ULN2803 ขยายสัญญาณเพื่อเปิด - ปิดการทำงานของโซลินอยด์

### 3.6 วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

#### 3.6.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน ทำหน้าที่แสดงผลจำนวนเหรียญและจำนวนเงินของเหรียญ แต่ละชนิด แบ่งออกเป็น 3 ชุด ชุดละ 4 หลัก สำหรับเหรียญ 10 บาท เหรียญ 5 บาท และเหรียญ 1 บาท ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

### 3.6.2 การทำงาน

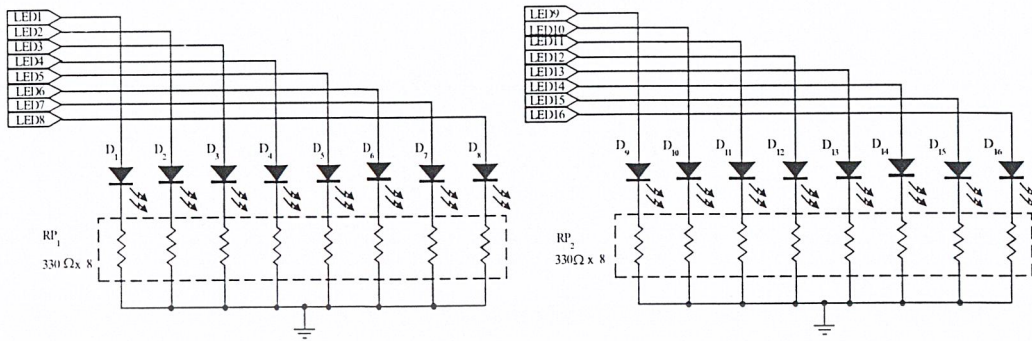
ใช้วิธีการแสดงผลแบบมัลติเพล็กซ์ ซึ่งเป็นวิธีขับให้แอลอีดีเจ็ดส่วนสว่างทีละหลักด้วยความเร็วที่สายตามนุษย์ไม่สามารถตรวจจับได้ทัน เหมือนแอลอีดีเจ็ดส่วนทุกหลักสว่างในเวลาเดียวกัน โดยขา a ถึงขา g ของแอลอีดีเจ็ดส่วนแต่ละตัวต่อขนานกัน เพื่อรับสัญญาณแสดงผลจากวงจรควบคุมการทำงานของเครื่องเพื่อควบคุมรูปแบบการแสดงผล ส่วนขาาร่วมของแอลอีดีเจ็ดส่วนแต่ละตัวต่อรับสัญญาณสแกนหลักของแอลอีดีเจ็ดส่วนจากวงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง เพื่อควบคุมการติดและดับของแต่ละหลัก แอลอีดีเจ็ดส่วนจะทำงานเมื่อได้รับสัญญาณแสดงผลในบิตที่เป็น “1” และมีสัญญาณสแกนหลักที่ขาาร่วม

## 3.7 วงจรแอลอีดี

### 3.7.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรแอลอีดี แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ชุดหลักๆ ชุดที่หนึ่งประกอบด้วย RP1 และแอลอีดีจำนวน 8 ตัว ส่วนชุดที่สองประกอบด้วย RP2 และแอลอีดีจำนวน 8 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรแอลอีดี

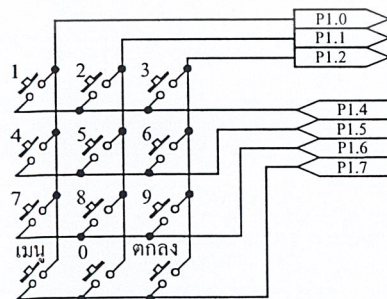
### 3.7.2 การทำงาน

RP1 ทำหน้าที่จำกัดกระแสให้กับแอลอีดีทั้ง 8 ตัว แอลอีดีจะแสดงสถานะการตั้งค่าการทำงานของเครื่องทั้งหมดจากคำสั่งของผู้ใช้งานเครื่อง เช่น การนับเหรียญแบบต่อเนื่อง การนับเหรียญเป็นชุด ส่วน RP2 ทำหน้าที่จำกัดกระแสให้กับแอลอีดีทั้ง 8 ตัว แอลอีดีจะทำหน้าที่บอกสถานะแจ้งเตือนผู้ใช้งาน เพื่อให้ทำการเปลี่ยนชุดเก็บเหรียญชุดใหม่

## 3.8 วงจรสวิตช์เมตริกซ์

### 3.8.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรสวิตช์เมตริกซ์ ประกอบด้วยสวิตช์เมตริกซ์ขนาด 4 x 3 ต่ออยู่กับพอร์ต P1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะมีปุ่มสำหรับเลือกใช้งานทั้งหมดจำนวน 12 ปุ่ม แต่ละปุ่มจะมีหน้าที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งจะมีหมายเลขกำกับไว้ คือ หมายเลข 0-9, เมนู และตกลง ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรสวิตช์เมตริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

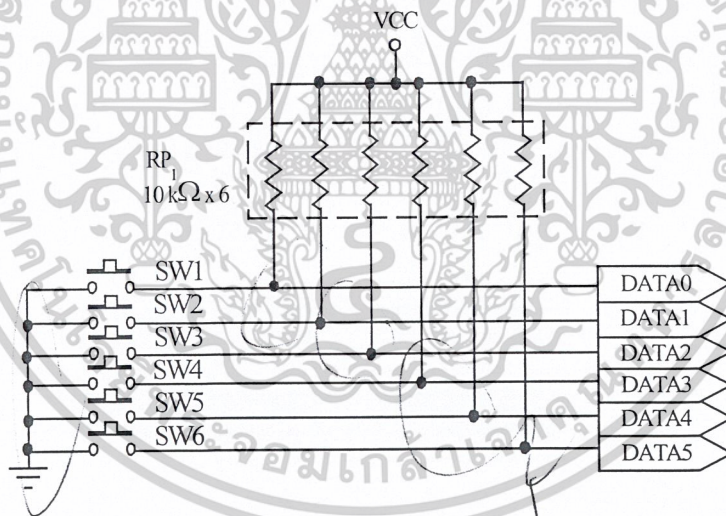
### 3.8.2 การทำงาน

สวิตช์เมตริกซ์ ทำหน้าที่เลือกรับค่าคำสั่งของผู้ใช้งานเครื่อง หากกดปุ่มหมายเลข 6 จอแสดงผลจะแสดงผลการนับเหรียญเป็นจำนวนเหรียญ กดปุ่มหมายเลข 9 จอแสดงผลจะแสดงผลการนับเหรียญเป็นจำนวนเงิน และกดปุ่มหมายเลข 3 จะส่งข้อมูลการนับเหรียญไปยังคอมพิวเตอร์ เพื่อบันทึกผลการนับเหรียญและพิมพ์ผลการนับเหรียญ เป็นต้น (ส่วนรายละเอียดปุ่มอื่นๆ แสดงไว้ในภาคผนวก ฉ)

### 3.9 วงจรสวิตช์

#### 3.9.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรสวิตช์ ประกอบด้วยไอซีเบอร์ 74LS573 และสวิตช์จำนวน 6 ตัว แบ่งออกเป็น 3 ชุด ชุดละ 2 ตัว สำหรับเหรียญ 10 บาท เหรียญ 5 บาท และเหรียญ 1 บาท ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 วงจรสวิตช์

#### 3.9.2 การทำงาน

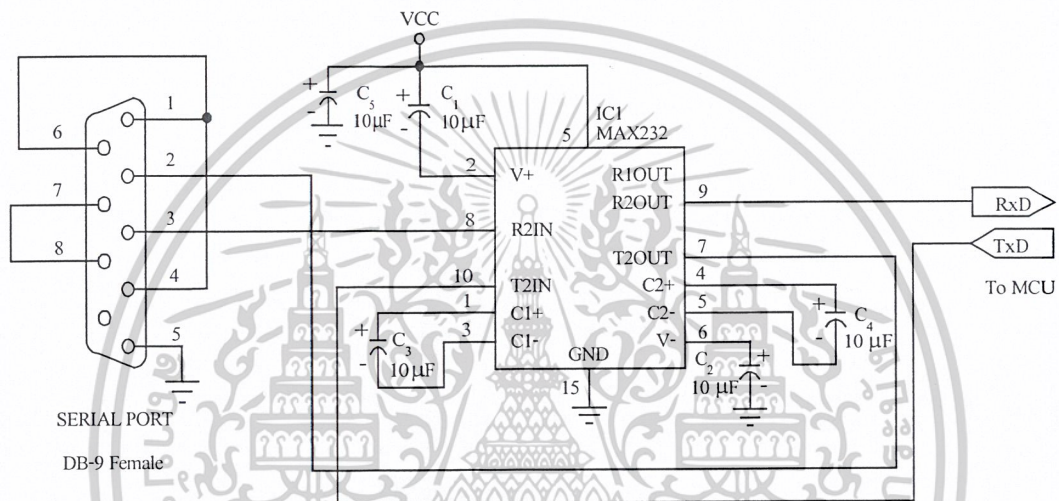
ไอซีเบอร์ 74LS573 ทำหน้าที่รับค่าของสวิตช์ โดยเมื่อแอลอีดีของแต่ละช่อง สว่าง แสดงว่าเหรียญครบตามจำนวนที่ตั้งไว้ ให้ทำการเปลี่ยนภาชนะเก็บเหรียญชุดใหม่ และทำการกดสวิตช์ตรงช่องที่เปลี่ยนภาชนะเก็บเหรียญ หลังจากกดสวิตช์เปลี่ยนภาชนะเก็บเหรียญแล้ว แอลอีดีดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.10 วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

### 3.10.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS-232 เพื่อเก็บบันทึกค่าและพิมพ์ผลการนับเหรียญ ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก คือ ไอซี MAX232 ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

### 3.10.2 การทำงาน

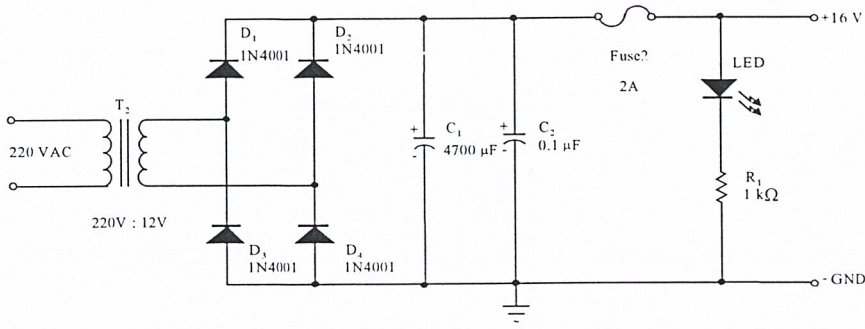
วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ปรับระดับสัญญาณสื่อสารแบบอนุกรม จากวงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง ให้เหมาะสมกับมาตรฐานการสื่อสารอนุกรมแบบ RS-232 ก่อนเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

## 3.11 แหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์

### 3.11.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์ จะประกอบด้วย ส่วนของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าสลับลง วงจรกรองความถี่ ไดโอดบริดจ์เรกติไฟเออร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์

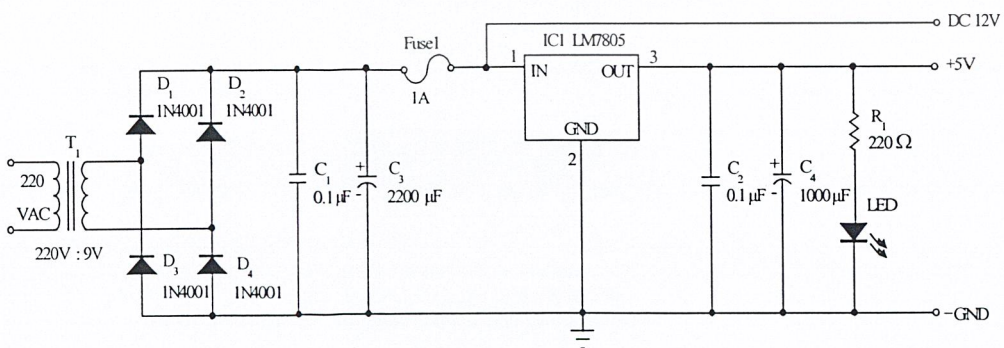
### 3.11.2 การทำงาน

เมื่อมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เข้ามาทางด้านขดลวดปฐมภูมิ จะเกิดการเหนี่ยวนำสู่ขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 16 โวลต์ แรงดันไฟฟ้านี้จะต่อไปยังวงจรเรียงกระแส ประกอบด้วย D1, D2, D3 และ D4 เป็นวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นได้ไฟฟ้ากระแสตรงบวกและลบ และจะต่อไปยังวงจรกรองกระแส ซึ่งวงจรกรองกระแสจะประกอบด้วย C1 และ C2 ทำหน้าที่กรองกระแสไฟฟ้ากระแสตรงให้เรียบขึ้น R1 ทำหน้าที่จำกัดกระแสให้กับ LED ซึ่ง LED จะทำหน้าที่แสดงสถานะการทำงานของวงจร

### 3.12 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์

#### 3.12.1 การออกแบบและการสร้าง

วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์ จะประกอบด้วยส่วนของหม้อแปลงแรงดัน ไฟฟ้าสลับลง วงจรกรองความถี่ ไดโอดบริดจ์เรกติไฟเออร์ และไอซีเรกูเลเตอร์ LM7805 ดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

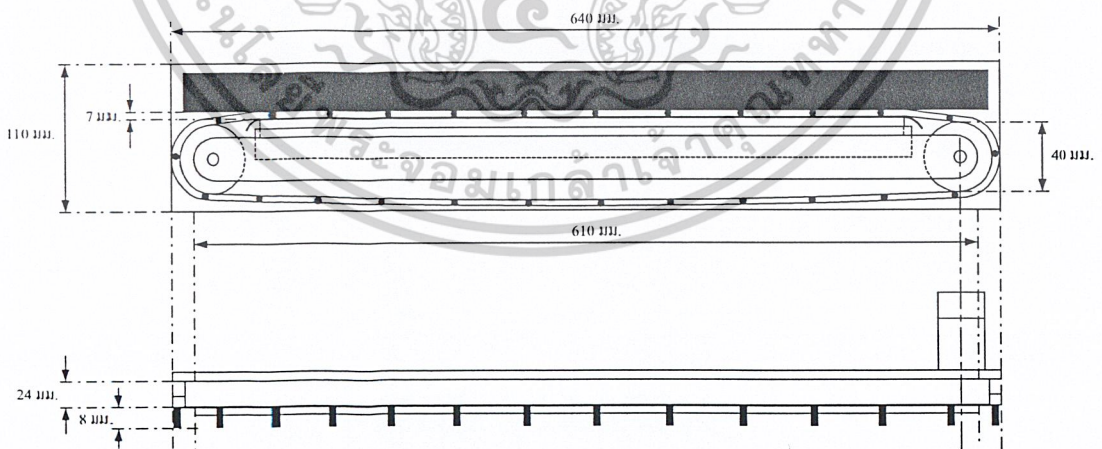
### 3.12.2 การทำงาน

เมื่อมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เข้ามาทางด้านขดลวดปฐมภูมิ หม้อแปลงจะเกิดการเหนี่ยวนำสู่ขดทุติยภูมิของหม้อแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 9 โวลต์ แรงไฟนี้จะต่อไปยังวงจรเรียงกระแส ประกอบด้วย D1, D2, D3 และ D4 เป็นวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นได้ไฟกระแสตรงบวกและลบ แรงดันไฟฟ้าที่ได้จะต่อไปยัง IC1 เพื่อลดและรักษาระดับแรงดันให้อยู่ที่ 5V แรงดันจากเอาต์พุตจะต่อไปยังวงจรกรองกระแส ซึ่งวงจรกรองกระแส จะประกอบด้วย C1 และ C2 ทำหน้าที่กรองกระแสไฟฟ้ากระแสตรงให้เรียบขึ้น R1 ทำหน้าที่จำกัดกระแสให้กับ LED ซึ่ง LED จะทำหน้าที่แสดงสถานะการทำงานของวงจร

## 3.13 โครงสร้างของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

### 3.13.1 การออกแบบชุดคัดแยกและนับเหรียญ

ชุดคัดแยกและนับเหรียญ ทำหน้าที่รับเหรียญจากงานป้อนเหรียญ และลำเลียงเหรียญไปตามรางแยกเหรียญ เพื่อคัดแยกและนับเหรียญตามชนิดของเหรียญ คือ เหรียญ 10 บาท เหรียญ 5 บาท และเหรียญ 1 บาท ตามลำดับ ซึ่งมีตัวคัดแยกและตรวจนับเหรียญชนิดละ 2 ชุด ซึ่งจะใช้อุปกรณ์ตรวจจับทางแสงตรวจวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหรียญที่ผ่าน และมีโซลินอยด์ทำหน้าที่ดีดเหรียญให้ตกไปยังชุดเก็บเหรียญแต่ละชนิด ดังแสดงในรูปที่ 3.13

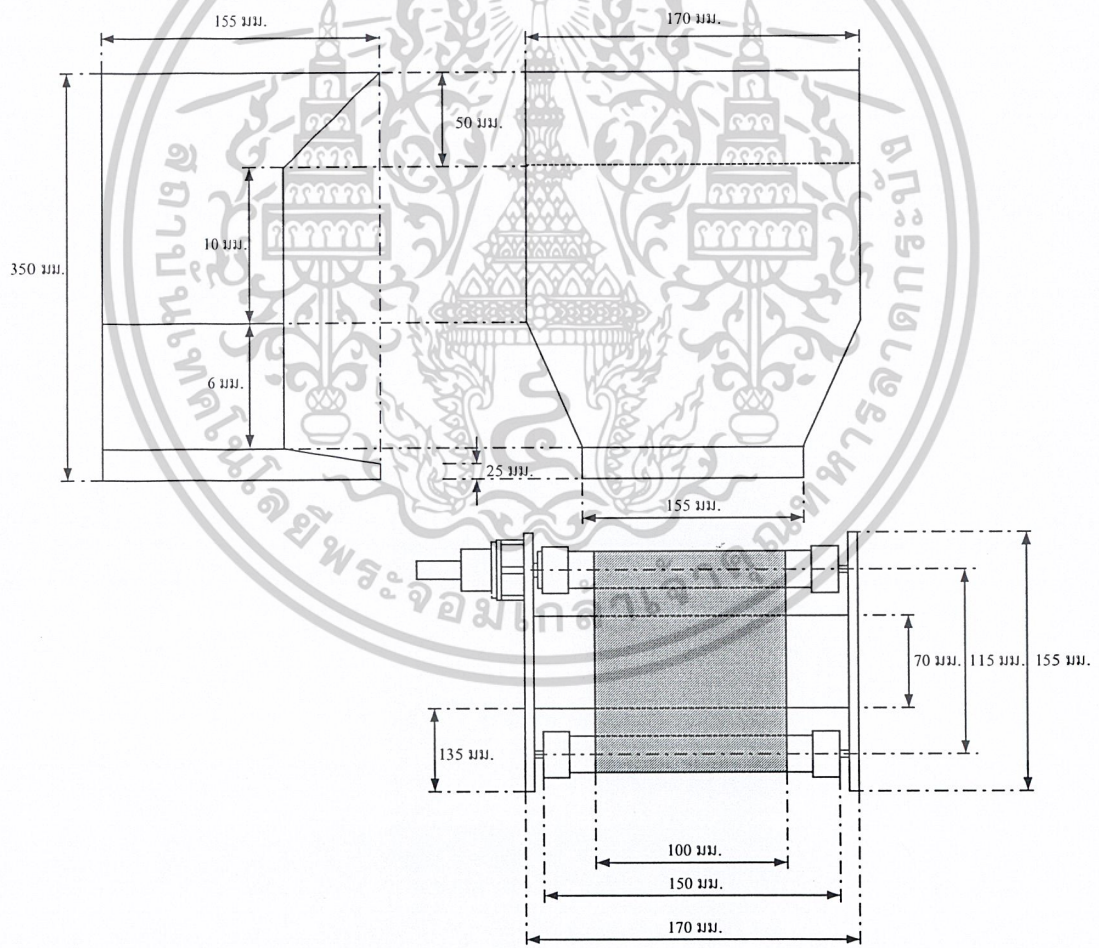


รูปที่ 3.13 ชุดคัดแยกและนับเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.13.2 การออกแบบช่องรับเหรียญและสายพานลำเลียง

ช่องรับเหรียญ ทำหน้าที่รับเหรียญเพื่อลำเลียงเหรียญไปสู่งานปั๊มเหรียญ วัสดุที่นำมาใช้คือ พลาสติก ซึ่งเป็นวัสดุที่มีความลื่นและแข็งแรง ส่วนด้านล่างของช่องรับเหรียญมีสายพานลำเลียง ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ส่วนแรกคือ สายพาน ทำมาจากยางรถยนต์ มีความเหนียวทนต่อแรงดึง ทำหน้าที่ในการลำเลียงเหรียญ ไปยังงานปั๊มเหรียญ ส่วนที่สองคือ เพลาทำมาจากเหล็ก แยกเป็นเพลาน้ำและเพลาลัง เพลาน้ำจะต่อกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 16V ทำหน้าที่ในการหมุนสายพาน และเพลาลังใช้สำหรับประคองสายพาน ทำให้ได้รูปทรงเดิมตลอดเวลาและส่วนที่สามคือ แผ่นพลาสติก ใช้สำหรับรองรับน้ำหนักของเหรียญและป้องกันการหย่อนของสายพาน โดยเหรียญทั้งหมดจะถูกลำเลียงไปยังงานปั๊มเหรียญ ดังแสดงในรูปที่ 3.14

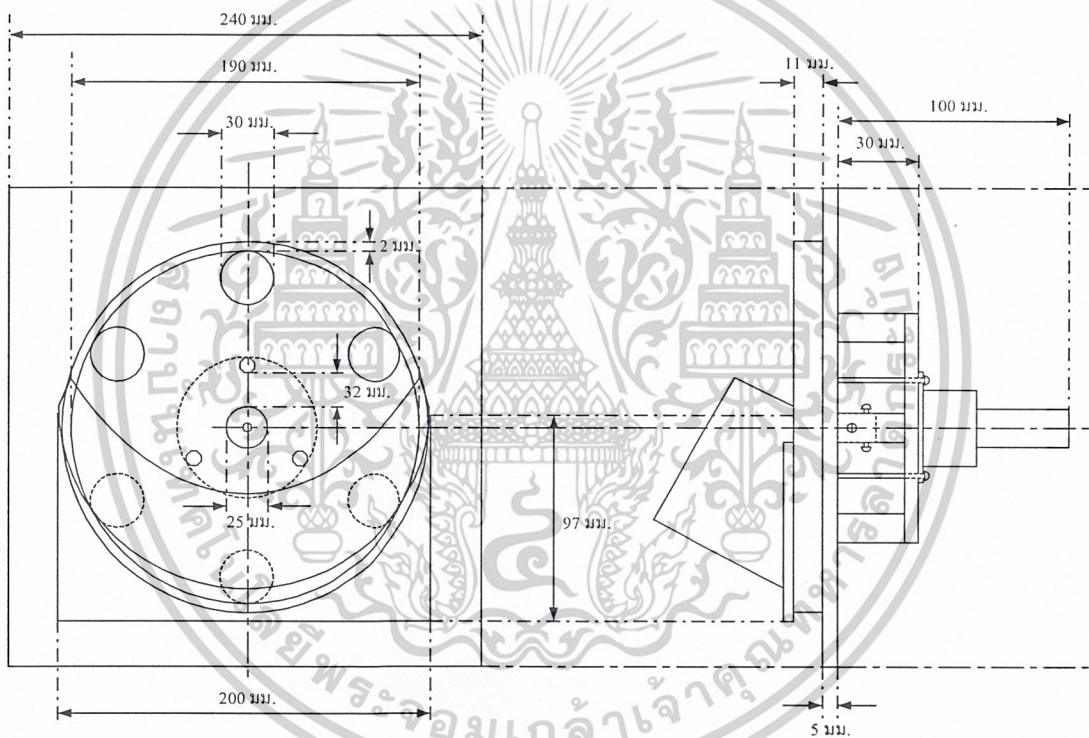


รูปที่ 3.14 ช่องรับเหรียญและสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.13.3 งานปั้นเหรียญ

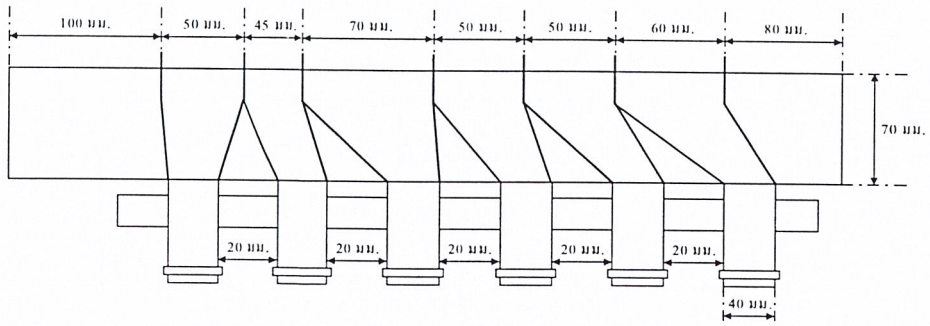
งานปั้นเหรียญ ทำหน้าที่จัดและลำเลียงเหรียญ งานปั้นเหรียญทำมาจากเหล็ก ซึ่งมีลักษณะเป็นวงกลมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 190 มิลลิเมตร โดยมีช่องลักษณะวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 30 มิลลิเมตร จำนวน 6 ช่อง มีหลุมสำหรับกวดเหรียญจัดเรียงเหรียญให้ออกมาที่ละเหรียญทางด้านหลังของงานปั้นเหรียญ โดยเหรียญที่ลำเลียงออกทางช่องด้านหลังต่อไปยังชุดคัดแยกและตรวจนับเหรียญเหรียญ โดยงานปั้นเหรียญจะมีตัวตรวจจับติดอยู่ เพื่อตรวจสอบว่าเหรียญในงานปั้นเหรียญ เพื่อไม่ให้เกิดการติดขัดของเหรียญที่งานปั้นเหรียญ ดังแสดงในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 งานปั้นเหรียญ

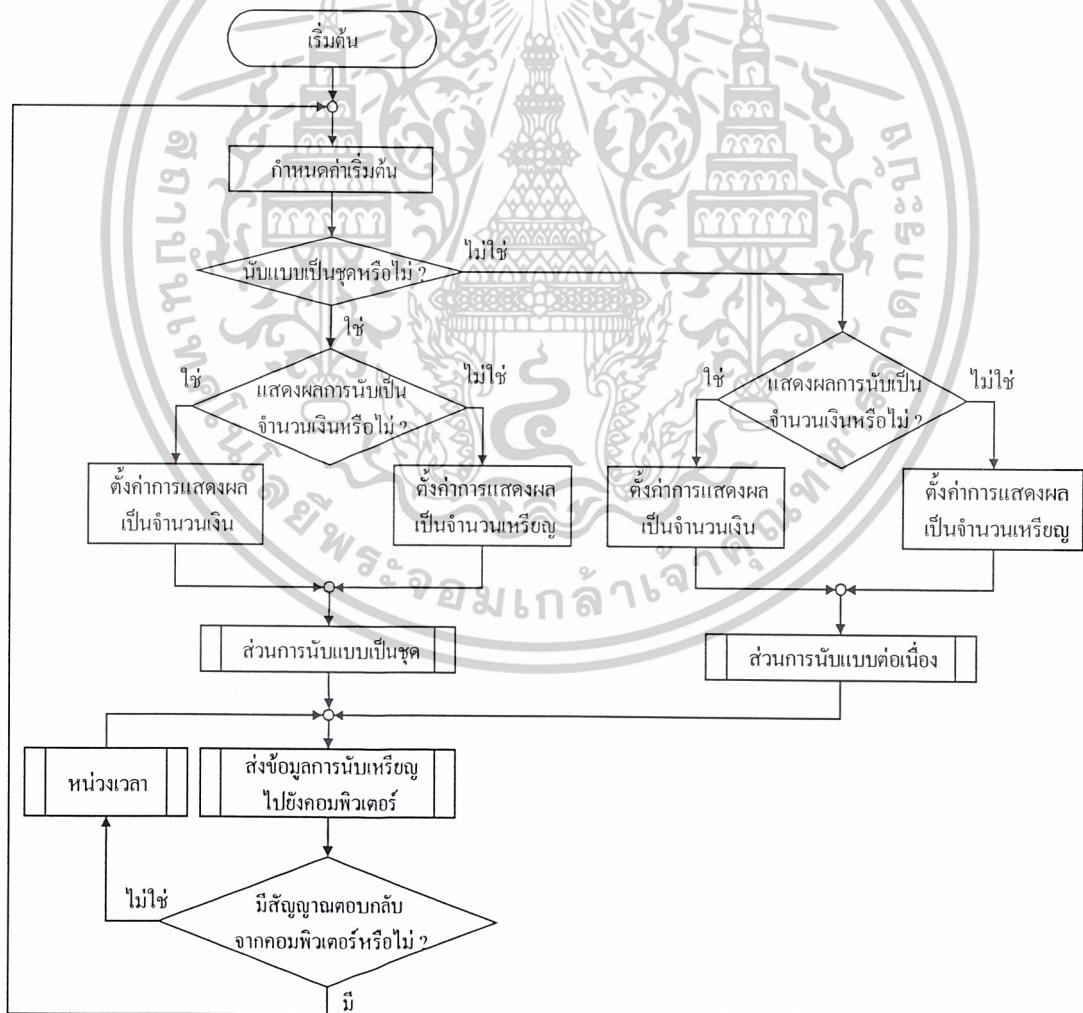
### 3.13.4 ชุดเก็บเหรียญ

ชุดเก็บเหรียญ จะมีลักษณะเป็นช่องจำนวน 6 ช่อง ใช้สำหรับเก็บเหรียญแต่ละชนิด คือ เหรียญ 1 บาท 5 บาท 10 บาท ชนิดละ 2 ช่อง ชุดเก็บเหรียญจะวางอยู่ในแนวมุมเอียงประมาณ 45 องศา เพื่อให้เหรียญสามารถไหลลงภาชนะเก็บเหรียญได้อย่างสะดวก ดังแสดงในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ชุดเก็บริยญ

### 3.13 การออกแบบโปรแกรมการทำงานของเครื่อง

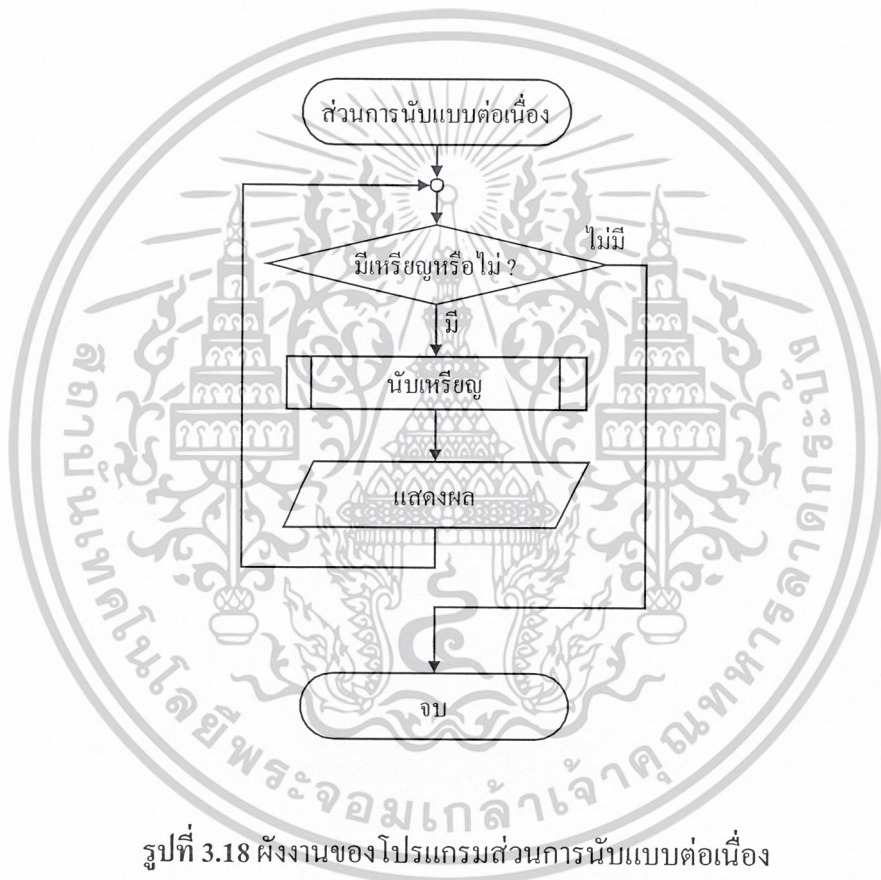


รูปที่ 3.17 ผังงานของโปรแกรมเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

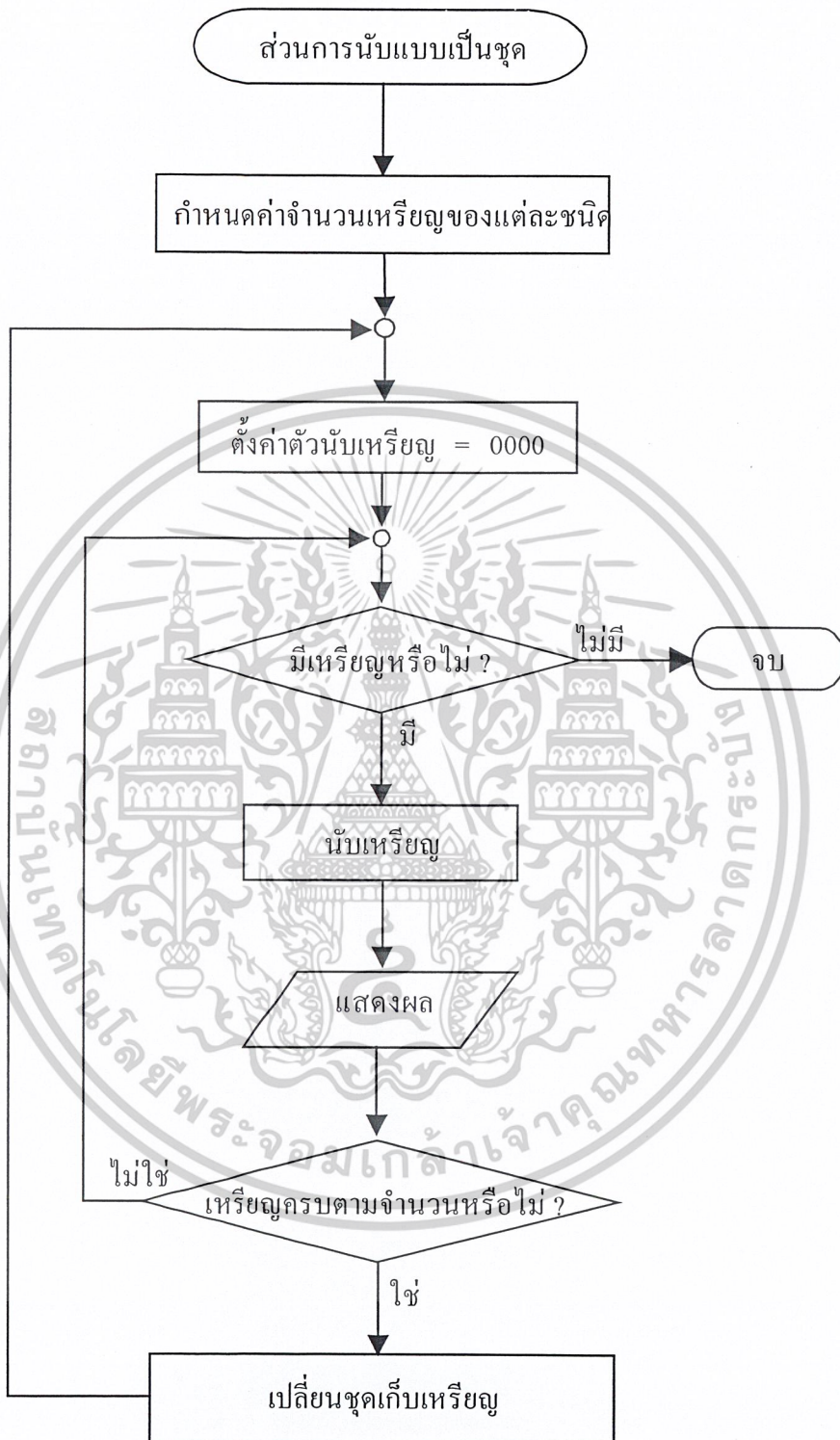
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.17 แสดงผังงานของโปรแกรมเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ เริ่มจากการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรต่างๆ จากนั้นเป็นการเลือกวิธีการนับเหรียญ คือ การนับเหรียญแบบต่อเนื่องและการนับเหรียญแบบเป็นชุด ก่อนจะเข้าสู่ขั้นตอนการนับเหรียญทั้ง 2 วิธี จะทำการเลือกวิธีการแสดงผล คือ การแสดงผลเป็นจำนวนเงินหรือจำนวนเหรียญ จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการนับเหรียญตามวิธีที่ได้ตั้งค่าไว้ เมื่อนับเหรียญจนหมดจะทำการส่งข้อมูลการนับเหรียญเพื่อเก็บบันทึกค่าไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ และรอจนกว่าคอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลตอบกลับมา จึงกลับไปเริ่มต้นการทำงานใหม่



รูปที่ 3.18 ผังงานของโปรแกรมส่วนการนับแบบต่อเนื่อง

จากรูปที่ 3.18 แสดงผังงานของโปรแกรมส่วนการนับแบบต่อเนื่อง การนับแบบต่อเนื่องจะตรวจสอบว่ามีเหรียญหรือไม่ก่อนทำการนับ หากมีเหรียญจะทำการนับเหรียญแต่ละชนิด จนกว่าเหรียญจะหมด จึงออกจากโปรแกรมในส่วนนี้



รูปที่ 3.19 ฟังงานของโปรแกรมส่วนการนับแบบเป็นชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.19 แสดงผังงานของโปรแกรมส่วนการนับแบบเป็นชุดการนับแบบเป็นชุด เริ่มต้นเป็นการกำหนดจำนวนของเหรียญหรือจำนวนเงินของเหรียญแต่ละชนิดที่ต้องการ และทำการตรวจสอบว่ามีเหรียญหรือไม่ก่อนทำการนับ หากมีเหรียญจะทำการนับเหรียญแต่ละชนิด และตรวจสอบกับค่าที่ตั้งไว้ หากเหรียญชนิดใดนับครบตามจำนวนที่ตั้งค่าไว้ จะทำการเปลี่ยนชุดเก็บเหรียญไปอีกชุดที่ว่างอยู่ และเมื่อเหรียญหมดจะออกจากโปรแกรมในส่วนนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

#### 4.1 กล่าวนำ

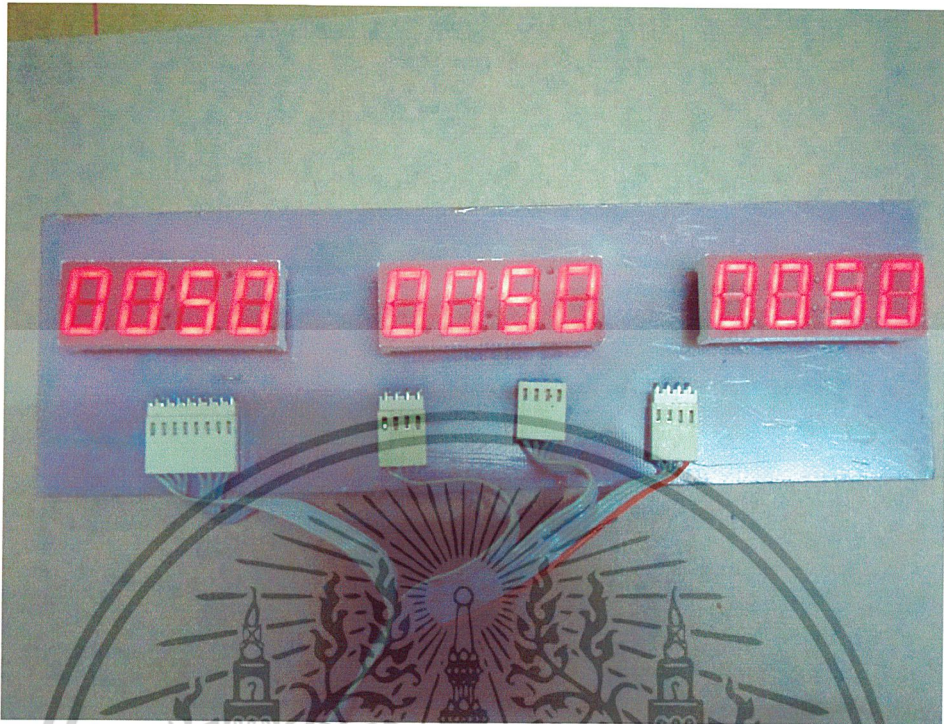
ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของวงจรในส่วนต่างๆ ของโครงการเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง โดยจะแบ่งการทดลองออกเป็น ส่วนต่างๆ เพื่อสะดวกในการทดลองและบันทึกผลการทดลอง ซึ่งจะประกอบด้วย การทดลองวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน การทดลองวงจรตรวจจับเหรียญ การทดลองวงจรเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์ การทดลองช่องรับเหรียญและสายพานลำเลียงเหรียญ การทดลองตัวตรวจสอบจำนวนเหรียญที่ งานนับเหรียญ การทดลองงานนับเหรียญ การทดลองชุดคัดแยกและนับเหรียญ การทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่อง การทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุด และการทดลองพิมพ์รายงานผลการนับเหรียญ

#### 4.2 การทดลองส่วนแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

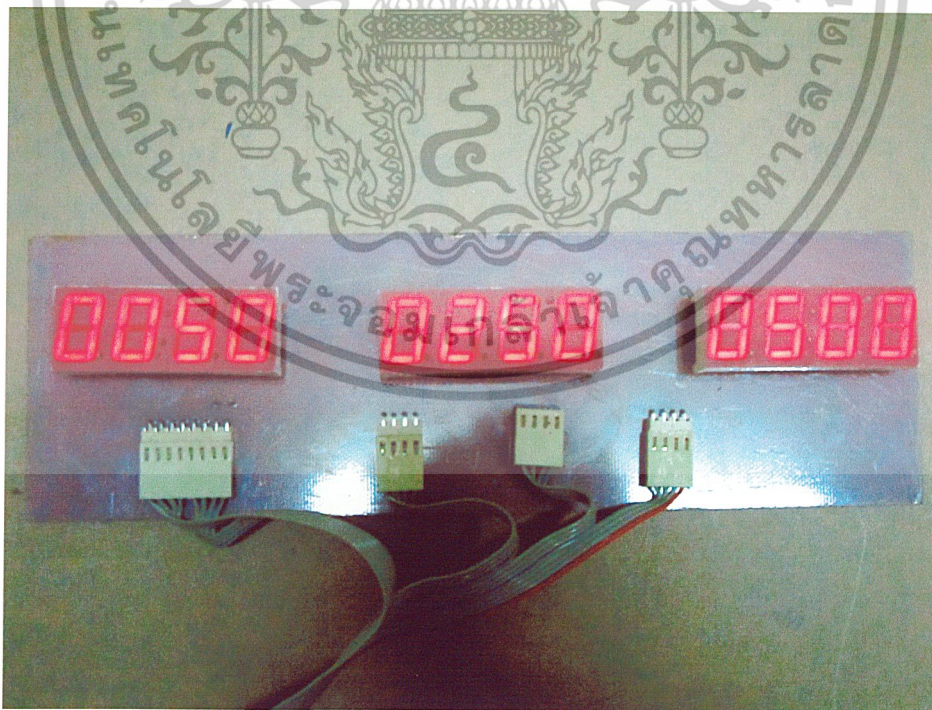
##### 4.2.1 การทดลอง

- 1) ทำการต่อวงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง (รูปที่ 3.2) กับวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน (รูปที่ 3.6)
- 2) ตรวจสอบความเรียบร้อยของวงจร
- 3) เขียนโปรแกรมแสดงจำนวนเหรียญและจำนวนเงิน ให้แสดงผลที่แอลอีดีเจ็ดส่วน
- 4) เปิดสวิตซ์การทำงานของเครื่อง
- 5) เทเหรียญกละชนิดกัน ลงในช่องรับเหรียญ ตามจำนวนที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4.1
- 6) สังเกตจำนวนเหรียญและจำนวนเงินที่แอลอีดีเจ็ดส่วน
- 7) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ผลการทดลองการนับจำนวนเหรียญ



รูปที่ 4.2 ผลการทดลองการนับจำนวนเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการนับจำนวนเหรียญและจำนวนเงิน

จำนวนเหรียญ	จำนวนเหรียญ			จำนวนเงิน		
	1 บาท	5 บาท	10 บาท	1 บาท	5 บาท	10 บาท
10	10	10	10	10	50	100
50	50	50	50	50	250	500
100	100	100	100	100	500	1000

#### 4.2.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองเขียน โปรแกรมการแสดงผลจำนวนเหรียญและจำนวนเงินของเหรียญแต่ละชนิด สามารถส่งข้อมูลจำนวนเหรียญและจำนวนเงินออกไปแสดงที่แอลอีดีเจ็ดส่วนได้อย่างถูกต้อง

### 4.3 การทดลองวงจรตรวจจับเหรียญ

#### 4.3.1 การทดลอง

1) ทำการต่อวงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง (รูปที่ 3.2) กับวงจรตรวจจับเหรียญ (รูปที่ 3.4) และวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน (รูปที่ 3.6)

2) ตรวจสอบความเรียบร้อยของวงจร

3) เขียนโปรแกรมแสดงข้อมูลการนับเหรียญ ให้แสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

4) เปิดสวิตซ์การทำงานของเครื่อง

5) นำวัสดุที่บดแสงตัดผ่านตัวรับ - ส่งอินฟราเรด ตามจำนวนครั้งที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 4.2

6) สังเกตการแสดงผลที่วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน ว่าได้ข้อมูลตรงกับวัสดุที่บดแสงตัดผ่านตัวรับ - ส่งอินฟราเรดหรือไม่

7) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรตรวจจับเหรียญ

จำนวนครั้งที่วัสดุทึบแสงตัดผ่านตัวรับ - ส่งอินฟราเรด	วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
10	10
15	15
20	20

#### 4.3.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองเมื่อนำวัสดุทึบแสงตัดผ่านตัวรับ - ส่งอินฟราเรด จะเห็นว่าข้อมูลแสดงที่แอลอีดีเจ็ดส่วน ได้ข้อมูลตรงกับวัสดุทึบแสงตัดผ่านตัวรับ - ส่งอินฟราเรด

#### 4.4 การทดลองวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

##### 4.4.1 การทดลอง


- 1) ทำการต่อวงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง (รูปที่ 3.2) กับวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ (รูปที่ 3.10)
- 2) ต่อวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ เข้าที่พอร์ต COM 1 ของคอมพิวเตอร์
- 3) เขียนโปรแกรมเพื่อส่งข้อมูลไปแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ ด้วยอัตราความเร็วในการรับ - ส่งข้อมูล 9,600 บิตต่อวินาที
- 4) เปิดโปรแกรมเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
- 5) เปิดสวิทช์การทำงานของเครื่อง
- 6) สังเกตการรับ - ส่งข้อมูลว่ามีตรงกันหรือไม่
- 7) บันทึกผลการทดลองตามตารางที่ 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


รับข้อมูล

เหรียญ 1 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท
<input type="text" value="10"/> บาท	<input type="text" value="50"/> บาท	<input type="text" value="100"/> บาท
<input type="text" value="10"/> เหรียญ	<input type="text" value="10"/> เหรียญ	<input type="text" value="10"/> เหรียญ

รหัสการนับ  ชื่อผู้ใช้



บันทึกข้อมูล



ยกเลิก

รูปที่ 4.3 ผลการทดลองวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์แสดงผลจำนวนเหรียญและจำนวนเงิน

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์แสดงผลจำนวนเหรียญ

ข้อมูลที่ส่ง			ข้อมูลที่รับได้		
เหรียญ 1 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท	เหรียญ 1 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท
1	1	1	1	1	1
5	5	5	5	5	5
10	10	10	10	10	10
20	20	20	20	20	20
30	30	30	30	30	30
40	40	40	40	40	40
50	50	50	50	50	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองวงจรเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์แสดงผลจำนวนเงิน

ข้อมูลที่ส่ง			ข้อมูลที่รับได้		
เหรียญ 1 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท	เหรียญ 1 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท
1	1	1	1	5	10
5	5	5	5	25	50
10	10	10	10	50	100
20	20	20	20	100	200
30	30	30	30	150	300
40	40	40	40	200	400
50	50	50	50	250	500

#### 4.4.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.3 และ 4.4 เมื่อทดลองเขียน โปรแกรมสั่งให้แสดงผลการนับเหรียญของเหรียญแต่ละชนิด เป็นจำนวนเหรียญและจำนวนเงิน แสดงที่แอลอีดีเจ็ดส่วน จะเห็นว่าสามารถแสดงผลการนับเหรียญเป็นจำนวนเหรียญและจำนวนเงิน ได้อย่างถูกต้อง และสามารถส่งข้อมูลการนับเหรียญไปแสดงผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งข้อมูลที่รับได้ตรงกัน

#### 4.5 การทดลองช่องรับเหรียญและสายพานลำเลียงเหรียญ

##### 4.5.1 การทดลอง

- 1) ทำการต่อมอเตอร์ของสายพานลำเลียงเหรียญกับวงจรควบคุมมอเตอร์ (รูปที่ 3.3)
- 2) เปิดสวิทซ์การทำงานของเครื่อง
- 3) ทำการปรับแรงดันค่าต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4.5
- 4) เทเหรียญละชนิดกัน จำนวน 200 เหรียญ (เหรียญ 1 บาท 100 เหรียญ เหรียญ 5 บาท 50 เหรียญ และเหรียญ 10 บาท 50 เหรียญ) ลงในช่องรับเหรียญ
- 5) จับเวลา และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองของช่องรับเหรียญและสายพานลำเลียงเหรียญ

แรงดัน (โวลต์)	เวลา (วินาที)					รวม (วินาที)	เฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
6	*	*	*	*	*	-	-
8	*	*	*	*	*	-	-
10	5.90	6.59	6.15	5.87	6.10	30.61	6.12
12	5.11	4.97	4.68	5.17	4.78	24.71	4.94
14	3.53	3.97	4.31	3.45	4.24	19.50	3.90
16	3.48	3.84	3.75	3.79	3.50	18.36	3.67
18	3.53	3.27	3.40	3.57	3.33	17.10	3.42
20	3.16	3.31	2.87	2.90	2.89	15.13	3.02

\* สายพานไม่สามารถลำเลียงเหรียญออกมาได้

#### 4.5.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองการลำเลียงเหรียญลงสู่งานป้อนเหรียญ จะเห็นว่าถ้าปรับความเร็วช้าเกินไป ทำให้สายพานไม่สามารถลำเลียงเหรียญออกมาได้ ถ้าปรับความเร็วมากเกินไปจะทำให้เกิดการติดขัดของเหรียญ เพราะเหรียญที่ไหลลงสู่งานป้อนมีจำนวนมาก ดังนั้นเลือกความเร็วที่ประมาณ 4 วินาที โดยใช้แรงดัน 14 โวลต์ เพราะเครื่องสามารถทำงานได้ตามเวลาที่กำหนดไว้

### 4.6 การทดลองงานป้อนเหรียญ

#### 4.6.1 การทดลอง

- 1) ทำการต่อมอเตอร์ของงานป้อนเหรียญกับวงจรควบคุมมอเตอร์ (รูปที่ 3.3)
- 2) เปิดสวิตซ์การทำงานของเครื่อง
- 3) ทำการปรับแรงดันที่ค่าต่างๆ ตามตารางที่ 4.6
- 4) เทเหรียญกละชนิดกันจำนวน 30 เหรียญ ชนิดละ 10 เหรียญ ลงในงานป้อนเหรียญ
- 5) จับเวลา และบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองงานปั่นเหรียญ

แรงดัน (โวลต์)	เวลา (วินาที)					รวม (วินาที)	เฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
6	*	*	*	*	*	-	-
8	10.47	10.34	10.12	10.69	9.98	51.6	10.32
10	9.56	8.99	8.98	9.67	9.89	47.09	9.41
12	7.90	7.96	7.67	7.54	7.89	38.96	7.79
14	5.87	5.67	5.45	5.71	5.82	28.52	5.70
16	**	**	**	**	**	-	-
18	**	**	**	**	**	-	-
20	**	**	**	**	**	-	-

\* งานปั่นเหรียญไม่หมุน

\*\* เหรียญติดขัดที่ช่องทางออก

#### 4.6.2 ผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อทำการปรับแรงดันที่ค่าต่างๆ ถ้าความเร็วช้าเกินไป งานปั่นเหรียญไม่หมุน ทำให้ไม่สามารถปั่นเหรียญออกมาได้ ถ้าปรับความเร็วมากเกินไป เหรียญจะไหลลงสู่งานปั่นเหรียญจำนวนมาก จะทำให้เกิดการติดขัดที่ช่องทางออกของเหรียญ ดังนั้น เลือกรวมเร็วที่ประมาณ 8 วินาที โดยใช้แรงดัน 12 โวลต์ เพราะเครื่องสามารถทำงานได้ตามเวลาที่กำหนดไว้

### 4.7 การทดลองตัวตรวจสอบจำนวนเหรียญที่งานปั่นเหรียญ

#### 4.7.1 การทดลอง

- 1) เปิดสวิตซ์การทำงานของเครื่อง
- 2) เทเหรียญลักษณะชนิดกัน ลงในช่องรับเหรียญ ตามจำนวนที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4.7
- 3) สังเกตจำนวนเหรียญแสดงผลที่แอลอีดีเจ็ดส่วน
- 4) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองตัวตรวจสอบจำนวนเหรียญที่งานปั่นเหรียญ

จำนวนเหรียญ			งานปั่นเหรียญ	สายพานลำเลียงเหรียญ
เหรียญ 1 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท		
10	10	10	หมุน	หมุน
15	15	15	หมุน	หยุดหมุนชั่วคราว
20	20	20	ติด	หยุดหมุนชั่วคราว
25	25	25	ติด	หยุดหมุนชั่วคราว

#### 4.7.2 ผลการทดลอง

จากการทดลอง เมื่อสายพานลำเลียงเหรียญนำเหรียญลงสู่งานปั่นเหรียญ มีจำนวนน้อยมอเตอร์สายพานลำเลียงหมุนและมอเตอร์งานปั่นเหรียญหมุน แต่ถ้ามีเหรียญที่งานปั่นเหรียญจำนวนมากเกินไป งานปั่นเหรียญจะติดทำให้ปั่นไม่สามารถเหรียญออกมาได้ ดังนั้น จำนวนเหรียญที่มากที่สุด ที่ตัวตรวจสอบจำนวนเหรียญที่งานปั่นเหรียญสามารถตรวจสอบได้ต่อครั้ง ประมาณ 45 เหรียญ เพราะมอเตอร์งานปั่นเหรียญและมอเตอร์สายพานลำเลียงทำงานสัมพันธ์กัน คือ ถ้างานปั่นเหรียญมีเหรียญจำนวนมาก สายพานลำเลียงเหรียญจะหยุดหมุนชั่วคราวเพื่อรอให้เหรียญที่งานปั่นเหรียญมีจำนวนน้อยลง จากนั้นมอเตอร์สายพานลำเลียงเหรียญก็จะหมุนต่อ ซึ่งตัวตรวจสอบจำนวนเหรียญที่งานปั่นเหรียญ จะทำงานในลักษณะนี้จนกว่าเหรียญจะหมด

### 4.8 การทดลองชุดคัดแยกและนับเหรียญ

#### 4.8.1 การทดลอง

- 1) ทำการต่อมอเตอร์ของชุดคัดแยกและนับเหรียญกับวงจรควบคุมมอเตอร์ (รูปที่ 3.3)
- 2) เปิดสวิตซ์การทำงานของเครื่อง
- 3) ทำการปรับแรงดันที่ค่าต่างๆ ตามตารางที่ 4.8, 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ
- 4) นำเหรียญ 1 บาท เหรียญ 5 บาท และเหรียญ 10 บาท ชนิดละ 5 เหรียญ วางลงบนชุดคัดแยกและนับเหรียญ
- 5) สังเกตดูการไหลของเหรียญลงชุดคัดแยกและนับเหรียญหมด
- 6) จับเวลา และบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.8, 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองชุดคัตแยกและนับเหรียญ 1 บาท

แรงดัน (โวลต์)	เวลา (วินาที)					รวม (วินาที)	เฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
6	*	*	*	*	*	-	-
8	*	*	*	*	*	-	-
10	2.46	2.44	2.17	2.34	2.20	11.61	2.32
12	2.14	1.98	2.20	2.13	2.02	10.47	2.09
14	1.90	1.76	1.91	1.74	1.87	9.18	1.83
16	1.34	1.40	1.37	1.43	1.35	6.89	1.37
18	1.21	1.30	1.28	1.27	1.30	6.36	1.27
20	1.12	1.18	1.15	1.16	1.20	5.81	1.16
22	1.00	1.04	1.02	1.05	1.03	5.14	1.02

\* มอเตอร์ชุดคัตแยกและนับเหรียญหมุนช้า ไม่สามารถคิดเหรียญออกมาได้

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองชุดคัตแยกและนับเหรียญ 5 บาท

แรงดัน (โวลต์)	เวลา (วินาที)					รวม (วินาที)	เฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
6	*	*	*	*	*	-	-
8	*	*	*	*	*	-	-
10	1.66	1.76	1.99	1.67	1.87	8.95	1.79
12	1.73	1.55	1.63	1.67	1.45	8.03	1.60
14	1.51	1.39	1.49	1.45	1.34	7.18	1.43
16	1.31	1.29	1.33	1.34	1.30	6.57	1.31
18	0.94	1.11	1.19	0.96	0.99	5.19	1.03
20	0.91	0.88	0.89	0.92	0.89	4.49	0.89
22	0.80	0.79	0.85	0.79	0.80	4.03	0.80

\* มอเตอร์ชุดคัตแยกและนับเหรียญหมุนช้า ไม่สามารถคิดเหรียญออกมาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองชุดคัตแยกและนับเหรียญ 10 บาท

แรงดัน (โวลต์)	เวลา (วินาที)					รวม (วินาที)	เฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
6	*	*	*	*	*	-	-
8	*	*	*	*	*	-	-
10	1.66	1.90	1.40	1.38	1.41	7.75	1.55
12	1.36	1.34	1.32	1.34	1.37	6.73	1.34
14	1.11	1.20	1.03	1.16	1.09	5.59	1.11
16	0.87	0.99	0.91	0.78	0.98	4.53	0.90
18	0.86	0.80	0.83	0.78	0.96	4.23	0.84
20	0.71	0.66	0.67	0.65	0.76	3.45	0.69
22	0.53	0.62	0.57	0.54	0.56	2.82	0.56

\* มอเตอร์ชุดคัตแยกและนับเหรียญหมุนช้า ไม่สามารถคิดเหรียญออกมาได้

#### 4.8.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองในตารางที่ 4.8-4.10 เมื่อนำเหรียญแต่ละชนิด คือ เหรียญ 1 บาท เหรียญ 5 บาท เหรียญ 10 บาท ตามลำดับ วางลงบนชุดคัตแยกและนับเหรียญ ถ้าปรับความเร็วช้าเกินไป มอเตอร์ชุดคัตแยกและ นับเหรียญหมุนช้า ไม่สามารถคิดเหรียญออกมาได้ ทำให้เสียเวลาในการคัตแยกและนับเหรียญ และเมื่อทำการปรับความเร็วมากขึ้น จะประหยัดเวลาในการคัตแยกและนับเหรียญ โดยเหรียญ 1 บาท จะใช้เวลาในการคัตแยกและนับเหรียญมากที่สุด และเหรียญ 10 บาท จะใช้เวลาในการคัตแยกและนับเหรียญน้อยที่สุด ตามตำแหน่งตัวตรวจจับเหรียญที่ได้ออกแบบไว้ ดังนั้น เลือกใช้แรงดัน 18 โวลต์ เพราะชุดคัตแยกและนับเหรียญไม่เกิดความผิดพลาดและสามารถทำงานได้ตามเวลาที่กำหนดไว้

## 4.9 การทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่อง

### 4.9.1 การทดลอง

- 1) เชื่อมต่อสายนำสัญญาณและเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์
- 2) เปิดโปรแกรมเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
- 3) เปิดสวิทช์การทำงานของเครื่อง จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนแสดง “0000 0000 0000”
- 4) เทเหรียญลงในช่องรับเหรียญ ตามจำนวนที่กำหนดไว้ในตาราง
- 5) กดปุ่มหมายเลข 6 เพื่อเลือกการแสดงผลการนับเหรียญเป็นจำนวนเหรียญ
- 6) กดปุ่มหมายเลข 9 เพื่อเลือกการแสดงผลการนับเหรียญเป็นจำนวนเงิน
- 6) กดปุ่ม ตกลง จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนกระพริบ พร้อมทำงาน
- 8) กดปุ่ม ตกลง เครื่องเริ่มทำงานนับเหรียญแบบต่อเนื่อง
- 9) สังเกตดูการไหลของเหรียญว่าไหลลงชุดคัดแยกและนับเหรียญหมด
- 10) จับเวลา และบันทึกผลการทดลองในตารางที่กำหนดไว้
- 11) กดปุ่มหมายเลข 3 เพื่อส่งข้อมูลการนับเหรียญไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกข้อมูล

ลำดับที่	วันที่	เวลา	เหรียญ 1 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท	รวมจำนวน เหรียญ	เงิน 1 บาท	เงิน 5 บาท	เงิน 10 บาท	รวมจำนวน เงิน	จุด	มีผู้ได้
1	5/3/2547	12:32:29	50	0	0	50	50	0	0	50	Test-001	Test
2	5/3/2547	12:45:11	100	0	0	100	100	0	0	100	Test-002	Test
3	5/3/2547	12:57:35	150	0	0	150	150	0	0	150	Test-003	Test
4	5/3/2547	13:10:53	200	0	0	200	200	0	0	200	Test-004	Test
5	5/3/2547	13:24:31	250	0	0	250	250	0	0	250	Test-005	Test
6	5/3/2547	13:38:02	300	0	0	300	300	0	0	300	Test-006	Test
7	5/3/2547	13:59:52	0	50	0	50	0	250	0	250	Test-007	Test
8	5/3/2547	14:16:05	0	100	0	100	0	500	0	500	Test-008	Test
9	5/3/2547	14:28:53	0	150	0	150	0	750	0	750	Test-009	Test
10	5/3/2547	14:41:21	0	200	0	200	0	1000	0	1000	Test-010	Test
11	5/3/2547	14:55:23	0	250	0	250	0	1250	0	1250	Test-011	Test
12	5/3/2547	15:09:14	0	300	0	300	0	1500	0	1500	Test-012	Test
13	5/3/2547	15:24:46	0	0	50	50	0	500	500	1000	Test-013	Test
14	5/3/2547	15:38:42	0	0	100	100	0	0	1000	1000	Test-014	Test
15	5/3/2547	15:51:57	0	0	150	150	0	0	1500	1500	Test-015	Test
16	5/3/2547	16:05:19	0	0	200	200	0	0	2000	2000	Test-016	Test
17	5/3/2547	16:19:39	0	0	250	250	0	0	2500	2500	Test-017	Test
18	5/3/2547	16:33:42	0	0	300	300	0	0	3000	3000	Test-018	Test
19	5/3/2547	16:47:54	20	15	15	50	20	75	150	245	Test-019	Test
20	5/3/2547	16:59:08	40	30	30	100	40	150	300	490	Test-020	Test
21	5/3/2547	17:13:54	60	50	40	150	60	250	400	710	Test-021	Test
22	5/3/2547	17:27:52	80	70	50	200	80	350	500	930	Test-022	Test
23	5/3/2547	17:40:45	100	80	70	250	100	400	700	1200	Test-023	Test

### รูปที่ 4.4 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงผลเป็นจำนวนเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	วันที่	เวลา	เหรียญ 1 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท	รวมจำนวน เหรียญ	เงิน 1 บาท	เงิน 5 บาท	เงิน 10 บาท	รวมจำนวน เงิน	ชื่อ	ชื่อผู้ใช้
1	5/3/2547	19:21.54	50	0	0	50	50	0	0	50	Test-001	Test
2	5/3/2547	19:30.32	100	0	0	100	100	0	0	100	Test-002	Test
3	5/3/2547	19:45:41	150	0	0	150	150	0	0	150	Test-003	Test
4	5/3/2547	19:58:35	200	0	0	200	200	0	0	200	Test-004	Test
5	5/3/2547	20:17:07	250	0	0	250	250	0	0	250	Test-005	Test
6	5/3/2547	20:30:59	300	0	0	300	300	0	0	300	Test-006	Test
7	5/3/2547	20:48:22	0	50	0	50	0	250	0	250	Test-007	Test
8	5/3/2547	20:59:56	0	100	0	100	0	500	0	500	Test-008	Test
9	5/3/2547	21:16:53	0	150	0	150	0	750	0	750	Test-009	Test
10	5/3/2547	21:28:22	0	200	0	200	0	1000	0	1000	Test-010	Test
11	5/3/2547	21:42:32	0	250	0	250	0	1250	0	1250	Test-011	Test
12	5/3/2547	21:56:31	0	300	0	300	0	1500	0	1500	Test-012	Test
13	5/3/2547	22:19:34	0	0	50	50	0	0	500	500	Test-013	Test
14	5/3/2547	22:28:11	0	0	100	100	0	0	1000	1000	Test-014	Test
15	5/3/2547	22:41:35	0	0	150	150	0	0	1500	1500	Test-015	Test
16	5/3/2547	22:56:31	0	0	200	200	0	0	2000	2000	Test-016	Test
17	5/3/2547	23:07:42	0	0	250	250	0	0	2500	2500	Test-017	Test
18	5/3/2547	23:20:41	0	0	300	300	0	0	3000	3000	Test-018	Test
19	5/3/2547	23:38:42	20	15	15	50	20	75	150	245	Test-019	Test
20	5/3/2547	23:51:13	40	30	30	100	40	150	300	490	Test-020	Test
21	6/3/2547	0:14:34	50	50	40	150	50	250	400	710	Test-021	Test
22	6/3/2547	0:30:14	80	70	50	200	80	350	500	930	Test-022	Test
23	6/3/2547	0:47:32	100	80	70	250	100	400	700	1200	Test-023	Test
24	6/3/2547	0:59:35	150	120	80	350	150	600	800	1550	Test-024	Test

รูปที่ 4.5 ผลการทดลองคิดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงผลเป็นจำนวนเงิน

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองคิดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงจำนวนเหรียญ 1 บาท

จำนวนเหรียญ	จำนวนเหรียญที่นับได้	เวลาที่ใช้ (วินาที)
50	50	13.49
100	100	25.35
150	150	42.69
200	200	55.56
250	250	65.34
300	300	78.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงจำนวนเหรียญ 5 บาท

จำนวนเหรียญ	จำนวนเหรียญที่นับได้	เวลาที่ใช้ (วินาที)
50	50	12.92
100	100	24.74
150	150	41.30
200	200	53.87
250	250	63.95
300	300	75.94

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงจำนวนเหรียญ 10 บาท

จำนวนเหรียญ	จำนวนเหรียญที่นับได้	เวลาที่ใช้ (วินาที)
50	50	12.28
100	100	23.10
150	150	40.88
200	200	54.02
250	250	62.28
300	300	73.78

ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงจำนวนเหรียญละชนิด

จำนวนเหรียญ			รวม	จำนวนเหรียญที่นับได้	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1 บาท	5 บาท	10 บาท			
20	15	15	50	50	13.53
40	30	30	100	100	25.64
60	50	40	150	150	41.45
80	70	50	200	200	55.09
100	80	70	250	250	64.02
150	120	80	350	350	81.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงจำนวนเงิน เหรียญ 1 บาท

จำนวนเหรียญ	จำนวนเงินที่นับได้	เวลาที่ใช้ (วินาที)
50	50	14.44
100	100	24.35
150	150	42.74
200	200	53.55
250	250	64.39
300	300	77.21

ตารางที่ 4.16 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงจำนวนเงิน เหรียญ 5 บาท

จำนวนเหรียญ	จำนวนเงินที่นับได้	เวลาที่ใช้ (วินาที)
50	250	13.44
100	500	25.42
150	750	43.54
200	1000	53.10
250	1250	64.27
300	1500	76.95

ตารางที่ 4.17 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงจำนวนเงิน เหรียญ 10 บาท

จำนวนเหรียญ	จำนวนเงินที่นับได้	เวลาที่ใช้ (วินาที)
50	500	13.28
100	1000	24.04
150	1550	42.71
200	2000	55.52
250	2500	63.71
300	3000	78.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่องแสดงจำนวนเงิน เหรียญกละชนิด

จำนวนเหรียญ				จำนวนเงินที่นับได้				เวลาที่ใช้ (วินาที)
1 บาท	5 บาท	10 บาท	รวม	1 บาท	5 บาท	10 บาท	รวม	
20	15	15	50	20	75	150	245	13.21
40	30	30	100	40	150	300	490	29.04
60	50	40	150	60	250	400	710	44.53
80	70	50	200	80	350	500	930	57.93
100	80	70	250	100	400	700	1200	63.14
150	120	80	350	150	600	800	1550	72.74

#### 4.9.2 การทดลอง

จากการทดลองในตารางที่ 4.11-4.18 ทำการเทเหรียญลงในช่องรับเหรียญ ตั้งค่าจำนวนเหรียญที่ต้องการนับ เลือกให้แสดงผลเป็นจำนวนเหรียญ หรือแสดงผลการนับเหรียญเป็นจำนวนเงินตามต้องการ จากนั้นกดปุ่ม ตกลง เครื่องจะทำการคัดแยกและนับเหรียญตามจำนวนเหรียญหรือจำนวนเงินที่ตั้งค่าไว้ เมื่อเหรียญครบแอลอีดีจะติด สว่าง จากนั้นประมาณ 20 วินาที เครื่องจะหยุดการทำงาน และจะทำงานต่อเมื่อมีเหรียญ จากการทดลองเหรียญชนิดเดียวกันหรือคละชนิดกัน จะใช้เวลาในการคัดแยกและนับเหรียญใกล้เคียงกัน โดยเฉลี่ย เหรียญ 1 บาท นับได้ประมาณ 224 เหรียญต่ออนาที เหรียญ 5 บาท นับได้ประมาณ 228 เหรียญต่ออนาที เหรียญ 10 บาท นับได้ประมาณ 232 เหรียญต่ออนาที และเหรียญคละชนิดกัน นับได้ประมาณ 235 เหรียญต่ออนาที

#### 4.10 การทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุด

##### 4.10.1 การทดลอง

- 1) เชื่อมต่อสายนำสัญญาณและเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์
- 2) เปิด โปรแกรมเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
- 3) เปิดสวิทซ์การทำงานของเครื่อง จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนแสดง “0000 0000 0000”
- 4) เทเหรียญ เหรียญ 1 บาท, เหรียญ 5 บาท และเหรียญ 10 บาท ชนิดละ 500 เหรียญ และเหรียญคละชนิดกัน ชนิดละ 200 เหรียญ ลงในช่องรับเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5) กดปุ่มหมายเลข 6 เพื่อเลือกการแสดงผลการนับเหรียญเป็นจำนวนเหรียญ
- 6) กดปุ่มหมายเลข 9 เพื่อเลือกการแสดงผลการนับเหรียญเป็นจำนวนเงิน
- 7) กดปุ่ม เมนู และกดปุ่มตกลง 2 ครั้ง
- 8) ตั้งค่าจำนวนเหรียญ ตามตารางที่กำหนดไว้
- 9) กดปุ่มตกลง 2 ครั้ง เครื่องเริ่มทำงาน
- 10) เมื่อเครื่องนับเหรียญครบตามจำนวนที่ตั้งค่าไว้ แอลอีดีแสดงผลเหรียญครบ สว่าง  
กดสวิทช์เปลี่ยนสถานะเก็บเหรียญที่ตรงกับช่องที่เหรียญครบ แอลอีดีแสดงผลเหรียญครบ ดับ
- 11) สังเกตดูการไหลของเหรียญว่าไหลลงชุดคัดแยกและนับเหรียญหมด
- 12) จับเวลา และบันทึกผลการทดลองในตารางที่กำหนดไว้
- 13) กดปุ่มหมายเลข 3 เพื่อส่งข้อมูลการนับเหรียญ ไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกข้อมูล

ลำดับที่	วันที่	เวลา	เหรียญ 1 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท	รวมจำนวน เหรียญ	เงิน 1 บาท	เงิน 5 บาท	เงิน 10 บาท	รวมจำนวน เงิน	ตั้ง	ส่งได้
1	6/3/2547	11:58:24	40	0	0	40	40	0	0	40	Test-001	Test
2	6/3/2547	12:13:34	100	0	0	100	100	0	0	100	Test-002	Test
3	6/3/2547	12:26:52	200	0	0	200	200	0	0	200	Test-003	Test
4	6/3/2547	12:38:13	160	0	0	160	160	0	0	160	Test-004	Test
5	6/3/2547	12:41:32	0	40	0	40	0	200	0	200	Test-005	Test
6	6/3/2547	12:58:41	0	100	0	100	0	500	0	500	Test-007	Test
7	6/3/2547	13:09:52	0	200	0	200	0	1000	0	1000	Test-008	Test
8	6/3/2547	13:24:15	0	160	0	160	0	800	0	800	Test-009	Test
9	6/3/2547	13:36:51	0	0	40	40	0	0	400	400	Test-010	Test
10	6/3/2547	13:50:55	0	0	100	100	0	0	1000	1000	Test-011	Test
11	6/3/2547	14:05:52	0	0	200	200	0	0	2000	2000	Test-013	Test
12	6/3/2547	14:18:01	0	0	160	160	0	0	1600	1600	Test-014	Test
13	6/3/2547	14:31:41	20	20	20	60	20	100	200	320	Test-015	Test
14	6/3/2547	14:45:59	40	40	40	120	40	200	400	640	Test-016	Test
15	6/3/2547	14:58:34	50	50	50	150	50	300	600	950	Test-017	Test
16	6/3/2547	15:12:42	80	80	80	240	80	400	800	1280	Test-018	Test

รูปที่ 4.6 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงผลเป็นจำนวนเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	วันที่	เวลา	เหรียญ 1 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท	รวมจำนวน เหรียญ	เงิน 1 บาท	เงิน 5 บาท	เงิน 10 บาท	รวมจำนวน เงิน	ชื่อ	ชื่อผู้ใช้
1	5/3/2547	20.36.22	40	0	0	40	40	0	0	40	Test-001	Test
2	5/3/2547	20.49.51	100	0	0	100	100	0	0	100	Test-002	Test
3	5/3/2547	21.05.24	200	0	0	200	200	0	0	200	Test-003	Test
4	5/3/2547	21.18.43	160	0	0	160	160	0	0	160	Test-004	Test
5	5/3/2547	21.31.32	0	40	0	40	0	200	0	200	Test-005	Test
6	5/3/2547	21.45.56	0	100	0	100	0	500	0	500	Test-007	Test
7	5/3/2547	21.58.12	0	200	0	200	0	1000	0	1000	Test-008	Test
8	5/3/2547	22.11.19	0	160	0	160	0	800	0	800	Test-009	Test
9	5/3/2547	22.25.41	0	0	40	40	0	0	400	400	Test-010	Test
10	5/3/2547	22.38.49	0	0	100	100	0	0	1000	1000	Test-011	Test
11	5/3/2547	22.52.52	0	0	200	200	0	0	2000	2000	Test-013	Test
12	5/3/2547	23.07.10	0	0	160	160	0	0	1600	1600	Test-014	Test
13	5/3/2547	23.21.13	20	20	20	60	20	100	200	320	Test-015	Test
14	5/3/2547	23.36.15	40	40	40	120	40	200	400	640	Test-016	Test
15	7/3/2547	0.02.55	60	60	60	180	60	300	600	960	Test-017	Test
16	7/3/2547	0.15.24	80	80	80	240	80	400	800	1280	Test-018	Test

รูปที่ 4.7 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงผลเป็นจำนวนเงิน

ตารางที่ 4.19 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงจำนวนเหรียญ 1 บาท

ตั้งค่า จำนวนเหรียญ	จำนวนเหรียญที่นับได้			จำนวนเหรียญ ที่เหลือ	เวลาที่ใช้ (วินาที)
	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 1	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 2	รวม		
20	20	20	40	460	11.98
50	50	50	100	360	14.03
100	100	100	200	160	27.53
150	150	10	160	0	43.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงจำนวนเหรียญ 5 บาท

ตั้งค่า จำนวนเหรียญ	จำนวนเหรียญที่นับได้			จำนวนเหรียญ ที่เหลือ	เวลาที่ใช้ (วินาที)
	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 1	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 2	รวม		
20	20	20	40	460	10.10
50	50	50	100	360	13.07
100	100	100	200	160	26.42
150	150	10	160	0	42.91

ตารางที่ 4.21 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงจำนวนเหรียญ 10 บาท

ตั้งค่า จำนวนเหรียญ	จำนวนเหรียญที่นับได้			จำนวนเหรียญ ที่เหลือ	เวลาที่ใช้ (วินาที)
	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 1	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 2	รวม		
20	20	20	40	460	10.01
50	50	50	100	360	13.01
100	100	100	200	160	26.20
150	150	10	160	0	42.11

ตารางที่ 4.22 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงจำนวนเหรียญทุกชนิด

ตั้งค่าจำนวนเหรียญ			รวมจำนวนเหรียญที่นับได้			จำนวน เหรียญ ที่เหลือ	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1 บาท	5 บาท	10 บาท	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 1	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 2	รวม		
10	10	10	30	30	60	540	17.42
20	20	20	60	60	120	420	37.34
30	30	30	90	90	180	240	49.80
50	50	50	150	90	240	0	65.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงจำนวนเงิน เหรียญ 1 บาท

ตั้งค่า จำนวนเหรียญ	จำนวนเงินที่นับได้			จำนวนเหรียญ ที่เหลือ	เวลาที่ใช้ (วินาที)
	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 1	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 2	รวม		
20	20	20	40	460	11.68
50	50	50	100	360	14.12
100	100	100	200	160	28.54
150	150	10	160	0	42.65

ตารางที่ 4.24 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงจำนวนเงิน เหรียญ 5 บาท

ตั้งค่า จำนวนเหรียญ	จำนวนเงินที่นับได้			จำนวนเหรียญ ที่เหลือ	เวลาที่ใช้ (วินาที)
	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 1	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 2	รวม		
20	100	100	200	460	11.11
50	250	250	500	360	12.34
100	500	500	1000	160	26.53
150	750	50	800	0	43.81

ตารางที่ 4.25 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงจำนวนเงิน เหรียญ 10 บาท

ตั้งค่า จำนวนเหรียญ	จำนวนเงินที่นับได้			จำนวนเหรียญ ที่เหลือ	เวลาที่ใช้ (วินาที)
	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 1	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 2	รวม		
20	200	200	400	460	10.09
50	500	500	1000	360	12.95
100	1000	1000	2000	160	26.10
150	1500	100	1600	0	42.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 ผลการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุดแสดงจำนวนเงิน เหรียญละชนิด

ตั้งค่าจำนวนเหรียญ			รวมจำนวนเงินที่นับได้			จำนวนเหรียญที่เหลือ	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1 บาท	5 บาท	10 บาท	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 1	ชุดเก็บเหรียญ ชุดที่ 2	รวม		
10	10	10	160	160	320	540	17.98
20	20	20	320	320	640	420	38.78
30	30	30	480	480	960	240	50.54
50	50	50	800	480	1280	0	67.01

#### 4.10.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.19-4.26 ทำการเทเหรียญลงในช่องรับเหรียญ ตั้งค่าจำนวนเหรียญที่ต้องการนับ เลือกรการแสดงผลการนับเหรียญเป็นจำนวนเหรียญ หรือเป็นจำนวนเงิน จากนั้นกดปุ่ม ตกลง เครื่องจะทำการคัดแยกและนับเหรียญ ตามจำนวนเหรียญหรือจำนวนเงินที่ตั้งค่าไว้ เมื่อเหรียญครบแอลอีดีแสดงสถานะของชุดเก็บเหรียญชุดที่ 1 จะติด สว่าง จะสลับไปยังชุดเก็บเหรียญชุดที่ 2 เมื่อเหรียญครบแอลอีดีแสดงสถานะของชุดเก็บเหรียญชุดที่ 2 จะติด สว่าง และเครื่องจะหยุดการทำงาน เมื่อมีการกดสวิทช์เปลี่ยนชุดเก็บเหรียญ เครื่องจะทำงานต่อ ในกรณีที่ตั้งค่าจำนวนเหรียญมากกว่าจำนวนเหรียญที่มีอยู่ในเครื่อง เครื่องจะหยุดทำงาน แอลอีดีบอกสถานะเหรียญหมดและแอลอีดีบอกสถานะเครื่องหยุดทำงานจะติด สว่าง

### 4.11 การทดลองพิมพ์รายงานผลการนับเหรียญ

#### 4.11.1 การทดลอง

- 1) เปิดโปรแกรมเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ
- 2) คลิกปุ่มแสดงผล เพื่อดูผลการทดลอง ดังรูปที่ 4.8
- 3) คลิกปุ่มพิมพ์ เพื่อพิมพ์รายงานผลการนับเหรียญ ดังรูปที่ 4.9
- 4) คลิกปุ่มค้นหา เลือกวันที่ ที่ต้องการค้นหาข้อมูลการนับเหรียญและคลิกปุ่มค้นหา
- 5) โปรแกรมเครื่องคัดแยกและนับเหรียญแสดงข้อมูลการนับเหรียญ เฉพาะวันที่ที่เลือก ดังรูปที่ 4.10 และพิมพ์รายงานผลการค้นหาผลการนับเหรียญ ดังรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคิดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ (โปรแกรม)

ผู้จัดทำ: เกียรติภิญญาน

ลำดับที่	วันที่	เวลา	จำนวนเหรียญ			รวมจำนวนเหรียญ	เงิน			รวมจำนวนเงิน	รหัส	ชื่อผู้ใช้
			1 บาท	5 บาท	10 บาท		1 บาท	5 บาท	10 บาท			
1	6/3/2547	20:36:22	40	0	0	40	40	0	0	40	Test-001	Test
2	6/3/2547	20:49:51	100	0	0	100	100	0	0	100	Test-002	Test
3	6/3/2547	21:05:24	200	0	0	200	200	0	0	200	Test-003	Test
4	6/3/2547	21:18:43	160	0	0	160	160	0	0	160	Test-004	Test
5	6/3/2547	21:31:32	0	40	0	40	0	200	0	200	Test-005	Test
6	6/3/2547	21:45:56	0	100	0	100	0	500	0	500	Test-007	Test
7	6/3/2547	21:58:12	0	200	0	200	0	1000	0	1000	Test-008	Test
8	6/3/2547	22:11:19	0	160	0	160	0	800	0	800	Test-009	Test
9	6/3/2547	22:25:41	0	0	40	40	0	0	400	400	Test-010	Test
10	6/3/2547	22:38:49	0	0	100	100	0	0	1000	1000	Test-011	Test
11	6/3/2547	22:52:52	0	0	200	200	0	0	2000	2000	Test-013	Test
12	6/3/2547	23:07:10	0	0	160	160	0	0	1600	1600	Test-014	Test
13	6/3/2547	23:21:13	20	20	20	60	20	100	200	320	Test-015	Test
14	6/3/2547	23:36:15	40	40	40	120	40	200	400	640	Test-016	Test

รูปที่ 4.8 ผลการทดลองแสดงรายงานผลการนับเหรียญ

วันที่พิมพ์ 7 มีนาคม 2547

เครื่องคิดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

รายงานการนับเหรียญ

ครั้งที่	วันที่	เวลา	จำนวนเหรียญ				จำนวนเงิน				รหัส	ชื่อผู้ใช้
			1 บาท	5 บาท	10 บาท	รวม	1 บาท	5 บาท	10 บาท	รวม		
1	6/3/2547	20:36:22	40	0	0	40	40	0	0	40	Test-001	Test
2	6/3/2547	20:49:51	100	0	0	100	100	0	0	100	Test-002	Test
3	6/3/2547	21:05:24	200	0	0	200	200	0	0	200	Test-003	Test
4	6/3/2547	21:18:43	160	0	0	160	160	0	0	160	Test-004	Test
5	6/3/2547	21:31:32	0	40	0	40	0	200	0	200	Test-005	Test
6	6/3/2547	21:45:56	0	100	0	100	0	500	0	500	Test-007	Test
7	6/3/2547	21:58:12	0	200	0	200	0	1000	0	1000	Test-008	Test
8	6/3/2547	22:11:19	0	160	0	160	0	800	0	800	Test-009	Test
9	6/3/2547	22:25:41	0	0	40	40	0	0	400	400	Test-010	Test
10	6/3/2547	22:38:49	0	0	100	100	0	0	1000	1000	Test-011	Test
11	6/3/2547	22:52:52	0	0	200	200	0	0	2000	2000	Test-013	Test
12	6/3/2547	23:07:10	0	0	160	160	0	0	1600	1600	Test-014	Test
13	6/3/2547	23:21:13	20	20	20	60	20	100	200	320	Test-015	Test
14	6/3/2547	23:36:15	40	40	40	120	40	200	400	640	Test-016	Test
15	7/3/2547	0:02:55	60	60	60	180	60	300	600	960	Test-017	Test
16	7/3/2547	0:15:24	80	80	80	240	80	400	800	1280	Test-018	Test

รูปที่ 4.9 ผลการทดลองพิมพ์รายงานผลการนับเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องแยกแยะเงินเหรียญอัตโนมัติ (ค้นหา)

ค้นหา เก็บรักษาใบแทน

แสดงข้อมูล ค้นหา ออกค่าใบแทน

ลำดับที่	วันที่	เวลา	เหรียญ 1 บาท	เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท	รวมจำนวนเหรียญ	เงิน 1 บาท	เงิน 5 บาท	เงิน 10 บาท	รวมจำนวนเงิน	รหัส	ข้อดีใช้
1	6/3/2547	20:36:22	40	0	0	40	40	0	0	40	Test-001	Test
2	6/3/2547	20:49:51	100	0	0	100	100	0	0	100	Test-002	Test
3	6/3/2547	21:05:24	200	0	0	200	200	0	0	200	Test-003	Test
4	6/3/2547	21:18:43	160	0	0	160	160	0	0	160	Test-004	Test
5	6/3/2547	21:31:32	0	40	0	40	0	200	0	200	Test-005	Test
6	6/3/2547	21:45:56	0	100	0	100	0	500	0	500	Test-007	Test
7	6/3/2547	21:58:12	0	200	0	200	0	1000	0	1000	Test-008	Test
8	6/3/2547	22:11:19	0	160	0	160	0	800	0	800	Test-009	Test
9	6/3/2547	22:25:41	0	0	40	40	0	0	400	400	Test-010	Test
10	6/3/2547	22:38:49	0	0	100	100	0	0	1000	1000	Test-011	Test
11	6/3/2547	22:52:52	0	0	200	200	0	0	2000	2000	Test-013	Test
12	6/3/2547	23:07:10	0	0	160	160	0	0	1600	1600	Test-014	Test
13	6/3/2547	23:21:13	20	20	20	60	20	100	200	320	Test-015	Test
14	6/3/2547	23:36:15	40	40	40	120	40	200	400	640	Test-016	Test

ค้นหา วันที่ 06/03/2547 ค้นหา ยกเลิก

รวมข้อมูล พิมพ์ ตั้งค่าเครื่องพิมพ์ ลอก

รูปที่ 4.10 ผลการทดลองแสดงรายงานผลการค้นหาการนับเหรียญ

วันที่พิมพ์ 7 มีนาคม 2547

เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

รายงานการนับเหรียญ

ครั้งที่	วันที่	เวลา	จำนวนเหรียญ				จำนวนเงิน				รหัส	ชื่อผู้ใช้
			1 บาท	5 บาท	10 บาท	รวม	1 บาท	5 บาท	10 บาท	รวม		
1	6/3/2547	20:36:22	40	0	0	40	40	0	0	40	Test-001	Test
2	6/3/2547	20:49:51	100	0	0	100	100	0	0	100	Test-002	Test
3	6/3/2547	21:05:24	200	0	0	200	200	0	0	200	Test-003	Test
4	6/3/2547	21:18:43	160	0	0	160	160	0	0	160	Test-004	Test
5	6/3/2547	21:31:32	0	40	0	40	0	200	0	200	Test-005	Test
6	6/3/2547	21:45:56	0	100	0	100	0	500	0	500	Test-007	Test
7	6/3/2547	21:58:12	0	200	0	200	0	1000	0	1000	Test-008	Test
8	6/3/2547	22:11:19	0	160	0	160	0	800	0	800	Test-009	Test
9	6/3/2547	22:25:41	0	0	40	40	0	0	400	400	Test-010	Test
10	6/3/2547	22:38:49	0	0	100	100	0	0	1000	1000	Test-011	Test
11	6/3/2547	22:52:52	0	0	200	200	0	0	2000	2000	Test-013	Test
12	6/3/2547	23:07:10	0	0	160	160	0	0	1600	1600	Test-014	Test
13	6/3/2547	23:21:13	20	20	20	60	20	100	200	320	Test-015	Test
14	6/3/2547	23:36:15	40	40	40	120	40	200	400	640	Test-016	Test

รูปที่ 4.11 ผลการทดลองพิมพ์รายงานผลการค้นหาการนับเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.11.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองเขียนโปรแกรม ส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถเก็บบันทึกข้อมูล ครั้งที่, วัน / เดือน / ปี, เวลา จำนวนเหรียญและจำนวนเงินของเหรียญแต่ละชนิด จำนวนเหรียญและจำนวนเงินรวม รหัสและชื่อผู้ใช้ สามารถแสดงผลข้อมูลการนับเหรียญและทำการพิมพ์รายงานผลการนับเหรียญ ประกอบด้วย ครั้งที่, เวลา, วัน / เดือน / ปี, เวลา, จำนวนเหรียญ, จำนวนเงินของเหรียญแต่ละชนิด จำนวนเหรียญและจำนวนเงินรวม รหัสและชื่อผู้ใช้ นอกจากนี้สามารถเลือกวันที่ เพื่อค้นหาและพิมพ์ข้อมูลรายงานการนับเหรียญที่บันทึกไว้ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

## บทสรุป

### 5.1 สรุป

เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติที่สร้างขึ้น สามารถคัดแยกและนับเหรียญได้ 3 ชนิด คือ เหรียญ 1 บาท เหรียญ 5 บาท และ เหรียญ 10 บาท สามารถแสดงผลการนับเหรียญเป็นจำนวนเหรียญและจำนวนเงินของเหรียญแต่ละชนิดรวมทั้งโดยรวมได้ สามารถคัดแยกและนับเหรียญเป็นชุดตามที่ระบุได้ สามารถคัดแยกและนับเหรียญได้ประมาณ 200 เหรียญ ภายในเวลา 1 นาที สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม เพื่อบันทึกและพิมพ์ข้อมูลการนับเหรียญได้ สามารถถอดประกอบและซ่อมแซมได้ง่าย

การทำงานของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ เริ่มจากรับเหรียญทั้ง 3 ชนิด คือ เหรียญ 10 บาท เหรียญ 5 บาท และเหรียญ 1 บาท เหรียญจะถูกควบคุมให้ไหลลงสู่จานนับเหรียญในปริมาณที่เหมาะสม โดยจะมีหลุมกวาดเหรียญ ทำหน้าที่ในการจัดเรียงเหรียญให้ออกมาทีละเหรียญ ชุดคัดแยกเหรียญใช้หลักการตรวจสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหรียญแต่ละชนิดด้วยแสงอินฟราเรด และใช้โซลินอยด์เพื่อคัดแยกชนิดของเหรียญ ส่วนการนับเหรียญ ใช้หลักการตรวจจับด้วยแสงอินฟราเรด แสดงผลที่แอลอีดีเจ็ดส่วนเป็นจำนวนเหรียญหรือจำนวนเงิน และส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ เพื่อเก็บบันทึกค่า และพิมพ์ผลการนับเหรียญ นอกจากนี้สามารถเลือกวันที่ เพื่อกันหาและพิมพ์ข้อมูลรายงานการนับเหรียญที่บันทึกไว้ได้ การทำงานของเครื่องใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวประมวลผลและควบคุมการทำงานทั้งหมด

การออกแบบ และการสร้างเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของการออกแบบวงจร ได้แก่ วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง วงจรควบคุมมอเตอร์ วงจรตรวจจับเหรียญ วงจรควบคุม โซลินอยด์ วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน วงจรควบคุมวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน วงจรแอลอีดี วงจรสวิตช์เมตริกซ์ วงจรสวิตช์ วงจรเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ และวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน ส่วนของการออกแบบ โครงสร้างเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ ได้แก่ ชุดคัดแยกและนับเหรียญ ช่องรับเหรียญและสายพานลำเลียงจานนับเหรียญ ชุดเก็บเหรียญ และส่วนของการทดลองและผลการทดลองวงจรในส่วนต่างๆ ของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง

จากการทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบต่อเนื่อง ทำการเทเหรียญลงในช่องรับเหรียญ

ตั้งค่าจำนวนเหรียญที่ต้องการนับ เลือกให้แสดงผลเป็นจำนวนเหรียญ หรือแสดงผลการนับเหรียญ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นจำนวนเงินตามต้องการ จากนั้นกดปุ่ม ตกลง เครื่องจะทำการคัดแยกและนับเหรียญตามจำนวนเหรียญ หรือจำนวนเงินที่ตั้งค่าไว้ เมื่อเหรียญครบแอลอีดีจะติดสว่าง จากนั้นประมาณ 20 วินาที เครื่องจะหยุดการทำงาน และจะทำงานต่อเมื่อมีเหรียญ จากการทดลองเหรียญชนิดเดียวกันหรือคละชนิดกัน จะใช้เวลาในการคัดแยกและนับเหรียญใกล้เคียงกัน โดยเฉลี่ย เหรียญ 1 บาท นับได้ประมาณ 224 เหรียญต่อนาที เหรียญ 5 บาท นับได้ประมาณ 228 เหรียญต่อนาที เหรียญ 10 บาท นับได้ประมาณ 232 เหรียญต่อนาที และเหรียญคละชนิดกัน นับได้ประมาณ 235 เหรียญต่อนาที

การทดลองคัดแยกและนับเหรียญแบบเป็นชุด ทำการเทเหรียญลงในช่องรับเหรียญ ตั้งค่าจำนวนเหรียญที่ต้องการนับ เลือกการแสดงผลการนับเหรียญเป็นจำนวนเหรียญ หรือเป็นจำนวนเงิน จากนั้นกดปุ่ม ตกลง เครื่องจะทำการคัดแยกและนับเหรียญ ตามจำนวนเหรียญ หรือจำนวนเงินที่ตั้งค่าไว้ เมื่อเหรียญครบแอลอีดีแสดงสถานะของชุดเก็บเหรียญชุดที่ 1 จะติดสว่าง จะสลับไปยังชุดเก็บเหรียญชุดที่ 2 เมื่อเหรียญครบแอลอีดีแสดงสถานะของชุดเก็บเหรียญชุดที่ 2 จะติดสว่าง และเครื่องจะหยุดการทำงาน เมื่อมีการกดสวิทช์เปลี่ยนชุดเก็บเหรียญ เครื่องจะทำงานต่อ ในกรณีตั้งค่าจำนวนเหรียญมากกว่าจำนวนเหรียญที่มีอยู่ในเครื่อง เครื่องจะหยุดทำงาน แอลอีดีบอกสถานะเหรียญหมดและแอลอีดีบอกสถานะเครื่องหยุดทำงานจะติดสว่าง

การทดลองพิมพ์รายงานผลการนับเหรียญ จากการส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถเก็บบันทึกข้อมูล ครั้งที่, วัน / เดือน / ปี, เวลา จำนวนเหรียญหรือจำนวนเงินของเหรียญแต่ละชนิด จำนวนเหรียญและจำนวนเงิน โดยรวม รหัสและชื่อผู้ใช้ สามารถแสดงผลข้อมูลการนับเหรียญและทำการพิมพ์รายงานผลการนับเหรียญ ประกอบด้วย ครั้งที่, เวลา, วัน / เดือน / ปี, เวลา, จำนวนเหรียญหรือจำนวนเงินของเหรียญแต่ละชนิด จำนวนเหรียญและจำนวนเงินรวม รหัสและชื่อผู้ใช้ นอกจากนี้สามารถเลือกวันที่ เพื่อค้นหาและพิมพ์ข้อมูลรายงานการนับเหรียญที่บันทึกไว้ได้

## 5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติที่ได้จัดทำขึ้น ยังมีข้อบกพร่องบางประการในการทำงาน ทางคณะผู้จัดทำจึงได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางในการพัฒนาโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ปัญหา เมื่อให้งานป้อนเหรียญหมุนด้วยความเร็วสูง ไม่สามารถทำให้เหรียญตกลงในช่องทางออกของเหรียญได้

แนวทางแก้ไข ปรับมุมเอียงของจานปั่นเหรียญเพิ่มขึ้นและขยายช่องทางออกของเหรียญให้ยาวขึ้น

2. ปัญหา จานปั่นเหรียญและตัวยึดติดกัน และหากมีการเอียงจะทำให้สัมผัสกัน จึงเกิดการเสียดสี และจานปั่นเหรียญมีความฝืด

แนวทางแก้ไข ทำการยึดจานปั่นเหรียญให้ตรง โดยการเพิ่มน็อตจับแกนมอเตอร์จาก 2 ตัว เป็น 4 ตัว และเคลือบส่วนที่เป็นโลหะเพื่อลดความฝืดของจานปั่นเหรียญให้น้อยลง

3. ปัญหา จานปั่นเหรียญมีความหนามากกว่าความหนาของเหรียญ 1 บาท จึงทำให้เหรียญซ้อนทับกันทำให้เกิดความผิดพลาดในการคัดแยกและนับเหรียญ

แนวทางแก้ไข ปรับความหนาของจานปั่นเหรียญลงให้น้อยกว่าความหนาของเหรียญ 1 บาท

4. ปัญหา การทำงานของวงจรจับมอเตอร์ ไม่มีเสถียรภาพ เมื่อทดลอง ไปได้ระยะเวลาหนึ่ง จะหยุดการทำงานเอง พบว่าเกิดจากสัญญาณรบกวน

แนวทางแก้ไข สร้างแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีพื้นที่กราวด์มากขึ้น

### 5.3 แนวทางการพัฒนา

1. ตัวเครื่อง ควรจะมีขนาดเล็ก กะทัดรัด เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย
2. พัฒนาจานปั่นเหรียญ ไม่ให้มีการติดขัดของเหรียญและเพื่อความมีเสถียรภาพของเครื่อง
3. ซุดเก็บเหรียญควรพัฒนาให้สะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

ชวลิต ขุนราม. “เครื่องหยอดเหรียญระบบอิเล็กทรอนิกส์.” เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์.  
กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2543

ชัยวัฒน์ ประกอบผล. การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์. กรุงเทพฯ : แชนทไฟร์พริ้นติ้ง.  
2541

ชัยวัฒน์ ถิรมพรจิตรวีโล. คู่มืออิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2538

คูสิต เครื่องงาม. “สิ่งประดิษฐ์ตรวจจับแสง.” สิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพฯ :  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542

สุภชัย สุรินทร์วงศ์. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ : กี.พี. พริ้นท์.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

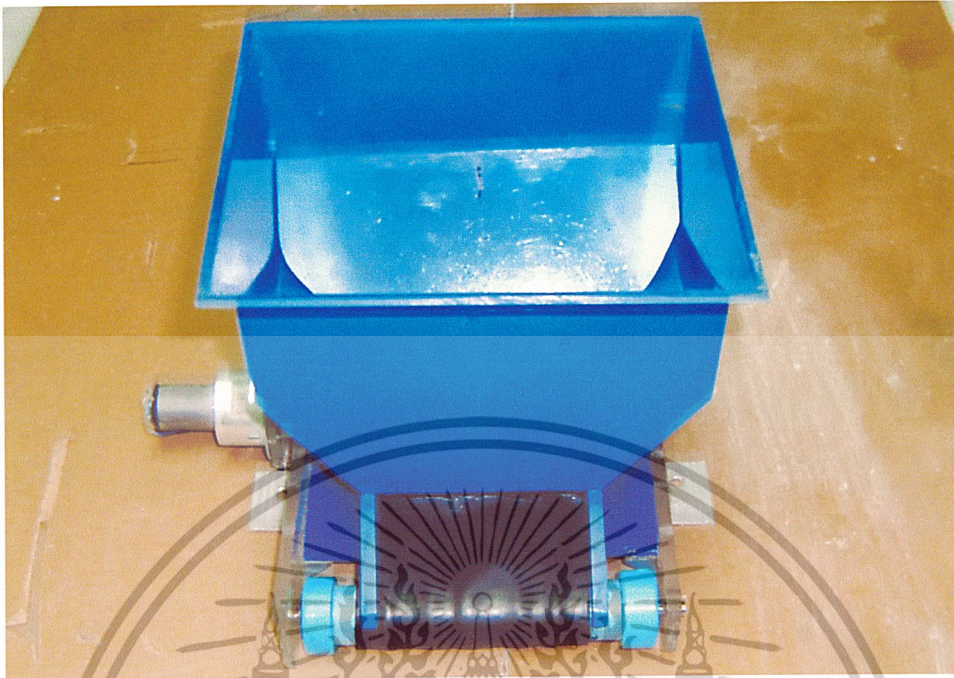


รูปที่ ก.1 เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ (ด้านหน้า)



รูปที่ ก.2 เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ (ด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

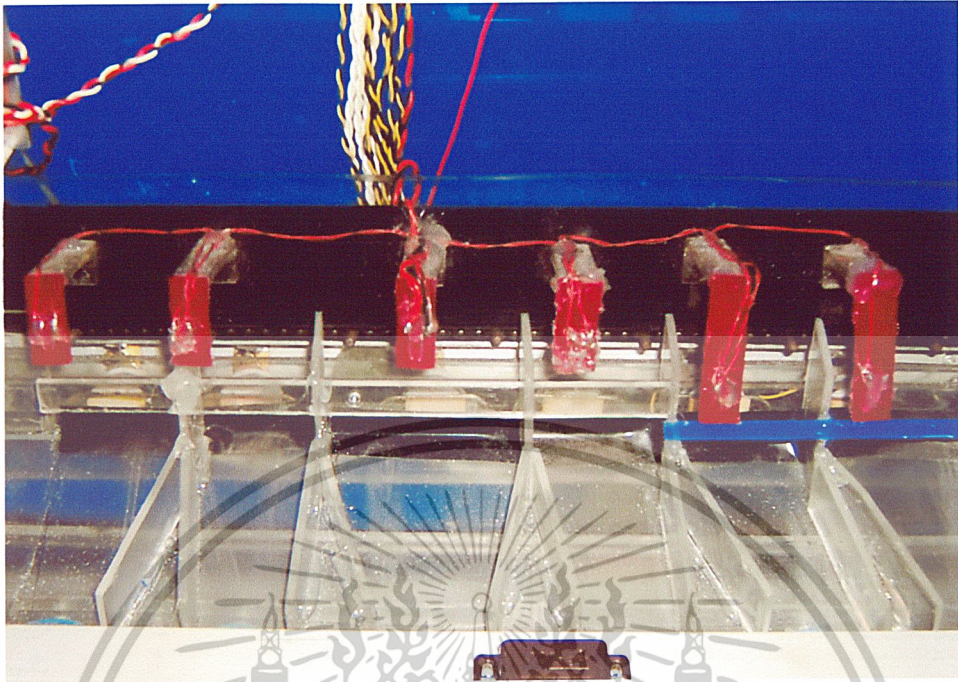


รูปที่ ก.3 ช่องรับเหรียญ

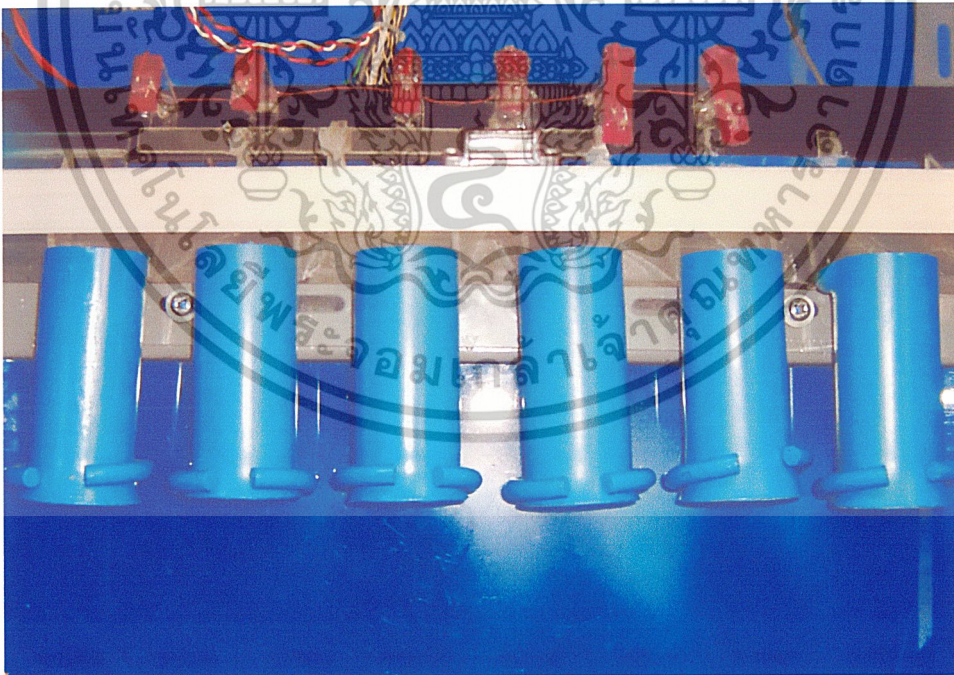


รูปที่ ก.4 งานปั้นเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

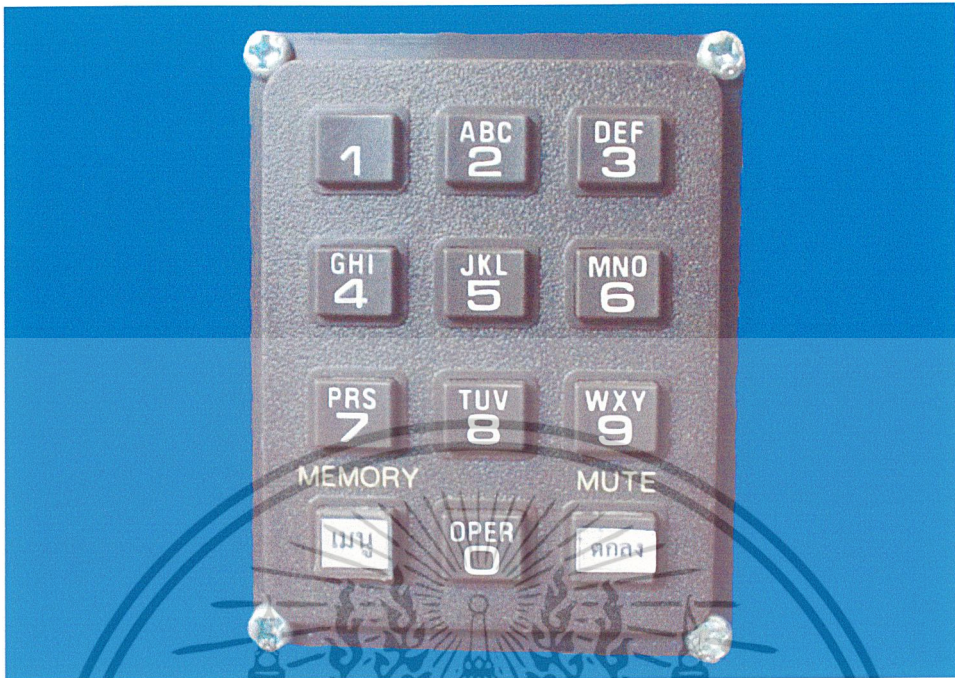


รูปที่ ก.5 ชุดคัตแยกและนับเหรียญ

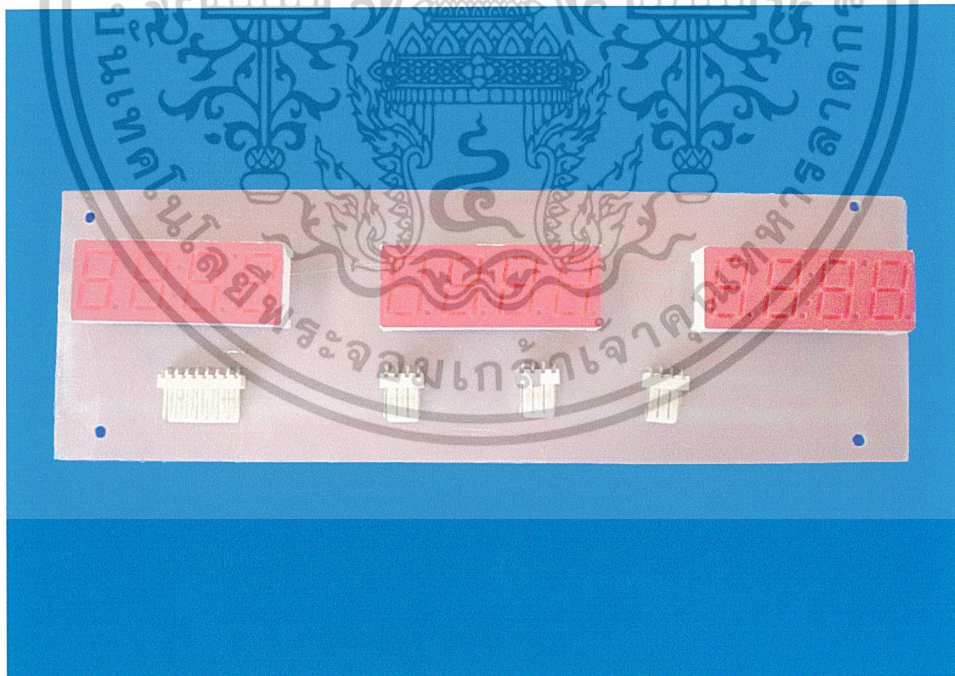


รูปที่ ก.6 ชุดเก็บเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

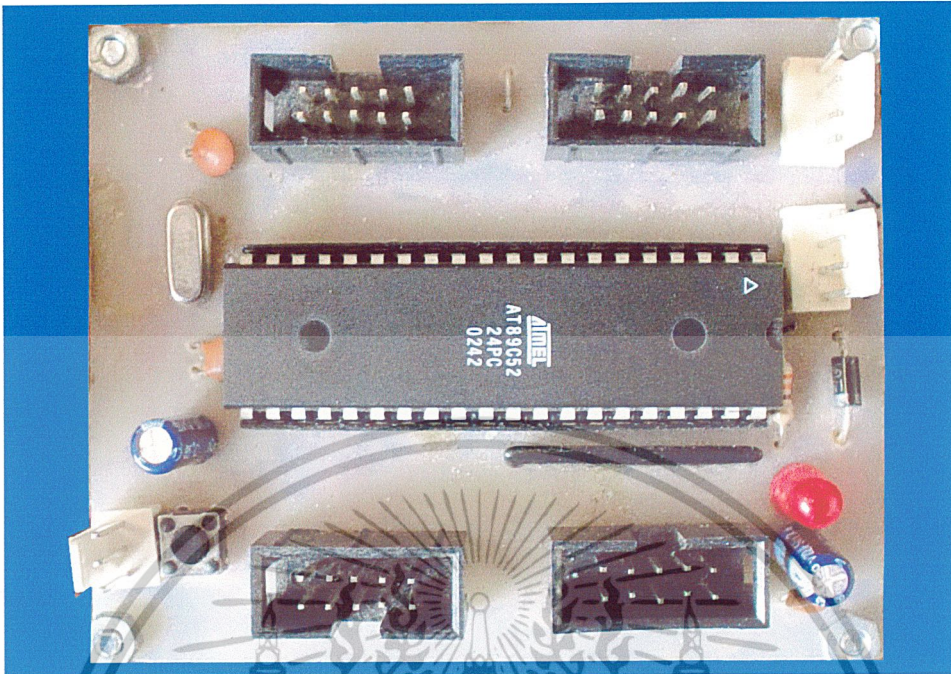


รูปที่ ก.7 สวิตช์เมตริกซ์รับค่าการสั่งงานของเครื่อง

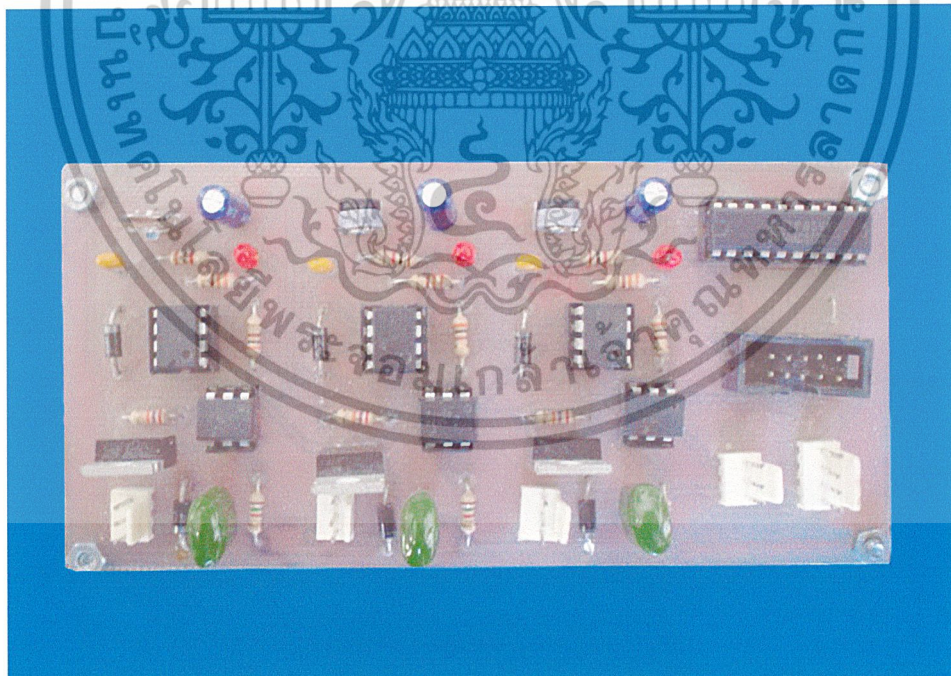


รูปที่ ก.8 ส่วนแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

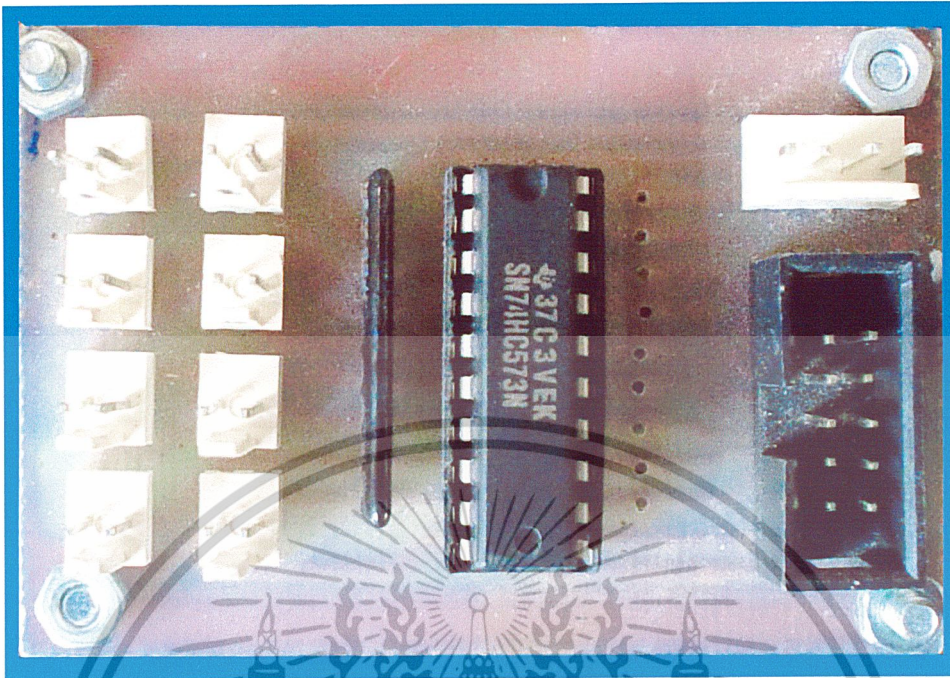


รูปที่ ก.9 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง



รูปที่ ก.10 วงจรควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

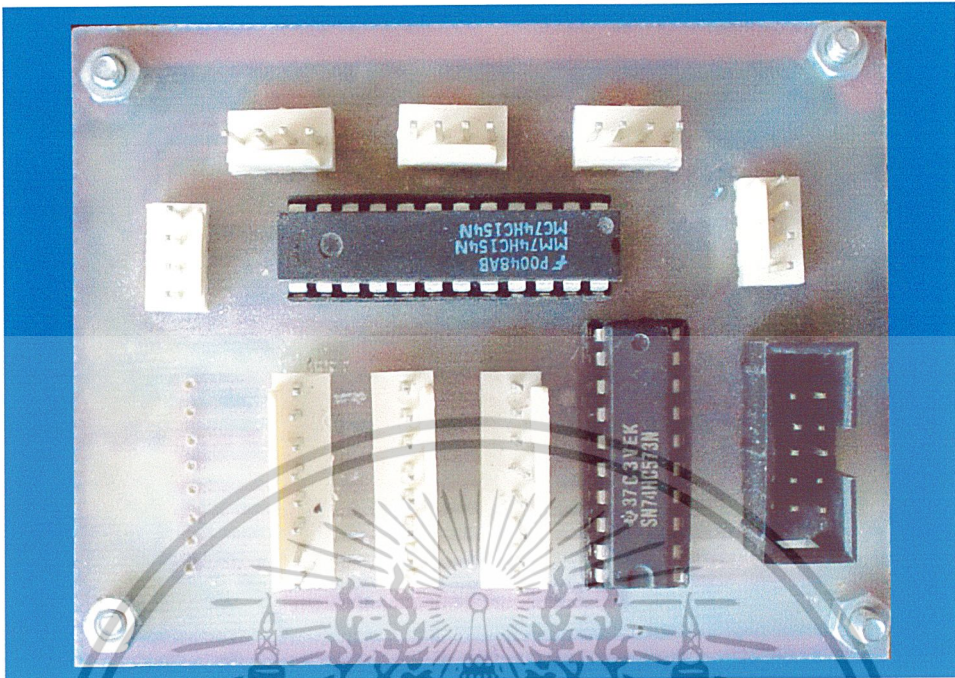


รูปที่ ก.11 วงจรตรวจับเหรียญ

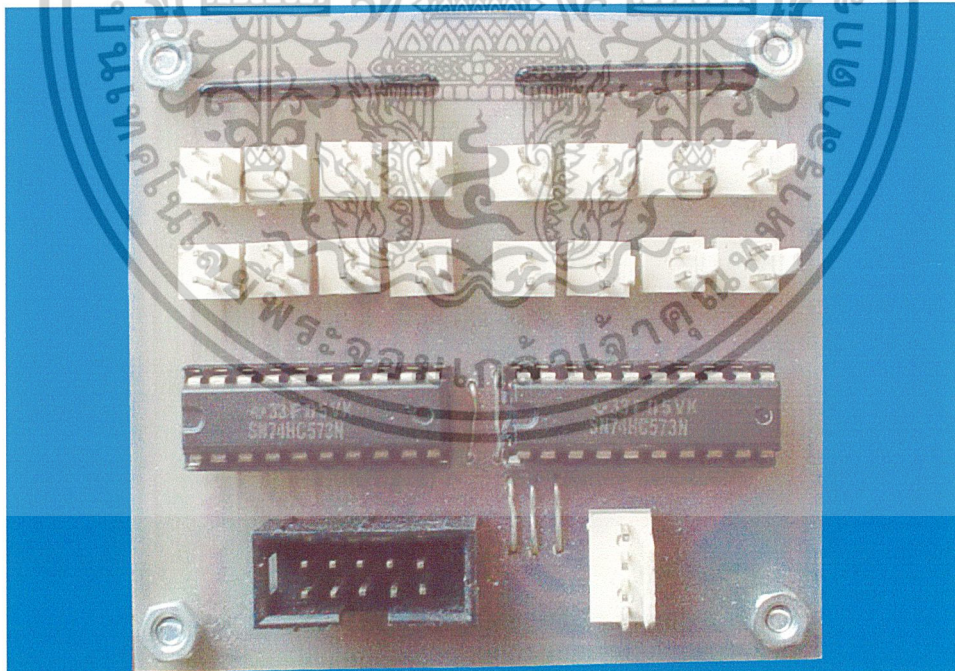


รูปที่ ก.12 วงจรควบคุมโซลินอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.13 วงจรควบคุมวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน



รูปที่ ก.14 วงจรแอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

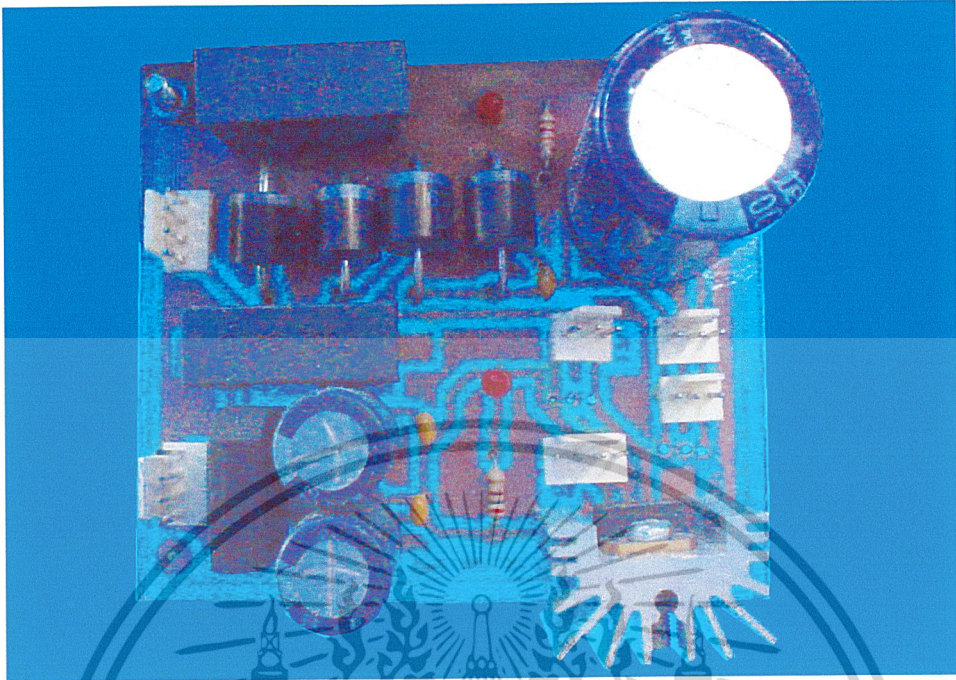


รูปที่ ก.15 วงจรสวิตช์



รูปที่ ก.16 วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



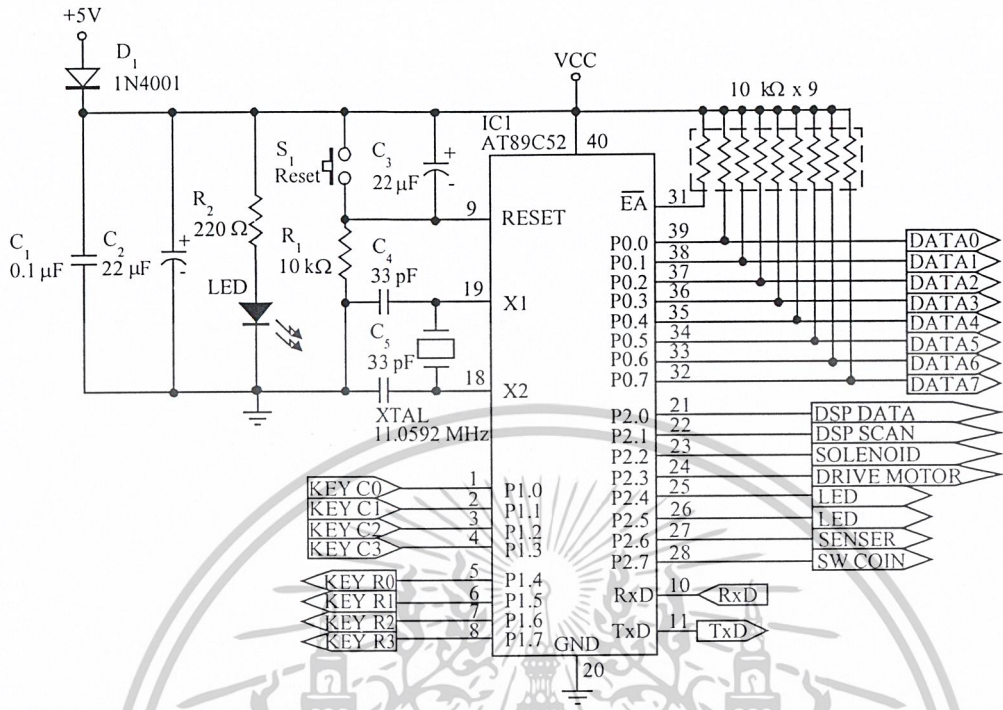
รูปที่ ก.17 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์ และ 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

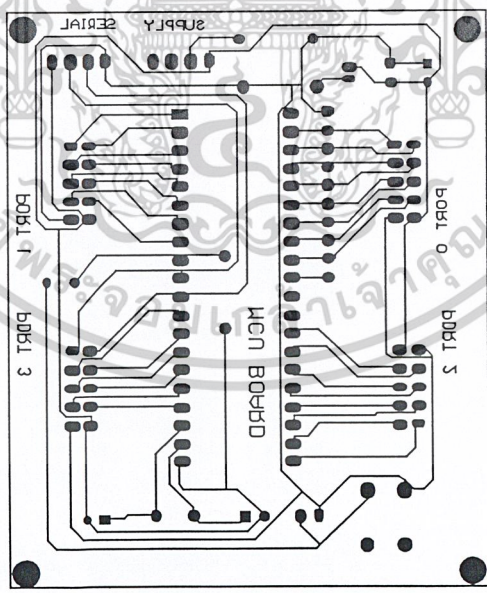


ภาคผนวก ข  
วงจรและแผนวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

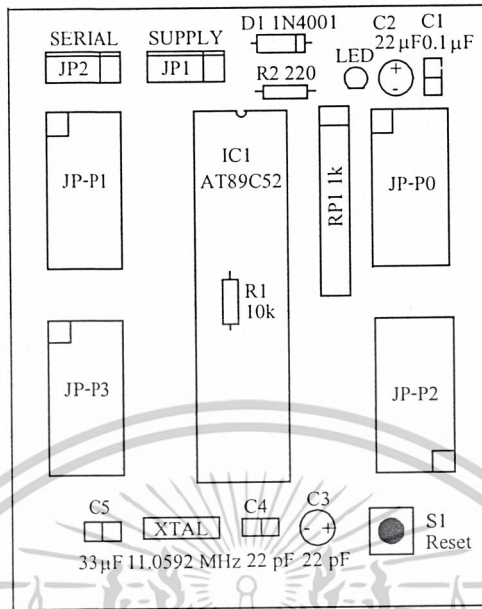


รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง

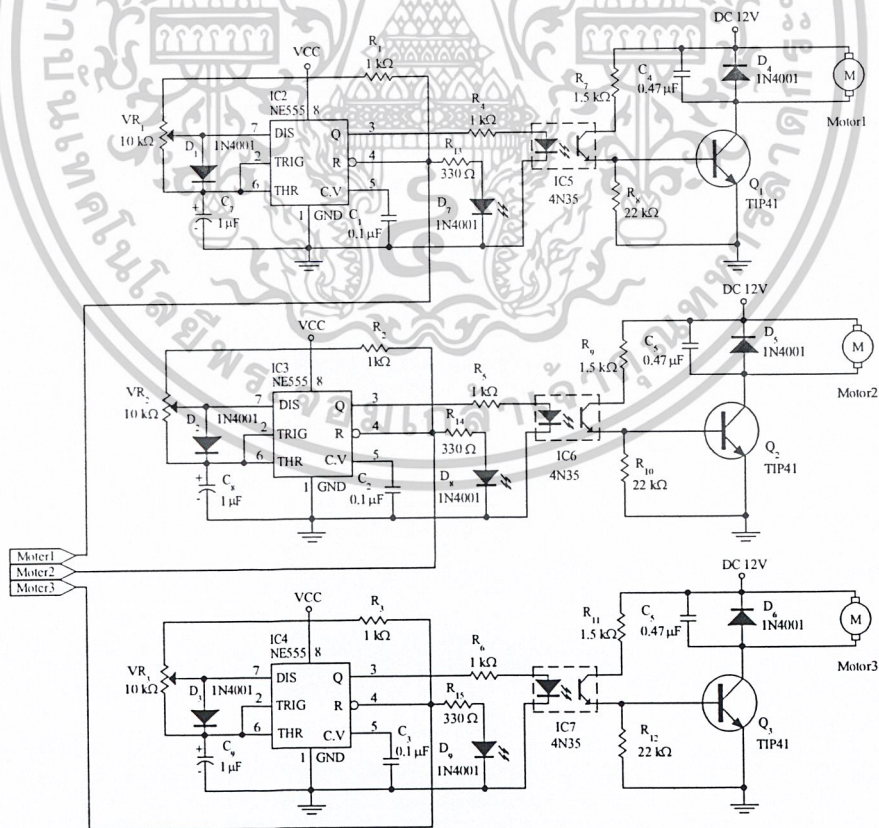


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

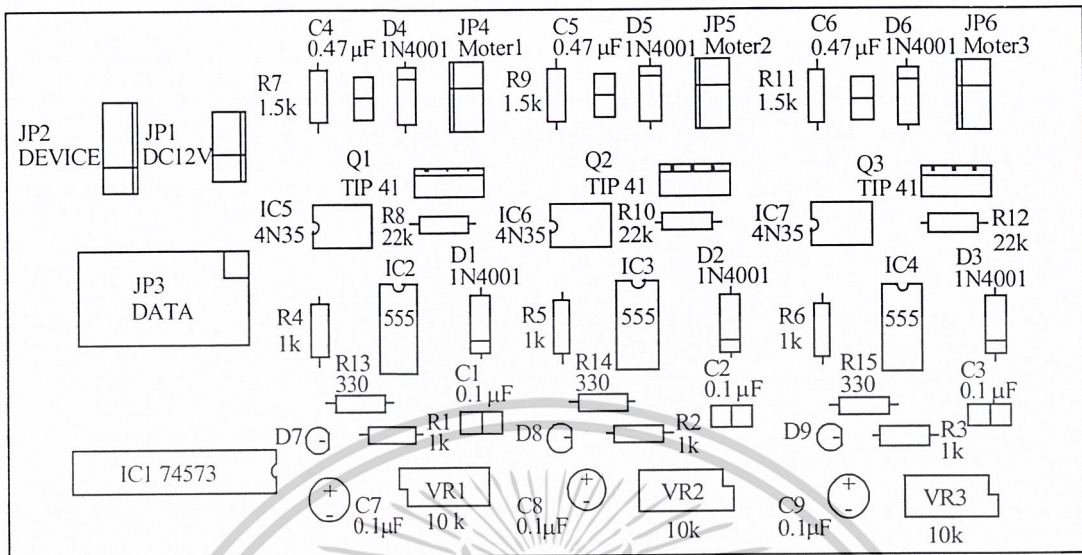


รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง

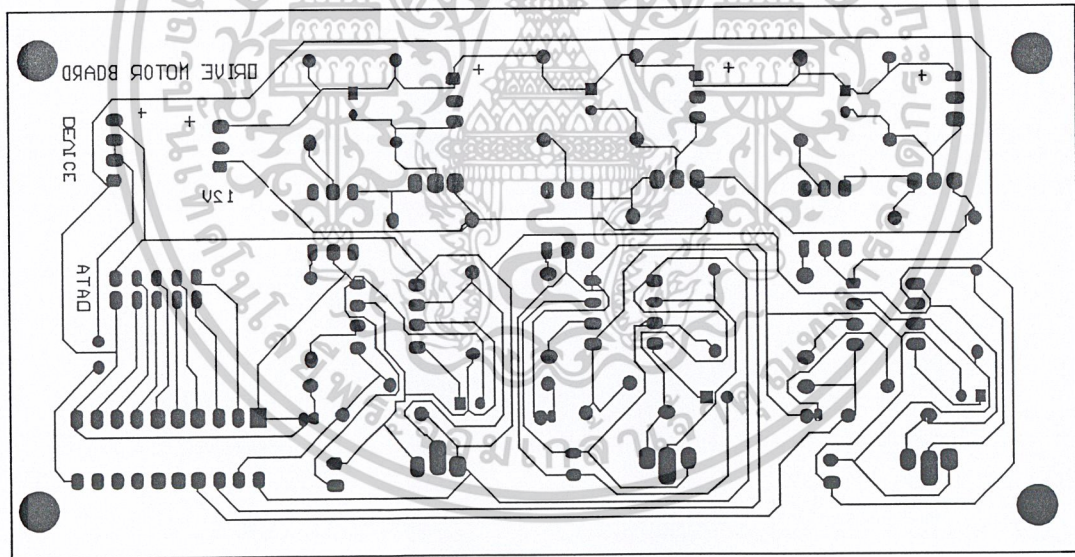


รูปที่ ข.4 วงจรควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

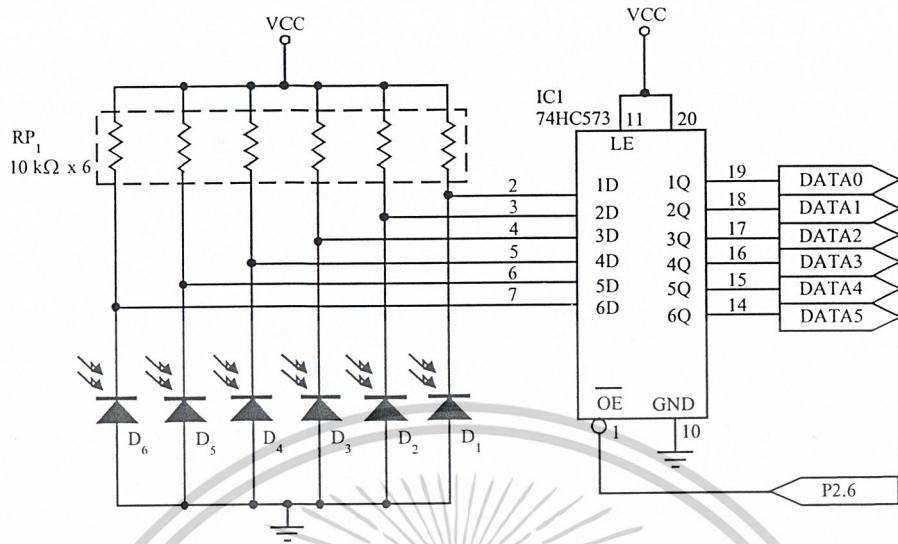


รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์

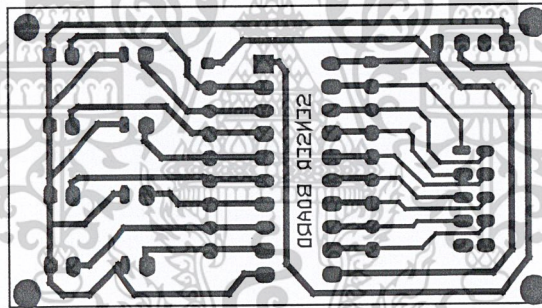


รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์

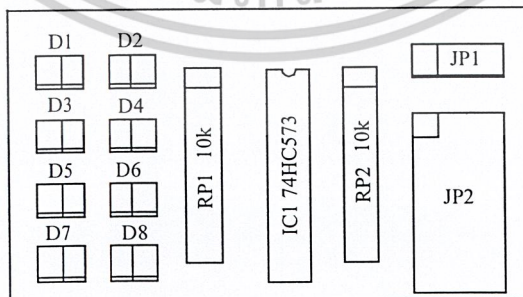
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.7 วงจรตรวจจับเหรียญ

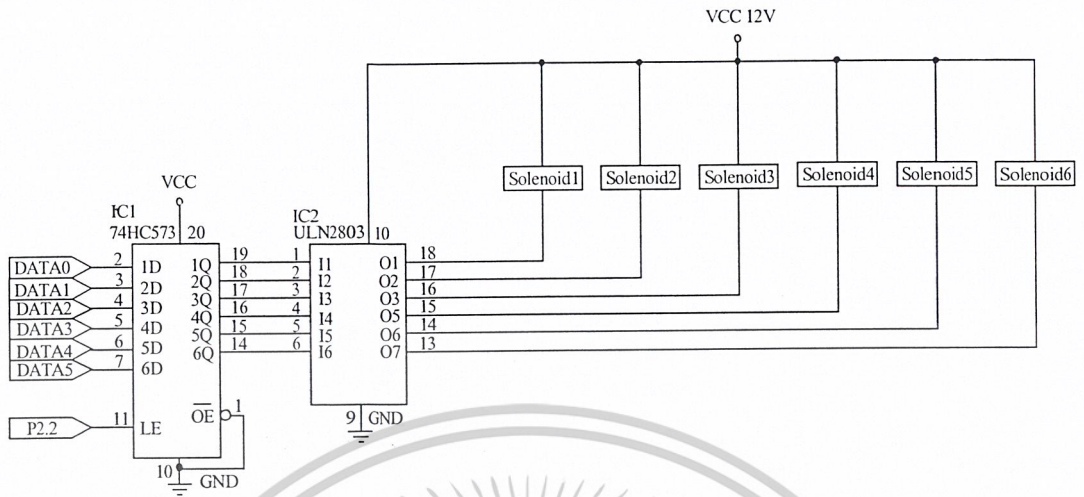


รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรตรวจจับเหรียญ

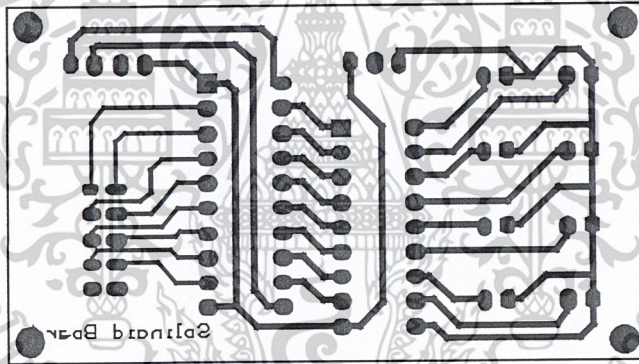


รูปที่ ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรตรวจจับเหรียญ

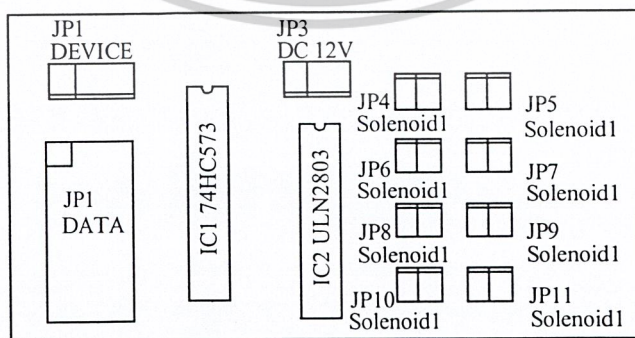
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.10 วงจรควบคุมโซลินอยด์

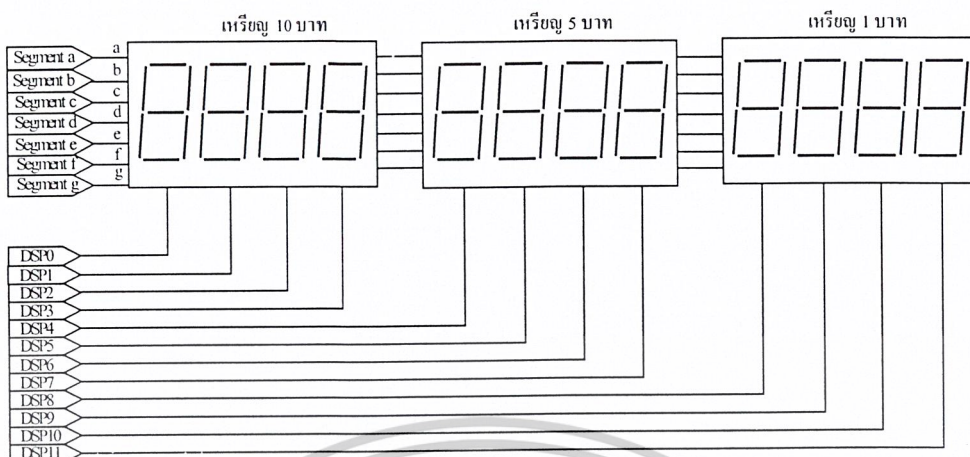


รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมโซลินอยด์

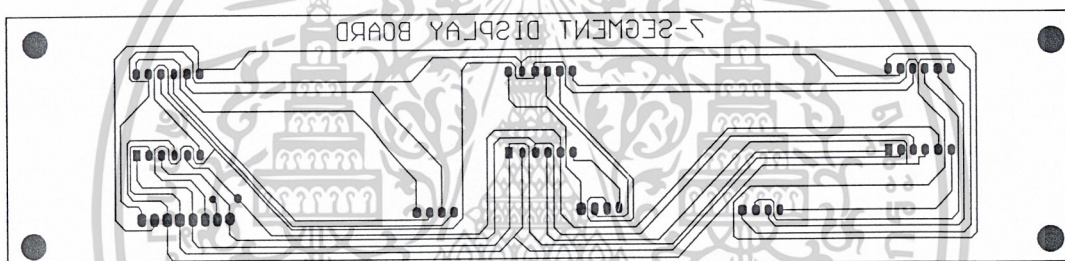


รูปที่ ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมโซลินอยด์

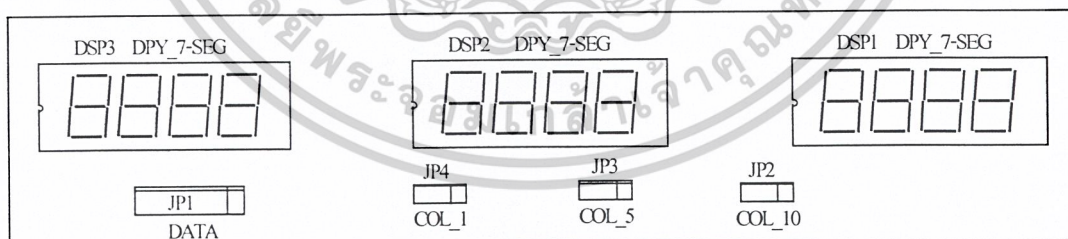
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.13 วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

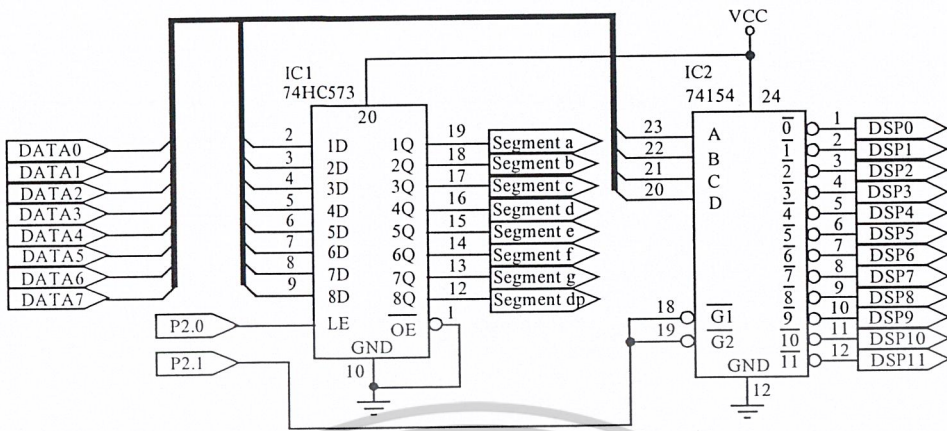


รูปที่ ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

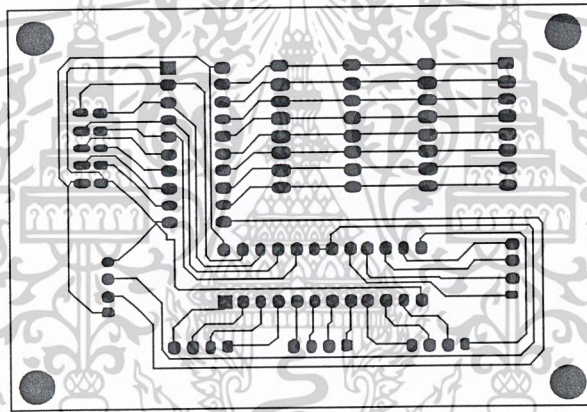


รูปที่ ข.15 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

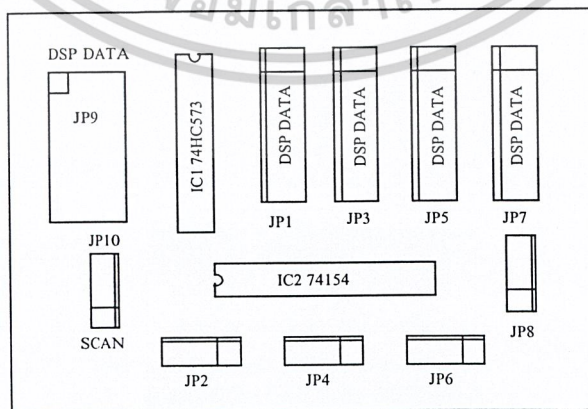
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.16 วงจรควบคุมวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

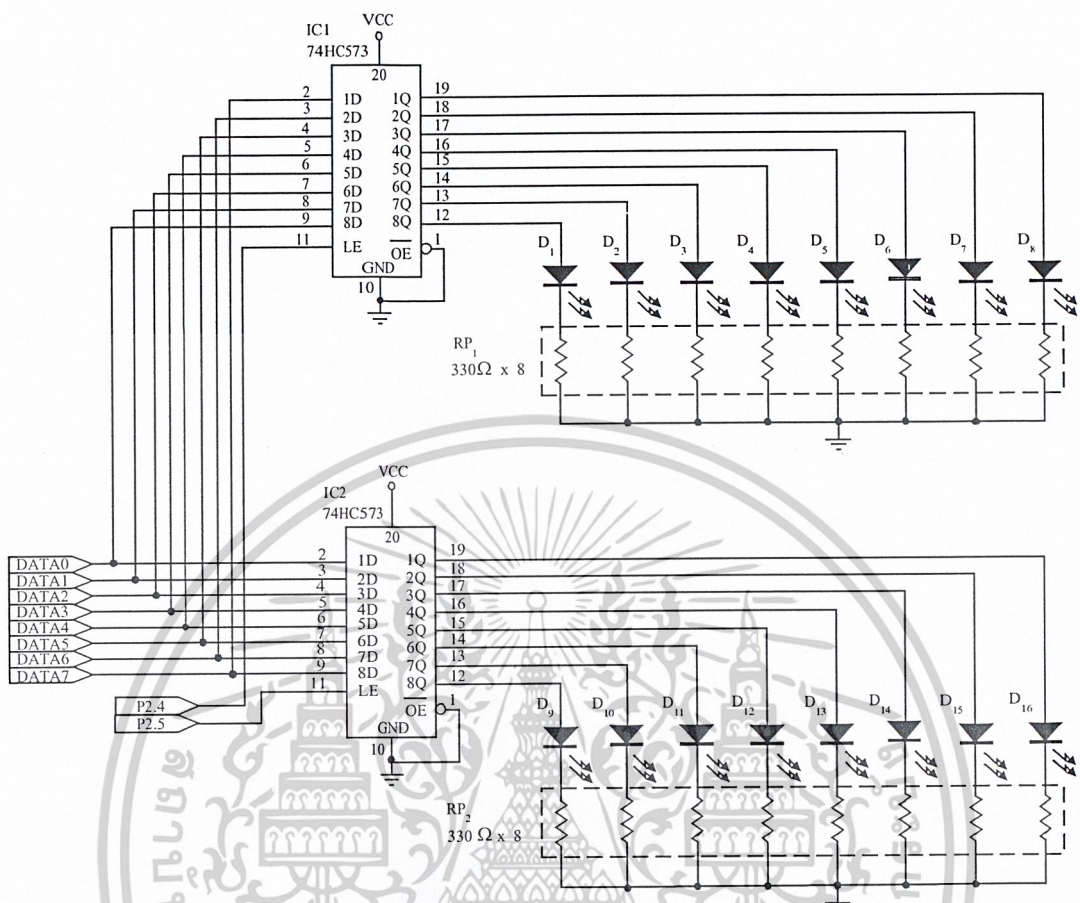


รูปที่ ข.17 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

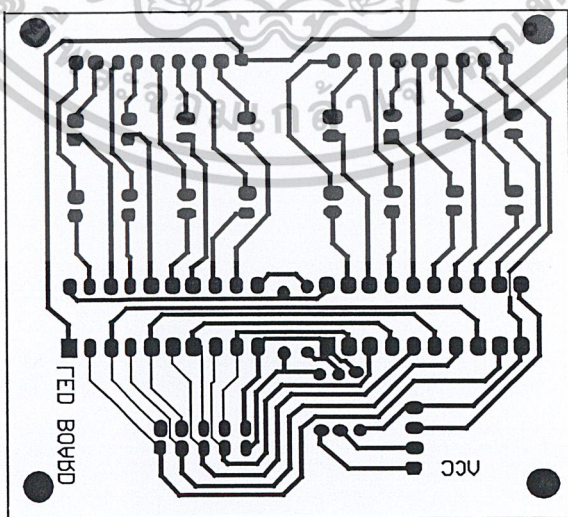


รูปที่ ข.18 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

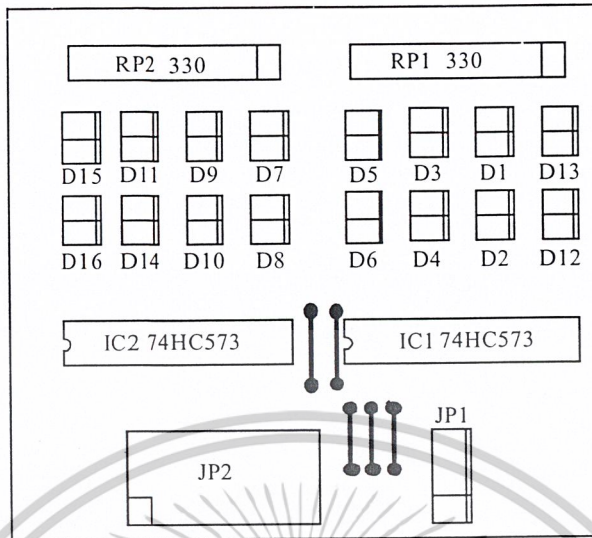


รูปที่ ข.19 วงจรแอลอีดี

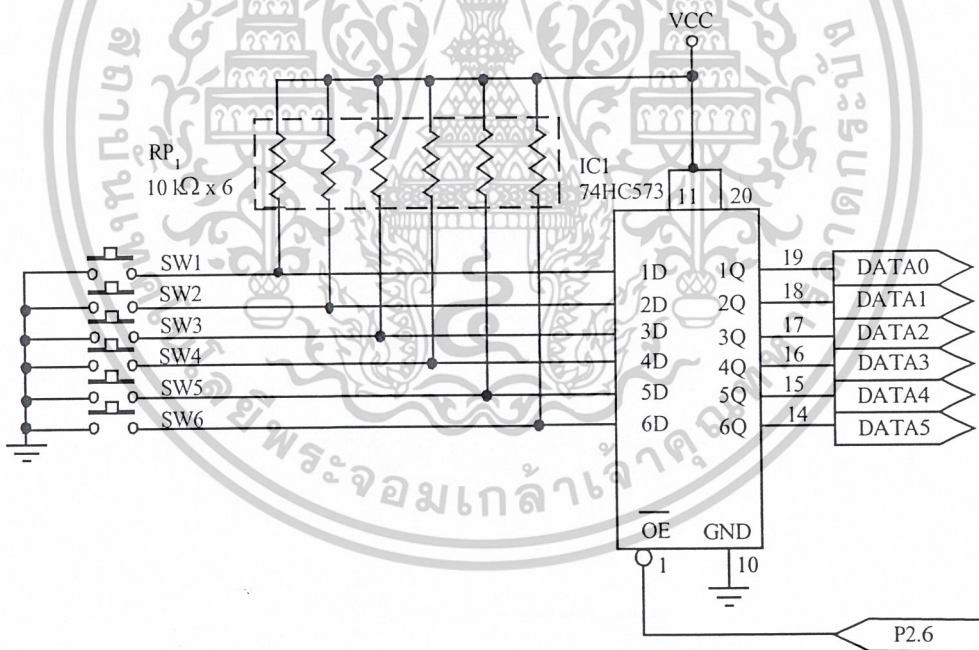


รูปที่ ข.20 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

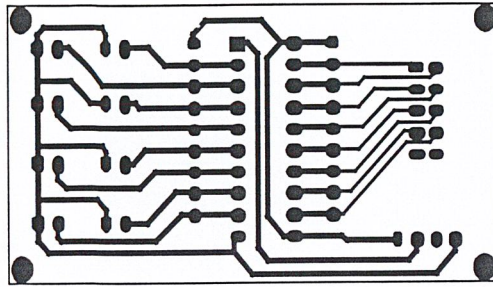


รูปที่ ข.21 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแอลอีดี

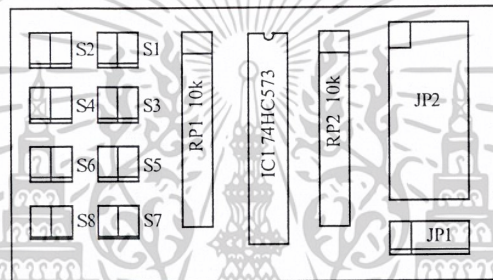


รูปที่ ข.22 วงจรสวิตช์

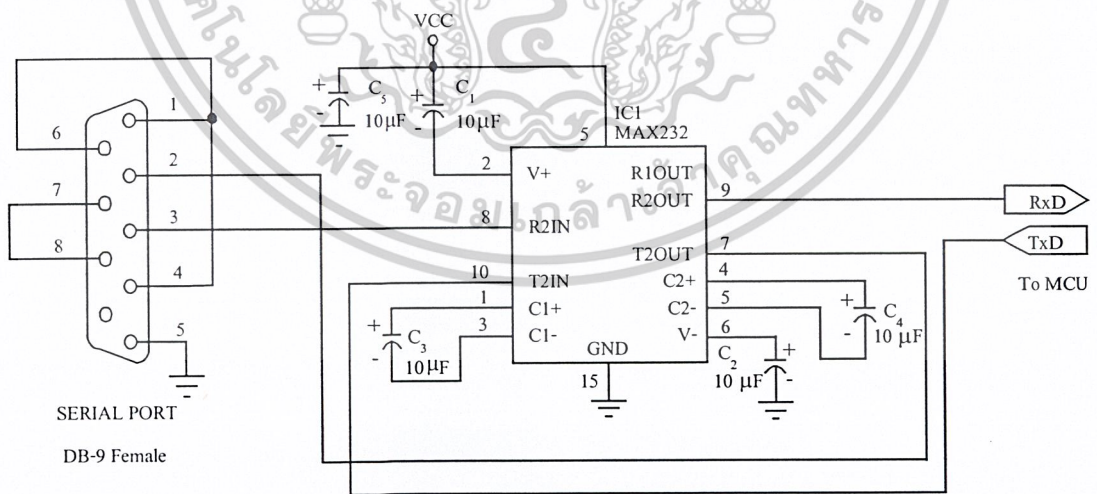
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.23 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสวิทช์

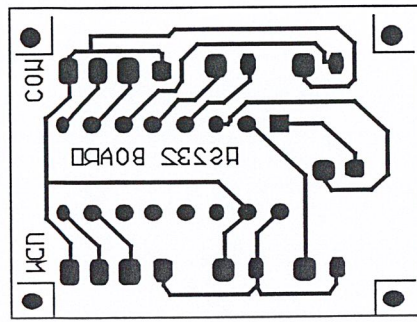


รูปที่ ข.24 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรสวิทช์

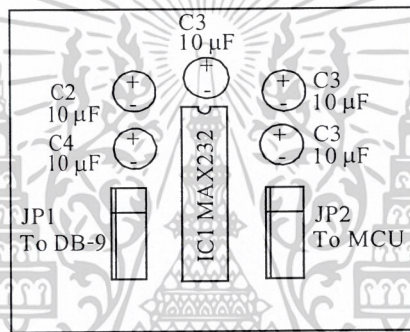


รูปที่ ข.25 วงจรเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์

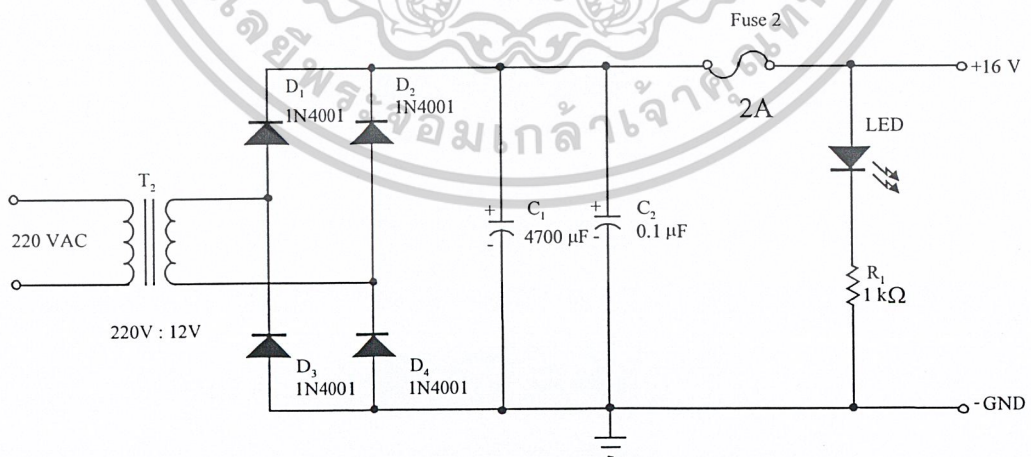
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.26 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

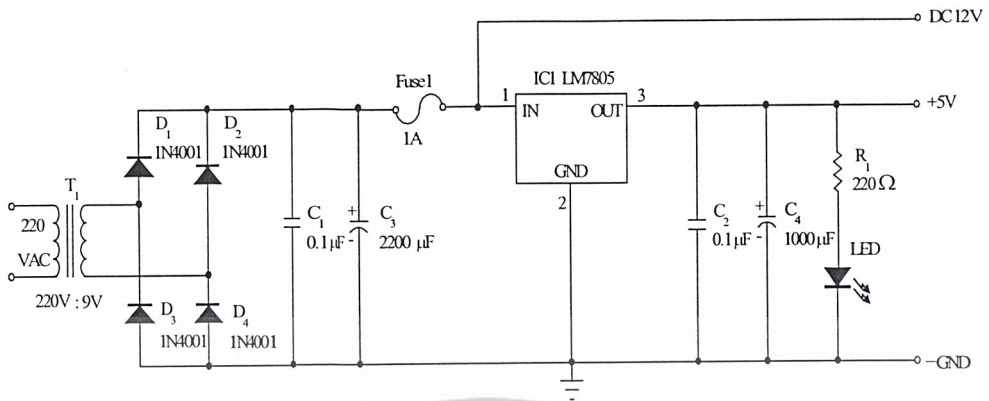


รูปที่ ข.27 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

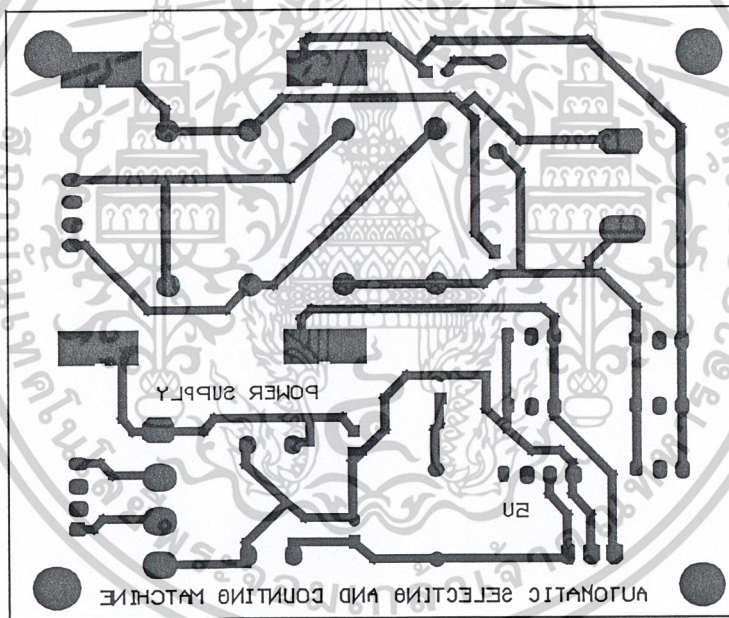


รูปที่ ข.28 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

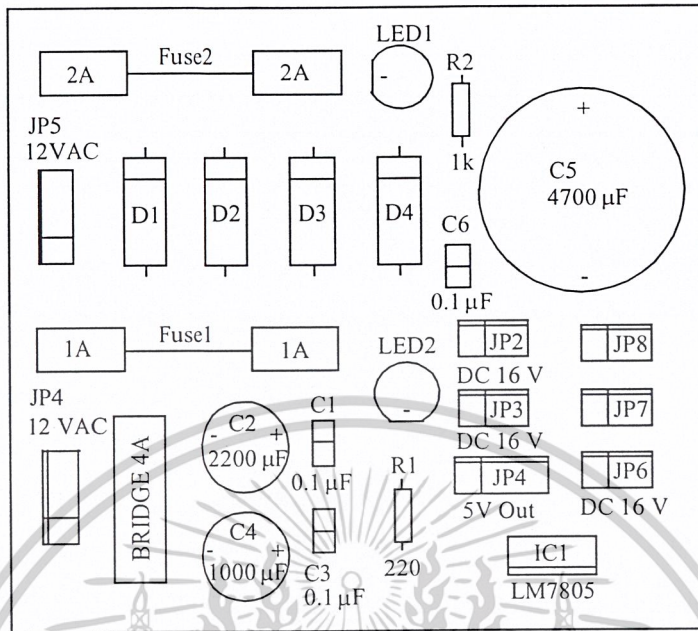


รูปที่ ข. 29 วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์



รูปที่ ข.30 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์ และ 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.31 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์ และ 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก  
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C52	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	1N4001	1 ตัว
LED	สีแดง	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	0.1 $\mu$ F 50 V	1 ตัว
C2, C3	22 $\mu$ F 50 V	2 ตัว
C4, C5	33 pF 50 V	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	10 k $\Omega$ 1/4 W 5%	1 ตัว
R2	220 $\Omega$ 1/4 W 5%	1 ตัว
RP1	1 k $\Omega$ 1/4 W 5%	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
JP1 - JP2	Socket 4 pin	1 ตัว
JP3 - JP6	IDE connector 10 pin	4 ตัว
S1	PushButton	1 ตัว
XTAL	11.0592 MHz	1 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74HC573	1 ตัว
IC2 - IC4	NE555	3 ตัว
IC5 - IC7	4N35	3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ก.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
<b>ตัวเก็บประจุ</b>		
C1 - C3	0.1 $\mu$ F 50 V	3 ตัว
C4 - C6	0.47 $\mu$ F 50 V	3 ตัว
C7 - C9	1 $\mu$ F 50 V	3 ตัว
<b>อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ</b>		
D1 - D6	1N4001	6 ตัว
Q1 - Q3	TIP41	3 ตัว
LED7 - LED9	สีแดง	3 ตัว
<b>ตัวความต้านทาน</b>		
R1 - R6	1 k $\Omega$ 1/4 W 5%	6 ตัว
R7, R9, R11	1.5 k $\Omega$ 1/4 W 5%	3 ตัว
R8, R10, R12	22 k $\Omega$ 1/4 W 5%	3 ตัว
VR1 - VR3	10 k $\Omega$ 1/4 W 5%	3 ตัว
<b>อุปกรณ์อื่นๆ</b>		
JP1, JP4 - JP6	Socket 3 pin	4 ตัว
JP2	Socket 4 pin	1 ตัว
JP3	IDE connector 10 pin	1 ตัว

## ตารางที่ ก.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับเหรียญ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
<b>วงจรรวม</b>		
IC1	74HC573	1 ตัว
<b>อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ</b>		
D1 - D6	Infrared Sensor	6 ตัว
<b>ตัวความต้านทาน</b>		
RP1 - RP2	10 k $\Omega$ 1/4 W 5%	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรตรวจจับเหรียญ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์อื่นๆ		
JP1	Socket 4 pin	1 ตัว
JP2	IDE connector 10 pin	1 ตัว
JP3 - JP8	Socket 2 pin	6 ตัว

ตารางที่ ก.4 รายการอุปกรณ์ของวงจร โซลิตินอยด์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74HC573	1 ตัว
IC2	ULN2803A	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
JP1	Socket 4 pin	1 ตัว
JP2	IDE connector 10 pin	1 ตัว
JP3	Socket 3 pin	1 ตัว
JP4 - JP9	Socket 2 pin	6 ตัว

ตารางที่ ก.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED1 - LED3	7 segment สีแดง คาโตนร่วม ขนาด 1/2 นิ้ว	3 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
JP1	Socket 8 pin	1 ตัว
JP2 - JP4	Socket 4 pin	3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก. 6 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมวงจรแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74HC573	1 ตัว
IC2	74HC154	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
JP1, JP3, JP5, JP7	Socket 8 pin	4 ตัว
JP2, JP4, JP6, JP8, JP10	Socket 4 pin	5 ตัว
JP9	IDE connector 10 pin	1 ตัว

ตารางที่ ก.7 รายการอุปกรณ์ของวงจรแอลอีดี

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74HC573	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED1 - LED16	สีแดง	16 ตัว
ตัวความต้านทาน		
RP1 - RP2	330 $\Omega$ 1/4 W 5%	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
JP1	Socket 4 pin	1 ตัว
JP2	Socket 8 pin	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 รายการอุปกรณ์ของวงจรสวิตช์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74HC573	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
RP1 - RP2	10 k $\Omega$ 1/4 W 5%	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
JP1	IDE connector 10 pin	1 ตัว
JP2	Socket 4 pin	1 ตัว
S1 - S8	PushButton	8 ตัว

ตารางที่ ค.9 รายการอุปกรณ์ของวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	MAX232	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1 - C5	10 $\mu$ F 50 V	5 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
JP1 - JP2	Socket 4 pin	2 ตัว

ตารางที่ ค.10 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1 - D4	P600K	4 ตัว
LED	สีเขียว	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.10 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 16 โวลต์

ตัวเก็บประจุ		
C1	4700 $\mu$ F 50 V	1 ตัว
C2	0.1 $\mu$ F 50 V	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	1 k $\Omega$ 1/4 W 5%	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
JP1	ขั้วต่อ	1 ตัว
JP2 - JP4	Socket 4 pin	3 ตัว
F1	ฟิวส์ 2 A	1 ตัว
T1	หม้อแปลง 220 / 12-0-12 2 A	1 ตัว

ตารางที่ ค.11 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	LM7805	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	DIODE BRIDGE 4 A	1 ตัว
LED	สีแดง	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1 - C2	0.1 $\mu$ F 50 V	2 ตัว
C3 - C4	2200 $\mu$ F 25 V	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1	220 $\Omega$ 1/4 W 5%	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.11 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายแรงดัน 5 โวลต์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์อื่นๆ		
JP1	ขั้วต่อ	1 ตัว
JP2	Socket 4 pin	1 ตัว
F1	ฟิวส์ 1 A	1 ตัว
T1	หม้อแปลง 220 V / 9 V 1 A	1 ตัว

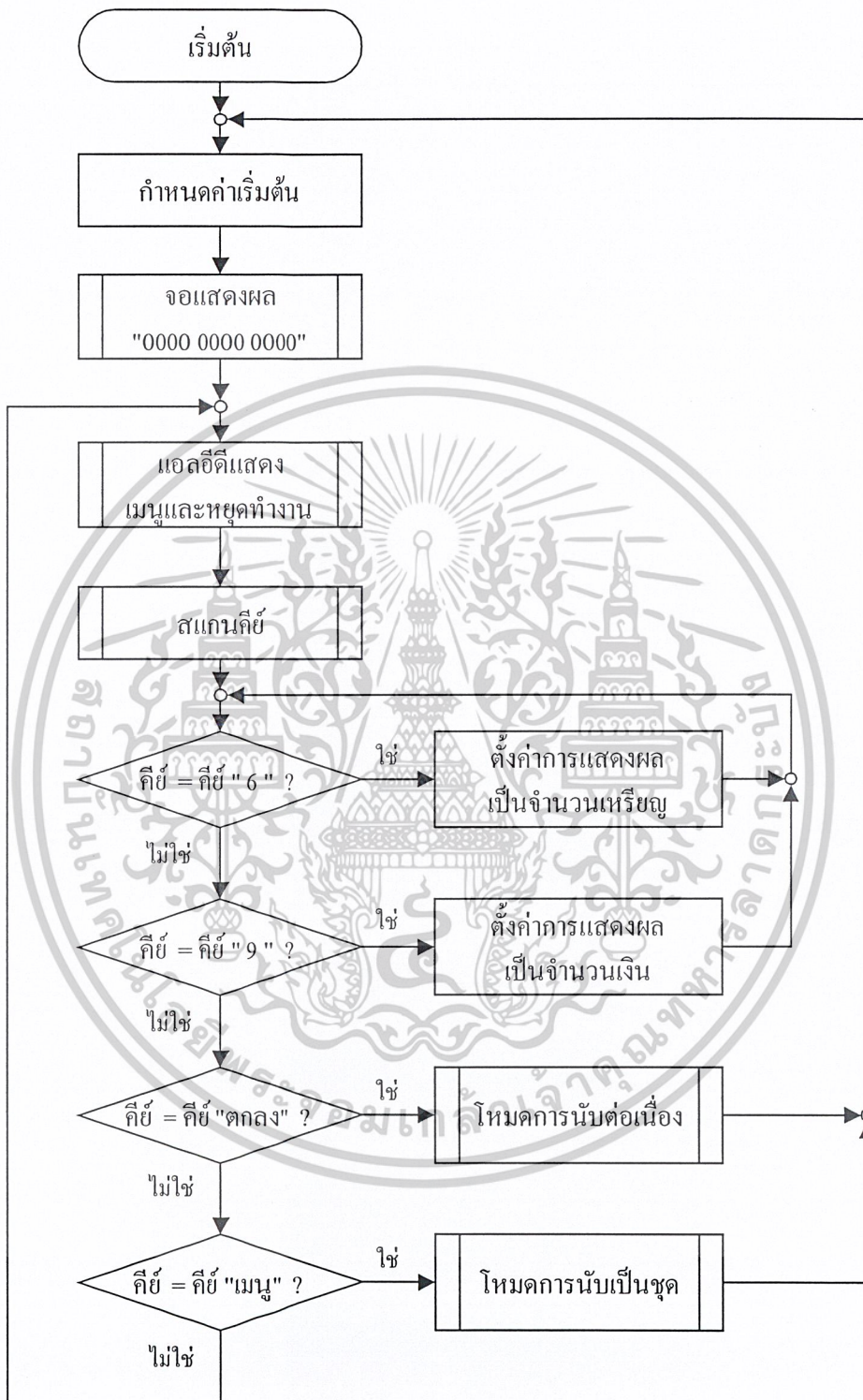


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง  
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

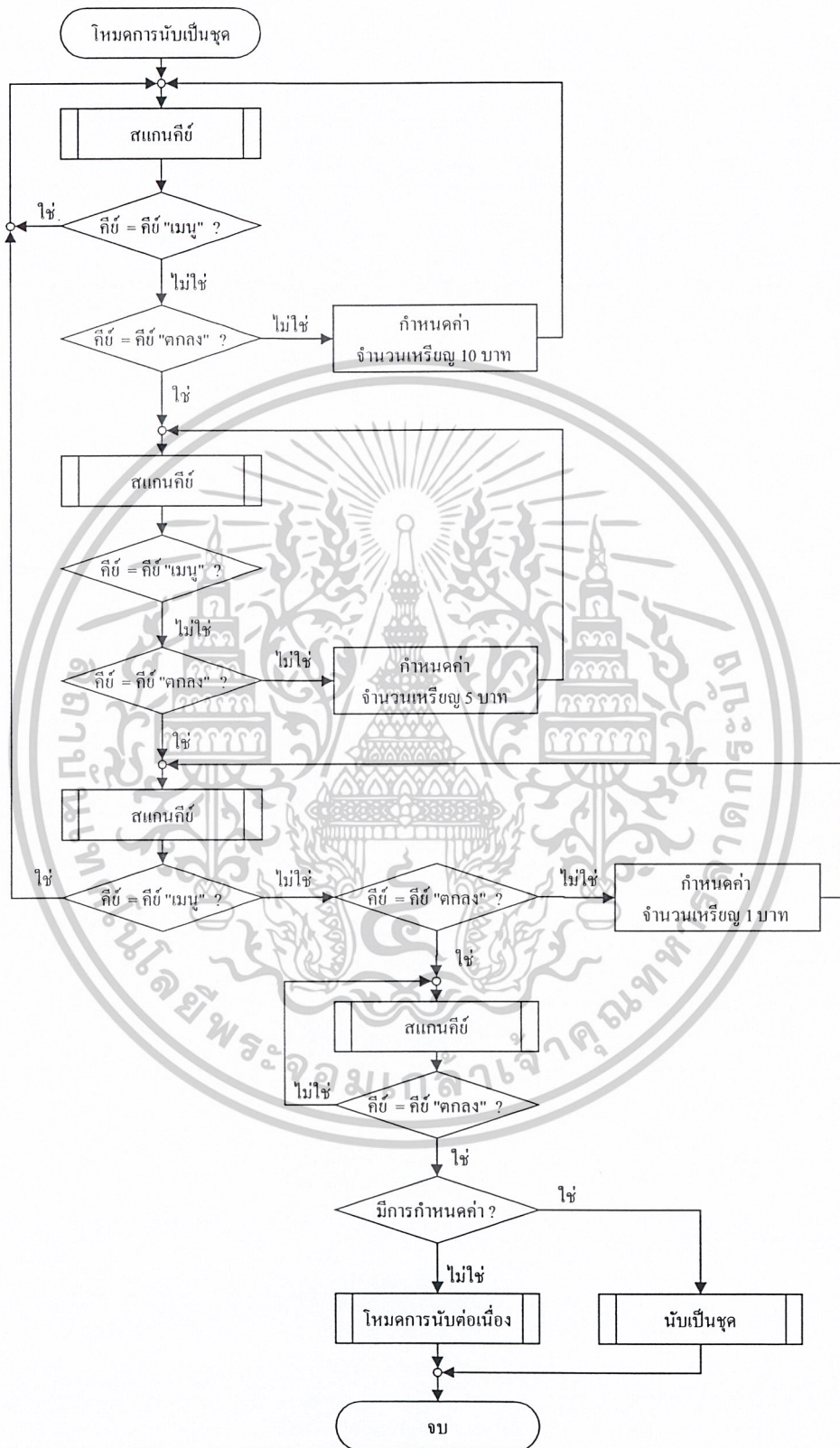
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 ผังงาน โปรแกรมการทำงานของเครื่อง

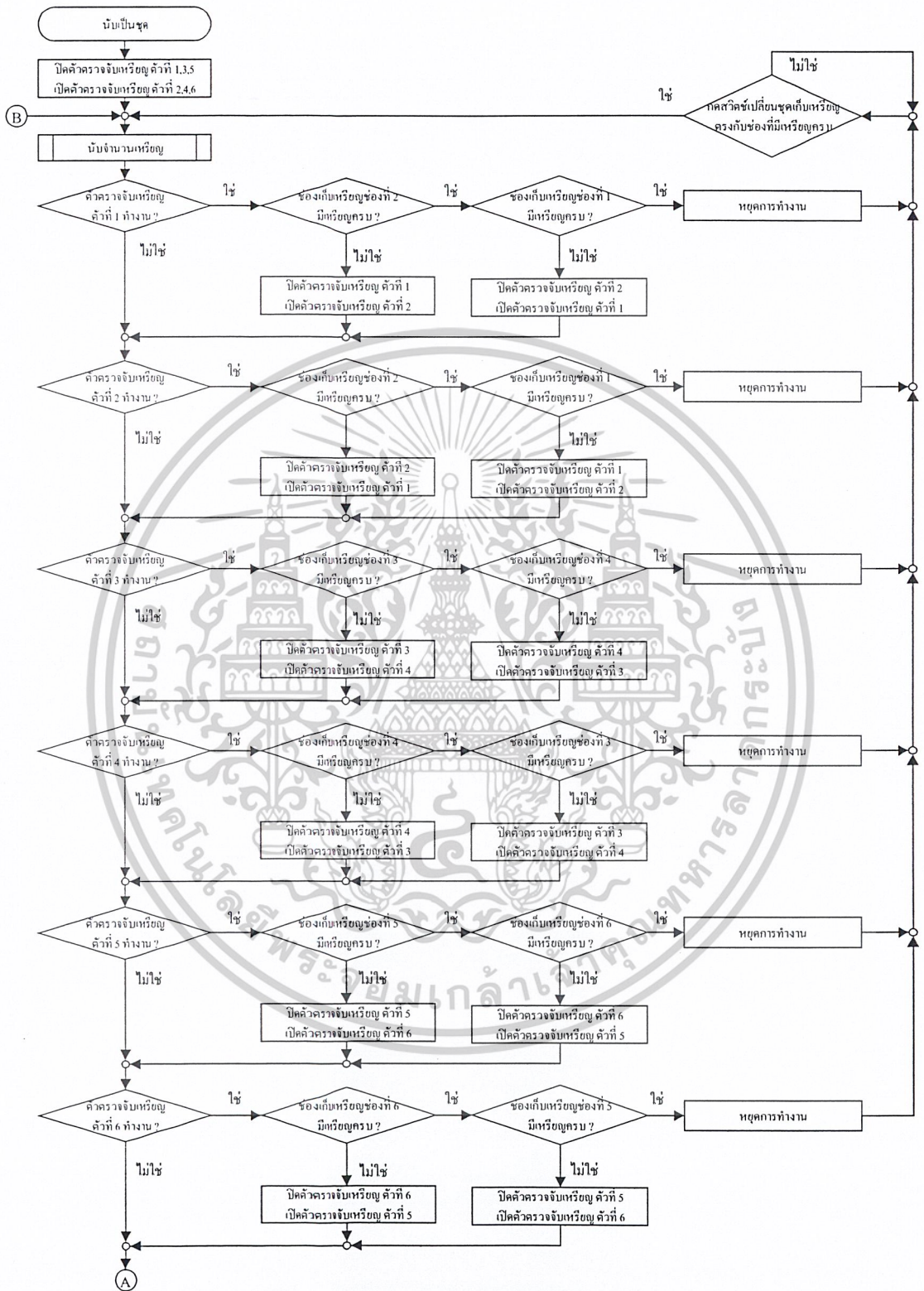
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ ง.3 ผังงานโปรแกรมโหมคการนับแบบเป็นชุด

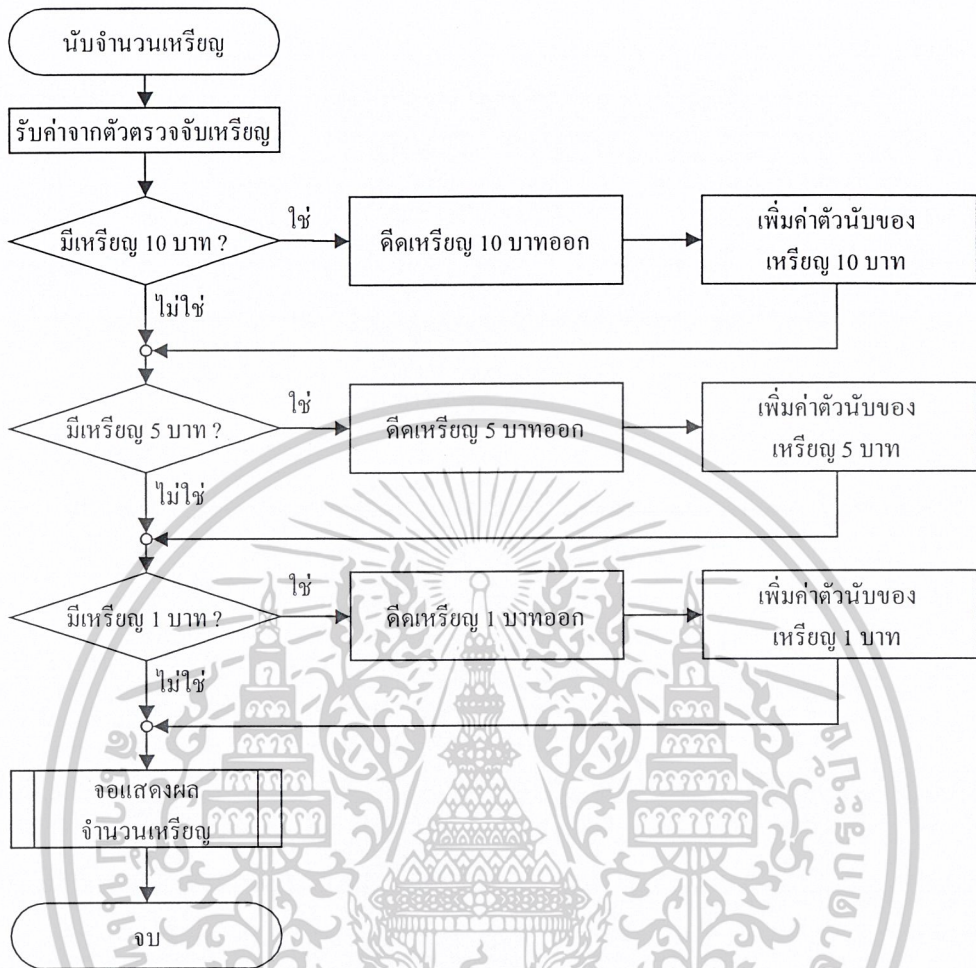
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



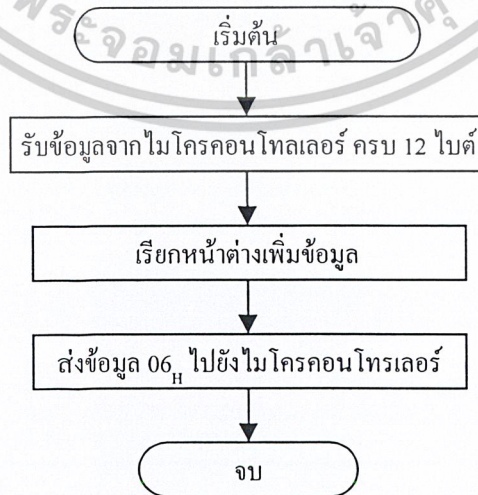
รูปที่ ง.4 ฟังงาน โปรแกรมการนับแบบเป็นชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



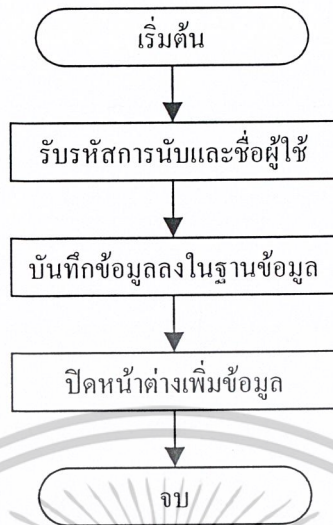


รูปที่ ๓.๕ ฟังก์ชัน โปรแกรมการนับแบบจำนวนเหรียญ

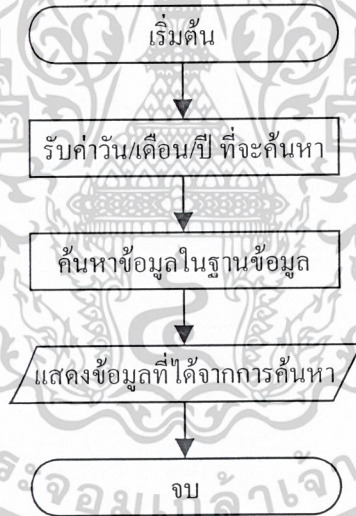


รูปที่ ๓.๖ การทำงานของโปรแกรมเมื่อเริ่มเปิดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเชิงพาณิชย์เท่านั้น มิอนุญาตให้ผู้อื่นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๗.๗ การทำงานของโปรแกรมในการบันทึกข้อมูล



รูปที่ ๗.๘ การทำงานของโปรแกรมในการค้นหาข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่อง

```

; Pichaya Thangsi + Apisak Odom.
; ควบคุมการทำงานของทั้งแมคมี เบนูการตั้งค่าเหรียญ + รับค่าจำนวนเหรียญทาง p1 MATRIX_4*3
; P2.0 DATA 0-9999 7-SEG
; P2.1 DECODE 7-SEG
; P2.2 SOLENOID
; P2.3 MORTOR
; P2.5 LED FULL COIN
; P2.4 LED MANU
; P2.6 SENSER
; P2.7 SW_COIN
REP_A3 EQU 1CH
REP_A2 EQU 1DH
REP_A1 EQU 1EH
REP_COIN_1 EQU 1FH
REP_B3 EQU 20H
REP_B2 EQU 21H
REP_B1 EQU 22H
REP_COIN_5 EQU 23H
REP_C3 EQU 24H
REP_C2 EQU 25H
REP_C1 EQU 26H
REP_COIN_10 EQU 27H
C3 EQU 28H
C2 EQU 29H
C1 EQU 2AH
COIN_10 EQU 2BH
COIN_5 EQU 2CH
B1 EQU 2DH
B2 EQU 2EH
B3 EQU 2FH
COIN_1 EQU 30H
A1 EQU 31H
A2 EQU 32H
A3 EQU 33H
DSP0 EQU 34H
DSP1 EQU 35H
DSP2 EQU 36H
DSP3 EQU 37H
DSP4 EQU 38H
DSP5 EQU 39H
DSP6 EQU 3AH
DSP7 EQU 3BH
DSP8 EQU 3CH
DSP9 EQU 3DH
DSP10 EQU 3EH
DSP11 EQU 3FH
OFF_SHOW EQU 40H ; ใช้ในการกะทริบ
OFF_SHOW1 EQU 41H ; ให้เหรียญ 1 บาทคืบ
OFF_SHOW5 EQU 42H ; ให้เหรียญ 5 บาทคืบ
OFF_SHOW10 EQU 43H ; ให้เหรียญ 10 บาทคืบ
S1 EQU 44H
S2 EQU 45H
S3 EQU 46H
S4 EQU 47H
S5 EQU 48H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S6	EQU	49H
SC1	EQU	4AH
SC3	EQU	4BH
SC5	EQU	4CH
COIN_FINIS1	EQU	4DH
COIN_FINIS2	EQU	4EH
COIN_FINIS3	EQU	4FH
COIN_FINIS4	EQU	50H
COIN_FINIS5	EQU	51H
COIN_FINIS6	EQU	52H
KE1	EQU	53H
KE2	EQU	54H
KE3	EQU	55H
KE4	EQU	56H
KE5	EQU	57H
KE6	EQU	58H
DATA_KEY	EQU	59H
ENTER	EQU	5AH
NKEY	EQU	5BH
CHAK_INKEY	EQU	5CH
CHAK_SW	EQU	5DH
M1	EQU	5EH
SELAK_COIN	EQU	5FH
LNAN	EQU	60H ; ใช้ในการเลือกจำนวนเงิน+ เหรียญ
LNAN1	EQU	61H
LNAN5	EQU	62H
O1	EQU	63H
O10	EQU	64H
O100	EQU	65H
O1000	EQU	66H
FIVE1	EQU	67H
FIVE10	EQU	68H
FIVE100	EQU	69H
FIVE1000	EQU	6AH
TEN1	EQU	6BH
TEN10	EQU	6CH
TEN100	EQU	6DH
TEN1000	EQU	6EH
LED_M1	EQU	6FH
LED_M2	EQU	70H
;LED_M3	EQU	71H
LED_M4	EQU	72H
LED_M6	EQU	73H
;LED_M5	EQU	74H
LED_M7	EQU	75H
LED_M8	EQU	76H
BEEP_OFF	EQU	77H
BEEP_ON	EQU	78H
BEEP	EQU	79H
COUNT_T0	EQU	7AH
WAIT_MOTOR	EQU	7BH
WAIT_MOTOR2	EQU	7CH
DATA_RESET	EQU	7DH
	ORG	0000H
START:	MOV	COUNT_T0, #0H
	MOV	KE1, #0H
	MOV	KE2, #0H
	MOV	KE3, #0H ; CLR DATA SENSER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับงานของทางบริษัทฯ เป็นที่ ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV KE4,#0H
MOV KE5,#0H
MOV KE6,#0H
MOV S1,#00H
MOV S2,#00H
MOV S3,#00H
MOV S4,#00H
MOV S5,#00H
MOV S6,#00H
MOV COIN_FINIS1,#00H
MOV COIN_FINIS2,#00H
MOV COIN_FINIS3,#00H
MOV COIN_FINIS4,#00H
MOV COIN_FINIS5,#00H
MOV COIN_FINIS6,#00H
MOV SC1,#00H
MOV SC3,#00H
MOV SC5,#00H
MOV M1,#00H
MOV OFF_SHOW,#00H ;กำหนดให้ 7-SEG ติดหรือดับ
MOV CHAK_SW,#00H
MOV CHAK_INKEY,#00H
MOV SELAK_COIN,#00H
MOV OFF_SHOW1,#00H
MOV OFF_SHOW5,#00H
MOV OFF_SHOW10,#00H
MOV DATA_KEY,#00H
MOV ENTER,#00H
MOV LNaN,#0FFH ;เลือกจำนวนเงินหรือจำนวนเหรียญ
MOV LNaN1,#01H
MOV LNaN5,#01H
MOV LED_M1,#0H ;แสดงผลหน้าเมนู
MOV LED_M2,#02H ;แสดงผลการนับค้อนเนื่อง
MOV LED_M4,#08H ;แสดงผลจำนวนเงินหรือจำนวนเหรียญ
MOV LED_M6,#0H ;แสดงว่ามีข้อมูลจำนวนเหรียญ
MOV LED_M7,#0H ;แสดงผลเมื่อเหรียญหมด
MOV LED_M8,#0H ;แสดงผลเมื่อเครื่องหยุด
MOV BEEP_ON,#00H
MOV BEEP_OFF,#01H
MOV WAIT_MOTOR2,#0CH
MOV DATA_RESET,#00H
ACALL DIS_CON1
ACALL DIS_CON5
ACALL DIS_CON10
ACALL CLR_DATA_SERIAL
CLR TRO
ACALL START_T0
START2: ACALL CLR_HARDWARE
;
-----
MAIN: ACALL KEYIN ; สแกนคีย์ 4*3
MOV LED_M1,#01H
MOV LED_M8,#80H
LJMP CHAK_DATA ; ตรวจสอบว่าคืออะไร
RETRUN: ACALL DISPLAY
ACALL SELAK_MANU ;เลือกว่าจะตั้งจำนวนเหรียญ หลีกใด

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับควรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ACALL LED_MANU
ACALL MEMORY
ACALL LED ; หน่วยงาน การกดคีย์ + แสดงผล +BEEP
AJMP MAIN
MAIN_2: CALL LED ; แสดงเมื่อ เหรียญครบจำนวน+BEEP
CALL LED_MANU ; แสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
AJMP KEYIN_2
MAIN2_STOP: CALL SENSER ; ตรวจสอบว่ามีเหรียญใด + นับจำนวน + ตั้งงานโซลีนอยด์ + แสดงผล
CALL SW_CON ; สวิตซ์การเคลีย เหรียญครบจำนวน
CALL MOTOR ; เปิดมอเตอร์
SETB P3.7
JB P3.7,CHE_DATA_RESET
ACALL CLR_DATA_SERIAL
CHE_DATA_RESET:CALL CHEK_DATA_SERIAL
MOV A,LED_M6
CJNE A,#0H,MAIN_2
MOV A,DATA_RESET ; ตรวจสอบเมื่อเหรียญครบจำนวนแล้วให้ทำการรีเซ็ต
CJNE A,#0FH,MAIN_2
AJMP START
;----- END MAIN -----
; *****
START_T0: MOV TMOD,#01H ; SET T0
MOV TH0,#04H ; 70 ms
MOV TLO,#00H
RET
;----- โปรแกรมย่อยเสียงเตือน -----
BEEPP: MOV R0,#01
BEEP2: MOV BEEP,#80H
ACALL LED
CALL DELAY
DJNZ R0,BEEP2
MOV BEEP,#00H
ACALL LED
RET
;----- เลือกว่าจะดังกี่ปีกี่ครั้ง -----
SELAK_MANU: MOV A,SELAK_COIN
CJNE A,#01H,SELAK_COIN5
MOV OFF_SHOW1,#00H
MOV OFF_SHOW5,#0FH
MOV OFF_SHOW10,#0FH
ACALL MANU_1
SELAK_COIN5:MOV A,SELAK_COIN
CJNE A,#02H,SELAK_COIN10
MOV OFF_SHOW1,#0FH
MOV OFF_SHOW5,#00H
MOV OFF_SHOW10,#0FH
ACALL MANU_2
SELAK_COIN10:MOV A,SELAK_COIN
CJNE A,#03H,NEXT
MOV OFF_SHOW1,#0FH
MOV OFF_SHOW5,#0FH
MOV OFF_SHOW10,#00H
ACALL MANU_3
NEXT: MOV DATA_KEY,#0H
RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;-----โปรแกรมที่ใช้ในการรับค่าจำนวนเหรียญ + เงิน - ในเหรียญ 10 บาท-----
MANU_1:    MOV    A,CHAK_SW
           CJNE   A,CHAK_INKEY,LAK0 ; ตรวจสอบว่าเป็นการกดคีย์ครั้งแรกหรือไม่
           RET
LAK0:      MOV    A,CHAK_INKEY
           CJNE   A,M1,LAK1 ; ตรวจสอบการกดเหรียญ
           ACALL  DIS_CON1
LAK1:      MOV    A,CHAK_INKEY
           MOV    CHAK_SW,CHAK_INKEY
           CJNE   A,#01H,LAK10 ; ตรวจสอบ ถ้าเป็นการกดคีย์ครั้งแรก
           MOV    COIN_1,DATA_KEY
           MOV    LED_M2,#04H
           MOV    M1,#01H
           RET
LAK10:     CJNE   A,#02H,LAK100 ; ตรวจสอบ ถ้าเป็นการกดคีย์ครั้งที่ 2
           MOV    A1,COIN_1
           MOV    COIN_1,DATA_KEY
           RET
LAK100:    CJNE   A,#03H,LAK1000
           MOV    A2,A1
           MOV    A1,COIN_1
           MOV    COIN_1,DATA_KEY
           RET
LAK1000:   CJNE   A,#04H,NO_INKEY
           MOV    A3,A2
           MOV    A2,A1
           MOV    A1,COIN_1
           MOV    COIN_1,DATA_KEY
           MOV    CHAK_INKEY,#00H
NO_INKEY:  RET
;-----โปรแกรมที่ใช้ในการรับค่าจำนวนเหรียญ + เงิน - ในเหรียญ 5 บาท-----
MANU_2:    MOV    A,CHAK_SW
           CJNE   A,CHAK_INKEY,LAK_F0 ; ตรวจสอบว่าเป็นการกดคีย์ครั้งแรกหรือไม่
           RET
LAK_F0:    MOV    A,CHAK_INKEY
           CJNE   A,M1,LAK_F1 ; ตรวจสอบการกดเหรียญ
           ACALL  DIS_CON5
LAK_F1:    MOV    A,CHAK_INKEY
           MOV    CHAK_SW,CHAK_INKEY
           CJNE   A,#01H,LAK_F10 ; ตรวจสอบ ถ้าเป็นการกดคีย์ครั้งแรก
           MOV    COIN_5,DATA_KEY
           MOV    LED_M2,#04H
           MOV    M1,#01H
           RET
LAK_F10:   CJNE   A,#02H,LAK_F100 ; ตรวจสอบ ถ้าเป็นการกดคีย์ครั้งที่ 2
           MOV    B1,COIN_5
           MOV    COIN_5,DATA_KEY
           RET
LAK_F100:  CJNE   A,#03H,LAK_F1000
           MOV    B2,B1
           MOV    B1,COIN_5
           MOV    COIN_5,DATA_KEY
           RET
LAK_F1000: CJNE   A,#04H,NO_INKEY

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV B3, B2
MOV B2, B1
MOV B1, COIN_5
MOV COIN_5, DATA_KEY
MOV CHAK_INKEY, #00H
RET
; ----- โปรแกรมที่ใช้ในการรับค่าจำนวนเหรียญ + เงิน - ในเหรียญ 1 บาท -----
MANU_3: MOV A, CHAK_SW
CJNE A, CHAK_INKEY, LAK_T0 ; ตรวจสอบว่าเป็นการกดคีย์ครั้งแรกหรือไม่
RET
LAK_T0: MOV A, CHAK_INKEY
CJNE A, M1, LAK_T1 ; ตรวจสอบการเคลียหน้าจอ
ACALL DIS_CON10
LAK_T1: MOV A, CHAK_INKEY
MOV CHAK_SW, CHAK_INKEY
CJNE A, #01H, LAK_T10 ; ตรวจสอบ ถ้าเป็นการกดคีย์ครั้งแรก
MOV COIN_10, DATA_KEY
MOV LED_M2, #04H
MOV M1, #01H
RET
LAK_T10: CJNE A, #02H, LAK_T100 ; ตรวจสอบ ถ้าเป็นการกดคีย์ครั้งที่ 2
MOV C1, COIN_10
MOV COIN_10, DATA_KEY
RET
LAK_T100: CJNE A, #03H, LAK_T1000
MOV C2, C1
MOV C1, COIN_10
MOV COIN_10, DATA_KEY
RET
LAK_T1000: CJNE A, #04H, NO_EXIT
MOV C3, C2
MOV C2, C1
MOV C1, COIN_10
MOV COIN_10, DATA_KEY
MOV CHAK_INKEY, #00H
NO_EXIT: RET
; ----- การทำงานของมอเตอร์ -----
MOTOR: MOV LED_M8, #00H ; ไฟแสดงผลดับเมื่อเครื่องทำงาน
MOV P0, #0FFH
CLR P2.7
JB P0.6, ON_MOTOR
MOV R7, #00H ; บิลมอเตอร์จ่ายเหรียญ
MOV COUNT_T0, #0FFH
MOV WAIT_MOTOR, #0H
MOV WAIT_MOTOR2, #0H ; ควบคุมการทำงานของมอเตอร์
CLR TRO
AJMP MOTOR_OUT
ON_MOTOR: DJNZ WAIT_MOTOR, CHECK_T0
MOV WAIT_MOTOR, #0AAH; 6AH
INC WAIT_MOTOR2
MOV A, WAIT_MOTOR2
CJNE A, #0DH, CHECK_T0
MOV WAIT_MOTOR2, #0AH ; ควบคุมการทำงานของมอเตอร์
MOV R7, #04H ; บิลมอเตอร์จ่ายเหรียญ
SETB TRO

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOTOR_OUT:  SETB  P2.7
              MOV   A, #03H
              ORL   A, R7
              MOV   P0, A
              SETB  P2.3
              CLR   P2.3
              MOV   P0, #00H
CHECK_T0:    SETB  P2.7
              JB    TF0, COUNT_FINISH
FINISH_MOTOR:  RET
COUNT_AGAIN: ACALL START_T0
              SETB  TR0
              AJMP  FINISH_MOTOR

COUNT_FINISH:
              CLR   TF0
              CLR   TR0
              DJNZ  COUNT_T0, COUNT_AGAIN ; ตรวจสอบมอเตอร์หมุนครบ 17 วินาที
              MOV   LED_M7, #40H ; LED_M7 แสดงสถานะเหรียญหมด
              CALL  BEEPP
              CALL  DELAY
              CALL  LED_MANU
              CALL  BEEPP
              CALL  DELAY
              CALL  BEEPP
F_CHK_KEY_OK:  MOV   P0, #0H
              SETB  P2.3
              CLR   P2.3
              MOV   P1, #0EFH
              MOV   A, P1
              MOV   P1, #1FFH
              CJNE  A, #0EEH, F_CHK_KEY_MENU ; กด OK ทำงานต่อ
              MOV   COUNT_T0, #0FFH
              MOV   LED_M7, #00H
              MOV   WAIT_MOTOR, #01H ; ความถี่การทำงานของมอเตอร์
              MOV   WAIT_MOTOR2, #0BH ; ความถี่การทำงานของมอเตอร์
              CALL  BEEPP
              AJMP  KEY_MOTOR_EXIT
F_CHK_KEY_MENU: CJNE  A, #0EAH, F_KEY_SERIAL ; กด OK + MENU .FOR RESET
SYSTEM TO START
              MOV   DATA_RESET, #0FH
              AJMP  KEY_MOTOR_EXIT
F_KEY_SERIAL:  MOV   P1, #07FH ; สแกนคีย์เพื่อส่ง SERIAL
              MOV   A, P1
              MOV   P1, #0FFH
              CJNE  A, #07EH, F_CHK_NO_KEY
              CALL  SERIAL
              CALL  BEEPP
F_CHK_NO_KEY:  CALL  DISPLAY
              AJMP  F_CHK_KEY_OK
KEY_MOTOR_EXIT:  RET
;-----เก็บค่าจำนวนเหรียญ + เงินไว้ในหน่วยความจำ-----
MEMORY:       MOV   01, COIN_1
              MOV   010, A1
              MOV   0100, A2
              MOV   01000, A3
              MOV   FIVE1, COIN_5

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานในองค์กรเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV FIVE10, B1
MOV FIVE100, B2
MOV FIVE1000, B3
MOV TEN1, COIN_10
MOV TEN10, C1
MOV TEN100, C2
MOV TEN1000, C3
RET
;-----CLR INC DATA DISPLAY-----
DIS_CON1: MOV COIN_1, #0H ;CLR INC DATA DISPLAY
MOV A1, #00H
MOV A2, #00H
MOV A3, #00H
RET
DIS_CON5: MOV COIN_5, #0H
MOV B1, #00H
MOV B2, #00H
MOV B3, #00H
RET
DIS_CON10: MOV COIN_10, #0H
MOV C1, #00H
MOV C2, #00H
MOV C3, #00H
RET
;-----CLR INC DATA ON SERIAL-----
CLR_DATA_SERIAL: MOV REP_COIN_1, #0H
MOV REP_A1, #0H
MOV REP_A2, #0H
MOV REP_A3, #0H
MOV REP_COIN_5, #0H
MOV REP_B1, #0H
MOV REP_B2, #0H
MOV REP_B3, #0H
MOV REP_COIN_10, #0H
MOV REP_C1, #0H
MOV REP_C2, #0H
MOV REP_C3, #0H
RET
;-----ตรวจว่าจะให้ SENSER--ตัวใดทำงาน-----
SENSER: MOV P0, #0FFH
CLR P2.6 ;ON SENSER
CHAK_ONE: MOV A, S1 ;กำหนดค่าเหรียญ 1 บาท
CJNE A, #00H, SELEK1
MOV A, SC1
CJNE A, #00H, SELEK1
MOV A, COIN_1
CJNE A, 01, SE1
MOV A, A1
CJNE A, 010, SE1
MOV A, A2
CJNE A, 0100, SE1
MOV A, A3
CJNE A, 01000, SE1
MOV S1, #01H
MOV SC1, #01H ; .กำหนดให้ LED1 ติด
MOV COIN_FINIS2, #0FFH
ACALL DIS_CON1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SELEK1:      MOV    A, S2 ;กำหนดค่าเหรียญ 1 บาท
              CJNE   A, #00H, FOLL_COIN
              MOV    A, COIN_1
              CJNE   A, 01, SE2
              MOV    A, A1
              CJNE   A, 010, SE2
              MOV    A, A2
              CJNE   A, 0100, SE2
              MOV    A, A3
              CJNE   A, 01000, SE2
              MOV    S1, #00H
              MOV    S2, #02H ; .กำหนดให้ LED2 ติด
              MOV    COIN_FINIS1, #0FFH
              ACALL  DIS_CON1
              JMP    CHAK_FIVE
SE2:         ACALL  SEN1
              JMP    CHAK_FIVE
SE1:         ACALL  SEN2
CHAK_FIVE:   MOV    A, S3 ;กำหนดค่าเหรียญ 5 บาท
              CJNE   A, #00H, SELEK2
              MOV    A, SC3
              CJNE   A, #00H, SELEK2
              MOV    A, COIN_5
              CJNE   A, FIVE1, SE3
              MOV    A, B1
              CJNE   A, FIVE10, SE3
              MOV    A, B2
              CJNE   A, FIVE100, SE3
              MOV    A, B3
              CJNE   A, FIVE1000, SE3
              MOV    S3, #04H
              MOV    SC3, #04H ; กำหนดให้ LED3 ติด
              MOV    COIN_FINIS4, #0FFH
              ACALL  DIS_CON5
SELEK2:     MOV    A, S4 ;กำหนดค่าเหรียญ 5 บาท
              CJNE   A, #00H, FOLL_COIN
              MOV    A, COIN_5
              CJNE   A, FIVE1, SE4
              MOV    A, B1
              CJNE   A, FIVE10, SE4
              MOV    A, B2
              CJNE   A, FIVE100, SE4
              MOV    A, B3
              CJNE   A, FIVE1000, SE4
              MOV    S3, #00H
              MOV    S4, #08H ; .กำหนดให้ LED4 ติด
              MOV    COIN_FINIS3, #0FFH
              ACALL  DIS_CON5
              JMP    CHAK_TEN
FOLL_COIN:  MOV    R2, #03H ; ตั้งค่าเสียงเตือน
              MOV    R4, BEEP_OFF
              DJNZ   R4, FOLL_C
              MOV    BEEP_ON, #00H
              MOV    R4, #06H ; OFF BEEP
FOLL_C:     MOV    BEEP_OFF, R4
              AJMP   STOP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SE4:          ACALL SEN3
              JMP   CHAK_TEN
SE3:          ACALL SEN4
CHAK_TEN:     MOV   A,S5 ; กำหนดค่าเหรียญ 10 บาท
              CJNE A,#00H,SELEK3
              MOV   A,SC5
              CJNE A,#00H,SELEK3
              MOV   A,COIN_10
              CJNE A,TEN1,SE5
              MOV   A,C1
              CJNE A,TEN10,SE5
              MOV   A,C2
              CJNE A,TEN100,SE5
              MOV   A,C3
              CJNE A,TEN1000,SE5
              MOV   S5,#10H
              MOV   SC5,#10H ; กำหนดค่าให้ LED5 ติด
              MOV   COIN_FINIS6,#0FFH
              ACALL DIS_CON10
SELEK3:      MOV   A,S6 ; กำหนดค่าเหรียญ 10 บาท
              CJNE A,#00H,FOLL_COIN
              MOV   A,COIN_10
              CJNE A,TEN1,SE6
              MOV   A,C1
              CJNE A,TEN10,SE6
              MOV   A,C2
              CJNE A,TEN100,SE6
              MOV   A,C3
              CJNE A,TEN1000,SE6
              MOV   S6,#020H ; กำหนดค่าให้ LED6 ติด
              MOV   S5,#00H
              MOV   COIN_FINIS5,#0FFH
              ACALL DIS_CON10
              JMP   ON_SOLENOID
SE6:          ACALL SEN5
              JMP   ON_SOLENOID
SE5:          ACALL SEN6
ON_SOLENOID: SETB P2.6 ;OOF SENSER
              SETB P2.2 ;ON LAT SOLINOI
              CLR  P2.2 ;OOF LAT SOLINOI
              CALL DATA_REP10 ;เก็บข้อมูลจำนวนเหรียญ
              CALL DISPLAY ;แสดงผล
              RET
;-----LED---แสดงถึงเหรียญครบจำนวน-----
LED:          MOV   A,SC1
              ORL  A,S2
              ORL  A,SC3
              ORL  A,S4
              ORL  A,SC5
              ORL  A,S6
              ORL  A,BEEP
              MOV  P0,A
              SETB P2.5
              CLR  P2.5
              MOV  P0,#00H
              RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

;-----LED-----แสดงถึงสภาวะการทำงานของเครื่อง-----
LED_MANU:      ORL   A, LED_M2
                ORL   A, LED_M4
                ORL   A, LED_M6
                ORL   A, LED_M7
                MOV   P0, A
                SETB  P2.4
                CLR   P2.4
                MOV   P0, #00H
                RET

;-----โปรแกรมย่อยการทำงานของ Sensor -----
SEN11:          ACALL SEN22
                JMP   SEN12
SEN1:           MOV   A, COIN_FINIS2
                CJNE  A, #00H, SEN11
                CLR   P01
SEN12:          JNB  P0.0, AA
                MOV   A, KE1
                CJNE  A, #0FFH, SET1
                MOV   A, LNaN1
                ADD   A, COIN_1
                MOV   COIN_1, A
                INC   REP_COIN_1
                MOV   KE1, #0H
SET1:           SETB  P0.0
AA:             JB   P0.0, UTRON
                MOV   KE1, #0FFH
                CLR   P0.0
                MOV   COIN_FINIS1, #00H
                RET
SEN21:          ACALL SEN12
                JMP   SEN22
SEN2:           MOV   A, COIN_FINIS1
                CJNE  A, #00H, SEN21
                CLR   P0.0
SEN22:          JNB  P0.1, BB
                MOV   A, KE2
                CJNE  A, #0FFH, SET2
                MOV   A, LNaN1
                ADD   A, COIN_1
                MOV   COIN_1, A
                INC   REP_COIN_1
                MOV   KE2, #0H
SET2:           SETB  P0.1
BB:             JB   P0.1, UTRON
                MOV   KE2, #0FFH
                CLR   P0.1
                MOV   COIN_FINIS2, #00H
                RET
SEN31:          ACALL SEN42
                JMP   SEN32
SEN3:           MOV   A, COIN_FINIS4
                CJNE  A, #00H, SEN31
                CLR   P0.3
SEN32:          JNB  P0.2, CC
                MOV   A, KE3
                CJNE  A, #0FFH, SET3

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV A, LNaN5
ADD A, COIN_5
MOV COIN_5, A
INC REP_COIN_5
MOV KE3, #0H
SET3: SETB P0.2
CC: JB P0.2, UTRON
MOV KE3, #0FFH
MOV COIN_FINIS3, #00H
CLR P0.2
UTRON: RET
SEN41: ACALL SEN32
JMP SEN42
SEN4: MOV A, COIN_FINIS3
CJNE A, #00H, SEN41
CLR P0.2
SEN42: JNB P0.3, DD
MOV A, KE4
CJNE A, #0FFH, SET4
MOV A, LNaN5
ADD A, COIN_5
MOV COIN_5, A
INC REP_COIN_5
MOV KE4, #0H
SET4: SETB P0.3
DD: JB P0.3, UTRON
MOV KE4, #0FFH
MOV COIN_FINIS4, #00H
CLR P0.3
RET
SEN51: ACALL SEN62
JMP SEN52
SEN5: MOV A, COIN_FINIS6
CJNE A, #00H, SEN51
CLR P0.5
SEN52: JNB P0.4, EE
MOV A, KE5
CJNE A, #0FFH, SET5
INC COIN_10
INC REP_COIN_10
MOV KE5, #0H
SET5: SETB P0.4
EE: JB P0.4, UTRON
MOV KE5, #0FFH
MOV COIN_FINIS5, #00H
CLR P0.4
RET
SEN61: ACALL SEN52
JMP SEN62
SEN6: MOV A, COIN_FINIS5
CJNE A, #00H, SEN61
CLR P0.4
SEN62: JNB P0.5, FF
MOV A, KE6
CJNE A, #0FFH, SET6
INC COIN_10
INC REP_COIN_10
MOV KE6, #0H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SET6:      SETB  P0.5
FF:        JB     P0.5, UTRON
           MOV    KE6, #0FFH
           MOV    COIN_FINIS6, #00H
           CLR    P0.5
           RET

;-----ตรวจสอบค่าการนับจำนวนเหรียญและจำนวนเงิน-----
DISPLAY:
DISPLAY01:MOV    A, COIN_1 ; แสดงผลเหรียญ 1 บาท
           MOV    DPTR, #0H
           MOV    DPTR, #DATA ; เปิดตารางหลักหน่วย
           MOVC   A, @A+DPTR
           MOV    DSP0, A
           MOV    A, A1 ; เปิดตารางหลักสิบ
           MOVC   A, @A+DPTR
           MOV    DSP1, A
           MOV    A, A2 ; เปิดตารางหลักร้อย
           MOVC   A, @A+DPTR
           MOV    DSP2, A
           MOV    A, A3 ; เปิดตารางหลักพัน
           MOVC   A, @A+DPTR
           MOV    DSP3, A
           MOV    A, COIN_1
           CJNE   A, #0AH, DISPLAY5 ; DSP0
           MOV    COIN_1, #0H
           INC    A1
           MOV    A, A1
           CJNE   A, #0AH, DISPLAY5 ; DSP1
           MOV    A1, #0H
           INC    A2
           MOV    A, A2
           CJNE   A, #0AH, DISPLAY5 ; DSP2
           MOV    A2, #0H
           INC    A3
           MOV    A, A3
           CJNE   A, #0AH, DISPLAY5 ; DSP3
           AJMP   $
DISPLAY5:  MOV    A, COIN_5 ; แสดงผลเหรียญ 5 บาท
           MOV    DPTR, #0H
           MOV    DPTR, #DATA
           MOVC   A, @A+DPTR
           MOV    DSP4, A
           MOV    A, B1
           MOVC   A, @A+DPTR
           MOV    DSP5, A
           MOV    A, B2
           MOVC   A, @A+DPTR
           MOV    DSP6, A
           MOV    A, B3
           MOVC   A, @A+DPTR
           MOV    DSP7, A
           MOV    A, COIN_5
           CJNE   A, #0AH, DISPLAY_10 ; DSP4
           MOV    COIN_5, #0H
           INC    B1
           MOV    A, B1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CJNE A,#0AH,DISPLAY_10 ;DSP5
MOV B1,#0H
INC B2
MOV A,B2
CJNE A,#0AH,DISPLAY_10 ;DSP6
MOV B2,#0H
INC B3
MOV A,B3
CJNE A,#0AH,DISPLAY_10 ;DSP7
AJMP $
DISPLAY_10:
MOV A,COIN_10 ;แสดงผลเหรียญ 10 บาท
MOV DPTR,#0H
MOV DPTR,#DATA
MOVC A,@A+DPTR
MOV DSP8,A
MOV A,C1
MOVC A,@A+DPTR
MOV DSP9,A
MOV A,C2
MOVC A,@A+DPTR
MOV DSP10,A
MOV A,C3
MOVC A,@A+DPTR
MOV DSP11,A
MOV A,COIN_10
CJNE A,#0AH,SHOW ;DSP8
MOV COIN_10,#0H
INC C1
MOV A,C1
CJNE A,#0AH,SHOW ;DSP9
MOV C1,#0H
INC C2
MOV A,C2
CJNE A,#0AH,SHOW ;DSP10
MOV C2,#0H
INC C3
MOV A,C3
CJNE A,#0AH,SHOW ;DSP11
AJMP $
;-----แยกคีย์เหรียญครบจำนวนทั้ง 2 ชุด
STOP:
MOV A,BEEP_ON
CJNE A,#00H,NO_BEEP
MOV BEEP,#80H ;ON BEEP
MOV R3,#0FFH ;DELAY ON_BEEP
NO_BEEP:
MOV P0,#0H
SETB P2.3
CLR P2.6
SETB P2.6
CLR P2.3
MOV LED_M8,#80H
ACALL DISPLAY
CALL SW_CON
ACALL LED
CALL LED_MANU
DJNZ R3,NO_BEEP
DJNZ R2,STOP
MOV BEEP,#00H
MOV BEEP_ON,#0FH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    LED_M8, #00H
MOV    WAIT_MOTOR, #01H ;ควบคุมการทำงานของมอเตอร์
MOV    WAIT_MOTOR2, #0CH ;ควบคุมการทำงานของมอเตอร์
MOV    COUNT_T0, #0FFH
CLR    TR0
AJMP   CHAK_ONE
;-----
CLR_HARDWARE:  MOV    BEEP, #00H
                MOV    P0, #0H
                SETB   P2.2
                SETB   P2.3
                SETB   P2.4
                SETB   P2.5
                CLR    P2.6
                SETB   P2.6
                CLR    P2.2
                CLR    P2.3
                CLR    P2.4
                CLR    P2.5
                RET
;-----
SHOW:          MOV    A, OFF_SHOW1
                CJNE   A, #00H, NO_SHOW1
                MOV    P0, DSP0 ; แสดงผล
                CALL   SETDISPLAY
                MOV    P0, #00H
                CALL   DELAY_DISPLAY
                MOV    P0, DSP1
                CALL   SETDISPLAY
                MOV    P0, #01H
                CALL   DELAY_DISPLAY
                MOV    P0, DSP2
                CALL   SETDISPLAY
                MOV    P0, #02H
                CALL   DELAY_DISPLAY
                MOV    P0, DSP3
                CALL   SETDISPLAY
                MOV    P0, #03H
                CALL   DELAY_DISPLAY
NO_SHOW1:     MOV    A, OFF_SHOW5
                CJNE   A, #00H, NO_SHOW2
                MOV    P0, DSP4
                CALL   SETDISPLAY
                MOV    P0, #04H
                CALL   DELAY_DISPLAY
                MOV    P0, DSP5
                CALL   SETDISPLAY
                MOV    P0, #05H
                CALL   DELAY_DISPLAY
                MOV    P0, DSP6
                CALL   SETDISPLAY
                MOV    P0, #06H
                CALL   DELAY_DISPLAY
                MOV    P0, DSP7
                CALL   SETDISPLAY
                MOV    P0, #07H
                CALL   DELAY_DISPLAY

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

NO_SHOW2:      MOV     A,OFF_SHOW10
                CJNE   A,#00H,NO_SHOW3
                MOV     P0,DSP8
                CALL   SETDISPLAY
                MOV     P0,#08H
                CALL   DELAY_DISPLAY
                MOV     P0,DSP9
                CALL   SETDISPLAY
                MOV     P0,#09H
                CALL   DELAY_DISPLAY
                MOV     P0,DSP10
                CALL   SETDISPLAY
                MOV     P0,#0AH
                CALL   DELAY_DISPLAY
                MOV     P0,DSP11
                CALL   SETDISPLAY
                MOV     P0,#0BH
                CALL   DELAY_DISPLAY

NO_SHOW3:RET
;-----DATA-7-SEG-----
DATA:DB 0FCH,060H,0DAH,0F2H,66H,0B6H,0BEH,0E0H,0FEH,0F6H
;-----โปรแกรมทวนเวลาของ 7-SEG-----
SETDISPLAY:    SETB   P2.0
                CLR    P2.0
                RET
DELAY_DISPLAY: CLR    P2.1 ;ON CONTROL
                MOV    R7,#01H
                DJNZ   R7,$
                SETB  P2.1 ;OFF CONTROL
                RET
;-----โปรแกรมตอบในการเปิด-ปิด DISPLAY-----
ON_DISPLAY:    MOV    OFF_SHOW1,#00H
                MOV    OFF_SHOW5,#00H
                MOV    OFF_SHOW10,#00H
                RET
OFF_DISPLAY:   MOV    OFF_SHOW1,#0FH
                MOV    OFF_SHOW5,#0FH
                MOV    OFF_SHOW10,#0FH
                RET
;-----สแกนคีย์เพื่อตั้งการทำงานของเครื่อง-----
KEYIN:        MOV    NKEY,#00H
CHK_R0:       MOV    A,#0EFH
                MOV    P1,A
                MOV    A,P1
                ANL   A,#0FH
                CJNE  A,#0FH,ROW0_IN
                AJMP  CHK_R1
ROW0_IN:      MOV    NKEY,#00H
                AJMP  CHKCOL
CHK_R1:       MOV    A,#0DFH
                MOV    P1,A
                MOV    A,P1
                ANL   A,#0FH
                CJNE  A,#0FH,ROW1_IN
                AJMP  CHK_R2
ROW1_IN:      MOV    NKEY,#03H
                AJMP  CHKCOL

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CHK_R2:      MOV    A,#0BFH
             MOV    P1,A
             MOV    A,P1
             ANL   A,#0FH
             CJNE  A,#0FH,ROW2_IN
             AJMP  CHK_R3
ROW2_IN:     MOV    NKEY,#06H
             AJMP  CHKCOL
CHK_R3:      MOV    A,#07FH
             MOV    P1,A
             MOV    A,P1
             ANL   A,#0FH
             CJNE  A,#0FH,ROW3_IN
             AJMP  NOKEY
ROW3_IN:     MOV    NKEY,#09H
CHKCOL:      CJNE  A,#0EH,CHK_C1
             MOV    A,NKEY
             ADD   A,#01H
             MOV    NKEY,A
             RET
CHK_C1:      CJNE  A,#0DH,CHK_C2
             MOV    A,NKEY
             ADD   A,#02H
             MOV    NKEY,A
             RET
CHK_C2:      CJNE  A,#0BH,NOKEY
             MOV    A,NKEY
             ADD   A,#03H
             MOV    NKEY,A
             RET
NOKEY:       RET
;-----ลักษณะเครื่องกำลังทำงาน-----
KEYIN_2:     MOV    R6,#00H
KEYIN_2_LOOP: SETB  P3.7
             JB    P3.7,CHE_DATA_SERIAL
             ACALL CLR_DATA_SERIAL
CHE_DATA_SERIAL: MOV  P1,#0EFH
             MOV  A,P1
             CJNE A,#0EAH,KEYIN_21 ; กด 2 ปุ่มพร้อมกันเพื่อออกสู่นำเมนู
             CALL CHEK_DATA_SERIAL
             MOV  A,LED_M6
             CJNE A,#0H,KEYIN_21
             AJMP START
KEYIN_21:    CJNE A,#0EBH,KEYIN_22 ; กด ปุ่มเพื่อหยุดเครื่องชั่วคราว
             MOV  P0,#0H
             SETB P2.3
             CLR  P2.6
             MOV  R6,#0FH
             SETB P2.6
             CLR  P2.3
             MOV  LED_M8,#80H
             CALL BEEPP
KEYIN_22:    CJNE A,#0EEH,NO_START
             MOV  R6,#00H
             CALL BEEPP
             MOV  COUNT_T0,#0FFH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV WAIT_MOTOR, #01H ;ควบคุมการทำงานของมอเตอร์
MOV WAIT_MOTOR2, #0CH ;ควบคุมการทำงานของมอเตอร์
NO_START: CALL LED_MANU
CALL LED
CALL SENSER
CALL DISPLAY
KEY_OUT: CJNE R6, #00H, KEY_SERIAL ; ถ้าไม่กด ENTER จะไม่ออกจากอุป
LJMP MAIN2_STOP
KEY_SERIAL: MOV P1, #07FH ; สแกนคีย์เพื่อส่ง SERIAL
MOV A, P1
CJNE A, #07EH, KEYIN_2_LOOP
CALL BEEPP
CALL SERIAL
LJMP KEYIN_2_LOOP
; -----ไปรกรมหน่วงเวลา-----
DELAY: SETB RS1
MOV R6, #02H
DELAY_11: MOV R5, #0EFH
DE12: MOV R4, #06AH
CALL DISPLAY
DJNZ R4, $
DJNZ R5, DE12
DJNZ R6, DELAY_11
CLR RS1
RET
; -----KEY_ENTER-----
ENTER_NUM1: LJMP KEY_MANU
CHAK_DATA: MOV R4, NKEY
KEY_ENTER: CJNE R4, #01H, ENTER_NUM1
CALL BEEPP
MOV A, SELAK_COIN
CJNE A, #01H, SET_SELAK_COIN ; ตรวจสอบการดึงค่าจำนวนเหรียญ
MOV SELAK_COIN, #02H
MOV CHAK_INKEY, #00H
MOV LNaN, #00H
LJMP NO_DATA
SET_SELAK_COIN: CJNE A, #02H, SET_SELAK_COIN1
MOV SELAK_COIN, #03H
MOV CHAK_INKEY, #00H
MOV LNaN, #00H
MOV ENTER, #00H
JMP NO_DATA
SET_SELAK_COIN1: MOV SELAK_COIN, #00H
MOV LNaN, #0FFH
CHAK_ENTER: INC ENTER
MOV A, ENTER
MOV R7, #0H ; ตรวจสอบนับ 9990 ทุกชุดหรือไม่
CJNE A, #01H, CHAK_COIN1 ; ตรวจสอบว่ามีกรดึงค่าเหรียญหรือไม่ ถ้าไม่ให้ตั้งเป็น
9990
MOV R1, #02H
DISPYAY_ON_OFF: CALL ON_DISPLAY ; แสดงผล ดิคและดับ
CALL BEEPP
CALL OFF_DISPLAY
CALL DELAY
DJNZ R1, DISPYAY_ON_OFF

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CALL ON_DISPLAY
LJMP NO_DATA
CHAK_COIN1:
MOV A,01
ORL A,010
ORL A,0100
ORL A,01000
CJNE A,#00H,CHAK_COIN5
INC R1
MOV O1,#00H
MOV O10,#09H
MOV O100,#09H
MOV O1000,#09H
CHAK_COIN5:
MOV A,FIVE1
ORL A,FIVE10
ORL A,FIVE100
ORL A,FIVE1000
CJNE A,#00H,CHAK_COIN10
INC R1
MOV FIVE1,#00H
MOV FIVE10,#09H
MOV FIVE100,#09H
MOV FIVE1000,#09H
CHAK_COIN10:
MOV A,TEN1
ORL A,TEN10
ORL A,TEN100
ORL A,TEN1000
CJNE A,#00H,OK_DATA
INC R1
MOV TEN1,#00H
MOV TEN10,#09H
MOV TEN100,#09H
MOV TEN1000,#09H
CJNE R1,#03H,OK_DATA
MOV LED_M2,#02H
OK_DATA:
MOV A,LED_M4
CJNE A,#10H,OK
MOV A,01
CJNE A,#00H,DATA_ERROR
MOV A,FIVE1
CJNE A,#00H,CHECK5
JMP OK
CHECK5:
CJNE A,#05H,DATA_ERROR
OK:
CALL DIS_CON1
CALL DIS_CON5
CALL DIS_CON10
MOV LED_M1,#00H
MOV LED_M8,#00H
MOV ENTER,#00H
CALL LED_MANU
LJMP MAIN_2
DATA_ERROR:
MOV SELAK_COIN,#01H
MOV CHAK_INKEY,#00H
MOV ENTER,#00H
MOV LNaN,#00H
CALL BEEPP
LJMP RETRUN

```

```

;-----KEY_MANU-----
KEY_MANU:
CJNE R4,#03H,OK_NUM1

```

เอกสารที่สงวนไว้ลิขสิทธิ์ของ บริษัท เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารแห่งประเทศไทย ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV    CHAK_INKEY,#00H
MOV    SELAK_COIN,#01H
MOV    LNaN,#00H
CALL   BEEPP
;-----KEY-0-9-----
NUM1:  CJNE   R4,#0CH, NUM2
        INC    CHAK_INKEY
        MOV    DATA_KEY,#01H
        CALL   BEEPP
NUM2:  CJNE   R4,#0BH, NUM3
        MOV    DATA_KEY,#02H
        INC    CHAK_INKEY
        CALL   BEEPP
NUM3:  CJNE   R4,#0AH, NUM4
        MOV    DATA_KEY,#03H
        INC    CHAK_INKEY
        CALL   BEEPP
NUM4:  CJNE   R4,#09H, NUM5
        MOV    DATA_KEY,#04H
        INC    CHAK_INKEY
        CALL   BEEPP
NUM5:  CJNE   R4,#08H, NUM6
        MOV    DATA_KEY,#05H
        INC    CHAK_INKEY
        CALL   BEEPP
NUM6:  CJNE   R4,#07H, NUM7
        MOV    DATA_KEY,#06H
        INC    CHAK_INKEY
        CALL   BEEPP
NUM7:  CJNE   R4,#06H, NUM8
        MOV    DATA_KEY,#07H
        INC    CHAK_INKEY
        CALL   BEEPP
NUM8:  CJNE   R4,#05H, NUM9
        MOV    DATA_KEY,#08H
        INC    CHAK_INKEY
        CALL   BEEPP
NUM9:  CJNE   R4,#04H, NUM0
        MOV    DATA_KEY,#09H
        INC    CHAK_INKEY
        CALL   BEEPP
NUM0:  CJNE   R4,#02H, RESET
        MOV    DATA_KEY,#00H
        INC    CHAK_INKEY
        CALL   BEEPP
RESET: MOV    P1,#0EFH
        MOV    A,P1
        CJNE  A,#0EAH,NO_DATA ; กด 2 ปุ่มพร้อมกันเพื่อออกสู่นำเมนู
        LJMP  START
NO_DATA: CALL  SELAK_LNaN
        LJMP  RETRUN
;-----เลือกจะนับจำนวนเหรียญหรือจำนวนเงิน-----
SELAK_LNaN: MOV    A,LNaN
            CJNE  A,#0FFH,MONNY
            MOV    A,DATA_KEY
            CJNE  A,#06H,SELAK_MONNY
            MOV    LED_M4,#08H
            MOV    LNaN1,#01H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนการสอนในวิทยาลัยการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SELAK_MONNY:    MOV    LNaN5, #01H
                 CJNE   A, #09H, MONNY
                 MOV    LED_M4, #10H
                 MOV    LNaN1, #0AH
                 MOV    LNaN5, #05H
MONNY:          RET
;-----สวิทช์ที่ใช้ในการเปลี่ยนชุดเก็บเหรียญ-----
SW_CON:        CLR    P2.7
                 MOV    A, P0
                 SETB   P2.7
SW1:           ANL    A, #3FH
                 CJNE   A, #3EH, SW2
                 MOV    SC1, #00H
                 CLR    P0.0
SW2:           CJNE   A, #3DH, SW3
                 MOV    S2, #00H
                 CLR    P0.1
SW3:           CJNE   A, #3BH, SW4
                 MOV    SC3, #00H
                 CLR    P0.2
SW4:           CJNE   A, #37H, SW5
                 MOV    S4, #00H
                 CLR    P0.3
SW5:           CJNE   A, #2FH, SW6
                 MOV    SC5, #00H
                 CLR    P0.4
SW6:           CJNE   A, #1FH, NO_SW7
                 MOV    S6, #00H
                 CLR    P0.5
NO_SW7:        SETB   P2.5 ; ON LED
                 CLR    P2.5
                 MOV    P0, #00H
                 RET
;-----ส่งข้อมูลผ่าน--SERIAL-PORT-----
SERIAL:        MOV    TMOD, #021H
                 MOV    TH1, #0FDH
                 MOV    TL1, #0FDH
                 SETB   TR1
                 MOV    SCON, #040H
                 MOV    R0, #REP_A3
                 CALL   TX_TEXT
                 MOV    R3, #0H
                 AJMP  START_RX_CLR
RX_RET:        CLR    REN
                 CLR    TR1
                 RET
TX_TEXT:       CLR    TI
                 MOV    R7, #13
TX_LOOP:       CLR    A
                 MOV    A, @R0
                 INC    R0
                 DJNZ   R7, TX_CHAR
                 RET
TX_CHAR:       CLR    C
                 ADDC  A, #30H
                 MOV    SBUF, A
                 JNB    TI, $
                 CLR    TI

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคลากรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                                AJMP  TX_LOOP
START_RX_CLR:                   SETB  REN
                                DJNZ  R4,RX_TEXT
                                DJNZ  R3,RX_TEXT
                                MOV   R4,#8AH
                                AJMP  SERIAL
RX_TEXT:                         CALL  DISPLAY
                                SETB  P3.7
                                JNB   P3.7,RX_EXIT
                                JNB   RI,START_RX_CLR
                                CLR   RI
                                MOV   A,SBUF
                                CJNE  A,#06H,RX_EXIT
                                CALL  BEEPP
                                CALL  CLR_DATA_SERIAL
RX_EXIT:                         AJMP  RX_RET
;-----โปรแกรมย่อยนับจำนวนเหรียญเพื่อเตรียมส่งค่าไปยังคอมพิวเตอร์-----
DATA_REP10:                      MOV   A,REP_COIN_1
                                CJNE  A,#0AH,DATA_REP5 ; เก็บค่าจำนวนเหรียญ 10 บาท
                                MOV   REP_COIN_1,#0H
                                INC   REP_A1
                                MOV   A,REP_A1
                                CJNE  A,#0AH,DATA_REP5 ;DSP1
                                MOV   REP_A1,#0H
                                INC   REP_A2
                                MOV   A,REP_A2
                                CJNE  A,#0AH,DATA_REP5 ;DSP2
                                MOV   REP_A2,#0H
                                INC   REP_A3
DATA_REP5:                      MOV   A,REP_COIN_5
                                CJNE  A,#0AH,DATA_REP1 ; เก็บค่าจำนวนเหรียญ 5 บาท
                                MOV   REP_COIN_5,#0H
                                INC   REP_B1
                                MOV   A,REP_B1
                                CJNE  A,#0AH,DATA_REP1 ;DSP1
                                MOV   REP_B1,#0H
                                INC   REP_B2
                                MOV   A,REP_B2
                                CJNE  A,#0AH,DATA_REP1 ;DSP2
                                MOV   REP_B2,#0H
                                INC   REP_B3
DATA_REP1:                      MOV   A,REP_COIN_10
                                CJNE  A,#0AH,DATA_REP_O ; เก็บค่าจำนวนเหรียญ 5 บาท
                                MOV   REP_COIN_10,#0H
                                INC   REP_C1
                                MOV   A,REP_C1
                                CJNE  A,#0AH,DATA_REP_OK ;DSP1
                                MOV   REP_C1,#0H
                                INC   REP_C2
                                MOV   A,REP_C2
                                CJNE  A,#0AH,DATA_REP_OK ;DSP2
                                MOV   REP_C2,#0H
                                INC   REP_C3
DATA_REP_OK:                     RET
;-----โปรแกรมย่อยตรวจสอบความมีการส่งค่าไปยังคอมพิวเตอร์หรือยัง-----

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CHEK_DATA_SERIAL: MOV    A,REP_COIN_1
                   ORL    A,REP_A1
                   ORL    A,REP_A2
                   ORL    A,REP_A3
                   ORL    A,REP_COIN_5
                   ORL    A,REP_B1
                   ORL    A,REP_B2
                   ORL    A,REP_B3
                   ORL    A,REP_COIN_10
                   ORL    A,REP_C1
                   ORL    A,REP_C2
                   ORL    A,REP_C3
                   CJNE   A,#00H,ON_LED_M6
                   MOV    LED_M6,#00H
LED_M6_RET:       RET
ON_LED_M6:       MOV    LED_M6,#20H
                   JMP    LED_M6_RET
                   END

```

## เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

### MDI Form

```

Option Explicit
Public count2 As Byte

```

```

Private Sub about1_Click()
    about.Show
    about.SetFocus
End Sub

```

```

Private Sub COM1_Click()
    MSComm1.PortOpen = False
    MSComm1.CommPort = 1
    MSComm1.PortOpen = True
    COM2.Checked = False
    COM1.Checked = True
End Sub

```

```

Private Sub COM2_Click()
    MSComm1.PortOpen = False
    MSComm1.CommPort = 2
    MSComm1.PortOpen = True
    COM1.Checked = False
    COM2.Checked = True
End Sub

```

```

Private Sub MDIForm_Load()
    MSComm1.CommPort = 1
    MSComm1.Settings = "9600,n,8,1"
    MSComm1.InputLen = 1
    MSComm1.RThreshold = 1
    If Not MSComm1.PortOpen Then
        MSComm1.PortOpen = True
    End If
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Private Sub MDIForm_QueryUnload(Cancel As Integer, UnloadMode As Integer)
If MsgBox("คุณต้องการออกจากโปรแกรมนี้ใช่หรือไม่", vbYesNo + vbQuestion + vbDefaultButton2, "ถ้าขึ้นชั้น") = vbYes Then
    End
Else
    Cancel = 1
End If
End Sub
Private Sub MSComm1_OnComm()

    If MSComm1.InBufferCount > 0 Then
        data(count2) = MSComm1.Input
        count2 = count2 + 1
    End If

    If count2 = 12 Then
        count2 = 0
        AddData.Show
        AddData.SetFocus
        Unload search
        Unload showdata
        MSComm1.Output = Chr(6)
    End If
End Sub

Private Sub Toolbar1_ButtonClick(ByVal Button As MSComctlLib.Button)
Select Case Button.Key
Case "Exit"
If MsgBox("คุณต้องการออกจากโปรแกรมนี้ใช่หรือไม่", vbYesNo + vbQuestion + vbDefaultButton2, "ถ้าขึ้นชั้น") = vbYes Then
    End
    End If
Case "Search"
    Unload search
    search.Show
    search.SetFocus
    Unload showdata
Case "showdata"
    showdata.Show
    showdata.SetFocus
    search.Show
    Unload search
End Select
End Sub

Show Data Form

Private Sub Cmdprint_Click()
Cmd1.Orientation = cdLandscape
Cmd1.ShowPrinter
End Sub

Private Sub Command1_Click()
If Adodc1.Recordset.RecordCount = 0 Then
MsgBox("ฐานข้อมูลไม่มีข้อมูล", vbOKOnly, "ผิดพลาด")

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครเชียงใหม่ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Else
    Adodc1.Recordset.Delete
    Adodc1.Recordset.Update
    Adodc1.Refresh
    Adodc1.Refresh
End If
End Sub

Private Sub Command3_Click()
Picture1.Visible = False
End Sub

Private Sub Exit_Click()
Unload Me
End Sub

Private Sub Print_Click()
Cmd1.Orientation = cdLandscape
Dim i As Integer
    i = 1500
With Printer
    .FontName = "CordiaUPC"
    .FontSize = 16

    .CurrentX = 12000
    .CurrentY = 500
    Printer.Print "วันที่พิมพ์" & Format(Date, "dd mmmm yyyy")

    .FontSize = 18
    .CurrentX = 6700
    .CurrentY = 1500
    Printer.Print "เครื่องคิดเลขและนับเหรียญอัตโนมัติ"

    .CurrentX = 7400
    .CurrentY = 2100
    Printer.Print "รายงานการนับเหรียญ"

    Dim i2 As Integer
        For i2 = 1 To 15400
            .CurrentX = 600 + i2
            .CurrentY = 2500
            Printer.Print "-"
        Next i2
    Dim i1 As Integer
        For i1 = 1 To 15400
            .CurrentX = 600 + i1
            .CurrentY = 3600
            Printer.Print "-"
        Next i1

    .CurrentX = 800
    .CurrentY = 3100
    Printer.Print "ครั้งที่"

    .CurrentX = 1500
    .CurrentY = 3100
    Printer.Print "วันที่"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

.CurrentX = 2800
.CurrentY = 3100
Printer.Print "เวลา"

.CurrentX = 6200
.CurrentY = 2850
Printer.Print "จำนวนเหรียญ"

.CurrentX = 11400
.CurrentY = 2850
Printer.Print "จำนวนเงิน"

.CurrentX = 3900
.CurrentY = 3100
Printer.Print "รหัส"

.CurrentX = 5300
.CurrentY = 3400
Printer.Print "1 บาท"

.CurrentX = 6400
.CurrentY = 3400
Printer.Print "5 บาท"

.CurrentX = 7500
.CurrentY = 3400
Printer.Print "10 บาท"

.CurrentX = 8800
.CurrentY = 3400
Printer.Print "รวม"

.CurrentX = 10000
.CurrentY = 3400
Printer.Print "1 บาท"

.CurrentX = 11100
.CurrentY = 3400
Printer.Print "5 บาท"

.CurrentX = 12200
.CurrentY = 3400
Printer.Print "10 บาท"

.CurrentX = 13400
.CurrentY = 3400
Printer.Print "รวม"

.CurrentX = 14500
.CurrentY = 3100
Printer.Print "ชื่อผู้ใช้"

```

---

```

If Adodcl.Recordset.RecordCount <= 0 Then

```

```

    MsgBox "ไม่พบข้อมูล", vbOKOnly, +vbExclamation, "ข้อผิดพลาด"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Exit Sub
End If
Adodcl.Recordset.MoveFirst
Dim m As Integer
m = 3900

Do While Not (Adodcl.Recordset.EOF)

Printer.CurrentX = 800
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("No").Value

Printer.CurrentX = 1500
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Date").Value

Printer.CurrentX = 2800
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Time").Value

Printer.CurrentX = 3900
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Code").Value

Printer.CurrentX = 5300
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Num1").Value

Printer.CurrentX = 6400
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Num5").Value

Printer.CurrentX = 7500
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Num10").Value

Printer.CurrentX = 8800
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Total_Num").Value

Printer.CurrentX = 10000
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Sum1").Value

Printer.CurrentX = 11100
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Sum5").Value

Printer.CurrentX = 12200
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Sum10").Value

Printer.CurrentX = 13400
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Total_Sum").Value

Printer.CurrentX = 14500
Printer.CurrentY = m

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("User").Value

m = m + 300
Adodcl.Recordset.MoveNext

Loop
Dim i3 As Integer
    For i3 = 1 To 15400
        Printer.CurrentX = 600 + i3
        Printer.CurrentY = m
        Printer.Print "-"
    Next i3

Printer.EndDoc
Adodcl.Recordset.Close
End With
Adodcl.Refresh
Adodcl.Refresh
End Sub

Search Form

Private Sub Cal_Click()
Text1.Text = Cal.Value
End Sub
Private Sub Cmdprint_Click()
Cmd1.Orientation = cdLandscape
Cmd1.ShowPrinter
End Sub

Private Sub Cmdsearch_Click(Index As Integer)
Adodcl.RecordSource = "SELECT * from COIN WHERE COIN.date like '" &
DAT1.Value & "' order by time"
Adodcl.Refresh
Adodcl.Refresh

If Adodcl.Recordset.RecordCount = 0 Then
    MsgBox "ไม่พบวัน/เดือน/ปี ที่ต้องการ", , "ผิดพลาด"
End If
End Sub

Private Sub Command1_Click()
If Adodcl.Recordset.RecordCount = 0 Then
    MsgBox "ไม่สามารถลบได้", vbOKOnly, "ผิดพลาด"
Else
    Adodcl.Recordset.Delete
    Adodcl.Recordset.Update
    Adodcl.Refresh
    Adodcl.Refresh
End If
End Sub

Private Sub Command3_Click()
Picture1.Visible = False
back.Visible = False
End Sub

Private Sub Exit_Click()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Unload Me
End Sub

Private Sub Text1_Click()
Cal.Visible = True
End Sub

Private Sub Form_Load()
DAT1.Value = Date
End Sub

Private Sub Print_Click()
Cmd1.Orientation = cdLandscape
Dim i As Integer
i = 1500
With Printer
    .FontName = "CordiaUPC"
    .FontSize = 16

    .CurrentX = 12000
    .CurrentY = 500
    Printer.Print "วันที่พิมพ์ " & Format(Date, "dd mmmm yyyy")

    .FontSize = 18
    .CurrentX = 6700
    .CurrentY = 1500
    Printer.Print "เครื่องคิดเลขและนับเหรียญอัตโนมัติ"

    .CurrentX = 7400
    .CurrentY = 2100
    Printer.Print "รายงานการนับ"

    Dim i2 As Integer
    For i2 = 1 To 15400
        .CurrentX = 600 + i2
        .CurrentY = 2500
        Printer.Print "-"
    Next i2
    Dim i1 As Integer
    For i1 = 1 To 15400
        .CurrentX = 600 + i1
        .CurrentY = 3600
        Printer.Print "-"
    Next i1

    .CurrentX = 800
    .CurrentY = 3100
    Printer.Print "ครั้งที่"

    .CurrentX = 1500
    .CurrentY = 3100
    Printer.Print "วันที่"

    .CurrentX = 2800
    .CurrentY = 3100
    Printer.Print "เวลา"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.CurrentX = 6200
.CurrentY = 2850
Printer.Print "จำนวนเหรียญ"
```

```
.CurrentX = 11400
.CurrentY = 2850
Printer.Print "จำนวนเงิน"
```

```
.CurrentX = 3900
.CurrentY = 3100
Printer.Print "รหัส"
```

```
.CurrentX = 5300
.CurrentY = 3400
Printer.Print "1 บาท"
```

```
.CurrentX = 6400
.CurrentY = 3400
Printer.Print "5 บาท"
```

```
.CurrentX = 7500
.CurrentY = 3400
Printer.Print "10 บาท"
```

```
.CurrentX = 8800
.CurrentY = 3400
Printer.Print "บาท"
```

```
.CurrentX = 10000
.CurrentY = 3400
Printer.Print "1 บาท"
```

```
.CurrentX = 11100
.CurrentY = 3400
Printer.Print "5 บาท"
```

```
.CurrentX = 12200
.CurrentY = 3400
Printer.Print "10 บาท"
```

```
.CurrentX = 13400
.CurrentY = 3400
Printer.Print "รวม"
```

```
.CurrentX = 14500
.CurrentY = 3100
Printer.Print "ชื่อผู้ใช้"
```

```
-----
If Adodcl.Recordset.RecordCount <= 0 Then
    MsgBox "ไม่พบข้อมูล", vbOKOnly + vbExclamation, "ข้อผิดพลาด"
Exit Sub
End If
Adodcl.Recordset.MoveFirst
Dim m As Integer
m = 3900
```

```

Do While Not (Adodcl.Recordset.EOF)

Printer.CurrentX = 800
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("No").Value

Printer.CurrentX = 1500
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Date").Value

Printer.CurrentX = 2800
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Time").Value

Printer.CurrentX = 3900
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Code").Value

Printer.CurrentX = 5300
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Num1").Value

Printer.CurrentX = 6400
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Num5").Value

Printer.CurrentX = 7500
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Num10").Value

Printer.CurrentX = 8800
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Total_Num").Value

Printer.CurrentX = 10000
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Sum1").Value

Printer.CurrentX = 11100
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Sum5").Value

Printer.CurrentX = 12200
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Sum10").Value

Printer.CurrentX = 13400
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("Total_Sum").Value

Printer.CurrentX = 14500
Printer.CurrentY = m
Printer.Print Adodcl.Recordset.Fields("User").Value

m = m + 300
Adodcl.Recordset.MoveNext

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Loop
Dim i3 As Integer
    For i3 = 1 To 15400
        Printer.CurrentX = 600 + i3
        Printer.CurrentY = m
        Printer.Print "-"
    Next i3
'-----
    Printer.EndDoc
    Adodcl.Recordset.Close
End With
Adodcl.Refresh
Adodcl.Refresh
End Sub

Add Data Form

Option Explicit
Public sum1 As Integer
Public sum5 As Integer
Public sum10 As Integer
Private Sub Code_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 27 Then
    Unload Me
End If
End Sub
Private Sub Exit_Click()
Unload Me
End Sub
Private Sub Form_Load()
sum1 = (Val(data(8)) * 1000) + (Val(data(9)) * 100) + (Val(data(10)) * 10) + Val(data(11))
sum5 = (Val(data(4)) * 1000) + (Val(data(5)) * 100) + (Val(data(6)) * 10) + Val(data(7))
sum10 = (Val(data(0)) * 1000) + (Val(data(1)) * 100) + (Val(data(2)) * 10) + Val(data(3))
coin1.Text = sum1
coin1_1.Text = sum1
coin5.Text = sum5 * 5
coin5_1.Text = sum5
coin10.Text = sum10 * 10
coin10_1.Text = sum10
End Sub
Private Sub OK_Click()
Dim count1 As Integer
Dim code_tmp As String
If Code.Text = "" Then
    code_tmp = "-"
Else
    code_tmp = Code.Text
End If
If User.Text = "" Then
    MsgBox "กรุณาป้อนชื่อ", vbOKOnly, "ผิดพลาด"
Else
    If Adodcl.Recordset.RecordCount = 0 Then
        count1 = 1
    Else
        Adodcl.Recordset.MoveLast

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครเชียงใหม่ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        count1 = DataGrid1.Columns(0).Text
        count1 = count1 + 1
    End If
    Adodc1.Recordset.AddNew
    Adodc1.Recordset!No = count1
    Adodc1.Recordset!Date = Trim$(Date)
    Adodc1.Recordset!Time = Trim$(Time)
    Adodc1.Recordset!Code = Trim$(code_tmp)
    Adodc1.Recordset!Num1 = Trim$(sum1)
    Adodc1.Recordset!Num5 = Trim$(sum5)
    Adodc1.Recordset!Num10 = Trim$(sum10)
    Adodc1.Recordset!Total_Num = Trim$(sum1 + sum5 + sum10)
    Adodc1.Recordset!sum1 = Trim$(sum1)
    Adodc1.Recordset!sum5 = Trim$(sum5 * 5)
    Adodc1.Recordset!sum10 = Trim$(sum10 * 10)
    Adodc1.Recordset!Total_Sum = Trim$(sum1 + (sum5 * 5) + (sum10 *
10))
    Adodc1.Recordset!User = Trim$(User.Text)
    Adodc1.Recordset.Update
    Adodc1.Refresh
    Adodc1.Refresh
    Unload Me
    showdata.Show
    showdata.SetFocus
    Unload search
End If
End Sub

Private Sub User_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    If KeyAscii = 13 Then
        Dim count1 As Integer
        Dim code_tmp As String
        If Code.Text = "" Then
            code_tmp = "-"
        Else
            code_tmp = Code.Text
        End If
        If User.Text = "" Then
            MsgBox "กรุณาป้อนชื่อ", vbOKOnly, "คิดทลาค"
        Else
            If Adodc1.Recordset.RecordCount = 0 Then
                count1 = 1
            Else
                Adodc1.Recordset.MoveLast
                count1 = DataGrid1.Columns(0).Text
                count1 = count1 + 1
            End If
            Adodc1.Recordset.AddNew
            Adodc1.Recordset!No = count1
            Adodc1.Recordset!Date = Trim$(Date)
            Adodc1.Recordset!Time = Trim$(Time)
            Adodc1.Recordset!Code = Trim$(code_tmp)
            Adodc1.Recordset!Num1 = Trim$(sum1)
            Adodc1.Recordset!Num5 = Trim$(sum5)
            Adodc1.Recordset!Num10 = Trim$(sum10)
            Adodc1.Recordset!Total_Num = Trim$(sum1 + sum5 + sum10)
            Adodc1.Recordset!sum1 = Trim$(sum1)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการดำเนินงานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Adodcl.Recordset!sum5 = Trim$(sum5 * 5)
Adodcl.Recordset!sum10 = Trim$(sum10 * 10)
Adodcl.Recordset!Total_Sum = Trim$(sum1 + (sum5 * 5) + (sum10 *
10))
Adodcl.Recordset!User = Trim$(User.Text)
Adodcl.Recordset.Update
Adodcl.Refresh
Adodcl.Refresh
Unload Me
showdata.Show
showdata.SetFocus
Unload search
End If
End If
End Sub

About Form

Option Explicit
Private Declare Function SetWindowPos Lib "user32" _
(ByVal hWnd As Long, _
ByVal hWndInsertAfter As Long, _
ByVal x As Long, _
ByVal y As Long, _
ByVal cx As Long, _
ByVal cy As Long, _
ByVal wFlags As Long) As Long
Const HWND_NOTOPMOST = -2
Const HWND_TOPMOST = -1
Const SWP_NOMOVE = &H2
Const SWP_NOSIZE = &H1
Dim StayTop As Long

Private Sub cmd1_Click()
Unload Me
End Sub

Private Sub Form_Load()
StayTop = SetWindowPos(Me.hWnd, HWND_TOPMOST, 0, 0, 0, 0, (SWP_NOMOVE
Or SWP_NOSIZE))
Timer.Enabled = False
Timer1.Enabled = True
Text.Top = 120
End Sub

Private Sub Timer_Timer()
If Text.Top > -3000 Then
Text.Top = Text.Top - 20
Else
Text.Top = 2500
End If
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
Timer.Enabled = True
Timer1.Enabled = False
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ  
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คู่มือการใช้งาน เครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

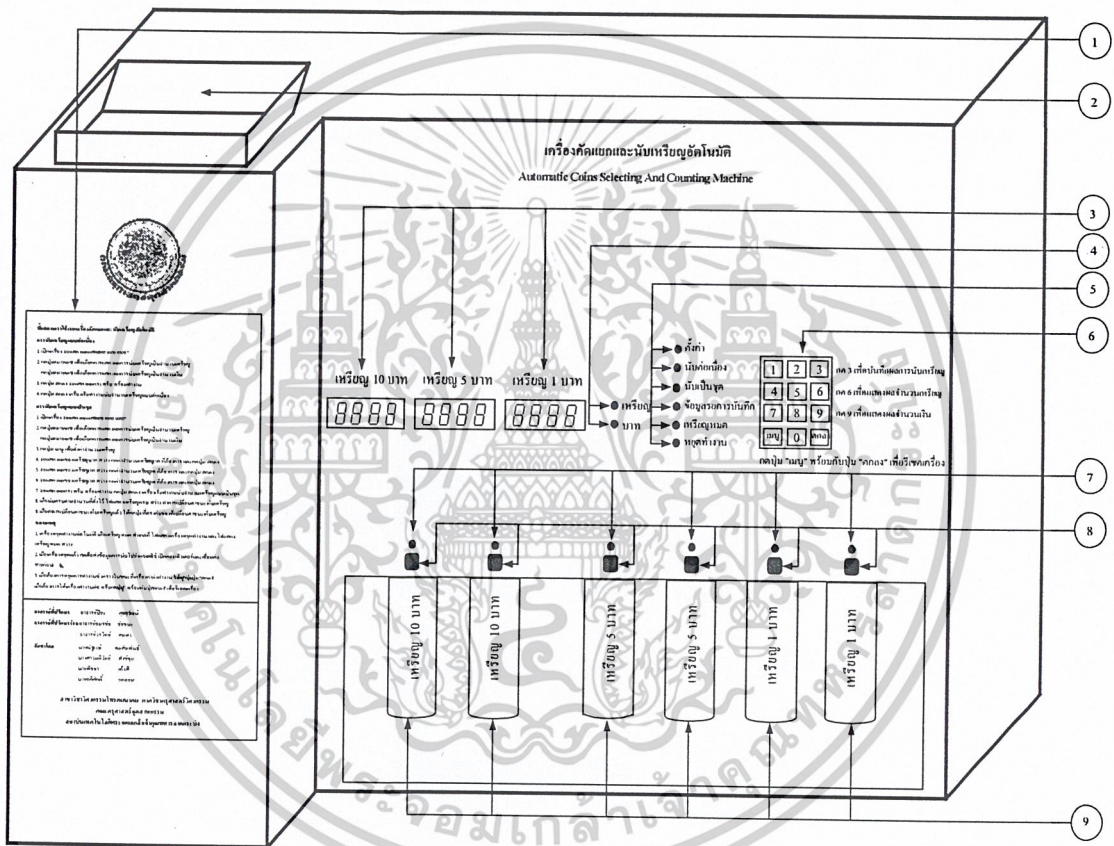
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1. คำแนะนำเบื้องต้น

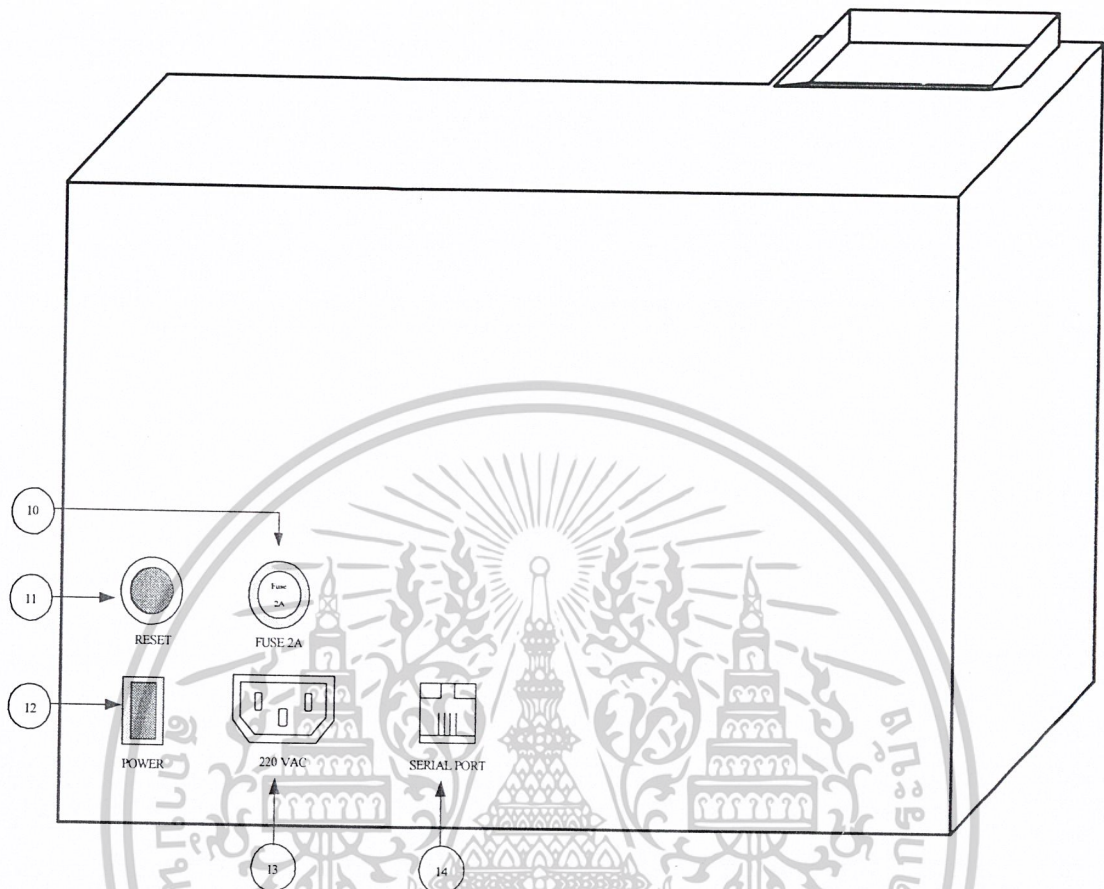
ก่อนที่จะลงมือใช้งานเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ ควรทำการศึกษการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อผลการคัดแยกและนับเหรียญที่ถูกต้อง และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ

### 2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ (ด้านหน้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องคิดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ (ด้านหลัง)

จากรูปที่ จ.1 และ จ.2 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

- 1) คู่มือการใช้งานเครื่อง
- 2) ช่องรับเหรียญ
- 3) จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนแสดงการนับเหรียญ
- 4) แอลอีดีแสดงจำนวนเหรียญและจำนวนเงิน
- 5) แอลอีดีแสดงสถานะการทำงานของเครื่อง
- 6) สวิตช์เมตริกซ์รับค่าการสั่งงานของเครื่อง
- 7) แอลอีดีแสดงสถานะของชุดเก็บเหรียญ
- 8) สวิตช์เปลี่ยนชุดเก็บเหรียญ
- 9) ชุดเก็บเหรียญ
- 10) พิวส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 11) สวิตช์รีเซต ใช้ในกรณีที่ตัวเครื่องเกิดการขัดข้อง
- 12) สวิตช์ปิด - เปิดการทำงานของเครื่อง
- 13) ปลั๊กไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์
- 14) จุดเชื่อมต่อสายสัญญาณเข้ากับคอมพิวเตอร์

### 3. การติดตั้งและใช้งาน

- 3.1 เสียบปลั๊กไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์
- 3.2 เปิดสวิตช์การทำงานของเครื่อง
- 3.3 จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนแสดง “0000 0000 0000”
- 3.4 กดปุ่มหมายเลข 6 เพื่อเลือกการแสดงผลการนับเหรียญเป็นจำนวนเหรียญ
- 3.5 กดปุ่มหมายเลข 9 เพื่อเลือกการแสดงผลการนับเหรียญเป็นจำนวนเงิน
- 3.6 ทำการเลือกรายการนับเหรียญ มี 2 แบบ คือ
  - 1) การนับเหรียญแบบต่อเนื่อง
  - 2) การนับเหรียญแบบเป็นชุด
- 3.7 หากเลือกรายการนับเหรียญแบบต่อเนื่อง กดปุ่ม ตกลง จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน กระพริบ พร้อมทำงาน
- 3.8 กดปุ่ม ตกลง เครื่องเริ่มทำงานนับเหรียญแบบต่อเนื่อง
- 3.9 หากเลือกรายการนับเหรียญแบบเป็นชุด กดปุ่ม เมนู เพื่อตั้งค่าจำนวนเหรียญที่ต้องการ
- 3.10 จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนของเหรียญ 10 บาท สว่าง กดค่าจำนวนเหรียญที่ต้องการ และกดปุ่ม ตกลง
- 3.11 จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนของเหรียญ 5 บาท สว่าง กดค่าจำนวนเหรียญที่ต้องการ และกดปุ่ม ตกลง
- 3.12 จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนของเหรียญ 1 บาท สว่าง กดค่าจำนวนเหรียญที่ต้องการ และกดปุ่ม ตกลง
- 3.13 จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนกระพริบ พร้อมทำงาน กดปุ่ม ตกลง เครื่องเริ่มทำงาน นับจำนวนเหรียญแบบเป็นชุด
- 3.14 เมื่อนับเหรียญครบตามจำนวนที่ตั้งค่าไว้ แอลอีดีแสดงผลเหรียญครบ สว่าง ให้ทำการ เปลี่ยนภาชนะเก็บเหรียญ
- 3.15 หลังจากเปลี่ยนภาชนะเก็บเหรียญแล้ว ให้กดปุ่มที่ตรงกับช่องที่เปลี่ยนภาชนะ เก็บเหรียญ แอลอีดีแสดงผลเหรียญครบ ดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### หมายเหตุ

- 1) เครื่องหยุดทำงานอัตโนมัติ เมื่อเหรียญหมด สังเกตที่แอลอีดีแสดงสถานะเครื่องหยุดทำงานและแอลอีดีแสดงเหรียญหมด สว่าง
- 2) ขณะเครื่องหยุดทำงาน กดปุ่มหมายเลข 3 เพื่อส่งข้อมูลการนับเหรียญไปยังคอมพิวเตอร์ (เปิดคอมพิวเตอร์และเชื่อมต่อสายสัญญาณก่อน)
- 3) หากต้องการหยุดการทำงานของเครื่องชั่วคราว กดปุ่ม “เมนู” และเมื่อต้องการให้เครื่องทำงานต่อ กดปุ่ม “ตกลง” หรือกดปุ่ม “เมนู” พร้อมกับปุ่ม “ตกลง” เพื่อทำการรีเซตเครื่อง

### 4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องคัดแยกและนับเหรียญอัตโนมัติ สามารถตรวจสอบแนวทางแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนไม่ทำงาน	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง, เปิดสวิตช์, ตรวจสอบฟิวส์, กดปุ่ม RESET ที่ด้านหลังของตัวเครื่อง
จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนและLED แสดงผลไม่ถูกต้อง	ตรวจสอบฟิวส์ของโซลินอยด์
เครื่องหยุดทำงาน	เป็นอาการปกติของเครื่องเมื่อเหรียญหมด

### 5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

#### 5.1 การดูแลรักษา

1) เช็ดทำความสะอาดตัวเครื่องด้วยผ้านุ่ม อย่าใช้สารใดๆ ที่เป็นตัวทำละลายเพราะอาจทำให้ตัวเครื่องเป็นรอยเสียหาย

2) ควรมีการหล่อลื่นที่งานปั๊ม เฟืองและ โซ่เป็นประจำ เพราะเป็นชิ้นส่วนที่ต้องหมุนทุกครั้งเมื่อเริ่มเดินเครื่อง ทั้งนี้เพื่อลดการลดความหนืด โดยมีชั้นบางๆ ของน้ำมันคั่นอยู่ระหว่างผิวที่สัมผัสกัน

3) ควรจะมีการซ่อมบำรุงตัวเครื่องเป็นระยะ เพื่อป้องกันและลดอัตราการเสื่อมสภาพของตัวเครื่องหลีกเลี่ยงการเกิดขัดข้อง และสามารถใช้งานตัวเครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ข้อควรระวัง

- 1) ควรศึกษาคู่มือการใช้งานของเครื่อง ก่อนการใช้งานตัวเครื่อง
- 2) ควรวางตัวเครื่องใกล้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- 3) การทำงานของเครื่องอาจทำให้เกิดเสียงดัง จึงควรปฏิบัติงานในห้องเก็บเสียง เพื่อไม่ให้รบกวนผู้อื่น
- 4) การเคลื่อนย้ายควรระมัดระวังอย่าให้มีการกระแทก เพื่อป้องกันความเสียหายของระบบกลไกต่างๆ ของเครื่อง

## 6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
หลักการคัดแยกและนับเหรียญ	ใช้หลักการของตัวตรวจจับ - ส่งอินฟราเรด โดยใช้ในการตรวจเส้นผ่าศูนย์กลางของเหรียญแต่ละชนิด
ชนิดของเหรียญที่รองรับ	เหรียญ 1 บาท ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร
	เหรียญ 5 บาท ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 24 มิลลิเมตร
	เหรียญ 10 บาท ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 26 มิลลิเมตร
ส่วนแสดงผล	จอแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วน 12 หลัก แสดงจำนวนเหรียญและจำนวนเงิน
ชุดเก็บเหรียญ	ใช้แอลอีดีเป็นตัวแสดงสถานะเมื่อเหรียญครบตามจำนวนที่ตั้งค่าไว้
ความเร็วในการทำงานของเครื่อง	200 เหรียญภายในเวลา 1 นาที
ความเที่ยงตรง	99.5 %
ความผิดพลาด	0.5 %
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50-60 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ฉ  
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Features**

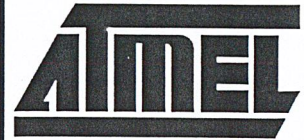
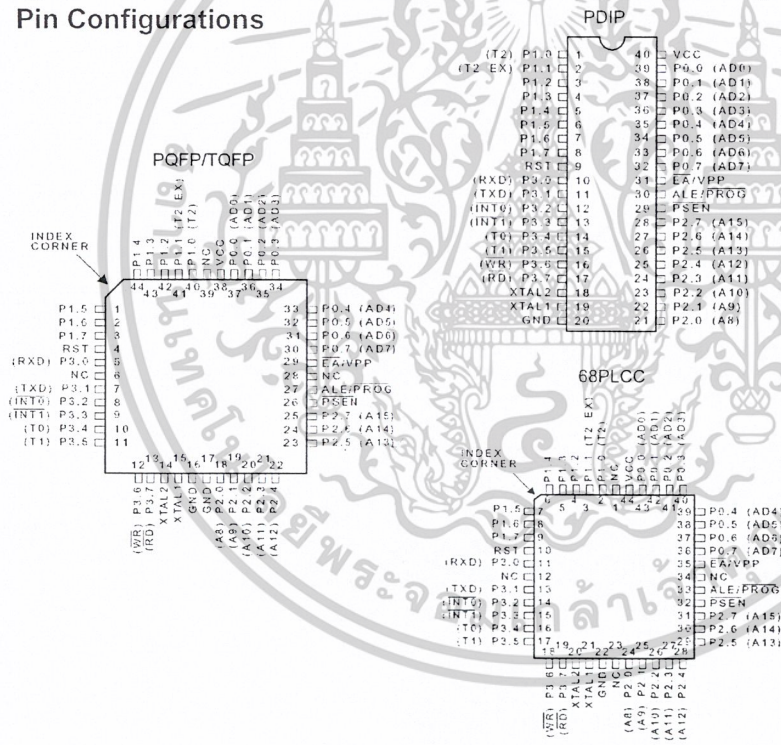
- Compatible with MCS-51™ Products
- 8K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-Level Program Memory Lock
- 256 x 8-Bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Three 16-Bit Timer/Counters
- Eight Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low Power Idle and Power Down Modes

**Description**

The AT89C52 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 8K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard 80C51 and 80C52 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C52 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

(continued)

**Pin Configurations**



**8-Bit  
Microcontroller  
with 8K Bytes  
Flash**

**AT89C52**

3013F-A-12/97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# ±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

## General Description

The MAX202E–MAX213E, MAX232E/MAX241E line drivers/receivers are designed for RS-232 and V.28 communications in harsh environments. Each transmitter output and receiver input is protected against ±15kV electrostatic discharge (ESD) shocks, without latchup. The various combinations of features are outlined in the *Selection Guide*. The drivers and receivers for all ten devices meet all EIA/TIA-232E and CCITT V.28 specifications at data rates up to 120kbps, when loaded in accordance with the EIA/TIA-232E specification.

The MAX211E/MAX213E/MAX241E are available in 28-pin SO packages, as well as a 28-pin SSOP that uses 60% less board space. The MAX202E/MAX232E come in 16-pin narrow SO, wide SO, and DIP packages. The MAX203E comes in a 20-pin DIP/SO package, and needs no external charge-pump capacitors. The MAX205E comes in a 24-pin wide DIP package, and also eliminates external charge-pump capacitors. The MAX206E/MAX207E/MAX208E come in 24-pin SO, SSOP, and narrow DIP packages. The MAX232E/MAX241E operate with four 1µF capacitors, while the MAX202E/MAX206E/MAX207E/MAX208E/MAX211E/MAX213E operate with four 0.1µF capacitors, further reducing cost and board space.

## Applications

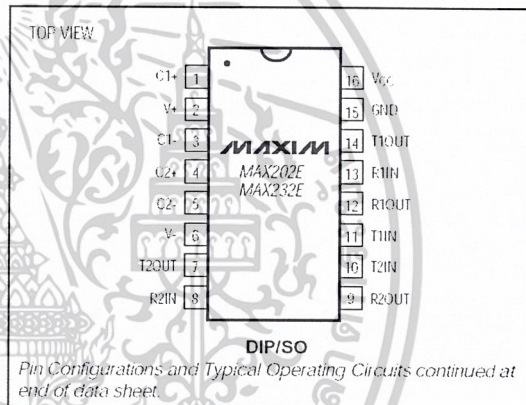
- Notebook, Subnotebook, and Palmtop Computers
- Battery-Powered Equipment
- Hand-Held Equipment

Ordering Information appears at end of data sheet.

## Features

- ◆ ESD Protection for RS-232 I/O Pins:
  - ±15kV—Human Body Model
  - ±8kV—IEC1000-4-2, Contact Discharge
  - ±15kV—IEC1000-4-2, Air-Gap Discharge
- ◆ Latchup Free (unlike bipolar equivalents)
- ◆ Guaranteed 120kbps Data Rate—LapLink™ Compatible
- ◆ Guaranteed 3V/µs Min Slew Rate
- ◆ Operate from a Single +5V Power Supply

## Pin Configurations



## Selection Guide

PART	No. of RS-232 DRIVERS	No. of RS-232 RECEIVERS	RECEIVERS ACTIVE IN SHUTDOWN	No. of EXTERNAL CAPACITORS	LOW-POWER SHUTDOWN	TTL THREE-STATE
MAX202E	2	2	0	4 (0.1µF)	No	No
MAX203E	2	2	0	None	No	No
MAX205E	5	5	0	None	Yes	Yes
MAX206E	4	3	0	4 (0.1µF)	Yes	Yes
MAX207E	5	3	0	4 (0.1µF)	No	No
MAX208E	4	4	0	4 (0.1µF)	No	No
MAX211E	4	5	0	4 (0.1µF)	Yes	Yes
MAX213E	4	5	2	4 (0.1µF)	Yes	Yes
MAX232E	2	2	0	4 (1µF)	No	No
MAX241E	4	5	0	4 (1µF)	Yes	Yes

LapLink is a registered trademark of Traveling Software, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V <sub>CC</sub> .....	-0.3V to +6V	20-Pin SO (derate 10.00mW/°C above +70°C).....	800mW
V <sub>+</sub> .....	(V <sub>CC</sub> - 0.3V) to +14V	24-Pin Narrow Plastic DIP	
V <sub>-</sub> .....	-14V to +0.3V	(derate 13.33mW/°C above +70°C) .....	1.07W
Input Voltages			
T <sub>IN</sub> .....	-0.3V to (V <sub>+</sub> + 0.3V)	24-Pin Wide Plastic DIP	
R <sub>IN</sub> .....	±30V	(derate 14.29mW/°C above +70°C) .....	1.14W
Output Voltages			
T <sub>OUT</sub> .....	(V <sub>-</sub> - 0.3V) to (V <sub>+</sub> + 0.3V)	24-Pin SO (derate 11.76mW/°C above +70°C).....	941mW
R <sub>OUT</sub> .....	-0.3V to (V <sub>CC</sub> + 0.3V)	24-Pin SSOP (derate 8.00mW/°C above +70°C) .....	640mW
Short-Circuit Duration, T <sub>OUT</sub> .....Continuous			
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)			
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C).....	842mW	28-Pin SO (derate 12.50mW/°C above +70°C).....	1W
16-Pin Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C).....	696mW	28-Pin SSOP (derate 9.52mW/°C above +70°C) .....	762mW
16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C).....	762mW	Operating Temperature Ranges	
20-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C).....	889mW	MAX2__EC__.....	0°C to +70°C
Storage Temperature Range.....-65°C to +165°C			
Lead Temperature (soldering, 10sec).....+300°C			

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V<sub>CC</sub> = +5V ±10% for MAX202E/206E/208E/211E/213E/232E/241E; V<sub>CC</sub> = +5V ±5% for MAX203E/205E/207E; C1-C4 = 0.1µF for MAX202E/206E/207E/208E/211E/213E; C1-C4 = 1µF for MAX232E/241E; T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>; unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>DC CHARACTERISTICS</b>						
V <sub>CC</sub> Supply Current	I <sub>CC</sub>	No load, T <sub>A</sub> = +25°C	MAX202E/203E	8	15	mA
			MAX205E-208E	11	20	
			MAX211E/213E	14	20	
			MAX232E	5	10	
			MAX241E	7	15	
Shutdown Supply Current		T <sub>A</sub> = +25°C, Figure 1	MAX205E/206E	1	10	µA
			MAX211E/241E	1	10	
			MAX213E	15	50	
<b>LOGIC</b>						
Input Pull-Up Current		T <sub>IN</sub> = 0V (MAX205E-208E/211E/213E/241E)		15	200	µA
Input Leakage Current		T <sub>IN</sub> = 0V to V <sub>CC</sub> (MAX202E/203E/232E)			±10	µA
Input Threshold Low	V <sub>IL</sub>	T <sub>IN</sub> : EN, SHDN (MAX213E) or EN, SHDN (MAX205E-208E/211E/241E)			0.8	V
Input Threshold High	V <sub>IH</sub>	T <sub>IN</sub>	2.0			V
		EN, SHDN (MAX213E) or EN, SHDN (MAX205E-208E/211E/241E)	2.4			
Output Voltage Low	V <sub>OL</sub>	R <sub>OUT</sub> : I <sub>OUT</sub> = 3.2mA (MAX202E/203E/232E) or I <sub>OUT</sub> = 1.6mA (MAX205E/208E/211E/213E/241E)			0.4	V
Output Voltage High	V <sub>OH</sub>	R <sub>OUT</sub> : I <sub>OUT</sub> = -1.0mA	3.5	V <sub>CC</sub> - 0.4		V
Output Leakage Current		EN = V <sub>CC</sub> , EN = 0V, 0V ≤ R <sub>OUT</sub> ≤ V <sub>CC</sub> , MAX205E-208E/211E/213E/241E outputs disabled		±0.05	±10	µA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

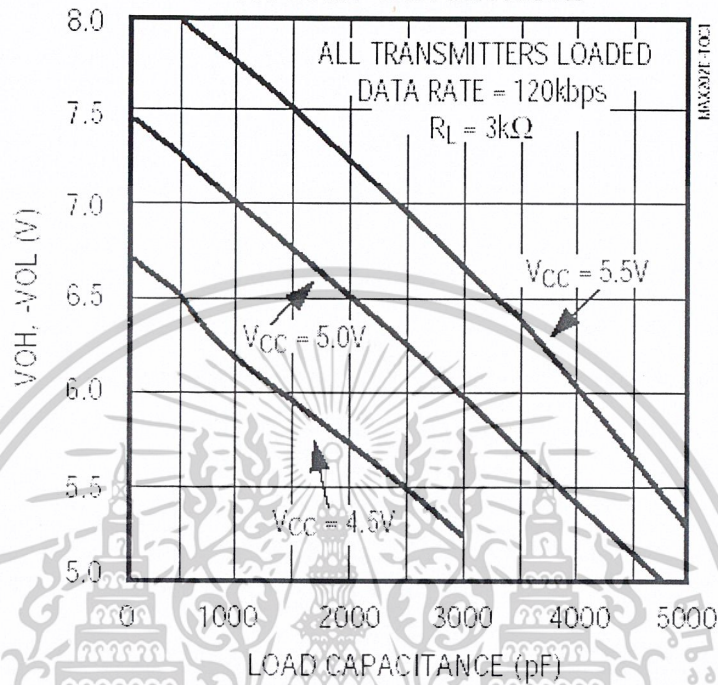
( $V_{CC} = +5V \pm 10\%$  for MAX202E/206E/208E/211E/213E/232E/241E;  $V_{CC} = +5V \pm 5\%$  for MAX203E/205E/207E; C1-C4 = 0.1 $\mu$ F for MAX202E/206E/207E/208E/211E/213E; C1-C4 = 1 $\mu$ F for MAX232E/241E;  $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ ; unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ\text{C}$ .)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>EIA/TIA-232E RECEIVER INPUTS</b>						
Input Voltage Range			-30		30	V
Input Threshold Low		$T_A = +25^\circ\text{C}$ , $V_{CC} = 5V$	All parts, normal operation	0.8	1.2	V
			MAX213E, $\overline{\text{SHDN}} = 0V$ , EN = $V_{CC}$	0.6	1.5	
Input Threshold High		$T_A = +25^\circ\text{C}$ , $V_{CC} = 5V$	All parts, normal operation	1.7	2.4	V
			MAX213E (R4, R5), $\overline{\text{SHDN}} = 0V$ , EN = $V_{CC}$	1.5	2.4	
Input Hysteresis		$V_{CC} = 5V$ , no hysteresis in shutdown	0.2	0.5	1.0	V
Input Resistance		$T_A = +25^\circ\text{C}$ , $V_{CC} = 5V$	3	5	7	k $\Omega$
<b>EIA/TIA-232E TRANSMITTER OUTPUTS</b>						
Output Voltage Swing		All drivers loaded with 3k $\Omega$ to ground (Note 1)	+5	+9		V
Output Resistance		$V_{CC} = V_+ = V_- = 0V$ , $V_{OUT} = \pm 2V$	300			$\Omega$
Output Short-Circuit Current				$\pm 10$	$\pm 60$	mA
<b>TIMING CHARACTERISTICS</b>						
Maximum Data Rate		$R_L = 3k\Omega$ to 7k $\Omega$ , $C_L = 50pF$ to 1000pF, one transmitter switching	120			kbps
Receiver Propagation Delay	t <sub>PLHR</sub> , t <sub>PHLR</sub>	$C_L = 150pF$	All parts, normal operation	0.5	10	$\mu$ s
			MAX213E (R4, R5), $\overline{\text{SHDN}} = 0V$ , EN = $V_{CC}$	4	40	
Receiver Output Enable Time		MAX205E/206E/211E/213E/241E normal operation, Figure 2		600		ns
Receiver Output Disable Time		MAX205E/206E/211E/213E/241E normal operation, Figure 2		200		ns
Transmitter Propagation Delay	t <sub>PLHT</sub> , t <sub>PHLT</sub>	$R_L = 3k\Omega$ , $C_L = 2500pF$ , all transmitters loaded		2		$\mu$ s
Transition-Region Slew Rate		$T_A = +25^\circ\text{C}$ , $V_{CC} = 5V$ , $R_L = 3k\Omega$ to 7k $\Omega$ , $C_L = 50pF$ to 1000pF, measured from -3V to +3V or +3V to -3V, Figure 3	3	6	30	V/ $\mu$ s
<b>ESD PERFORMANCE: TRANSMITTER OUTPUTS, RECEIVER INPUTS</b>						
ESD-Protection Voltage		Human Body Model		$\pm 15$		kV
		IEC1000-4-2, Contact Discharge		$\pm 8$		
		IEC1000-4-2, Air-Gap Discharge		$\pm 15$		

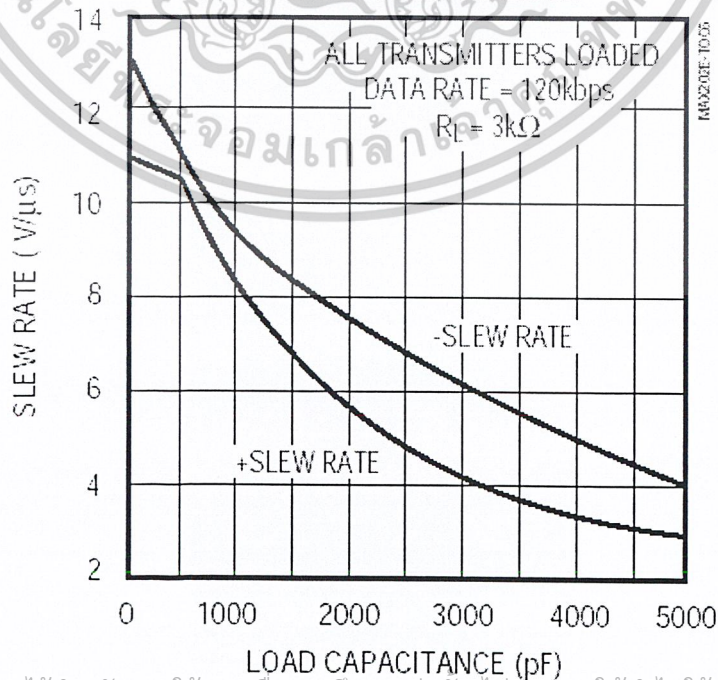
**Note 1:** MAX211EE\_ tested with  $V_{CC} = +5V \pm 5\%$ .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**MAX232E**  
**TRANSMITTER OUTPUT VOLTAGE**  
**vs. LOAD CAPACITANCE**



**MAX202E/MAX203E/MAX232E**  
**TRANSMITTER SLEW RATE**  
**vs. LOAD CAPACITANCE**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## MAX202E/MAX232E

PIN		NAME	FUNCTION
DIP/SO	LCC		
1, 3	2, 4	C1+, C1-	Terminals for positive charge-pump capacitor
2	3	V+	+2V <sub>CC</sub> voltage generated by the charge pump
4, 5	5, 7	C2+, C2-	Terminals for negative charge-pump capacitor
6	8	V-	-2V <sub>CC</sub> voltage generated by the charge pump
7, 14	9, 18	T_OUT	RS-232 Driver Outputs
8, 13	10, 17	R_IN	RS-232 Receiver Outputs
9, 12	12, 15	R_OUT	RS-232 Receiver Outputs
10, 11	13, 14	T_IN	RS-232 Driver Inputs
15	19	GND	Ground
16	20	V <sub>CC</sub>	+4.5V to +5.5V Supply-Voltage Input
—	1, 6, 11, 16	N.C.	No Connect—not internally connected.

## Applications Information

### Capacitor Selection

The capacitor type used for C1–C4 is not critical for proper operation. The MAX202E, MAX206–MAX208E, MAX211E, and MAX213E require 0.1µF capacitors, and the MAX232E and MAX241E require 1µF capacitors, although in all cases capacitors up to 10µF can be used without harm. Ceramic, aluminum-electrolytic, or tantalum capacitors are suggested for the 1µF capacitors, and ceramic dielectrics are suggested for the 0.1µF capacitors. When using the minimum recommended capacitor values, make sure the capacitance value does not degrade excessively as the operating temperature varies. If in doubt, use capacitors with a larger (e.g., 2x) nominal value. The capacitors' effective series resistance (ESR), which usually rises at low temperatures, influences the amount of ripple on V+ and V-.

Use larger capacitors (up to 10µF) to reduce the output impedance at V+ and V-. This can be useful when "stealing" power from V+ or from V-. The MAX203E and MAX205E have internal charge-pump capacitors.

Bypass V<sub>CC</sub> to ground with at least 0.1µF. In applications sensitive to power-supply noise generated by the charge pumps, decouple V<sub>CC</sub> to ground with a

capacitor the same size as (or larger than) the charge-pump capacitors (C1–C4).

### V+ and V- as Power Supplies

A small amount of power can be drawn from V+ and V-, although this will reduce both driver output swing and noise margins. Increasing the value of the charge-pump capacitors (up to 10µF) helps maintain performance when power is drawn from V+ or V-.

### Driving Multiple Receivers

Each transmitter is designed to drive a single receiver. Transmitters can be paralleled to drive multiple receivers.

### Driver Outputs when Exiting Shutdown

The driver outputs display no ringing or undesirable transients as they come out of shutdown.

### High Data Rates

These transceivers maintain the RS-232 ±5.0V minimum driver output voltages at data rates of over 120kbps. For data rates above 120kbps, refer to the Transmitter Output Voltage vs. Load Capacitance graphs in the *Typical Operating Characteristics*. Communication at these high rates is easier if the capacitive loads on the transmitters are small; i.e., short cables are best.

Table 2. Summary of EIA/TIA-232E, V.28 Specifications

PARAMETER		CONDITIONS	EIA/TIA-232E, V.28 SPECIFICATIONS
Driver Output Voltage	0 Level	3kΩ to 7kΩ load	+5V to +15V
	1 Level	3kΩ to 7kΩ load	-5V to -15V
Driver Output Level, Max		No load	±25V
Data Rate		3kΩ ≤ R <sub>L</sub> ≤ 7kΩ, C <sub>L</sub> ≤ 2500pF	Up to 20kbps
Receiver Input Voltage	0 Level		+3V to +15V
	1 Level		-3V to -15V
Receiver Input Level			±25V
Instantaneous Slew Rate, Max		3kΩ ≤ R <sub>L</sub> ≤ 7kΩ, C <sub>L</sub> ≤ 2500pF	30V/µs
Driver Output Short-Circuit Current, Max			100mA
Transition Rate on Driver Output		V.28	1ms or 3% of the period
		EIA/TIA-232E	4% of the period
Driver Output Resistance		-2V < V <sub>OUT</sub> < +2V	300Ω

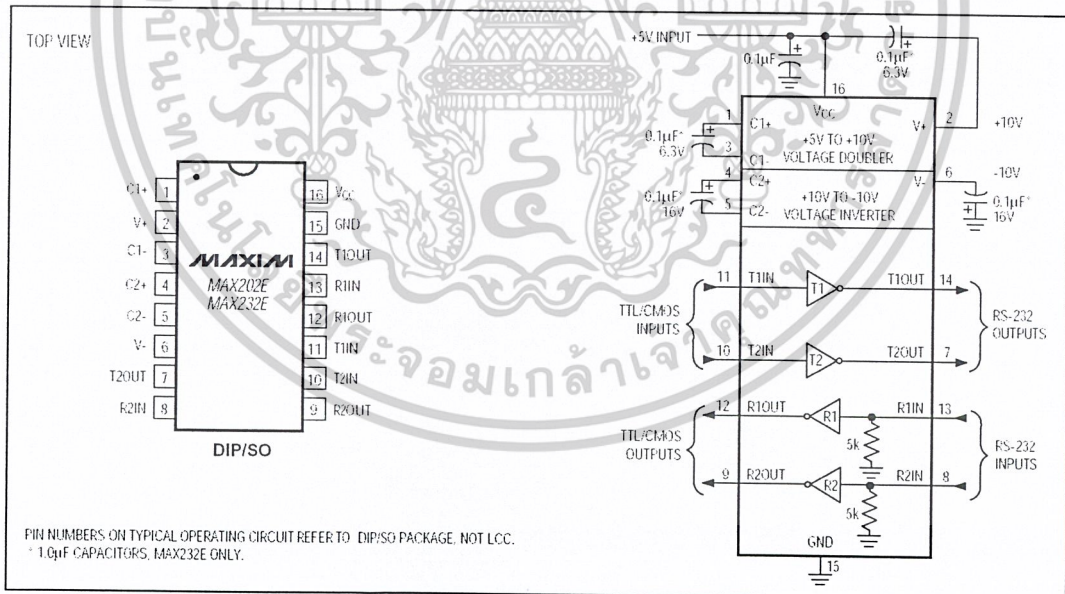
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ±15kV ESD-Protected, +5V RS-232 Transceivers

**Table 3. DB9 Cable Connections Commonly Used for EIA/TIAE-232E and V.24 Asynchronous Interfaces**

PIN	CONNECTION	
1	Received Line Signal Detector (sometimes called Carrier Detect, DCD)	Handshake from DCE
2	Receive Data (RD)	Data from DCE
3	Transmit Data (TD)	Data from DTE
4	Data Terminal Ready	Handshake from DTE
5	Signal Ground	Reference point for signals
6	Data Set Ready (DSR)	Handshake from DCE
7	Request to Send (RTS)	Handshake from DTE
8	Clear to Send (CTS)	Handshake from DCE
9	Ring Indicator	Handshake from DCE

### Pin Configurations and Typical Operating Circuits (continued)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	ว่าที่ร้อยตรีณัฐพงษ์ พลสัมพันธ์
วัน เดือน ปีเกิด	31 สิงหาคม พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	459 ถนนเพชรสมุทร ตำบลแม่กลอง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม 75000 โทรศัพท์ 0-9694-4045
ประวัติการศึกษา	โรงเรียนเมืองสมุทรสงคราม มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนถาวรานุกุล ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ทุนการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุนยกเว้นค่าหน่วยกิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีการศึกษา 2546
คติพจน์	จงตั้งใจทำวันนี้ให้ดีที่สุด เพื่อวันพรุ่งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายพิชยา เท่งสี
วัน เดือน ปีเกิด	8 ตุลาคม พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	48 หมู่ 7 ตำบลหนองปากโลง อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000 โทรศัพท์ 0-9017-2327
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดวังตะกู่
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนศรีวิชัยวิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยสารพัดช่างนครปฐม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรม โทרכมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับรางวัล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง รางวัลชนะเลิศ การประกวดสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ ระดับชาติ ครั้งที่ 11 ประจำปีการศึกษา 2543
คติพจน์	ความพยายามอยู่ที่ไหน ความสำเร็จอยู่ที่นั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นางสาวมลวิทย์ สังข์ชุม
วัน เดือน ปีเกิด	17 กันยายน พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	8/1 หมู่ 1 ตำบลทรายขาว อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช 80170 โทรศัพท์ 0-9408-5844
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดบ่อโพรง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนทรายขาววิทยา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยการอาชีพหัวไทร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	กำลังใจที่สำคัญที่สุด คือ กำลังใจในตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายอภิศักดิ์ อุดออม
วัน เดือน ปีเกิด	4 กันยายน พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	2 หมู่ 5 ตำบลนบปริง อำเภอเมือง จังหวัดพังงา 82000 โทรศัพท์ 0-9196-2646
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลพังงา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนดีบุกพังงาวิทยายน
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคพังงา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคพังงา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	รางวัลชนะเลิศ การประกวดสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ ระดับชาติ ครั้งที่ 11 ประจำปีการศึกษา 2543
ทุนการศึกษา	เยาวชนดีเด่นด้านบำเพ็ญประโยชน์ ประจำปีการศึกษา 2544
คติพจน์	ทำชั่วแค่ 1 นาที จะทำลายความดีตลอดชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้